



## รายงานฉบับสมบูรณ์

### โครงการ

ผลกระทบของการลงทุนภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และ  
นวัตกรรม (ววน.) ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

The Impact of Public Investment in Science, Research,  
and Innovation (SRI) on Thailand's Economic Growth

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.মনখยา อรุณศ

คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กุมภาพันธ์ 2565

## รายงานฉบับสมบูรณ์

ผลกระทบของการลงทุนภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และ  
นวัตกรรม (ววน.) ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

The Impact of Public Investment in Science, Research,  
and Innovation (SRI) on Thailand's Economic Growth

ผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.มนชยา อรุณศรี

สังกัด

คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## สารบัญ

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| บทสรุปผู้บริหาร.....                                                                                                                                         | 17 |
| บทคัดย่อ.....                                                                                                                                                | 22 |
| Abstract.....                                                                                                                                                | 24 |
| บทที่ 1 บทนำ .....                                                                                                                                           | 26 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง .....                                                                                                                    | 26 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....                                                                                                                            | 30 |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....                                                                                                                           | 31 |
| 1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย (Scope of Studies).....                                                                                                            | 31 |
| บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์ .....                                                                                                                               | 33 |
| 2.1 วรรณกรรมปริทัศน์เชิงทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) และ<br>อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ.....                           | 33 |
| 2.2 วรรณกรรมปริทัศน์เชิงประจักษ์ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D)<br>และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ..... | 35 |
| 2.3 วรรณกรรมปริทัศน์เชิงประจักษ์ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D)<br>และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา..... | 37 |
| 2.4 วรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำการวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-analysis) .....                                                                         | 39 |
| บทที่ 3 กรอบแนวคิดและวิธีการวิจัย.....                                                                                                                       | 42 |
| 3.1 กรอบแนวคิด.....                                                                                                                                          | 42 |
| 3.2 กรอบแนวคิดทางเศรษฐมิติของวิธี meta regression analysis (MRA) .....                                                                                       | 49 |
| 3.2.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากงานศึกษาปฐมภูมิ (primary research).....                                                                                 | 50 |
| 3.2.2 กระบวนการสร้าง coding protocol.....                                                                                                                    | 51 |
| 3.2.3 การแสดงผลข้อมูล .....                                                                                                                                  | 53 |
| 3.2.4 การทำ Simple regression .....                                                                                                                          | 54 |
| 3.2.5 ปัญหาความลำเอียงในการเลือกตีพิมพ์งานวิจัย (Publication selection bias).....                                                                            | 56 |
| 3.2.6 Within-studies dependence.....                                                                                                                         | 60 |
| 3.3 การวิเคราะห์เชิงประจักษ์ (Empirical analysis) .....                                                                                                      | 61 |

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| บทที่ 4 ข้อมูล.....                                                                                                                          | 63  |
| 4.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ.....                                                                                                        | 63  |
| 4.1.1 การสืบค้นงานวิจัยเป้าหมาย .....                                                                                                        | 63  |
| 4.1.2 เงื่อนไขการคัดเลือกงานวิจัย (Inclusion/Exclusion Criteria) .....                                                                       | 63  |
| 4.1.3 สร้าง coding protocol .....                                                                                                            | 64  |
| 4.1.4 วิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของงานศึกษาปฐมภูมิด้วย coding protocol ที่สร้างในข้อ 4.1.3.....                                                  | 70  |
| 4.2 รายละเอียดข้อมูลของงานศึกษาปฐมภูมิ (primary research).....                                                                               | 73  |
| 4.2.1 สรุปสถิติข้อมูลลักษณะของงานวิจัยและลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญ.....                                                                          | 73  |
| บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ Meta regression ที่ได้จากงานวิจัย .....                                                                               | 88  |
| 5.1 ลักษณะทางสถิติของข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ Meta regression .....                                                                           | 88  |
| 5.2 การตรวจสอบ Publication selection bias.....                                                                                               | 94  |
| 5.3 ผลการวิเคราะห์ Multiple Meta-regression analysis .....                                                                                   | 98  |
| 5.3.1 การวิเคราะห์ multiple meta-regression โดยใช้ตัวแปร R&D รวม .....                                                                       | 99  |
| 5.3.2 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับการศึกษาที่ใช้การลงทุน R&D ในด้านค่าใช้จ่ายเป็นตัวแปร R&D .....                            | 105 |
| 5.3.3 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์.....                                                          | 111 |
| 5.3.4 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับ R&D ในด้านนวัตกรรม.....                                                                   | 115 |
| 5.3.5 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับการลงทุน R&D ในด้าน Output อื่นๆ.....                                                      | 118 |
| 5.4 การคาดการณ์ผลการศึกษาจาก Meta regression analysis กรณีตัวอย่างของการพิจารณาการศึกษาที่น่าเชื่อถือที่ใช้ตัวแปร R&D ทางด้านค่าใช้จ่าย..... | 123 |
| บทที่ 6 สังเคราะห์งานวิจัย meta regression analysis.....                                                                                     | 126 |
| 6.1 เปรียบเทียบ meta regression ของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศพัฒนา.....                                  | 126 |
| 6.1.1 สรุปรายละเอียดงานวิจัย Meta regression analysis ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว.....                                                            | 126 |
| 6.1.2 เปรียบเทียบ meta regression ของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา.....                                | 130 |
| 6.2 กลุ่มตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ.....                                                              | 135 |
| 6.2.1 กลุ่มตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนใน R&D.....                                                                                   | 135 |
| 6.2.2 กลุ่มตัวแปรอิสระอื่น ๆ นอกเหนือจากที่เกี่ยวข้องกับ R&D .....                                                                           | 137 |
| บทที่ 7 ข้อมูล.....                                                                                                                          | 168 |



|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1 ที่มาของข้อมูลโดยรวม.....                                                                                                                | 168 |
| 7.2 สถิติของข้อมูลเบื้องต้น.....                                                                                                             | 174 |
| 7.2.1 ตัวแปรตาม (Dependent variables) .....                                                                                                  | 174 |
| 7.2.2 ตัวแปรการลงทุนรวมด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D).....                                                                                       | 175 |
| 7.2.3 ตัวแปรควบคุม .....                                                                                                                     | 188 |
| บทที่ 8 ระเบียบวิธีวิจัยและผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ .....                                                                                  | 225 |
| 8.1 วิธีทางเศรษฐมิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและ<br>อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ.....             | 225 |
| 8.1.1 แบบจำลองสถิต (Static panel model).....                                                                                                 | 226 |
| 8.1.2 แบบจำลองพลวัต (Dynamic panel model).....                                                                                               | 232 |
| 8.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ของประเทศ..                                                  | 236 |
| 8.2.1 ฟังก์ชันการผลิตที่ใช้ในงานวิจัย .....                                                                                                  | 236 |
| 8.2.2 ผลการประมาณการฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา.....                                                                         | 240 |
| 8.2.3 ผลการประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ.....                                                                                 | 247 |
| 8.2.4 สรุปผลการวิเคราะห์ Panel .....                                                                                                         | 263 |
| บทที่ 9 ข้อมูลด้าน R&D และด้านมหภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย.....                                                                                  | 267 |
| 9.1 ที่มาของข้อมูลโดยรวม.....                                                                                                                | 267 |
| 9.2 สถิติของข้อมูลเบื้องต้น.....                                                                                                             | 274 |
| 9.2.1 ตัวแปรตาม GDP.....                                                                                                                     | 274 |
| 9.2.2 ตัวแปรการวิจัยและพัฒนา (R&D) .....                                                                                                     | 275 |
| 9.2.3 ตัวแปรควบคุม .....                                                                                                                     | 319 |
| บทที่ 10 ระเบียบวิธีวิจัยและผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ (Time Series) .....                                                                   | 353 |
| 10.1 วิธีทางเศรษฐมิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา<br>และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ .....           | 353 |
| 10.1.1 Unit root test.....                                                                                                                   | 354 |
| 10.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) โดยวิธี Vector Error Correction Model<br>(VECM) หรือ The Cointegrated VAR Approach..... | 354 |
| 10.1.3 การเลือกค่าความล่าช้า (Lag length selection) ของแบบจำลอง .....                                                                        | 357 |
| 10.1.4 การกำหนดจำนวน Error correction term และตรวจสอบความสัมพันธ์แบบ Cointegration.....                                                      | 358 |
| 10.1.5 การทดสอบสมมติฐานอื่นๆ ของแบบจำลอง .....                                                                                               | 359 |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1.6 การวิเคราะห์ Policy Experiment หลังการวิเคราะห์แบบจำลอง.....                           | 360 |
| 10.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ของประเทศ    | 362 |
| 10.2.1 การกำหนดรูปแบบสมการ (Specification) ภายในแบบจำลอง Vector Error Correction.....         | 362 |
| 10.2.2 ผลการทดสอบ Unit root test .....                                                        | 363 |
| 10.2.3 ผลการทดสอบการเลือกค่าความล่าช้า (Lag length selection) ของแบบจำลอง.....                | 363 |
| 10.2.4 ผลการกำหนดจำนวน Error correction term และการตรวจสอบความสัมพันธ์แบบ Cointegration ..... | 364 |
| 10.2.5 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง Vector Error Correction.....                                 | 367 |
| 10.2.6 ผลการวิเคราะห์ Policy Experiment.....                                                  | 371 |
| 10.2.7 สรุปผลการวิเคราะห์ Time series.....                                                    | 375 |
| บทที่ 11 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย.....                                                            | 377 |
| 11.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย.....                                                                | 377 |
| 11.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย.....                                                                | 382 |
| 11.2.1 นโยบายเพื่อเพิ่มขนาดการลงทุนในภาค R&D.....                                             | 382 |
| 11.2.2 การเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D (อุปทานทุนมนุษย์).....                                   | 389 |
| 11.2.3 การเพิ่มจำนวนสิทธิบัตร.....                                                            | 391 |
| 11.2.4 นโยบายอื่นๆที่เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มขึ้นของ R&D .....                                   | 393 |
| References.....                                                                               | 398 |
| ภาคผนวก ก. ....                                                                               | 412 |
| ภาคผนวก ข. ....                                                                               | 416 |
| ภาคผนวก ค. ....                                                                               | 428 |
| ภาคผนวก ง. ....                                                                               | 445 |
| ภาคผนวก จ.....                                                                                | 459 |
| ภาคผนวก ฉ .....                                                                               | 464 |
| ภาคผนวก ช .....                                                                               | 465 |
| ภาคผนวก ซ .....                                                                               | 469 |
| ภาคผนวก ฌ .....                                                                               | 472 |
| ภาคผนวก ญ .....                                                                               | 475 |

## สารบัญรูปภาพ

|                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| รูปที่ 1. 1 สัดส่วนค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพื่อการวิจัยและพัฒนา (R&D) (Gross Domestic Expenditure on R&D, GERD) ต่อ GDP .....                           | 27 |
| รูปที่ 3. 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Inputs และ Outputs ใน R&D sector และความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรม (outputs ของ R&D sector) ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ..... | 47 |
| รูปที่ 3. 2 lags ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ผลิตภาพการผลิต และการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา .....                                                                | 48 |
| รูปที่ 3. 3 funnel plot.....                                                                                                                                         | 53 |
| รูปที่ 3. 4 funnel plot.....                                                                                                                                         | 57 |
| รูปที่ 4. 1 Histograms ของค่า t-statistics ในระดับ Estimates.....                                                                                                    | 75 |
| รูปที่ 4. 2 Histogramsของค่า t-statistics ในระดับ Studies.....                                                                                                       | 75 |
| รูปที่ 4. 3 Histograms ของค่า PCC value ในระดับ Estimates.....                                                                                                       | 76 |
| รูปที่ 4.4 Histograms ของค่า PCC Value ในระดับ Studies.....                                                                                                          | 76 |
| รูปที่ 4. 5 PCC value ระหว่างประเภทข้อมูลในระดับ Estimates.....                                                                                                      | 79 |
| รูปที่ 4. 6 PCC value ระหว่างประเภทข้อมูลในระดับ Studies.....                                                                                                        | 79 |
| รูปที่ 4. 7 Standard error ระหว่างประเภทข้อมูลในระดับ Estimates.....                                                                                                 | 79 |
| รูปที่ 4. 8 Standard error ระหว่างประเภทข้อมูลในระดับ Studies.....                                                                                                   | 79 |
| รูปที่ 4. 9 จำนวน Citations และค่า PCC (studies weight) .....                                                                                                        | 80 |
| รูปที่ 4. 10 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามภูมิภาค ในระดับ Estimates.....                                                                                               | 80 |
| รูปที่ 4. 11 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามภูมิภาค ในระดับ Studies.....                                                                                                 | 80 |
| รูปที่ 4. 12 ความแตกต่างของค่า Standard errors แยกตามภูมิภาค ในระดับ Estimates.....                                                                                  | 81 |
| รูปที่ 4. 13 ความแตกต่างในค่า Standard errors แยกตามภูมิภาค ในระดับ Studies.....                                                                                     | 81 |
| รูปที่ 4. 14 ความแตกต่างในค่า PCC value แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Estimates.....                                                                                   | 83 |
| รูปที่ 4. 15 ความแตกต่างในค่า PCC value แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Studies.....                                                                                     | 83 |
| รูปที่ 4. 16 ความแตกต่างใน Standard errors แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Estimates.....                                                                                | 83 |

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 4. 17 ความแตกต่างใน Standard errors แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Studies.....                                                                                                                               | 83  |
| รูปที่ 4. 18 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Estimates.....                                                                                                                                        | 86  |
| รูปที่ 4. 19 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Studies.....                                                                                                                                          | 86  |
| รูปที่ 4. 20 ความแตกต่างใน Standard errors แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Estimates.....                                                                                                                               | 87  |
| รูปที่ 4. 21 ความแตกต่างใน Standard errors แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Studies.....                                                                                                                                 | 87  |
| รูปที่ 5. 1 Forest Plot ของการศึกษาผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ .....                                                                                                                             | 90  |
| รูปที่ 5. 2 Funnel plot (studies) ของงานวิจัยทั้งหมด .....                                                                                                                                                        | 91  |
| รูปที่ 5. 3 Funnel plot (estimates) ของงานวิจัยทั้งหมด.....                                                                                                                                                       | 92  |
| รูปที่ 5. 4 Funnel plot ของงานวิจัยที่ใช้ค่าใช้จ่ายใน R&D เป็นตัวแปร R&D (ค่า PCC).....                                                                                                                           | 93  |
| รูปที่ 5. 5 Funnel plot ของงานวิจัยที่ใช้จำนวนบุคลากร ในภาค R&D (ค่า PCC) .....                                                                                                                                   | 93  |
| รูปที่ 5. 6 Funnel plot ของงานวิจัยที่ใช้ Innovation (ค่า PCC).....                                                                                                                                               | 93  |
| รูปที่ 5. 7 Funnel plot งานวิจัยที่ใช้ Other R&D Outputs (ค่า PCC) .....                                                                                                                                          | 94  |
| รูปที่ 7. 2 อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของ 23 ประเทศ ช่วง<br>ระหว่างปี 1981 ถึงปี 2020.....                                                                                      | 174 |
| รูปที่ 7. 3 สัดส่วนของ GERD ต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2018 .....                                                                                                                               | 177 |
| รูปที่ 7. 4 ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนในภาค R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วง<br>ระหว่างปี 1995 ถึงปี 2018.....                                                                                     | 178 |
| รูปที่ 7. 5 สัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1996 ถึง 2020 ...                                                                                                                   | 180 |
| รูปที่ 7. 6 สัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020 .....                                                                               | 181 |
| รูปที่ 7. 7 จำนวนการขอสิทธิบัตรของของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent<br>Application, Resident) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2018.....                                     | 183 |
| รูปที่ 7. 8 จำนวนการขอสิทธิบัตรของของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent<br>Application, Resident) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง<br>2018.....       | 184 |
| รูปที่ 7. 9 จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent<br>Application, Non-resident) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018 .....                                     | 185 |
| รูปที่ 7. 10 จำนวนการขอสิทธิบัตรของของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent<br>Application, Non-resident) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980<br>ถึง 2018 ..... | 186 |

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 7. 11 จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018.....                                                                                   | 187 |
| รูปที่ 7. 12 จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018 .....                                                  | 188 |
| รูปที่ 7. 13 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1980 ถึง 2018<br>.....                                                                    | 189 |
| รูปที่ 7. 14 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ<br>23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020.....                                         | 190 |
| รูปที่ 7. 15 สต็อกภาครัฐและเอกชน ณ ค่าของล้านดอลลาร์ในปีฐาน 2011 ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง<br>ปี 1980 ถึง 2020.....                                                         | 191 |
| รูปที่ 7. 16 สต็อกภาครัฐและเอกชน ณ ค่าของล้านดอลลาร์ในปีฐาน 2011 และอัตราการขยายตัว<br>ทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 .....                           | 192 |
| รูปที่ 7. 17 กำลังแรงงาน ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1990 ถึง 2020.....                                                                                                     | 193 |
| รูปที่ 7. 18 กำลังแรงงาน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1990 ถึง 2020<br>.....                                                                    | 194 |
| รูปที่ 7. 19 อัตราการเข้าเรียนอย่างหยาบในระดับอุดมศึกษา ของ 23 ประเทศช่วงระหว่าง ปี 1980 ถึง 2020<br>.....                                                                  | 195 |
| รูปที่ 7. 20 อัตราการเข้าเรียนอย่างหยาบในระดับอุดมศึกษาต่อประชากรที่อายุในวัยเรียนอุดมศึกษา<br>และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 ..... | 196 |
| รูปที่ 7. 21 รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020<br>.....                                                                     | 198 |
| รูปที่ 7. 22 รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 .....                                          | 199 |
| รูปที่ 7. 23 ร้อยละของรายจ่ายด้านการศึกษารัฐต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1980 ถึง<br>ปี 2020.....                                                                   | 200 |
| รูปที่ 7. 24 รายจ่ายด้านการศึกษารัฐต่อ GDP และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 .....                                                  | 201 |
| รูปที่ 7. 25 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ของ<br>23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018.....                                    | 202 |
| รูปที่ 7. 26 การใช้จ่ายภาครัฐทางด้านสาธารณสุขและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018 .....                                                | 203 |
| รูปที่ 7. 27 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018 .....                                                    | 204 |

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 7. 28 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ในช่วงปี 1980 ถึง 2020 .....            | 205 |
| รูปที่ 7. 29 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT (สัดส่วนร้อยละต่อสินค้านำเข้าทั้งหมด) ของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018 .....                          | 206 |
| รูปที่ 7. 30 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT (สัดส่วนร้อยละต่อสินค้านำเข้าทั้งหมด) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018..... | 207 |
| รูปที่ 7. 31 ระดับการค้า (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 .....                                                          | 208 |
| รูปที่ 7. 32 ระดับการค้า (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 .....                          | 209 |
| รูปที่ 7. 33 ค่าเฉลี่ยของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980<br>ถึง 2018 .....                                        | 210 |
| รูปที่ 7. 34 ค่าเฉลี่ยของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23<br>ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018.....            | 211 |
| รูปที่ 7. 35 รูปที่ 7.34 หนี้รัฐบาลกลาง (ร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2019.....                                                   | 212 |
| รูปที่ 7. 36 หนี้รัฐบาลกลาง (ร้อยละต่อ GDP) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2019 .....                              | 213 |
| รูปที่ 7. 37 อัตราเงินเฟ้อ (consumer price index เป็นร้อยละต่อปี) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1980<br>ถึง 2018 .....                                    | 214 |
| รูปที่ 7. 38 อัตราเงินเฟ้อ (consumer price index เป็นร้อยละต่อปี) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ<br>ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018 .....       | 215 |
| รูปที่ 7. 39 อัตราว่างงาน (ร้อยละ จากกำลังแรงงานทั้งหมด) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1991<br>ถึง 2020 .....                                             | 216 |
| รูปที่ 7. 40 อัตราการว่างงาน (ร้อยละจากกำลังแรงงานทั้งหมด) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ<br>ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1991 ถึง 2020 .....              | 217 |
| รูปที่ 7. 41 Corruption perception index (CPI) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019.....                                                            | 218 |
| รูปที่ 7. 42 Corruption perception index (CPI) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ<br>ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019 .....                           | 219 |
| รูปที่ 7. 43 Civil liberties index ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง 1980 ถึง 2019 .....                                                                         | 220 |
| รูปที่ 7. 44 Civil liberties index และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1980<br>ถึง 2019 .....                                      | 221 |
| รูปที่ 7. 45 Rule of Law ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง 1996 ถึง 2020 .....                                                                                   | 222 |
| รูปที่ 7. 46 Rule of Law และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1996<br>ถึง 2020 .....                                                | 223 |

|                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 9. 1 อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริง (Real GDP per capita growth) ในประเทศไทยระหว่างปี 1981 ถึงปี 2020.....                                                          | 274 |
| รูปที่ 9. 2 สัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) คิดเป็นร้อยละของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ช่วงระหว่างปี 1989 ถึงปี 2019 .....                                                              | 276 |
| รูปที่ 9. 3 ค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่แท้จริง โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 1999 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....            | 277 |
| รูปที่ 9. 4 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019 .....                                                                                         | 278 |
| รูปที่ 9. 5 สัดส่วนค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ในปี 1995, 2003, 2011 และปี 2019 .....                                                                               | 279 |
| รูปที่ 9. 6 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา จำแนกตามหน่วยดำเนินการภาครัฐและเอกชน ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019 .....                                                                                       | 281 |
| รูปที่ 9. 7 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูล ปี 2020.....                | 282 |
| รูปที่ 9. 8 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูล ปี 2020.....              | 283 |
| รูปที่ 9. 9 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย จำแนกตามแหล่งทุน ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019 .....                                                                                                 | 284 |
| รูปที่ 9. 10 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา จำแนกตามแหล่งทุนจากภาครัฐและเอกชน ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019 .....                                                                                         | 285 |
| รูปที่ 9. 11 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่มีแหล่งทุนจากภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....  | 286 |
| รูปที่ 9. 12 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่มีแหล่งทุนจากภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020..... | 287 |
| รูปที่ 9. 13 จำนวนบุคลากรและนักวิจัยในภาคการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย โดยการนับแบบ รายหัว และเทียบเท่าเต็มเวลา ระหว่างปี 1991 ถึงปี 2019 .....                                                           | 288 |
| รูปที่ 9. 14 อัตราส่วนระหว่างบุคลากรและนักวิจัยในภาคการวิจัยและพัฒนาของไทย ระหว่างปี 1991 ถึงปี 2019.....                                                                                                | 290 |
| รูปที่ 9. 15 จำนวนบุคลากรและนักวิจัยในภาคการวิจัยและพัฒนาเทียบเท่าเต็มเวลา ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019.....                                                                       | 292 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 9. 16 จำนวนนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2003 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....            | 293 |
| รูปที่ 9. 17 จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนารายหัว จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่าง ปี 1999 ถึงปี 2019.....                                                                                                  | 294 |
| รูปที่ 9. 18 จำนวนบุคลากร R&D รายหัวในภาครัฐ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่า ความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....                                 | 295 |
| รูปที่ 9. 19 จำนวนบุคลากร R&D รายหัวในภาคเอกชน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่า ความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020.....                                | 296 |
| รูปที่ 9. 20 จำนวนนักวิจัยรายหัว จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019.....                                                                                                                     | 297 |
| รูปที่ 9. 21 จำนวนนักวิจัยรายหัวในภาครัฐ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....                                      | 298 |
| รูปที่ 9. 22 จำนวนนักวิจัยรายหัวในภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....                                     | 299 |
| รูปที่ 9. 23 จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบเทียบเท่าเต็มเวลา จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ของประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1999-2019 .....                                                                             | 299 |
| รูปที่ 9. 24 จำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....                    | 301 |
| รูปที่ 9. 25 จำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาในภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....                   | 302 |
| รูปที่ 9. 26 จำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา จำแนกตามหน่วยดำเนินการของประเทศไทย ช่วงระหว่าง ปี 1999 ถึงปี 2019 .....                                                                                         | 303 |
| รูปที่ 9. 27 จำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูล ปี 2020.....                       | 304 |
| รูปที่ 9. 28 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็ม เวลาของภาคเอกชน โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้น ข้อมูลปี 2020 ..... | 305 |
| รูปที่ 9. 29 การจำนวนยื่นคำขอจดทะเบียนและการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย จำแนกตาม สัญชาติของผู้ดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2021 .....                                                           | 306 |
| รูปที่ 9. 30 จำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียนและการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย ซึ่งมีผู้ดำเนินการ เป็นชาวไทย ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2021.....                                                                   | 308 |
| รูปที่ 9. 31 อัตราส่วนของจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรและจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียน สิทธิบัตรในประเทศไทย จำแนกตามสัญชาติของผู้ดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี 2021.....                              | 309 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 9. 32 จำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1983 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020 .....                                              | 310 |
| รูปที่ 9. 33 จำนวนบทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ จำแนกตามประเภทของวารสาร ช่วงระหว่างปี 1991 ถึงปี 2020 .....                                                                                              | 312 |
| รูปที่ 9. 34 จำนวนบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการภายในประเทศโดยนักวิจัยชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1995 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020 ..... | 313 |
| รูปที่ 9. 35 จำนวนบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติโดยนักวิจัยชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 2000 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020 .....                   | 314 |
| รูปที่ 9. 36 ดัชนีผลิตภาพการผลิตรวม ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2019 .....                                                                                                                                                                                             | 320 |
| รูปที่ 9. 37 ดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 .....                                                                                                                                                                | 321 |
| รูปที่ 9. 38 อัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของดัชนีผลิตภาพการผลิตรวม ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019...                                                                                                                                                                     | 322 |
| รูปที่ 9. 39 อัตราการขยายตัวต่อปีของผลิตภาพการผลิตรวมและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 .....                                                                                                                                              | 323 |
| รูปที่ 9. 40 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้น ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                                                                                                                                                                   | 324 |
| รูปที่ 9. 41 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่าง ปี 1980 ถึงปี 2020.....                                                                                                                                                      | 325 |
| รูปที่ 9. 42 สต็อกของทุนทั้งหมด ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2015.....                                                                                                                                                                                                  | 326 |
| รูปที่ 9. 43 สต็อกของทุนทั้งหมดและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                                                                                                                                                    | 326 |
| รูปที่ 9. 44 อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงาน ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2020 .....                                                                                                                                                                                    | 327 |
| รูปที่ 9. 45 อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2020.....                                                                                                                                                        | 328 |
| รูปที่ 9. 46 อัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษา ช่วงระหว่างปี 1992 ถึงปี 2020 .....                                                                                                                                                                                  | 329 |
| รูปที่ 9. 47 อัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่าง ปี 1992 ถึงปี 2020.....                                                                                                                                                     | 330 |
| รูปที่ 9. 48 การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการบริโภค (Government Consumption) ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020.....                                                                                                                                                          | 331 |
| รูปที่ 9. 49 การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการบริโภค (Government Consumption) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020.....                                                                                                                            | 332 |
| รูปที่ 9. 50 รายจ่ายด้านการศึกษากาารัฐบาล ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2013.....                                                                                                                                                                                        | 333 |

|                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 9. 51 รายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐบาลและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020.....                          | 334 |
| รูปที่ 9. 52 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2018..                                    | 335 |
| รูปที่ 9. 53 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล และอัตราการขยายตัว ทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2018 ..... | 335 |
| รูปที่ 9. 54 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ ช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี 2020.....                                                  | 336 |
| รูปที่ 9. 55 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี 2020 .....                    | 337 |
| รูปที่ 9. 56 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT ช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2019.....                                                          | 338 |
| รูปที่ 9. 57 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2019.....                            | 339 |
| รูปที่ 9. 58 ระดับการเปิดประเทศ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020..                                      | 340 |
| รูปที่ 9. 59 ระดับการค้าและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                          | 341 |
| รูปที่ 9. 60 จำนวนของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                                  | 342 |
| รูปที่ 9. 61 จำนวนของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020.....                      | 342 |
| รูปที่ 9. 62 ค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                              | 343 |
| รูปที่ 9. 63 ค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่าง ปี 1980 ถึงปี 2020.....                 | 344 |
| รูปที่ 9. 64 หนี้รัฐบาลกลาง ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 .....                                                                    | 345 |
| รูปที่ 9. 65 หนี้รัฐบาลกลางและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 .....                                       | 345 |
| รูปที่ 9. 66 อัตราเงินเฟ้อ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                                                     | 346 |
| รูปที่ 9. 67 อัตราเงินเฟ้อและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                        | 347 |
| รูปที่ 9. 68 อัตราการว่างงาน ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020.....                                                                    | 348 |
| รูปที่ 9. 69 อัตราว่างงานและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 .....                                         | 348 |
| รูปที่ 9. 70 ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI) ช่วงระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019.....                                                     | 349 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 9. 71 ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019..... | 350 |
| รูปที่ 9. 72 ดัชนีเสรีภาพพลเมือง ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019.....                                          | 350 |
| รูปที่ 9. 73 ดัชนีเสรีภาพพลเมือง และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019....             | 351 |
| รูปที่ 9. 74 ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม ช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020 .....                                     | 352 |
| รูปที่ 9. 75 ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020..           | 352 |
| รูปที่ 10. 1 การตอบสนองของตัวแปรในระบบ จากการเพิ่มขึ้นของตัวแปรการวิจัยและพัฒนา .....                        | 372 |

## สารบัญตาราง

|                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางที่ 4. 1 ข้อมูลเวลาที่มากที่สุดและน้อยที่สุดในการกรอกข้อมูลตาม coding protocol ในแต่ละส่วนย่อยของงานศึกษาปฐมภูมิ (หน่วย: นาที) .....                                    | 71  |
| ตารางที่ 4. 2 สรุป Agreement rates.....                                                                                                                                      | 73  |
| ตารางที่ 4. 3 ตารางสรุปสถิติข้อมูลลักษณะของงานวิจัยและลักษณะต่าง ๆ ในระดับ Estimates (680 estimates).....                                                                    | 74  |
| ตารางที่ 4. 4 ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิด้านต่าง ๆ (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies) .....                                                    | 76  |
| ตารางที่ 4. 5 ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิกลุ่มตัวแปรที่สะท้อนการขยายตัวของเศรษฐกิจ (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies).....                      | 82  |
| ตารางที่ 4. 6 ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนวิจัยใน R&D และตัวแปรควบคุม (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies)..... | 84  |
| ตารางที่ 4. 7 ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของตัวแปรคุณภาพการศึกษา (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies) .....                                                         | 87  |
| ตารางที่ 5. 1 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับผลกระทบ .....                                                                                                                | 89  |
| ตารางที่ 5. 2 Funnel asymmetry testing (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาทั้งหมดโดยใช้ค่า PCC.....                                                         | 94  |
| ตารางที่ 5. 3 Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านการใช้จ่ายใน R&D .....                                               | 96  |
| ตารางที่ 5. 4 Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านบุคลากรในภาค R&D .....                                               | 96  |
| ตารางที่ 5. 5 Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านนวัตกรรม .....                                                       | 97  |
| ตารางที่ 5. 6 Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้าน Other R&D Outputs .....                                             | 97  |
| ตารางที่ 5. 7 ผลการวิเคราะห์ Multiple meta-regression โดยรวมงานศึกษาที่ใช้ตัวแปร R&D ทุกรูปแบบ .....                                                                         | 99  |
| ตารางที่ 5. 8 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ค่าใช้จ่ายด้าน R&D.....                                                                           | 106 |
| ตารางที่ 5. 9 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ตัวแปรด้านทุนมนุษย์..                                                                             | 112 |
| ตารางที่ 5. 10 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ตัวแปรด้านนวัตกรรม                                                                               | 116 |

|                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางที่ 5. 11 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ตัวแปร R&D<br>ด้าน Output อื่น ๆ .....                                                                     | 119 |
| ตารางที่ 5. 12 ค่าการคาดการณ์กรณีตัวอย่างการศึกษาที่น่าเชื่อถือที่ใช้ตัวแปร R&D ทางด้านค่าใช้จ่าย<br>(ประมาณการด้วย Fixed effects และ Random effects ที่ใช้น้ำหนักทั้ง 2 รูปแบบ) ..... | 124 |
| ตารางที่ 6. 1 สรุปการเปรียบเทียบลักษณะของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนากับงานวิจัยที่ศึกษา<br>กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว .....                                                      | 130 |
| ตารางที่ 6. 2 สรุปการเปรียบเทียบตัวแปรของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนากับงานวิจัยที่ศึกษา<br>กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว .....                                                      | 131 |
| ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร                                                                                   | 147 |
| ตารางที่ 7. 1 สรุปคลังตัวแปรเบื้องต้นที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งที่มาของข้อมูล .....                                                                                                      | 169 |
| ตารางที่ 7. 2 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง GERD และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ....                                                                                         | 178 |
| ตารางที่ 7. 3 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์บางส่วนระหว่างสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน และ<br>อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ .....                                                   | 181 |
| ตารางที่ 7. 4 สรุปตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวถึงในบทที่ 7 พร้อมทิศทางผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจคาดการณ์ .....                                                                  | 224 |
| ตารางที่ 8. 1 ผลการประมาณการจำนวนการขจัดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาใน<br>ประเทศผู้ออกสิทธิบัตร .....                                                             | 241 |
| ตารางที่ 8. 2 ผลการประมาณการจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน<br>วารสารวิชาการ .....                                                                                  | 244 |
| ตารางที่ 8. 3 ผลการประมาณการอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในภาค R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP ต่อ<br>การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ .....                                           | 249 |
| ตารางที่ 8. 4 ผลการประมาณการอัตราส่วนของจำนวนบุคลากรด้าน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงาน<br>ภายในประเทศ ต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ .....                       | 253 |
| ตารางที่ 8. 5 ผลการประมาณการจำนวนการขจัดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาใน<br>ประเทศผู้ออกสิทธิบัตร ต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ .....          | 256 |
| ตารางที่ 8. 6 ผลการประมาณการจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน<br>วารสารวิชาการ ต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ .....                               | 260 |
| ตารางที่ 9. 1 สรุปคลังตัวแปรเบื้องต้นที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งที่มาของข้อมูล .....                                                                                                      | 268 |
| ตารางที่ 9. 2 เปรียบเทียบตัวแปร R&D ที่ใช้ในงานวิจัยก่อนหน้าและตัวแปร R&D ที่นำมาใช้ใน การศึกษานี้<br>.....                                                                            | 315 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางที่ 10. 1 ประเภทของกระบวนการเชิงกำหนดในแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM).....                                       | 359 |
| ตารางที่ 10. 2 ผลการทดสอบ Unit Root โดย Augmented Dickey-Fuller Test.....                                                            | 363 |
| ตารางที่ 10. 3 ค่าของ Information Criteria ต่าง ๆ และจำนวน Lag ที่เหมาะสมในระบบสมการ.....                                            | 364 |
| ตารางที่ 10. 4 ผลการทดสอบ Johansen Cointegration Test ในระบบ VECM.....                                                               | 365 |
| ตารางที่ 10. 5 Pairwise Cointegration Test .....                                                                                     | 366 |
| ตารางที่ 10. 6 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง VECM โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม.....                                                      | 367 |
| ตารางที่ 10. 7 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง VECM โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรเฉพาะของผู้ที่มี<br>สัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย..... | 370 |
| ตารางที่ 10. 8 การตอบสนองของตัวแปรในระบบต่อการเพิ่มขึ้นของตัวแปรการวิจัยและพัฒนา.....                                                | 373 |

## บทสรุปผู้บริหาร

จากมุมมองทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะผลสรุปจากทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน (Endogenous growth theory) ชี้ว่า ในระยะยาวแล้ว สิ่งเดียวที่จะทำให้ประเทศมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้คือการขยายตัวทางเทคโนโลยี มิใช่นโยบายการเงินหรือนโยบายการคลังแบบขยายตัวที่จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของมาตรฐานการครองชีพของคนในประเทศ ดังนั้น การลงทุนเม็ดเงินเพื่อการวิจัยและพัฒนา (R&D) และเพิ่มจำนวนของบุคลากรทางการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลิตภาพการผลิตรวม หรือ TFP (Total factor productivity) จึงเป็นนโยบายที่ควรส่งเสริมหากผู้วางนโยบายต้องการที่จะเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในระยะยาว

อย่างไรก็ตาม การจะเชื่อมั่นผลวิเคราะห์จากแบบจำลองทางทฤษฎีทันที โดยไม่วิเคราะห์หลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยอาจจะไม่เหมาะสม เมื่อพิจารณางานวิจัยเชิงประจักษ์ที่ผ่านมา พบว่าอัตราผลตอบแทนจาก R&D อยู่ที่ร้อยละ 40 เป็นอย่างน้อย อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อมูลที่ครบถ้วนและยาวนานกว่าทำให้งานวิจัยเชิงประจักษ์ส่วนใหญ่มักทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งมักมีบริบททางเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างจากกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และประเทศไทยโดยเฉพาะ

ประเด็นที่พึงระวังในการพิจารณาผลสรุปที่ได้จากงานวิจัยต่าง ๆ คือ งานวิจัยที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกัน ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ก็มีการใช้กระบวนการประมาณการที่แตกต่างกัน คำถามคือ ความแตกต่างในระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการประมาณการมีนัยยะต่อการตีความหลักฐานข้อมูลหรือไม่ วิธีประมาณการบางวิธีอาจนำไปสู่ความเอนเอียง ทำให้ผลประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ของ R&D ต่อการพัฒนาของเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันทั้งทิศทางของผลกระทบ ขนาด และนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการวิเคราะห์วรรณกรรมปริทัศน์อย่างเป็นระบบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้ได้ใช้การวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-regression analysis) ในส่วนแรกเพื่อให้นักวิจัยและผู้วางนโยบายสามารถเข้าใจประเด็นความสัมพันธ์ระหว่าง R&D และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของทั้งประเทศพัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ได้โดยง่ายและไม่มีความลำเอียง (unbiased)

ขอบเขตของการทำ Meta-regression analysis ในงานวิจัยนี้ คือศึกษาเฉพาะงานวิจัยที่ประกอบด้วยประเทศกำลังพัฒนาเป็นกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 ประเทศ โดยครอบคลุม 7 ภูมิภาค ได้แก่ ละตินอเมริกาและแคริบเบียน เอเชียตะวันออก เอเชียใต้ เอเชียตะวันตก แอฟริกา EU13 และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่านจากสหภาพโซเวียต และใช้เฉพาะงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวของ GDP (ไม่นับรวมงานวิจัยที่ใช้ขนาดของ GDP) ได้จำนวนงานศึกษาปฐมภูมิทั้งสิ้น 79 บทความ ในจำนวนนี้เป็นงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ 62 บทความ ที่เหลือเป็น Working paper หรือวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนการทำ Meta-regression analysis โดยสังเขปคือ ขั้นที่ 1) การทำ Coding protocol โดยศึกษาบทความวิจัยแต่

ละบทความโดยละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะจำเพาะของแต่ละบทความ ประกอบด้วย ลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า ประเภทตัวแปรตาม และตัวแปร R&D ที่สนใจ ขนาดของผลกระทบ (Effect size) ความแม่นยำ (Precision) ตัวแปรควบคุม และคุณภาพของงานวิจัย จาก 79 บทความดังกล่าว ได้ค่าผลกระทบของการลงทุนด้าน R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจจำนวน 680 estimates และจำแนกตัวแปร R&D ออกเป็น 2 ด้าน คือ R&D ด้าน input ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในภาค R&D บุคลากรวิจัยในภาค R&D ตัวแปร R&D input อื่น ๆ และตัวแปร R&D ด้าน output ประกอบด้วย นวัตกรรม การตีพิมพ์งานวิจัย และตัวแปร R&D output อื่น ๆ เช่น การส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เป็นต้น ทั้งนี้ตัวแปรด้าน R&D input อื่น ๆ และด้านการตีพิมพ์งานวิจัยมีจำนวนน้อยเกินไป จึงไม่ถูกใช้ในการวิเคราะห์

ขั้นที่ 2) การวิเคราะห์ห่อหุ้มด้วยสมการถดถอยหลายตัวแปร (Multiple meta-regression analysis) เป็นการวิเคราะห์ถดถอยโดยมีการควบคุมลักษณะจำเพาะของการศึกษาตาม Coding protocol เมื่อพิจารณา R&D ทุกรูปแบบรวมกันในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน พบว่าค่าที่แท้จริงของผลกระทบของตัวแปร R&D ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect) เป็นบวกโดยมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในแบบจำลองส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม อาจมีความชัดเจนกว่าเมื่อพิจารณาจำแนกเป็น R&D ในแต่ละด้าน ซึ่งพบว่าผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันในแต่ละประเภทของตัวแปร R&D อีกนัยหนึ่ง ตัวแปรที่เลือกมาใช้เพื่อเป็นตัวแทนของ R&D ทั้งทางด้าน input และ output จะส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในทิศทางที่แตกต่างกันได้ ซึ่งการวิเคราะห์ในส่วนนี้พบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่น ๆ ส่งผลกระทบทางด้านบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ ค่าที่แท้จริงของผลกระทบของค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นบวกในทุกแบบจำลองโดยมีขนาดผลกระทบในช่วง 0.466 - 0.813 และ ในช่วง 0.204 - 0.459 ตามลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายด้าน R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D แสดงผลกระทบน้อยกว่าความเป็นจริง (understate) ขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปร R&D ในด้าน Output อื่น ๆ เป็น proxy ของตัวแปร R&D แสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate)

สำหรับงานศึกษาที่ใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทุนมนุษย์ในภาค R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D ให้ค่าผลกระทบทางลบในช่วง -0.243 ถึง -0.180 และแสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate) กล่าวคือค่าผลกระทบที่แท้จริงอาจจะติดลบมากกว่านั้น ในขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรทางด้านนวัตกรรมเป็น proxy ของตัวแปร R&D ไม่สามารถระบุได้ว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด

นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมอื่นๆ ไม่ได้ถูกระบุมากจากการใส่หรือไม่ใส่ตัวแปร SE ลงไปในแบบจำลอง สะท้อนว่า นัยสำคัญของการใส่ SE เนื่องมาจาก publication bias และไม่ใช่ bias ที่เกิดจากการละเว้นไม่ใส่ปัจจัยอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัว



ทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่สนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ อาทิ ด้านปัจจัยการผลิต technology spillovers และปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เป็นต้น

ในส่วนที่สองวิเคราะห์ผลกระทบของการลงทุนด้าน R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ข้อมูลแบบ Panel ครอบคลุม 23 ประเทศใน 7 ภูมิภาค ประกอบด้วย อาร์เจนตินา บราซิล ชิลี คอสตาริกา จีน อินโดนีเซีย เกาหลีใต้ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไทย เวียดนาม อินเดีย ศรีลังกา ตุรกี จอร์แดน อียิปต์ เคนยา อังการี โปแลนด์ โรมาเนีย รัสเซีย และคาซัคสถาน โดยจะใช้ตัวแปร R&D จำนวน 4 ตัวแปรทั้งด้าน Input และ Output ดังกล่าวถึงในส่วนแรก และตัวแปรควบคุมที่จำแนกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปัจจัยการผลิต ประกอบด้วย ทุนกายภาพ แรงงาน ทุนมนุษย์ กลุ่มการใช้จ่ายของภาครัฐ กลุ่มการกระจายของความรู้ (spillovers) และกลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic factors)

โดยวิธีทางเศรษฐมิติที่ใช้ในส่วนนี้ ประกอบด้วย แบบจำลองเชิงสถิต (Static panel model) ได้แก่ 1) Fixed Effect Model (FEM) และ 2) Random Effect Model (REM) ซึ่งเหมาะกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกัน (Heterogeneity) และแบบจำลองเชิงพลวัต (Dynamic panel model) ได้แก่ 3) Generalized Method of Moments (GMM) โดยวิธี Pooled Ordinary Least Square ถูกนำมาใช้เพื่อเป็น benchmark model เท่านั้น (เหตุที่วิธี OLS ไม่เหมาะสมเนื่องจากแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันซึ่งละเมิดสมมติฐานว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเหมือนกัน (Homogeneity) ของ OLS) อย่างไรก็ตามหลังจากทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด พบว่า แบบจำลอง Fixed effect มีความเหมาะสมที่สุด ดังนั้นการอธิบายผลการวิเคราะห์จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง Fixed effect

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ พบว่า เมื่อ 1) สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP (R&D Input, lag 4) และ 2) สัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D (R&D Input, lag 4) เพิ่มขึ้น 0.1 จุดร้อยละ (percentage point) (เช่น จากค่า 1 จุดร้อยละ เป็น 1.1 จุดร้อยละ) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงของประเทศในอีก 4 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้น 0.665 และ 0.559 จุดร้อยละ ตามลำดับ ในขณะที่ หากมีการเพิ่มขึ้นของการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 1000 บทความ (R&D Output) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มขึ้น 0.256 จุดร้อยละ (ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในด้าน R&D กล่าวคือ เมื่อมีการลงทุนในภาค R&D มากขึ้นทั้งที่เป็นตัวเงิน หรือนักวิจัย (R&D Input) จะส่งผลให้กิจกรรมทางด้าน R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้นในเวลาต่อมาด้วยค่าความล่าช้า 4 ปี หรือเมื่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติเพิ่มมากขึ้น สะท้อนการเกิดขึ้นของแนวคิดใหม่ กระบวนการผลิตแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มผลผลิตการผลิตสินค้าและบริการในระบบได้ในระยะเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในที่สุด

เมื่อพิจารณาถึงกลไกที่ทำให้การวิจัยและพัฒนาที่เพิ่มมากขึ้นนำไปสู่การขยายตัวทางเศรษฐกิจที่มากขึ้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง R&D Input และ R&D Output ชี้ให้เห็นว่า R&D Output ภายในประเทศสามารถเพิ่มขึ้นได้จาก 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยทางด้าน R&D Input ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในภาค R&D และบุคลากรในภาค R&D ตลอดจนปัจจัยการเข้ามาของผลผลิตหรือนวัตกรรมของ R&D จากผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาในต่างประเทศ ซึ่งจะก่อให้เกิด spillovers ที่ไปเพิ่มองค์ความรู้ที่มีแนวโน้มว่าผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศจะนำไปต่อยอด และสร้างนวัตกรรม หรือผลผลิต R&D อื่นๆ ขึ้นได้ด้วยตนเอง โดยพบว่า เมื่อสัดส่วนค่าใช้จ่ายในภาค R&D ต่อ GDP จำนวนบุคลากรในภาค R&D ต่อจำนวนกำลังแรงงาน และจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่ไม่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะเพิ่มจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศได้ร้อยละ 4.2 ร้อยละ 3.6 และร้อยละ 1.79 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎี อย่างไรก็ตาม การลงทุนใน R&D จะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นองค์ความรู้หรือนวัตกรรมได้ ต้องมีความล่าช้า ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าความล่าช้า 2 ปี (lag 2) ของตัวแปรการใช้จ่ายในภาค R&D (สะท้อนทุน) และสัดส่วนของจำนวนบุคลากรในภาค R&D (สะท้อนแรงงาน) ในฟังก์ชันประมาณการ ข้อค้นพบอีกประการที่สำคัญคือ เมื่อจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาจากประเทศผู้ออกสิทธิบัตรเพิ่มขึ้น จะสามารถกระตุ้นให้เกิดการจดสิทธิบัตรและการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของประเทศเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจาก technology spillovers ที่เพิ่มองค์ความรู้ภายในประเทศ ผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศก็จะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปพัฒนาเพื่อที่จะสามารถขอจดสิทธิบัตรหรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการได้และเพิ่มขีดความสามารถในผลิตภาพการผลิต และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

ในส่วนที่สาม จะเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลาของประเทศไทย โดยมีข้อมูลตัวแปร R&D ทั้งทางด้าน Input และ Output ที่ละเอียดมากขึ้น กล่าวคือ ตัวแปรด้าน R&D input ทั้งสองตัว คือ ตัวแปรค่าใช้จ่ายในภาค R&D สามารถจำแนกตามแหล่งที่มาของเงินทุนและหน่วยดำเนินการได้ และตัวแปรเกี่ยวกับบุคลากรในภาค R&D จำแนกตามหน่วยดำเนินการ และแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักวิจัยและกลุ่มบุคลากรทางการวิจัยทั่วไป (หน่วยเป็นคนและจำนวนชั่วโมงการทำงานจริงเทียบเท่าเต็มเวลา สำหรับตัวแปรด้าน R&D output ประกอบด้วย การยื่นคำร้องและการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีและไม่มีสัญชาติไทยในประเทศไทย (Patent application and registration, residents/non-residents) และจำนวนบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารภายในประเทศและนานาชาติ (Publication) และใช้ตัวแปรเพิ่มเติม คือ ผลิตภาพการผลิตรวม (Total factor productivity) ซึ่งเชื่อมโยงผลกระทบของ R&D ไปสู่การขยายตัวของ GDP

การวิเคราะห์โดยใช้เศรษฐมิติสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทย ได้เลือกใช้แบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่าง 4 ตัวแปรมหภาค ได้แก่ อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ (GDP growth) จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย (Patent

registration) ทั้งหมดและเฉพาะจากผู้ดำเนินการที่มีสัญชาติไทย ผลิภาพการผลิตรวม และการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (FDI) ด้วยแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) โดยใช้ข้อมูลช่วงปี 1982-2019 พบว่า จำนวนการอนุมัติสิทธิบัตรทั้งหมดในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะส่งผลให้ในอีก 10 ปี ข้างหน้า ผลิภาพการผลิตรวมของประเทศเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 0.65 ถึง 1.28 และขนาดของ GDP ของประเทศไทยจะขยายตัวขึ้นร้อยละ 0.63 ถึง 1.98 สอดคล้องกับแนวคิดจากทฤษฎีการขยายตัวจากภายใน อย่างไรก็ตาม ผลกระทบทั้งต่อ TFP และ GDP จะมีขนาดเล็กลงเมื่อพิจารณาเฉพาะผู้สิทธิบัตรที่จดโดยผู้มีสัญชาติไทย

โดยสรุปแล้ว ทั้งจากการวิเคราะห์วรรณกรรมปริทัศน์อย่างเป็นระบบด้วยวิธี Meta-regression analysis การวิเคราะห์เชิงประจักษ์ทั้งแบบ Panel โดยใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาจำนวน 23 ประเทศ และการวิเคราะห์เชิงประจักษ์แบบ time series โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทย พบความสัมพันธ์ที่เป็นบวกระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศกับ R&D ไม่ว่าจะใช้ตัวแปร Input หรือ Output ดังนั้น เป็นการยืนยันทั้งจากทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ว่า การเพิ่มการลงทุนใน R&D ไม่ว่าจะในรูปแบบเม็ดเงิน หรือ จำนวนบุคลากร จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การสนับสนุนให้ชาวต่างชาติเข้ามาจดทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศไทยมากขึ้น จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรโดยคนไทยด้วย เนื่องจากนวัตกรรมจากต่างประเทศจะก่อให้เกิด spillovers เพิ่มองค์ความรู้ภายในประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในผลิภาพการผลิตของไทย และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

## บทคัดย่อ

ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน (Endogenous growth theory) ชี้ว่าในระยะยาวแล้ว สิ่งเดียวที่จะทำให้ประเทศมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้คือการขยายตัวทางเทคโนโลยี งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลกระทบของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและประเทศไทยโดยเฉพาะ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ทำการวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-regression analysis) ครอบคลุมเฉพาะงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวของ GDP ที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนาใน 7 ภูมิภาค พบว่า ค่าที่แท้จริงเฉลี่ยของผลกระทบของค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่นๆ ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นบวกในช่วง 0.466 - 0.813 และ 0.204 - 0.459 ตามลำดับ โดยงานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายในภาค R&D (ตัวแปร R&D ในด้าน Output อื่น ๆ) เป็น proxy ของตัวแปร R&D รายงานค่าผลกระทบที่ต่ำกว่า (สูงกว่า) ค่าผลกระทบที่แท้จริงสำหรับงานศึกษาที่ใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทุนมนุษย์ในภาค R&D เป็น proxy ให้ค่าผลกระทบในช่วง -0.243 ถึง -0.180 และเป็นค่าที่สูงกว่าค่าผลกระทบที่แท้จริง ในขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรทางด้านนวัตกรรมเป็น proxy ไม่สามารถระบุได้ว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด

ส่วนที่ 2 ทำการวิเคราะห์แบบ Panel โดยใช้ข้อมูลจาก 23 ประเทศกำลังพัฒนา ช่วงปี 1995-2020 ควบคุมด้วยตัวแปรกลุ่มปัจจัยการผลิต กลุ่มการใช้จ่ายภาครัฐ กลุ่ม spillovers และกลุ่มปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม ด้วยวิธี Fixed Effect Model พบความสัมพันธ์เป็นบวกในสามแบบจำลองที่ใช้ตัวแปร R&D ในรูปแบบต่าง ๆ กล่าวคือหากมีการเพิ่ม 1) สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP 0.1 จุดร้อยละ 2) สัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D 0.1 จุดร้อยละ และ 3) จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 1,000 บทความ ในปีใด ๆ โดยเฉลี่ย จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP ในอีก 4 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.665, 0.559 และ 0.256 จุดร้อยละ ตามลำดับ

งานวิจัยยังได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง R&D Input และ R&D Output พบว่าเมื่อ 1) สัดส่วนค่าใช้จ่ายในภาค R&D ต่อ GDP 2) จำนวนบุคลากรในภาค R&D ต่อจำนวนกำลังแรงงาน และ 3) จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่ไม่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะเพิ่มจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศได้ร้อยละ 4.2 ร้อยละ 3.6 และร้อยละ 1.79 ตามลำดับ

ส่วนที่ 3 ทำการวิเคราะห์เฉพาะประเทศไทยโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่าง 4 ตัวแปรมหภาค ได้แก่ อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตร ผลผลิตภาพการผลิตรวม (TFP) และการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ โดยใช้แบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) ด้วยข้อมูลช่วงปี 1982-2019 พบว่า จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรทั้งหมดในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ส่งผลให้ในอีก 10 ปีข้างหน้า TFP จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.65 ถึง 1.28 และขนาดของ GDP ของประเทศไทยจะขยายตัวขึ้นร้อยละ 0.63 ถึง 1.98 อย่างไรก็ตาม ผลกระทบทั้งต่อ TFP และ GDP จะมีขนาดเล็กลงเมื่อใช้เฉพาะข้อมูล

จำนวนสิทธิบัตรที่จดโดยผู้มีสัญชาติไทย นั่นคือ การสนับสนุนให้ชาวต่างชาติเข้ามาจดทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศไทยมากขึ้นจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรโดยคนไทยด้วย เนื่องจากนวัตกรรมจากต่างประเทศจะก่อให้เกิด spillovers เพิ่มองค์ความรู้ภายในประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในผลิตภาพการผลิตของไทย และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

*คำสำคัญ:* การวิจัยและพัฒนา อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การวิเคราะห์แบบอภิมาน ผลิตภาพการผลิตรวม สิทธิบัตร

## Abstract

Endogenous growth theory shows that the only thing that would foster economic growth in the long term is growth in technology. As a result, this research aims to study the effects of Research and Development (R&D) on economic growth in developing countries and in Thailand. This paper is divided into three parts. The first part involves meta-regression analysis using studies with data from developing countries in seven regions to study the effects of R&D on GDP growth rate. The study found that the mean effect of R&D expenditures and R&D other outputs variables on economic growth range from 0.466 - 0.813 and 0.204 - 0.459, respectively. This finding is evidence of publication bias; namely, that the reported effects in primary studies of R&D expenditures (R&D other outputs) on growth understate (overstate) their true value. The reported effects of R&D personnel variables on economic growth range from -0.243 to -0.180 and overstate their true value. While there is no evidence to indicate that growth studies that use Innovation show R&D and growth relationship.

The second part analyzes panel data of 23 developing countries from 1995-2020. Control variables consisted of the factor of production group, public expenditures group, spillovers group and socio-economic factors group. The study using fixed effect model showed a positive relationship for three categorical R&D variables. That is, if in any given year, i) the proportion of R&D expenditures to GDP increased by 1 percentage point (pp), ii) the proportion of R&D personnel to total labor force increased by 1 pp, and iii) 1,000 articles were published in international journals on average, then the GDP growth rate in four years-time would increase significantly by 0.pp, 0.559 pp, and 0.256 pp, respectively, in each given year.

The research also studied the relationship between R&D Input and R&D Output which found that an increase in R&D expenditures to GDP, the proportion of R&D personnel to total labor force, and the number of patent applications by non-residents by 10 per cent, would increase the number of patent applications by local nationals or residents by 4.2 per cent, 3.6 per cent and 1.79 per cent, respectively.

The third part focuses on Thailand, analyzing the long-term relationship between four macro variables, namely GDP growth, the number of patent registrations, by all nationals and Thai nationals, Total Factor Productivity (TFP) and foreign direct investment. Data from 1982-2019 was analyzed using the Vector Error Correction Model (VECM). The study found that a 10 per cent increase in the total number of patent applications would increase TFP by 0.65-1.28 per cent and GDP growth by 0.63-1.98 per cent in 10 years-time. Nevertheless, the affects

to both TFP and GDP were smaller when using only patent applications by Thai nationals. Encouraging foreigners to register patents in Thailand would also help increase the number of patent applications by Thais. This is because foreign innovations would induce spillovers, increase knowledge within Thailand, and enhance productive capacity of Thai production, which in turn would boost Thai economic growth.

*Keywords:* Research and Development, Economic Growth, Meta-regression analysis  
Total Factor Productivity, Patent

## บทที่ 1

### บทนำ

ในบทนี้จะสรุปความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัยเรื่องการใช้จ่ายเพื่อการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ในส่วนที่ 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัยจะถูกสรุปในส่วนที่ 1.2 ส่วนที่ 1.3 จะสรุปประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำการวิจัยนี้ และส่วนที่ 1.4 จะระบุกรอบขอบเขตของโครงการวิจัย

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

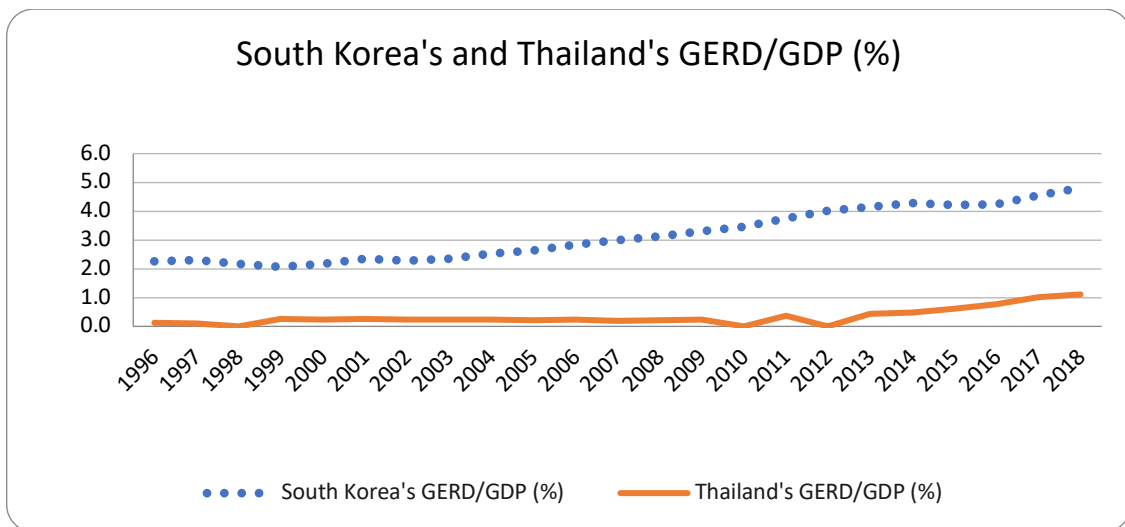
นักวิจัยและผู้วางนโยบายทางเศรษฐกิจค่อนข้างที่จะมีความเห็นตรงกันว่า การใช้จ่ายเพื่อการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าสำหรับสังคมโดยรวม และก่อให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจระยะยาวผ่านการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต ตัวอย่างเช่น ประเทศเกาหลีใต้ซึ่งเคยมีระดับรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัวใกล้เคียงกับประเทศไทยเมื่อประมาณ 50 ปีที่ผ่านมา แต่ในปี 2019 จากข้อมูลของ World Bank เกาหลีใต้มีรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัวที่ 31,762 ดอลลาร์สหรัฐ อยู่ลำดับที่ 31 ของโลก ขณะที่ประเทศไทยมีรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัว 7,808 ดอลลาร์สหรัฐ และอยู่ลำดับที่ 82 ของโลก คำถามที่ต้องการคำตอบที่ชัดเจนคือ เพราะเหตุใดประเทศเกาหลีใต้จึงสามารถยกระดับรายได้ประชาชาติต่อหัวซึ่งสะท้อนถึงสวัสดิการของคนในประเทศเลยรายได้ประชาชาติต่อหัวของประเทศไทยไปถึง 4 เท่าในระยะเวลาเพียงไม่กี่ทศวรรษ

ทฤษฎีการขยายตัวของเศรษฐกิจระยะยาว (Economic Growth model) อธิบายเหตุการณ์ดังกล่าวนี้โดยใช้หลักแนวคิดที่ว่าอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจในระยะยาวจะขึ้นอยู่กับอัตราการขยายตัวของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเท่านั้น ไม่ได้ขึ้นกับนโยบายการเงินหรือนโยบายกระตุ้นการใช้จ่ายในการบริโภคของประชาชนและรัฐบาลในระยะสั้นแต่อย่างใด ดังนั้นหากประเทศไทยต้องการที่จะเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน ประเทศไทยจำเป็นต้องเพิ่มการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) ให้มากพอ ซึ่งการลงทุนในการวิจัยและพัฒนานั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งจากภาคเอกชนและภาครัฐบาล โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะทางฝั่งของภาครัฐ ภาครัฐก็สามารถเพิ่มการลงทุนใน R&D ได้สองทาง คือ หนึ่ง ลงทุนใน R&D เองโดยตรง หรือสอง ใช้นโยบายเพื่อส่งเสริมให้เกิดการลงทุนใน R&D โดยภาคเอกชน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเน้นเฉพาะการลงทุนใน R&D ของภาครัฐ กล่าวคือ ผู้วางนโยบายสามารถที่จะเข้ามามีบทบาทให้เกิดการเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในระยะยาวได้โดยการใช้นโยบายเกี่ยวกับการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาอย่างเหมาะสมทั้งการจัดสรรงบประมาณเพื่อให้เกิดขนาดของการลงทุนใน R&D ที่เหมาะสม ตลอดจนเลือกประเภทของการลงทุนที่เหมาะสมด้วย



เป็นที่ทราบกันดีว่า ประเทศเกาหลีใต้มีการผลิตสินค้าเทคโนโลยีที่เกิดจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีในประเทศเองในอัตราที่สูงมาก เห็นได้จากตัวเลขสัดส่วนค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพื่อการวิจัยและพัฒนา (R&D) (Gross Domestic Expenditure on R&D, GERD) ต่อ GDP ของประเทศเกาหลีใต้ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีส่วนต่างที่ขยายตัวมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเทียบกับประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 1.1

**รูปที่ 1. 1** สัดส่วนค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพื่อการวิจัยและพัฒนา (R&D) (Gross Domestic Expenditure on R&D, GERD) ต่อ GDP



Source: National Research Council of Thailand and World Bank

จะเห็นได้ว่าในปี 1996 ประเทศเกาหลีใต้มีการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาต่อ GDP ที่ประมาณร้อยละ 2.2 ในขณะที่ประเทศไทยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.1 และหลังจากวิกฤตการเงินเอเชียในปี 1997 ประมาณ 5 ปี ประเทศเกาหลีใต้ก็ได้เพิ่มสัดส่วนการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาต่อ GDP ในอัตราเร่งจนถึงปัจจุบัน (ยกเว้นช่วงปี 2013-2016) โดยในปี 2018 สัดส่วนการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาต่อ GDP ของประเทศเกาหลีใต้สูงถึงเกือบร้อยละ 5 ในขณะที่ประเทศไทยขยับมาอยู่ที่ระดับร้อยละ 1.1 เท่านั้น ส่วนต่างประมาณกว่าสี่เท่าของสัดส่วนการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาต่อ GDP ของประเทศเกาหลีใต้กับประเทศไทย สอดคล้องกับส่วนต่างของรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัวของประเทศเกาหลีใต้กับประเทศไทยที่อยู่ประมาณกว่าสี่เท่าเช่นกัน ข้อมูลนี้สนับสนุนข้อบ่งชี้ที่ได้จากทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะยาว และนำมาสู่งานวิจัยชิ้นนี้เพื่อที่จะตอบโจทย์ว่าการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) จะมีผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในระยะยาวหรือไม่ อย่างไร เพื่อช่วยในการตัดสินใจของภาครัฐเกี่ยวกับนโยบายการจัดสรรการลงทุนไปยังการวิจัยและพัฒนา กล่าวคือ การจัดสรรงบประมาณเพิ่มขึ้นไปกับการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาซึ่งจะเป็นจะช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศขยายตัวในระยะยาวตามผลที่ได้ทางทฤษฎี จะเป็นนโยบายที่พึงกระทำหรือไม่ ด้วยเหตุที่งบประมาณของประเทศมีจำกัดและยังมีความต้องการอีกมากเพื่อ

นำไปใช้กระตุ้นเศรษฐกิจในระยะสั้น ดังนั้น การจะเพิ่มการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาซึ่งไม่ได้ส่งผลต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจในระยะสั้นอาจจะไม่ได้รับการตอบรับจากผู้วางนโยบายมากนัก อย่างไรก็ตาม หากหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนข้อเสนอทางทฤษฎีที่ว่า การลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) สามารถเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างมีนัยสำคัญ และนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานการครองชีพของประชาชนอย่างยั่งยืนได้ นโยบายดังกล่าวก็เป็นนโยบายที่รัฐควรส่งเสริมมากกว่าการใช้นโยบายอื่น ๆ ที่มีผลเพียงทำให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในระยะสั้นและหมดไปเท่านั้น

เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังกล่าวที่เชื่อถือได้ จำเป็นต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวในประเทศอื่น ๆ ด้วย คำกล่าวที่ว่า การลงทุนในการวิจัยและพัฒนา เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าสำหรับสังคมโดยรวม มีพื้นฐานจากงานวิจัยเชิงประจักษ์ว่าอัตราผลตอบแทนของการวิจัยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 40 ต่อปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งมากพอที่จะสนับสนุนการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาในอดีตและการเพิ่มการลงทุนดังกล่าวในอนาคต อย่างไรก็ตาม ยังคงมีข้อถกเถียงว่าตัวเลขการประมาณการดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด กล่าวคือตัวเลขผลตอบแทนของ R&D ซึ่งได้มาจากการวิจัยในโลกตะวันตกและใช้ข้อมูลของโลกตะวันตก เป็นตัวเลขประมาณการของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งอาจจะหรืออาจจะไม่ได้สะท้อนอัตราผลตอบแทนของ R&D ในกลุ่มประเทศเกิดใหม่หรือประเทศกำลังพัฒนาก็เป็นได้ เนื่องจาก ผู้วางนโยบายมีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่าการจัดสรรงบประมาณไปยังการวิจัยและพัฒนา มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่ งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อที่จะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาโดยเฉพาะของภาครัฐที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดสรรงบประมาณของประเทศ และอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างถูกต้องตามหลักการทางเศรษฐมิติ

ดังที่กล่าวในตอนต้นว่าในทางทฤษฎี อัตราการขยายตัวของมาตรฐานการครองชีพของประชาชนในประเทศซึ่งวัดจากอัตราการขยายตัวของรายได้ต่อหัวในระยะยาวขึ้นอยู่กับอัตราการขยายตัวของเทคโนโลยีการผลิตเท่านั้น ปัจจัยอื่นไม่สามารถจะเพิ่มอัตราการขยายตัวของรายได้ต่อหัวของประชากรในระยะยาวได้ การลงทุนในการวิจัยและพัฒนาจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่จะมีบทบาทต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ดังนั้น การที่ผู้วางนโยบายทราบถึงขนาดและนัยสำคัญของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาที่มีต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจระดับประเทศจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องหาคำตอบที่มีความน่าเชื่อถือในทางวิชาการอย่างเร่งด่วน อย่างไรก็ตาม จากการสืบค้นข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยในระดับมหภาคที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่อนข้างจำกัด โอกาสที่จะได้ผลประมาณการทางเศรษฐมิติที่ไม่มีปัญหาแทบจะเป็นไปไม่ได้ ส่งผลให้การวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติในรูปแบบ time series อาจจะไม่สามารถทำได้ ดังนั้นหากจะได้ทราบผลลัพธ์จากงานวิจัยในโครงการวิจัยนี้บางประการก่อนการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่จำกัดของประเทศก็น่าจะช่วยในการเป็นแนวทาง (Guide line) ประกอบการตัดสินใจทางนโยบายของผู้วางแผนเกี่ยวกับการวิจัยของประเทศได้ส่วนหนึ่ง

ในส่วนแรก ผู้วิจัยจะศึกษาวรรณกรรมปริทัศน์ทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงประจักษ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาและอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจระดับประเทศโดยเฉพาะงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่ทำในกลุ่มประเทศอื่น ๆ นอกเหนือกลุ่มโลกตะวันตก (Non-Western World) โดยจะทำการรวบรวมงานวิจัยดังกล่าวที่มีการตีพิมพ์ทั้งในวารสารที่ผ่านการกลั่นกรองโดย peer group หรือในรูปแบบที่เป็นทางการน้อยกว่า อาทิ บทความที่เป็น discussion papers หรือ working papers รวมถึงวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา และงานวิจัยของหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ด้วยวิธี Meta Regression Analysis ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในกลุ่มงานวิจัยทางการแพทย์ เนื่องจากมีงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่พยายามตอบคำถามว่าการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาจะส่งผลบวกต่อเศรษฐกิจหรือไม่ กล่าวคือ จะช่วยให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ GDP และหรือส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจระดับประเทศหรือไม่ มากน้อยเพียงใด และมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ซึ่งงานวิจัยเชิงประจักษ์เหล่านี้แม้จะตอบโจทย์ที่คล้ายกัน แต่ก็ใช้ตัวแปรที่แตกต่างกันไป ประกอบกับข้อมูลที่ใช้ก็มาจากหลากหลายประเทศ และหลากหลายกลุ่มประเทศ ในต่างช่วงเวลา เพื่อที่จะสามารถอธิบายหลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ได้อย่างถูกต้องมีความจำเป็นที่จะต้องตอบคำถามที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากันที่เกี่ยวข้องกับการได้มาซึ่งผลลัพธ์จากการใช้เทคนิคประมาณการที่แตกต่างกันในการวัดอัตราผลตอบแทนดังกล่าว กล่าวคือ งานวิจัยที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกัน ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ก็มีการใช้กระบวนการประมาณการที่แตกต่างกัน คำถามคือความแตกต่างในระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการประมาณการมีนัยยะต่อการตีความหลักฐานข้อมูลหรือไม่ วิธีประมาณการบางวิธีอาจจะนำไปสู่ความเอนเอียง ทำให้ผลประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาต่อการพัฒนาของเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันทั้งทิศทางของผลกระทบ ขนาด และนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการวิเคราะห์วรรณกรรมปริทัศน์เหล่านี้อย่างเป็นระบบด้วยวิธี Meta Regression Analysis จะทำให้นักวิจัยและผู้วางนโยบายสามารถเข้าใจประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของทั้งประเทศพัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ได้โดยง่ายและไม่มีความลำเอียง (unbiased) การวิเคราะห์จะทำให้เห็นรูปแบบที่เป็นระบบและปัจจัยที่อาจจะทำให้เกิดการเอนเอียงของผล และทำให้สามารถตีความหลักฐานข้อมูลต่าง ๆ และสรุปผลความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างเช่น อัตราผลตอบแทนของการลงทุนในปัจจุบันสอดคล้องกับการลงทุนในช่วงก่อนหน้าหรือไม่ การลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) ระดับนานาชาติให้ผลตอบแทนของการลงทุนที่สูงกว่าการลงทุนในการวิจัยโดยองค์กรในประเทศเองหรือไม่ การลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) ในแต่ละภาคให้ผลตอบแทนต่างกันอย่างไร ในภาคอุตสาหกรรมให้ผลตอบแทนสูงกว่าภาคเกษตรหรือไม่ เหล่านี้จะเป็นข้อมูลประกอบว่าประเทศไทยควรจะมีการจัดสรรการลงทุนไปยัง R&D อย่างไรจึงจะเกิดประโยชน์กับประเทศในระยะยาวสูงสุด

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมวรรณกรรมปริทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงประจักษ์ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ของกลุ่มประเทศนอกโลกตะวันตก (non-western world) ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน จะทำให้มองเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นได้ว่า ปัจจัยแวดล้อมเกี่ยวกับการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาอะไรบ้างที่ส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ และได้กลุ่มตัวแปรที่มีนัยสำคัญต่อการออกแบบ

แบบจำลองสำหรับการทำการประมาณการผลของการลงทุนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ของประเทศไทยต่อไป

จากนั้นจะเริ่มต้นที่การหาข้อมูลของตัวแปรหลัก นั่นคือตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา และตัวแปรอื่น ๆ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ที่น่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศ โดยหนึ่งใน contribution ของงานวิจัยนี้ คือการสร้างฐานข้อมูลระดับทุติยภูมิของตัวแปรที่เกี่ยวกับการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาทั้งภาครัฐและภาคเอกชนทั้งตัวแปรทางด้าน inputs และ outputs ด้วยการสืบค้นข้อมูลเชิงลึกจากทางสอวช. และวช. โดยเฉพาะส่วนที่ไม่ได้มีการเผยแพร่ต่อสาธารณะ หลังจากนั้นจะทำการประมาณการทางเศรษฐมิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาโดยเฉพาะของภาครัฐและผลตอบแทนจากการลงทุนดังกล่าว และผลกระทบที่มีต่ออัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศไทย

จากความแตกต่างหลากหลายของรายงานผลตอบแทนจากการลงทุนใน R&D ทำให้การที่จะดูแลคู่ความสัมพันธ์ (pairwise) ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ แล้วสรุปว่าการวิจัยและพัฒนา (R&D) ก่อให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศหรือไม่ คงจะเป็นข้อสรุปที่ไม่น่าเชื่อถือได้ เพื่อให้ผู้วางนโยบายจะได้มีหลักฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ผ่านการประเมินเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบและสามารถนำไปอ้างอิงในการตอบคำถามต่าง ๆ เช่น อัตราผลตอบแทนของการลงทุนใน R&D เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไรตลอดสองถึงสามทศวรรษที่ผ่านมา อัตราผลตอบแทนของการวิจัยในรูปแบบต่างกัน หรือในภาคการผลิตที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร และส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศต่างกันอย่างไร

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาวรรณกรรมปริทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงประจักษ์ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ
- 1.2.2 เพื่อวิเคราะห์อภิมาน (meta regression analysis) วรรณกรรมปริทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาเชิงประจักษ์ในความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศนอกโลกตะวันตก (non-western world) ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน
- 1.2.3 เพื่อสร้างฐานข้อมูลระดับมหภาคที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ของประเทศไทย และกลุ่มประเทศที่สนใจ
- 1.2.4 เพื่อหาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ
- 1.2.5 เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านววน. ของประเทศไทย เพื่อประมาณการอัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ

ประเทศที่น่าจะเป็นผลมาจากการลงทุนในด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนของประเทศไทยและกลุ่มประเทศที่สนใจในระดับมหภาค

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ชุดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงประจักษ์ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในบทบาทของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- 1.3.2 ได้ผลการวิเคราะห์ห่อภิมาณที่ทันสมัยของวรรณกรรมปริทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาเชิงประจักษ์ในความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศนอกโลกตะวันตก (non-western world) ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน
- 1.3.3 ได้ฐานข้อมูลของตัวแปรเกี่ยวกับการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาทั้งภาครัฐและภาคเอกชนในระดับมหภาค รวมถึงข้อเสนอแนะต่อการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาในอนาคต รวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ อาทิ ด้านเศรษฐกิจ สังคม ที่พร้อมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ และประเด็นอื่น ๆ เกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ระดับมหภาคได้
- 1.3.4 ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ
- 1.3.5 ได้แบบจำลองทำนายอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านววน. ของประเทศไทย และทราบความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านววน. และการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ และได้แนวทางในการจัดสรรทรัพยากรของภาครัฐไปสู่การลงทุนในด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

### 1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย (Scope of Studies)

การทำ meta regression analysis จะครอบคลุมวรรณกรรมปริทัศน์มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ด้วยขอบเขตดังนี้

- 1.4.1 งานวิจัยนั้น ๆ ต้องมีการใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศที่อยู่นอกโลกตะวันตก (non-western world) ซึ่งรวมทั้งประเทศที่กำลังพัฒนา ประเทศเกิดใหม่ ในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก
- 1.4.2 อยู่ในรูปแบบที่เป็นบทความในวารสารที่มี peer-reviewed หนังสือ working paper วิทยานิพนธ์ปริญาเอก รวมถึงรายงานวิจัยของภาครัฐหรือหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน

### การทำ Regression analysis ของประเทศไทย ภายใต้ขอบเขตดังนี้

- 1.4.3 วิเคราะห์เฉพาะผลกระทบของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) โดยภาครัฐต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศเป็นหลัก แต่อาจจะมีการกล่าวถึงการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) โดยภาคเอกชนประกอบ
- 1.4.4 จะศึกษาข้อมูลระดับมหภาคที่เป็น time series ของประเทศไทยย้อนหลังมากที่สุดที่เป็นไปได้ หากมีย้อนหลังไม่มากพอ อาจจะทำการศึกษาในรายภาคการผลิต หรือขยายกรอบไปยังประเทศอื่น ๆ ที่สนใจเพื่อเพิ่มจำนวนข้อมูล

## บทที่ 2

### วรรณกรรมปริทัศน์

วรรณกรรมปริทัศน์จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน คือ ส่วนที่ 2.1 คือวรรณกรรมปริทัศน์เชิงทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ส่วนที่ 2.2 จะเป็นวรรณกรรมปริทัศน์เชิงประจักษ์ที่อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ส่วนที่ 2.3 จะเป็นวรรณกรรมปริทัศน์เชิงประจักษ์ที่อธิบายความสัมพันธ์เดียวกันของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และส่วนสุดท้าย 2.4 จะเป็นวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำการวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-analysis)

#### 2.1 วรรณกรรมปริทัศน์เชิงทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

วรรณกรรมปริทัศน์หลักๆของทฤษฎีที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน (endogenous growth theory) ที่มีพื้นฐานอยู่บน R&D จำนวนมากบ่งชี้ว่าการใช้จ่ายใน R&D ส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวของ Total factor productivity (TFP) อย่างมีนัยสำคัญ อาทิ Griliches (1994) และ Zachariadis (2003) ซึ่งสนับสนุนงานวิจัยทางทฤษฎีที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรก (First generation of R&D-based theories) อันประกอบด้วยงานวิจัยที่สำคัญคือ Romer (1990), Grossman and Helpman (1991) และ Aghion and Howitt (1992) ที่อธิบายว่านวัตกรรมถูกกำหนดโดยสต็อกของความรู้และทุนมนุษย์ในภาค R&D โดยผลผลิตของเศรษฐกิจจะมีผลตอบแทนต่อขนาดแบบคงที่ต่อระดับของ R&D (constant returns to R&D) หรือกล่าวได้ว่าอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นไปกับ R&D inputs นั่นคือ มีผลกระทบจากขนาดหรือ scale effect นั่นเอง กล่าวอีกนัยหนึ่ง จำนวนประชากรสามารถกำหนดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาวได้ เนื่องจาก R&D ใช้แรงงานในการผลิตเป็นหลัก (Labor-intensive) โดยเฉพาะเมื่อระดับความซับซ้อนในการทำวิจัยมากขึ้น Afonso (2016) ได้ต่อยอดแบบจำลองของ Romer (1986) โดยสรุปว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะยาวได้ เพราะการที่มีจำนวนประชากรมากขึ้นจะเพิ่มจำนวนคนทำงานในภาคการวิจัยให้มากขึ้น และเกิด R&D มากขึ้นตามลำดับ เช่นเดียวกันกับ Howitt (1999) ซึ่งแย้งกับแบบจำลอง Solow ที่สรุปว่าประเทศที่มีการขยายตัวของประชากรสูงจะมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่ำลง จากกฎการลดน้อยถอยลงของผลผลิตหน่วยสุดท้ายของทุน (Law of Diminishing Marginal Product of Capital)

อย่างไรก็ดี เมื่อพยายามนำทฤษฎีมาอธิบายโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ของกลุ่มประเทศที่มีการพัฒนาใน R&D มาแต่แรกเริ่ม คือกลุ่มประเทศ OECD ที่เป็นกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว กลับไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงของ TFP และการใช้จ่ายใน R&D ไม่ได้แปรไปด้วยกันดังที่อธิบายโดยทฤษฎี

ที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรก โดย Jones (1995a, 1995b) ซึ่งว่าตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 1950 เป็นต้นมา ไม่ได้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการขยายตัวของรายได้ต่อหัวหรือของ TFP แม้ว่าจำนวนของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรที่ทำงานในส่วนของ R&D ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะเพิ่มขึ้นถึง 5 เท่าก็ตาม นั่นคือ มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแรงงานในภาค R&D แต่ไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอัตราการขยายตัวของ TFP ซึ่งปฏิเสธการอธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรกที่ว่า การเพิ่มจำนวนแรงงานในภาค R&D ควรจะต้องนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอัตราการขยายตัวของ TFP ด้วย

นักเศรษฐศาสตร์ในยุคต่อมาได้พยายามอุดช่องโหว่นี้ด้วยการพัฒนาทฤษฎีที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในที่มีพื้นฐานจาก R&D รุ่นที่สอง (Second generation of R&D-based theories) ที่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์มากขึ้น โดยทฤษฎีใหม่นี้ยังแยกออกเป็นอีกสองสายที่มีพื้นฐานคล้ายกัน แต่มีความแตกต่างในการอธิบายเกี่ยวกับระยะยาว กลุ่มแรกเรียกว่าทฤษฎี “Semi-endogenous” นำโดย Jones (1995b), Kortum (1997) และ Segerstrom (1998) ได้ทำการปรับปรุงทฤษฎีดั้งเดิม โดยการเปลี่ยนมาใช้สมมติฐานผลได้หน่วยสุดท้ายลดลง (Diminishing returns) ของสต็อกของความรู้ใน R&D กล่าวคือ เมื่อมีการพัฒนาในเทคโนโลยีส่งผลให้เทคโนโลยีมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต คือแรงงานในภาค R&D เพื่อที่จะสามารถรักษาระดับอัตราการขยายตัวของ TFP ที่ระดับนั้น ๆ ไว้ได้ ซึ่งทฤษฎี Semi-endogenous นี้สรุปว่าอัตราการขยายตัวของรายได้ต่อหัวหรืออัตราการขยายตัวของ TFP ในระยะยาวขึ้นอยู่กับอัตราการขยายตัวของแรงงานในภาค R&D ซึ่งถูกกำหนดด้วยอัตราการขยายตัวของประชากรอีกที ดังนั้นอัตราการขยายตัวของประชากรที่ต่ำก็จะจำกัดอัตราการขยายตัวของรายได้ต่อหัวได้ในระยะยาว

อีกกลุ่มหนึ่งของทฤษฎีที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในที่มีพื้นฐานจาก R&D รุ่นที่สอง เรียกว่ากลุ่มแบบจำลอง fully endogenous “Schumpeterian” โดย Aghion and Howitt (1998), Dinopoulos and Thompson (1998), Peretto (1998) และ Howitt (1999) เป็นต้น ซึ่งสร้างแบบจำลองที่มีพื้นฐานจากแนวคิดของ Young (1998) ที่ว่าเมื่อเศรษฐกิจขยายตัวขึ้น ความหลากหลายในสินค้าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จะไปลดประสิทธิภาพของ R&D ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มคุณภาพของสินค้า เนื่องจาก R&D ถูกกระจายไปยังหลากหลายภาคการผลิต อย่างไรก็ตามแบบจำลองในกลุ่ม Schumpeterian นี้ยังคงใช้สมมติฐานผลตอบแทนของสต็อกของความรู้ใน R&D แบบคงที่ และมีนัยต่อการอธิบายการกำหนดอัตราการขยายตัวของ TFP เช่นเดียวกับทฤษฎีที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในที่มีพื้นฐานจาก R&D รุ่นแรก โดยมีข้อยกเว้นว่าขนาดของกำลังแรงงานจะไม่มีผลกระทบต่อขนาดทางบวกต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาวอีกต่อไป ซึ่งทฤษฎีนี้สอดคล้องกับข้อมูลที่พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแรงงานในภาค R&D แต่ไม่พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอัตราการขยายตัวของ TFP เหตุผลคือ การขยายตัวของกำลังแรงงานมีความจำเป็นเพื่อที่จะไปบล้างผลจากการที่มีความหลากหลายในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลให้ผลิตภาพของ R&D ลดลง



## 2.2 วรรณกรรมปริทัศน์เชิงประจักษ์ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

การศึกษาด้านผลกระทบของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วเนื่องจากกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความหลากหลายเป็นระยะเวลานาน

กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปถือเป็นกลุ่มประเทศที่มีการลงทุนด้าน R&D อย่างมีนัยสำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเชิงประจักษ์เพื่อศึกษาผลกระทบของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อาทิ Fernández et al. (2012) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลของประเทศสเปน พบว่าการลงทุนด้าน R&D ซึ่งประมาณการด้วย 3 ตัวแปรด้วยกัน คือ สัดส่วนของงบประมาณด้านการวิจัยและพัฒนาต่อ GDP จำนวนนักวิจัยต่อการจ้างงานทั้งหมด และจำนวนการยื่นคำร้องขอจดสิทธิบัตร ทุกตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริง Mladenović & Cvetanović, (2016) ได้ทำการศึกษา 28 ประเทศในสหภาพยุโรปในระหว่างปี 2002-2012 พบว่า การเพิ่มขึ้นของการลงทุนด้าน R&D ร้อยละ 1 สามารถนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอัตราการเติบโตของ GDP ได้ถึงร้อยละ 2.2 สอดคล้องกับ Blanco et al. (2016) ที่ใช้ข้อมูลรายรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์เดียวกันและได้พบข้อสรุปเดียวกันที่ว่า การลงทุนด้าน R&D ส่งผลกระทบทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อ GDP ในรัฐนั้น ๆ นอกจากนี้ ผลของการลงทุนใน R&D ในรัฐหนึ่ง ยังสามารถส่งผลกระทบ (spillovers) ไปสู่รัฐข้างเคียง หรือที่เรียกว่า spillover effect อย่างไรก็ดีแต่ละรัฐจะสามารถใช้ประโยชน์จาก R&D ได้อย่างเต็มที่ก็ต่อเมื่อรัฐนั้น ๆ มีระดับของทุนมนุษย์สูงพอ ในขณะที่งานศึกษาในประเทศเยอรมนีโดย Funke and Niebuhr (2005) พบว่า spillover effect มีขนาดค่อนข้างจำกัด โดยผลของการกระจายความรู้จะหายไปครึ่งหนึ่งเมื่อระยะทางจากจุดศูนย์กลางของแต่ละเขตห่างออกไป 23 กิโลเมตร

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและการพัฒนา (R&D) และการขยายตัวทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วในทวีปเอเชีย Sinha (2008) ได้ใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรเป็นค่าประมาณในการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาในประเทศญี่ปุ่น พบว่าอัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริง (real GDP) มีความสัมพันธ์แบบสองทิศทางในระยะยาวกับจำนวนการจดสิทธิบัตร โดย Khalili et al. (2016) ซึ่งใช้การยื่นคำร้องขอจดสิทธิบัตรเป็นตัวประมาณการการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา ก็ได้ผลสรุปการศึกษาเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ดี Law et al. (2020) ที่ใช้ข้อมูลประเทศมาเลเซีย ไม่สนับสนุนการใช้จำนวนการยื่นคำร้องขอจดสิทธิบัตรเป็นตัวประมาณการการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา โดยกล่าวว่าคุณภาพของการวิจัยมีความสำคัญต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าปริมาณของการวิจัย และเสนอว่าควรจะใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรเป็นค่าประมาณของการลงทุนดังกล่าวมากกว่า

บางกลุ่มงานวิจัยยังได้แยกการลงทุนใน R&D ออกเป็นการลงทุนโดยภาครัฐและเอกชน อาทิ Fernández et al. (2012) แยกการลงทุนใน R&D ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การลงทุนใน R&D โดยภาคเอกชน ภาครัฐ และภาคอุดมศึกษา พบว่า ภาคเอกชนเท่านั้นที่การลงทุนใน R&D มีผลทางบวกต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ Szarowska (2017) ได้ทำการศึกษา 20 ประเทศในสหภาพยุโรป พบว่า การลงทุนใน R&D ของภาครัฐมีประสิทธิภาพสูงกว่าการลงทุนในทุนมนุษย์และสินค้านวัตกรรม และเมื่อเปรียบเทียบกับการลงทุนโดยภาคเอกชน และภาคอุดมศึกษา การลงทุนโดยภาครัฐก็มีประสิทธิภาพสูงกว่าในแง่ของการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ในทางตรงกันข้าม Silaghi (2014) ได้ผลสรุปที่ต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยใช้ข้อมูลจาก 28 ประเทศในสหภาพยุโรป พบว่าการลงทุนใน R&D โดยภาคเอกชนเท่านั้นที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ขณะที่การลงทุนใน R&D ของภาครัฐไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

อีกหนึ่งงานวิจัยในกลุ่มประเทศภูมิภาคเอเชียที่พัฒนาแล้ว Ziesemer (2020) ได้เปรียบเทียบผลของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาโดยตรงต่อการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริงในประเทศญี่ปุ่น ชี้ว่าการเพิ่มขึ้นของทุนด้านการวิจัยและพัฒนา มีผลบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการลงทุนใน R&D ของภาครัฐสูงขึ้น จะกระตุ้นให้เกิดการลงทุนในภาคเอกชนเช่นเดียวกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพการผลิตรวม หรือ TFP และส่งผลโดยตรงต่อ real GDP ในที่สุด และสรุปว่าการลงทุนด้าน R&D ในภาครัฐ มีผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมากกว่าการลงทุนโดยภาคเอกชน ตรงกันข้าม Kim (2011) ได้ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันในประเทศเกาหลีใต้ พบว่าร้อยละ 34.81 ของการขยายตัวทางเศรษฐกิจเกิดจากการลงทุนด้าน R&D โดยคิดเป็นสัดส่วนระหว่างผลที่เกิดจากการลงทุนด้าน R&D โดยรัฐต่อเอกชน คิดเป็นอัตราส่วน 16.03 : 18.78 ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Ziesemer (2020)

นอกจากนี้ผู้วิจัยจำนวนไม่น้อยที่ศึกษาความสำคัญของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาต่อผลิตภาพการผลิตรวม หรือ total factor productivity (TFP) โดยจากการศึกษาในประเทศโปรตุเกส Blanco et al. (2016) ชี้ว่า ทุนมนุษย์และการลงทุนด้าน R&D ภายในประเทศมีความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของ TFP อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ปัจจัยจากต่างประเทศ อาทิ การนำเข้าของเทคโนโลยี กลุ่มเครื่องจักร ยังสนับสนุนผลลัพธ์ดังกล่าวอีกด้วย เช่นเดียวกัน Teixeira & Fortuna (2010) ระบุว่าประเทศจะสามารถรับประโยชน์จากความรู้จากต่างประเทศได้ก็ต่อเมื่อมีทุนมนุษย์ในประเทศสูงพอ ในกรณีของประเทศสวีเดน Edquist & Henrekson, (2017) ระบุว่า ผลของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา สามารถนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ TFP ได้น้อยกว่าการลงทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ ICT สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Elnasri & Fox (2014) ในประเทศออสเตรเลีย พบว่า ความยืดหยุ่นของ TFP ต่อสินค้านวัตกรรมที่ไม่สามารถจับต้องได้ หรือ intangible capital ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ซอฟต์แวร์ การลงทุนใน R&D และสมรรถนะทางเศรษฐกิจ (economic competencies) มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทั้ง 3 ประเภท นอกจากนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวยังสอดคล้องกับการค้นพบของ Ho et al. (2005) ในบริบทของประเทศสิงคโปร์ พบว่า

ปัจจัยแวดล้อม อาทิ ทุนมนุษย์ และสินค้าทุน ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของ TFP แต่การลงทุนใน R&D จะมีผลต่อ TFP ในระยะยาวมากกว่าในระยะสั้นประมาณ 6 เท่า

โดยสรุป วรรณกรรมปริทัศน์ส่วนใหญ่สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยุโรป กลุ่มอเมริกาเหนือ กลุ่มประเทศเอเชียที่พัฒนาแล้ว อาทิ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ออสเตรเลีย และสิงคโปร์ อนึ่ง แม้ว่าความสัมพันธ์อาจเกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะ และอาจไม่ใช่ความสัมพันธ์โดยตรง แต่ผลการศึกษาส่วนใหญ่ก็สรุปว่าควรมีนโยบายสนับสนุนการลงทุนด้าน R&D ของทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

## 2.3 วรรณกรรมปริทัศน์เชิงประจักษ์ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

จากการศึกษาวรรณกรรมปริทัศน์ที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่มักมีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาในวงแคบเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศพัฒนาแล้ว พบว่าถึงแม้จะมีข้อจำกัดด้านข้อมูล แต่ก็ได้มีความพยายามที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว

โดยจากกลุ่มงานวิจัยที่ศึกษาถึงผลกระทบของการใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่ออัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริง (Real GDP Growth) ในภาพรวมพบว่า ปัจจัยด้านการใช้จ่าย R&D ส่งผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา โดยไม่นานมานี้ Olaoye et al. (2020) ได้ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2000 ถึง 2016 ของกลุ่มประเทศแอฟริกา 4 ประเทศ พบว่าในภาพรวมการใช้จ่ายด้าน R&D ส่งผลกระทบทางบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในประเทศอียิปต์ที่มีการขยายตัวของการใช้จ่ายด้าน R&D มากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Caesar et al. (2018) ที่ศึกษาถึงผลกระทบของการลงทุนด้าน R&D ต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวประชากร (GDP per Capita) ในกลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจแห่งรัฐแอฟริกาตะวันตกทั้งหมด 15 ประเทศ โดยงานวิจัยดังกล่าวได้ใช้ข้อมูลสัดส่วนการใช้จ่ายของภาครัฐเพื่อการศึกษาในระดับอุดมศึกษาต่อ GDP เป็นตัวแทนของตัวแปรการลงทุนใน R&D เนื่องจากไม่มีข้อมูลโดยตรงด้าน R&D ของกลุ่มประเทศดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรการลงทุนดังกล่าวมีผลกระทบทางบวกต่อเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญแม้จะมีขนาดไม่ใหญ่นักก็ตาม

นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่ได้แบ่งกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ปานกลางระดับสูง (upper-middle-income economies: UMIEs) และกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ปานกลางระดับต่ำ (lower-middle-income economies: LMIEs) โดย Inekwe (2014) ได้ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมด 66 ประเทศตั้งแต่ปี 2000 ถึงปี 2009 พบว่า ในภาพรวมการใช้จ่ายด้าน R&D ในประเทศกำลังพัฒนามีผลทางบวกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวของประชากร (GDP per Capita) อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ปานกลางระดับสูง และเมื่อพิจารณา

ความสัมพันธ์ของการลงทุนด้าน R&D ต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในต่างช่วงระยะเวลา พบว่า การใช้จ่ายด้าน R&D แม้จะส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาว แต่ก็ก่อให้เกิดการหดตัวทางเศรษฐกิจในระยะสั้น

Peng (2010) ได้ทำการทดสอบ Granger causality test โดยใช้ข้อมูลประเทศจีน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้จ่ายด้าน R&D มีความสัมพันธ์ในระยะยาวต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริง โดยการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ผลการศึกษาดังกล่าวยังได้รับการสนับสนุนจาก Wang & Wu (2015) ที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลจาก 31 มณฑลในประเทศจีน โดยแบ่งเป็นการลงทุนด้าน R&D โดยบริษัทเอกชน และโดยภาครัฐ พบว่าการลงทุนใน R&D ภาคเอกชนมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจเนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อเศรษฐกิจ ในขณะที่การลงทุนใน R&D ของภาครัฐมีความสัมพันธ์เป็นบวกเพียงเล็กน้อย Bozkurt (2015) ได้ทำการศึกษาลักษณะเดียวกันโดยใช้ข้อมูลของประเทศตุรกี พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับการลงทุนด้าน R&D อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Bayarcelik & Tasel (2012) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของนวัตกรรมผ่านจำนวนนักวิจัย ค่าใช้จ่ายด้าน R&D และจำนวนสิทธิบัตรต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในประเทศตุรกี พบความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญของการลงทุนด้าน R&D และจำนวนนักวิจัยต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแต่จำนวนสิทธิบัตรมีความสัมพันธ์ทางลบกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญโดยอธิบายว่าการจดสิทธิบัตรจะทำให้เกิดต้นทุนจมในระยะสั้น และส่งผลกระทบทางลบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ดี ถึงแม้งานศึกษาหลายฉบับจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางบวกของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการใช้จ่ายด้าน R&D แต่ Samimi & Alerasoul (2009) ซึ่งใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา 30 ประเทศในช่วงปี 2000 - 2006 กลับพบว่า การใช้จ่ายด้าน R&D มีผลกระทบทางลบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแม้จะไม่มีความสำคัญทางสถิติก็ตาม รวมถึง Akinwale et al. (2012) ที่พบว่าค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพื่อการวิจัยและพัฒนา (Gross Domestic Expenditure on R&D, GERD) มีผลทางลบอย่างมีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศที่แท้จริง โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของ GERD ในประเทศไนจีเรียร้อยละ 1 ส่งผลให้เกิดการลดลงของการขยายตัวทางเศรษฐกิจร้อยละ 0.8 โดยอธิบายว่าเนื่องจากสถาบันวิจัยและภาคอุตสาหกรรมมีความเกี่ยวเนื่องกันในระดับต่ำ การลงทุนใน R&D ที่เกิดขึ้นจึงไม่นำไปสู่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ในเบื้องต้นอาจจะพอสรุปได้ว่า งานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนาทั้งรายประเทศและกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาโดยส่วนใหญ่ พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการลงทุนและการใช้จ่ายด้าน R&D กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้อยู่ในระดับสูง เช่น ประเทศจีน และประเทศตุรกี แต่อาจจะมีความสัมพันธ์เชิงลบได้หากประเทศไม่มีความพร้อมทางด้านโครงสร้างเศรษฐกิจบางประการ (จากการสืบค้นเบื้องต้น ยังไม่พบงานศึกษาที่ใช้ข้อมูลของประเทศไทยเกี่ยวกับการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ)

## 2.4 วรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำการวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-analysis)

การวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-analysis) เป็นการสังเคราะห์วรรณกรรมปริทัศน์อย่างเป็นระบบเพื่อนำมาวิเคราะห์หัวข้อที่ผู้วิจัยสนใจ โดยงานวิจัยต่าง ๆ ที่นำมาศึกษาจะมีลักษณะหรือวัตถุประสงค์ของงานใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากการที่แต่ละงานวิจัยเองต่างก็มีวิธีการประมาณการและตัวแปรควบคุมที่แตกต่างกัน ทำให้จำเป็นที่จะต้องสังเคราะห์ข้อสรุปรวมของงานวิจัยที่แตกต่างกันเหล่านี้ผ่านการวิเคราะห์แบบอภิมาน กล่าวได้ว่า การวิเคราะห์แบบอภิมานเป็นการทำวรรณกรรมปริทัศน์ในเชิงปริมาณโดยใช้หลักฐานจากงานวิจัยเชิงประจักษ์ทั้งในแง่ของสมมติฐาน ปรากฏการณ์ หรือผลกระทบ เพื่อให้ได้ค่าประมาณการเฉลี่ยที่แท้จริง โดย Meta-Analysis of Economics Research Network ได้แนะนำให้ทุกงานวิจัยที่จะใช้การวิเคราะห์แบบอภิมานทำตามมาตรฐานของ Havránek et al. (2020) ซึ่งได้สรุปการทำการวิเคราะห์แบบอภิมานเป็นสี่ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การกำหนดคำถามวิจัยและค่าขนาดผลกระทบ (Effect Size)
2. การรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการสร้างแผนภูมิ PRISMA ตามแนวทางของ Moher et al. (2009) พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรที่จะใช้ในการทำการวิเคราะห์ถดถอยแบบอภิมาน (Meta Regression Analysis) และการตัดค่าที่ห่างไกล (Outlier) ออกไป
3. การวิเคราะห์ถดถอยแบบอภิมาน (Meta Regression Analysis)
4. การนำเสนอและตีความผลลัพธ์ที่ได้ผ่านกราฟ เช่น Funnel Plot, Forest Plot หรือ ตารางสถิติเชิงอนุมาน พร้อมทั้งตรวจสอบความทนทาน (Robustness Check) และค่าอคติจากการตีพิมพ์ (Publication Bias)

Stanley (2012) ชี้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์จากการวิเคราะห์แบบถดถอยมักจะถูกนำมาใช้เป็นค่าของขนาดผลกระทบของตัวแปรที่สนใจจากงานศึกษาปฐมภูมิที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบบอภิมาน ในทางเศรษฐศาสตร์เนื่องจากเป็นค่าที่นำมาโดยตรงจากงานศึกษาปฐมภูมิ อย่างไรก็ตาม ต้องระวังเรื่องของหน่วยและนิยามที่แตกต่างกันอันจะนำไปสู่ปัญหา Heterogeneity ได้ ทำให้ในหลายงานวิจัยที่ทำการวิเคราะห์แบบอภิมานเลือกใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบบางส่วน (Partial Correlation) ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่น่าสนใจแทน ซึ่งค่าสหสัมพันธ์นี้นิยมใช้ในงานวิจัยทางเศรษฐศาสตร์ เพราะว่าเป็นค่าที่ผ่านการทำ Normalization แล้ว คืออยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ซึ่งทำให้สามารถเปรียบเทียบค่าผลกระทบจากงานวิจัยแต่ละงานได้ทันที อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบบางส่วนนี้ จะทำให้ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติอีกต่อไป เพราะเมื่อแปลงเป็นค่าสหสัมพันธ์แล้ว ค่าอาจจะไปกระจุกอยู่ที่ 1 หรือ -1 ได้

เมื่อพิจารณาการทำการวิเคราะห์แบบอภิมานในงานวิจัยเกี่ยวกับการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ Correa et al. (2013) ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยในช่วงปี 2004 ถึง 2011 ที่ไม่จำกัดประเทศหรือภูมิภาค สรุปว่างานวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้มีความแตกต่าง (Heterogeneity) กันค่อนข้างมาก ทั้งในส่วนของแบบจำลองที่ใช้ในการทำประมาณการและค่าสัมประสิทธิ์

แต่ก็ได้ผลสรุปว่าการลงทุนใน R&D ยังคงส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ Kokko et al. (2015) ได้ทำการวิเคราะห์แบบถ้อยแถลงของงานวิจัยที่ศึกษาในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเทียบกับประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า การลงทุนใน R&D ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปให้ผลกระทบทางบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่ำกว่าการลงทุนดังกล่าวในประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ Llungwall and Tingvall (2017) ได้ทำการศึกษาที่คล้ายกัน โดยทำการเปรียบเทียบผลกระทบการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่มีต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในประเทศจีน เปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ ซึ่งผลการศึกษาค่อนข้างเป็นที่น่าประหลาดใจว่าประเทศจีนนั้นได้รับประโยชน์จากการลงทุนใน R&D ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ

นอกจากนี้ งานวิจัยที่ทำการศึกษารื่องการลงทุนใน R&D กับผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ยังมีความแตกต่างในระดับของการวิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น Correa et al. (2013), Kokko et al. (2015), Donselaar and Koopmans (2016) และ Llungwall and Tingvall (2017) เป็นการวิเคราะห์ในระดับมหภาค แม้ว่าจะมีการใช้ข้อมูลในระดับอุตสาหกรรมและระดับบริษัทเพื่อสร้างความหลากหลาย (Heterogeneity) ให้กับข้อมูล หรืองานวิจัยที่เน้นข้อมูลในระดับจุลภาคหรือรายอุตสาหกรรมและรายบริษัท อาทิ Ugur et al. (2016) ก็มีข้อมูลระดับมหภาคเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างในระดับของการวิเคราะห์ ไม่ได้ก่อให้เกิดผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันมากนัก กล่าวคือ การศึกษาส่วนใหญ่ยังคงให้ผลสรุปใกล้เคียงกันว่าการลงทุนในภาค R&D ก่อให้เกิดนวัตกรรมและส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจตามที่ระบุในทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

ประโยชน์ของการทำ meta regression analysis ที่สำคัญคือ สามารถกำจัดอคติที่เกิดจากการตีพิมพ์ (Publication Bias) ที่จะบิดเบือนข้อเท็จจริงของผลกระทบของตัวแปรที่สนใจได้ Publication Bias เป็นอคติที่เกิดขึ้นจากการเลือกงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในวารสารที่ดีหรือมีการอ้างอิงอยู่บ่อยครั้ง ทำให้ละเลยงานวิจัยอื่นที่อาจจะให้ผลการวิจัยแตกต่างจากที่รายงานในงานวิจัยส่วนใหญ่ หรืออยู่ในวารสารที่ไม่ค่อยได้รับการอ้างอิง โดยจะมีการทดสอบค่าอคติที่เกิดจากการตีพิมพ์ ที่เป็นที่ยอมรับที่สุดคือการทดสอบ FAT-PET หรือ Funnel-asymmetry Testing and Precision-effect Testing หากพบว่ามีปัญหาอคติที่เกิดจากการตีพิมพ์ จะทำการแก้ไขโดยการให้น้ำหนักในแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิที่แตกต่างกัน โดยใช้ Weighted Least Square (WLS) ซึ่งน้ำหนักที่ให้ส่วนใหญ่จะเป็นค่า Precision หรือส่วนกลับของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) โดยรายละเอียดจะกล่าวถึงในบทที่ 3 ต่อไป

ในประเด็นนี้ ทั้ง Kokko et al. (2015) Correa et al. (2013) และ Ugur et al. (2016) ยืนยันไปในทิศทางเดียวกันว่างานวิจัยส่วนใหญ่มีปัญหาอคติที่เกิดจากการตีพิมพ์ ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยต้องการจะรายงานผลของการวิจัยเชิงประจักษ์เฉพาะที่สอดคล้องกับผลที่สรุปตามทฤษฎี Endogeneous Growth Theory ที่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง ว่าการลงทุนในภาค R&D จะช่วยสร้างนวัตกรรมและก่อให้เกิดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ งานศึกษาปฐมภูมิส่วนใหญ่มักจะรายงานค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรการลงทุน R&D เป็นบวกแทบทั้งสิ้น

จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์แบบอภิมานเป็นการศึกษางานวิจัยที่เคยศึกษาเรื่องที่ผู้วิจัยตั้งคำถามไว้ในอดีต และใช้วิธีการทางสถิติเพื่อสังเคราะห์และสรุปผลลัพธ์ของงานวิจัย โดยสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนใน R&D กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ที่แม้ทฤษฎีจะค่อนข้างชัดเจนว่าการวิจัยและพัฒนา จะส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาว แต่ในเชิงประจักษ์ผลลัพธ์กลับมีความหลากหลาย ดังนั้นการทำการวิเคราะห์เชิงอภิมานจึงมีความสำคัญในการทำให้ได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ นอกจากนี้ ยังสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบผลกระทบดังกล่าวในต่างภูมิภาคและต่างช่วงเวลาได้อีกด้วย ทำให้ทราบว่าการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาทั้งในภาครัฐและภาคเอกชนเป็นสิ่งที่ควรสนับสนุนหรือไม่เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ

## บทที่ 3

### กรอบแนวคิดและวิธีการวิจัย

บทที่ 3 จะอธิบายกรอบแนวคิดและวิธีการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนที่ 3.1 สรุปกรอบแนวคิดและการคาดการณ์ในระยะยาวที่เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวของประเทศของแบบจำลองทางทฤษฎีที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน (endogenous growth theory) ที่มีพื้นฐานอยู่บน R&D ในสองกลุ่ม คือ ทฤษฎี “Semi-endogenous” และทฤษฎี “Schumpeterian” ส่วนที่ 3.2 จะอธิบายถึงเหตุผลของการทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี meta regression analysis ว่าเพราะเหตุใดจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจด้วยวิธีนี้ โดยจะอธิบายถึงกรอบแนวคิดทางเศรษฐมิติของ meta regression analysis และกระบวนการทำ meta regression analysis อย่างละเอียด ส่วนที่ 3.3 จะสรุปวิธีการวิจัย กระบวนการรวบรวมข้อมูล กำหนดการวัดตัวแปร และอธิบายแนวโน้มของตัวแปร โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลักๆคือ 1) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา (R&D) ทั้งด้าน inputs และ outputs ของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของประเทศ และ 2) ตัวแปรที่สะท้อนกลุ่มปัจจัยต่าง ๆ ที่น่าจะส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ และส่วนที่ 3.4 จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ผู้วิจัยจะใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐมิติ (Econometrics Analysis) อาทิ OLS Regression Model, 2SLS, IV, Dynamic panel GMM regression เป็นต้น

#### 3.1 กรอบแนวคิด

แนวคิดเกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเริ่มมีการศึกษามาตั้งแต่สมัยของ Adam Smith ในยุคคลาสสิกที่ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีกำไร แต่ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (Economic Growth theory) ที่เพิ่งได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงทศวรรษ 1950 โดย Robert Solow เปรียบเสมือนบิดาทางเศรษฐศาสตร์ด้านทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และได้รับรางวัลโนเบลจากงานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ Solow (1956) เชื่อว่าการขยายตัวทางเศรษฐกิจจะขึ้นอยู่กับอัตราการขยายตัวทางเทคโนโลยีเท่านั้น อย่างไรก็ตาม แบบจำลองของ Solow ไม่ได้ให้คำอธิบายว่าเทคโนโลยีการผลิเกิดขึ้นมาได้อย่างไร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง แบบจำลอง Solow มีสมมติฐานว่าอัตราการขยายตัวทางเทคโนโลยีถูกกำหนดมาจากภายนอก (exogenous) ด้วยข้อสมมติดังกล่าวทำให้แบบจำลอง Solow ถูกเรียกว่าแบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายนอก (Exogeneous Growth Model)

ในยุคต่อมาได้มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่พยายามอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในแบบจำลองเอง (endogenous) กล่าวคือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้นเกิดขึ้นมาจากการทำ profit maximization ของบริษัท ส่งผลให้ জনเดิมที่เคยเน้นที่การสะสมทุน (capital accumulation) ได้เริ่ม



มี keywords ใหม่ อาทิ R&D and productivity, productivity growth, improvement in product quality, competitiveness ซึ่งอยู่ในกลุ่มแบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน (Endogenous Growth Model) หรือที่เรียกว่า New Growth Theory กล่าวคือ ไม่มีการตั้งสมมติฐานว่าการขยายตัวของเทคโนโลยีมาจากภายนอกอีกต่อไป โดยคำจำกัดความของแบบจำลองการเติบโตทางเศรษฐกิจจากภายในนี้ ครอบคลุมแบบจำลองจำนวนมากที่อธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เกิดจากภายในด้วยแนวคิดที่แตกต่าง กัน อาทิ จากการสะสมทุนมนุษย์ (Human capital accumulation) จากการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และจากโครงสร้างทางด้านสังคม (Social Infrastructure) เป็นต้น

กรอบของงานวิจัยนี้จะอยู่ในกลุ่มแบบจำลองที่พัฒนามาจากงานวิจัยของ Romer ในปี 1986, 1989 และ 1990 ว่าด้วยเรื่องการเจริญเติบโตทางเทคโนโลยีหรือการพัฒนาระดับเทคโนโลยี กล่าวคือ ประเทศสามารถสร้างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้ ผ่านการลงทุนเพื่อสร้างองค์ความรู้ โดยเปรียบเทียบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เป็นเหมือนสินค้าขั้นกลาง (Intermediate goods) ชนิดหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นปรปักษ์ (nonrivalous) นั่นคือ เมื่อความคิดใหม่ ๆ ถูกสร้างขึ้นมาแล้ว ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสร้างมันขึ้นมาใหม่อีก (อย่างไรก็ตามสามารถถูกกีดกันได้ (excludable)) การวิจัยและพัฒนาจะเพิ่มสต็อกของความรู้ไปสู่การพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ต่อเนื่อง ซึ่งการวิจัยและพัฒนานอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการพัฒนาการผลิตภายในบริษัทเองแล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบภายนอก (externality) อีกด้วย และผลนี้ก็ยังส่งผลบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในที่สุด<sup>1</sup>

ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในในกลุ่ม R&D (R&D-based Endogenous Growth theories) เน้นว่านวัตกรรมคือตัวผลักดันให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งยังแบ่งออกเป็นอีก 2 รุ่น คือ ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรก (First generation of R&D-based theories) ที่กล่าวว่า การใช้จ่ายใน R&D ส่งผลกระทบท่ออัตราการขยายตัวของ Total factor productivity (TFP) และรุ่นที่สอง (Second generation of R&D-based theories) ที่มีความสอดคล้องกับข้อเท็จจริงมากขึ้น โดยทฤษฎีอธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นที่สองนี้ยังแยกออกเป็นอีกสองกลุ่ม คือ กลุ่มแบบจำลอง “Semi-endogenous” และ กลุ่มแบบจำลอง fully endogenous “Schumpeterian”

---

<sup>1</sup> บริษัทอื่น ๆ สามารถนำเทคโนโลยีที่ได้จากการทำ R&D ของบริษัทหนึ่ง ๆ หรือการวิจัยภาครัฐมาใช้ได้โดยไม่ต้องลงทุนด้วยตัวเอง เรียกว่า Research and Development Effect อย่างไรก็ดี Romer (1989) สรุปว่าสต็อกของความรู้สามารถกีดกันได้ (Excludability) ภายใต้เงื่อนไขของตลาดแข่งขันไม่สมบูรณ์ จากการจดสิทธิบัตรหรือลิขสิทธิ์ที่ทำให้เกิดการปกป้องทางกฎหมายกับผู้สร้างองค์ความรู้ จากการที่บริษัทเอกชนได้สิทธิบัตรจากการวิจัย ทำให้บริษัทมีอำนาจในการกำหนดราคาที่สูงกว่าราคาตลาด และได้รับส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer-surplus) ถือว่าเป็นผลกระทบภายนอกเชิงบวกเช่นกัน เรียกว่า Consumer-surplus effect ในขณะเดียวกัน การทำ R&D ของบริษัทหนึ่ง ๆ ส่งผลให้สินค้าของบริษัทนั้นมีคุณภาพมากขึ้นและสามารถแย่งส่วนแบ่งการตลาดจากบริษัทอื่นได้มากขึ้น ส่วนนี้ถือว่าเป็นผลกระทบภายนอกเชิงลบ เรียกว่า Business-stealing effect

สรุปลักษณะที่สำคัญของ ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรก และรุ่นสอง

### **ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรก (1<sup>st</sup> generation)**

ดังที่กล่าวข้างต้น ทฤษฎีนี้ได้รับการจัดชนวนโดยงานวิจัยหลักๆ ช่วงยุคทศวรรษ 1990 คือ Romer (1990), Segerstrom et al. (1990) Grossman and Helpman (1991) และ Aghion and Howitt (1992) ซึ่งมีลักษณะร่วมกันที่สำคัญดังนี้

- มีการ endogenize ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีโดยการนำประเด็นเรื่องการเสาะหาความคิดใหม่ ๆ โดยนักวิจัยที่มีเป้าหมายเพื่อกำไรจากการคิดค้นนวัตกรรมนั้น ๆ
- นวัตกรรมทางเทคโนโลยีถูกกำหนดโดยสต็อกของความรู้ (A) และแรงงานในภาค R&D (ซึ่งเป็นฟังก์ชันของจำนวนประชากร)
- ใช้สมมติฐานผลตอบแทนต่อสต็อกของความรู้เป็นแบบคงที่ (constant returns to A) กล่าวคือ มีการตั้งข้อสมมติให้ความยืดหยุ่นต่อปัจจัยสต็อกของความรู้เป็นหนึ่ง (unit elasticity)
- อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจะเพิ่มขึ้นไปกับ inputs ในภาค R&D นั่นคือขนาดของจำนวนประชากรสามารถส่งผลกระทบทางบวกต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้ เนื่องจากประชากรที่มากขึ้นมีแนวโน้มที่จะทำให้แรงงานในภาค R&D เพิ่มขึ้นด้วย กล่าวคือ ทฤษฎีกลุ่มนี้ยอมรับการมีผลกระทบจากขนาด (scale effect)

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้ไม่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์ Jones (1995a, b) แสดงให้เห็นว่าจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1950 ไม่ได้ทำให้เกิดการขยายตัวของ TFP ตามมา ดังนั้นจึงเป็นการหักล้างแบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในที่เกี่ยวข้องกับ R&D รุ่นแรก ด้วยเหตุนี้ ทฤษฎีการเติบโตภายในจึงพัฒนาขึ้นมาเป็นแบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในที่เกี่ยวข้องกับ R&D รุ่นที่สอง ซึ่งแยกออกเป็นแบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจแบบกึ่งภายใน (semi-endogenous growth models) และทฤษฎีการเจริญเติบโตแบบ Schumpeterian

### **ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นที่สอง (2<sup>nd</sup> generation)**

ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นที่สอง หรืออีกชื่อหนึ่งคือ nonscale endogenous growth models นำโดย Aghion & Howitt (1998), Young (1998) และ Dinopoulos & Thompson (1998) มีลักษณะร่วมกันที่สำคัญ คือ การกำจัดข้อสมมติผลกระทบจากขนาด (scale effect) ออกจากแบบจำลอง เหตุผลที่ใช้ในการกำจัดการมีผลกระทบจากขนาดยังแตกออกเป็นสองแนวคิดย่อย คือ 1) **แบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจแบบกึ่งภายใน (Semi-endogenous)** อาทิ Jones (1995a), Kortum (1997) และ Segerstrom (1998) ได้ละทิ้งสมมติฐานของการกำหนดให้มีผลกระทบต่อขนาด (scale effects) ในการผลิตนวัตกรรม โดยได้ใช้สมมติฐานใหม่ คือกำหนดให้ผลตอบแทนของสต็อกของความรู้

เกี่ยวกับ R&D เป็นแบบลดน้อยถอยลง (diminishing returns to the stock of R&D knowledge) แทน ดังนั้น R&D จึงต้องเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาการขยายตัวของ TFP ให้เป็นบวกเสมอ ในขณะที่ 2) **แบบจำลองการเจริญเติบโตในกลุ่ม Schumpeterian (Fully endogenous Schumpeterian models)** อาทิ Aghion and Howitt (1998), Dinopoulos and Thompson (1998), Peretto (1998), Young (1998), Howitt (1999) และ Peretto and Smulders (2002) ยังคงใช้สมมติฐานผลตอบแทนแบบคงที่ของสต็อกของความรู้เกี่ยวกับ R&D อย่างไรก็ตาม มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มว่าประสิทธิภาพของการวิจัยและพัฒนาจะถูกทำให้เบาบางลงจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนสินค้าเมื่อเศรษฐกิจมีการขยายตัว กล่าวคือ จะเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ (product varieties) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของขนาดของประชากรไม่ได้ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตในภาค R&D และจำนวนนวัตกรรมเท่านั้น แต่ยังไปเพิ่มจำนวนของสินค้าใหม่ๆ และจำนวนของภาคการผลิตใหม่ ๆ อีกด้วย หรืออีกนัยหนึ่ง ผลได้การลงทุนใน R&D จะถูกดูดซับหรือกลืนเข้าไปโดยภาคเศรษฐกิจใหม่ ส่งผลให้สัดส่วนของ R&D ในแต่ละภาคเศรษฐกิจไม่ได้เพิ่มขึ้นดังที่ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรกกล่าวไว้ ดังนั้น การที่จะรักษาให้การเติบโตของเศรษฐกิจยังคงอยู่ที่ระดับเดิมได้ R&D จะต้องถูกลงทุนในสัดส่วนคงที่กับจำนวนของผลิตภัณฑ์สินค้า (ซึ่งแปรผันตามขนาดของประชากร) ดังนั้น เพื่อให้มั่นใจว่า TFP จะเติบโตได้อย่างยั่งยืนเมื่อเศรษฐกิจอยู่บน balanced growth path การลงทุนใน R&D จึงต้องเกิดขึ้นตลอดเวลาเพื่อชดเชยกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนและความซับซ้อนในผลิตภัณฑ์สินค้าที่จะไปลดผลกระทบต่อผลิตภาพการผลิตของ R&D ลง

ต่อมา Jones (1999) ได้สร้างแบบจำลองกึ่งภายในลูกผสม (hybrid semi-endogenous model) ขึ้น กล่าวคือ มีทั้งการกำหนดให้ผลตอบแทนของสต็อกของความรู้เกี่ยวกับ R&D เป็นแบบลดน้อยถอยลง และกำหนดให้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนผลิตภัณฑ์บางส่วน (partial product proliferation) ด้วย การใช้แบบจำลองรูปแบบนี้ จะทำให้การขยายตัวของนวัตกรรมมีความสัมพันธ์ทางลบกับขนาดของเศรษฐกิจแต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการขยายตัวของการลงทุนใน R&D

จุดสำคัญของแบบจำลองในกลุ่ม R&D-based Endogeneous Growth theories คือฟังก์ชันการสร้างองค์ความรู้ใหม่ (knowledge-creation) หรือ  $\dot{A}$  ขึ้นอยู่กับ R&D และตัวแปรอื่น ๆ เนื่องจากในแบบจำลองกลุ่มนี้  $A$  สะท้อนทั้งความรู้และผลิตภาพการผลิต (productivity) ดังนั้นการกำหนดฟังก์ชันการสร้างองค์ความรู้จึงเทียบเท่ากับการระบุ ฟังก์ชันการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตด้วย การที่อัตราการขยายตัวของ  $A$  หรือ  $g_A = \frac{\dot{A}}{A}$  จะเป็นเช่นไรในแบบจำลองต่าง ๆ สามารถระบุอย่างชัดเจนด้วยสมมติฐานที่แตกต่างกันในสองฟังก์ชันการผลิต คือ ฟังก์ชันการผลิตที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง inputs และ outputs ในภาคสินค้าและบริการทั่วไป กับฟังก์ชันการผลิตที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง inputs และ outputs ในภาคนวัตกรรม

กำหนดใช้ฟังก์ชันการผลิต Cobb-Douglas พื้นฐาน

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

โดย  $Y$  คือ GDP,  $A$  คือสต็อกของความรู้ หรือตัววัดประสิทธิภาพ,  $K$  และ  $L$  คือทุนกายภาพและแรงงานตามลำดับ

ฟังก์ชันการผลิตความรู้หรือนวัตกรรมต่อไปนี้อาจถูกใช้เพื่อแยกแยะแบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในแบบต่าง ๆ เพราะผลการวิเคราะห์ทางทฤษฎีที่แตกต่างกันนั้น ก็มาจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองที่แตกต่างกัน โดยผลการคาดการณ์ในระยะยาวของ R&D และอัตราการขยายตัวของนวัตกรรม สามารถสรุปได้ด้วยแบบจำลองที่ไม่ซับซ้อนดังนี้<sup>2</sup>

$$\frac{\dot{A}}{A} = \lambda \left( \frac{R\&D}{Q} \right)^\sigma \cdot A^{\phi-1}, \quad \lambda > 0, 0 < \phi \leq 1, 0 < \sigma < 1$$

โดย  $\dot{A}$  คือจำนวนความคิดใหม่ที่สร้างขึ้น  $A$  คือสต็อกของความรู้  $\lambda$  คือพารามิเตอร์ที่สะท้อนผลิตภาพของการทำวิจัย R&D คือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม  $Q$  สะท้อนความหลากหลายของสินค้าที่เป็นฟังก์ชันของจำนวนประชากรหรือแรงงาน  $\sigma$  คือพารามิเตอร์ที่สะท้อนการทำซ้ำกัน (duplications) (โดยจะมีค่าเท่ากับ 0 หากนวัตกรรมทั้งหมดซ้ำกัน และ 1 หากไม่มีนวัตกรรมที่ซ้ำกัน)  $\phi$  คือพารามิเตอร์ที่สะท้อนผลกระทบต่อขนาดของความรู้ กล่าวคือ ถ้า  $\phi = 0$  นวัตกรรมจะไม่ขึ้นกับสต็อกของความรู้ ถ้า  $\phi = 1$  นวัตกรรมจะแปรตามสต็อกของความรู้แบบ 1 ต่อ 1  $L$  คือจำนวนแรงงานหรือจำนวนประชากร และ  $\beta$  คือพารามิเตอร์ของการเพิ่มจำนวนผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาที่ steady state จะได้ว่า  $Q$  แปรตาม  $L^\beta$  ดังนั้น R&D input ที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจะถูกถ่วงดุลโดยผลกระทบทางลบของการเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และขึ้นอยู่กับจำนวนทรัพยากรที่ทุ่มเทให้กับการวิจัยและพัฒนาโดยสัมพันธ์กับขนาดของเศรษฐกิจ<sup>3</sup>

โดยสรุป แบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในสามารถถูกแยกออกจากกันได้ด้วยพารามิเตอร์  $\phi$  และ  $\beta$

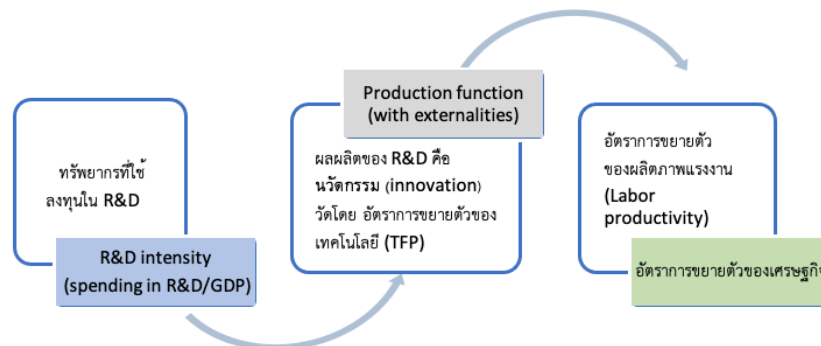
<sup>2</sup> รายละเอียดของแบบจำลองดู Ha and Howitt (2005)

<sup>3</sup> โดยทั่วไปเรียกว่าความเข้มข้นของ R&D (R&D intensity) เช่น Howitt & Aghion (1998) จะใช้สัดส่วนของการใช้จ่ายเพื่อ R&D ( $R$ ) ต่อ  $A$  ที่เรียกว่า productivity-adjusted R&D expenditure แทน ด้วยเหตุผล คือ ที่ steady state จะได้ว่า  $R$  และ  $A$  จะโตด้วยอัตราเดียวกันที่เป็นสัดส่วนของจำนวนประชากร

- แบบจำลองการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในรุ่นแรกมีสมมติฐานว่าผลได้ของความรู้เป็นแบบคงที่ นั่นคือ  $\phi = 1$  และไม่มีผลกระทบการเพิ่มจำนวนของผลิตภัณฑ์ นั่นคือ  $\beta = 0$
- ทฤษฎี Semi-endogenous กำหนดให้  $\phi < 1$  ภายใต้สมมติฐานว่าผลได้ของความรู้เป็นแบบลดน้อยถอยลง และ  $\beta = 0$  นั่นคือไม่มีผลกระทบการเพิ่มจำนวนของผลิตภัณฑ์
- ทฤษฎี Schumpeterian ยังคงรักษาสสมมติฐานผลได้ของความรู้เป็นแบบคงที่ นั่นคือกำหนดให้  $\phi = 1$  แต่มีการมีอยู่ของผลกระทบจากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ หรือการให้  $\beta = 1$

ซึ่งในกรอบแนวคิดโดยรวมแล้ว Inputs ที่ลงไปในภาค R&D ซึ่งในที่นี้จะให้ความสำคัญกับการใช้จ่ายของภาครัฐเพื่อ R&D เป็นหลัก เพื่อให้ได้ Outputs ซึ่งก็คือนวัตกรรมใน R&D sector จะทำให้ทราบอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ และนวัตกรรม (outputs ของ R&D sector) ซึ่งจะส่งผลต่อการขยายตัวของผลิตภาพแรงงาน (Labor productivity) และทำให้เกิดการการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด ดังสรุปในรูปที่ 3.1

**รูปที่ 3. 1** ความสัมพันธ์ระหว่าง Inputs และ Outputs ใน R&D sector และความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรม (outputs ของ R&D sector) ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ



ความสัมพันธ์ระหว่าง Inputs และ Outputs ใน R&D sector และความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรม (outputs ของ R&D sector) ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ สามารถเขียนในรูป implicit function ของ production function ที่จะใช้ต่อไปเมื่อเขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและปัจจัยต่าง ๆ ในรูป reduced form ที่จะนำไปสร้างสมการถดถอยในงานวิจัยครั้งต่อไป ความสัมพันธ์ดังกล่าวสรุปได้ดังนี้

$$Y = F(X, E(R\&D, v), u)$$

$F$  คือฟังก์ชันการผลิตของสินค้าและบริการ  $Y$  ที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิต  $X$  ซึ่งครอบคลุมปัจจัยการผลิตทั่วไปคือทุนและแรงงาน และ  $E$  หรือนวัตกรรมเพื่อการผลิตสินค้าซึ่งสะท้อนความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการผลิต (technical knowledge) ณ ขณะปัจจุบัน ซึ่ง  $E$  ก็เป็นฟังก์ชันของค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนา  $R\&D$  ทั้งในปัจจุบันและในอดีต ทั้งภาครัฐและเอกชน และยังขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ ที่กระทบระดับของนวัตกรรมในช่วงเวลาที่ผ่านมาแต่วัดไม่ได้ คือ  $v$  นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากที่ไม่สามารถทำการวัดได้แต่กระทบ  $Y$  ก็จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มของ  $u$

นอกจากนั้น โดยหลักการแล้วยังจำเป็นต้องมีการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิต  $F(X, E, u)$  โดยสมมติให้มีการแยกปัจจัยการผลิต  $X$  คือปัจจัยการผลิตทั่วไป ได้แก่ ทุนและแรงงาน และ  $E$  ซึ่งคือค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา ( $R\&D$ ) ในปัจจุบันและในอดีตออกจากกันอย่างชัดเจน อีกทั้ง lag time ที่ระดับความรู้ในปัจจุบันหรือนวัตกรรมจะส่งผลต่อผลิตภาพในการผลิตสินค้าและบริการได้ ซึ่งอาจใช้เวลาหลายปี จะมีการกำหนด lag time อย่างไร รวมถึงการกำหนดข้อสมมติเกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิตของความรู้เทคนิคการผลิต  $E$  ( $R\&D, v$ ) ที่ต้องมีการกำหนดว่า stock ของความรู้ หรือนวัตกรรม ณ เวลาปัจจุบัน เป็นผลมาจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา ( $R\&D$ ) ย้อนหลังไปนานเท่าไร และประโยชน์จากการลงทุนในแต่ละช่วงเวลาลดน้อยถอยลงอย่างไร เนื่องจากความรู้ที่เคยเป็นความรู้ใหม่ในอดีตก็จะล้าสมัยไปเมื่อเวลาผ่านไป รูปที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา ( $R\&D$ ) และผลิตภาพการผลิต และระหว่างผลิตภาพการผลิตกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (growth rate of output) โดยมี lags เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

รูปที่ 3. 2 lags ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ผลิตภาพการผลิต และการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา



กำหนดให้  $x$  คือจำนวนปี lag ที่อัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิต (Productivity growth) จะส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP ของประเทศ และ  $c$  คือจำนวนปี lag ที่การลงทุนในการวิจัยและพัฒนาจะส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิต (Productivity growth) การใส่ lag เข้าไปในแบบจำลองนอกจากจะช่วยให้แบบจำลองสะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละตัวแปรได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น ข้อดีอีกประการในแง่ของการทำเศรษฐมิติก็คือ การกำหนดให้มี lags ระหว่างการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา ( $R\&D$ ) ผลิตภาพการผลิต และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจะช่วยลดปัญหา reverse causality ที่พบในงานวิจัยจำนวนมากอีกด้วย

การจะได้ข้อสรุปที่ตรงกันเกี่ยวกับประเด็นทางงานวิจัยทางเศรษฐศาสตร์เชิงประจักษ์เป็นเรื่องยากมาก เนื่องจากผลการประมาณการจากแต่ละงานวิจัยถูกสร้างมาจากระเบียบวิธีทางเศรษฐมิติประยุกต์ที่ไม่ได้สอดคล้องกับตามข้อสมมติต่าง ๆ ที่ควรจะเป็นตามทฤษฎีทางเศรษฐมิติ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเชิงประจักษ์ก็ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจที่ดีที่สุดที่ทำได้ โดยในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ผลที่ได้จากงานวิจัยเชิงประจักษ์มีความแตกต่างกันมาก ทั้งในแง่ของข้อมูลที่ใช้ ระดับการวิเคราะห์ (ประเทศ จังหวัด ภาค การผลิต) และวิธีทางเศรษฐมิติ นอกจากนี้ ผลที่ได้จากงานวิจัยส่วนใหญ่ยังมักประสบปัญหาความอคติในการคัดเลือกงานวิจัย (Publication Selection) ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของค่าผลกระทบประมาณการที่ผู้วิจัยทำการศึกษาได้ กล่าวคือ การจะใช้แค่ความสัมพันธ์แบบบางส่วน คือ *correlation* หรือ *conditional means* จะไม่ได้ทำให้เกิดความเข้าใจในผลกระทบของผลตอบแทนของการลงทุนใน R&D ที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยวิธี *meta-regression* ไม่เพียงแต่จะตระหนักถึงปัญหาของการระบุความสัมพันธ์เท่านั้น แต่ยังเป็นวิธีที่ทำให้เราสามารถวิเคราะห์ ประมาณการ และลดความสำคัญ (เมื่อมีความเหมาะสม) ของอิทธิพลของการออกแบบแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ในแต่ละงานที่มีความแตกต่างหลากหลายประการให้สามารถประมาณการขนาดของผลกระทบของงานที่เราสนใจและช่วยให้เราเข้าใจมากขึ้นว่าเพราะเหตุใดขนาดของผลกระทบเหล่านั้นจึงมีความแตกต่างกันอย่างมากในวรรณกรรมปริทัศน์เรื่องนั้น ๆ การจะวัดผลกระทบของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ จำเป็นต้องทำการวัดผลกระทบของทุกตัวแปรพร้อม ๆ กันในรูปแบบ *Multivariate analysis* ซึ่งก็คือการวิเคราะห์ *meta-regression* หรือการทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์ด้วยเครื่องมือทางสถิติ ซึ่งจะได้กล่าวในส่วนที่ 3.2 ต่อไป

### 3.2 กรอบแนวคิดทางเศรษฐมิติของวิธี *meta regression analysis* (MRA)

*Meta-regression analysis* มีประโยชน์ในการรวบรวมผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยจำนวนมากที่มีความแตกต่างในค่านัยสำคัญทางสถิติไว้ในงานเดียวที่ได้ค่า *statistical power* ที่สูงกว่า นั่นคือ *meta-regression analysis* จะได้รับผลกระทบจากการมี *statistical power* ไม่เพียงพอน้อยกว่างานศึกษาปฐมภูมิ (*primary studies*) หรืออีกนัยหนึ่งการทำ *meta-regression analysis* ของงานศึกษาปฐมภูมิจำนวนมากที่อาจจะมีคุณภาพต่ำ (อาทิ มีจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป หรือเลือกข้อมูลที่จะมาใช้สำหรับตัวแปรที่สนใจไม่เหมาะสม หรือใช้วิธีในการวิเคราะห์ที่ไม่เหมาะสม ทำให้ได้ *statistical power* ในการที่จะทดสอบสมมติฐานต่ำ) ไม่ได้หมายความว่าข้อสรุปที่ได้จะมีคุณภาพต่ำไปด้วย *meta-analysis* สามารถเข้ามาเติมเต็มทางด้านวิชาการด้วยการจัดข้อจำกัดนี้ออกไปได้ โดยการปรับขนาดของผลกระทบ (*effect sizes*) ให้เทียบเคียงกันได้ และระบุลักษณะต่าง ๆ ของงานศึกษาปฐมภูมิที่น่าจะนำมาซึ่งความแตกต่างของค่าผลกระทบ เพื่อที่จะได้ค่าผลกระทบที่แท้จริง (*true effects*) ที่ปราศจากการบิดเบือนด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญคือ *publication selection* นอกจากนี้ MRA ยังแตกต่างจากงานวิจัยเชิงประจักษ์ทางเศรษฐศาสตร์ดั้งเดิม ในแง่ที่ว่า MRA ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อน กล่าวคือไม่ต้องกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีคุณสมบัติ *iid* (*independently identically distributed*) ดังเช่นงานวิจัยเชิงประจักษ์ทั่วไป ในส่วนนี้จะอธิบายกรอบแนวคิดของแบบจำลอง MRA โดยเริ่มต้นจากส่วนที่ 3.2.1 อธิบายกระบวนการ

รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากงานศึกษาปฐมภูมิ แนวคิดการสร้าง Coding protocol ในส่วนที่ 3.2.2 การแสดงข้อมูล ในส่วนที่ 3.2.3 ในส่วนที่ 3.2.4 จะอธิบายเบื้องหลังของ regression ในแบบจำลอง MRA และส่วนที่ 3.2.5 จะอธิบายถึง publication selection bias

### 3.2.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากงานศึกษาปฐมภูมิ (primary research)

#### ความกว้างหรือความแคบของการคัดเลือกวรรณกรรม

ในการทำ meta-regression analysis สิ่งที่เราเรียกว่าประชากรในที่นี้ก็คือจำนวนงานวิจัยทั้งหมดที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรากำลังสนใจให้ได้ข้อสรุปในเรื่องนั้น ๆ นั่นก็คือ เราต้องการที่จะได้ข้อสรุปในเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ที่มีการให้คำจำกัดความได้อย่างชัดเจน หรือต้องการให้ข้อสรุปที่เราได้มีความเป็นทั่วไป (generalized conclusion) มากกว่า ข้อดีของการเลือกเงื่อนไขที่คัดกรองเหลือเพียงกลุ่มงานวิจัยเล็ก ๆ ที่มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันมาก (narrowly defined population) จะทำให้เราสามารถหาข้อสรุปได้ชัดเจน แต่ในบางครั้งข้อสรุปนั้นก็อาจจะถูกมองว่าแคบเกินไปจนไม่มีความสำคัญในเชิงวิชาการ และไม่ได้ประโยชน์ในแง่ที่จะนำมาเป็นเหตุผลประกอบการตัดสินใจทางนโยบายได้ ในขณะที่การขยายคำจำกัดความของงานวิจัยที่เราจะรวบรวมมาให้ครอบคลุมคำจำกัดความที่กว้างขึ้น ข้อดีคือ เราจะสามารถนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้กว้างขึ้น แต่การที่ขอบเขตของงานวิจัยที่เราจะเลือกมามาก่อนข้างกว้างก็จะทำให้กลุ่มตัวอย่างที่เราเลือกมามีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างกันในโครงสร้างค่อนข้างสูง นำไปสู่ความเสี่ยงที่เรียกว่า Garbage in garbage out ได้ แต่ปัญหานี้สามารถแก้ได้โดยการ code ลักษณะต่าง ๆ ของงานวิจัยที่กว้างขวางนี้ เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแปร moderator ในการวิเคราะห์ขนาดของผลกระทบที่แท้จริงต่อไป รายละเอียดจะได้กล่าวถึงในบทที่ 4 และ 5

เป้าหมายของกลยุทธ์การสืบค้นงานวิจัยคือ ให้มี recall สูงที่สุดโดยไม่ลดความแม่นยำ (precision) จนต่ำกว่าระดับที่รับได้

#### - Recall

$\text{Recall} = \text{จำนวนงานวิจัยที่ถูกรวบรวมมา} / \text{จำนวนงานวิจัยที่ควรจะถูกรวบรวมมา}$

ตัวเศษคือ จำนวนงานวิจัยที่ถูกรวบรวมมา (retrieved studies) และตัวส่วน คือจำนวนงานวิจัยที่ควรจะถูกรวบรวมมา (studies that should be retrieved) อย่างไรก็ตาม ตัวส่วนซึ่งก็คือจำนวนงานวิจัยทั้งหมดที่สอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion/Exclusion Criteria) เป็นตัวที่ไม่สามารถจะทราบค่าจริง ๆ ได้ ค่า recall ที่ต่ำสะท้อนถึงงานวิจัยจำนวนมากที่อาจจะเกี่ยวข้องแต่ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณา นำไปสู่การลดลงของ statistical power และความลำเอียงของผลวิเคราะห์ โดยส่วนใหญ่โอกาสที่จะสรุปว่ามีผลกระทบเมื่อมีผลกระทบจริง ส่วนใหญ่จะกำหนดที่ไม่ต่ำกว่า 0.8



## - ความแม่นยำ (Precision)

Precision = จำนวนงานวิจัยที่ถูกรวบรวมมาใช้ได้จริง / จำนวนงานวิจัยที่ถูกรวบรวมมา

ความแม่นยำ คำนวณได้จากสัดส่วนของจำนวนงานวิจัยที่ถูกรวบรวมมาใช้ได้จริง ๆ (relevant retrieved studies) ต่อจำนวนงานวิจัยที่ถูกรวบรวมมาทั้งหมด ค่าความแม่นยำที่ต่ำ สะท้อนถึงการสูญเสียทรัพยากรแรงงานและเวลาในการเสาะหางานวิจัยและการอ่านวิเคราะห์งานวิจัยโดยเปล่าประโยชน์ เพราะงานวิจัยเหล่านั้นก็จะไม่ถูกรวมลงในฐานข้อมูลของการทำ meta-regression analysis ในท้ายสุด

จะเห็นได้ว่าหากลดตัวส่วนที่ใช้คำนวณหาความแม่นยำลง กล่าวคือ เลือกจำนวนงานวิจัยมาไม่มาก ก็ใช้เวลาในการหางานวิจัยและอ่านงานวิจัยน้อยกว่า และโอกาสที่งานวิจัยที่หามาได้จะผ่านเงื่อนไขที่ตั้งไว้ก็จะสูงกว่า แต่การขยายผลได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวก็จะน้อยกว่า ดังนั้นผู้ทำการวิเคราะห์ meta-regression model จะต้องชั่งน้ำหนักระหว่าง 2 ส่วนนี้ในการตัดสินใจว่าจะตั้งเงื่อนไขการคัดเลือกรายงานวิจัยให้แคบหรือกว้างเท่าไร ภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดทั้งในด้านของเวลาและงบประมาณในการทำวิจัย ซึ่งขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลงานศึกษาปฐมภูมินี้เทียบได้กับการลงสำรวจพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ถือว่าใช้แรงงานเข้มข้นมาก (labor intensive) ที่สำคัญจะต้องเป็นแรงงานที่มีความชำนาญค่อนข้างสูง คือจะต้องมีความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์และสถิติรวมถึงเศรษฐมิติมากระดับหนึ่ง

### 3.2.2 กระบวนการสร้าง coding protocol

โดยหลักการแล้ว ผู้ใดก็ตามที่มาอ่านงานศึกษาปฐมภูมิแต่ละชิ้นด้วยการใช้ coding protocol ที่สร้างขึ้นมาอย่างสมบูรณ์ควรจะต้องได้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกัน กล่าวคือการ coding ที่ดีควรจะต้องมีความโปร่งใส (transparency) และทำซ้ำได้ (replicability)

กระบวนการ coding มีดังต่อไปนี้

- 1.) เริ่มการร่าง coding protocol ที่เป็นส่วนข้อมูลพื้นฐานทั่วไปโดยอ้างอิงจากงานวิจัย meta-analysis ที่มีก่อนหน้า อาทิ ลักษณะต่าง ๆ ของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย วิธีการประมาณการเบื้องต้น ลักษณะขนาดของผลกระทบ และกลุ่มตัวแปรควบคุมที่ได้จากการทำวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวกับปัจจัยที่กำหนดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ จะได้ coding protocol เบื้องต้น
- 2.) การทำ Pilot test คือการทดสอบ coding protocol เบื้องต้น กับงานวิจัยกลุ่มเล็ก ๆ โดยทำการสุ่มเลือกงานวิจัยมาครั้งละ 1 งาน และผู้วิจัยแต่ละคนแยกไปจำแนกลักษณะแต่ละอย่างในแต่ละงานวิจัยโดยใช้ coding protocol ล่าสุดที่มี และบันทึกผล coding ของแต่ละคนพร้อมกับเวลาที่ใช้ในการอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละงานวิจัยด้วย
- 3.) หลังจากนั้นจะมีการประชุมเพื่อถกกันถึงการบันทึก coding ต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกัน รวบรวมความเห็นต่อประเด็นใหม่ ๆ ที่พบเจอในงานวิจัยชิ้นล่าสุดที่ทำการวิเคราะห์ รวมไปถึงการรวบรวมตัวแปรที่

น่าจะเพิ่มเข้ามาหรือยุบออกไป โดยทุกครั้งจะได้เป็น coding protocol ใหม่ จากนั้นสุ่มเลือกงานวิจัยขึ้นมาอีก 1 ชิ้น ทำตามกระบวนการดังกล่าวไปเรื่อย ๆ จนได้ coding protocol ที่คิดว่าสมบูรณ์ที่สุดเพื่อไปใช้กับงานวิจัยทั้งหมดต่อไป ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากในการฝึกฝนความชำนาญให้กับ coder ทุกคนให้มีความเข้าใจที่ตรงกันในทุกประเด็นของการทำการสังเคราะห์งานวิจัย และมีความมั่นใจในการที่จะ coding แต่ละงานวิจัยโดยอิสระได้

- 4.) เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ (reliability) ของการ coding ในแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิ จะมีการกำหนด Inter-coder หรือผู้ที่อ่านและวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวงานวิจัยละอย่างน้อยงานวิจัยละ 2 คน โดยแต่ละคนจะไม่ทราบว่าได้งานวิจัยใด โดย coder แต่ละคนจะกรอกข้อมูลในไฟล์ส่วนตัว
- 5.) เมื่อทุกงานวิจัยได้รับการ coding เรียบร้อยแล้ว จะนำข้อมูลการวิเคราะห์ของแต่ละ coder มารวมกันในไฟล์กลางและทำการเปรียบเทียบผลว่ามีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยเพียงใด โดย Orwin and Vevea (2009) ได้สร้างดัชนีชี้วัดความน่าเชื่อถือ (Index to quantify reliability) ไว้ 3 ตัว คือ ค่า Agreement rates (AR), Cohen's kappa และ Pearson Correlation โดยงานวิจัยนี้จะใช้ค่า AR ซึ่งเป็นที่นิยมที่สุดในการวัดความน่าเชื่อถือของการ coding โดย

$$AR = \frac{\text{จำนวนของ specification ที่มีผลการ coding ในแต่ละ specification สอดคล้องกัน}}{\text{จำนวนของ specification ทั้งหมด}}$$

- 6.) หลังจากนั้นจะมีการจับกลุ่ม coder ที่อ่านงานวิจัยเดียวกันเพื่อหาข้อสรุปว่าเหตุใดจึงได้ coding ตัวใดที่ต่างกัน หากยังไม่ได้เอกฉันท์ จะนำงานวิจัยชิ้นนั้นเข้าที่ประชุมกลุ่มทั้งหมดเพื่อหารือรวมและใช้เป็นเกณฑ์เงื่อนไขในการ coding ที่เหมือนกันทุกงานวิจัย โดยเมื่อมีการตรวจสอบแก้ไขประเด็นใดไปแล้ว จะมีการเปลี่ยนการบันทึกจำนวนผลการ coding ของแต่ละ specification ที่เดิมไม่สอดคล้องกัน เป็นสอดคล้องกัน จนกระทั่งได้  $AR = 1$  และสามารถสรุปเป็น file กลางเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการทำ meta-regression analysis ต่อไป

เพื่อให้เกิดความโปร่งใสของกระบวนการ coding โดยจะมีทั้งส่วนที่เป็น low inference codes กล่าวคือ coder ไม่ต้องตัดสินใจใด ๆ เช่น การบันทึกข้อมูลชื่อปีที่ตีพิมพ์ จำนวน citations ของงานวิจัยนั้น ๆ เป็นต้น และ high inference codes คือการที่ coder ต้องมีการตัดสินใจโดยใช้ดุลยพินิจของตนเอง เช่น ในแต่ละงานวิจัยส่วนใหญ่จะมีหลาย specification ซึ่งการจะนับว่า แต่ละ specification นั้น ๆ ใช้ได้หรือไม่ coder แต่ละคนอาจจะมีข้อสรุปที่แตกต่างกัน หรือบางตัวแปรที่มีความคลุมเครือ ทำให้ coder ต้องทำการตัดสินใจว่าตัวแปรนี้จะให้อยู่ในกลุ่มตัวแปรใดที่กำหนดใน coding protocol หรือบาง specification ไม่มีการระบุจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติที่ชัดเจน ทำให้ coder ต้องคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างเองจากการตีความของข้อมูลที่พอหาได้ในแต่ละงานวิจัย ซึ่งจะเห็นได้ว่ากระบวนการ

coding นี้มีความเป็นพลวัตรอยู่มาก กล่าวคือ ทุกครั้งที่อ่านงานศึกษาปฐมภูมิ (primary research) และพบประเด็นที่ไม่มีการระบุอย่างชัดเจน หรือพบตัวแปรใหม่ที่ไม่เคยบัญญัติเอาไว้ ก็จะต้องมาปรับเปลี่ยน เพิ่มเติมแก้ไข coding เดิม (ที่แม้จะผ่าน pilot test มาแล้ว) และกลับไปแก้ไขการบันทึก coding ของทุกงานวิจัยที่ผ่านมาให้สอดคล้องกันด้วย

ส่วนที่ 4.1.3 จะสรุป coding protocol ในรายละเอียดเฉพาะเจาะจงของงานวิจัยนี้

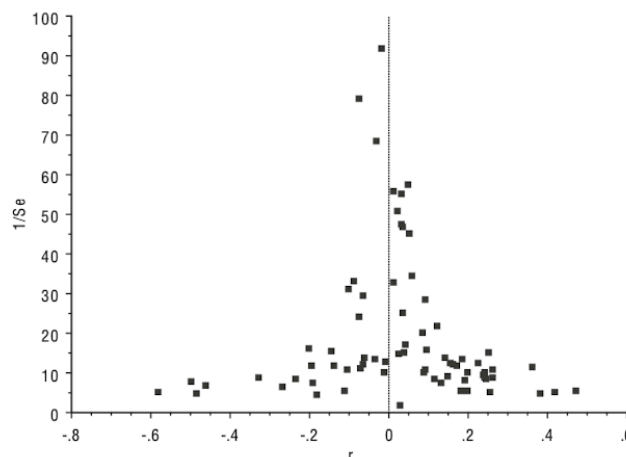
### 3.2.3 การแสดงผลข้อมูล

เมื่อทำการรวบรวมผลการศึกษาที่ได้จากการ coding และปรับแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว มักจะมีแผนภาพ histogram หรือ box & whisker plots ของค่า t-statistics หรือ ขนาดของ coefficient ของตัวแปรที่เราสนใจ (effect sizes) และที่สำคัญใน MRA คือการแสดงสถิติเบื้องต้นด้วย Funnel plot

#### 3.2.3.1 แผนภาพ Funnel plot

ในการรายงานผลวิเคราะห์ meta-analysis มักจะมีการแสดงผลข้อมูลด้วย funnel plot ซึ่งเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของผลกระทบ (effect size) และค่าความแม่นยำของผลกระทบดังกล่าว (precision หรือ standard error) ตัวอย่าง funnel plot แสดงดังรูปที่ 3.3 โดยแกนนอนคือ effect size และแกนตั้งคือ standard error ซึ่งการรายงานส่วนใหญ่มักจะแสดงค่าส่วนกลับของค่าความแม่นยำบนแกนตั้ง เส้นตั้งฉากกับแกนนอนแสดงค่าเฉลี่ยของ effect size ผลการศึกษาที่มีค่า standard error ต่ำ (ความแม่นยำสูง) จะอยู่ด้านบนของกราฟ โดยทั่วไปแล้วผลการศึกษาที่มีความแม่นยำสูงมักจะเป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

รูปที่ 3.3 funnel plot



ที่มา Doucouliagos et al. (2005)

ประโยชน์ของ funnel plot คือ

1. แสดงให้เห็นถึงช่วงความห่างของ effect size ที่ได้จากการศึกษาเชิงประจักษ์อย่างรวดเร็ว
2. ช่วยให้สังเกต outlier โดยง่าย กล่าวคือ outlier มักจะเป็นการศึกษาที่ให้ค่า effect size ที่สูง ผิดปกติและไม่มีเหตุผลสมผล ซึ่งอาจจะมีความแม่นยำสูงหรือต่ำก็ได้
3. ช่วยตรวจสอบความว่างานวิจัยนั้นมีความลำเอียงหรืออคติด้านการตีพิมพ์ (Publication bias/selection) หรือไม่ ประเด็นอคติด้านการตีพิมพ์นี้จะได้ทำการอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่ 3.2.2
4. ช่วยให้สังเกตและตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการ coding ได้ เช่น ผู้วิจัยอาจจะทำการตรวจสอบการศึกษาที่มี standard error ต่ำแต่มี effect size ที่แตกต่างจากการศึกษาส่วนใหญ่

### การสรุปค่าสถิติเบื้องต้น

ในการวิเคราะห์ meta-analysis นั้นสามารถสรุปผลการศึกษาเบื้องต้นได้ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของ effect size ของตัวแปรที่สนใจที่รวบรวมจากวรรณกรรมปริทัศน์ เรียกว่า meta-averages โดยขนาดของผลกระทบเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักแล้ว หรือ  $\eta_w$  ถูกคำนวณดังนี้

$$\eta_w = \frac{\sum w_i \eta_i}{\sum w_i}$$

โดย  $\eta_i$  คือขนาดของผลกระทบที่ได้จากการประมาณการในแต่ละ specification  $w_i$  คือน้ำหนักที่ให้กับแต่ละค่าประมาณการ  $\eta_i$  ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ค่าที่เหมาะสมในการนำมาใช้ถ่วงน้ำหนักที่สุดได้แก่ *ค่าส่วนกลับของความแปรปรวนของตัวประมาณการ* นั้น ๆ อย่างไรก็ดี อาจมีการใช้ค่าอื่นในการถ่วงน้ำหนักได้ เช่น ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง หรือ ค่า impact factor ของวารสารที่การศึกษานั้นได้รับการตีพิมพ์ (สะท้อนคุณภาพของวารสารวิชาการ) หรือ จำนวน citations (สะท้อนความสำคัญของการศึกษา) เป็นต้น การเลือกใช้ค่าน้ำหนักในรูปแบบที่แตกต่างกันยังเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity analysis) ของน้ำหนักที่เลือกใช้ด้วย นอกจากนี้ ยังควรมีการรายงานค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักสำหรับแต่ละช่วงเวลา แต่ละภูมิภาค หรือ ระหว่างการศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์และไม่ได้รับการตีพิมพ์แยกจากกันด้วย

### 3.2.4 การทำ Simple regression

นอกจากการหาค่าเฉลี่ยโดยตรงแล้ว การทำ simple linear regression เป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการสรุปผลการวิเคราะห์ของ meta-analysis กล่าวคือค่าประมาณการผลกระทบจากแต่ละการศึกษา  $i$   $effect_i$  จะมีค่าที่ผันผวนออกไปจากค่าเฉลี่ยของค่าผลกระทบที่แท้จริง  $\beta_0$  เท่ากับค่าความคลาดเคลื่อน  $u_i$  แสดงได้ดังสมการ

$$effect_i = \beta_0 + u_i$$

การทดสอบว่า R&D กระบวนการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ก็คือการทดสอบนัยสำคัญของ  $\beta_0$  นั่นเอง

หากตัวประมาณการทุกตัวถูกให้ความสำคัญเท่าเทียมกันและถูกให้น้ำหนักเท่ากัน สมการข้างต้นจะสามารถถูกประมาณการได้ด้วยวิธี OLS อย่างไรก็ดี แม้ว่า observation จะไม่ biased แต่ก็ไม่ใช่ efficient เพราะว่า  $effect_i$  จากแต่ละงานวิจัยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เกิด heteroskedasticity ใน  $u_i$  หากตัวประมาณ การทำ Weighted Least Square (WLS) เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ได้ค่าประมาณการที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ การให้ตัวประมาณการทุกตัวมีความสำคัญไม่เท่าเทียมกัน โดยใช้  $\frac{1}{SE_i}$  หรือ  $\frac{1}{SE_i^2}$  เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก แล้วจึงใช้ OLS ในการประมาณการ เรียกว่าค่าประมาณการ fixed effect

ในการศึกษา meta-analysis ส่วนใหญ่มักทำการประมาณค่าที่ได้จากการศึกษา ด้วยการปรับน้ำหนักของแต่ละการศึกษาตามสมมติฐานของ fixed effect หรือ random effect ข้อพึงระวังคือ ชื่อเรียก fixed effect และ random effect ที่ใช้ในการวิเคราะห์ meta-analysis นั้นไม่ใช่ fixed effect และ random effect ที่ใช้เรียกในการประมาณการแบบ panel regression

#### ค่าประมาณการ fixed effect และ ค่าประมาณการ random effect

ค่าประมาณการ fixed effect จะถ่วงน้ำหนักแต่ละตัวประมาณการด้วยส่วนกลับของค่าความแปรปรวน หรือ  $\frac{1}{SE^2}$  โดยค่าประมาณการ fixed effect นั้นมีสมมติฐานว่า ค่าประมาณการทุกตัวจะถูกสุ่มมาจากประชากรกลุ่มเดียวกันจึงมีค่าเฉลี่ย (mean) เดียวกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์แบบ fixed effect จึงให้น้ำหนักกับแต่ละการศึกษาด้วยส่วนกลับของค่าความแม่นยำ (standard error) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$\frac{effect_i}{\sqrt{SE^2}} = \frac{\beta_0}{\sqrt{SE^2}} + \frac{u_i}{\sqrt{SE^2}}$$

แต่เมื่อค่าประมาณการถูกสุ่มมาจากประชากรต่างกลุ่มกัน ซึ่งอาจจะมีลักษณะการกระจายตัวและค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน (heterogeneity) การวิเคราะห์ด้วยวิธี random effect จะมีความเหมาะสมกว่า กล่าวคือ ค่าประมาณการ random effect จะใช้ค่าน้ำหนักที่ซับซ้อนกว่า นั่นคือจะถ่วงน้ำหนักแต่ละตัวประมาณการด้วยส่วนกลับของผลรวมของความแปรปรวนของการศึกษานั้น ๆ ( $SE_i^2$ ) และความแปรปรวนระหว่างการศึกษาทั้งหมด ( $S_h^2$ ) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$\frac{effect_i}{\sqrt{SE_i^2 + S_h^2}} = \frac{\beta_0}{\sqrt{SE_i^2 + S_h^2}} + \frac{u_i}{\sqrt{SE_i^2 + S_h^2}}$$

อย่างไรก็ดี ผลกระทบที่ได้รับการถ่วงน้ำหนักแล้วจะมีค่าประมาณการที่ไม่มีความลำเอียง (unbiased) ออกจากค่าประมาณการของประชากร ก็ต่อเมื่อการศึกษา meta-analysis ได้รวบรวมค่าประมาณการของผลกระทบมาจากทุกงานวิจัยที่เกิดขึ้น หรือมีการสุ่มตัวอย่างผลกระทบแบบ random จากกลุ่มประชากรซึ่งก็คือทุกงานวิจัยที่เกิดขึ้น แต่เมื่อไรก็ตามที่มีความลำเอียงในการเลือกตีพิมพ์งานวิจัย จะทำให้เกิดการบิดเบือนไม่ว่าจะเป็นค่าผลกระทบที่ไม่ได้รับการถ่วงน้ำหนักหรือได้รับการถ่วงน้ำหนักก็ตาม และแม้ว่าค่าประมาณการ random effect จะดูเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าเพราะมีการถ่วงน้ำหนักที่ดีกว่าเมื่อมี heterogeneity แต่เมื่อมีปัญหาความลำเอียงในการเลือกตีพิมพ์งานวิจัย ค่าประมาณการ random effect จะมีความลำเอียงมากกว่าค่าประมาณการ fixed effect ดังนั้น เราจะไม่สามารถสรุปผลกระทบจากค่าเฉลี่ยเหล่านี้ได้เลย จนกระทั่งปัญหาความลำเอียงในการเลือกตีพิมพ์งานวิจัยได้รับการทดสอบและถูกขจัดไปแล้วเท่านั้น

### 3.2.5 ปัญหาความลำเอียงในการเลือกตีพิมพ์งานวิจัย (Publication selection bias)

แม้ว่าการทำวรรณกรรมปริทัศน์ของงานวิจัยในเรื่องที่ต้องการศึกษาจะมีการทำอย่างครบถ้วน แต่ข้อสรุปที่ได้อาจจะไม่ได้เป็นผลกระทบที่แท้จริง ถ้าหากงานศึกษาปฐมภูมิมีปัญหาความลำเอียงในการเลือกผลประมาณการเพื่อตีพิมพ์งานวิจัย เนื่องจากกระบวนการในการเผยแพร่ผลงานวิจัยเองนั้น อาจส่งผลให้มีความลำเอียงเกิดขึ้น เช่น การเลือกที่จะเผยแพร่แต่การศึกษาที่ผลกระทบมีนัยสำคัญทางเศรษฐศาสตร์ (economic significance) และค่าความแม่นยำทางสถิติ (statistical significance) สูงเท่านั้น โดย Card and Kruger (1995) ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา publication selection ไว้ดังต่อไปนี้

1. บรรณาธิการของวารสารทางวิชาการและ reviewers อาจมีแนวโน้มในการตอบรับงานวิจัยเพื่อการตีพิมพ์เฉพาะงานที่ให้ผลสอดคล้องกับข้อสรุปตาม conventional หรือตามนโยบายของวารสารที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว
2. นักวิจัยมีแนวโน้มที่จะรายงานเฉพาะผลวิจัยที่สอดคล้องกับข้อสรุปตาม conventional หรือนโยบายของแต่ละวารสาร เพื่อที่จะได้รับการตอบรับในการตีพิมพ์ การไม่รายงานผลที่อาจจะต่างออกไปจากมุมมอง conventional นำไปสู่องค์ประกอบของผลวิจัยที่บิดเบือนไป (fallacy of composition)
3. ทั้งบรรณาธิการของวารสารทางวิชาการและ reviewers รวมถึงนักวิจัยเองมีแนวโน้มที่จะยอมรับในผลการศึกษาที่มีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติมาก่อน เรียกว่า “Selective reporting bias”

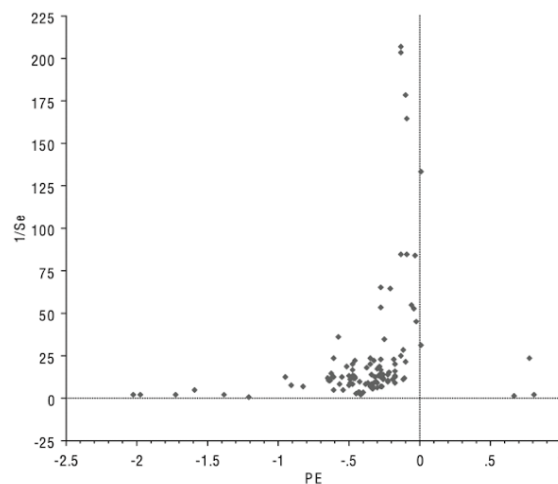
#### 3.2.5.1 การใช้ funnel plot เพื่อชี้ถึงการเกิด publication selection

ค่าประมาณการที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุดจะอยู่ในส่วนบนของ funnel plot นั่นคือจะเป็นค่าประมาณการที่ถูกกระทบน้อยที่สุดด้วย publication selection เนื่องจากความแม่นยำสูง จะทำให้มี

โอกาสที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่ำ ดังนั้น funnel plot สามารถแสดงให้เห็นถึงการมีอยู่ของ publication selection ได้ด้วยรูปแบบของการกระจายตัวของข้อมูล จากตัวอย่างการศึกษา meta-analysis ที่มีแนวโน้มว่าจะไม่มี publication selection แสดงดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของผลของการศึกษานั้นมีความหลากหลาย และค่าความแม่นยำก็มีความหลากหลาย แต่ก็มีสมมาตรระหว่างการศึกษที่ได้ผลลบและผลบวก ที่สำคัญ จะเห็นได้ว่าการศึกษาที่มีค่าความแม่นยำต่ำ (ค่า standard error สูง) จะมีช่วงการกระจายตัวของ effect size มากกว่าการศึกษาที่มีค่าความแม่นยำสูง (ค่า standard error ต่ำ)

ทั้งนี้ ตัวอย่าง funnel plot ของการศึกษา meta-analysis ที่มีแนวโน้มที่จะมี publication selection แสดงดังรูป 3.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่า กราฟไม่มีความสมมาตร โดยผลการศึกษาส่วนใหญ่ที่มีค่าความแม่นยำสูงจะมีค่า PE เป็นลบ ในขณะที่การศึกษาที่ให้ค่า PE เป็นบวกแทบจะไม่ค่าใดที่มีความแม่นยำสูง

รูปที่ 3. 4 funnel plot



ที่มา: Dalhuisen et al (2003).

### 3.2.5.2 การวัด publication selection ด้วยแบบจำลอง Meta-regression

เนื่องจากการวัด publication selection ด้วย funnel plot นั้นแม้จะง่ายแต่อาจจะไม่แม่นยำ ดังนั้นแบบจำลอง meta-regression จึงมีความเหมาะสมกว่าในการระบุปัญหา publication selection กล่าวคือหากมี publication selection ขนาดของค่าประมาณการที่รายงานจะขึ้นอยู่กับขนาดของ standard error ดังนั้นจะได้ว่า

$$effect_i = \beta_0 + \beta_1 SE_i + \varepsilon_i$$

โดย  $\varepsilon_i$  คือ standard error ของการศึกษา  $i$  ซึ่งเราจะไม่คาดว่า  $\varepsilon_i$  ต้องมีคุณสมบัติ iid (independently identically distributed) นั่นคือ เราจะไม่สมมติฐานว่าการกระจายตัวของ  $effect_i$  จะต้องเป็นการกระจายตัวแบบปกติ แต่หากมีจำนวนการศึกษาจำนวนมาก ก็อาจจะทำให้  $\varepsilon_i$  มีคุณสมบัติ iid ได้ สังเกตว่า เมื่อ standard error เข้าใกล้ศูนย์ ค่า Expectation ของ  $effect_i$  จะเข้าสู่ค่าผลกระทบที่แท้จริง  $\beta_0$

จากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่าความแปรปรวนของผลกระทบที่หลากหลายในแต่ละ specification นำไปสู่ความแปรปรวนที่หลากหลายของ  $\varepsilon_i$  ด้วย ที่เรียกว่าการมี heteroskedasticity ดังนั้น การประมาณค่าด้วยแบบจำลอง OLS จะไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ประมาณการแบบจำลอง Meta-regression อย่างแน่นอน ดังนั้น weighted least square จะถูกนำมาใช้ โดยเมื่อกำหนดให้ น้ำหนักของการประมาณค่าคือ ค่า standard error ของแต่ละการศึกษา ( $SE$ ) จะได้ว่า

$$\frac{effect_i}{SE_i} = \frac{\beta_0}{SE_i} + \frac{\beta_1 SE_i}{SE_i} + \frac{\varepsilon_i}{SE_i}$$

โดย  $\frac{effect_i}{SE_i} \equiv t_i$  และ  $\frac{\varepsilon_i}{SE_i} \equiv v_i$

$$t_i = \beta_1 + \beta_0 \left( \frac{1}{SE_i} \right) + v_i$$

ซึ่ง  $\frac{1}{SE_i}$  คือค่าความแม่นยำ

และเมื่อใช้ค่าความแปรปรวนเป็นน้ำหนัก กล่าวคือ กำหนดให้

$$effect_i = \beta_0 + \beta_1 SE_i^2 + \varepsilon_i \quad \text{จะได้ว่า}$$

$$t_i = \beta_1 SE_i + \beta_0 \left( \frac{1}{SE_i} \right) + v_i$$

การแก้ปัญหา publication selection จะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

#### ขั้นตอนที่ 1 การทำ Funnel-asymmetry testing (FAT)

$$\text{จาก } t_i = \beta_1 SE_i + \beta_0 \left( \frac{1}{SE_i} \right) + v_i$$

สมมติฐานหลักของการทดสอบ FAT จากแบบจำลอง meta-regression คือการทดสอบ  $H_0: \beta_1 = 0$  นั่นคือ การทดสอบว่ามี publication selection หรือไม่ ซึ่งเทียบเท่ากับการทดสอบว่า Funnel graph มีความสมมาตรหรือไม่ หากปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0: \beta_1 = 0$  หมายความว่ามีการ publication selection ในการวิเคราะห์ meta-analysis หากพิจารณาจุดที่ 3.5 แกนนอนคือค่า  $SE_i$  และแกนตั้งคือ  $estimates_i$  จะเห็นว่า แต่ละจุด scatter plot แสดงแต่ละผลการศึกษา ไม่ได้มีการกระจายตัวแบบสมมาตรหากใช้เส้นตรงที่กำหนดค่าประมาณการเดิม เพื่อให้เกิดความสมมาตร เส้นตรงดังกล่าวจะต้องถูกเลื่อนขึ้นไปเพื่อลดค่า



ความแปรปรวน นั่นคือ ค่า  $\beta_1$  เป็นบวก และสะท้อนว่าเกิด publication selection ยิ่งค่าสัมบูรณ์ของ  $\beta_1$  มีค่ามากเท่าไร ยิ่งสะท้อนถึง publication selection ที่มากเท่านั้น กล่าวคือ ยิ่งค่า  $\beta_1$  มากกว่า 0 เท่าไร สะท้อนว่าการรายงานผลการศึกษามีค่าที่สูงเกินที่เป็นจริงเท่านั้น ในขณะที่ยิ่งค่า  $\beta_1$  น้อยกว่า 0 เท่าไร หมายถึงการรายงานผลการศึกษานั้นมีค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง

### ขั้นตอนที่ 2 การทำ Precision-effect testing (PET)

หลังจากการทดสอบ publication selection แล้ว กล่าวคือ ได้มีการใส่เทอม  $\beta_1 SE_i$  ในแบบจำลอง meta-regression แล้ว จึงจะทำการทดสอบว่าตัวแปรที่สนใจมีผลกระทบเชิงประจักษ์ที่แท้จริงหรือไม่ นอกเหนือจากการบิดเบือนค่าผลกระทบที่แท้จริงที่อาจเกิดขึ้นจากการมี publication selection

สมมติฐานหลักของการทดสอบ PET จากแบบจำลอง meta-regression คือ  $H_0: \beta_0 = 0$  หากปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั้นหมายความว่าในการวิเคราะห์ meta-analysis นั้นตัวแปรที่สนใจส่งผลกระทบที่แท้จริง ประเด็นที่สำคัญต่อมาคือ หลังจากที่เรายอมรับว่ามีปัญหา publication selection แล้ว อะไรคือผลกระทบเชิงประจักษ์ที่แท้จริงในเรื่องที่เราสนใจอยู่ กล่าวคือ เรากำลังพิจารณาที่ขนาดของ  $\beta_0$  ว่ามีนัยสำคัญทางเศรษฐศาสตร์ (economic significance) หรือไม่ กล่าวคือ แม้จะผ่านการทดสอบ PET แล้ว และมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากค่าสัมประสิทธิ์  $\beta_0$  มีค่าน้อยมาก ผลการศึกษานั้นก็จะไม่ได้ถูกให้ความสำคัญในเชิงนโยบาย

### ขั้นตอนที่ 3 การทำ Precision-effect estimate ด้วย SE (PEESE)

ขั้นตอนนี้เป็นการแก้ไขปัญหา publication selection bias โดยใช้ค่าความแปรปรวนเป็นตัวถ่วงน้ำหนักของค่าผลกระทบประมาณการ เพื่อขจัดปัญหา heteroskedasticity เหตุผลคือ เมื่อค่าประมาณการมี standard error ขนาดใหญ่ ส่งผลให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องได้ค่าประมาณการผลกระทบที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นเพื่อให้ค่าประมาณการนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ยิ่งค่าความแปรปรวนสูงเท่าไร ยิ่งมีความจำเป็นที่จะต้องมีความสัมพันธ์ขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มขนาดของค่า t-stat จึงทำให้เกิดความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่าผลกระทบที่รายงานกับค่า standard error ขึ้น นี่เป็นเหตุผลเบื้องหลังว่าทำไมงานวิจัยที่มีความแม่นยำต่ำ หรือมี standard error สูง จึงมีแนวโน้มที่จะรายงานค่าผลกระทบที่สูงเกินค่าที่แท้จริง เพื่อให้ได้ผลประมาณการที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อให้ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์ และเป็นที่มาของการเกิด publication selection bias ในขณะการศึกษาที่มีความแม่นยำสูงหรือมีค่า standard error ต่ำ ไม่จำเป็นจะต้องได้ค่าประมาณการผลกระทบที่มีค่าสูงกว่า standard error มาก ก็เพียงพอที่จะทำให้ได้ขนาดของค่า t-stat ใหญ่เพียงพอ

### Partial correlation coefficient (PCC)

เนื่องจากการทำ meta-analysis นั้นคือการรวบรวมผลการศึกษางานวิจัยที่หลากหลาย ความแตกต่างของตัวแปรที่ใช้วัดในแต่ละการศึกษาจึงมีอยู่ เช่น ในวรรณกรรมปริทัศน์เกี่ยวกับแบบจำลองการเติบโตทางเศรษฐกิจจะวัดการขยายตัวของเศรษฐกิจด้วยตัวแปรที่แตกต่างกันไปในแต่ละงานวิจัย เช่น บางงานวิจัยใช้

การขยายตัวของ GDP ทั้งหมด บางงานวิจัยใช้การขยายตัวของ GDP ต่อหัว เป็นต้น เพื่อกำจัดความแตกต่างดังกล่าว ค่า PCC จึงถูกนำมาใช้แทนค่า effect size หรือค่า t-statistics โดย ค่า PCC สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PCC_i = \frac{t_i}{\sqrt{t_i^2 + df_i}}, -1 \leq PCC \leq 1$$

โดย  $df_i$  คือค่า degree of freedom ของแต่ละการศึกษา และ  $-1 \leq PCC_i \leq 1$

ค่า standard error ของค่า  $PCC_i$  สามารถหาได้ดังนี้

$$SE(PCC_i) = \sqrt{\frac{1 - PCC_i^2}{df_i}}$$

ซึ่งค่า  $PCC_i$  และ  $SE(PCC_i)$  จะถูกนำมาใช้เพื่อการประมาณการในแบบจำลอง meta-regression แทนการใช้ค่า t-statistics และค่า standard error ในงานวิจัยนี้

### 3.2.6 Within-studies dependence

ในกรณีที่งานวิจัยมีการรายงานค่าประมาณการหลายตัว เป็นผลดีกับการทำ meta-regression analysis เพราะทำให้การวิเคราะห์มีความแม่นยำขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าประมาณการหลายตัวที่มาจากงานวิจัยเดียวกันอาจจะได้รับอิทธิพลร่วมกันจากปัจจัยที่มองไม่เห็นหรือที่ไม่ได้มีการรายงานอย่างชัดเจน อาทิ คุณภาพของงานวิจัย ทักษะของผู้วิจัย แหล่งทุนของงานวิจัย หรือแม้กระทั่งการตีความหรือความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ของผู้ทำวิจัย เหล่านี้ทำให้เกิด dependence ในค่าประมาณการหลายตัวที่มาจากงานวิจัยเดียวกัน ดังนั้นการเกิด dependence นี้จำเป็นต้องมีการระบุและแก้ไขเพื่อให้เกิดความถูกต้องของผลการวิเคราะห์แบบจำลอง meta-regression

เพื่อที่จะขจัดปัญหาดังกล่าว ง่ายที่สุดและ conservative ที่สุด คือการเฉลี่ยค่าของผลกระทบทั้งหมดในแต่ละงานวิจัย อย่างไรก็ตาม วิธีนี้คือการลด degree of freedom ส่งผลให้ค่า statistical power ลดน้อยลง ดังนั้นจึงมีเหตุผลเพียงพอที่จะเก็บค่าประมาณการหลายตัวในงานวิจัยเดียวกันไว้เพื่อเพิ่มนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้แบบจำลอง meta-regression ประกอบไปด้วยจำนวนค่าประมาณการที่แตกต่างจากแต่ละงานวิจัย เรียกว่า unbalanced panel models

$$effect_{is} = \beta_0 + \beta_1 SE_{is} + v_s + \varepsilon_{is}$$

โดย  $S$  บ่งชี้ว่ามาจากการศึกษา  $S$  ดังนั้น  $is$  บ่งชี้ว่าเกี่ยวข้องกับ estimates ที่  $i$  จากการการศึกษา  $S$  ซึ่งในแบบจำลอง meta-regression นี้ได้เพิ่ม  $v_s$  เข้ามา ซึ่งสะท้อนค่าผลกระทบที่เกิดจากสิ่งที่มองไม่เห็น

(unobserved study effects) ที่เกิดในการศึกษาเดียวกันและส่งผลต่อ  $effect_{is}$  โดยสมมติให้เป็นได้ทั้ง random effect หรือ fixed effect

โดยเมื่อให้นำหน้าด้วย standard error จะได้แบบจำลอง meta-regression ดังนี้

$$t_{is} = \beta_1 + \beta_0 \left( \frac{1}{SE_{is}} \right) + \mu_s + v_{is}$$

อาจมองได้ว่าแต่ละงานวิจัยเป็นเหมือน cluster หนึ่งๆ เพราะฉะนั้น จึงยอมให้มี dependence ในกลุ่มค่าประมาณการที่อยู่ในงานวิจัยเดียวกัน ดังนั้น cluster robust standard error ควรจะถูกนำมาใช้ เมื่อมีการ code ค่าผลกระทบหลายตัวในงานวิจัยเดียวกัน

### 3.3 การวิเคราะห์เชิงประจักษ์ (Empirical analysis)

เพื่อให้ผู้อ่านมีความสะดวกในการอ่านงานวิจัยนี้อย่างเป็นลำดับขั้น วิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ จะถูกนำเสนอในหัวข้อที่ 8.1 ส่วนที่ 2 ที่อธิบายการวิเคราะห์แบบ panel และในหัวข้อที่ 10.1 ในส่วนที่ 3 ที่อธิบายการวิเคราะห์แบบ time series

# ส่วนที่ 1

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและ  
อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยโดยวิธี Meta-regression

## บทที่ 4

### ข้อมูล

ในบทที่ 4 นี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนที่ 4.1 จะกล่าวถึงกระบวนการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งเป็นการรวบรวมผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ meta-analysis ในบทที่ 5 ต่อไป นอกจากนี้ ในส่วนที่ 4.2 จะได้แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของงานศึกษาปฐมภูมิด้วยสถิติและแผนภาพเบื้องต้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการศึกษาที่รวบรวมมาจากกระบวนการในส่วนที่ 4.1

#### 4.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

##### 4.1.1 การสืบค้นงานวิจัยเป้าหมาย

ได้ทำการสืบค้นงานวิจัยทั้งที่มีการตีพิมพ์และไม่ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการโดยจำกัดเฉพาะงานวิจัยภาษาอังกฤษที่สามารถเข้าถึงได้ทาง online เท่านั้น โดยใช้ search engine คือ Econlit, JSTOR, EBSCO, Google Scholar, RePEc, SSRN, SSCI, Scopus, NBER, Working paper และคำสำคัญ (keywords) ที่ใช้ในการค้นหา คือ R&D, R&D Input, R&D Output, Economic growth, Economic performance, TFP, GDP, GDP growth, developing countries, Emerging countries, Africa, Innovation, Knowledge production ในขั้นนี้ได้งานวิจัยมาทั้งสิ้น 118 ชิ้น

##### 4.1.2 เงื่อนไขการคัดเลือกรงานวิจัย (Inclusion/Exclusion Criteria)

เพื่อวิเคราะห์ meta-analysis ของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศและการวิจัยพัฒนา

- 4.1.2.1 ครอบคลุมเฉพาะงานศึกษาปฐมภูมิที่มีการระบุตัวแปรตามที่สะท้อนอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็น growth rate โดยตรง หรือหากเป็นการใช้ตัวแปร level คือ  $\ln Y_t$  จะต้องมิตอม  $\ln Y_{t-1}$  เป็นตัวแปรอิสระด้วย กล่าวคือจะตัดงานวิจัยที่ใช้ตัวแปร GDP ที่เป็น level ออกไป แม้ในตัวอย่างงานวิจัยจะกล่าวถึงการขยายตัวทางเศรษฐกิจก็ตาม
- 4.1.2.2 ครอบคลุมเฉพาะงานศึกษาปฐมภูมิที่มีการระบุตัวแปรตาม คือ GDP ทั้งระดับประเทศ ระดับจังหวัดภูมิภาค หรือระดับภาคการผลิต แต่ไม่ครอบคลุมงานศึกษาปฐมภูมิที่ใช้ข้อมูลระดับบริษัท เนื่องจากกรอบทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นกรอบการวิเคราะห์ทางด้านมหภาค
- 4.1.2.3 ครอบคลุมเฉพาะงานศึกษาปฐมภูมิที่มีการกล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาเป็นตัวแปรอิสระ กล่าวคืองานวิจัยนั้น ๆ ต้องมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D อย่างน้อย 1 ตัว

- 4.1.2.4 เนื่องจากงานวิจัยกำหนดขอบเขตการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศและการวิจัยพัฒนาของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาเท่านั้น ดังนั้นงานศึกษาปฐมภูมิต้องมีการใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนาอย่างน้อย 1 ประเทศ โดยการจัดกลุ่มประเทศอ้างอิงจาก World Economic Situation and Prospects (2020) โดย United Nation (UN) และการกำหนดเพิ่มเติมโดยผู้วิจัย ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.
- 4.1.2.5 ไม่มีการจำกัดกรอบทางด้านเวลา เนื่องจากงานศึกษาปฐมภูมิที่อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาค่อนข้างจำกัดเมื่อเทียบกับงานวิจัยส่วนใหญ่ที่มักใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ OECD
- 4.1.2.6 ไม่มีการจำกัดลักษณะของการตีพิมพ์กล่าวคือ ครอบคลุมทั้งการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ บทในหนังสือ วิทยานิพนธ์ และ working papers ที่ปรากฏในรูปแบบ online
- 4.1.2.7 ครอบคลุมเฉพาะงานศึกษาปฐมภูมิที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ (ส่วนหนึ่งเป็นเพราะงานวิจัยที่ใช้ภาษาของประเทศนั้นมักจะไม่ได้รับการกลั่นกรองจาก peer reviews ประกอบกับการแปลภาษาของงานวิจัยทั้งฉบับมีต้นทุนค่าใช้จ่ายและเวลาที่สูงมาก)
- 4.1.2.8 ครอบคลุมเฉพาะงานศึกษาปฐมภูมิที่มีการรายงานข้อมูลผลกระทบหรือสามารถคำนวณผลกระทบเองได้อย่างชัดเจน หากไม่สามารถหาผลกระทบนั้นได้ จะติดต่อไปที่ผู้เขียนงานศึกษาปฐมภูมิเพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าว หากไม่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้เขียนงานศึกษาปฐมภูมิ งานวิจัยนั้นจะถูกคัดออกไป

จากขั้นตอนนี้ทำให้จำนวนงานวิจัยที่จะมาทำการศึกษาต่อจำนวน 79 ชิ้น

#### 4.1.3 สร้าง coding protocol

- 4.1.3.1 โดยเริ่มจากข้อมูลทั่วไปพื้นฐานอ้างอิงจากงานวิจัย meta-analysis ที่มีก่อนหน้า ได้ลักษณะต่าง ๆ เบื้องต้นทั่วไปที่ควรจะต้องมีการเก็บข้อมูล อาทิ ลักษณะต่าง ๆ ของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย วิธีการประมาณการเบื้องต้น ลักษณะขนาดของผลกระทบ และกลุ่มตัวแปรควบคุมที่ได้จากการทำวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวกับปัจจัยที่กำหนดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ สร้างเป็น coding protocol เบื้องต้น ในการจำแนกลักษณะแต่ละอย่างในแต่ละงานวิจัยที่ถูกเลือกมากลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มแรก
- 4.1.3.2 ทำการสุ่มเลือกงานวิจัยมาครั้งละ 1 งาน และผู้วิจัยแต่ละคนแยกไปจำแนกลักษณะแต่ละอย่างในแต่ละงานวิจัยโดยใช้ coding protocol ล่าสุด หลังจากนั้นจะมีการประชุมเพื่อรวบรวมความเห็นถึงตัวแปรที่น่าจะเพิ่มเข้ามาหรือยุบออกไป และสร้างเป็น coding protocol ใหม่ และสุ่มเลือกงานวิจัยขึ้นมาอีก 1 งาน ทำตามกระบวนการดังกล่าวไปเรื่อย ๆ จนได้ coding protocol ที่คิดว่าสมบูรณ์ที่สุดเพื่อไปใช้กับงานวิจัยทั้งหมดต่อไป โดยในขั้นตอนนี้ได้มีการพัฒนา

ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง coding protocol ทั้งสิ้นจำนวน 9 ครั้ง coding protocol สุดท้ายอยู่ในภาคผนวก ข.

สรุป coding protocol ที่ใช้ในการระบุกลุ่มตัวแปร moderator ต่าง ๆ ดังนี้

**a. ลักษณะของการตีพิมพ์ ประกอบด้วย**

- i. ชื่อผู้วิจัย
- ii. สังกัดของผู้วิจัย
- iii. แหล่งเงินทุนการทำวิจัย ว่าผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐบาล/บริษัทหรือไม่
- iv. ปีที่ตีพิมพ์
- v. การตีพิมพ์อยู่ในวารสารวิชาการหรือไม่
- vi. คุณภาพของบทความที่วัดจาก citations ต่องานวิจัยต่อปี
- vii. คุณภาพของวารสารที่งานวิจัยได้รับการตีพิมพ์ วัดจาก ค่า H-Index รายงานใน Scimago Journal & Country Rank (SJR) database (<http://www.scimagojr.com/>)

**b. ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนั้น ๆ โดยรวม ประกอบด้วย**

- i. ค่ากลางของปีที่ข้อมูลถูกจัดเก็บ
- ii. จำนวนปีทั้งหมดที่ข้อมูลครอบคลุม
- iii. ข้อมูลเป็นของประเทศเดียวหรือกลุ่มประเทศ
- iv. จำนวนหน่วยข้อมูลทั้งหมด
- v. จำนวนของประมาณการ (number of specifications) ที่ใช้ในงานวิจัยนั้น ๆ ซึ่งจะนับเฉพาะงานวิจัยที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
  1. มีตัวแปรตามที่สะท้อนอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ไม่ว่าจะเป็น growth rate โดยตรง หรือกรณีที่ใช้ตัวแปร level คือใช้  $\ln Y_t$  จะต้องมีเทอม  $\ln Y_{t-1}$  เป็นตัวแปรอิสระด้วย
  2. อย่างน้อยต้องมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D 1 ตัว
  3. อย่างน้อยต้องใช้ข้อมูลจากประเทศกำลังพัฒนา 1 ประเทศ
- vi. ชนิดของข้อมูลที่เก็บ เป็นในรูปแบบ cross section, time series หรือ panel

**c. ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละ specification ที่รายงานในงานศึกษาปฐมนุญ**

- i. จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติของแต่ละ specification นั้น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะใช้ค่า  $n$  หรือ degree of freedom ที่รายงานในตอนล่างของแต่ละคอลัมน์ในตารางผลวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ หากไม่มีจะทำการคำนวณเอง
- ii. ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Location) หลักๆของกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ใน specification นั้น ๆ โดยจำแนกเป็น 7 กลุ่ม คือ Africa, East Asia, South Asia, Western Asia, Latin America and the Caribbean, EU13, Economies in Transition
- iii. สัดส่วนจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประเทศกำลังพัฒนาต่อจำนวนประเทศทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละ specification

#### d. วิธีการประมาณค่า (estimates method)

ได้มีการเพิ่มเติมวิธีการประมาณค่า เมื่อมีการอ่านงานวิจัยเพิ่มเติมขึ้นเรื่อย ๆ ทำได้สุดท้ายได้มีการแบ่งย่อยเป็น 8 กลุ่มด้วยกัน คือ

- i. Standard OLS
- ii. Dynamic OLS
- iii. Fixed Effects Panel
- iv. Random Effects Panel
- v. Dynamic Panel, Panel Cointegration, GMM
- vi. Instrumental Variable (Iv), 2sls Estimates
- vii. Time Series Analysis
- viii. Bayesian

#### e. ตัวแปรหลักๆที่สนใจ คือ

- i. ตัวแปรตาม คือ อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยแบ่งลักษณะย่อย ๆ ไว้ 3 ประการ คือ
  1. รายงานเป็นอัตราการขยายตัวของ GDP ทั้งหมด หรือ GDP ต่อแรงงาน/ประชากร
  2. รายงานเป็นอัตราการขยายตัวของ GDP โดยตรง หรือใช้ GDP LOG LEVEL
  3. GDP ที่ใช้ เป็น GDP รวม หรือแยกรายภาค
- ii. ตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรที่ถูกนำมาใช้เพื่อเป็น proxy ของ R&D ในที่นี้ เราได้จำแนกตัวแปร R&D ออกเป็นสองหมวดใหญ่ คือ R&D Inputs และ R&D Outputs และในแต่ละหมวดนี้ยังจำแนกออกเป็นอีก 3 กลุ่มย่อย คือ i) รายงานเป็นจำนวน (amount) หรือสัดส่วน (ratio) ii) รายงานเป็น



จำนวนรวมทั้งหมดของประเทศ หรือแยกรายภาค เช่นแยกเป็น R&D ภาครัฐบาลกับเอกชน หรือแยกเป็นภาคเทคโนโลยี/บริการ/การเงิน เป็นต้น และ iii) รายงานเป็น level หรือ อัตราการขยายตัว

1. R&D Inputs ถูกแบ่งออกเป็นอีก 3 หมวดย่อย คือ

- a. R&D Expenditures หาก specification นั้น ๆ ใช้ข้อมูลการใช้จ่ายของรัฐบาลในหมวดหมู่ R&D ซึ่งตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่ตรงที่สุด
- b. ในภาค R&D หาก specification นั้น ๆ ใช้ข้อมูลแรงงานในภาคการผลิต R&D เป็นตัว proxy ของ R&D เช่น สัดส่วนจำนวนของนักวิทยาศาสตร์ต่อประชากร 1 ล้านคน จำนวนของแรงงานในภาคเทคโนโลยี จำนวนของการลงทะเบียนเรียนในภาคเทคโนโลยีหรือวิทยาศาสตร์
- c. Others R&D Inputs ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D Inputs ใด ๆ ก็ตามที่ไม่ได้มีการระบุชัดเจนว่าเป็นการใช้จ่ายหรือจำนวนแรงงานในภาค R&D ข้างต้น จะถูกรวมในหมวดนี้ อาทิ ระดับการคุ้มครองสิทธิบัตรที่เป็นตัว proxy ของระดับการใช้จ่ายในหมวดหมู่ R&D และดัชนีที่ประกอบด้วยข้อมูลการใช้จ่ายในหมวดหมู่ R&D และข้อมูลแรงงานในภาคการผลิต R&D

2. R&D Outputs ถูกแบ่งออกเป็นอีก 3 หมวดย่อย คือ

- a. Innovation หาก specification นั้น ๆ ใช้ข้อมูลนวัตกรรม อาทิ จำนวนการจดสิทธิบัตร จำนวนลิขสิทธิ์ ซึ่งตัวแปรนวัตกรรมนี้เป็นตัวแปร R&D ด้าน Outputs ที่ตรงที่สุด
- b. Publication หาก specification นั้น ๆ ใช้จำนวนการตีพิมพ์ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- c. Others R&D Outputs ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D Outputs ใด ๆ ก็ตามที่ไม่ได้มีการระบุชัดเจนว่าเป็นนวัตกรรมหรือการตีพิมพ์ในภาค R&D ข้างต้น จะถูกรวมในหมวดนี้ อาทิ มูลค่าการส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงทั้งในเชิงสัมพัทธ์และสัมบูรณ์ และมูลค่าการส่งออกสินค้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

**f. ขนาดของผลกระทบ (Effect Sizes)** ในส่วนนี้จะระบุทั้งค่าขนาดของผลกระทบ ค่า Standard Error ค่า t-value และ ค่าความแม่นยำ (Precision) ของการรายงานผลกระทบของตัวแปร R&D แต่ละตัวจำนวน 6 กลุ่มข้างต้น

สำหรับ specification ที่มีตัวแปร R&D มากกว่า 1 ตัว จะนับแยกผลกระทบของตัวแปร R&D แต่ละตัวนั้นเป็นแต่ละ estimates ซึ่งการวิเคราะห์ meta regression บทที่ 5 จะได้ระบุการให้น้ำหนักกับตัวแปรในระดับ estimates และ studies ที่แตกต่างกัน

g. ตัวแปรควบคุม (Control variables) ที่ใช้ในงานศึกษาปฐมนุญ ในส่วนนี้จะไม่มีการจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มย่อยดังเช่นการจำแนกลักษณะของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D จะสรุปเพียงว่าแต่ละ specification ในแต่ละงานวิจัยมีการใส่ตัวแปรในด้านต่อไปนี้เพื่อเป็นตัวแปรควบคุมหรือไม่

- i. ตัวแปรด้านทุนกายภาพ (Physical Capital) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ
  1. ตัวแปรทุนกายภาพที่เป็น Flow variable อาทิ การลงทุนในสินทรัพย์คงที่ การลงทุนอุปกรณ์เพื่อการผลิต สัดส่วนการลงทุนในประเทศ เป็นต้น
  2. ตัวแปรทุนกายภาพที่เป็น Stock variable
- ii. ตัวแปรด้านแรงงาน (Labor) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยตามที่ใช้ในทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ คือ
  1. Raw Labor หาก specification นั้น ๆ มีการรายงานจำนวนของคนทำงานกว้าง ๆ อาทิ อัตราของคนที่ทำงานต่อประชากรทั้งหมด อัตราการขยายตัวของประชากร
  2. Effective Labor หาก specification นั้น ๆ มีการรายงานจำนวนของคนทำงานที่มีการปรับด้วยคุณภาพหรือความชำนาญแล้ว หรือสัดส่วนของประชากรที่พูดภาษาต่างประเทศได้ เป็นต้น
- iii. ตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับทุนมนุษย์ (Human Capital) ซึ่งโดยทั่วไปจะครอบคลุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ health และ education แต่ในที่นี้ทุนมนุษย์ จะเกี่ยวข้องกับการศึกษาเท่านั้น โดยแบ่งย่อยเป็นตัวแปรที่สะท้อนถึง
  1. การศึกษาขั้นพื้นฐาน (Basic education) หาก specification นั้น ๆ มีการรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา หรือ อัตราการอ่านออกเขียนได้ (literacy rate)
  2. การศึกษาขั้นสูง (Advanced education) หาก specification นั้น ๆ มีการรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา
  3. การศึกษาอื่น ๆ (Other education) หาก specification นั้น ๆ มีการรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษานอกเหนือจากสองข้อแรก อาทิ จำนวนปีเฉลี่ยของการศึกษา ดัชนีชี้วัดการพัฒนาของมนุษย์ (human development index) เป็นต้น
- iv. ตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้จ่ายของรัฐบาล (Government Spending) เท่านั้น โดยแบ่งย่อยเป็น
  1. ตัวแปรที่สะท้อนถึงการบริโภคของรัฐบาล (Government Consumption)
  2. ตัวแปรที่สะท้อนถึงการลงทุนของรัฐบาล (Government Investment) ครอบคลุมการลงทุนใด ๆ ที่ก่อให้เกิดผลิตภาพในการผลิตนอกเหนือจากภาค R&D เช่น การลงทุนในการศึกษา สาธารณูปโภค
- v. การกระจายของความรู้ (Knowledge Spillovers) ครอบคลุมตัวแปรที่สะท้อนการกระจายของความรู้ทางด้านการผลิตข้ามประเทศ โดยแบ่งย่อยออกเป็น 3 หมวดคือ

1. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ หรือ FDI (Foreign Direct Investment)
  2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการค้า ทั้งการค้าทั่วไป อาทิ อัตราเปิดของประเทศ (trade openness ratio) การค้าที่เกี่ยวข้องกับภาคที่ใช้เทคโนโลยีสูง เป็นต้น
  3. ตัวแปรแรงโน้มถ่วง (gravity) ครอบคลุมถึงตัวแปรใด ๆ ก็ตามที่สะท้อนปัจจัยต่าง ๆ ในประเทศเพื่อนบ้านที่ไม่ได้มีการระบุความสัมพันธ์กับประเทศที่ทำการศึกษายอย่างชัดเจน ว่าเป็นการค้าขายกัน หรือลงทุนโดยตรง ตัวอย่างเช่น ตัวแปร R&D ของประเทศใกล้เคียง
- vi. ตัวแปรที่สะท้อนปัจจัยทางด้านสังคมเศรษฐกิจโดยรวม (Socio-Economic Factors)
1. ตัวแปรกลุ่มเศรษฐกิจมหภาค (Macroeconomic) อาทิ อัตราการว่างงาน อัตราเงินเฟ้อ การขาดดุลการคลัง ดัชนีตลาดหุ้น เป็นต้น
  2. ตัวแปรกลุ่มสถาบัน (Institution) อาทิ ดัชนีชี้วัดการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual property rights index) หลักนิติธรรม (Rule of Law) ดัชนีการรับรู้ปัญหาการคอร์รัปชัน (corruption perception index) เสรีภาพพลเมือง (Civil liberties) การเป็นเมืองขึ้นของประเทศใดในยุคล่าอาณานิคม ศาสนา เป็นต้น
  3. ตัวแปรที่สะท้อนการเข้าถึงเทคโนโลยี (Technology access) อาทิ จำนวนของผู้ใช้อินเทอร์เน็ต ดัชนีชี้ระดับเทคโนโลยี หรือโครงสร้างทางด้านสาธารณูปโภคด้านข้อมูล
  4. ตัวแปรที่สะท้อนตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Geological) อาทิ ตัวแปรที่ระบุภูมิภาค เส้นละติจูด
  5. ตัวแปรที่สะท้อนระดับการพัฒนาประเทศ เช่น ระดับ GDP ของประเทศในปีใดปีหนึ่ง
  6. ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ (Interaction term) ระหว่างตัวแปรใด ๆ กับตัวแปรใด ๆ ก็ตาม
  7. ตัวแปรระบุช่วงเวลาเฉพาะเจาะจง (Time break) อาทิ ตัวแปรหุ่นที่ระบุช่วงเวลาสงคราม การปฏิวัติ หรือวิกฤตการเงิน
- vii. คุณภาพของงานวิจัย (Research Quality) แบ่งเป็นสองส่วน คือ คุณภาพของแต่ละ estimates และคุณภาพรวม ๆ ของงานวิจัยนั้น ๆ
1. คุณภาพของแต่ละ estimates ประกอบด้วย 4 ด้านด้วยกัน คือ
    - a. คุณภาพด้านจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์เศรษฐกิจมิติใน estimates นั้น ๆ โดยกำหนดให้เป็นคุณภาพดี หากขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 30 ตัวอย่าง
    - b. คุณภาพของข้อมูลที่น่ามาใช้เป็น proxy ของตัวแปร R&D โดยกำหนดให้เป็นคุณภาพดีหากมีการใช้ตัวแปรที่ชัดเจนอย่างน้อย 1 ตัวแปรใน specification นั้น เช่น ตัวแปรการใช้จ่ายด้าน R&D หรือจำนวนนักวิทยาศาสตร์ หรือจำนวนนวัตกรรม

- c. คุณภาพด้านการควบคุมปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลกระทบต่อ R&D โดยกำหนดให้เป็นคุณภาพดีหากมีการใช้ตัวแปรควบคุมที่ชัดเจนมากกว่า 2 ตัวแปรใน specification นั้น ๆ
  - d. คุณภาพของวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ รวมถึงการระบุ statistical test การปรับปรุงต่าง ๆ ทางเศรษฐมิติที่เหมาะสมตามแต่ละวิธีการที่เลือกใช้ โดยทำการเปรียบเทียบภายใน subgroup เดียวกัน
2. คุณภาพโดยรวมของงานวิจัย ประกอบด้วยคุณภาพ 7 ด้าน คือ
- a. คุณภาพของการทำวรรณกรรมปริทัศน์
  - b. คุณภาพของการอธิบายสมมติฐานของงานวิจัย
  - c. คุณภาพของการอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัย
  - d. คุณภาพของการอธิบายการวัดตัวแปร R&D
  - e. คุณภาพของการอธิบายวิธีการวิจัย
  - f. คุณภาพของการอธิบายตัวแปรควบคุม
  - g. คุณภาพของการอธิบายผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ

#### 4.1.4 วิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของงานศึกษาปฐมภูมิด้วย coding protocol ที่สร้างในข้อ 4.1.3

- 4.1.4.1 ในช่วงเวลาระหว่างเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม 2564 coder ได้ทำการอ่านและวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของงานศึกษาปฐมภูมิด้วย protocol โดยในแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิ การอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่
- a) ข้อมูลทั่วไปของงานวิจัย ประกอบด้วย i) ลักษณะของการตีพิมพ์ ii) ลักษณะของข้อมูล ที่ใช้ในงานวิจัยนั้น ๆ โดยรวม iii) ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละ specification ที่รายงานในงานศึกษาปฐมภูมิ iv) การวิเคราะห์คุณภาพของงานวิจัยด้านจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และคุณภาพโดยรวม ได้แก่ ด้านคุณภาพของการทำวรรณกรรมปริทัศน์ ด้านคุณภาพของการอธิบายสมมติฐานของงานวิจัย และคุณภาพของการอธิบายกรอบแนวคิดของการวิจัย
  - b) ข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรและวิธีการทางเศรษฐมิติ ประกอบด้วย i) วิธีการประมาณค่า ii) ตัวแปรหลัก ๆ ที่สนใจ iii) ขนาดของผลกระทบ iv) ตัวแปรควบคุม v) การวิเคราะห์คุณภาพของงานวิจัยด้านคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้เป็น proxy ของตัวแปร R&D ด้านการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อ R&D ด้านคุณภาพของวิธีทางเศรษฐมิติ และคุณภาพโดยรวม ได้แก่ ด้านคุณภาพของการอธิบายการวัดตัวแปร R&D คุณภาพของการอธิบายวิธีการวิจัย คุณภาพของการอธิบายตัวแปรควบคุม และคุณภาพของการอธิบายผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ

การแบ่งย่อยงานวิจัยเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ coder มีความเชี่ยวชาญ (specialize) ในส่วนใดส่วนหนึ่งของการอ่านงานศึกษาปฐมภูมิ โดยไม่จำเป็นต้องอ่านและวิเคราะห์รวมทั้งบทความงานวิจัย โดยในแต่ละส่วนย่อยจะมีการกำหนดผู้ coder อย่างน้อยส่วนละ 2 คน โดยแต่ละคนจะไม่ทราบว่ามีใครได้ทำการวิเคราะห์งานวิจัยใด ในส่วนย่อยใด ทั้งนี้ coder แต่ละคนจะกรอกข้อมูลในไฟล์ส่วนตัว ทำให้ในแต่ละงานวิจัยจะมีจำนวน coder รวมตั้งแต่ 2-4 คน จากจำนวน coder ทั้งหมด 7 คน ซึ่งชื่อของ coder แต่ละคนจะถูกกำหนดด้วยหมายเลข 1-7

นอกจากนี้ coder แต่ละคนยังทำการเก็บรวบรวมสถิติด้านเวลาที่ใช้ในการอ่านและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4. 1** ข้อมูลเวลาที่มากที่สุดและน้อยที่สุดในการกรอกข้อมูลตาม coding protocol ในแต่ละส่วนย่อยของงานศึกษาปฐมภูมิ (หน่วย: นาที)

| รหัส<br>coder | ส่วน a              |                     |                      |                                | ส่วน b              |                                                                 |                      |                                 |
|---------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
|               | เวลาที่ใช้มากที่สุด |                     | เวลาที่ใช้น้อยที่สุด |                                | เวลาที่ใช้มากที่สุด |                                                                 | เวลาที่ใช้น้อยที่สุด |                                 |
|               | เวลา<br>(นาที)      | รหัสของ<br>งานวิจัย | เวลา<br>(นาที)       | รหัสของ<br>งานวิจัย            | เวลา<br>(นาที)      | รหัสของ<br>งานวิจัย                                             | เวลา<br>(นาที)       | รหัสของ<br>งานวิจัย             |
| 1             | 60                  | 28*<br>(19, 107)    | 6                    | 46*<br>(34, 55)                | 65                  | 28*<br>(19, 107)                                                | 10                   | 29*, 77***<br>(13, 11); (42, 0) |
| 2             | 75                  | 73**<br>(31, 0)     | 15                   | 61*<br>(38, 27)                | 60                  | 53*, 49*, 56*, 11*<br>(20, 11); (12, 75);<br>(22, 5); (18, 120) | 15                   | 43*<br>(13, 0)                  |
| 3             | 80                  | 51*<br>(13, 10)     | 15                   | 75***<br>(38, 0)               | 80                  | 62**<br>(39, 0)                                                 | 20                   | 57*<br>(17, 85)                 |
| 4             | 78                  | 16*<br>(5, 51)      | 5                    | 3*<br>(18, 3)                  | 51                  | 45*<br>(25, 40)                                                 | 15                   | 12*<br>(11, 76)                 |
| 5             | 240                 | 33*<br>(22, 68)     | 30                   | 40*, 60*<br>(13, 17); (29, 85) | 80                  | 31*<br>(7, 0)                                                   | 12                   | 77***<br>(42, 0)                |
| 6             | 66                  | 31*<br>(7, 0)       | 30                   | มากกว่า 10<br>งานวิจัย         | 53                  | 10*<br>(18, 85)                                                 | 13                   | 79****<br>(22, 0)               |
| 7             | 35                  | 8*<br>(17, 52)      | 20                   | 70***<br>(35, 0)               | 54                  | 30*<br>(24, 55)                                                 | 10                   | 75***<br>(38, 0)                |

หมายเหตุ: i) กำหนดให้ \* แทนงานวิจัยในวารสาร (journal) \*\* แทน working paper \*\*\* แทนวิทยานิพนธ์ และ \*\*\*\* แทนงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ii) ข้อมูลจำนวนหน้า และดัชนี H-index รายงานในวงเล็บ ตามลำดับ

iii) กรณีที่ระบุว่ามีมากกว่า 10 งานวิจัย ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในวารสาร เนื่องจากมีปริมาณงานวิจัยที่สอดคล้องมาก จึงไม่รายงานข้อมูลในรายละเอียด

iv) รายละเอียดของข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแต่ละรหัสงานวิจัยสามารถอ้างอิงได้จาก ภาคผนวก ค.

จากตาราง พบว่า ส่วน a ใช้เวลามากที่สุด 240 นาที และน้อยที่สุด 5 นาที และส่วน b ใช้เวลามากที่สุด 80 นาที และน้อยที่สุด 10 นาที ซึ่งสามารถตั้งข้อสังเกตได้ดังต่อไปนี้

- a) งานวิจัยที่ไม่ได้รับการตีพิมพ์ เช่น วิทยานิพนธ์ หรืองานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี จะใช้เวลาในการอ่านและวิเคราะห์ (coding) น้อยกว่างานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ ได้แก่ งานวิจัยในวารสาร และงานวิจัยขององค์กรอย่างเป็นทางการ ได้แก่ working paper แม้ว่าวิทยานิพนธ์จะมักมีความยาวของเนื้อหาตาม ก็เป็นไปได้ว่างานวิจัยจากวิทยานิพนธ์หรือนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีความไม่ซับซ้อน ทั้งในด้านเนื้อหา และระเบียบวิธีทางเศรษฐมิติ กอปรกับการรายงานทุกอย่างโดยละเอียดเพราะจำนวนหน้าไม่มีการจำกัด จึงทำให้ coder อ่านและวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยง่าย
- b) เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านและวิเคราะห์ระหว่างงานวิจัยในวารสาร และ working paper ซึ่งความซับซ้อนของงานมักจะอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน พบว่างานวิจัยในวารสารมีแนวโน้มที่จะใช้เวลาในการอ่านน้อยกว่า ซึ่งข้อสันนิษฐานที่สำคัญคือ ระเบียบวิธีในการตรวจงานและย่อเนื้อหา ก่อนได้รับการตีพิมพ์ช่วยให้งานวิจัยในวารสารมีความกระชับรัด ได้ใจความ ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ coder อ่านและวิเคราะห์ได้รวดเร็วกว่า working paper ที่มีความยาวกว่ามาก
- c) เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการอ่านและวิเคราะห์งานวิจัยในกลุ่มวารสารด้วยกัน พบว่าคุณภาพของงานวิจัยซึ่งสามารถประมาณการได้จากดัชนี H-index มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการอ่านและวิเคราะห์ โดยงานวิจัยที่มีค่า H-index สูง และมีคุณภาพสูงมักใช้ระยะเวลาในการอ่านและวิเคราะห์นานกว่างานวิจัยที่มีค่า H-index ต่ำ ทั้งนี้สาเหตุที่คาดว่าจะเป็นไปได้คือ งานวิจัยที่มีคุณภาพสูง แม้ว่าอาจมีความยาว และเนื้อหาไม่มาก แต่มีความซับซ้อนในด้านแนวคิด และกระบวนการทางเศรษฐมิติ ซึ่งทำให้ coder ต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์เพื่อให้เข้าใจงานวิจัยอย่างถ่องแท้ด้วยระยะเวลาที่ยาวนานกว่า
- d) โดยภาพรวมแล้ว ความยาวของงานวิจัย ซึ่งวัดโดยจำนวนหน้าของงานวิจัย ไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนกับระยะเวลาในการอ่านและวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้ปัจจัยที่สำคัญกว่าดังที่กล่าวข้างต้น ได้แก่ ประเภทของงานวิจัย และคุณภาพของงานวิจัย

4.1.4.2 เมื่อทุกงานวิจัยได้รับการ coding เรียบร้อยแล้ว จะมีการตรวจสอบและแก้ไข coding ต่าง ๆ

- ในขั้นแรก จะตรวจสอบจำนวน specification ที่สรุปโดยแต่ละ coder ของแต่ละส่วนย่อยของแต่ละงานวิจัยว่าเท่ากันหรือไม่ และถึงแม้จะเท่ากัน ยังต้องตรวจสอบในรายละเอียดว่า หมายเลขของแต่ละ specification สือถึง สมการเศรษฐกิจเดียวกันหรือไม่
- หลังจากนั้นจะนำข้อมูลการวิเคราะห์ของแต่ละ coder มารวมกันในไฟล์กลางและทำการเปรียบเทียบผลว่ามีความเหมือนกัน หรือแตกต่างกันน้อยเพียงใด โดยพิจารณาค่า Agreement rates ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของ จำนวนของผลที่มีความสอดคล้องกันต่อจำนวนของ specification ทั้งหมด

ตารางที่ 4. 2 สรุป Agreement rates

|                 | Mean  | SD   | Min   | Max   |
|-----------------|-------|------|-------|-------|
| Agreement rates | 85.3% | 8.4% | 38.8% | 96.6% |

ตารางที่ 4.2 แสดง agreement rate เฉลี่ยจากการศึกษาทั้งหมดหลังจากการ coding จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของ agreement rate ค่อนข้างสูงที่ร้อยละ 85.3 ทั้งนี้ข้อสังเกตจากงานวิจัยที่ได้ agreement rate ต่ำ พบว่า สาเหตุหลักเกิดจากการรวบรวมจำนวน estimates ที่แตกต่างกันระหว่าง coder ทำให้ข้อมูลที่ได้มีการเรียงลำดับ estimates ต่างกัน ส่งผลให้ agreement rate อยู่ในระดับต่ำ การตรวจสอบแก้ไขจะทำให้จนกระทั่ง agreement rate เท่ากับ 100% ดังนั้นการรายงานค่า agreement rate ถือว่ามีความสำคัญอย่างมาก ที่ทำให้การรวบรวมผลการศึกษาเป็นไปได้อย่างถูกต้อง และมีระบบ

## 4.2 รายละเอียดข้อมูลของงานศึกษาปฐมภูมิ (primary research)

### 4.2.1 สรุปสถิติข้อมูลลักษณะของงานวิจัยและลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญ

เนื่องจากแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิ (primary studies) มีจำนวน specification ที่แตกต่างกัน และในแต่ละ specification ในบางงานวิจัย ยังมีการระบุตัวแปร R&D มากกว่า 1 ตัวด้วย ทำให้การระบุค่าสัมประสิทธิ์ผลกระทบของตัวแปร R&D ที่มีต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจในแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิ มีจำนวนมากน้อยไม่เท่ากัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ meta-regression analysis จะถูกจำแนกเป็นสองการวิเคราะห์อย่างชัดเจน คือ

- 1) **weight 1** การให้ estimates แต่ละตัวเป็นกลุ่มตัวอย่างอย่างเท่าเทียมกัน นั่นคือ การกำหนดให้น้ำหนักของแต่ละ estimates ในแต่ละ specification ของแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิเท่ากัน
- 2) **weight 2** การให้แต่ละงานศึกษาปฐมภูมิมีน้ำหนักเท่ากัน ไม่ว่างานศึกษาปฐมภูมินั้นจะมีเพียง specification และตัวแปร R&D ตัวเดียว หรือ มีหลาย specification และมีตัวแปร R&D มากกว่า 1

ตัวต่อแต่ละ specification กล่าวคือจะมีการกำหนดให้แต่ละ estimate ในแต่ละ specification ของแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิที่มีจำนวน specification มากกว่าหนึ่ง และ/หรือมีจำนวน estimate มากกว่าหนึ่ง มีน้ำหนักลดลงตามสัดส่วน เป็นการถ่วงน้ำหนักเพื่อให้แต่ละงานศึกษาปฐมภูมิน้ำหนักเท่าเทียมกัน

งานศึกษาปฐมภูมิ (primary studies) ทั้งหมดที่ถูกนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์ meta-regression มีจำนวนทั้งหมด 79 ชิ้น อย่างไรก็ตาม แต่ละงานวิจัย มีจำนวน specification ที่แตกต่างกัน และในแต่ละ specification ในบางงานวิจัย ยังมีการระบุตัวแปร R&D มากกว่า 1 ตัวด้วย กล่าวคือ จำนวน estimates ต่องานวิจัยมีตั้งแต่ 1 estimate ถึง 62 estimates ได้ว่า จำนวน estimates ทั้งหมดเท่ากับ 680 estimates

**ตารางที่ 4. 3** ตารางสรุปสถิติข้อมูลลักษณะของงานวิจัยและลักษณะต่าง ๆ ในระดับ Estimates (680 estimates)

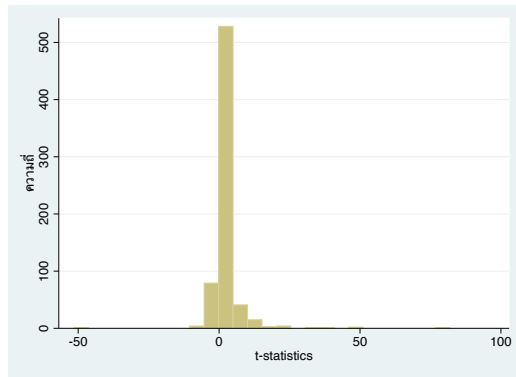
|                                                                       | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าน้อยสุด<br>(Min) | ค่ามากที่สุด<br>(Max) |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| ปีที่ตีพิมพ์                                                          | 2012      | 8.086                | 1992                | 2021                  |
| จำนวนการอ้างอิงต่องานวิจัยต่อปี                                       | 9.204     | 12.135               | 0                   | 69.357                |
| คุณภาพของวารสารที่งานวิจัยได้รับการตีพิมพ์                            | 64.088    | 68.342               | 0                   | 238                   |
| ค่ากลางของปีที่ข้อมูลถูกจัดเก็บ                                       | 1996.4    | 10.978               | 1972.5              | 2010                  |
| จำนวนหน่วยข้อมูลทั้งหมด                                               | 46.393    | 32.493               | 1                   | 166                   |
| จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติของแต่ละ estimate นั้น ๆ | 360.787   | 520.22               | 10                  | 3052                  |
| จำนวนตัวแปร R&D Inputs                                                | 1.007     | 0.708                | 0                   | 4                     |
| จำนวน R&D Outputs                                                     | 0.649     | 0.895                | 0                   | 3                     |
| คะแนนคุณภาพของ Estimates                                              | 4.118     | 0.92                 | 1                   | 5                     |

ตารางที่ 4.3 แสดงสถิติข้อมูลของงานศึกษาปฐมภูมิ และลักษณะต่าง ๆ พบว่างานศึกษาปฐมภูมิที่เก่าที่สุดที่นำมาทำการวิเคราะห์ MRA คือปี 1992 และงานศึกษาปฐมภูมิที่ใหม่ที่สุดคือปี 2021 มีคุณภาพของวารสารที่ได้รับการตีพิมพ์ (H-index) ตั้งแต่ 0 ถึง 238 ซึ่งในแต่ละ estimate การใช้ตัวแปร R&D inputs น้อยที่สุด 0 ตัวแปร มากที่สุดที่ 4 ตัวแปร ในขณะที่ R&D outputs น้อยที่สุดที่ 0 ตัวแปร และมากที่สุดที่ 3 ตัวแปร

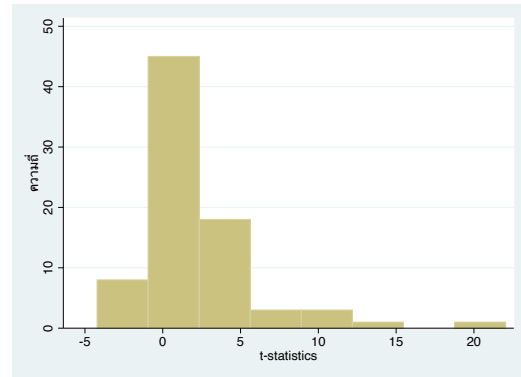


แปร และจาก 680 estimates มีค่าเฉลี่ยของคะแนนคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 4.118 รูปที่ 4.1 และ 4.2 แสดงค่าการแจกแจงของค่า t-statistics ในระดับ estimates และระดับ studies ตามลำดับ

รูปที่ 4. 1 Histograms ของค่า t-statistics ในระดับ Estimates



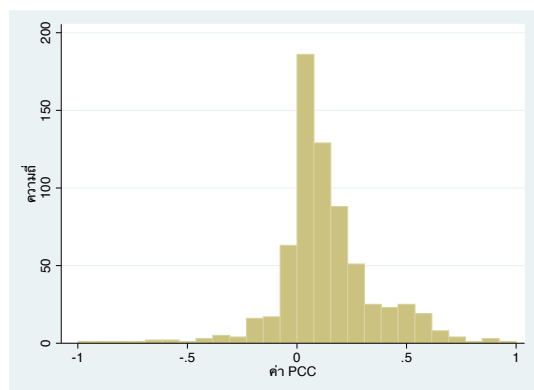
รูปที่ 4. 2 Histogramsของค่า t-statistics ในระดับ Studies



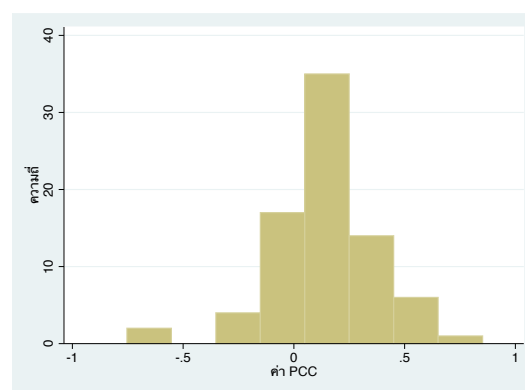
จากรูป 4.1 แสดงถึงช่วงความถี่ของค่า t-statistics ในระดับ estimates พบว่าการกระจายตัวมีลักษณะเบ้ขวา โดยค่ามัธยฐาน (median) และค่าความเบ้ (skewness) ของ t-statistics ของข้อมูลระดับ estimates มีค่าบวกที่ 1.5 และ 5.116. ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล t-statistics ในระดับ studies ดังแสดงในรูป 4.2 พบรูปแบบการกระจายตัวที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีลักษณะเบ้ขวา โดยค่ามัธยฐาน และค่าความเบ้ ของ t-statistics ของข้อมูลระดับ studies มีค่าบวกที่ 1.415 และ 2.384. ตามลำดับ

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาค่า t-statistics ข้างต้น จะเห็นได้ว่าแม้ข้อมูลส่วนใหญ่จะกระจุกที่ค่าบวก ใกล้ศูนย์ แต่ก็มี outliers ขนาดใหญ่จำนวนหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้ค่า partial correlation coefficient (PCC) แทน โดยรูป 4.3 และ 4.4 แสดงการกระจายตัวของค่า PCC ที่เข้าใกล้ normal distribution มากขึ้น โดยค่าความเบ้ของ PCC ของข้อมูลระดับ estimates มีค่าบวกที่ 0.012 และ ระดับ studies มีค่าลบที่ 0.595 และค่ามัธยฐาน ของ PCC ของข้อมูลระดับ estimates และ ระดับ studies มีค่าบวกที่ 0.096 และ 0.105 ตามลำดับ

รูปที่ 4. 3 Histograms ของค่า PCC value ใน  
ระดับ Estimates



รูปที่ 4. 4 Histograms ของค่า PCC Value ใน  
ระดับ Studies



ตารางที่ 4. 4 ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิต่าง ๆ (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies)

|                                  | ค่าเฉลี่ย (Mean) |                 |         | ค่าต่ำสุด (Min) |          | ค่าที่สูงสุด (Max) |         |
|----------------------------------|------------------|-----------------|---------|-----------------|----------|--------------------|---------|
|                                  | N                | t-<br>statistic | PCC     | t-<br>statistic | PCC      | t-<br>statistic    | PCC     |
| ตัวแปรด้านลักษณะการตีพิมพ์       |                  |                 |         |                 |          |                    |         |
| แหล่งทุนเพื่อการศึกษาวิจัยทั่วไป | 597              | 2.477           | 0.142   | -51.4           | -0.999   | 81.815             | 0.999   |
|                                  | (67)             | (2.161)         | (0.138) | (-4.219)        | (-0.754) | (22.036)           | (0.852) |
| แหล่งเงินทุนจากรัฐหรือบริษัท     | 83               | 0.902           | 0.056   | -3.417          | -0.318   | 20.667             | 0.756   |
|                                  | (11)             | (1.946)         | (0.125) | (-2.935)        | (-0.194) | (14.583)           | (0.592) |
| ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ           | 575              | 2.395           | 0.132   | -51.4           | -0.999   | 81.815             | 0.999   |
|                                  | (62)             | (2.137)         | (0.133) | (-4.219)        | (-0.754) | (22.036)           | (0.852) |
| ไม่ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ     | 105              | 1.68            | 0.129   | -3.625          | -0.224   | 20.667             | 0.756   |
|                                  | (17)             | (2.024)         | (0.142) | (-3.625)        | (-0.176) | (14.583)           | (0.592) |
| ตีพิมพ์ก่อนปี 2007               | 516              | 2.578           | 0.124   | -51.4           | -0.999   | 81.815             | 0.999   |
|                                  | (61)             | (2.268)         | (0.119) | (-4.219)        | (-0.754) | (22.036)           | (0.852) |

|                    |      |         |         |          |          |         |         |
|--------------------|------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| ตีพิมพ์หลังปี 2007 | 164  | 1.364   | 0.152   | -1.76    | -0.43    | 5       | 0.745   |
|                    | (18) | (1.585) | (0.189) | (-1.257) | (-0.176) | (4.095) | (0.532) |

#### ลักษณะของข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

|                                    |      |         |         |          |          |          |         |
|------------------------------------|------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|
| ค่ากลางของข้อมูลที่เก็บก่อนปี 1997 | 395  | 2.314   | 0.126   | -51.4    | -0.999   | 81.815   | 0.999   |
|                                    | (52) | (2.33)  | (0.117) | (-4.219) | (-0.754) | (22.036) | (0.852) |
| ค่ากลางของข้อมูลที่เก็บหลังปี 1997 | 285  | 2.245   | 0.138   | -6.89    | -0.43    | 40       | 0.745   |
|                                    | (27) | (1.694) | (0.169) | (-3.907) | (-0.192) | (10.926) | (0.532) |
| ข้อมูลระดับประเทศ                  | 163  | 1.587   | 0.119   | -6.088   | -0.897   | 8.2      | 0.664   |
|                                    | (22) | (1.065) | (0.07)  | (-4.219) | (-0.754) | (4.487)  | (0.614) |
| ข้อมูลระดับกลุ่มประเทศ             | 517  | 2.505   | 0.135   | -51.4    | -0.999   | 81.815   | 0.999   |
|                                    | (57) | (2.516) | (0.16)  | (-3.907) | (-0.194) | (22.036) | (0.852) |
| ข้อมูลรูปแบบ panel                 | 532  | 2.571   | 0.126   | -51.4    | -0.999   | 81.815   | 0.999   |
|                                    | (57) | (2.553) | (0.138) | (-3.907) | (-0.194) | (22.036) | (0.852) |
| ข้อมูลรูปแบบ cross section         | 105  | 1.211   | 0.173   | -1.606   | -0.43    | 6.125    | 0.745   |
|                                    | (9)  | (1.573) | (0.215) | (-1.257) | (-0.176) | (4.095)  | (0.532) |
| ข้อมูลรูปแบบ time Series           | 43   | 1.37    | 0.09    | -6.088   | -0.897   | 5        | 0.623   |
|                                    | (12) | (0.335) | (0.047) | (-4.219) | (-0.754) | (3.56)   | (0.614) |

|   | ค่าเฉลี่ย (Mean) |     | ค่าต่ำสุด (Min) |     | ค่าที่สูงสุด (Max) |     |
|---|------------------|-----|-----------------|-----|--------------------|-----|
| N | t-               | PCC | t-              | PCC | t-                 | PCC |
|   | statistic        |     | statistic       |     | statistic          |     |

#### วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

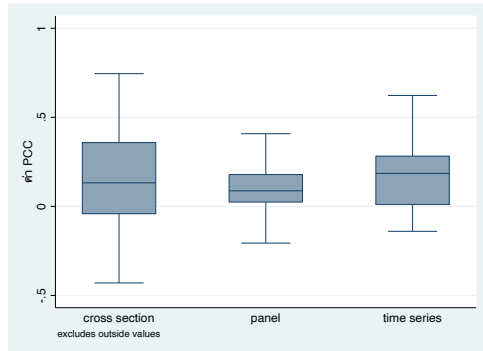
|              |      |         |         |          |          |          |         |
|--------------|------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|
| Standard OLS | 216  | 1.427   | 0.146   | -6.088   | -0.897   | 11.403   | 0.852   |
|              | (22) | (1.483) | (0.144) | (-4.219) | (-0.754) | (11.403) | (0.852) |
| Dynamic OLS  | 24   | 10.926  | 0.215   | 1.846    | 0.04     | 40       | 0.659   |

|                                            |      |          |         |           |          |          |         |
|--------------------------------------------|------|----------|---------|-----------|----------|----------|---------|
|                                            | (1)  | (10.926) | (0.215) | (-10.926) | (-0.215) | (10.926) | (0.215) |
| Fixed effect Panel                         | 145  | 1.751    | 0.107   | -6.16     | -0.379   | 11.994   | 0.588   |
|                                            | (14) | (1.108)  | (0.074) | (-3.625)  | (-0.139) | (4.487)  | (0.243) |
| Random effect Panel                        | 53   | 3.307    | 0.187   | -1.316    | -0.098   | 12.529   | 0.605   |
|                                            | (6)  | (1.309)  | (0.09)  | (-1.303)  | (-0.098) | (2.887)  | (0.276) |
| Dynamic Panel, Panel Cointegration,<br>GMM | 190  | 1.909    | 0.106   | -6.89     | -0.35    | 21       | 0.769   |
|                                            | (24) | (2.563)  | (0.14)  | (-3.907)  | (-0.192) | (14.583) | (0.592) |
| Instrumental Variable (Iv), 2sls Estimates | 13   | 0.598    | 0.052   | -0.14     | -0.024   | 3.552    | 0.302   |
|                                            | (1)  | (0.085)  | (0.011) | (0.085)   | (0.011)  | (0.085)  | (0.011) |
| วิธีการอื่น ๆ                              | 38   | 4.771    | 0.153   | -51.4     | -0.999   | 81.815   | 0.999   |
|                                            | (7)  | (3.888)  | (0.186) | (-0.900)  | (-0.157) | (22.036) | (0.53)  |

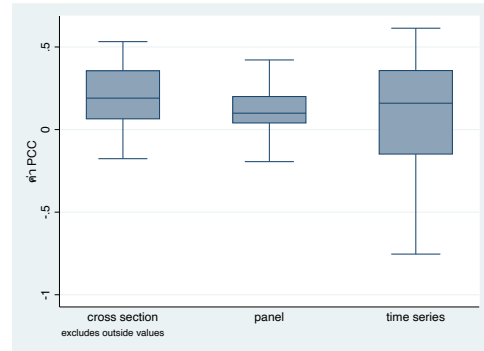
ตารางที่ 4.4 รายงานค่าสถิติเบื้องต้นของค่า t-statistic และ PCC ทั้งระดับ estimates และระดับ studies ของงานศึกษาปฐมนิเทศที่ถูกรวบรวมไปในด้านต่าง ๆ จะสังเกตว่าค่า t-statistic และ PCC ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปในอัตราเดียวกัน เนื่องจากการคำนวณ PCC มี Degree of freedom เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของ PCC ระดับ estimates ในการจำแนกกลุ่มงานวิจัยปฐมนิเทศ พบว่าหากงานวิจัยนั้นได้รับทุนวิจัยจากแหล่งศึกษาและได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการหลังปี 2007 ใช้ข้อมูลระดับกลุ่มประเทศรูปแบบ cross section และใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Dynamic OLS จะมีแนวโน้มในการรายงานค่าผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า

เมื่อพิจารณาค่ามัธยฐานประเภทของข้อมูล คือ cross-section, panel และ time series ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6 พบว่า ค่ามัธยฐานของ PCC ของข้อมูลทุกกลุ่มใกล้เคียงกันมาก และพบว่าการกระจายตัวของข้อมูลประเภท panel จะมีการกระจายตัวต่ำที่สุดทั้งในระดับ estimates และ studies

รูปที่ 4. 5 PCC value ระหว่างประเภทข้อมูล  
ในระดับ Estimates

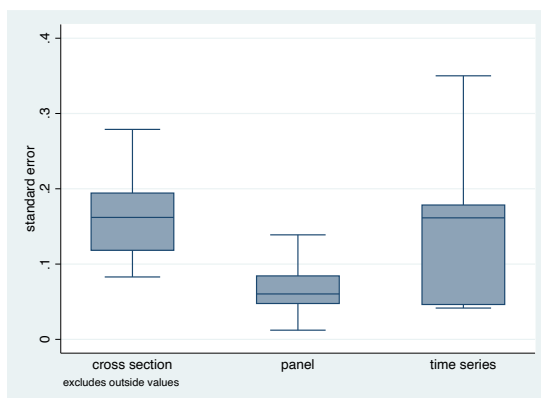


รูปที่ 4. 6 PCC value ระหว่างประเภทข้อมูล  
ในระดับ Studies

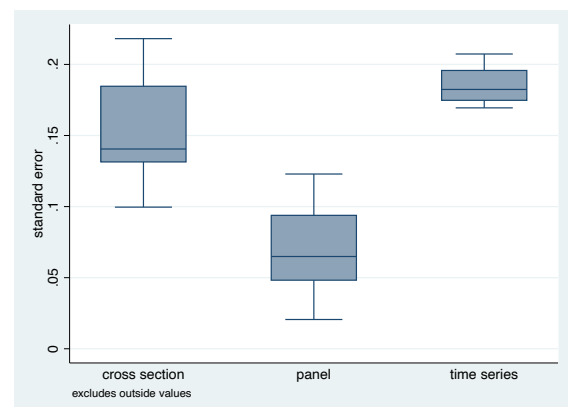


หากพิจารณาค่ามัธยฐานของ standard errors ของ estimates ของงานศึกษาปฐมภูมิที่ใช้ข้อมูลแบบ Panel มีค่าต่ำกว่างานศึกษาปฐมภูมิที่ใช้ข้อมูลแบบ cross section และ time series อย่างไรก็ดี พบว่างานศึกษาปฐมภูมิที่ใช้ข้อมูลแบบ time series มีการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนกว้างที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.7 แต่เมื่อพิจารณาในระดับ studies ดังแสดงในรูปที่ 4.8 จะเห็นว่า งานศึกษาปฐมภูมิที่ใช้ข้อมูลแบบ panel ให้ค่า standard errors ที่ต่ำที่สุดอย่างชัดเจน

รูปที่ 4. 7 Standard error ระหว่างประเภทข้อมูลใน  
ระดับ Estimates

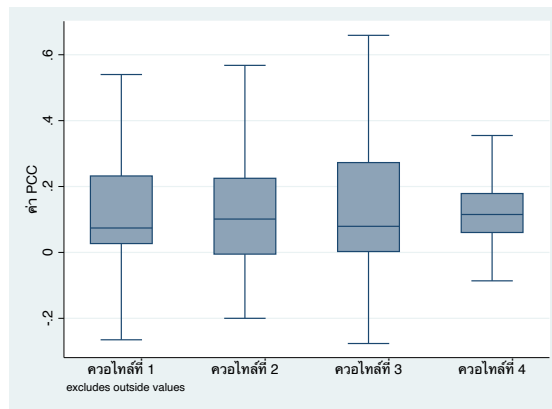


รูปที่ 4. 8 Standard error ระหว่างประเภทข้อมูลใน  
ระดับ Studies



รูปที่ 4.9 แสดงการกระจายตัวของค่า PCC โดยแบ่งตามจำนวนการอ้างอิงต่อปีของงานวิจัย โดยจำแนกตามควอไทล์ของงานศึกษาปฐมภูมิ ใน estimates พบว่าค่ามัธยฐานในแต่ละควอไทล์ของการ

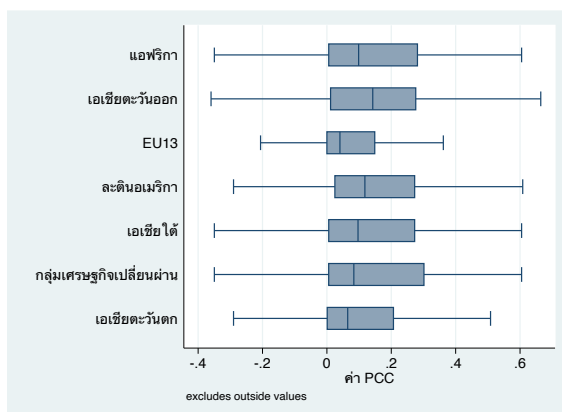
อ้างอิงต่อปีมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นการกระจายตัวของงานศึกษาที่มีการอ้างอิงต่อปีในควอไทล์ที่ 4 มีการกระจายตัวแคบของค่า PCC กว่าควอไทล์อื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด



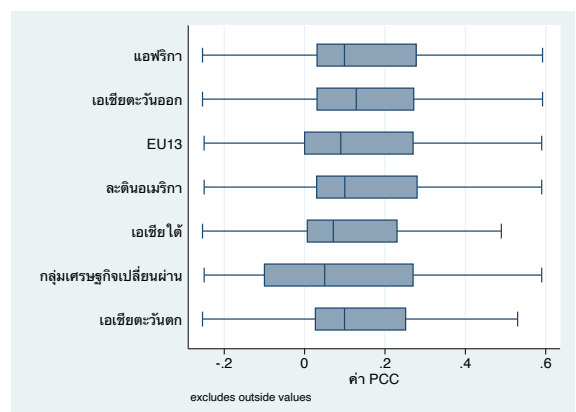
รูปที่ 4. 9 จำนวน Citations และค่า PCC (studies weight)

รูปที่ 4.10 แสดงการกระจายตัวของค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิ ในระดับ estimates โดยจำแนกข้อมูลออกเป็น 7 ภูมิภาค พบว่าค่ามัธยฐานของค่า PCC มีความใกล้เคียงกัน และพบว่าข้อมูลในภูมิภาค EU13 มีการกระจายตัวแคบที่สุด ในขณะที่ข้อมูลระดับ studies พบว่าการกระจายตัวของค่า PCC มีการกระจายคล้ายคลึงกันในทุกภูมิภาค และข้อมูลทุกภูมิภาคมีการกระจายตัวอย่างสมมาตร ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4. 10 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามภูมิภาค  
ในระดับ Estimates

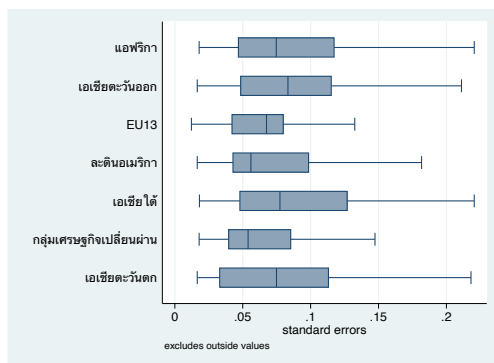


รูปที่ 4. 11 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตาม  
ภูมิภาค ในระดับ Studies

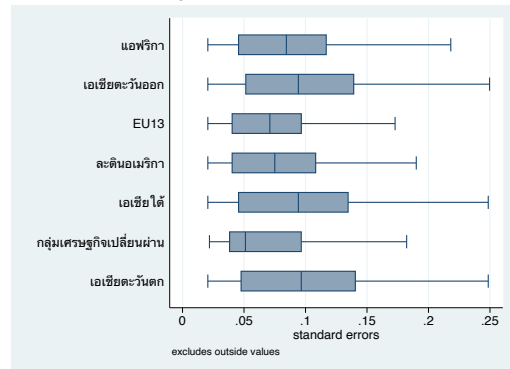


เมื่อพิจารณาค่า standard errors ของ estimates จากรูปที่ 4.12 พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะไม่สมมาตร กล่าวคือ ข้อมูลในฝั่งของค่าต่ำสุด (min) ถึง ควอไทล์ที่ 1 แคบกว่าฝั่งควอไทล์ที่ 3 ถึงค่าสูงสุด (max) และพบว่ากลุ่มภูมิภาค EU13 และกลุ่มเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่านมีการกระจายข้อมูลแคบกว่ากลุ่มอื่น ๆ และจากรูปที่ 4.13 ที่แสดงข้อมูลระดับ studies พบว่าความค่าความคลาดเคลื่อนในภูมิภาค EU13 ละตินอเมริกา และกลุ่มเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่านมีการกระจายของแคบกว่ากลุ่มอื่น ๆ เล็กน้อย

รูปที่ 4. 12 ความแตกต่างของค่า Standard errors  
แยกตามภูมิภาค ในระดับ Estimates



รูปที่ 4. 13 ความแตกต่างในค่า Standard errors  
แยกตามภูมิภาค ในระดับ Studies



จากตารางที่ 4.5 กลุ่มของตัวแปรที่เกี่ยวกับการขยายตัวของเศรษฐกิจ(ตัวแปรตาม) พบว่าตัวแปร GDP ตัวแรงงาน ของ estimates และ studies มีค่าเฉลี่ยของ t-stat ค่าเฉลี่ยของ GDP ทั้งหมด ในขณะที่ค่าเฉลี่ย PCC ของทั้งสองตัวแปรมีค่าที่ใกล้เคียงกับ และในส่วนของ GDP แยกรายภาคมีค่าเฉลี่ยของค่า t-stat ใน estimates ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ GDP รวมทุกภาคการผลิตอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามก็พบว่ามีกรณีวิจัยตั้งต้นที่ใช้ตัวแปร GDP แยกรายภาคเพียง 11 estimates หรือ 2 studies เท่านั้น ซึ่งต่อไปจะเป็นวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลตามลักษณะของตัวแปร GDP

**ตารางที่ 4. 5** ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิกลุ่มตัวแปรที่สะท้อนการขยายตัวของเศรษฐกิจ (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies)

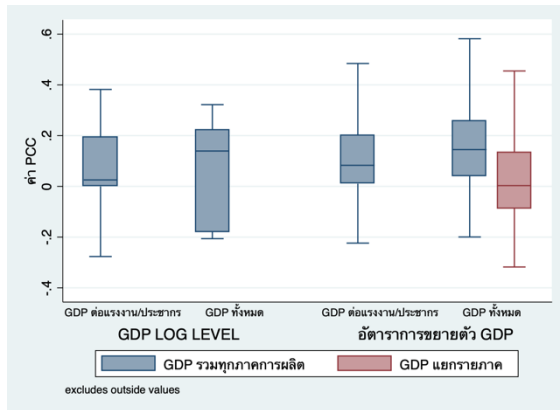
จากรูปที่ 4.14 แสดงการกระจายของค่า PCC ตามลักษณะของ GDP ของข้อมูลระดับ estimates โดยแท่งสีฟ้าแสดง GDP แยกรายภาค พบว่าค่ามัธยฐานของทุกตัวแปรมีค่าเป็นบวก ในขณะที่ GDP แยกราย

|                                 | N    | ค่าเฉลี่ย (Mean) |          | ค่าต่ำสุด (Min) |        | ค่าที่สูงสุด (Max) |        |
|---------------------------------|------|------------------|----------|-----------------|--------|--------------------|--------|
|                                 |      | t-statistic      | PCC      | t-statistic     | PCC    | t-statistic        | PCC    |
| GDP ต่อแรงงาน/ประชากร           | 493  | 2.538            | -0.507   | -6.89           | 0.922  | 50.375             | 0.131  |
|                                 | (42) | (2.816)          | (-0.176) | (-2.000)        | -0.592 | -22.036            | -0.182 |
| GDP ทั้งหมด                     | 187  | 1.619            | -0.999   | -51.4           | 0.999  | 81.815             | 0.132  |
|                                 | (31) | (1.287)          | (-0.754) | (-4.219)        | -0.852 | -11.403            | -0.088 |
| GDP LOG LEVEL                   | 117  | 2.249            | -0.507   | -6.89           | 0.922  | 50.375             | 0.102  |
|                                 | (14) | (3.235)          | (-0.192) | (-3.907)        | -0.53  | -22.036            | -0.133 |
| อัตราการขยายตัว GDP             | 563  | 2.292            | -0.999   | -51.4           | 0.999  | 81.815             | 0.137  |
|                                 | (63) | (1.953)          | (-0.754) | (-4.219)        | -0.852 | -14.583            | -0.139 |
| GDP รวมทุกภาคการผลิต            | 669  | 2.323            | -0.999   | -51.4           | 0.999  | 81.815             | 0.133  |
|                                 | (77) | (2.142)          | (-0.754) | (-4.219)        | -0.852 | -22.036            | -0.133 |
| GDP แยกรายภาค (Specific Sector) | 11   | -0.027           | -0.318   | -3.417          | 0.524  | 2.822              | 0.044  |
|                                 | (2)  | (0.987)          | (-0.055) | (-0.607)        | -0.49  | -2.581             | -0.217 |

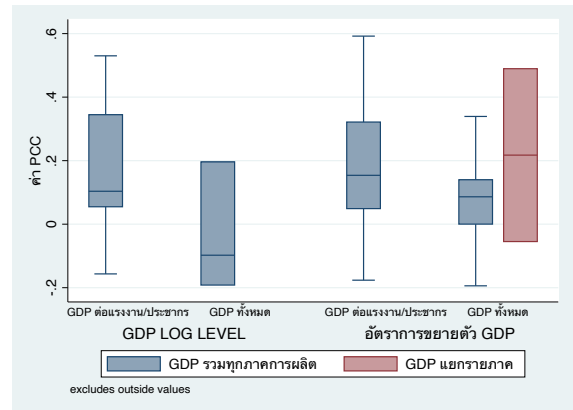
ภาคที่เป็นแท่งสีแดงมีค่าใกล้เคียงกับ 0 และการกระจายตัวของค่า PCC มีค่าใกล้เคียงกัน ในส่วนงานศึกษาปฐมภูมิละดับ studies จากรูปที่ 4.15 พบว่าค่ามัธยฐานของ GDP ทั้งหมดแบบ LOG LEVEL มีค่าลบเพียงค่าเดียว อย่างไรก็ตามพบว่า การกระจายตัวของข้อมูล GDP ทั้งหมด ทั้งแบบของ LOG LEVEL และอัตราการขยายตัว (growth) มีการกระจายตัวแคบกว่า GDP ต่อแรงงาน/ประชากร ในขณะที่ GDP แยกรายภาคที่เป็นแท่งสีแดง ในรูป 4.15 มีค่ามัธยฐานสูงกว่าค่า GDP รวมทุกภาคการผลิตทุกค่า



รูปที่ 4. 14 ความแตกต่างในค่า PCC value แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Estimates

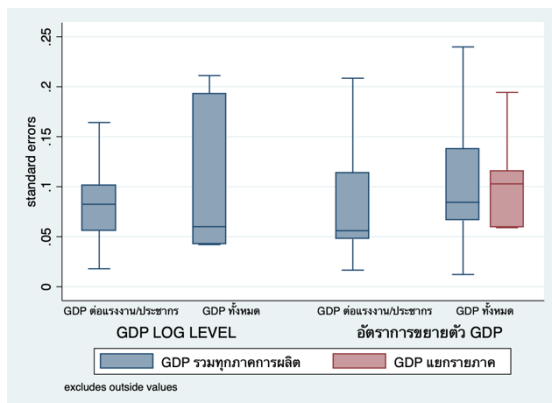


รูปที่ 4. 15 ความแตกต่างในค่า PCC value แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Studies

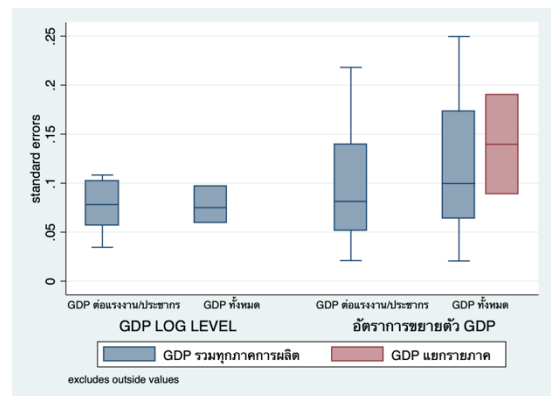


ในส่วนของค่า standard errors ของ estimates จากรูปที่ 4.16 พบว่าข้อมูลจากงานศึกษาปฐมภูมิที่ใช้ข้อมูลไม่ว่าจะเป็น GDP รวมทุกภาคการผลิต หรือ GDP แยกภาคการผลิตมีค่ามัธยฐานและการกระจายใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนในระดับ studies (รูปที่ 4.17) พบว่าข้อมูลจากงานศึกษาปฐมภูมิที่เป็น GDP LOG LEVEL มีการกระจายตัวต่างจากแคบกว่า studies ที่ใช้อัตราการขยายตัวของ GDP อย่างชัดเจน

รูปที่ 4. 16 ความแตกต่างใน Standard errors แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Estimates



รูปที่ 4. 17 ความแตกต่างใน Standard errors แยกตามตัวแปรของ GDP ในระดับ Studies



**ตารางที่ 4. 6** ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของงานศึกษาปฐมภูมิกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนวิจัยใน R&D และตัวแปรควบคุม (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies)

|                                                 |      | ค่าเฉลี่ย (Mean) |          | ค่าต่ำสุด (Min) |         | ค่าที่สูงสุด (Max) |        |
|-------------------------------------------------|------|------------------|----------|-----------------|---------|--------------------|--------|
|                                                 | N    | t-statistic      | PCC      | t-statistic     | PCC     | t-statistic        | PCC    |
| กลุ่มตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนใน R&D |      |                  |          |                 |         |                    |        |
| R&D inputs                                      | 467  | 2.311            | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.126  |
|                                                 | (61) | -2.182           | (-0.754) | (-4.219)        | -0.852  | -22.036            | -0.12  |
| R&D inputs_expenditures                         | 349  | 2.07             | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.119  |
|                                                 | (55) | -2.187           | (-0.754) | (-4.219)        | -0.852  | -22.036            | -0.113 |
| R&D inputs_human counts                         | 106  | 2.982            | -0.353   | -3.417          | 0.675   | 40                 | 0.148  |
|                                                 | (13) | -3.672           | (-0.055) | (-0.607)        | -0.592  | -14.583            | -0.203 |
| other R&D inputs                                | 12   | 3.405            | 0.04     | 1               | 0.53    | 9.6                | 0.154  |
|                                                 | (2)  | -6.13            | -0.19    | -1.333          | -0.215  | -10.926            | -0.202 |
| R&D outputs                                     | 213  | 2.228            | -0.597   | -3.625          | 0.745   | 12.1               | 0.142  |
|                                                 | (33) | -1.593           | (-0.747) | (-4.161)        | -0.614  | -7.19              | -0.117 |
| R&D outputs_innovation                          | 137  | 1.819            | -0.597   | -3.625          | 0.745   | 12.1               | 0.111  |
|                                                 | (19) | -1.419           | (-0.747) | (-4.161)        | (-0.38) | (-7.19)            | -0.052 |
| R&D outputs_publication                         | 15   | 1.913            | 0        | 0.005           | 0.623   | 3.63               | 0.184  |
|                                                 | (6)  | -2.523           | 0        | -0.005          | -0.614  | -7.19              | -0.25  |
| other R&D outputs                               | 61   | 3.222            | -0.113   | -1.255          | 0.577   | 11.644             | 0.2    |
|                                                 | (13) | -1.923           | (-0.139) | (-3.625)        | -0.477  | -7.19              | -0.168 |

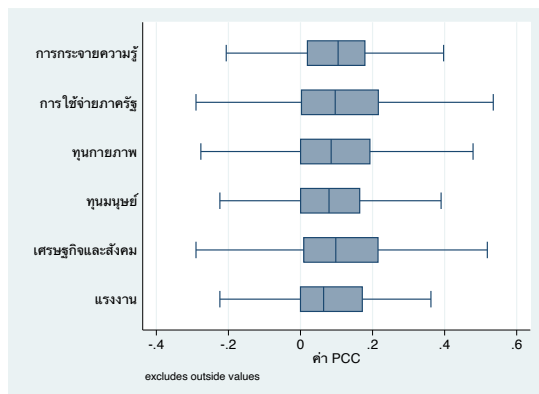
| กลุ่มตัวแปรอิสระอื่นๆ (ตัวแปรควบคุม)                        |      |                  |          |                 |         |                    |          |
|-------------------------------------------------------------|------|------------------|----------|-----------------|---------|--------------------|----------|
| Physical Capital                                            | 218  | 1.22             | -0.507   | -6.89           | 0.623   | 7.29               | 0.107    |
|                                                             | (35) | -1.062           | (-0.192) | (-3.907)        | -0.614  | -4.095             | (-0.117) |
| labor                                                       | 411  | 1.423            | -0.507   | -6.89           | 0.769   | 21                 | 0.113    |
|                                                             | (53) | -1.437           | (-0.192) | (-3.907)        | -0.532  | -9.127             | -0.128   |
|                                                             |      |                  |          |                 |         |                    |          |
|                                                             |      | ค่าเฉลี่ย (Mean) |          | ค่าต่ำสุด (Min) |         | ค่าที่สูงสุด (Max) |          |
|                                                             | N    | t-statistic      | PCC      | t-statistic     | PCC     | t-statistic        | PCC      |
| Human Capital                                               | 366  | 1.501            | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.103    |
|                                                             | (35) | -1.603           | (-0.754) | (-4.219)        | -0.614  | -9.127             | (-0.13)  |
| government spending                                         | 105  | 2.26             | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.117    |
|                                                             | (17) | -1.833           | (-0.747) | (-4.161)        | -0.614  | -6.212             | -0.114   |
| knowledge spillover                                         | 366  | 2.05             | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.119    |
|                                                             | (44) | -1.684           | (-0.754) | (-4.219)        | (-0.49) | (-9.127)           | -0.093   |
| socio-economic factors                                      | 582  | 2.367            | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.134    |
|                                                             | (64) | -1.825           | (-0.754) | (-4.219)        | -0.614  | -22.036            | -0.118   |
| กลุ่มการศึกษาที่มีตัวแปรควบคุมมากกว่า 2 ตัวแปร              | 499  | 1.524            | -0.999   | -51.4           | 0.999   | 81.815             | 0.108    |
|                                                             | (59) | -1.417           | (-0.754) | (-4.219)        | -0.614  | -9.127             | -0.105   |
| กลุ่มการศึกษาที่มีตัวแปรควบคุมน้อยกว่า หรือเท่ากับ 2 ตัวแปร | 181  | 4.381            | -0.638   | -6.16           | 0.922   | 50.375             | 0.195    |
|                                                             | (20) | -4.164           | (-0.098) | (-1.303)        | -0.852  | -22.036            | -0.223   |

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้ค่าใช้จ่ายใน R&D (ฝั่ง input) เป็นตัวแปร R&D รองลงมาคือตัวแปรนวัตกรรมรวม (ฝั่ง output) เมื่อเปรียบเทียบ R&D inputs กับ outputs มีความแตกต่างของค่า t-statistic และ PCC เพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามพบว่า other R&D inputs มีค่าเฉลี่ยของ t-statistic และ PCC มากที่สุด ในกลุ่มของตัวแปร RD inputs ขณะที่ตัวแปรในกลุ่ม R&D output พบว่าตัวแปร other R&D outputs มีค่าเฉลี่ยของ t-statistic และ PCC มากที่สุด

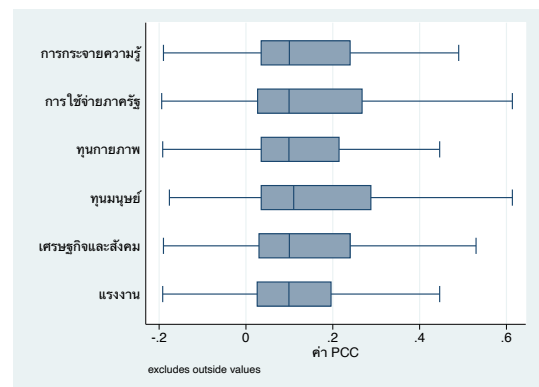
และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระอื่น ๆ พบว่า estimates มีตัวแปรควบคุมที่เกี่ยวกับการใช้จ่ายของรัฐบาล ตัวแปรควบคุมการกระจายความรู้ และตัวแปรควบคุมด้านสังคมและเศรษฐกิจมีค่าเฉลี่ย t-statistic มากกว่า 2 ในขณะที่ estimates ที่มีตัวควบคุมด้านแรงงาน ทุนกายภาพ และทุนมนุษย์ จะมีค่าเฉลี่ย t-statistic ต่ำกว่า 2 แต่หากพิจารณาค่าเฉลี่ย PCC พบว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามจำนวนของตัวแปรควบคุมส่งผลต่อค่าเฉลี่ย t-statistic และค่าเฉลี่ย PCC ในระดับ estimates กล่าวคือ ในกลุ่มที่มีตัวแปรควบคุมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ตัว จะมีค่าเฉลี่ย PCC มากกว่ากลุ่มที่มีตัวแปรควบคุมมากกว่า 2 ตัว

จากรูป 4.18 ที่แสดงการกระจายตัวของข้อค่า PCC โดยจำแนกตามตัวแปรควบคุมที่อยู่ในแต่ละ estimates พบว่าการกระจายตัวและค่ามัธยฐานใกล้เคียงกัน และมีการกระจายตัวอย่างสมมาตร ในขณะที่ข้อมูลในระดับ studies จากรูปที่ 4.19 ค่า PCC มีการกระจายตัวแตกต่างกันเล็กน้อย โดยกลุ่มที่ค่า PCC การกระจายตัวสูงที่สุดคือกลุ่มที่มีตัวแปรการใช้จ่ายภาครัฐ หรือตัวแปรเศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic) เป็นตัวแปรอิสระ

รูปที่ 4. 18 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Estimates

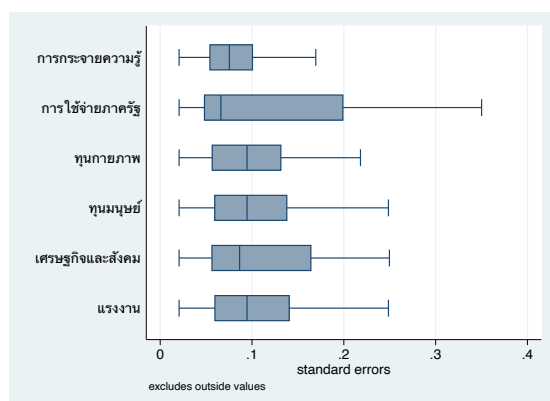


รูปที่ 4. 19 ความแตกต่างในค่า PCC แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Studies

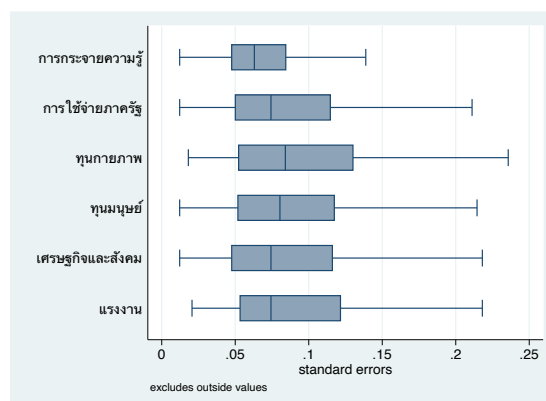


และเมื่อพิจารณาค่า standard errors ของ estimation จากรูปที่ 4.20 พบว่าการกระจายตัวของตัวแปรมีความใกล้เคียงกัน ยกเว้น estimates ที่มีตัวแปรการกระจายความรู้ที่มีการกระจายตัวค่าความคลื่อนแคบที่สุด ในขณะที่ข้อมูลในระดับ studies จากรูปที่ 4.21 การกระจายตัวค่าความคลาดเคลื่อนของ studies ที่มีตัวแปรการใช้จ่ายของภาครัฐมีการกระจายตัวกว้างกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างชัดเจน

รูปที่ 4. 20 ความแตกต่างใน Standard error  
แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Estimates



รูปที่ 4. 21 ความแตกต่างใน Standard errors  
แยกตามตัวแปรควบคุมในระดับ Studies



ตารางที่ 4. 7 ตารางสรุปค่า t-statistic และค่า PCC ของตัวแปรคุณภาพการศึกษา (ค่าในวงเล็บเป็นข้อมูลระดับ Studies)

|                                               | ค่าเฉลี่ย (Mean) |                 |          | ค่าต่ำสุด (Min) |         | ค่าที่สูงสุด (Max) |          |
|-----------------------------------------------|------------------|-----------------|----------|-----------------|---------|--------------------|----------|
|                                               | N                | t-<br>statistic | PCC      | t-<br>statistic | PCC     | t-<br>statistic    | PCC      |
| <b>ตัวแปรคุณภาพของงานศึกษา</b>                |                  |                 |          |                 |         |                    |          |
| คุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด            | 173              | 3.36            | -0.897   | -6.16           | 0.137   | 50.375             | 0.922    |
|                                               | (28)             | (2.164)         | (-0.754) | (-4.219)        | (-0.1)  | (-22.036)          | (-0.852) |
| คุณภาพเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด | 507              | 1.918           | -0.999   | -51.4           | 0.129   | 81.815             | 0.999    |
|                                               | (51)             | (2.084)         | (-0.192) | (-3.907)        | (0.153) | (14.583)           | (0.592)  |

จากตารางที่ 4.7 พบว่าจำนวนงานวิจัยที่มีคุณภาพเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดมี 507 estimates หรือ 51 studies หรือร้อยละ 83.82 และร้อยละ 64.56 ตามลำดับ และหากพิจารณาค่าเฉลี่ย PCC ของ studies พบว่า studies ที่คุณภาพสูงหรือเท่ากับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดมีค่าเฉลี่ยของ PCC value มากกว่างานศึกษาคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดถึง 0.053

## บทที่ 5

### ผลการวิเคราะห์ Meta regression ที่ได้จากงานวิจัย

ในบทที่ 5 จะทำการวิเคราะห์แบบจำลอง Meta regression โดยส่วนที่ 5.1 จะแสดงลักษณะทางสถิติของข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ Meta regression ด้วย Forest Plot และ Funnel plot ส่วนที่ 5.2 จะตรวจสอบ Publication biases ด้วยวิธี FAT/PET และแก้ปัญหาความลำเอียงในการตีพิมพ์นี้ด้วยวิธี PEESE รวมถึงการแก้ไขปัญหา heteroscedasticity และ within-studies dependence และในส่วนที่ 5.3 เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ Multiple meta-regression เพื่อหาผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่แท้จริงได้

#### 5.1 ลักษณะทางสถิติของข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ Meta regression

เนื่องจากแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิ (primary studies) มีจำนวน specification ที่แตกต่างกัน และในแต่ละ specification ในบางงานวิจัย ยังมีการระบุตัวแปร R&D มากกว่า 1 ตัวด้วย ทำให้การระบุค่าสัมประสิทธิ์ผลกระทบของตัวแปร R&D ที่มีต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจในแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิ มีจำนวนมากน้อยไม่เท่ากัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้เพื่อการทำ meta-regression analysis (MRA) จะถูกจำแนกเป็นสองการวิเคราะห์อย่างชัดเจน คือ

- 1) การทำ MRA โดยใช้ weight 1 การให้ estimates แต่ละตัวเป็นกลุ่มตัวอย่างอย่างเท่าเทียมกัน นั่นคือการกำหนดให้น้ำหนักของแต่ละ estimates ในแต่ละ specification ของแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิเท่ากัน
- 2) การทำ MRA โดยใช้ weight 2 การให้แต่ละงานศึกษาปฐมภูมิมีน้ำหนักเท่ากัน ไม่ว่างานศึกษาปฐมภูมินั้นจะมีเพียง specification เดียว และตัวแปร R&D ตัวเดียว หรือ มีหลาย specification และ/หรือมีตัวแปร R&D มากกว่า 1 ตัวต่อแต่ละ specification กล่าวคือจะมีการกำหนดให้แต่ละ estimates ในแต่ละ specification ของแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิที่มีจำนวน specification มากกว่าหนึ่ง และ/หรือมีจำนวน estimates มากกว่าหนึ่ง มีน้ำหนักลดลงตามสัดส่วน เป็นการถ่วงน้ำหนักเพื่อให้แต่ละงานศึกษาปฐมภูมิมีน้ำหนักเท่าเทียมกัน

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยค่า t-statistics และค่า PCC ที่เกี่ยวกับค่าผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากงานวิจัยปฐมภูมิก่อนการให้น้ำหนัก โดยมีจำนวนการศึกษา 79 ชิ้น ประกอบด้วย 680 estimates จะเห็นได้ว่า estimates ส่วนใหญ่รายงานผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นค่าบวกเฉลี่ยที่ 0.35 อย่างไรก็ดี ค่า t-statistics มีการกระจายตัวค่อนข้างมาก

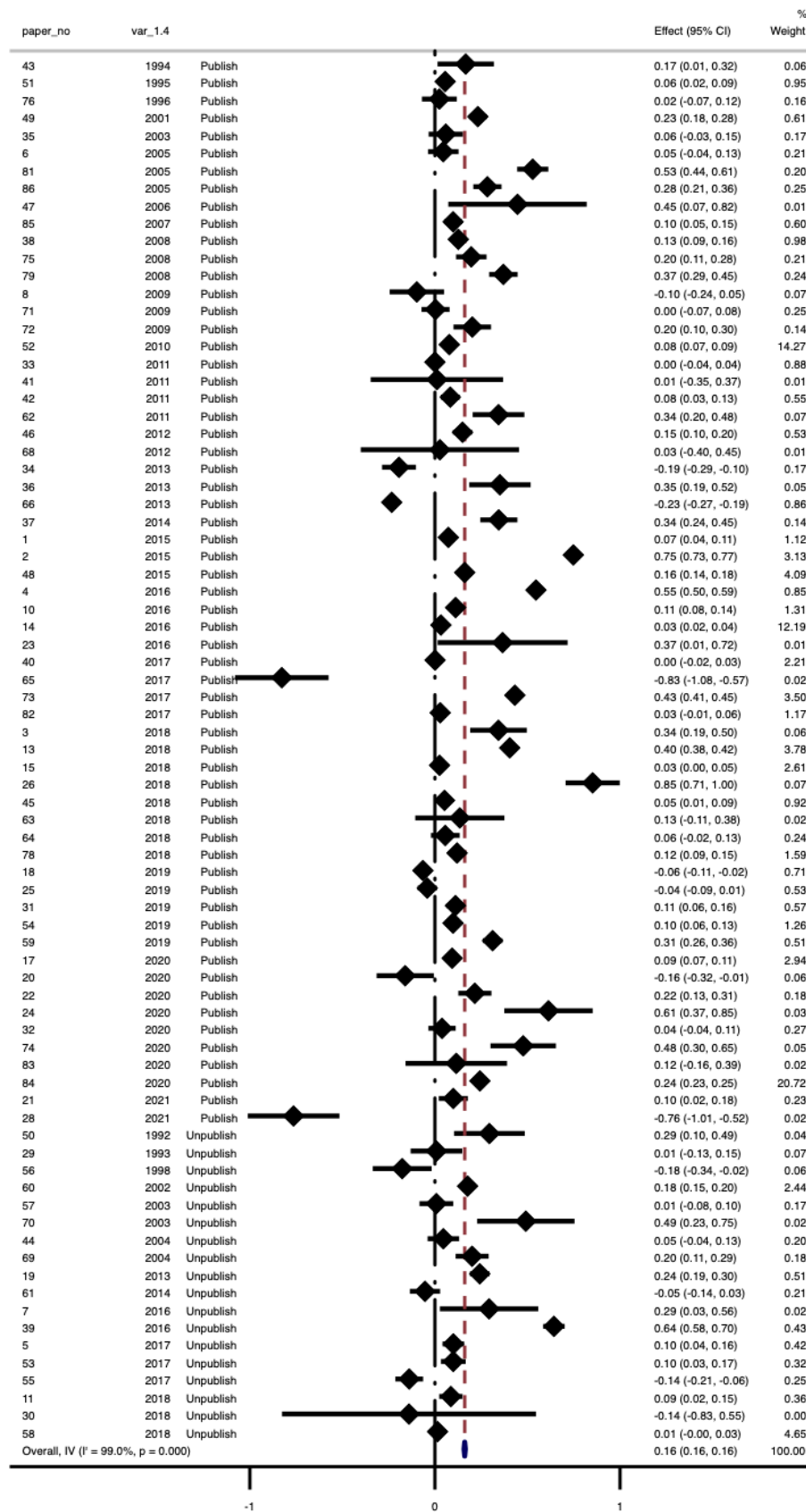
**ตารางที่ 5. 1** ค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับผลกระทบ

| Variable     | Obs | Mean | Std. Dev. | Min    | Max   |
|--------------|-----|------|-----------|--------|-------|
| Effect size  | 680 | 0.35 | 1.76      | -8.11  | 22.20 |
| T-statistics | 680 | 2.23 | 5.89      | -51.40 | 81.81 |
| PCC          | 680 | 0.13 | 0.22      | -1.00  | 1.00  |

รูปที่ 5.1 แสดง Forest Plot ของงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งแสดงการกระจายตัวของการประมาณการของแต่ละงานวิจัยโดยพล็อตแต่ละค่าประมาณการและช่วงความเชื่อมั่น ในที่นี้ เรียงตามปีที่ตีพิมพ์ของแต่ละงานศึกษาโดยเริ่มจากงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (published) ก่อน จำนวนทั้งสิ้น 62 งานวิจัย ตามด้วยงานวิจัยที่ไม่ได้ตีพิมพ์ (unpublished) เช่น working papers หรือ วิทยานิพนธ์ จำนวนทั้งสิ้น 17 งานวิจัย โดยเรียงจากงานที่เก่าที่สุดย้อนไปปี 1994 จนถึงใหม่ที่สุดปี 2021 สำหรับ published และช่วงปี 1992 ถึงปี 2018 สำหรับ unpublished ผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในแต่ละงานวิจัยถูกแสดงด้วยจุดขาวกลมตัดที่สะท้อนค่าเฉลี่ยที่ปรับน้ำหนักแล้ว กล่าวคือ ผลกระทบจะถูกลดทอนด้วยค่า standard error ของตัวเอง ภายใต้สมมติฐาน fixed effect โดยมีช่วงความเชื่อมั่น 95% รอบ ๆ ค่าเฉลี่ยของผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของแต่ละการศึกษา

ในภาพรวมจะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากในแต่ละงานวิจัย และไม่เห็นแนวโน้มลู่ไปค่าใดเมื่อเวลาผ่านไป แต่ส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาของการตีพิมพ์ปีใดก็ตาม ค่าความเชื่อมั่นของผลการศึกษาค่อนข้างแคบ แต่ในภาพรวมผลการศึกษาจากงานวิจัยที่ไม่ใช่วารสารส่วนใหญ่แล้วนั้นจะมีค่าความเชื่อมั่นที่กว้างกว่างานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร

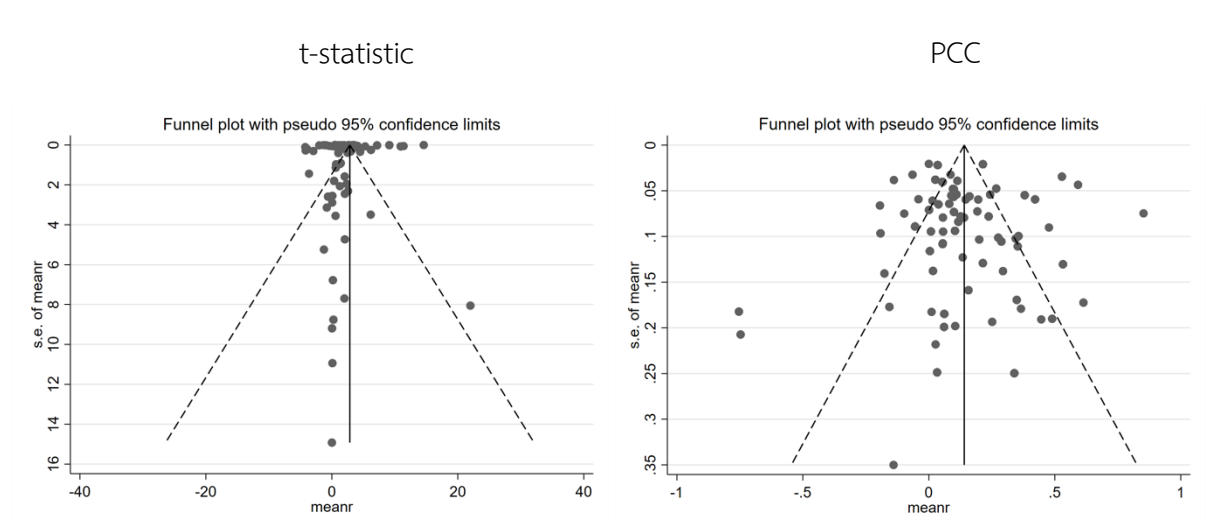
รูปที่ 5. 1 Forest Plot ของการศึกษาผลกระทบของ R&amp;D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ



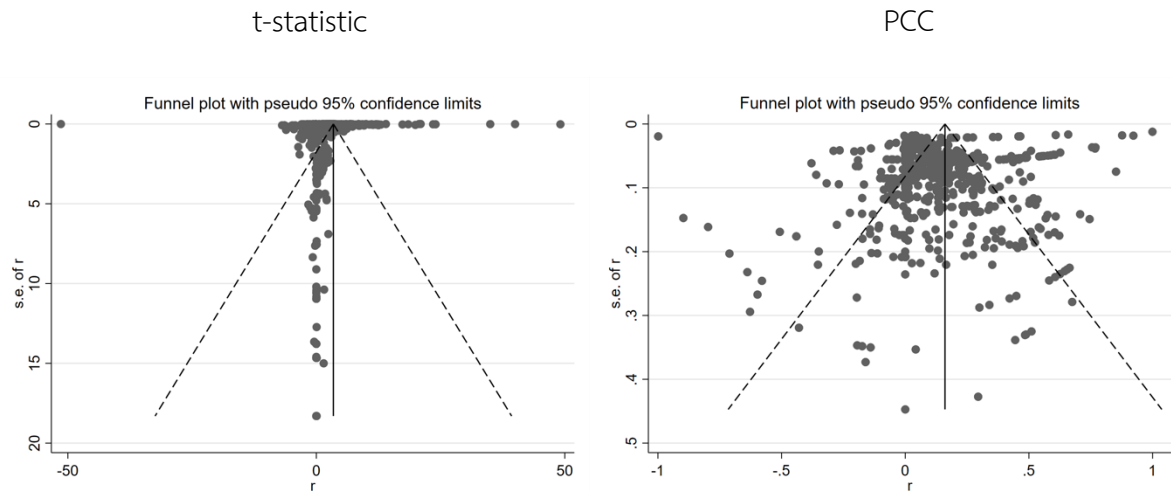


รูปที่ 5.2 และ 5.3 แสดง funnel plot ของค่าเฉลี่ยผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยรูปทางด้านซ้ายแสดงความสัมพันธ์ของค่า standard error และค่า t-statistic ในขณะที่รูปทางด้านขวาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า standard error และค่า PCC แต่ละจุดแสดงแต่ละงานวิจัย รูปที่ 5.2 แสดง funnel plot ของค่า t-statistic ของ 69 งานวิจัย (studies) พบว่า งานวิจัยจำนวนมากมีค่า standard error ค่อนข้างต่ำ หรือมีค่าความแม่นยำ (precise) ค่อนข้างสูง ค่าการประมาณการที่แม่นยำที่สุดควรกระจุกตัวใกล้ ๆ ค่าเฉลี่ย หากผลกระทบประมาณการมีการกระจายตัวในรูปแบบ normal distribution และค่าการประมาณการที่มีความแม่นยำน้อยกว่าควรกระจายตัวออกไป (คล้ายกับรูปพัด) ถ้า funnel plot มีการเทค่าไปด้านใดด้านหนึ่ง โดยเฉพาะสำหรับค่าที่มีความแม่นยำต่ำ สะท้อนว่ามีอคติด้านการตีพิมพ์เกิดขึ้น เห็นได้ชัดเจนว่ารูปที่ 5.2 ด้านซ้าย มีงานวิจัยจำนวนมากที่กระจายตัวอยู่ส่วนบนสุดของ funnel อย่างไรก็ดี ค่าประมาณการที่มีความแม่นยำที่สุดเหล่านี้มีความแตกต่างกันอย่างมากในค่าผลกระทบที่แท้จริง (true effects) นอกจากนี้ยังเห็นถึงความไม่สมมาตรของการศึกษาด้วย แต่เมื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า standard error ของ PCC กับค่า PCC พบว่า funnel plot มีความสมมาตรมากขึ้น

รูปที่ 5.2 Funnel plot (studies) ของงานวิจัยทั้งหมด



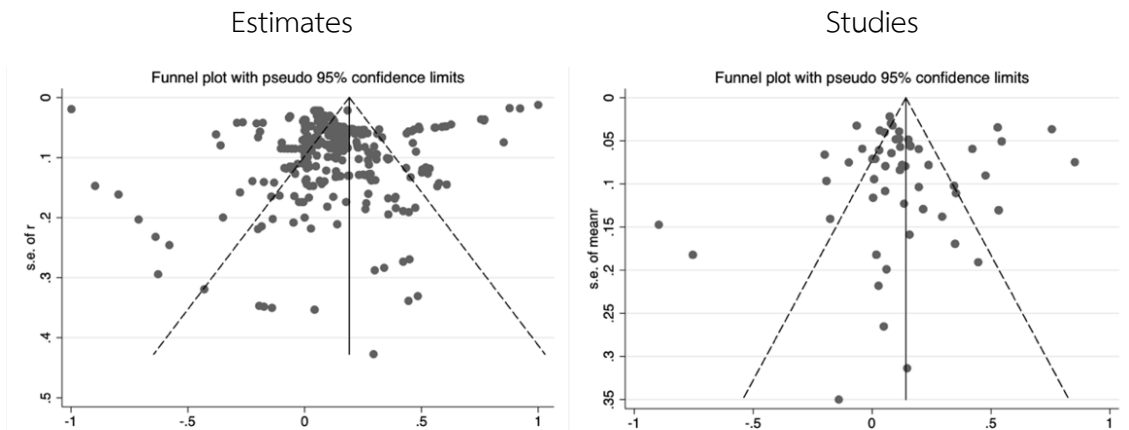
รูปที่ 5.3 Funnel plot (estimates) ของงานวิจัยทั้งหมด



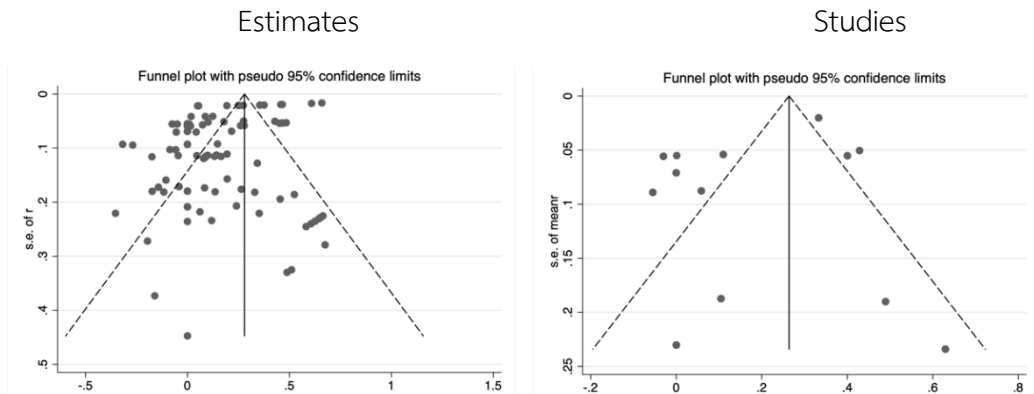
รูปที่ 5.3 แสดง funnel plot ของผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 680 estimates ซึ่งลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างค่า standard error กับค่า t-statistics หรือ ค่า PCC มีความคล้ายกับที่ได้ในรูปที่ 5.2 อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาค่า PCC ของ estimates พบว่าจุดที่อยู่นอกกรอบค่อนข้างสมมาตรคือมีทั้ง estimates ที่รายงานผลกระทบทางบวกมาก ๆ และทางลบมาก ๆ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาแยกตามแต่ละประเภทของ R&D ในรูปที่ 5.4 ถึง 5.7 ทั้งในระดับ estimates และ studies พบว่าลักษณะการกระจายตัวของ funnel plot มีความไม่สมมาตรที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อพิจารณารูปซ้ายคือระดับ estimates พบว่า งานวิจัยที่ใช้ตัวแปร R&D inputs คือค่าใช้จ่ายใน R&D และจำนวนบุคลากรในภาค R&D เป็นตัวแปรด้าน R&D จะรายงานผลกระทบนอกกรอบทางลบมากกว่า ในขณะที่งานวิจัยที่ใช้ตัวแปร R&D outputs คือใช้จำนวน Innovation และ R&D outputs อื่น ๆ เป็นตัวแปร R&D จะรายงานผลกระทบนอกกรอบทางบวกมากกว่า แม้ว่า funnel plot จะชี้ให้เห็นว่ามีความผิดปกติการตีพิมพ์เกิดขึ้น แต่ยังคงต้องใช้วิธีการทดสอบทางสถิติเพื่อทำการตรวจสอบข้อบ่งชี้ดังกล่าวในส่วนถัดไป

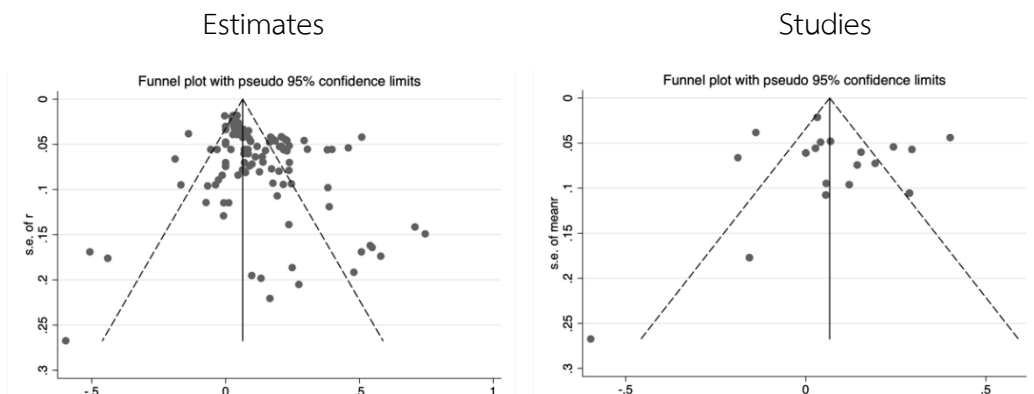
รูปที่ 5. 4 Funnel plot ของงานวิจัยที่ใช้ค่าใช้จ่ายใน R&D เป็นตัวแปร R&D (ค่า PCC)



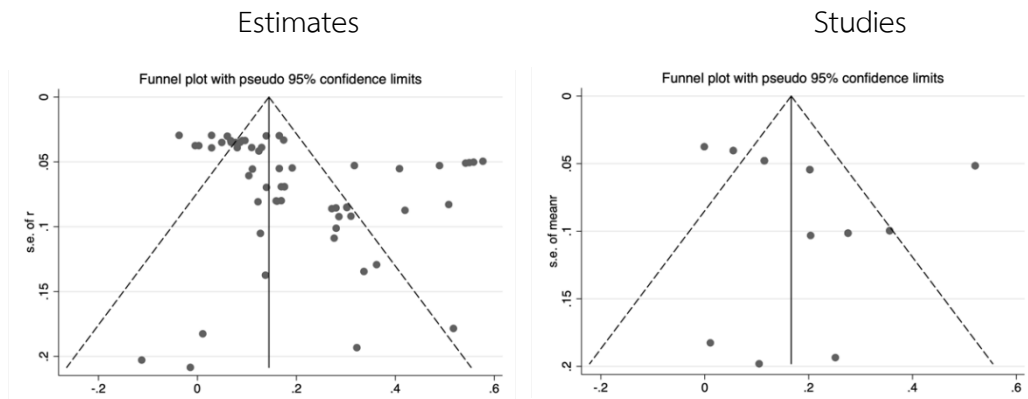
รูปที่ 5. 5 Funnel plot ของงานวิจัยที่ใช้จำนวนบุคลากร ในภาค R&D (ค่า PCC)



รูปที่ 5. 6 Funnel plot ของงานวิจัยที่ใช้ Innovation (ค่า PCC)



รูปที่ 5. 7 Funnel plot งานวิจัยที่ใช้ Other R&amp;D Outputs (ค่า PCC)



## 5.2 การตรวจสอบ Publication selection bias

การวิเคราะห์แบบ Multivariate จะถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบว่าค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นผลจากอคติจากการตีพิมพ์ publication selection bias หรือไม่

**ผลการทดสอบ Publication selection bias ของค่า PCC**

ขั้นที่ 1 การทำ Funnel-asymmetry testing (FAT) ทดสอบ  $H_0: \beta_1 = 0$

หากยอมรับ  $H_0$  สะท้อนว่า funnel graph มีความสมมาตร นั่นคือไม่มี publication selection bias แต่หากปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ค่าสัมบูรณ์ของ  $\beta_1$  ไม่เท่ากับ 0 สะท้อนว่ามี publication selection bias

**ตารางที่ 5. 2** Funnel asymmetry testing (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาทั้งหมดโดยใช้ค่า PCC

| VARIABLES                 | (1)                  | (2)                  | (3)                  | (4)                  | (5)               | (6)                |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
|                           | w1                   | w2                   | FE w1                | FE w2                | RE w1             | RE w2              |
| FAT ( $\beta_1$ )         | -                    | -                    | -1.291<br>(0.952)    | -1.051<br>(0.721)    | -0.132<br>(0.662) | -0.398<br>(0.338)  |
| Mean Effect ( $\beta_0$ ) | 0.161***<br>(0.0364) | 0.146***<br>(0.0363) | 0.214***<br>(0.0705) | 0.191***<br>(0.0602) | 0.165<br>(0.192)  | 0.223**<br>(0.101) |
| Observations              | 680                  | 680                  | 680                  | 680                  | 680               | 680                |

ค่าในแถวที่ 1 และ 2 มาจากการประมาณการ  $\beta_1$  และ  $\beta_0$  ในสมการ (5.1) ตามลำดับ ค่าในวงเล็บคือค่า t-statistic ของค่าประมาณการสัมประสิทธิ์นั้น ๆ \*, \*\* และ \*\*\* ระบุค่าความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 10 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 1 ตามลำดับ การประมาณการทั้งหมดถูกคำนวณโดยใช้ cluster robust standard errors

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบ FAT และ PET โดยคอลัมน์ 1, 3, 5 ให้น้ำหนักของทุก estimates ในแต่ละการศึกษาเท่ากัน (w1) แต่เนื่องจากแต่ละการศึกษามีจำนวน estimates ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยที่มีจำนวน estimates มากกว่าไม่ได้รับความสำคัญมากกว่างานวิจัยที่มีจำนวน estimates น้อย คอลัมน์ 2, 4, 6 จะได้ใช้จำนวนของ estimates ในแต่ละการศึกษามาเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (w2) โดยคอลัมน์ที่ 1 และ 2 ไม่มีการควบคุมปัญหา publication selection bias คอลัมน์ที่ 3 และ 4 ใช้ Fixed effect และ คอลัมน์ที่ 5 และ 6 ใช้ Random effect พบว่า หากไม่มีการพิจารณาผลกระทบจาก publication selection ของงานศึกษาปฐมภูมิ จะได้ว่า R&D โดยรวมไม่แยกประเภท ส่งผลกระทบทางบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ไม่แตกต่างกันมากนักและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 1

เมื่อพิจารณาผลของ publication selection ด้วยวิธี FAT ในตารางที่ 5.2 โดยการใส่เทอม  $SE(PCC)$  ลงไปในสมการ (5.1) พบว่าค่า  $\beta_1$  มีค่าเป็นลบในทุกแบบจำลอง นั่นคือ การศึกษาต่าง ๆ มีการรายงานผลกระทบต่ำกว่าความเป็นจริง อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งว่าไม่มี publication bias ในการทำ meta-analysis นี้ กล่าวคือ ค่าผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจไม่ได้รับอิทธิพลจากปัญหาอคติจากการตีพิมพ์

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาแถวที่สองในตารางที่ 5.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งภายใต้สมมติฐาน fixed effect และ random effect โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 1 ในสมมติฐาน fixed effect ทั้งค่าน้ำหนัก w1 และ w2 (คอลัมน์ที่ 3 และ 4) ในขณะที่ภายใต้สมมติฐาน random effect นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะเมื่อใช้ค่าน้ำหนัก w2 (คอลัมน์ที่ 6) เท่านั้น

อย่างไรก็ดี ค่าผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในแต่ละงานวิจัยอาจจะมี ความแตกต่างกันตั้งแต่ความแตกต่างของนิยามของตัวแปร R&D ที่ใช้ในแต่ละงานวิจัย ดังนั้นการพิจารณาตัวแปร R&D รวมกันทั้งหมดอาจไม่เหมาะสม ในตารางที่ 5.3 ถึง 5.6 จึงทำการพิจารณาแยกค่าผลกระทบของ R&D แต่ละประเภท โดยตารางที่ 5.3 ใช้ตัวแปรที่สะท้อนการใช้จ่ายในภาค R&D ตารางที่ 5.4 ใช้ตัวแปรที่สะท้อนบุคลากรในภาค R&D ตารางที่ 5.5 ใช้ตัวแปรที่สะท้อนด้านนวัตกรรม และตารางที่ 5.6 ใช้ตัวแปรที่สะท้อนด้าน Other R&D Outputs ของ R&D<sup>4</sup> พบว่า publication selection bias ปรากฏขึ้นในทิศทางที่แตกต่าง กัน โดยในการศึกษาที่ใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายในภาค R&D พบ publication selection มีค่าเป็นลบในทุกแบบจำลอง แต่เฉพาะแบบจำลอง random effect ที่ใช้ค่าน้ำหนัก w2 เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<sup>4</sup> การศึกษาที่ใช้ตัวแปร Other R&D Inputs และ Publications ไม่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เนื่องจากมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยมากเกินไปจนทำให้การวิเคราะห์ทางสถิติได้

เช่นเดียวกันกับการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านบุคลากรในภาค R&D พบ publication selection มีค่าเป็นลบทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลอง random effect ที่ใช้ค่าน้ำหนัก w1 แต่เฉพาะแบบจำลอง fixed effect เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 5. 3** Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านการใช้จ่ายใน R&D

| VARIABLES                 | (1)      | (2)      | (3)     | (4)      | (5)     | (6)       |
|---------------------------|----------|----------|---------|----------|---------|-----------|
|                           | w1       | w2       | FE w1   | FE w2    | RE w1   | RE w2     |
| FAT ( $\beta_1$ )         |          |          | -2.580  | -1.010   | -1.243  | -1.784*** |
|                           |          |          | (1.591) | (0.789)  | (0.743) | (0.335)   |
| Mean Effect ( $\beta_0$ ) | 0.191*** | 0.130*** | 0.316** | 0.186**  | 0.602** | 0.789***  |
|                           | (0.0567) | (0.0279) | (0.126) | (0.0708) | (0.288) | (0.136)   |
| Observations              | 349      | 349      | 349     | 349      | 349     | 349       |

**ตารางที่ 5. 4** Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านบุคลากรในภาค R&D

| VARIABLES                 | (1)      | (2)      | (3)      | (4)       | (5)     | (6)     |
|---------------------------|----------|----------|----------|-----------|---------|---------|
|                           | w1       | w2       | FE w1    | FE w2     | RE w1   | RE w2   |
| FAT ( $\beta_1$ )         |          |          | -2.960** | -2.295*** | 0.526   | -0.141  |
|                           |          |          | (1.153)  | (0.723)   | (1.287) | (0.882) |
| Mean Effect ( $\beta_0$ ) | 0.280*** | 0.304*** | 0.387*** | 0.388***  | 0.00512 | 0.161   |
|                           | (0.0675) | (0.0558) | (0.0557) | (0.0368)  | (0.339) | (0.271) |
| Observations              | 106      | 106      | 106      | 106       | 106     | 106     |

ในทางตรงกันข้าม ตารางที่ 5. 5 ชี้ว่า การศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้าน Innovation มี publication selection มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลอง random effect ที่ใช้ค่าน้ำหนัก w1 และ เช่นเดียวกันกับผลที่ได้จากตารางที่ 5. 6 ที่ใช้ตัวแปรด้าน Others R&D Outputs ก็ไปใน

ทิศทางเดียวกันว่า publication selection มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลอง random effect ที่ใช้ค่าน้ำหนัก w1 เช่นเดียวกัน

**ตารางที่ 5. 5** Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้านนวัตกรรม

| VARIABLES                 | (1)<br>w1             | (2)<br>w2            | (3)<br>FE w1       | (4)<br>FE w2        | (5)<br>RE w1       | (6)<br>RE w2         |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| FAT ( $\beta_1$ )         |                       |                      | 1.359**<br>(0.647) | 1.678**<br>(0.792)  | 0.953<br>(1.365)   | 2.466***<br>(0.828)  |
| Mean Effect ( $\beta_0$ ) | 0.0638***<br>(0.0215) | 0.0612**<br>(0.0221) | 0.0133<br>(0.0171) | 0.000233<br>(0.015) | -0.0153<br>(0.143) | -0.182**<br>(0.0767) |
| Observations              | 137                   | 137                  | 137                | 137                 | 137                | 137                  |

**ตารางที่ 5. 6** Funnel asymmetry test (FAT) และ Precision-effect testing (PET) ของการศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้าน Other R&D Outputs

| VARIABLES                 | (1)<br>w1           | (2)<br>w2            | (3)<br>FE w1        | (4)<br>FE w2        | (5)<br>RE w1      | (6)<br>RE w2       |
|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| FAT ( $\beta_1$ )         |                     |                      | 2.925***<br>(0.840) | 2.710**<br>(1.025)  | 1.067<br>(1.481)  | 3.414**<br>(1.208) |
| Mean Effect ( $\beta_0$ ) | 0.144**<br>(0.0482) | 0.117***<br>(0.0207) | 0.0160<br>(0.0370)  | 0.00936<br>(0.0266) | 0.0282<br>(0.273) | -0.371*<br>(0.198) |
| Observations              | 61                  | 61                   | 61                  | 61                  | 61                | 61                 |

กล่าวโดยสรุป ผลที่ได้จากตารางที่ 5.2 ชี้ว่า ผลกระทบของตัวแปร R&D ที่รวมทุกคำจำกัดความที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีความหลากหลายและส่วนใหญ่จะมีค่าบวกที่ไม่ใหญ่มาก และไม่มี publication bias อย่างไรก็ดี ด้วยความแตกต่างของ R&D ในแต่ละประเภท อาจจะทำให้การรายงานค่าผลกระทบที่แท้จริงก็ได้ นอกจากนี้แล้วเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านของ R&D ในตารางที่ 5.3 ถึง 5.6 กลับพบว่าการระบุถึงการมี publication selection ค่อนข้างชัดเจนและมีทิศทางที่ต่างกันด้วย กล่าวคือ เมื่อใช้นิยามของ R&D ด้าน

Inputs คือตัวแปรด้านค่าใช้จ่ายในภาค R&D และบุคลากรในภาค R&D พบค่าสัมประสิทธิ์ของ publication selection bias ( $\beta_1$ ) เป็นลบ โดย  $\beta_1$  ในตารางที่ 5.4 มีค่าติดลบที่ใหญ่กว่าในตารางที่ 5.3 หรือกล่าวได้ว่าค่าผลกระทบของ R&D ที่วัดทางด้านบุคลากรในภาค R&D มีการรายงานต่ำเกินค่าที่แท้จริง ในขณะที่เมื่อพิจารณาตารางที่ 5.5 และ 5.6 ที่ใช้นิยามของ R&D ด้าน outputs พบค่า  $\beta_1$  เป็นบวกทั้งหมด นั่นคือมีการรายงานค่าผลกระทบสูงเกินค่าที่แท้จริง โดยค่า  $\beta_1$  ของตัวแปร R&D ที่ใช้ Other R&D outputs เช่น มูลค่าการส่งออกสินค้า ICT หรือสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง มีขนาดใหญ่กว่าค่า  $\beta_1$  ของตัวแปร R&D ที่ใช้สะท้อนนวัตกรรม เช่น จำนวนสิทธิบัตร จากทิศทางการรายงานค่าที่สูงและต่ำเกินค่าที่แท้จริงของตัวแปร R&D ต่างนิยามกัน อาจจะเป็นเหตุผลที่อธิบายผลที่ได้จากตาราง 5.2 ที่รวม R&D ทั้งหมดด้วยกันว่าไม่มี publication selection bias ในงานวิเคราะห์ MRA อย่างไรก็ดี มีความเป็นไปได้ว่าเทอม  $SE(PCC)$  อาจจะไปครอบคลุมผลกระทบของลักษณะของงานวิจัยที่มีความสัมพันธ์กับตัว standard error ได้ เพื่อตรวจสอบประเด็นนี้ ส่วนที่ 5.3 จะได้ทำการวิเคราะห์แบบ multivariate หรือการรวมปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาในการวิเคราะห์ต่อไป

### 5.3 ผลการวิเคราะห์ Multiple Meta-regression analysis

การวิเคราะห์ meta-regression เป็นการหาข้อสรุปจากการศึกษาต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ นอกเหนือจาก R&D ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ และเป็นไปในทิศทางใด เนื่องจากวรรณกรรมปริทัศน์มีความแตกต่างกันทั้งช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ข้อมูลที่ใช้วิธีการประมาณค่าผลกระทบ หรือการเลือกใช้กลุ่มประเทศหรือภูมิภาคที่แตกต่างกัน จึงเป็นไปได้มากที่ผลกระทบจากการศึกษาแต่ละชิ้นจะให้ผลวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาที่ได้นั้นแตกต่างกัน

การทำ Multiple meta-regression จึงมีประโยชน์ในการรวบรวมปัจจัยหรือลักษณะอื่น ๆ ของงานวิจัย นอกเหนือจากการมีตัวแปร R&D ที่มีผลต่อการอธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยการวิเคราะห์ meta-regression ยังจะทำการวิเคราะห์ทั้งระดับ estimates ( $w_1$ ) และ studies ( $w_2$ ) โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ส่วนที่ 5.3 จะวิเคราะห์ โดยใช้ตัวแปร R&D รวมส่วนที่ 5.3.2 – 5.3.5 จะวิเคราะห์ multiple meta-regression โดยใช้ตัวแปร R&D 4 ด้านข้างต้น การวิเคราะห์ในแต่ละส่วนจะรวมถึงการวิเคราะห์ภายใต้สมมติฐาน fixed effect และ random effect โดยใช้ค่าน้ำหนักทั้งสองแบบ รวมไปถึงการควบคุมหรือไม่ควบคุม publication selection bias ด้วย



### 5.3.1 การวิเคราะห์ multiple meta-regression โดยใช้ตัวแปร R&D รวม

การวิเคราะห์ multiple meta-regression ในส่วนนี้จะใช้ชุดตัวแปรทั้งหมดที่ได้ทำการรวบรวมมาในบทที่ 4 ซึ่งครอบคลุมปัจจัยทุกตัวที่รวบรวมได้จากงานศึกษาปฐมภูมิที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่น่าสนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ และคุณภาพของงานวิจัย โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.7

**ตารางที่ 5. 7** ผลการวิเคราะห์ Multiple meta-regression โดยรวมงานศึกษาที่ใช้ตัวแปร R&D ทุกรูปแบบ

|                 | (1)       | (2)       | (3)       | (4)       | (5)       | (6)       | (7)       | (8)       |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| VARIABLES       | FE w1     | FE w1     | FE w2     | FE w2     | RE w1     | RE w1     | RE w2     | RE w2     |
|                 |           | No SE     |           | No SE     |           | No SE     |           | No SE     |
| Intercept       | 0.389**   | 0.165     | 0.139     | 0.0698    | 0.405**   | 0.336**   | 0.309*    | 0.329**   |
|                 | (0.181)   | (0.138)   | (0.202)   | (0.164)   | (0.186)   | (0.151)   | (0.183)   | (0.156)   |
| SE              | -1.865**  |           | -0.538    |           | -0.311    |           | 0.0893    |           |
|                 | (0.819)   |           | (0.825)   |           | (0.436)   |           | (0.247)   |           |
| PUB YR          | -0.0107   | -0.0159   | -0.00618  | -0.00796  | -0.00506  | -0.00524  | -0.00507  | -0.00500  |
|                 | (0.0117)  | (0.0119)  | (0.0149)  | (0.0148)  | (0.00853) | (0.00852) | (0.00802) | (0.00799) |
| JOUR dummy      | -0.0337   | -0.0462   | -0.0640   | -0.0658   | -0.0723   | -0.0722   | -0.102*   | -0.102*   |
|                 | (0.0526)  | (0.0567)  | (0.0632)  | (0.0645)  | (0.0488)  | (0.0491)  | (0.0570)  | (0.0567)  |
| Citation per YR | 0.00065   | -0.00007  | -0.00107  | -0.00143  | 0.000679  | 0.000708  | 0.00132   | 0.00134   |
|                 | (0.00170) | (0.00177) | (0.00166) | (0.00167) | (0.00122) | (0.00122) | (0.00107) | (0.00107) |
| Group dummy     | 0.289**   | 0.207**   | 0.146     | 0.119     | 0.130     | 0.127     | 0.0955    | 0.0963    |
|                 | (0.113)   | (0.0991)  | (0.114)   | (0.105)   | (0.0868)  | (0.0858)  | (0.0820)  | (0.0822)  |
| Panel dummy     | -0.228**  | -0.139    | -0.107    | -0.0806   | -0.0578   | -0.0506   | -0.0534   | -0.0547   |
|                 | (0.0997)  | (0.0930)  | (0.106)   | (0.100)   | (0.0709)  | (0.0692)  | (0.0718)  | (0.0710)  |
| Data year       | 0.0128    | 0.0169**  | 0.00648   | 0.00764   | 0.00597   | 0.00623   | 0.00507   | 0.00494   |
|                 | (0.00827) | (0.00845) | (0.0110)  | (0.0109)  | (0.00677) | (0.00674) | (0.00585) | (0.00584) |
| Data span       | 0.000496  | 0.00311   | -0.00253  | -0.00174  | 0.000840  | 0.00102   | 0.00139   | 0.00133   |

|                    | (0.00426) | (0.00425) | (0.00635) | (0.00628) | (0.00354) | (0.00352) | (0.00363) | (0.00362) |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Developing ratio   | 0.115     | 0.0781    | 0.0659    | 0.0691    | 0.0475    | 0.0474    | 0.0646    | 0.0636    |
|                    | (0.0855)  | (0.0880)  | (0.0742)  | (0.0743)  | (0.0745)  | (0.0747)  | (0.0491)  | (0.0480)  |
| Africa             | 0.00598   | 0.0324    | 0.0773    | 0.0857    | 0.0161    | 0.0180    | 0.00849   | 0.00794   |
|                    | (0.0900)  | (0.0957)  | (0.104)   | (0.106)   | (0.0979)  | (0.0988)  | (0.0992)  | (0.0990)  |
| East Asia          | 0.192***  | 0.151***  | 0.184***  | 0.167***  | 0.156***  | 0.154***  | 0.146***  | 0.147***  |
|                    | (0.0566)  | (0.0461)  | (0.0606)  | (0.0526)  | (0.0403)  | (0.0398)  | (0.0426)  | (0.0423)  |
| South Asia         | -0.128    | -0.179**  | -0.274*** | -0.295*** | -0.185*   | -0.190*   | -0.184**  | -0.183**  |
|                    | (0.0842)  | (0.0881)  | (0.0939)  | (0.0945)  | (0.0943)  | (0.0957)  | (0.0864)  | (0.0861)  |
| West Asia          | -0.262*** | -0.241*** | -0.257*** | -0.244*** | -0.157**  | -0.157**  | -0.181**  | -0.182*** |
|                    | (0.0892)  | (0.0906)  | (0.0840)  | (0.0798)  | (0.0723)  | (0.0716)  | (0.0696)  | (0.0686)  |
| Latin America      | 0.158***  | 0.198***  | 0.197***  | 0.204***  | 0.173***  | 0.176***  | 0.197***  | 0.197***  |
|                    | (0.0512)  | (0.0558)  | (0.0634)  | (0.0650)  | (0.0538)  | (0.0546)  | (0.0575)  | (0.0573)  |
| EU13               | -0.115    | -0.0324   | 0.0449    | 0.0761    | -0.0335   | -0.0269   | -0.0101   | -0.0126   |
|                    | (0.0820)  | (0.0728)  | (0.101)   | (0.0929)  | (0.0552)  | (0.0534)  | (0.0605)  | (0.0607)  |
| Transition country | 0.0296    | 0.0603    | 0.0412    | 0.0490    | 0.00491   | 0.00530   | 0.0143    | 0.0153    |
|                    | (0.0432)  | (0.0504)  | (0.0508)  | (0.0537)  | (0.0565)  | (0.0569)  | (0.0540)  | (0.0535)  |
| FE Panel           | -0.0339   | -0.0256   | -0.0226   | -0.0204   | -0.0507   | -0.0458   | -0.0141   | -0.0151   |
|                    | (0.0338)  | (0.0356)  | (0.0464)  | (0.0468)  | (0.0424)  | (0.0417)  | (0.0419)  | (0.0416)  |
| RE Panel           | -0.0368   | -0.0241   | -0.0273   | -0.0244   | -0.0400   | -0.0364   | -0.0148   | -0.0153   |
|                    | (0.0491)  | (0.0466)  | (0.0547)  | (0.0544)  | (0.0466)  | (0.0458)  | (0.0460)  | (0.0458)  |
| GMM                | -0.00543  | 0.00699   | -0.00282  | -0.00255  | -0.0373   | -0.0343   | -0.00515  | -0.00527  |
|                    | (0.0220)  | (0.0228)  | (0.00745) | (0.00736) | (0.0375)  | (0.0362)  | (0.0144)  | (0.0143)  |
| Others             | 0.210***  | 0.242***  | 0.142     | 0.142     | -0.0276   | -0.0286   | -0.0285   | -0.0279   |
|                    | (0.0633)  | (0.0710)  | (0.0929)  | (0.0943)  | (0.0626)  | (0.0625)  | (0.0440)  | (0.0446)  |
| No. RD var         | -0.0886   | -0.0969   | -0.236**  | -0.243**  | -0.0804   | -0.0838   | -0.148**  | -0.146**  |
|                    | (0.0661)  | (0.0649)  | (0.0915)  | (0.0922)  | (0.0621)  | (0.0619)  | (0.0641)  | (0.0653)  |
| GDP Total          | -0.0331   | -0.0349   | -0.0236   | -0.0221   | -0.0650   | -0.0674   | -0.0166   | -0.0156   |

|                   |          |          |           |           |          |          |            |            |
|-------------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|------------|
|                   | (0.0531) | (0.0561) | (0.0649)  | (0.0658)  | (0.0400) | (0.0406) | (0.0402)   | (0.0410)   |
| GDP Growth        | -0.0787  | -0.0506  | -0.0416   | -0.0346   | -0.00663 | -0.00315 | -0.0371    | -0.0379    |
|                   | (0.0571) | (0.0599) | (0.0752)  | (0.0751)  | (0.0508) | (0.0514) | (0.0542)   | (0.0539)   |
| R&D_EXP dummy     | -0.0407  | -0.0398  | -0.0142   | -0.0142   | -0.0233  | -0.0217  | -0.0195    | -0.0196    |
|                   | (0.0335) | (0.0327) | (0.0105)  | (0.0105)  | (0.0360) | (0.0355) | (0.0186)   | (0.0184)   |
| R&D_HUM dummy     | 0.129*   | 0.124    | 0.197***  | 0.197***  | -0.0120  | -0.0139  | 0.0343     | 0.0347     |
|                   | (0.0760) | (0.0801) | (0.0632)  | (0.0640)  | (0.0521) | (0.0522) | (0.0361)   | (0.0364)   |
| R&D_OTH IP dum    | -0.0521  | -0.0547  | -0.00272  | -0.00510  | -0.0924* | -0.0887  | -0.0833*   | -0.0842*   |
|                   | (0.0593) | (0.0626) | (0.0689)  | (0.0697)  | (0.0542) | (0.0536) | (0.0463)   | (0.0461)   |
| R&D_INNOV dum     | -0.00812 | 0.0218   | 0.0560    | 0.0686    | -0.0394  | -0.0364  | 0.0170     | 0.0163     |
|                   | (0.0531) | (0.0513) | (0.0508)  | (0.0500)  | (0.0472) | (0.0463) | (0.0412)   | (0.0406)   |
| R&D_PUB dummy     | -0.0687  | -0.0140  | 0.00950   | 0.0210    | 0.130    | 0.132    | 0.146      | 0.146      |
|                   | (0.0993) | (0.0962) | (0.120)   | (0.117)   | (0.104)  | (0.103)  | (0.100)    | (0.100)    |
| R&D_OTH OP dum    | -0.0191  | 0.0105   | 0.0914    | 0.111     | 0.0631   | 0.0678   | 0.0676     | 0.0650     |
|                   | (0.0503) | (0.0473) | (0.0767)  | (0.0725)  | (0.0497) | (0.0489) | (0.0511)   | (0.0509)   |
| Control capital   | -0.0627* | -0.0410  | -0.0454   | -0.0425   | -0.00547 | -0.00330 | -0.0103    | -0.0106    |
|                   | (0.0341) | (0.0379) | (0.0459)  | (0.0460)  | (0.0283) | (0.0287) | (0.0299)   | (0.0299)   |
| Control labor     | -0.0617  | -0.0812* | -0.0473   | -0.0553   | -0.0391  | -0.0402  | -0.0210    | -0.0203    |
|                   | (0.0400) | (0.0424) | (0.0365)  | (0.0355)  | (0.0379) | (0.0380) | (0.0285)   | (0.0281)   |
| Control education | -0.00227 | -0.0152  | -0.0587** | -0.0628** | -0.0452  | -0.0461  | -0.0723*** | -0.0719*** |
|                   | (0.0293) | (0.0289) | (0.0242)  | (0.0242)  | (0.0289) | (0.0292) | (0.0185)   | (0.0184)   |
| Control govt      | 0.0649   | 0.0995*  | 0.203***  | 0.218***  | 0.0513   | 0.0516   | 0.147**    | 0.146**    |
|                   | (0.0452) | (0.0502) | (0.0671)  | (0.0691)  | (0.0465) | (0.0469) | (0.0684)   | (0.0682)   |
| Control spillover | 0.0686   | 0.0804*  | 0.0473    | 0.0491    | 0.0538   | 0.0546   | 0.0358     | 0.0356     |
|                   | (0.0432) | (0.0437) | (0.0321)  | (0.0325)  | (0.0431) | (0.0434) | (0.0396)   | (0.0395)   |
| Control macro     | -0.0595* | -0.0538* | 0.00826   | 0.0126    | -0.00738 | -0.00720 | 0.0188     | 0.0184     |
|                   | (0.0311) | (0.0318) | (0.0233)  | (0.0229)  | (0.0259) | (0.0260) | (0.0143)   | (0.0141)   |
| Control interact  | -0.131   | -0.156   | -0.186*   | -0.191*   | -0.0365  | -0.0359  | 0.00959    | 0.0102     |

|                     |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                     | (0.0817) | (0.0951) | (0.0956) | (0.0980) | (0.0571) | (0.0577) | (0.0609) | (0.0607) |
| Control initial GDP | 0.106**  | 0.108**  | 0.114**  | 0.111**  | 0.0102   | 0.00854  | 0.0352   | 0.0358   |
|                     | (0.0463) | (0.0494) | (0.0516) | (0.0517) | (0.0399) | (0.0400) | (0.0314) | (0.0318) |
| Quality overall     | -0.150   | -0.130   | -0.152   | -0.145   | -0.295   | -0.290   | -0.349   | -0.352   |
|                     | (0.189)  | (0.193)  | (0.206)  | (0.206)  | (0.193)  | (0.193)  | (0.225)  | (0.224)  |
| Observations        | 680      | 680      | 680      | 680      | 680      | 680      | 680      | 680      |
| R-squared           | 0.449    | 0.509    | 0.564    | 0.646    | 0.258    | 0.457    | 0.370    | 0.563    |

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการวิเคราะห์ multiple meta-regression ด้วยสมมติฐาน fixed effect ในคอลัมน์ที่ 1 ถึง 4 ในขณะที่คอลัมน์ 5 – 8 แสดงผลจากสมมติฐาน random effect โดยใช้ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน และมี (คอลัมน์เลขคู่) หรือไม่มี (คอลัมน์เลขคี่) การควบคุม publication selection bias จะเห็นว่าค่าที่แท้จริงของผลกระทบของ R&D โดยรวมที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect ในแถวที่ 1) ส่วนใหญ่มีค่าเป็นบวกทั้งหมดโดยมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ กล่าวคือแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน random effect ที่ใช้ค่าน้ำหนักทั้งแบบและทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมปัญหา publication selection รายงานค่าผลกระทบคาดการณ์เป็นบวกทั้งหมดในช่วงค่า 0.309-0.405 และมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.9 และแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) ที่มีการควบคุมปัญหา publication selection รายงานค่าผลกระทบคาดการณ์เป็นบวกที่ 0.389 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.95

เมื่อพิจารณาคอลัมน์ที่ 1 คือแบบจำลอง fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) ในตารางที่ 5.7 (ที่ใช้การวิเคราะห์ multiple meta-regression) กับคอลัมน์ที่ 3 คือแบบจำลอง fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) ในตารางที่ 5.2 (ที่วิเคราะห์ publication bias เบื้องต้นก่อนการรวมปัจจัยควบคุมอื่นๆ) จะสังเกตได้ว่า ตัวแปร publication bias มีนัยสำคัญทางสถิติขึ้นมาในตารางที่ 5.7 เมื่อมีการรวมปัจจัยควบคุมอื่นๆ โดยขนาดของ Intercept หรือ ค่าผลกระทบเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข (conditional mean effect) เพิ่มขึ้น

ในการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอธิบายในตารางที่ 5.7 จะแยกระหว่างตัวแปรต่อเนื่อง (continuous) และตัวแปรหุ่น (dummy) กล่าวคือ ตัวแปร Pub year, Data year, Data span, Citations per year, Developing ratio, และ Quality เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ที่เหลือเป็น binary variables การแยกเป็น 2 กลุ่มนี้มีประโยชน์ในการระบุนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากตัวแปรตามเป็นค่าสหสัมพันธ์ ดังนั้นตัวแปร

binary ที่มีค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์น้อยกว่า 0.05 จะถือว่าไม่นัยสำคัญทางเศรษฐกิจ และตัวแปร binary ที่มีค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.1 จะถือว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ<sup>5</sup>

เมื่อพิจารณาลักษณะของการตีพิมพ์ในทุกแบบจำลองชี้ตรงกันว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง R&D และ อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจไม่ได้ขึ้นอยู่กับ Pub year, Data span, Citations per year, Developing ratio, และ Quality กล่าวคือค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาที่งานศึกษานั้นถูกตีพิมพ์ หรือตามช่วงความยาวของจำนวนปีที่ใช้ในการศึกษา หรือสัดส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาว่ามาจากกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมดหรือผสมกับกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว หรือตามจำนวนการอ้างอิงของงานวิจัยนั้น หรือคุณภาพของงานวิจัยนั้นไม่ได้มีผลให้เกิดความแตกต่างของค่าประมาณการผลกระทบ สำหรับตัวแปร Data year มีเพียงแบบจำลอง fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) ที่สนับสนุนว่าค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นสำหรับการศึกษาในระยะหลัง

ในอีกกลุ่มหนึ่ง ตัวแปรหุ่น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Journal ติดลบในทุกแบบจำลอง และมีความสำคัญในสองแบบจำลอง สะท้อนว่าการศึกษาที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ ให้ค่ารายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่าการศึกษาในกลุ่ม working papers และ วิทยานิพนธ์

สำหรับลักษณะของข้อมูลที่ใช้ พบว่างานศึกษาที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศ (Group) และข้อมูลที่เป็นรูปแบบ Panel จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาที่ใช้ข้อมูลประเทศเดียวแต่ต่ำกว่างานศึกษาที่ใช้ข้อมูลในรูปแบบ cross section หรือ time series

สำหรับตัวแปรหุ่นทางภูมิศาสตร์ ในงานศึกษานี้ นอกจากจะแค่ระบุงานวิจัยตั้งต้นมีการรวมตัวแปรหุ่นทางภูมิศาสตร์ในงานวิจัยหรือไม่ ยังได้ทำการจำแนกตัวแปรหุ่นดังกล่าวเป็น 7 ภูมิภาค (ตัวแปรที่ omit คือ หากเป็นงานวิจัยที่ไม่ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะจำแนกได้) พบว่า งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ East Asia และ Latin America มีแนวโน้มจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาที่จำแนกภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง และงานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ South Asia และ West Asia รายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานศึกษาที่จำแนกภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาที่ใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกัน พบว่าเฉพาะตัวแปร Others ซึ่งในที่นี้ คือวิธีการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา 2SLS และ Bayesian regression เท่านั้นที่มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่าวิธี Standard OLS ที่ใช้เป็น base อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในแบบจำลองสมมติฐาน fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) สำหรับวิธี

<sup>5</sup> รายละเอียดการกำหนดนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใช้ตามแนวคิดใน Doucouliagos (2011)

Fixed effect Panel, Random effect Panel, GMM แม้จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบติดลบในทุกแบบจำลอง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยที่วัดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยใช้ Total GDP และที่รายงานเป็นค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ GDP เลย จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานวิจัยที่วัดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยใช้ GDP per capita และงานวิจัยที่ใช้ log level ของ GDP ในทุกแบบจำลอง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่สนใจ จะพบว่า ค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจไม่ได้ขึ้นกับประเภทของตัวแปรที่นำมาใช้เป็น proxy ของ R&D มากนัก ยกเว้นงานวิจัยตั้งต้นที่ใช้สัดส่วนของแรงงานในภาค R&D (R&D\_HUM dummy) เป็น proxy ที่รายงานค่าประมาณการผลกระทบสูงกว่างานวิจัยที่ใช้ตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ ในขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ตัวแปร R&D Input อื่นๆ (R&D\_OTH IP dum) รายงานค่าประมาณการผลกระทบต่ำกว่างานวิจัยที่ใช้ตัวแปรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่มีนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ค่าใช้จ่ายด้าน R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่าในทุกแบบจำลองแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ตัวแปรทางด้าน R&D Output คือ R&D\_INNOV dum, R&D\_PUB dummy และ R&D\_OTH OP dum จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่าในแบบจำลองส่วนใหญ่ผสมกับรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่ากระจายกันไปในแต่ละแบบจำลอง แต่ไม่มีตัวแปร R&D Output ตัวใดที่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การศึกษาที่ใช้ตัวแปรด้าน R&D มากกว่า 1 ตัว มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ใช้ตัวแปรด้าน R&D ตัวเดียวในทุกแบบจำลอง แต่มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 4 แบบจำลอง

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่แต่ละงานวิจัยตั้งต้นใส่ลงไปแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุม พบว่า งานศึกษาตั้งต้นที่รวมตัวแปรการใช้จ่ายของรัฐบาล (Control govt) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในแบบจำลองส่วนใหญ่ เช่นกันงานวิจัยตั้งต้นที่รวมตัวแปร spillovers (Control spillover) ก็มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวด้วยเช่นกันในทุกแบบจำลอง แต่มีเพียงแบบจำลองเดียวที่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ งานศึกษาที่รวม Initial GDP (Control initial GDP) จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่าในทุกแบบจำลองและมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 4 แบบจำลอง อาจจะเนื่องจากว่า R&D มีความสัมพันธ์กับรายได้ของประเทศ หรืออาจจะเนื่องจากว่า การศึกษาที่รวม Initial GDP มีกระบวนการสร้างแบบจำลองที่ดีกว่า เพราะการศึกษาที่มีความครบถ้วนควรต้องมีการพิจารณาถึง convergence ด้วย

ขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่มีการใส่ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตหลักๆ คือ มีการควบคุมด้วยการใส่ตัวแปรทุนกายภาพ (Control capital) แรงงาน (Control labor) การศึกษาเพื่อสะท้อนทุนมนุษย์ (Control

education) ปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง (Control macro) รวมถึงงานวิจัยตั้งต้นที่มีการใส่ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ (Control interact) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบางแบบจำลอง

พบว่าการศึกษาที่ใส่ตัวแปรต่อไปนี้ มีแนวโน้มจะให้ค่าการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงกว่างานวิจัยที่ไม่ได้ใส่ตัวแปรเหล่านั้น ที่พบหลัก ๆ คือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ หรือ FDI ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการค้า และตัวแปรกลุ่มเศรษฐกิจมหภาค ตรงกันข้าม งานวิจัยที่ใส่ตัวแปรทุนกายภาพที่ใช้การรายงานรูปแบบ Flow หรือการลงทุน การศึกษาขั้นพื้นฐาน การศึกษาขั้นสูง ตัวแปรกลุ่มสถาบัน มีแนวโน้มที่จะให้ค่าการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่ำกว่างานวิจัยที่ไม่ได้ใส่ตัวแปรเหล่านั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองส่วนใหญ่

### 5.3.2 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับการศึกษาที่ใช้การลงทุน R&D ในด้านค่าใช้จ่ายเป็นตัวแปร R&D

การวิเคราะห์ multiple meta-regression ในส่วนนี้จะใช้ค่าประมาณการจากการศึกษาที่วิเคราะห์ผลกระทบของค่าใช้จ่ายด้าน R&D ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เช่นเดียวกันกับที่แสดงในตารางที่ 5.7 ตารางที่ 5.8 แสดงผลการวิเคราะห์ multiple meta-regression ด้วยสมมติฐาน fixed effect ในคอลัมน์ที่ 1 ถึง 4 ในขณะที่คอลัมน์ 5 – 8 แสดงผลจากสมมติฐาน random effect โดยใช้ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน และมี (คอลัมน์เลขคู่) หรือไม่มี (คอลัมน์เลขคี่) การควบคุม publication selection bias โดยมีการครอบคลุมปัจจัยทุกตัวที่รวบรวมได้จากงานศึกษาปฐมภูมิที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่สนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ และคุณภาพของงานวิจัย โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5. 8 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ค่าใช้จ่ายด้าน R&amp;D

|                  | (1)                   | (2)                  | (3)                    | (4)                   | (5)                     | (6)                     | (7)                     | (8)                     |
|------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| VARIABLES        | FE w1                 | FE w1                | FE w2                  | FE w2                 | RE w1                   | RE w1                   | RE w2                   | RE w2                   |
|                  |                       | No SE                |                        | No SE                 |                         | No SE                   |                         | No SE                   |
| Intercept        | 0.813***<br>(0.244)   | 0.466**<br>(0.182)   | 0.747***<br>(0.163)    | 0.559***<br>(0.126)   | 0.673***<br>(0.219)     | 0.589***<br>(0.167)     | 0.733***<br>(0.141)     | 0.615***<br>(0.125)     |
| SE               | -3.170**<br>(1.401)   |                      | -2.017<br>(1.228)      |                       | -0.427<br>(0.582)       |                         | -0.610**<br>(0.286)     |                         |
| PUB YR           | -0.0125<br>(0.0178)   | -0.0226<br>(0.0181)  | -0.0260<br>(0.0156)    | -0.0359**<br>(0.0149) | -0.00796<br>(0.00889)   | -0.00747<br>(0.00881)   | -0.00519<br>(0.00788)   | -0.00450<br>(0.00808)   |
| JOUR dummy       | -0.0968<br>(0.0939)   | -0.103<br>(0.0987)   | -0.156<br>(0.117)      | -0.181<br>(0.129)     | -0.0345<br>(0.0692)     | -0.0355<br>(0.0692)     | -0.105<br>(0.0723)      | -0.112<br>(0.0741)      |
| Citation per YR  | 0.00514*<br>(0.00268) | 0.00428<br>(0.00291) | 0.00548**<br>(0.00212) | 0.00445*<br>(0.00225) | 0.00560***<br>(0.00169) | 0.00582***<br>(0.00167) | 0.00507***<br>(0.00139) | 0.00538***<br>(0.00148) |
| Group dummy      | 0.0622<br>(0.110)     | 0.125<br>(0.120)     | 0.00792<br>(0.0930)    | 0.0832<br>(0.0987)    | 0.148<br>(0.0980)       | 0.167*<br>(0.0876)      | 0.170**<br>(0.0718)     | 0.203***<br>(0.0706)    |
| Panel dummy      | -0.395**<br>(0.178)   | -0.197<br>(0.150)    | -0.455***<br>(0.168)   | -0.250**<br>(0.107)   | -0.0944<br>(0.118)      | -0.0840<br>(0.120)      | -0.197**<br>(0.0814)    | -0.180**<br>(0.0839)    |
| Data year        | 0.0222<br>(0.0155)    | 0.0316**<br>(0.0153) | 0.0407***<br>(0.0135)  | 0.0462***<br>(0.0133) | 0.0148<br>(0.00899)     | 0.0145<br>(0.00894)     | 0.0182**<br>(0.00750)   | 0.0177**<br>(0.00769)   |
| Data span        | 0.00384<br>(0.00856)  | 0.0115<br>(0.00760)  | 0.0113<br>(0.00803)    | 0.0168**<br>(0.00702) | 0.00586<br>(0.00461)    | 0.00602<br>(0.00459)    | 0.00537<br>(0.00447)    | 0.00546<br>(0.00454)    |
| Developing ratio | -0.0696<br>(0.103)    | -0.0698<br>(0.112)   | -0.0954<br>(0.0735)    | -0.0124<br>(0.0509)   | 0.00167<br>(0.0730)     | 0.00979<br>(0.0726)     | 0.0282<br>(0.0317)      | 0.0493<br>(0.0321)      |
| Africa           | 0.118<br>(0.155)      | 0.104<br>(0.162)     | 0.0399<br>(0.0858)     | 0.00874<br>(0.0947)   | 0.372***<br>(0.132)     | 0.363***<br>(0.129)     | 0.229**<br>(0.0926)     | 0.217**<br>(0.0906)     |



|                    |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| East Asia          | 0.352***  | 0.313***  | 0.415***  | 0.393***  | 0.263***  | 0.264***  | 0.328***  | 0.329***  |
|                    | (0.0741)  | (0.0665)  | (0.0539)  | (0.0538)  | (0.0574)  | (0.0569)  | (0.0433)  | (0.0438)  |
| South Asia         | -0.124    | -0.264**  | -0.172*   | -0.283*** | -0.361*** | -0.369*** | -0.294*** | -0.313*** |
|                    | (0.146)   | (0.127)   | (0.101)   | (0.0770)  | (0.114)   | (0.106)   | (0.0562)  | (0.0552)  |
| West Asia          | -0.761*** | -0.796*** | -0.716*** | -0.782*** | -0.633*** | -0.640*** | -0.598*** | -0.599*** |
|                    | (0.152)   | (0.143)   | (0.125)   | (0.119)   | (0.124)   | (0.121)   | (0.0955)  | (0.0967)  |
| Latin America      | 0.329***  | 0.413***  | 0.357***  | 0.420***  | 0.277***  | 0.283***  | 0.243***  | 0.248***  |
|                    | (0.0741)  | (0.0705)  | (0.0551)  | (0.0516)  | (0.0597)  | (0.0589)  | (0.0457)  | (0.0462)  |
| EU13               | 0.0488    | 0.0794    | 0.00336   | 0.0239    | 0.0219    | 0.0158    | -0.0879   | -0.106    |
|                    | (0.0855)  | (0.0923)  | (0.0754)  | (0.0854)  | (0.0740)  | (0.0720)  | (0.0627)  | (0.0651)  |
| Transition country | 0.0868    | 0.235**   | 0.0742    | 0.188**   | 0.0510    | 0.0611    | 0.00240   | 0.0135    |
|                    | (0.105)   | (0.0974)  | (0.0882)  | (0.0709)  | (0.0843)  | (0.0810)  | (0.0605)  | (0.0599)  |
| FE Panel           | -0.0746   | -0.0239   | -0.0927** | -0.0709   | 0.0369    | 0.0490    | -0.0366   | -0.0223   |
|                    | (0.0679)  | (0.0722)  | (0.0411)  | (0.0508)  | (0.0767)  | (0.0749)  | (0.0459)  | (0.0505)  |
| RE Panel           | -0.137**  | -0.0794   | -0.136*** | -0.110*** | -0.0529   | -0.0448   | -0.117*** | -0.110*** |
|                    | (0.0635)  | (0.0610)  | (0.0244)  | (0.0287)  | (0.0747)  | (0.0741)  | (0.0374)  | (0.0406)  |
| GMM                | -0.0605   | -0.0151   | -0.0384*  | -0.0279   | -0.00234  | 0.00407   | -0.0393   | -0.0345   |
|                    | (0.0465)  | (0.0527)  | (0.0194)  | (0.0271)  | (0.0666)  | (0.0667)  | (0.0334)  | (0.0363)  |
| Others             | 0.0798    | 0.116     | -0.0290   | -0.0163   | -0.0378   | -0.0341   | -0.114**  | -0.109**  |
|                    | (0.0990)  | (0.115)   | (0.0698)  | (0.0682)  | (0.0793)  | (0.0798)  | (0.0459)  | (0.0478)  |
| No. RD var         | -0.107    | -0.112*   | -0.0444   | -0.0606   | -0.185*** | -0.190*** | -0.157*** | -0.167*** |
|                    | (0.0665)  | (0.0617)  | (0.0535)  | (0.0591)  | (0.0621)  | (0.0621)  | (0.0523)  | (0.0550)  |
| GDP Total          | -0.0878   | -0.0772   | -0.0352   | -0.0118   | -0.163*** | -0.166*** | -0.131*** | -0.136*** |
|                    | (0.0654)  | (0.0682)  | (0.0409)  | (0.0415)  | (0.0595)  | (0.0596)  | (0.0456)  | (0.0474)  |
| GDP Growth         | -0.0726   | -0.0443   | -0.202*** | -0.170**  | 0.0703    | 0.0741    | -0.0689   | -0.0674   |
|                    | (0.0673)  | (0.0697)  | (0.0666)  | (0.0703)  | (0.0803)  | (0.0820)  | (0.0640)  | (0.0663)  |
| RD EXP_Ratio       | 0.126     | 0.100     | 0.285***  | 0.258***  | 0.0178    | 0.00800   | 0.148***  | 0.132**   |
|                    | (0.0803)  | (0.0798)  | (0.0700)  | (0.0745)  | (0.0675)  | (0.0639)  | (0.0523)  | (0.0526)  |

|                     |           |           |            |            |           |           |            |            |
|---------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| RD EXP_Total        | -0.0422   | -0.0567   | -0.0212    | -0.0295    | -0.107**  | -0.109**  | -0.0455    | -0.0468    |
|                     | (0.0406)  | (0.0454)  | (0.0232)   | (0.0252)   | (0.0481)  | (0.0488)  | (0.0288)   | (0.0294)   |
| RD EXP_Growth       | 0.104     | 0.0511    | 0.120*     | 0.0812     | -0.0385   | -0.0513   | -0.0614    | -0.0802    |
|                     | (0.0808)  | (0.0787)  | (0.0612)   | (0.0613)   | (0.0792)  | (0.0717)  | (0.0577)   | (0.0573)   |
| Control capital     | 0.0260    | 0.0249    | -0.0131    | -0.0106    | 0.0110    | 0.0114    | -0.00955   | -0.00798   |
|                     | (0.0388)  | (0.0415)  | (0.0213)   | (0.0234)   | (0.0387)  | (0.0389)  | (0.0222)   | (0.0223)   |
| Control labor       | -0.0463   | -0.0492   | -0.0646*** | -0.0679*** | 0.0181    | 0.0201    | -0.0269    | -0.0251    |
|                     | (0.0389)  | (0.0390)  | (0.0180)   | (0.0203)   | (0.0371)  | (0.0368)  | (0.0235)   | (0.0239)   |
| Control education   | -0.00387  | 0.00429   | -0.0629**  | -0.0653**  | -0.0437   | -0.0447   | -0.0760*** | -0.0784*** |
|                     | (0.0391)  | (0.0416)  | (0.0278)   | (0.0283)   | (0.0311)  | (0.0308)  | (0.0204)   | (0.0199)   |
| Control govt        | 0.115*    | 0.197***  | 0.232***   | 0.320***   | 0.128**   | 0.129**   | 0.171***   | 0.170***   |
|                     | (0.0662)  | (0.0654)  | (0.0630)   | (0.0499)   | (0.0500)  | (0.0502)  | (0.0366)   | (0.0378)   |
| Control spillover   | -0.00236  | 0.0203    | -0.0374    | -0.0381    | -0.0174   | -0.0179   | -0.0499    | -0.0516    |
|                     | (0.0486)  | (0.0467)  | (0.0274)   | (0.0302)   | (0.0434)  | (0.0440)  | (0.0312)   | (0.0324)   |
| Control macro       | -0.0566   | -0.0735*  | 0.00693    | 0.00680    | -0.0578** | -0.0610** | -0.0165    | -0.0176    |
|                     | (0.0372)  | (0.0392)  | (0.0210)   | (0.0233)   | (0.0273)  | (0.0264)  | (0.0167)   | (0.0170)   |
| Control interaction | 0.00796   | 0.0616    | 0.0898     | 0.0920*    | 0.0933    | 0.0980    | 0.0882***  | 0.0911***  |
|                     | (0.0766)  | (0.0948)  | (0.0564)   | (0.0540)   | (0.0603)  | (0.0627)  | (0.0311)   | (0.0324)   |
| Control initial GDP | 0.0588    | 0.0761    | 0.0729     | 0.0913     | 0.0555    | 0.0598    | 0.0578     | 0.0637     |
|                     | (0.0718)  | (0.0721)  | (0.0568)   | (0.0559)   | (0.0578)  | (0.0574)  | (0.0398)   | (0.0393)   |
| Quality overall     | -0.736*** | -0.676*** | -0.811***  | -0.874***  | -0.713*** | -0.709*** | -0.650***  | -0.637***  |
|                     | (0.236)   | (0.224)   | (0.164)    | (0.192)    | (0.200)   | (0.201)   | (0.146)    | (0.158)    |
| Observations        | 347       | 347       | 347        | 347        | 347       | 347       | 347        | 347        |
| R-squared           | 0.437     | 0.466     | 0.482      | 0.538      | 0.411     | 0.537     | 0.417      | 0.580      |

---

ตารางที่ 5.8 ชี้ว่าค่าที่แท้จริงของผลกระทบของ R&D ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect ในแถวที่ 1) มีค่าเป็นบวกทั้งหมดในช่วง 0.466-0.813 และมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ในทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) และมีการควบคุมปัญหา publication selection โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.95 จะเห็นได้ว่า ค่าที่แท้จริงของผลกระทบของสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้าน R&D ที่มีต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นบวกสอดคล้องกันแม้หลังจากมีการควบคุม publication selection แล้วก็ตาม สิ่งที่แตกต่างกันจากผลที่พบจากการถดถอยแบบขั้นส่วนใหญ่ของงานวิจัย meta regression analysis คือ พบค่าสัมประสิทธิ์ของ SE ที่ใช้เป็นตัวแทนของ publication selection bias เป็นลบในทุกแบบจำลอง หรืออีกนัยหนึ่งงานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายด้าน R&D แสดงผลกระทบดังกล่าวว่าน้อยกว่าความเป็นจริง (understate) โดยแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน fixed effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) และแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน random effect ที่ให้น้ำหนักทุก studies เท่ากัน (w2) ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของ SE เป็นลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อสังเกตประการหนึ่ง การที่ publication selection bias มีค่าเป็นลบ เมื่อเปรียบเทียบกับคอลัมน์เลขคู่และเลขคี่ จะเห็นได้ว่าผลของการไม่ใส่ตัวแปร SE คือ การลดขนาดของ Intercept หรือ ค่าผลกระทบเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข (conditional mean effect) ในขณะที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมอื่นๆ ไม่ได้ถูกกระทบมากจากการใส่หรือไม่ใส่ SE ลงไป สะท้อนว่า SE ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของการศึกษามาก และสนับสนุนข้อสรุปจากตารางที่ 5.4 ว่านัยสำคัญของการใส่ SE เนื่องมาจาก publication bias และไม่ใช่ bias ที่เกิดจากการละเว้นไม่ใส่ตัวแปรลักษณะของการศึกษา

เช่นเดียวกันกับส่วนที่ 5.3.1 ในการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอธิบายในตารางที่ 5.8 จะแยกระหว่างตัวแปรต่อเนื่อง (continuous) และตัวแปรหุ่น (dummy) กล่าวคือ ตัวแปร Pub year, Data year, Data span, Citations per year, Developing ratio, และ Quality เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ที่เหลือเป็น binary variables การแยกเป็น 2 กลุ่มนี้มีประโยชน์ในการระบุนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากตัวแปรตามเป็นค่าสหสัมพันธ์ ดังนั้นตัวแปร binary ที่มีค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์น้อยกว่า 0.05 จะถือว่าไม่มีนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ และตัวแปร binary ที่มีค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.1 จะถือว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

เมื่อพิจารณาลักษณะของการตีพิมพ์ในทุกแบบจำลองชี้ตรงกันว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายด้าน R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับ Pub year, Data span, Citations per year, Developing ratio, และ Quality กล่าวคือค่าประมาณการผลกระทบของค่าใช้จ่ายด้าน R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงสำหรับการศึกษาในระยะหลัง (มีนัยสำคัญทางสถิติเพียงในแบบจำลองเดียว) แต่จะมากขึ้นเมื่องานวิจัยตั้งต้นใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะหลัง (มีนัยสำคัญทางสถิติใน 5 แบบจำลอง) และมีช่วงความยาวของจำนวนปีของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามากขึ้น (มีนัยสำคัญทางสถิติเพียงในแบบจำลองเดียว) งานวิจัยตั้งต้นที่มีจำนวนการอ้างอิงของงานวิจัยสูง จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน 7 แบบจำลอง ในขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่มีคุณภาพของงานวิจัยสูง จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง อย่างไรก็ตามสัดส่วน

ของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาว่ามาจากกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมดหรือผสมกับกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วไม่ได้  
มีผลให้เกิดความแตกต่างของค่าประมาณการผลกระทบ

ในกลุ่มหนึ่งของตัวแปรหุ่น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Journal ติดลบในทุกแบบจำลอง แต่ไม่มี  
นัยสำคัญในทุกแบบจำลอง สะท้อนว่าไม่มีความแตกต่างกันในผลประมาณการของการศึกษาที่ตีพิมพ์ใน  
วารสารวิชาการหรือใน working papers หรือวิทยานิพนธ์

สำหรับลักษณะของข้อมูลที่ใช้ พบว่างานศึกษาที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศ (Group) และข้อมูลที่เป็น  
รูปแบบ Panel จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาที่ใช้ข้อมูลประเทศเดี่ยวแต่ต่ำกว่างาน  
ศึกษาที่ใช้ข้อมูลในรูปแบบ cross section หรือ time series

สำหรับตัวแปรหุ่นทางภูมิศาสตร์ พบว่า งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ Africa, East Asia  
Latin America และ Transition มีแนวโน้มจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาที่จำแนก  
ภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะ กลุ่มประเทศ East Asia และ  
Latin America มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง ขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้  
ข้อมูลของกลุ่มประเทศ South Asia และ West Asia รายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานศึกษาที่  
จำแนกภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาที่ใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกัน พบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่สนับสนุน  
ว่าวิธี Random effect Panel มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่าวิธี Standard OLS  
ที่ใช้เป็น base อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 5 แบบจำลอง วิธีการวิเคราะห์แบบ  
อนุกรมเวลา 2SLS และ Bayesian regression (others) , Fixed effect Panel และ GMM มีแนวโน้มที่จะ  
รายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่าวิธี Standard OLS ที่ใช้เป็น base อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ  
นัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 2, 1 และ 1 แบบจำลอง ตามลำดับ

งานวิจัยที่วัดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยใช้ Total GDP และที่รายงานเป็นค่าอัตราการ  
เปลี่ยนแปลงของ GDP เลย จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานวิจัยที่วัดอัตราการขยายตัวทาง  
เศรษฐกิจโดยใช้ GDP per capita และงานวิจัยที่ใช้ log level ของ GDP ในทุกแบบจำลอง และมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 4 และ 2 แบบจำลอง ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่แต่ละงานวิจัยตั้งต้นใส่ลงไปแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุม  
พบว่า งานศึกษาตั้งต้นที่รวมตัวแปรการใช้จ่ายของรัฐบาล (Control govt) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณ  
การผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่าง  
มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง เช่นกันงานวิจัยตั้งต้นที่รวมตัวแปร  
ปฏิสัมพันธ์ (Control interact) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาตั้งต้นที่  
ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 3 แบบจำลอง

ขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่มีการใส่ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตหลักๆ คือ มีการควบคุมด้วยการใส่แรงงาน (Control labor) การศึกษาเพื่อสะท้อนทุนมนุษย์ (Control education) ปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง (Control macro) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบางแบบจำลอง

อย่างไรก็ดีไม่พบว่างานศึกษาปฐมภูมิที่ใส่ตัวแปรทุนกายภาพ (Control capital) ตัวแปร spillovers (Control spillover) และตัวแปร Initial GDP (Control initial GDP) จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่างจากงานศึกษาปฐมภูมิที่ไม่ใส่ตัวแปรเหล่านี้

### 5.3.3 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์

การวิเคราะห์ multiple meta-regression ในส่วนนี้จะใช้ค่าประมาณการจากการศึกษาที่วิเคราะห์ผลกระทบของการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เช่นเดียวกันตารางที่ 5.9 แสดงผลการวิเคราะห์ multiple meta-regression ด้วยสมมติฐาน fixed effect ในคอลัมน์ที่ 1 ถึง 4 ในขณะที่คอลัมน์ 5 – 8 แสดงผลจากสมมติฐาน random effect โดยใช้ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน และมี (คอลัมน์เลขคู่) หรือไม่มี (คอลัมน์เลขคี่) การควบคุม publication selection bias โดยมีการครอบคลุมปัจจัยทุกตัวที่รวบรวมได้จากงานศึกษาปฐมภูมิที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่สนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ และคุณภาพของงานวิจัย โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5. 9 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ตัวแปรด้านทุนมนุษย์

|                  | (1)                   | (2)                    | (3)                   | (4)                   | (5)                     | (6)                     | (7)                     | (8)                      |
|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| VARIABLES        | FE w1                 | FE w1                  | FE w2                 | FE w2                 | RE w1                   | RE w1                   | RE w2                   | RE w2                    |
|                  |                       | No SE                  |                       | No SE                 |                         | No SE                   |                         | No SE                    |
| Intercept        | -0.0238<br>(0.232)    | -0.100<br>(0.137)      | -0.118<br>(0.139)     | -0.158<br>(0.0974)    | -0.209<br>(0.130)       | -0.108<br>(0.134)       | -0.243**<br>(0.0976)    | -0.180*<br>(0.0991)      |
| SE               | -1.127<br>(2.817)     |                        | -0.701<br>(1.705)     |                       | 0.865**<br>(0.377)      |                         | 0.582***<br>(0.0709)    |                          |
| PUB YR           | -0.0294<br>(0.0375)   | -0.0189<br>(0.0247)    | -0.0469<br>(0.0334)   | -0.0391<br>(0.0258)   | 0.00490<br>(0.0202)     | 0.000322<br>(0.0220)    | -0.0163<br>(0.0345)     | -0.0202<br>(0.0360)      |
| JOUR dummy       | 0.131<br>(0.251)      | 0.0990<br>(0.214)      | 0.163<br>(0.224)      | 0.137<br>(0.202)      | 0.166<br>(0.157)        | 0.205<br>(0.155)        | 0.191<br>(0.213)        | 0.220<br>(0.215)         |
| Citation per YR  | -0.0361**<br>(0.0161) | -0.0357**<br>(0.0146)  | -0.0423**<br>(0.0148) | -0.0414**<br>(0.0139) | -0.0309**<br>(0.0115)   | -0.0317**<br>(0.0119)   | -0.0296**<br>(0.0132)   | -0.0305**<br>(0.0133)    |
| Data year        | 0.00141<br>(0.0242)   | -0.00200<br>(0.0206)   | 0.0165<br>(0.0244)    | 0.0134<br>(0.0216)    | -0.0207<br>(0.0175)     | -0.0201<br>(0.0188)     | -0.00549<br>(0.0290)    | -0.00440<br>(0.0302)     |
| Data span        | -0.00700<br>(0.00405) | -0.00697*<br>(0.00383) | -0.00775<br>(0.00458) | -0.00775<br>(0.00445) | -0.0093***<br>(0.00181) | -0.0089***<br>(0.00191) | -0.0097***<br>(0.00155) | -0.00932***<br>(0.00157) |
| Developing ratio | 0.106<br>(0.208)      | 0.184***<br>(0.0570)   | 0.104<br>(0.118)      | 0.152***<br>(0.0209)  | 0.192**<br>(0.0801)     | 0.163*<br>(0.0837)      | 0.140***<br>(0.0293)    | 0.121***<br>(0.0316)     |
| Africa           | -0.0762<br>(0.103)    | -0.104<br>(0.0733)     | -0.120**<br>(0.0448)  | -0.134***<br>(0.0278) | -0.0488<br>(0.135)      | -0.0333<br>(0.139)      | -0.103<br>(0.0613)      | -0.0953<br>(0.0625)      |
| East Asia        | 0.343<br>(0.426)      | 0.227<br>(0.261)       | 0.276<br>(0.318)      | 0.207<br>(0.250)      | 0.294<br>(0.195)        | 0.374*<br>(0.193)       | 0.270<br>(0.246)        | 0.321<br>(0.252)         |
| West Asia        | -0.191<br>(0.194)     | -0.177<br>(0.176)      | -0.248<br>(0.203)     | -0.232<br>(0.190)     | -0.0776<br>(0.154)      | -0.0816<br>(0.154)      | -0.0574<br>(0.221)      | -0.0648<br>(0.221)       |
| Latin America    | 0.0577<br>(0.315)     | 0.158<br>(0.168)       | 0.188<br>(0.175)      | 0.245**<br>(0.0985)   | 0.0175<br>(0.180)       | -0.0515<br>(0.185)      | 0.124<br>(0.109)        | 0.0829<br>(0.114)        |
| EU13             | 0.0550<br>(0.114)     | 0.0402<br>(0.100)      | 0.0122<br>(0.126)     | 0.00106<br>(0.117)    | 0.0750<br>(0.0815)      | 0.0916<br>(0.0796)      | 0.00357<br>(0.124)      | 0.0160<br>(0.125)        |

|                   |                      |                      |                     |                       |                      |                     |                       |                       |
|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| FE Panel          | 0.0758<br>(0.0620)   | 0.0799<br>(0.0599)   | 0.101*<br>(0.0509)  | 0.103*<br>(0.0503)    | 0.0673<br>(0.0694)   | 0.0626<br>(0.0699)  | 0.0989<br>(0.0667)    | 0.0972<br>(0.0669)    |
| RE Panel          | 0.0729<br>(0.0698)   | 0.0773<br>(0.0692)   | 0.0967<br>(0.0690)  | 0.0983<br>(0.0691)    | 0.0609<br>(0.0683)   | 0.0560<br>(0.0675)  | 0.0874<br>(0.0741)    | 0.0855<br>(0.0736)    |
| GMM               | -0.0113<br>(0.0953)  | -0.00819<br>(0.0926) | 0.0271<br>(0.0734)  | 0.0277<br>(0.0729)    | -0.0460<br>(0.0976)  | -0.0518<br>(0.0995) | -0.00354<br>(0.0908)  | -0.00533<br>(0.0916)  |
| Others            | 0.821<br>(0.630)     | 0.738<br>(0.532)     | 1.267*<br>(0.702)   | 1.184*<br>(0.628)     | 0.375<br>(0.323)     | 0.398<br>(0.348)    | 0.745<br>(0.564)      | 0.778<br>(0.587)      |
| No. RD var        | 0.164<br>(0.218)     | 0.0980<br>(0.126)    | 0.169<br>(0.151)    | 0.122<br>(0.0950)     | 0.129<br>(0.120)     | 0.178<br>(0.118)    | 0.203*<br>(0.0990)    | 0.239**<br>(0.100)    |
| Control capital   | -0.00035<br>(0.0867) | 0.00812<br>(0.0768)  | 0.0343<br>(0.0473)  | 0.0421<br>(0.0385)    | -0.0222<br>(0.0961)  | -0.0286<br>(0.101)  | 0.0257<br>(0.0519)    | 0.0192<br>(0.0543)    |
| Control labor     | -0.347<br>(0.444)    | -0.457<br>(0.319)    | -0.466<br>(0.382)   | -0.544<br>(0.311)     | -0.475**<br>(0.215)  | -0.381*<br>(0.210)  | -0.556*<br>(0.293)    | -0.484<br>(0.298)     |
| Control education | -0.120<br>(0.0858)   | -0.132<br>(0.0758)   | -0.0832<br>(0.0488) | -0.103***<br>(0.0184) | -0.151**<br>(0.0676) | -0.134*<br>(0.0678) | -0.125***<br>(0.0139) | -0.106***<br>(0.0126) |
| Control govt      | -0.249<br>(0.207)    | -0.287<br>(0.168)    | -0.374<br>(0.266)   | -0.396<br>(0.247)     | -0.307<br>(0.174)    | -0.277<br>(0.173)   | -0.404<br>(0.295)     | -0.384<br>(0.298)     |
| Control spillover | 0.0249<br>(0.0205)   | 0.0262<br>(0.0187)   | 0.0234<br>(0.0132)  | 0.0239*<br>(0.0124)   | 0.0254<br>(0.0236)   | 0.0230<br>(0.0239)  | 0.0171<br>(0.0172)    | 0.0160<br>(0.0181)    |
| Control macro     | 0.0589<br>(0.0709)   | 0.0573<br>(0.0652)   | 0.0144<br>(0.0218)  | 0.0170<br>(0.0214)    | 0.0775<br>(0.0817)   | 0.0793<br>(0.0848)  | 0.0296<br>(0.0352)    | 0.0281<br>(0.0346)    |
| Observations      | 106                  | 106                  | 106                 | 106                   | 106                  | 106                 | 106                   | 106                   |
| R-squared         | 0.765                | 0.794                | 0.761               | 0.778                 | 0.702                | 0.780               | 0.533                 | 0.635                 |

ตารางที่ 5.9 ซึ่ว่าค่าที่แท้จริงของผลกระทบของ R&D ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect ในแถวที่ 1) มีค่าเป็นลบทั้งหมดตั้งแต่ -0.243 ถึง -0.0238 แต่มีนัยสำคัญทางสถิติเพียงใน 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองภายใต้สมมติฐาน random effect ที่ให้น้ำหนักทุก studies เท่ากัน (w2) ที่มีการควบคุมปัญหา publication selection ให้ค่าเฉลี่ยผลกระทบคาดการณ์เท่ากับ -0.243 โดยมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และที่ไม่มีการควบคุมปัญหา publication selection ให้ค่าเฉลี่ยผลกระทบคาดการณ์เท่ากับ -0.180 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

จะเห็นได้ว่า ค่าที่แท้จริงของผลกระทบของการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์ที่มีต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นลบสอดคล้องกันแม้หลังจากมีการควบคุม publication selection แล้วก็ตาม จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ SE ที่ใช้เป็นตัวแทนของ publication selection bias เป็นลบในแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน fixed effect ที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก 2 รูปแบบแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเป็นบวกในแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน random effect ที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก 2 รูปแบบ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 หรืออีกนัยหนึ่ง งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์แสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate)

เมื่อพิจารณาเฉพาะคอลัมน์ 7 (แบบจำลองภายใต้สมมติฐาน random effect ที่ให้น้ำหนักทุก studies เท่ากัน (w2)) ที่มีค่า Intercept หรือ mean effect และ publication selection ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่า ผลของการไม่ใส่ตัวแปร SE คือ การเพิ่มขนาดของ Intercept หรือ ค่าผลกระทบเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข (conditional mean effect) ในขณะที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมอื่นๆ ไม่ได้ถูกระทบมากจากการใส่หรือไม่ใส่ SE ลงไป สะท้อนว่า SE ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของการศึกษามาก อย่างไรก็ตาม ข้อสรุปที่ได้จากตารางที่ 5.5 แตกต่างจากข้อสรุปจากตารางที่ 5.5 อย่างมาก กล่าวคือ การละเว้นไม่ใส่ตัวแปรครอบคลุมปัจจัยอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ได้แก่ ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปร ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ และคุณภาพของงานวิจัย ทำให้เกิดการ overstate ค่าผลกระทบที่แท้จริงของการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์ที่มีต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจไปอย่างมาก จากค่าที่แท้จริงที่เป็นค่าติดลบ (หลังจากมีการควบคุมด้วยปัจจัยอื่นๆ แล้ว) ไปเป็นค่าบวกได้ (เมื่อไม่มีการควบคุมด้วยปัจจัยอื่น ๆ )

เมื่อพิจารณาลักษณะของการตีพิมพ์ในทุกแบบจำลองชี้ตรงกันว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับ Data span, Citations per year และ Developing ratio กล่าวคือค่าประมาณการผลกระทบของการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงสำหรับการศึกษาที่มีช่วงความยาวของจำนวนปีของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามากขึ้น (มีนัยสำคัญทางสถิติใน 5 แบบจำลอง) งานวิจัยตั้งต้นที่มีจำนวนการอ้างอิงของงานวิจัยสูง จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกแบบจำลอง ในขณะที่สัดส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษายังมาจากกลุ่มประเทศกำลังพัฒนามากเท่าไร ยิ่งจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 6 แบบจำลอง อย่างไรก็ตาม Pub Year และ Data Year ไม่ได้มีผลให้เกิดความแตกต่างของค่าประมาณการผลกระทบ



ในกลุ่มหนึ่งของตัวแปรหุ่น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Journal ติดลบในทุกแบบจำลอง แต่ไม่มีนัยสำคัญในทุกแบบจำลอง สะท้อนว่าไม่มีความแตกต่างกันในผลประมาณการของการศึกษาที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการหรือใน working papers หรือวิทยานิพนธ์

สำหรับตัวแปรหุ่นทางภูมิศาสตร์ พบว่า งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ East Asia มีแนวโน้มจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาที่จำแนกภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 1 แบบจำลอง ขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ Africa และ Latin America มีแนวโน้มจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานศึกษาที่จำแนกภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ ใน 2 และ 1 แบบจำลอง ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาที่ใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกัน พบว่า 2 แบบจำลองสนับสนุนว่าวิธี Fixed effect Panel และ วิธีการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา 2SLS และ Bayesian regression (others) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่าวิธี Standard OLS ที่ใช้เป็น base อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่แต่ละงานวิจัยตั้งต้นใส่ลงไปแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุม พบว่า งานศึกษาตั้งต้นที่รวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตหลักๆ คือ มีการควบคุมด้วยการใส่ แรงงาน (Control labor) การศึกษาเพื่อสะท้อนทุนมนุษย์ (Control education) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและทางเศรษฐกิจใน 3 และ 5 แบบจำลองตามลำดับ และงานศึกษาปฐมภูมิที่ใส่ตัวแปร spillovers (Control spillover) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบของการลงทุน R&D ในด้านทุนมนุษย์ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและทางเศรษฐกิจใน 1 แบบจำลอง

อย่างไรก็ดีไม่พบงานศึกษาปฐมภูมิที่ใส่ตัวแปรทุนกายภาพ (Control capital) รวมตัวแปรการใช้จ่ายของรัฐบาล (Control govt) และตัวแปรที่กล่าวถึงปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง (Control macro) จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่างจากงานศึกษาปฐมภูมิที่ไม่ใส่ตัวแปรเหล่านี้

#### 5.3.4 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับ R&D ในด้านนวัตกรรม

การวิเคราะห์ multiple meta-regression ในส่วนนี้จะใช้ค่าประมาณการจากการศึกษาที่วิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรทางด้านนวัตกรรมที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เช่นเดียวกัน ตารางที่ 5.10 แสดงผลการวิเคราะห์ multiple meta-regression ด้วยสมมติฐาน fixed effect ในคอลัมน์ที่ 1 ถึง 4 ในขณะที่คอลัมน์ 5 – 8 แสดงผลจากสมมติฐาน random effect โดยใช้ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน และมี (คอลัมน์เลขคู่) หรือไม่มี (คอลัมน์เลขคี่) การควบคุม publication selection bias โดยมีการครอบคลุมปัจจัย

ทุกตัวที่รวบรวมได้จากงานศึกษาปฐมภูมิที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่น่าสนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ และคุณภาพของงานวิจัย โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.9

**ตารางที่ 5. 10** การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ตัวแปรด้านนวัตกรรม

|                  | (1)                     | (2)                     | (3)                     | (4)                     | (5)                     | (6)                     | (7)                    | (8)                     |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| VARIABLES        | FE w1                   | FE w1                   | FE w2                   | FE w2                   | RE w1                   | RE w1                   | RE w2                  | RE w2                   |
|                  |                         | No SE                   |                         | No SE                   |                         | No SE                   |                        | No SE                   |
| Intercept        | -0.0505<br>(0.133)      | -0.0749<br>(0.0672)     | -0.0509<br>(0.122)      | -0.000866<br>(0.0582)   | -0.0515<br>(0.146)      | -0.0795<br>(0.0663)     | -0.0554<br>(0.145)     | -0.000304<br>(0.0600)   |
| SE               | -0.241<br>(0.997)       |                         | 0.514<br>(0.941)        |                         | -0.257<br>(1.089)       |                         | 0.530<br>(1.112)       |                         |
| PUB YR           | 0.0386***<br>(0.0110)   | 0.0390***<br>(0.0115)   | 0.0297**<br>(0.0112)    | 0.0299**<br>(0.0123)    | 0.0389***<br>(0.0111)   | 0.0390***<br>(0.0114)   | 0.0293**<br>(0.0117)   | 0.0296**<br>(0.0129)    |
| JOUR dummy       | -0.151*<br>(0.0722)     | -0.159**<br>(0.0698)    | -0.216***<br>(0.0463)   | -0.201***<br>(0.0540)   | -0.153**<br>(0.0718)    | -0.161**<br>(0.0681)    | -0.214***<br>(0.0476)  | -0.199***<br>(0.0556)   |
| Citation per YR  | -0.0141**<br>(0.00509)  | -0.0135***<br>(0.00448) | -0.0139***<br>(0.00470) | -0.0158***<br>(0.00317) | -0.0134**<br>(0.00527)  | -0.0127**<br>(0.00455)  | -0.0134**<br>(0.00515) | -0.0153***<br>(0.00340) |
| Data year        | -0.0236*<br>(0.0117)    | -0.0230*<br>(0.0110)    | -0.0188<br>(0.0115)     | -0.0214**<br>(0.00967)  | -0.0227*<br>(0.0120)    | -0.0218*<br>(0.0111)    | -0.0177<br>(0.0123)    | -0.0204*<br>(0.0102)    |
| Data span        | -0.0232***<br>(0.00654) | -0.0227***<br>(0.00612) | -0.0187**<br>(0.00689)  | -0.0203***<br>(0.00636) | -0.0227***<br>(0.00670) | -0.0222***<br>(0.00614) | -0.0185**<br>(0.00727) | -0.0201***<br>(0.00653) |
| Developing ratio | -0.0189<br>(0.137)      | -0.0181<br>(0.136)      | 0.205*<br>(0.101)       | 0.206*<br>(0.110)       | -0.0410<br>(0.140)      | -0.0383<br>(0.137)      | 0.188<br>(0.109)       | 0.186<br>(0.116)        |
| Africa           | 0.0555<br>(0.166)       | 0.0635<br>(0.171)       | -0.0733<br>(0.0915)     | -0.0941<br>(0.0879)     | 0.0530<br>(0.159)       | 0.0620<br>(0.165)       | -0.0710<br>(0.0961)    | -0.0925<br>(0.0875)     |
| East Asia        | -0.312**<br>(0.124)     | -0.301**<br>(0.125)     | -0.423***<br>(0.0930)   | -0.460***<br>(0.0972)   | -0.300**<br>(0.126)     | -0.290**<br>(0.126)     | -0.413***<br>(0.0992)  | -0.448***<br>(0.0992)   |
| South Asia       | -0.0433                 | -0.0517                 | -0.00414                | 0.0207                  | -0.0433                 | -0.0528                 | -0.00287               | 0.0223                  |

|                     |          |           |           |           |          |           |           |           |
|---------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|                     | (0.124)  | (0.124)   | (0.0995)  | (0.0925)  | (0.119)  | (0.120)   | (0.103)   | (0.0916)  |
| West Asia           | 0.0402   | 0.0427    | 0.111     | 0.104     | 0.0409   | 0.0437    | 0.111     | 0.104     |
|                     | (0.0962) | (0.0916)  | (0.0828)  | (0.0854)  | (0.0945) | (0.0898)  | (0.0824)  | (0.0849)  |
| Latin America       | 0.396*** | 0.384***  | 0.502***  | 0.541***  | 0.389*** | 0.377***  | 0.493***  | 0.530***  |
|                     | (0.134)  | (0.128)   | (0.0876)  | (0.0851)  | (0.132)  | (0.126)   | (0.0938)  | (0.0882)  |
| EU13                | -0.346** | -0.332*** | -0.357*** | -0.400*** | -0.346** | -0.331*** | -0.357**  | -0.400*** |
|                     | (0.128)  | (0.114)   | (0.122)   | (0.0954)  | (0.131)  | (0.114)   | (0.133)   | (0.0953)  |
| Transition country  | -0.00770 | -0.00763  | -0.0160*  | -0.0173*  | -0.00795 | -0.00889  | -0.0180*  | -0.0184*  |
|                     | (0.0111) | (0.0113)  | (0.00848) | (0.00823) | (0.0135) | (0.0140)  | (0.00922) | (0.00975) |
| FE Panel            | -0.00893 | -0.00819  | -0.0708   | -0.0714   | -0.00422 | -0.00330  | -0.0670   | -0.0676   |
|                     | (0.0732) | (0.0721)  | (0.0464)  | (0.0448)  | (0.0747) | (0.0730)  | (0.0496)  | (0.0476)  |
| RE Panel            | 0.108    | 0.111     | 0.0591    | 0.0528    | 0.115    | 0.119     | 0.0639    | 0.0575    |
|                     | (0.0958) | (0.0923)  | (0.0827)  | (0.0787)  | (0.0987) | (0.0946)  | (0.0846)  | (0.0797)  |
| GMM                 | -0.00878 | -0.00807  | 0.0149    | 0.0146    | -0.0126  | -0.0116   | 0.0141    | 0.0137    |
|                     | (0.0436) | (0.0404)  | (0.0179)  | (0.0178)  | (0.0494) | (0.0451)  | (0.0217)  | (0.0215)  |
| Others              | 0.161    | 0.148     | 0.0681    | 0.0969    | 0.151    | 0.137     | 0.0671    | 0.0952    |
|                     | (0.130)  | (0.117)   | (0.123)   | (0.114)   | (0.133)  | (0.122)   | (0.129)   | (0.122)   |
| No. RD var          | -0.0731  | -0.0682   | -0.00165  | -0.0148   | -0.0868  | -0.0813   | -0.0108   | -0.0254   |
|                     | (0.0956) | (0.0912)  | (0.0785)  | (0.0830)  | (0.101)  | (0.0945)  | (0.0855)  | (0.0892)  |
| Control capital     | 0.111*   | 0.117**   | 0.0909*   | 0.0801    | 0.112*   | 0.117**   | 0.0910*   | 0.0810    |
|                     | (0.0570) | (0.0508)  | (0.0449)  | (0.0472)  | (0.0567) | (0.0508)  | (0.0462)  | (0.0479)  |
| Control labor       | -0.117   | -0.128**  | -0.171**  | -0.143**  | -0.111   | -0.123*   | -0.166*   | -0.137**  |
|                     | (0.0769) | (0.0594)  | (0.0729)  | (0.0615)  | (0.0839) | (0.0616)  | (0.0826)  | (0.0639)  |
| Control education   | -0.00705 | -0.00605  | 0.00627   | 0.00599   | -0.00836 | -0.00688  | 0.00625   | 0.00563   |
|                     | (0.0203) | (0.0215)  | (0.00689) | (0.00834) | (0.0211) | (0.0233)  | (0.00770) | (0.00992) |
| Control govt        | 0.198**  | 0.198**   | 0.223***  | 0.231***  | 0.192**  | 0.191**   | 0.215***  | 0.223***  |
|                     | (0.0877) | (0.0877)  | (0.0660)  | (0.0682)  | (0.0867) | (0.0870)  | (0.0685)  | (0.0714)  |
| Control spillover   | 0.00848  | 0.00781   | 0.0214    | 0.0191    | 0.00881  | 0.00806   | 0.0202    | 0.0178    |
|                     | (0.0397) | (0.0396)  | (0.0224)  | (0.0257)  | (0.0394) | (0.0393)  | (0.0234)  | (0.0270)  |
| Control macro       | 0.0218   | 0.0245    | -0.00319  | -0.0106   | 0.0287   | 0.0306    | -0.00056  | -0.00628  |
|                     | (0.0632) | (0.0593)  | (0.0482)  | (0.0528)  | (0.0636) | (0.0606)  | (0.0500)  | (0.0551)  |
| Control initial GDP | 0.241    | 0.135     | 0.622     | 0.921     | 0.120    | 0.0238    | 0.546     | 0.811     |

|                 |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 | (0.541) | (0.603) | (0.387) | (0.647) | (0.530) | (0.574) | (0.402) | (0.649) |
| Quality overall | 0.287*  | 0.287*  | 0.129   | 0.141   | 0.308*  | 0.309*  | 0.141   | 0.152   |
|                 | (0.147) | (0.148) | (0.107) | (0.109) | (0.152) | (0.154) | (0.112) | (0.113) |
| Observations    | 137     | 137     | 137     | 137     | 137     | 137     | 137     | 137     |
| R-squared       | 0.702   | 0.804   | 0.703   | 0.836   | 0.692   | 0.793   | 0.695   | 0.827   |

ตารางที่ 5.10 ซ้ำว่าค่าที่แท้จริงของตัวแปรทางด้านนวัตกรรม ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect ในแถวที่ 1) มีค่าเป็นลบทั้งหมดตั้งแต่ -0.0749 ถึง -0.0003 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกแบบจำลอง รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์ของ SE ที่ใช้เป็นตัวแทนของ publication selection bias ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกแบบจำลอง หรืออีกนัยหนึ่ง งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรทางด้านนวัตกรรมเป็น Proxy ของตัวแปร R&D ไม่สามารถระบุได้ว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลในคอลัมน์ที่ 7 ของตารางที่ 5.10 กับข้อสรุปที่ได้จากคอลัมน์ที่ 6 ในตารางที่ 5.6 นั่นคือเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน random effect ที่ให้น้ำหนักทุก studies เท่ากัน (w2) ที่มีการใส่และไม่ใส่ตัวแปรควบคุมอื่นๆ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การใส่ตัวแปรควบคุมอื่นๆ ไม่ได้เปลี่ยนทิศทางของผลการวิเคราะห์ของค่า mean effect และ publication selection bias แต่อย่างใด เพียงแต่เมื่อมีการใส่ตัวแปรควบคุมอื่นๆ เข้าไป ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติอีกต่อไป สะท้อนว่ายังมีปัจจัยอื่นๆอีกจำนวนมากที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ที่ไม่ใช่ตัวแปร R&D ที่ใช้ตัวแปรทางด้านนวัตกรรมเป็น Proxy

### 5.3.5 การวิเคราะห์ multiple meta-regression สำหรับการลงทุน R&D ในด้าน Output อื่นๆ

การวิเคราะห์ meta-regression ในส่วนนี้จะใช้ estimates จากการศึกษาที่วิเคราะห์ผลกระทบของการลงทุน R&D ในด้าน Output อื่น ๆ อาทิ การส่งออกสินค้า hi-tech ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เช่นเดียวกัน ตารางที่ 5.11 แสดงผลการวิเคราะห์ multiple meta-regression ด้วยสมมติฐาน fixed effect ในคอลัมน์ที่ 1 ถึง 4 ในขณะที่คอลัมน์ 5 – 8 แสดงผลจากสมมติฐาน random effect โดยใช้ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน และมี (คอลัมน์เลขคู่) หรือไม่มี (คอลัมน์เลขคี่) การควบคุม publication selection โดยมีการครอบคลุมปัจจัยทุกตัวที่รวบรวมได้จากงานศึกษาปฐมภูมิที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่สนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่าง ๆ และคุณภาพของงานวิจัย โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 การวิเคราะห์ Multiple meta-regression สำหรับ estimates ที่ใช้ตัวแปร R&D ด้าน  
Output อื่น ๆ

|                  | (1)                   | (2)                    | (3)                   | (4)                     | (5)                  | (6)                    | (7)                   | (8)                    |
|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| VARIABLES        | FE w1                 | FE w1                  | FE w2                 | FE w2                   | RE w1                | RE w1                  | RE w2                 | RE w2                  |
|                  |                       | No SE                  |                       | No SE                   |                      | No SE                  |                       | No SE                  |
| Intercept        | 0.301**<br>(0.0984)   | 0.459***<br>(0.0635)   | 0.247***<br>(0.0574)  | 0.442***<br>(0.0517)    | 0.270**<br>(0.114)   | 0.458***<br>(0.0632)   | 0.204***<br>(0.0591)  | 0.441***<br>(0.0519)   |
| SE               | 0.994**<br>(0.382)    |                        | 1.214***<br>(0.0727)  |                         | 1.178**<br>(0.507)   |                        | 1.473***<br>(0.0936)  |                        |
| PUB YR           | 0.0491<br>(0.0339)    | 0.116***<br>(0.0225)   | 0.0356<br>(0.0260)    | 0.117***<br>(0.0238)    | 0.0403<br>(0.0384)   | 0.115***<br>(0.0230)   | 0.0236<br>(0.0266)    | 0.117***<br>(0.0242)   |
| JOUR dummy       | -0.140<br>(0.0797)    | -0.351***<br>(0.0434)  | -0.109**<br>(0.0413)  | -0.365***<br>(0.0365)   | -0.108<br>(0.0983)   | -0.345***<br>(0.0508)  | -0.0675<br>(0.0473)   | -0.362***<br>(0.0411)  |
| Citation per YR  | 0.00207<br>(0.00482)  | 0.00685<br>(0.00442)   | 0.00284<br>(0.00285)  | 0.00852***<br>(0.00259) | 0.00137<br>(0.00510) | 0.00665<br>(0.00459)   | 0.00203<br>(0.00304)  | 0.00842**<br>(0.00272) |
| Data year        | -0.0367<br>(0.0317)   | -0.0999***<br>(0.0215) | -0.0241<br>(0.0244)   | -0.101***<br>(0.0224)   | -0.0281<br>(0.0361)  | -0.0985***<br>(0.0222) | -0.0126<br>(0.0252)   | -0.100***<br>(0.0229)  |
| Data span        | -0.000619<br>(0.0200) | -0.0103<br>(0.0173)    | 0.00853<br>(0.00983)  | -0.00393<br>(0.00872)   | 0.000349<br>(0.0210) | -0.0107<br>(0.0176)    | 0.0105<br>(0.0103)    | -0.00413<br>(0.00893)  |
| Developing ratio | -0.474***<br>(0.0978) | -0.376***<br>(0.0776)  | -0.541***<br>(0.0378) | -0.417***<br>(0.0333)   | -0.491***<br>(0.107) | -0.375***<br>(0.0780)  | -0.567***<br>(0.0395) | -0.417***<br>(0.0337)  |
| Africa           | -0.163<br>(0.198)     | -0.130<br>(0.179)      | -0.252**<br>(0.0900)  | -0.204**<br>(0.0802)    | -0.165<br>(0.210)    | -0.123<br>(0.184)      | -0.263**<br>(0.0975)  | -0.200**<br>(0.0849)   |
| East Asia        | -0.000443<br>(0.0265) | -0.0350<br>(0.0214)    | 0.0120<br>(0.0145)    | -0.0306**<br>(0.0130)   | 0.00751<br>(0.0322)  | -0.0312<br>(0.0260)    | 0.0204<br>(0.0186)    | -0.0283<br>(0.0164)    |
| South Asia       | 0.193<br>(0.582)      | 0.370<br>(0.538)       | 0.374<br>(0.319)      | 0.570*<br>(0.288)       | 0.159<br>(0.606)     | 0.348<br>(0.554)       | 0.348<br>(0.340)      | 0.558*<br>(0.302)      |
| West Asia        | -0.134<br>(0.161)     | -0.172<br>(0.144)      | -0.0606<br>(0.0693)   | -0.112*<br>(0.0617)     | -0.130<br>(0.166)    | -0.173<br>(0.145)      | -0.0522<br>(0.0724)   | -0.113<br>(0.0629)     |
| Latin America    | 0.236                 | -0.0105                | 0.106                 | -0.178                  | 0.277                | 0.00570                | 0.149                 | -0.169                 |

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                    | (0.509)    | (0.472)    | (0.291)    | (0.264)    | (0.528)    | (0.483)    | (0.307)    | (0.274)    |
| EU13               | -0.0862    | -0.0109    | -0.0618    | 0.0264     | -0.101     | -0.0197    | -0.0755    | 0.0210     |
|                    | (0.129)    | (0.120)    | (0.0915)   | (0.0833)   | (0.138)    | (0.127)    | (0.0995)   | (0.0889)   |
| Transition country | 0.630      | 0.735      | 0.796***   | 0.906***   | 0.611      | 0.716      | 0.787**    | 0.896***   |
|                    | (0.476)    | (0.439)    | (0.242)    | (0.218)    | (0.497)    | (0.452)    | (0.260)    | (0.230)    |
| FE Panel           | 0.0250     | 0.0239     | 0.0282     | 0.0267     | 0.0247     | 0.0236     | 0.0286     | 0.0269     |
|                    | (0.0588)   | (0.0563)   | (0.0613)   | (0.0583)   | (0.0588)   | (0.0561)   | (0.0618)   | (0.0586)   |
| RE Panel           | 0.0553     | 0.0533     | 0.0584     | 0.0559     | 0.0551     | 0.0530     | 0.0588     | 0.0561     |
|                    | (0.0514)   | (0.0489)   | (0.0539)   | (0.0509)   | (0.0516)   | (0.0489)   | (0.0545)   | (0.0513)   |
| GMM                | -0.0136    | -0.0133    | -0.00852** | -0.00837** | -0.0141    | -0.0138    | -0.00789*  | -0.00772** |
|                    | (0.0107)   | (0.0103)   | (0.00296)  | (0.00281)  | (0.0129)   | (0.0124)   | (0.00366)  | (0.00346)  |
| Others             | 0.106      | 0.102      | 0.0946     | 0.0904     | 0.108      | 0.102      | 0.0960     | 0.0911     |
|                    | (0.0635)   | (0.0595)   | (0.0563)   | (0.0529)   | (0.0650)   | (0.0604)   | (0.0573)   | (0.0536)   |
| No. RD var         | -0.171***  | -0.166***  | -0.174***  | -0.168***  | -0.172***  | -0.167***  | -0.176***  | -0.168***  |
|                    | (0.0242)   | (0.0223)   | (0.0297)   | (0.0266)   | (0.0250)   | (0.0228)   | (0.0312)   | (0.0274)   |
| Control capital    | -0.149***  | -0.147***  | -0.150***  | -0.147***  | -0.149***  | -0.147***  | -0.150***  | -0.147***  |
|                    | (0.00130)  | (0.000885) | (0.000582) | (0.000529) | (0.00158)  | (0.00105)  | (0.000568) | (0.000487) |
| Control education  | 0.0876     | 0.0702     | 0.107      | 0.0844     | 0.0884     | 0.0686     | 0.110      | 0.0830     |
|                    | (0.0685)   | (0.0640)   | (0.0629)   | (0.0593)   | (0.0701)   | (0.0648)   | (0.0639)   | (0.0598)   |
| Control govt       | -0.0997    | -0.360***  | -0.0737    | -0.388***  | -0.0638    | -0.350**   | -0.0284    | -0.382***  |
|                    | (0.138)    | (0.105)    | (0.0908)   | (0.0821)   | (0.158)    | (0.115)    | (0.0998)   | (0.0888)   |
| Control spillover  | 0.0284***  | 0.0276***  | 0.0285***  | 0.0275***  | 0.0291***  | 0.0282***  | 0.0292***  | 0.0281***  |
|                    | (0.000910) | (0.000848) | (0.000995) | (0.000945) | (0.000754) | (0.000676) | (0.000821) | (0.000779) |
| Observations       | 61         | 61         | 61         | 61         | 61         | 61         | 61         | 61         |
| R-squared          | 0.926      | 0.961      | 0.792      | 0.929      | 0.937      | 0.965      | 0.826      | 0.938      |

ตารางที่ 5.11 ขีดาค่าที่แท้จริงของผลกระทบของ R&D ในด้าน Output อื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect ในแถวที่ 1) มีค่าเป็นบวกทั้งหมดในช่วง 0.204-0.459 และมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ในทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน fixed effect และ random effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน (w1) และมีการควบคุมปัญหา publication

selection โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จะเห็นได้ว่า ค่าที่แท้จริงของผลกระทบของ R&D ในด้าน Output อื่น ๆ ที่มีต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นบวกสอดคล้องกันแม้หลังจากมีการควบคุม publication selection แล้วก็ตาม และพบค่าสัมประสิทธิ์ของ SE ที่ใช้เป็นตัวแทนของ publication selection bias เป็นบวกในทุกแบบจำลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลที่พบจากการรวมกรณีศึกษาส่วนใหญ่ของงานวิจัย meta regression analysis อีกนัยหนึ่ง งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปร R&D ในด้าน Output อื่น ๆ แสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate) โดยทั้งแบบจำลองภายใต้สมมติฐาน fixed effect และ random effect ที่ให้น้ำหนักทุก estimates เท่ากัน ( $w_1$ ) ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของ SE เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อใช้น้ำหนัก  $w_2$  ในทั้งสองแบบจำลองให้ค่าสัมประสิทธิ์ของ SE เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ข้อสังเกตประการหนึ่ง ค่าความคาดเคลื่อนยังคงมีนัยสำคัญทางสถิติแม้จะมีการใส่ตัวแปรควบคุมเข้าไปในแบบจำลองและเมื่อเปรียบเทียบคอลัมน์เลขคู่และเลขคี่ จะเห็นได้ว่าผลของการไม่ใส่ตัวแปร SE ที่สำคัญ คือ การเพิ่มขนาดของ conditional mean effect สัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมอื่นๆ ไม่ได้ถูกกระทบมาจากการใส่หรือไม่ใส่ SE ลงไป สะท้อนว่า SE ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของการศึกษามาก และสนับสนุนข้อสรุปจากตารางที่ 5.6 ว่างานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปร R&D ในด้าน Output อื่น ๆ แสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate)

เมื่อพิจารณาลักษณะของการตีพิมพ์ในทุกแบบจำลองชี้ตรงกันว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับ Pub year, Data year, Citations per year และ Developing ratio กล่าวคือค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นสำหรับการศึกษาในระยะหลัง (มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 4 แบบจำลอง) แต่จะลดลงเมื่องานวิจัยตั้งต้นใช้ข้อมูลที่เก็บในระยะหลัง (มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 4 แบบจำลอง) งานวิจัยตั้งต้นที่มีจำนวนการอ้างอิงของงานวิจัยสูง จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน 2 แบบจำลอง ในขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่สัดส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาว่ามาจากกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมดจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง อย่างไรก็ตามช่วงความยาวของจำนวนปีของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาไม่ได้มีผลให้เกิดความแตกต่างของค่าประมาณการผลกระทบ

ในกลุ่มหนึ่งของตัวแปรหุ่น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Journal ติดลบในทุกแบบจำลอง และมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจใน 4 แบบจำลองสะท้อนว่างานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่าผลประมาณการของการศึกษาที่ตีพิมพ์ใน working papers หรือวิทยานิพนธ์

สำหรับตัวแปรหุ่นทางภูมิศาสตร์ พบว่า งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ South Asia และ Transition มีแนวโน้มจะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่างานศึกษาที่จำแนกภูมิศาสตร์มิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ ขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ Africa, East

Asia, South Asia และ West Asia รายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่างานศึกษาที่จำแนกภูมิศาสตร์ มีได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาที่ใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกัน พบว่า 4 แบบจำลองสนับสนุนว่าวิธี GMM มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่ต่ำกว่าวิธี Standard OLS ที่ใช้เป็น base อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่วิธีวิจัย Fixed effect Panel, Random effect Panel และ วิธีการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา 2SLS และ Bayesian regression (others) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบที่สูงกว่าวิธี Standard OLS แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่แต่ละงานวิจัยตั้งต้นใส่ลงไปแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุม พบว่า งานศึกษาตั้งต้นที่รวมตัวแปรปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง (Control macro) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกแบบจำลอง ในขณะที่งานวิจัยตั้งต้นที่มีการใส่ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตหลักๆ คือ มีการควบคุมด้วยการใส่ตัวแปรสต็อกของทุนกายภาพและการใช้จ่ายของรัฐบาล (Control govt) มีแนวโน้มที่จะรายงานค่าประมาณการผลกระทบ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำกว่างานศึกษาตั้งต้นที่ไม่รวมตัวแปรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในทุกแบบจำลอง และ 4 แบบจำลอง ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุป เมื่อพิจารณา R&D ทุกรูปแบบรวมกันในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน พบว่าค่าที่แท้จริงของผลกระทบของตัวแปร R&D ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect) เป็นบวกโดยมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในแบบจำลองส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม อาจมีความชัดเจนกว่าเมื่อพิจารณาจำแนกเป็น R&D ในแต่ละด้าน ซึ่งพบว่าผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันในแต่ละประเภทของตัวแปร R&D อีกนัยหนึ่ง ตัวแปรที่เลือกมาใช้เพื่อเป็นตัวแทนของ R&D ทั้งทางด้าน input และ output จะส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในทิศทางที่แตกต่างกันได้ ซึ่งการวิเคราะห์ในส่วนนี้พบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่นๆ ส่งผลกระทบทางด้านบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ ค่าที่แท้จริงของผลกระทบของค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ มีค่าเป็นบวกในทุกแบบจำลองโดยมีขนาดผลกระทบในช่วง 0.466 - 0.813 และ ในช่วง 0.204 - 0.459 ตามลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายด้าน R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D แสดงผลกระทบน้อยกว่าความเป็นจริง (understate) ขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปร R&D ในด้าน Output อื่น ๆ เป็น proxy ของตัวแปร R&D แสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate)

สำหรับงานศึกษาที่ใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทุนมนุษย์ในภาค R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D ให้ค่าผลกระทบทางลบในช่วง -0.243 ถึง -0.180 และแสดงผลกระทบดังกล่าวเกินกว่าความเป็นจริง (overstate) กล่าวคือค่าผลกระทบที่แท้จริงมีอาจจะติดลบมากกว่านั้น ในขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปร



ทางด้านนวัตกรรมเป็น proxy ของตัวแปร R&D ไม่สามารถระบุได้ว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด

นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมอื่นๆ ไม่ได้ถูกกระทบมากจากการใส่หรือไม่ใส่ตัวแปร SE ลงไปในแบบจำลอง สะท้อนว่า นัยสำคัญของการใส่ SE เนื่องมาจาก publication bias และไม่ใช่ bias ที่เกิดจากการละเว้นไม่ใส่ปัจจัยอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่สนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ อาทิ ด้านปัจจัยการผลิต technology spillovers และปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เป็นต้น

#### 5.4 การคาดการณ์ผลการศึกษามาจาก Meta regression analysis กรณีตัวอย่างของการพิจารณาการศึกษาที่น่าเชื่อถือที่ใช้ตัวแปร R&D ทางด้านค่าใช้จ่าย

ในส่วนที่ 5.3 ได้แสดงให้เห็นว่าผลประมาณการที่ได้จากการศึกษาที่มีความหลากหลายมีความแตกต่างกันมาก ในส่วนนี้ จะทำการประมาณผลกระทบของ R&D สำหรับงานศึกษาที่เชื่อว่ามีลักษณะการทำการศึกษาที่มีความน่าเชื่อถือที่สุด โดยกำหนดให้การศึกษาดังกล่าวมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

กำหนดให้เป็นงานศึกษาที่มีการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีจำนวน citations มาก สะท้อนความน่าเชื่อถือของกระบวนการวิจัย (Jour dummy = 1, Citations per year = 69) และมีการตีพิมพ์ล่าสุด (PUB\_YR = 2021) เนื่องจากการประมาณการระยะหลังมีแนวโน้มที่จะเข้าถึงข้อมูลที่น่าเชื่อถือกว่า และใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่ทันสมัยกว่า กำหนดให้ DATAYEAR = 1998 ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยต่าง ๆ ที่กว้างที่สุด โดยใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศที่เป็นรูปแบบ PANEL นั่นคือ GROUP dummy = 1, PANEL dummy = 1 และให้สัดส่วนของข้อมูลที่นำมาใช้ในงานศึกษามาจากกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมด เพื่อไม่ให้มีการผสมกับลักษณะบางอย่างของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งอาจจะทำให้เกิดปัญหา heteroskedasticity ได้ (Developing ratio = 1) กำหนดให้การศึกษาใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศในเอเชียตะวันออก/ตะวันออกเฉียงใต้ (East Asia = 1) และด้วยลักษณะของข้อมูลและช่วงเวลาที่ข้อมูล เชื่อว่าการใช้ panel data ที่ได้ทำการควบคุม omitted variable bias จากลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของประเทศที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาแต่ observe ไม่ได้ ดังนั้น จะกำหนดให้แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นแบบ Fixed effect panel นั่นคือให้ตัวแปรหุ่น Fixed effect panel = 1 และตัวแปรหุ่นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอื่น ๆ เป็น 0

สำหรับลักษณะของตัวแปรตาม กำหนดให้เป็นการศึกษาที่ใช้อัตราการขยายตัวของ GDP ที่รวมทุกภาคการผลิตต่อหัวหรือต่อกำลังแรงงาน (GDP PER CAPITA = 1, GDP\_Growth = 1) สำหรับลักษณะของตัวแปรที่สนใจ คือ ตัวแปร R&D กำหนดให้งานศึกษานั้น ๆ มีการใช้ proxy สำหรับ R&D มากกว่า 1 ตัว เพื่อให้มีการครอบคลุมตัวแปรที่จะมาใช้เป็น proxy ของการวิจัยและพัฒนาได้อย่างกว้างขวาง และเพิ่มความ

นำเชื่อถือ (No. of RD vars = 1) นอกจากนี้ การใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายใน R&D ควรจะเป็นสัดส่วนกับ GDP เพื่อสะท้อนการจัดสรรทรัพยากรของประเทศไปยังการผลิตเทคโนโลยีอย่างชัดเจน (RD EXP\_Ratio = 1, RD EXP\_Total = 1, RD EXP\_Growth = 1)

นอกจากนี้ การศึกษาควรมีการใส่ตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจให้ครบถ้วนเท่าที่จะทำได้ โดยการศึกษาอื่น ๆ ควรมีการควบคุมความแตกต่างทางด้านปัจจัยการผลิต (Control capital = 1, Control labor = 1, Control education = 1, Control government = 1) ควบคุมทางด้าน technology spillovers (Control spillover = 1) ควบคุมทางด้าน socio-economic (Control Socio-econ = 1) รวมถึงการใส่รายได้เริ่มต้นเพื่อควบคุมผลกระทบจาก convergence (initial\_GDP = 1) และหากงานศึกษาได้มีการระบุตัวแปรปฏิสัมพันธ์ น่าจะสะท้อนว่าการศึกษานั้นมีการวิเคราะห์ที่ถี่ถ้วนมากขึ้น (Interaction = 1) รวมถึงกำหนดให้งานศึกษานั้น เป็นงานที่มีคุณภาพสูง (Quality Overall (PCC) = 0.8)

**ตารางที่ 5. 12** ค่าการคาดการณ์กรณีตัวอย่างการศึกษาที่น่าเชื่อถือที่ใช้ตัวแปร R&D ทางด้านค่าใช้จ่าย (ประมาณการด้วย Fixed effects และ Random effects ที่ใช้น้ำหนักทั้ง 2 รูปแบบ)

|                    | Mean effect | Lower bound | Upper bound |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Fixed effect (w1)  | 0.4002515   | 0.0408322   | 0.7596707   |
| Fixed effect (w2)  | 0.4161398   | 0.1405025   | 0.6917771   |
| Random effect (w1) | 0.5325464   | 0.1954983   | 0.8695945   |
| Random effect (w2) | 0.6750994   | 0.4695266   | 0.8806722   |

ผลการคาดการณ์ในตารางที่ 5.12 ภายใต้อสมมติฐาน Fixed effect พบว่า ค่าใช้จ่ายด้าน R&D จะส่งผลทางบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40 ในกรอบ (0.04, 0.76) หากใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแบบที่ 1 กล่าวคือ การกำหนดให้น้ำหนักของแต่ละ estimates ในแต่ละ specification ของแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิเท่ากัน และ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.42 ในกรอบ (0.14, 0.69) หากใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแบบที่ 2 กล่าวคือ กำหนดให้แต่ละ estimate ในแต่ละ specification ของแต่ละงานศึกษาปฐมภูมิที่มีจำนวน specification มากกว่าหนึ่ง และ/หรือมีจำนวน estimate มากกว่าหนึ่ง มีน้ำหนักลดลงตามสัดส่วน

ภายใต้สมมติฐาน Random effect พบว่า ค่าใช้จ่ายด้าน R&D จะส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจหากใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแบบที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.53 ในกรอบ (0.20, 0.87) และ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.68 ในกรอบ (0.47, 0.88) หากใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแบบที่ 2

จะเห็นได้ว่า ในทั้ง 4 แบบจำลอง ผลการคาดการณ์ให้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายด้าน R&D กับ การขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นบวกโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.40 ถึง 0.68 ขึ้นกับสมมติฐานของแบบจำลองที่ใช้ และค่าถ่วงน้ำหนักที่ใช้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าส่วนใหญ่จะให้ค่าความสัมพันธ์เป็นบวก แต่หากพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นของทุกแบบจำลองจะเห็นได้ว่ากรอบล่างของบางช่วงความเชื่อมั่นมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ด้วย นั่นคือยังมีความเป็นไปได้ที่ค่าใช้จ่ายด้าน R&D อาจจะไม่ส่งผลกระทบใดๆต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

## บทที่ 6

### สังเคราะห์งานวิจัย meta regression analysis

ส่วนที่ 6.1 จะทำการสรุปงานวิจัยที่ทำ meta regression analysis ของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้ในบทที่ 5 จากการทำ meta regression analysis ของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เพื่อให้เห็นถึงความเหมือนและความต่างของผลกระทบของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วอย่างถ่วงเป็นระบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจเลือกกลุ่มตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในส่วนที่ 6.2 เพื่อนำไปใช้เป็นไกด์ไลน์ในการออกแบบแบบจำลองสำหรับประมาณการผลของการลงทุนใน R&D ของประเทศไทยในงานวิจัยครั้งต่อไป

#### 6.1 เปรียบเทียบ meta regression ของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศพัฒนา

##### 6.1.1 สรุปรายละเอียดงานวิจัย Meta regression analysis ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

ในการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำการวิจัยวิเคราะห์ห่อภิมาณได้มีการเลือกงานวิจัยที่ศึกษาในกรณีที่ใกล้เคียงกันมาทั้งหมด 4 ชิ้น ได้แก่ Correa et al. (2013), Kokko et al. (2015), Ugur et al. (2016), และ Donselaar and Koopmans (2016) ซึ่งทั้ง 4 ชิ้นได้มีการศึกษาผลกระทบของการลงทุนใน R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยสามารถสรุปผลงานวิจัยทั้ง 4 ชิ้นได้ดังนี้

Correa et al. (2013) ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการช่วยเหลือจากภาครัฐต่อการลงทุนของภาคเอกชนและเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งตัวแปรต้นที่สนใจคือการลงทุนใน R&D ของภาครัฐ การช่วยเหลือด้านเงินทุนเกี่ยวกับการทำ R&D ทั้งด้านเงินลงทุนและภาษี และตัวแปรตามในงานศึกษาตั้งต้นจะเป็น GDP และนวัตกรรม โดยข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดมี 37 observations มาจากงานศึกษาปฐมภูมิจำนวน 37 ชิ้น ที่อยู่ในช่วงปี 2004 ถึงปี 2011 ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีความล่าสุด (ในช่วงเวลานั้น) พบว่า งานศึกษาที่เน้นเก็บข้อมูลจากการสำรวจและสัมภาษณ์เป็นหลัก มักจะมี publication bias การทำ MRA ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกแก้ปัญหาด้วยการถ่วงน้ำหนักงานวิจัยที่มีการใช้แบบสำรวจให้มีน้ำหนักน้อยกว่างานวิจัยที่เก็บข้อมูลด้วยวิธีอื่น

หลังจากพิจารณา publication bias แล้ว พบว่าค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร R&D คงยังมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายความว่า การลงทุนและการช่วยเหลือด้าน R&D ของภาครัฐนั้นช่วยให้ภาคเอกชนนำเงินไปลงทุนในภาค R&D และสามารถกระตุ้นเศรษฐกิจได้ ซึ่งข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ของ Correa et al. (2013) ได้เสนอให้รัฐนั้นจัดลำดับความสำคัญของเงินลงทุนด้วยว่า ควรจะลงไปช่วยการทำวิจัยรูปแบบใด กล่าวคือ ควรจะมีการช่วยเหลืองานวิจัยที่ให้ผลกระทบภายนอกทางบวก (positive externalities) มากกว่า อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกหลายปัจจัยที่บางทีผู้ที่ทำการศึกษาผลกระทบของ R&D ที่มีต่อภาคเศรษฐกิจยังไม่ได้พิจารณา เช่น ตัวแปรด้านประชากร (Demographic) และต้องระวังเรื่องการลดลงของผลได้จากการลงทุนหน่วยสุดท้าย (Diminishing Marginal Product of R&D)

ต่อมาในงานศึกษาของ Kokko et al. (2015) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการลงทุนในภาคการวิจัยที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อถักโดยได้ให้ขอบเขตของตัวแปรต้นของงานศึกษาตั้งต้นเป็นการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยสนใจเฉพาะตัวแปรด้านการใช้จ่าย แต่เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล จึงต้องนำทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาใช้ และตัวแปรตามเป็นตัวแปรอัตราการขยายตัวของ GDP และระดับของ GDP ข้อมูลที่ใช้มีทั้งหมด 538 observations จากงานวิจัยจำนวน 49 ชิ้น ซึ่งงานวิจัยปฐมนิศึกษาในกลุ่มประเทศ EU15 สหรัฐฯ กลุ่ม transition (กลุ่มประเทศในยุโรปที่เข้าสหภาพยุโรปหลังปีค.ศ. 2004) ผลการวิจัยปฐมนิศึกษามีค่า t-stat ที่ไปทางบวกแบบมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยได้ใช้การทดสอบ Funnel Asymmetry Test (FAT) เพื่อทดสอบค่าอคติจากการตีพิมพ์ (Publication bias) และพบว่างานวิจัยนี้มีความอคติจากการตีพิมพ์ งานวิจัยได้ใช้ Precision Effect Test (PET) มาถ่วงน้ำหนักเพื่อแก้ปัญหา Publication selection

ผลการศึกษา Kokko et al. (2015) ชี้ให้เห็นว่าการลงทุนในภาคการวิจัยสามารถช่วยสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้จริงในกลุ่ม EU15 แต่ผลกระทบนั้นมีต่ำกว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วอื่น ๆ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา สาเหตุจากว่าช่องว่างด้านนวัตกรรมตั้งแต่ปี 1990 (อ้างอิงจากการทำ MRA เพิ่มเติมในงานวิจัย) ทำให้กลุ่ม EU 15 ไม่สามารถแข่งขันด้านนวัตกรรมของประเทศอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยเฉพาะกลุ่มตลาดเกิดใหม่อย่างเกาหลีใต้ ที่มีศักยภาพด้านนวัตกรรมเชิงภูมิภาคยุโรปไปตั้งแต่ปี 2009 สาเหตุของช่องว่างนี้เกิดจากการลงทุนที่ลดลงใน R&D ประกอบกับการลงทุน R&D ในยุโรปยุคหลังมักจะไปลงที่ภาคเศรษฐกิจที่ไม่ได้ก่อให้เกิดนวัตกรรมขึ้นปฐมนิ แต่เป็นการสร้างนวัตกรรมเชิงพาณิชย์มากกว่า

Ugur et al. (2016) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนใน R&D กับผลผลิตของบริษัทและอุตสาหกรรมด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อถัก ได้มีการเก็บรวบรวมงานศึกษาปฐมนิที่มีข้อมูลตัวแปรต้นภายใต้ขอบเขตของผลผลิต มูลค่าเพิ่ม ยอดขาย และผลผลิตการผลิตรวม และมีข้อมูลตัวแปรตามเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา ได้แก่ การลงทุนด้านงานวิจัยและพัฒนา และความเข้มข้นของการทำวิจัยและพัฒนา ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนของการลงทุนใน R&D ต่อผลผลิต โดยจะได้ตัวแปรความยืดหยุ่นของ R&D เมื่อตัวแปรตามเป็นการลงทุนด้านงานวิจัยและพัฒนา และจะได้ตัวแปรที่รายงานอัตราผลตอบแทนของการวิจัยและพัฒนา เมื่อตัวแปรตามเป็นความเข้มข้นของการทำวิจัยและพัฒนา โดย Ugur et al. (2016) ได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมงานวิจัยปฐมนิจากฐานข้อมูล 9 แห่ง โดยใช้คำค้นหา 13 คำในหัวข้อ และ 20 คำค้นหาในขอบทคัดย่อ มีงานศึกษาที่ใช้ข้อมูลในระดับบริษัทจะรายงาน private returns จากการลงทุนใน R&D ในขณะที่

งานศึกษาที่ใช้ข้อมูลในระดับอุตสาหกรรมจะรายงานผลตอบแทนทางสังคม (social returns) ภายในอุตสาหกรรมจากการลงทุนใน R&D

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วย 1,253 observations จากงานวิจัยทั้งหมด 65 ฉบับ แบ่งเป็นงานวิจัยในระดับบริษัท 44 ชิ้น และงานวิจัยในระดับอุตสาหกรรม 21 ชิ้น ซึ่งงานวิจัยขั้นต้นที่ถูกคัดเลือกมาใช้ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในกลุ่มประเทศ OECD สหรัฐฯ สหราชอาณาจักร เยอรมัน และฝรั่งเศส

สำหรับค่าอคติจากการตีพิมพ์ (Publication bias) Ugur et al. (2016) ได้ใช้การทดสอบ Funnel-asymmetry tests (FAT) เพื่อทดสอบค่า selection bias ดังกล่าว ซึ่งจาก funnel plot ชี้ให้เห็นว่างานวิจัยนี้มีอคติในการตีพิมพ์ โดยค่า t-stat จะเอนเอียงเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่องานศึกษาปฐมภูมิรายงานตัวแปรอัตราผลตอบแทนของการลงทุนใน R&D ทั้งในระดับบริษัทและอุตสาหกรรม และจะเอนเอียงเป็นบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่องานศึกษาขั้นต้นรายงานตัวแปรความยืดหยุ่นของrawn. ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ Precision Effect Test (PET) เพื่อช่วยลดความเอนเอียงลง และมีการนำ precision-effect estimates corrected for standard errors (PEESE) มาใช้เพื่อควบคุมความสัมพันธ์แบบ non-linear ของตัวแปรและ Standard error จากงานศึกษาปฐมภูมิเพื่อแก้ไขปัญหาคอคติจากการตีพิมพ์

โดยผลการศึกษาในภาพรวม พบว่า การลงทุนใน R&D ส่งผลบวกต่อผลผลิตผ่านอัตราผลตอบแทนส่วนบุคคลและสังคมในประเทศพัฒนาแล้ว ได้แก่ OECD, US, UK, Germany, และ France อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวมีขนาดเล็กกว่าที่งานศึกษาปฐมภูมิส่วนใหญ่รายงานไว้ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการมีอคติจากการตีพิมพ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ผลที่แตกต่างกันระหว่างค่าประมาณผลตอบแทนต่อ R&D ที่ได้จากงานวิจัยปฐมภูมิและค่าประมาณผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงอาจเป็นผลมาจากการที่ผลตอบแทนต่อ R&D ในงานวิจัยปฐมภูมิสะท้อนทั้งอำนาจทางตลาดและผลกระทบทางด้านผลผลิตที่แท้จริงรวมเข้าด้วยกัน รวมทั้งงานวิจัยขั้นต้นอาจไม่ได้มีการคำนึงถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในภายหลัง (Lagged effect) ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความเห็นว่า จากความหลากหลายและข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน ผู้ดำเนินนโยบายควรให้ความสำคัญกับเงื่อนไขและช่วงเวลาในการสนับสนุนการลงทุนใน R&D และจัดลำดับความสำคัญของโครงการวิจัยและพัฒนาที่มีขอบเขตในการสร้างผลตอบแทนทางสังคมที่ดีกว่า

สุดท้าย ในงานวิจัยโดย Donselaar and Koopmans (2016) ที่ศึกษาผลกระทบของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อผลผลิตทั้งในระดับจุลภาค ระดับกลางและระดับมหภาคด้วยวิธีวิเคราะห์ถ้อยคำ มีลักษณะการเก็บรวบรวมงานศึกษาปฐมภูมิใกล้เคียงกับงานศึกษาของ Ugur et al. (2016) โดยได้เก็บงานวิจัยที่มีข้อมูลตัวแปรต้นภายใต้ขอบเขตของผลผลิตรวม มูลค่าเพิ่ม ผลิตภาพบางส่วน ผลิตภาพแรงงาน ผลิตภาพทุน ยอดขาย และผลิตภาพการผลิตรวม ในขณะที่ลักษณะของตัวแปรตามในงานวิจัยปฐมภูมิที่เก็บจะมีความละเอียดกว่าเล็กน้อย กล่าวคือรวบรวมงานวิจัยที่มีข้อมูลตัวแปรตาม การลงทุนด้าน R&D รวม และการลงทุนด้าน R&D แยกเป็นของภาคเอกชนและภาครัฐ โดย Donselaar and Koopmans (2016) ได้แบ่งประเภทการทำ MRA ในงานวิจัยฉบับนี้ไว้อย่างชัดเจนเป็นสามประเภทหลัก ระดับจุลภาคจะดูข้อมูลรายบริษัท ระดับกลาง

จะดูผลของการลงทุนด้านงานวิจัยและพัฒนาต่อผลผลิตในรายอุตสาหกรรม และระดับมหภาคจะศึกษาในลักษณะรวมประเทศ ซึ่งได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมงานวิจัยปฐมภูมิจาก Google scholar ผ่านการใช้คำค้นหาหลักทั้งหมด 5 คำ ในช่วงหลังปี 1980 โดยจะเก็บรวบรวมเฉพาะงานวิจัยที่รายงานผลเป็นค่าความยืดหยุ่นต่อ R&D เท่านั้น

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วย 1,214 observations มาจากงานวิจัยทั้งหมด 38 ฉบับ แบ่งเป็นงานวิจัยในระดับบริษัท 17 ชิ้น งานวิจัยในระดับอุตสาหกรรม 7 ชิ้น และงานวิจัยระดับประเทศ 15 ชิ้น (ซึ่งรวมงานวิจัย 1 ฉบับที่รายงานทั้งระดับบริษัท ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศด้วย) ซึ่งงานวิจัยชิ้นต้นที่ถูกคัดเลือกมาใช้ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในกลุ่มประเทศ OECD กลุ่มประเทศ EU และกลุ่มประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ จีน อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ ไต้หวัน อิสราเอล

สำหรับอคติจากการตีพิมพ์ (Publication Bias) Donselaar and Koopmans (2016) ได้ใช้การทดสอบ Funnel-asymmetry tests (FAT) เพื่อทดสอบค่า selection bias ดังกล่าว ซึ่งจาก funnel plot แสดงให้เห็นว่างานวิจัยนี้ไม่มีความเอนเอียงในการตีพิมพ์ กล่าวคือค่า standard error ของตัวประมาณการไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวประมาณการของงานวิจัยปฐมภูมิ

โดยในงานศึกษาจัดทำโดย Donselaar and Koopmans (2016) พบว่าผลลัพธ์ของการทำการวิเคราะห์ห่อถักมีความไม่ชัดเจนเนื่องจาก heterogeneity ระหว่างงานศึกษาขั้นปฐมภูมิ กล่าวคืองานวิจัยมีความแตกต่างกันเนื่องจากความต่างของระดับข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ อย่างไรก็ตาม ในภาพรวมระดับมหภาค การลงทุนใน R&D ทั้งในภาคเอกชนและภาครัฐบาลจะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับผลผลิตภายในประเทศ โดยการลงทุนใน R&D ในภาครัฐจะมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตน้อยกว่าการลงทุนโดยภาคเอกชน นอกจากนี้ ยังพบว่าการลงทุนใน R&D ในระดับมหภาค ส่งผลต่อผลผลิตภายในประเทศกลุ่ม G7 สูงกว่าในกลุ่มประเทศ non-G7 โดยอธิบายว่า ประเทศที่มีขนาดเศรษฐกิจใหญ่กว่าจะมีการส่งผ่านผลของการลงทุนด้านงานวิจัยและพัฒนา (R&D spillovers) ภายในประเทศมากกว่า โดยอาจส่งผ่านทั้งในระดับบริษัทและอุตสาหกรรม ทำให้ขนาดของการลงทุนด้าน R&D ส่งผลต่อผลผลิตในระดับสูงกว่า สำหรับในระดับจุลภาคและระดับกลาง ผลลัพธ์โดยเฉลี่ยมีความใกล้เคียงกับผลลัพธ์ในระดับมหภาค ถึงแม้ในการทำการวิเคราะห์ห่อถัก รวมทั้งสามระดับจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาแยกในแต่ละระดับ ความใกล้เคียงกันในด้านผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการส่งผ่าน (spillovers) ระหว่างบริษัทและอุตสาหกรรมในด้านการลงทุนด้านงานวิจัยและพัฒนาส่งผลอย่างมากต่อผลผลิตที่เกิดขึ้น

### 6.1.2 เปรียบเทียบ meta regression ของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

ตารางที่ 6.1 สรุปการทำการวิเคราะห์ห่อภิณที่ของงานวิจัยนี้ที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และเปรียบเทียบกับงานวิจัยทั้ง 4 ชิ้น ที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว<sup>6</sup>

**ตารางที่ 6. 1** สรุปการเปรียบเทียบลักษณะของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนากับงานวิจัยที่ศึกษา กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

|                      | Developing<br>(งานวิจัยนี้) | Kokko et al. (2015) | Correa et al. (2013) | Ugur et al. (2016) | Donselaar and Koopmans (2016) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| No. of Observation   | 680                         | 563                 | 37                   | 1253               | 1214                          |
| No. of Primary Paper | 79                          | 49                  | 37                   | 65                 | 38                            |

**ตารางที่ 6. 1** สรุปการเปรียบเทียบลักษณะของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนากับงานวิจัยที่ศึกษา กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว (ต่อ)

|                     | Developing<br>(งานวิจัยนี้)                                                                                             | Kokko et al. (2015) | Correa et al. (2013)                                                 | Ugur et al. (2016) | Donselaar and Koopmans (2016)                                                          |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Countries or Region | -Africa<br>-East Asia<br>-South Asia<br>-Western Asia<br>-Latin America and Caribbean<br>-EU13<br>-Transition Countries | -Europe<br>-US      | -Eastern and Central Asia<br>-Latin America<br>-EU<br>-North America | OECD               | -OECD<br>-EU countries<br>-China, India, Japan, South Korea, Singapore, Taiwan, Israel |

<sup>6</sup> เพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้ อยู่ในภาคผนวก ง.



| Year of Publication        | 1992-2021                                                                                                 | -                             | 2004-2011                       | 1980 – 2013                                              | 1981 – 2013                                                                                                                                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dependent Variable (GDP)   | -GDP Growth<br>-GDP log level with lagged GDP                                                             | -GDP (level and growth)       | -GDP<br>-innovation             | -Output<br>-Value Added<br>-Sales<br>-TFP                | -Gross output<br>-Value Added<br>-Partial productivity<br>-Labour productivity<br>-Capital productivity<br>-Sales<br>-TFP                                            |
| Independent Variable (R&D) | - R&D Expenditure<br>- R&D personnel<br>- innovation<br>- publication<br>- other variables related to R&D | -R&D (expenditure and others) | -Log total investment R&D prog. | -R&D Capital<br>-R&D Intensity (Ration of R&D to output) | -R&D Capital (Total of business and public R&D capital)<br>-R&D Capital (Business and public R&D capital)<br>-R&D Capital (Business R&D capital)<br>-R&D Expenditure |

ตารางที่ 6. 2 สรุปการเปรียบเทียบตัวแปรของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนากับงานวิจัยที่ศึกษา  
กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

|                           | Developing<br>(งานวิจัยนี้) | Kokko et al. (2015) | Correa et al. (2013) | Ugur et al. (2016) | Donselaar and Koopmans (2016) |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| Type of Publication Dummy | √                           | -                   | -                    | √                  | -                             |
| Total Citation Dummy      | √                           | -                   | √                    | -                  | -                             |

|                                                                |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Data Level<br>Dummy                                            | √ | √ | - | √ | √ |
| Type of Data<br>(Panel, time-series, cross-sectional)<br>Dummy | √ | - | √ | - | √ |
| Group of<br>Countries or<br>One Country<br>Dummy               | √ | - | - | - | - |
| Estimates<br>Method<br>Dummy                                   | √ | - | √ | √ | √ |
| Data<br>Characteristic<br>Dummy                                | - | - | - | √ | - |

**ตารางที่ 6. 2** สรุปการเปรียบเทียบตัวแปรของงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนากับงานวิจัยที่ศึกษา  
กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว (ต่อ)

|                              | Developing<br>(งานวิจัยนี้) | Kokko et<br>al. (2015) | Correa et al.<br>(2013) | Ugur et al.<br>(2016) | Donselaar and<br>Koopmans (2016) |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Physical<br>Capital<br>Dummy | √                           | √                      | √                       | √                     | √                                |
| Human Capital<br>Dummy       | √                           | √                      | -                       | -                     | √                                |
| Labor Dummy                  | √                           | √                      | -                       | -                     | -                                |

|                           |   |   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|
| Government Spending Dummy | √ | - | - | - | - |
| Trade Dummy               | √ | - | - | - | - |
| Spillover Dummy           | √ | - | - | √ | √ |
| Socio-economic Dummy      | √ | √ | √ | √ | √ |
| Rate of Paper Quality     | √ | - | √ | √ | √ |

เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้พิจารณาเฉพาะมุมมองเชิงมหภาค ทำให้จำนวนของ observations ที่ได้น้อยกว่า Ugur et al. (2016) และ Donselaar and Koopmans (2016) ที่ใช้ข้อมูลในระดับอุตสาหกรรมและบริษัท หรือระดับจุลภาคประกอบด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่พิจารณาระดับมหภาคเหมือนกัน ได้แก่ Kokko et al. (2015) และ Correa et al. (2013) จะเห็นได้ว่างานวิจัยฉบับนี้ ทำการรวบรวมจำนวนงานศึกษาปฐมภูมิมากกว่า ทำให้ได้จำนวน observations ที่สูงกว่า ส่วนหนึ่งอาจเป็นสาเหตุจากขอบเขตงานวิจัยที่กว้างกว่า กล่าวคือ งานวิจัยฉบับนี้มีการศึกษางานวิจัยปฐมภูมิที่ มุ่งเน้นไปที่ประเทศกำลังพัฒนาใน 7 ทวีป และครอบคลุมงานศึกษาปฐมภูมิ 3 ทศวรรษ ซึ่งมีขอบเขตที่กว้างกว่าใน Correa et al. (2013) นอกจากนี้ ตัวแปรตามในงานวิจัยปฐมภูมิที่เก็บรวบรวมยังให้ขอบเขตที่กว้างกว่าตัวแปรตามที่ใช้ใน Kokko et al. (2015) และ Correa et al. (2013) ด้วย

สำหรับค่าอคติที่เกิดจากการตีพิมพ์ ในงานวิจัยของประเทศพัฒนาแล้วส่วนใหญ่ ยกเว้น Donselaar and Koopmans (2016) มักจะสรุปว่าเกิดค่าอคติจากการตีพิมพ์ แต่ในงานวิจัยนี้ที่ศึกษาในกรณีของประเทศกำลังพัฒนาเป็นหลัก กลับพบว่าไม่มีค่าอคตินี้เกิดขึ้น

อย่างไรก็ตาม สำหรับผลการศึกษาของตัวแปรต้นหลัก ซึ่งก็คือตัวแปรด้านการลงทุนในภาค R&D ผลการศึกษาของผู้วิจัยกับผลการศึกษากลุ่มประเทศพัฒนาแล้วไม่ได้ให้ผลที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การลงทุนในภาค R&D นั้นส่งผลทางบวกต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และเมื่อลองพิจารณาตัวแปรภูมิภาค ตัวแปร EU15 ของ Kokko et al. (2015) ให้ผลว่าภูมิภาคยุโรปตะวันตกหรือยุโรปที่พัฒนาแล้วได้ผลประโยชน์จากการลงทุนด้าน R&D ต่ำกว่าภูมิภาคอื่น ในขณะที่งานของ

ผู้วิจัยได้พบว่า ตัวแปร EU13 ไม่ได้รับผลประโยชน์จากการลงทุนด้าน R&D เช่นกัน ซึ่งอาจจะเป็นข้อสังเกตเกี่ยวกับลักษณะบางประการของภูมิภาคยุโรปได้

จากการทบทวนวรรณกรรมและเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างงานวิจัยในประเทศพัฒนาและประเทศกำลังพัฒนา ได้ทำการพิจารณาตัวแปรเกี่ยวกับวิธีการทางเศรษฐกิจ ซึ่งในกรณีของ Donselaar and Koopmans (2016) และ Ugur et al. (2016)<sup>7</sup> พบว่าวิธี GMM มีแนวโน้มที่จะให้ผลการประมาณการที่ไม่แน่นอน ซึ่งต่างจากผลของงานวิจัยนี้ที่ GMM ไม่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลประมาณการ ในงานของผู้วิจัย วิธีการทางเศรษฐกิจที่มีผลกลับเป็น random effect ซึ่งเป็นตัวแปรที่งานวิจัย Correa et al. (2013) ใช้แต่ไม่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจสะท้อนว่า วิธีการทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมในการพิจารณาใช้กับข้อมูลของกลุ่มประเทศที่แตกต่างกัน อาจมีความเหมาะสมต่างกัน

ในงานวิจัยนี้ซึ่งทำการวิเคราะห์ meta-analysis ของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และของกลุ่มประเทศพัฒนายังมีการใช้กลุ่มตัวแปรควบคุมที่แตกต่างกัน ดังนั้น เครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมก็อาจจะแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับว่ามีการละเลย (omit) ตัวแปรควบคุมหรือไม่ ซึ่งอาจจะทำให้การใส่หรือไม่ใส่ตัวแปรนั้น ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนี้ พิจารณาได้ อาทิ ตัวแปรทุนกายภาพ ส่วนใหญ่ให้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ หมายความว่า งานวิจัยที่มีการใส่ตัวแปรทุนกายภาพจะให้ค่าผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่ำกว่า อาจจะเนื่องจากว่า R&D มีความเกี่ยวข้องกับระดับของทุนกายภาพ สำหรับตัวแปรด้านสังคมและเศรษฐกิจ มีการให้ผลที่หลากหลายต่างกันตามนิยามของตัวแปรที่ใช้ ซึ่งงานผู้วิจัยนี้ได้ใช้นิยามที่แตกต่างไปจากงานของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว กล่าวคือ ได้มีการเก็บรวบรวมตัวแปรด้านเศรษฐกิจมหภาค ตัวแปรเชิงสถาบัน ตัวแปรด้านภูมิศาสตร์ spillovers รวมถึงตัวแปร GDP เริ่มต้น (เพื่ออธิบาย convergence) ในขณะที่งานวิจัยของ Ugur et al. (2016) มุ่งเน้นไปที่การเก็บข้อมูลและตีความสัญชาติของบริษัท ที่มาของข้อมูล ทำให้ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง

ในการศึกษาด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยนั้น ตัวแปรหุ่นเวลา ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยส่วนใหญ่รวมถึงงานวิจัยนี้ด้วย โดยผลที่ได้นั้นมีความหลากหลาย ซึ่งอาจจะเกิดจากความแตกต่างของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ โดยงานวิจัยนี้พบว่าตัวแปรหุ่นเวลาไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากผลงานวิจัยโดย Donselaar and Koopmans (2016) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าตัวแปรหุ่นเวลา มีนัยสำคัญทางสถิติทางลบ ในขณะที่งานของ Ugur et al. (2016) มีนัยสำคัญทางสถิติเป็นบวก การวิจัยในอนาคตจึงควรมีการใส่ตัวแปรนี้เพื่อควบคุมผลจากการวิจัย

โดยสรุปแล้ว พบว่างานวิจัยในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ให้ผลการวิเคราะห์ของตัวแปร R&D ที่ตรงกันกับผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ กล่าวคือ ตัวแปร R&D เป็นปัจจัยสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ แต่เมื่อมีการทำการวิเคราะห์แบบ multivariate หรือการพิจารณาตัวแปรควบคุมอื่น ๆ ร่วมด้วย พบว่าค่าผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจจะแตกต่างกันไปขึ้นกับตัวแปรควบคุมที่เลือกใส่เข้าไป ดังนั้น การเลือกตัวแปร

<sup>7</sup> นอกจาก GMM แล้ว Ugur et al. (2016) ยังได้ใช้ First-Difference (Time-series) และ IV มีผลต่อผลประมาณการเช่นกัน

เพื่อทำงานวิจัยครั้งหลัง จำเป็นจะต้องพิจารณาลักษณะของข้อมูลของประเทศที่เก็บมาและเลือกตัวแปรควบคุมให้เหมาะสม

## 6.2 กลุ่มตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

จากการรวบรวมวรรณกรรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ meta regression analysis ทั้ง 79 งานวิจัย ปฐมภูมิ สามารถสรุปกลุ่มตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มตัวแปร ที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนใน R&D และกลุ่มตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับ R&D

### 6.2.1 กลุ่มตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนใน R&D

ในการศึกษาด้วยวิธี meta regression analysis นี้ ได้กำหนดคำจำกัดความของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D ใน 2 ลักษณะใหญ่ ได้แก่ ตัวแปรที่ใช้เป็น proxy ของ R&D inputs และตัวแปรที่ใช้เป็น proxy ของ R&D outputs ทั้งนี้ตัวแปรด้าน R&D inputs ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าการใช้จ่ายใน R&D (R&D expenditures) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรในภาคการผลิต R&D (human counts) และตัวแปรด้าน Input อื่น ๆ ที่ไม่ระบุชัดเจน (other R&D inputs) ขณะที่ตัวแปรด้าน R&D outputs แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ตัวแปรด้านนวัตกรรม (innovation) ตัวแปรด้านการตีพิมพ์ผลการศึกษาวิจัยทางวิชาการ (publication) และตัวแปรด้าน output อื่น ๆ (other R&D outputs)

#### 6.2.1.1 กลุ่มตัวแปรที่ประมาณการการลงทุนในภาคการผลิต ววน. (R&D inputs)

1. กลุ่มตัวแปรด้านมูลค่าการใช้จ่ายใน R&D (R&D expenditures) ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 7 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- มูลค่าการใช้จ่ายรวมใน R&D เชิงสัมพัทธ์ (Relative size of total R&D expenditures) อาทิ ร้อยละของมูลค่าการใช้จ่ายทั้งหมดใน R&D ของประเทศต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (R&D expenditure as a percentage of GDP)
- มูลค่าการใช้จ่ายรวมใน R&D เชิงสัมบูรณ์ (Total R&D expenditures)
- มูลค่าการใช้จ่ายใน R&D เชิงสัมบูรณ์ โดยจำแนกเป็นแต่ละภาคส่วนของเศรษฐกิจ (R&D expenditure value by specific sectors) อาทิ ภาครัฐ ภาคธุรกิจ และภาคอุดมศึกษา
- อัตราการเติบโตของมูลค่าการใช้จ่ายใน R&D โดยจำแนกเป็นแต่ละภาคส่วนของเศรษฐกิจ (The growth rate of R&D expenditure by specific sectors) อาทิ ภาคธุรกิจ ภาคการศึกษา และภาครัฐ
- สต็อกของมูลค่าการลงทุนใน R&D (R&D capital stock) โดยเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยในบางการศึกษาใช้วิธีทางบัญชีในการแปลงข้อมูลมูลค่าการลงทุนใน R&D ซึ่งเป็นตัวแปรกระแส (flow variable) มาเป็นตัวแปรสต็อก (stock variable)

- f) มูลค่าการใช้จ่ายใน R&D เชิงสัมพัทธ์ โดยการจำแนกตามแต่ละภาคส่วนเศรษฐกิจ (Relative size of total R&D expenditures) อาทิ ร้อยละของมูลค่าการลงทุนใน R&D ของภาครัฐต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Government R&D expenditure as a percentage of GDP)
- g) อัตราการเติบโตของมูลค่าการใช้จ่ายใน R&D (R&D expenditure growth)

**2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรในภาคการผลิต R&D (human counts)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 4 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ขนาดของบุคลากรในภาค R&D เช่น จำนวนนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ และนักวิศวกรรม เชิงสัมพัทธ์เทียบกับขนาดประชากร (Relative size of researchers) โดยงานวิจัยนิยมใช้จำนวนประชากร 1 ล้านคน เป็นฐานในการเปรียบเทียบดังกล่าว
- b) ขนาดของบุคลากร เช่น นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ และนักวิศวกรรม ในภาคการผลิต วรรณ. เชิงสัมบูรณ์ (Absolute number of researchers)
- c) อัตราการเติบโตของบุคลากรในภาคการผลิต R&D (Growth of the population engaged in scientific research)
- d) อัตราส่วนผู้ลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษา ในคณะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม (University enrolment rate for science and engineering students)

**3. ตัวแปรตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ระบุชัดเจนว่าเป็นมูลค่าการลงทุนหรือบุคลากรในภาค R&D (other R&D inputs)** ได้แก่ ความสามารถในการปกป้องสิทธิบัตร (R&D patent protection) ซึ่งเป็นตัวประมาณการของ R&D expenditures ภายใต้สมมติฐานที่ว่า หากสิทธิบัตรได้รับการคุ้มครองสูง มูลค่าการลงทุนในภาค R&D จะสูงขึ้นตามไปด้วย และตัวแปรที่เป็นดัชนีรวมระหว่างมูลค่าการลงทุน และบุคลากรในภาค R&D (Composite index of R&D: Expenditure, number of researcher & technician)

#### 6.2.1.2 กลุ่มตัวแปรที่ใช้เป็น proxy ของ R&D outputs

**1. ตัวแปรด้านนวัตกรรม (innovation)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 7 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) จำนวนการยื่นขอและจดทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศ (Absolute number of domestic patent applications or grants) ทั้งนี้ในบางการศึกษา กลุ่มตัวแปรดังกล่าวยังหมายถึงการจดสิทธิบัตร จากชาวต่างชาติที่คิดค้นวิจัยภายในประเทศอีกด้วย
- b) จำนวนการยื่นขอจดสิทธิบัตรภายในประเทศเชิงสัมพัทธ์ (Relative size of patent application) ซึ่งในบางการศึกษาเปรียบเทียบกับขนาดของประชากร และบางการศึกษาเปรียบเทียบกับมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

- c) จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศเชิงสัมพัทธ์ (Relative size of patent grant) ซึ่งในบางการศึกษาเปรียบเทียบกับขนาดของประชากร และบางการศึกษาเปรียบเทียบกับมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ
- d) จำนวนการยื่นขอและจดทะเบียนสิทธิบัตรในสหรัฐอเมริกา โดยพลเมืองของชาติต่างๆ ทั่วโลก (Patents application and grant by countries in the U.S.)
- e) อัตราการขยายตัวของจำนวนผู้ยื่นขอจดสิทธิบัตรภายในประเทศ (Patent application growth)
- f) ดัชนีที่สื่อถึงความสามารถในการลอกเลียนแบบและพัฒนาการผลิตจากต่างประเทศ (Domestic imitation) ซึ่งคำนวณจากส่วนต่างระหว่างจำนวนการยื่นขอจดสิทธิบัตรภายในประเทศโดยพลเมือง และจำนวนการยื่นขอจดสิทธิบัตรของพลเมืองประเทศนั้นๆ ในสหรัฐอเมริกา
- g) ดัชนีที่สร้างขึ้นจากจำนวนรางวัลโนเบลสาขาวิทยาศาสตร์ที่พลเมืองของประเทศได้รับ (Index constructed from the number of Nobel prizes in science by countries)

2. ตัวแปรด้านการตีพิมพ์ผลการศึกษาวิจัยทางวิชาการ (publication) ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) จำนวนบทความทางวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการตีพิมพ์ (Scientific and technical journal articles)
- b) อัตราส่วนของจำนวนบทความทางวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการตีพิมพ์ต่อจำนวนแรงงานภายในประเทศ (The share of scientific and technical journal articles as a percent of the total labor stock)

3. ตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของภาคการผลิต R&D (Other R&D outputs)

- a) อัตราส่วนของมูลค่าการส่งออกสินค้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมขั้นสูง (Relative size of high-tech exports) ซึ่งอาจเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) หรือกับมูลค่าการส่งออกของสินค้าที่ผลิตทั้งหมด (manufactured goods)
- b) มูลค่าการส่งออกสินค้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมขั้นสูงเชิงสัมบูรณ์ (The value of high-tech exports)
- c) ร้อยละของมูลค่าการส่งออกสินค้าและบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เช่น คอมพิวเตอร์ ต่อมูลค่าการส่งออกสินค้าและบริการเชิงพาณิชย์ทั้งหมด (Computer, communications, and other services (% of commercial service exports))

## 6.2.2 กลุ่มตัวแปรอิสระอื่น ๆ นอกเหนือจากที่เกี่ยวข้องกับ R&D

ตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่ใช้เป็นตัวแปรควบคุม (control variables) ถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มหลัก ได้แก่ ทุนกายภาพ (physical capital) แรงงาน (labor) ทุนมนุษย์และการศึกษา (human capital) การใช้จ่ายของ

ภาครัฐ (government spending) การกระจายของความรู้ (knowledge spillover) และปัจจัยอื่น ๆ ด้านเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic factors)

#### 6.2.2.1 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทุนกายภาพ (physical capital)

กลุ่มตัวแปรด้านทุนกายภาพสามารถจำแนกตามชนิดของตัวแปรได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ ตัวแปรกระแส และตัวแปรสต็อก โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**1. Flow of physical capital** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 4 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- มูลค่าการลงทุนรวมทางกายภาพเชิงสัมพัทธ์ (Relative size of gross fixed capital formation) ได้แก่ มูลค่าการลงทุนทางกายภาพคิดเป็นร้อยละของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross fixed capital formation as a percentage of GDP) มูลค่าการลงทุนทางกายภาพต่อหัว (Gross fixed capital formation per capita)
- มูลค่าการลงทุนรวมทางกายภาพเชิงสัมบูรณ์ (The value of gross fixed capital formation/ investments) ซึ่งอาจจำแนกเป็น การลงทุนเพื่อซื้ออุปกรณ์ (Equipment investment) และการลงทุนที่ไม่ใช่การซื้ออุปกรณ์ (Non-equipment investment)
- อัตราการขยายตัวของมูลค่าการลงทุนรวมทางกายภาพ (Gross fixed capital formation growth)
- มูลค่าการลงทุนทางกายภาพภาคเอกชน (Gross private capital formation)

**2. Stock of physical capital** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 3 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- สต็อกของทุนทางกายภาพทั้งหมด (Total physical capital stock) ซึ่งอาจเป็นมูลค่าเชิงสัมบูรณ์หรือสัมพัทธ์ เทียบกับมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ หรือรายหัว
- อัตราการขยายตัวของสต็อกของทุนทางกายภาพ (Growth of the capital stock)
- สต็อกของหุ้นสามัญของบริษัทจดทะเบียนภายในประเทศ (Equity capital in the countries' businesses)

#### 6.2.2.2 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแรงงาน (labor)

กลุ่มตัวแปรด้านแรงงานสามารถจำแนกตามชนิดของตัวแปรได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มตัวแปรขนาดของ แรงงานที่ไม่มีการปรับปรุงตามประสิทธิภาพ (raw labor) และกลุ่มตัวแปรขนาดของแรงงาน ที่มี



การผนวกทักษะ ความรู้ และความสามารถของแรงงานเข้าไปด้วย (effective labor) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**1. Raw labor** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 6 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) อัตราการขยายตัวของขนาดแรงงานภายในประเทศ (Growth rate of the labor force) หรืออัตราการขยายตัวของประชากรต่อปี (Annual population growth)
- b) ขนาดของแรงงานภายในประเทศ (Size of the labor force) ทั้งนี้บางงานวิจัยอาจใช้การประมาณการโดยพิจารณาเฉพาะร้อยละของประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 15 ถึง 24 ปีเป็นตัวแทนกลุ่มแรงงานต่อประชากรทั้งประเทศ
- c) อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงาน (Labor force participation rate) ซึ่งหมายถึงสัดส่วนแรงงานต่อประชากรทั้งประเทศ (Ratio of workers to population)
- d) ร้อยละของประชากรที่ทำงานในภาคการเกษตร (Percentage of labor employed in agriculture)
- e) ค่าเฉลี่ยของอายุ (Age) ของประชากรในประเทศ ซึ่งสามารถประมาณการขนาดของประชากรวัยแรงงานของประเทศได้
- f) จำนวนชั่วโมงในการทำงานทั้งหมดต่อปี (Total annual work hours)

**2. Effective labor** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 3 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ขนาดของแรงงานที่มีความรู้ความสามารถเป็นพิเศษ (Productive and knowledgeable human capital) และเป็นแรงงานที่มีทักษะสูง เช่น ร้อยละของประชากรที่จบการศึกษาระดับอุดมศึกษาหรือทำงานด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (The share of the active population having successfully completed an education at the tertiary level or being employed in science and technology) และอัตราส่วนของประชากรที่สามารถพูดภาษาอังกฤษหรือภาษาต่างประเทศได้ (Fraction of labor speaking English or foreign language)
- b) ตัวแปรที่สื่อถึงความเป็นเจ้าของกิจการ (Entrepreneurship) ซึ่งวัดจากอัตราการขยายตัวของจำนวนบริษัทภายในประเทศ
- c) ค่าพารามิเตอร์ตามแบบจำลองของ Solow หรือผลรวมของอัตราการเติบโตของประชากร อัตราการเสื่อมราคาของทุนกายภาพ และอัตราการเติบโตของเทคโนโลยี

#### 6.2.2.3 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทุนมนุษย์และการศึกษา (human capital)

กลุ่มตัวแปรด้านทุนมนุษย์และการศึกษาสามารถจำแนกตามชนิดของตัวแปรได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Basic education) กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขั้นสูง

(Advanced education) และกลุ่มตัวแปรอื่น ๆ ด้านทุนมนุษย์ (Other human capital) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**1. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Basic education)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) อัตราส่วนของผู้ลงทะเบียนเรียนในระดับมัธยมศึกษา (Enrollment in secondary education) ต่อประชากรในวัยเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา (Number of enrolled students in secondary education) และร้อยละของกำลังแรงงาน ที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา (Percentage labor force having secondary education to total labor)
- b) อัตราส่วนของผู้ลงทะเบียนเรียนในระดับประถมศึกษา (Enrollment in primary education) ต่อประชากรในวัยเรียนระดับประถมศึกษา และจำนวนนักเรียนในระดับประถมศึกษา (Number of enrolled students in primary education)

**2. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขั้นสูง (Advanced education)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 3 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) อัตราส่วนของผู้ลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษา (Enrollment in tertiary education) ต่อประชากรในวัยเรียนระดับอุดมศึกษา หรือร้อยละของประชากรวัยแรงงานที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป ที่จบการศึกษาในระดับอุดมศึกษาขึ้นไป (Percentage labor force having tertiary education to total labor)
- b) อัตราส่วนของผู้ลงทะเบียนเรียนในระดับที่สูงกว่ามัธยมศึกษา (Enrollment in higher education) ซึ่งหมายรวมถึงร้อยละของประชากร หรือกำลังแรงงาน ที่จบการศึกษาสูงกว่าระดับมัธยมศึกษา (Percentage labor force having completed higher education)
- c) ตัวแปรด้านนโยบายการควบคุมและบังคับเกี่ยวกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา (National tertiary education enforcement)

**3. กลุ่มตัวแปรอื่นๆ ด้านทุนมนุษย์ (Other human capital)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 4 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) จำนวนปีโดยเฉลี่ยที่แรงงานเข้ารับการศึกษ (Number of years schooling or mean age of education)
- b) กลุ่มตัวแปรที่บ่งบอกถึงคุณภาพชีวิตของประชาชน (Quality of life) ได้แก่ ดัชนีการพัฒนามนุษย์ (Human development index: HDI) และอายุขัยคาดหวัง (Life expectancy)

- c) กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับการศึกษาทางเลือก เช่น การศึกษาแบบตลอดชีวิต (Participation in lifelong learning)
- d) ผลรวมระหว่างอัตราการลงทะเบียนเรียนในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา (The sum of secondary and tertiary enrollment)

#### 6.2.2.4 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้จ่ายของภาครัฐ (government spending)

กลุ่มตัวแปรด้านการใช้จ่ายของภาครัฐสามารถจำแนกตามชนิดของตัวแปรได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคของภาครัฐ (Government consumption) กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนของภาครัฐ (Government investment) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**1. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคของภาครัฐ (Government consumption)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ร้อยละของมูลค่าการบริโภคของภาครัฐต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Total government consumption expenditure as a percentage of GDP)
- b) มูลค่าการบริโภคของภาครัฐที่ระบุเจาะจงตามวัตถุประสงค์ (Government consumption expenditure by specified purposes) ได้แก่ i) อัตราการขยายตัวของค่าใช้จ่ายภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับค่าตอบแทน (The annual growth rate of government expenditure on labor) ii) การใช้จ่ายของภาครัฐด้านพลังงาน การสื่อสาร สาธารณูปโภค สาธารณสุข และการคมนาคม (Expenditure on energy, telecom, water, sanitation, and transport) iii) อัตราการเติบโตของการใช้จ่ายภาครัฐเพื่อความมั่นคง (Growth rate of defense expenditure)

**2. กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนของภาครัฐ (Government investment)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 3 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) มูลค่าการลงทุนภาครัฐด้านการศึกษาเชิงสัมพัทธ์ (Relative size of education expenditure) โดยอาจเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และมูลค่างบประมาณรวมของภาครัฐ
- b) ร้อยละของการลงทุนภาครัฐด้านสาธารณสุขต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (The share of public health expenditure to GDP)
- c) อัตราการเติบโตของมูลค่าการลงทุนภาครัฐด้านการศึกษา (The growth rate of government education expenditure)

### 6.2.2.5 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของความรู้ (knowledge spillover)

กลุ่มตัวแปรนี้เกิดขึ้นจากสมมติฐานที่ว่า การค้าและการลงทุนจากต่างประเทศมีอิทธิพลต่อการกระจายความรู้เข้ามาในประเทศ อันเป็นผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จำแนกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (FDI) การนำเข้าสินค้าที่ใช้เทคโนโลยี ขั้นสูงจากต่างประเทศ (Importing high-tech) การค้าและการเปิดประเทศ (Overall Trade) ตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการค้า (Any variables involving trade) และตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดึงดูดที่ไม่เป็นผลโดยตรงจากการค้า (Any variables involving gravity) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**1. กลุ่มตัวแปรด้านการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (FDI)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) มูลค่าการไหลเข้าของ FDI สุทธิ (FDI net inflow) ได้แก่ ร้อยละมูลค่าการลงทุน FDI ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (FDI: a percentage of GDP) และมูลค่าของ FDI เชิงสะสม
- b) มูลค่าของการลงทุน FDI ประเภทตัวแปรสต็อก (FDI stock) โดยอาศัยวิธีการคำนวณทางบัญชี และมูลค่าสต็อกของ FDI ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (FDI stock as a percentage of GDP)

**2. กลุ่มตัวแปรด้านการนำเข้าสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงจากต่างประเทศ (Importing high-tech)** ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) มูลค่าการนำเข้าสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (Value of high technology imports)
- b) อัตราการเติบโตของมูลค่าการนำเข้าสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (Growth of per capita high technology imports)

**3. กลุ่มตัวแปรด้านการค้าและการเปิดประเทศ (Overall Trade)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ดัชนีการเปิดประเทศ (Trade openness) กำหนดโดยร้อยละของผลรวมระหว่าง มูลค่าการนำเข้า และส่งออกต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ
- b) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการส่งออก (Export statistics) ทั้งในเชิงสัมพัทธ์ ได้แก่ มูลค่าการส่งออกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Exports/GDP) และมูลค่าการส่งออกต่อหัว (Exports expenditure per capita) และมูลค่าการส่งออกสมบูรณ์ (Total value of exports)
- c) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้า (Import statistics) ทั้งในเชิงสัมพัทธ์ ได้แก่ มูลค่าการนำเข้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Imports/GDP) และมูลค่าการนำเข้าสมบูรณ์ (Total value of imports)
- d) จำนวนปีที่มีการเปิดประเทศ (Number of years as an open economy)

**4. กลุ่มตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวกับการค้า (Any variables involving trade) ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม** เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- ตัวแปรที่บ่งบอกถึงนโยบายยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจแบบเปิด (Outward orientation)
- การส่งออกหลัก (Primary exports)
- ความหลากหลายของสินค้าและบริการที่มีการซื้อขาย (Variety of goods)

**5. กลุ่มตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดึงดูดที่ไม่เป็นผลโดยตรงจากการค้า (Any variables involving gravity) ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม** เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- Spillovers of socio-economic conditions ซึ่งลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ที่งานวิจัยบางชิ้นทำการศึกษา ได้แก่ ความมั่งคั่ง (Wealth) อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล (Average statutory corporate tax rates) และปัจจัยอื่นๆ
- Spillovers on R&D ได้แก่ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากนวัตกรรมที่คิดค้นขึ้นจากพื้นที่โดยรอบ (Accessibility to extra regional innovation) และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการที่พื้นที่โดยรอบพื้นที่ศึกษาทำการลงทุนใน ววน. (Spillover of expenditures on technology)
- ผลกระทบภายนอกของการส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงต่อภาคการผลิตอื่นๆ ของประเทศ (Spillovers of high-tech exports)

#### 6.2.2.6 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic factors)

กลุ่มตัวแปรด้านปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมสามารถจำแนกตามชนิดของตัวแปรได้เป็น 7 กลุ่มหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์มหภาค (Macroeconomics) ปัจจัยเชิงสถาบันและการเมือง (Institutions and politics) การเข้าถึงเทคโนโลยีและการสื่อสาร (Technology access) ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (Geology) ตัวแปรที่สะท้อนระดับพัฒนาของประเทศ (Stage of development) ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ (Any interaction terms) และตัวแปรเชิงเวลา (Time) โดยแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**1. ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์มหภาค (Macroeconomic factors) ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 7 กลุ่ม** เรียง ลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- อัตราการว่างงาน (Unemployment rate) และอัตราการว่างงานระยะยาว (Long-term unemployment rate)
- อัตราเงินเฟ้อ (Inflation) ทั้งนี้บางการศึกษา มีการใส่ตัวแปรกำลังสองของอัตราเงินเฟ้อเพื่อหาข้อสรุปเพิ่มเติมว่าผลกระทบของอัตราเงินเฟ้อต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีจุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดหรือไม่

- c) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับดุลบัญชีงบประมาณภาครัฐ (Government balance) ได้แก่ i) ร้อยละของดุลบัญชีงบประมาณภาครัฐต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Government balance as a percentage of GDP) ii) ร้อยละของหนี้สาธารณะต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Public debt as a percentage of GDP) iii) อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล (Effective corporate tax rate)
- d) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Structure of GDP) ได้แก่ i) ส่วนต่างระหว่างมูลค่าการผลิตน้ำมันและค่าใช้จ่ายในการผลิต (Oil rents as a percentage of GDP) ii) อัตราส่วนของ GDP ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ (Fraction of GDP in mining)
- e) ตัวแปรด้านการออม (Savings)
- f) ตัวแปรดัชนีเชิงเศรษฐศาสตร์มหภาคอื่น ๆ ที่รวมเรียกว่า Social filter index

**2. ปัจจัยเชิงสถาบันและการเมือง (Institutions and politics)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 7 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ตัวแปรที่เกี่ยวกับหลักนิติธรรม (Rule of law) ได้แก่ i) ดัชนีเกี่ยวกับกฎหมายทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual property right index) ii) กฎหมายและการบังคับใช้กฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองสิทธิบัตร (Patent law protection and enforcement) iii) ดัชนีหลักนิติธรรม (Rule of law) iv) ดัชนีความเสี่ยงการถูกยึดทรัพย์สินไปเป็นของรัฐ (Expropriation risk) v) เสรีภาพทาง เศรษฐกิจ (Economic freedom)
- b) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสิทธิและเสรีภาพ (Liberties and freedom) ได้แก่ i) ดัชนีเสรีภาพของพลเมือง (Civil liberties) ii) ดัชนีสิทธิทางการเมือง (Political rights) iii) Political risk services (PRS) iv) ร้อยละของกำลังแรงงานที่เป็นเพศหญิง (Female labor as a percentage of the labor force) v) สัมประสิทธิ์จีนิ (GINI)
- c) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของรัฐบาล (Government effectiveness) ได้แก่ i) ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (Corruption perception index) ii) ดัชนีการควบคุมคอร์รัปชัน (Control of corruption) iii) ประสิทธิภาพของรัฐบาล (Government effectiveness) iv) คุณภาพของมาตรการควบคุม (Regulatory quality)
- d) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเสถียรภาพทางการเมือง (Political stability) ได้แก่ i) เสถียรภาพทางการเมือง (Political stability) ii) ดัชนีความแตกแยกทางด้านเชื้อชาติและภาษา (Ethnolinguistic fractionalization) iii) จำนวนประชากรที่เสียชีวิตในสงครามกลางเมือง (Number of people dying in civil war)
- e) ตัวแปรสัดส่วนประชากรที่นับถือแต่ละศาสนา (Religions) i) ขงจื้อ Confucian ii) ฮินดู (Hindu) iii) อิสลาม (Islam) iv) โปรเตสแตนต์ (Protestant) v) พุทธ (Buddhism) vi) คาทอลิก (Catholic) vii) ยิว (Jew)

- f) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสถาบันทางเศรษฐกิจ (Economic institutions) ได้แก่ i) ระดับของความเป็นทุนนิยม (Degree of capitalism) ii) ค่าชดเชยความเสี่ยงของตลาดมืด (Black market premium) iii) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าชดเชยความเสี่ยงของตลาดมืด (SD of black-market premium) iv) การบิดเบือนกลไกอัตราแลกเปลี่ยน (Exchange rate distortions)
- g) ตัวแปรหุ่นเพื่อจำแนกว่าประเทศที่ศึกษาเคยเป็นอาณานิคมของประเทศที่กำหนด (Colonies)

**3. ตัวแปรด้านการเข้าถึงเทคโนโลยีและการสื่อสาร (Technology access)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) การใช้โทรศัพท์มือถือ (Usage of mobile phone and telecommunication) ได้แก่ i) จำนวนการสมัครใช้บริการโทรศัพท์มือถือ (Mobile phone cellular subscription) ii) รายได้ในธุรกิจโทรคมนาคม (Mobile telecommunication revenue) iii) การลงทุนในโทรคมนาคมโดยมีส่วนร่วมกับภาคเอกชน (Investment in telecoms with private participation) iv) ดัชนีชี้วัดเทคโนโลยีตามการใช้งานไฟฟ้า โทรศัพท์ และวิทยุ (Technology index (electric power per capita (kWh), fixed line and mobile per 1000 people, radios and telephoneset per 1000 people))
- b) การใช้งานอินเทอร์เน็ต (Number of internet users) ได้แก่ i) จำนวนของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อประชากร 100 คน (Internet users/100 people) ii) จำนวนผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในรอบปีที่ผ่านมา (Internet users in the last 12 months)

**4. ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (Geology)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ตัวแปรหุ่นเพื่อระบุพิกัดภูมิภาคของประเทศ (Regions of countries)
- b) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่นๆ (Geographical status of countries) ได้แก่ i) ตำแหน่งที่ตั้งละติจูด (Absolute latitude) ii) ขนาดพื้นที่ (Area)

**5. ตัวแปรที่สะท้อนระดับการพัฒนาของประเทศ (Stage of development)** เพื่อสะท้อนว่ามี convergence หรือไม่ ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 4 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมเริ่มต้นจากในระยะเวลาที่ทำการศึกษา (Initial GDP) หรือเทียบกับมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมเริ่มต้นของสหรัฐอเมริกา
- b) อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมล่าช้า (Lagged GDP growth) ทั้งที่ใช้ตัวแปรที่แท้จริงและที่เป็นตัวเงิน
- c) มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในล่าช้า (Lagged GDP level) ทั้งที่ใช้ตัวแปรที่แท้จริงและที่เป็นตัวเงิน

- d) ตัวแปรที่ระบุระดับการพัฒนาของประเทศในปัจจุบัน ได้แก่ i) GDP level per capita in PPP  
ii) ตัวแปรหุ่นที่ระบุว่าประเทศดังกล่าวเป็นประเทศด้อยพัฒนาหรือไม่ (LDC dummy)

**6. ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ (Any interaction terms)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่าง FDI กับตัวแปรต่อไปนี้ i) การเป็นประเทศที่ลงทุนใน R&D ต่ำ (Low R&D-expenditure-level country) ii) ระดับกฎหมายคุ้มครองสิทธิบัตร (Patent law protection) iii) การบังคับใช้สิทธิบัตร (Patent enforcement) iv) อัตราส่วนของกำลังแรงงานที่จบการศึกษาสูงกว่ามัธยมศึกษา (Absorptive ability)  
b) ตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับความรู้ (Absorptive ability) (ส่วนใหญ่จะ proxy โดยอัตราส่วนของกำลังแรงงานที่จบการศึกษาสูงกว่ามัธยมศึกษา) กับตัวแปรต่อไปนี้ i) มูลค่าการนำเข้า (Imports) ii) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D spillovers

**7. ตัวแปรเชิงเวลา (Time)** ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม เรียงลำดับจากตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในวรรณกรรมมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด ได้แก่

- a) วิฤตทางเศรษฐกิจทางเศรษฐกิจและการเมือง ได้แก่ i) วิฤตแฮมเบอร์เกอร์ (The Great Recession of 2008-2009) ii) วิฤตการณ์ทางการเงินในเอเชีย (Asian Financial Crisis of 1997) iii) วิฤตการณ์น้ำมัน (Oil shock) iv) ตัวแปรหุ่นเกี่ยวกับการเกิดสงคราม (War) v) การเกิดปฏิวัติรัฐประหาร (Revolution and coup)  
b) ตัวแปรหุ่นเพื่อระบุว่า ณ จุดเวลาของหน่วยข้อมูลใด ๆ อยู่ในช่วงเวลาใด ซึ่งบางครั้งอาจกำหนดเป็นช่วงความยาว 5 ปี ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล

ทั้งนี้ ข้อมูลของตัวแปรทั้งหมดข้างต้น สรุปดังตารางที่ 6.2 ซึ่งระบุหมวดหมู่ที่สำคัญของกลุ่มตัวแปรต่าง ๆ คล้ายกับที่รายงานข้างต้น และระบุรายละเอียดเพิ่มเติมว่าแต่ละหมวดหมู่กลุ่มตัวแปรประกอบไปด้วยตัวแปรใดบ้าง และอ้างอิงจากรหัสงานวิจัยใด นอกจากนี้รายละเอียดของงานวิจัย อาทิ ชื่องานวิจัย ผู้วิจัย ประเภทการตีพิมพ์ ชื่อวารสารและอื่น ๆ ปีที่พิมพ์ และจำนวน estimates ของแต่ละรหัสของงานวิจัยสามารถอ้างอิงได้จากภาคผนวก ค.



ตารางที่ 6.3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร

| Independent variables                                                                                   |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                          |                                                             |               |                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |                                                                                                           |                           |                                                                                                                                                              |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| R&D_IP (input)                                                                                          |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                          |                                                             |               | R&D_OP (output)                                                                                                                                                                         |                                                                                      |                                                                                                           |                           |                                                                                                                                                              |                                              |
| 1                                                                                                       |                                                                                                                             | 2                                                                                                                              |                                          | 3                                                           |               | 4                                                                                                                                                                                       |                                                                                      | 5                                                                                                         |                           | 6                                                                                                                                                            |                                              |
| R&D_EXP<br>(expenditure)                                                                                | Paper<br>no.                                                                                                                | R&D_HUM<br>(human)                                                                                                             | Paper<br>no.                             | R&D_OTH_IP<br>(Other<br>inputs)                             | Paper<br>no.  | R&D_INNOV<br>(innovation)                                                                                                                                                               | Paper<br>no.                                                                         | R&D_PUB<br>(publication)                                                                                  | Paper<br>no.              | R&D_OTH_OP<br>(other outputs)                                                                                                                                | Paper<br>no.                                 |
| Relative size of<br>total R&D<br>expenditures<br><br>1. R&D<br>expenditure as a<br>percentage of<br>GDP | 1. Paper<br>1, 15,<br>20, 23,<br>24, 30,<br>31, 33,<br>35, 36,<br>37, 41,<br>43, 44,<br>46, 47,<br>61, 63,<br>74, 76,<br>77 | Relative size of<br>researchers<br><br>1. Scientists and<br>engineers<br><br>2. Number of<br>researchers per<br>million people | 1. Paper<br>63, 67<br><br>2. Paper<br>32 | R&D patent<br>protection<br><br>1. R&D patent<br>protection | 1. Paper<br>3 | Absolute<br>number of<br>domestic patent<br>applications or<br>grants<br><br>1. Domestic<br>patent counts<br>2. Non-resident<br>patent application<br>3. Resident patent<br>application | 1. Paper<br>24, 36,<br>40, 69,<br>70<br><br>2. Paper<br>52, 53<br><br>3. Paper<br>52 | Scientific and<br>technical journal<br>articles<br><br>1. Scientific and<br>technical journal<br>articles | 1. Paper<br>40, 55,<br>56 | Relative size of<br>high-tech exports<br><br>1. High-tech exports<br>to GDP<br><br>2. Percentage of<br>high-tech exports in<br>total manufactured<br>exports | 1. Paper<br>38, 46<br><br>2. Paper<br>16, 72 |

ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Independent variables                                                  |                                                 |                                                                                                                                         |                                |                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                                         |                                    |                                                                                                                                                                                                            |              |                                                                                |                 |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| R&D_IP (input)                                                         |                                                 |                                                                                                                                         |                                |                                                                                                                                                                        |              | R&D_OP (output)                                                                                                                                                         |                                    |                                                                                                                                                                                                            |              |                                                                                |                 |
| 1                                                                      |                                                 | 2                                                                                                                                       |                                | 3                                                                                                                                                                      |              | 4                                                                                                                                                                       |                                    | 5                                                                                                                                                                                                          |              | 6                                                                              |                 |
| R&D_EXP<br>(expenditure)                                               | Paper<br>no.                                    | R&D_HUM<br>(human)                                                                                                                      | Paper<br>no.                   | R&D_OTH_IP<br>(Other inputs)                                                                                                                                           | Paper<br>no. | R&D_INNOV<br>(innovation)                                                                                                                                               | Paper<br>no.                       | R&D_PUB<br>(publication)                                                                                                                                                                                   | Paper<br>no. | R&D_OTH_OP (other<br>outputs)                                                  | Paper<br>no.    |
| <b>Total R&amp;D expenditure value</b><br><br>1. Total R&D expenditure | 1. Paper 11, 14, 25, 26, 28, 29, 31, 35, 71, 73 | <b>Absolute number of researchers</b><br><br>1. number of research scientists employed in the R&D sector<br><br>2. Scientific personnel | 1. Paper 73<br><br>2. Paper 40 | <b>Composite index of R&amp;D: Expenditure, number of researcher &amp; technician</b><br><br>1. Composite index of R&D: Expenditure, number of researcher & technician | 1. Paper 59  | <b>Relative size of patent application</b><br><br>1. Total patent application (% of 100000 labor force)<br><br>2. Patent application as a percentage of R&D expenditure | 1. Paper 33, 53<br><br>2. Paper 74 | <b>The share of scientific and technical journal articles as a percent of the total labor stock</b><br><br>1. The share of scientific and technical journal articles as a percent of the total labor stock | 1. Paper 34  | <b>The value of high-tech exports</b><br><br>1. The value of high-tech exports | 1. Paper 40, 57 |

|                                                      |                                                                  |                                                                                                                                  |                 |  |  |                                                                                                                                                      |                            |  |  |                                                                                                                                                                                |             |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>R&amp;D expenditure value by specific sectors</b> | 1. Paper 4, 19, 35, 44<br>2. Paper 16, 19, 35, 44<br>3. Paper 44 | <b>Growth of the population engaged in scientific research</b><br><br>1. Growth of the population engaged in scientific research | 1. Paper 52, 63 |  |  | <b>Relative size of patent grants</b><br><br>1. Total patent granted (% of 100000 labor force)<br>2. Total number of patents granted to R&D expenses | 1. Paper 53<br>2. Paper 17 |  |  | <b>Computer, communications, and other services (% of commercial service exports)</b><br><br>1. Computer, communications, and other services (% of commercial service exports) | 1. Paper 61 |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

**ตารางที่ 6. 3** รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Independent variables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                                                                                                                                                |                    |                                 |              |                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                          |              |                               |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| R&D_IP (input)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                  |                                                                                                                                                |                    |                                 |              | R&D_OP (output)                                                                                                                                                                                                           |                                     |                          |              |                               |              |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                  | 2                                                                                                                                              |                    | 3                               |              | 4                                                                                                                                                                                                                         |                                     | 5                        |              | 6                             |              |
| R&D_EXP<br>(expenditure)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Paper<br>no.                                                     | R&D_HUM<br>(human)                                                                                                                             | Paper<br>no.       | R&D_OTH_IP<br>(Other<br>inputs) | Paper<br>no. | R&D_INNOV<br>(innovation)                                                                                                                                                                                                 | Paper<br>no.                        | R&D_PUB<br>(publication) | Paper<br>no. | R&D_OTH_OP (other<br>outputs) | Paper<br>no. |
| <p>The growth rate of R&amp;D expenditure by specific sectors</p> <p>1. The growth rate of spending on R&amp;D: applied components including enterprises</p> <p>2. The growth rate of spending on R&amp;D: public entities and higher education</p> <p>3. The annual Growth rate of Government expenditure on Research &amp; Development (R&amp;D)</p> | <p>1. Paper 27, 54</p> <p>2. Paper 27, 54</p> <p>3. Paper 79</p> | <p>University enrolment rate for science and engineering students</p> <p>1. University enrolment rate for science and engineering students</p> | <p>1. Paper 40</p> |                                 |              | <p>Patents application by countries in the U.S.</p> <p>1. U.S. patents granted to residents of a given country each year (as a proportion of total patent)</p> <p>2. The number of US patent application by residents</p> | <p>1. Paper 5</p> <p>2. Paper 6</p> |                          |              |                               |              |

ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Independent variables                                                                                                                                                           |                |                    |              |                              |              |                                                                     |                   |                          |              |                               |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| R&D_IP (input)                                                                                                                                                                  |                |                    |              |                              |              | R&D_OP (output)                                                     |                   |                          |              |                               |              |
| 1                                                                                                                                                                               |                | 2                  |              | 3                            |              | 4                                                                   |                   | 5                        |              | 6                             |              |
| R&D_EXP<br>(expenditure)                                                                                                                                                        | Paper<br>no.   | R&D_HUM<br>(human) | Paper<br>no. | R&D_OTH_IP<br>(Other inputs) | Paper<br>no. | R&D_INNOV<br>(innovation)                                           | Paper<br>no.      | R&D_PUB<br>(publication) | Paper<br>no. | R&D_OTH_OP (other<br>outputs) | Paper<br>no. |
| R&D capital<br>stock<br><br>1. R&D capital<br>(stock)<br>constructed from<br>R&D expenditures<br>(flow) using 15%<br>depreciation rate<br>with perpetual<br>inventory<br>method | 1. Paper<br>12 |                    |              |                              |              | Patent application<br>growth<br><br>1. Patent application<br>growth | 1.<br>Paper<br>52 |                          |              |                               |              |
| Relative size of<br>R&D<br>expenditures by<br>specific sectors<br><br>1. Government<br>R&D expenditure<br>as a % of GDP                                                         | 1. Paper<br>40 |                    |              |                              |              | Domestic imitation<br><br>1. Domestic imitation                     | 1.<br>Paper<br>5  |                          |              |                               |              |

ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Independent variables                                                                    |                |                    |              |                              |              |                                                                                                                                                                                    |                   |                          |              |                               |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| R&D_IP (input)                                                                           |                |                    |              |                              |              | R&D_OP (output)                                                                                                                                                                    |                   |                          |              |                               |              |
| 1                                                                                        |                | 2                  |              | 3                            |              | 4                                                                                                                                                                                  |                   | 5                        |              | 6                             |              |
| R&D_EXP<br>(expenditure)                                                                 | Paper<br>no.   | R&D_HUM<br>(human) | Paper<br>no. | R&D_OTH_IP<br>(Other inputs) | Paper<br>no. | R&D_INNOV<br>(innovation)                                                                                                                                                          | Paper<br>no.      | R&D_PUB<br>(publication) | Paper<br>no. | R&D_OTH_OP (other<br>outputs) | Paper<br>no. |
| The growth<br>rate of total<br>R&D<br>expenditure<br><br>1. R&D<br>expenditure<br>growth | 1. Paper<br>52 |                    |              |                              |              | Index constructed<br>from the number<br>of Nobel prizes in<br>science by<br>countries<br><br>1. Index constructed<br>from the number of<br>Nobel prizes in<br>science by countries | 1.<br>Paper<br>18 |                          |              |                               |              |

ตารางที่ 6.3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Other independent variables                                                                                                                                                                           |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |                                                                                                                      |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                                                                                                                                                              |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Physical capital                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       | Labor                                                                                                                |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                              | Human capital                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                       |                                                                                                                                                                                              |                                                                                    |
| 1                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                | 2                                                                                                                                                                                                   |                                                                                       | 3                                                                                                                    |                                                                                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              | 5                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                       | 7                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |
| K_FLO<br>dummy<br>(CAPITAL<br>Flow)                                                                                                                                                                   | Paper<br>no.                                                                                                   | K_STO<br>dummy<br>(CAPITAL<br>Stock)                                                                                                                                                                | Paper<br>no.                                                                          | L_RAW<br>dummy<br>(RAW<br>LABOR)                                                                                     | Paper<br>no.                                                                   | L_EFF dummy<br>(EFFECTIVE<br>LABOR)                                                                                                                                                                                                                                      | Paper<br>no.                                                                                 | EDU_BAS<br>dummy (BASIC<br>EDUCATION<br>CAPTURE)                                                                                                                                                                        | Paper<br>no.                                                                                         | EDU_ADV<br>dummy<br>(ADVANCED<br>EDUCATION<br>CAPTURE)                                                                                                                                                                                                             | Paper<br>no.                                                          | H_OTH<br>dummy<br>(OTHER<br>VARIABLES<br>INVOLVING<br>HUMAN<br>CAPITAL)                                                                                                                      | Paper<br>no.                                                                       |
| Relative size<br>of gross<br>fixed capital<br>formation<br><br>1. Gross fixed<br>capital<br>formation<br>(i.e.<br>investment)/<br>GDP (%)<br><br>2. Gross fixed<br>capital<br>formation<br>per capita | 1.<br>Paper<br>1, 16,<br>23, 27,<br>28, 32,<br>33, 35,<br>38, 43,<br>44, 46,<br>73<br><br>2.<br>Paper<br>4, 25 | Total<br>physical<br>capital stock<br><br>1. Total<br>physical<br>capital stock<br>(with land,<br>inventories)<br><br>2. Physical<br>capital stock<br>(% of GDP)<br>calculated<br>from<br>perpetual | 1.<br>Paper<br>6, 12,<br>31, 54<br><br>2.<br>Paper<br>12, 53<br><br>3.<br>Paper<br>47 | Growth rate<br>of labor<br>force<br><br>1. Annual<br>population<br>growth<br><br>2. Growth<br>rate of labor<br>force | 1.<br>Paper<br>18, 23,<br>53, 63,<br>67, 74<br><br>2.<br>Paper<br>1, 20,<br>38 | Productive and<br>knowledgeable<br>human capital<br><br>1. Productive<br>human capital<br><br>2. The share of the<br>active population<br>having successfully<br>completed an<br>education at the<br>tertiary level or<br>being employed in<br>science and<br>technology | 1.<br>Paper<br>54<br><br>2.<br>Paper<br>44<br><br>3.<br>Paper<br>18<br><br>4.<br>Paper<br>18 | Enrollment in<br>secondary<br>education<br><br>1. Number of<br>enrolled students<br>in secondary<br>education<br><br>2. Secondary<br>school<br>enrollment rate<br><br>3. Percentage<br>labour force<br>having secondary | 1.<br>Paper<br>28, 33,<br>61, 63,<br>69, 75<br><br>2.<br>Paper<br>4, 28<br><br>3.<br>Paper<br>17, 37 | Enrollment in<br>tertiary<br>education<br><br>1. Tertiary<br>enrollment (% of<br>population at the<br>specified age)<br><br>2. Tertiary school<br>completion rate<br>as a percentage<br>of the population<br>aged 15 and over<br><br>3. Percentage<br>labour force | 1. Paper<br>27, 39,<br>60<br><br>2. Paper<br>33<br><br>3. Paper<br>31 | Number of<br>years of<br>schooling<br><br>1. Average<br>number of<br>years of<br>schooling<br><br>2. Mean age of<br>education<br><br>3. Years of<br>schooling and<br>returns to<br>education | 1.<br>Paper<br>33, 53,<br>70<br><br>2.<br>Paper<br>16, 55<br><br>3.<br>Paper<br>47 |

|                                                                            |             |                                                    |  |  |  |                                                                                     |  |                          |  |                                           |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|--|-------------------------------------------|--|--|--|
| 3. Average ratio of public plus private investment over GDP for the period | 3. Paper 63 | inventory method<br>3. Per capita physical capital |  |  |  | 3. Fraction speaking foreign language<br>4. Fraction of population speaking English |  | education to total labor |  | having tertiary education to total labour |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|--|-------------------------------------------|--|--|--|



| Other independent variables                                                                                                                                                          |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                 |                                                                                                                                   |                                                                   |                                                                                                              |                    |                                                                                                                                            |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                              |                                                                                    |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Physical capital                                                                                                                                                                     |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                 | Labor                                                                                                                             |                                                                   |                                                                                                              |                    | Human capital                                                                                                                              |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                              |                                                                                    |                                       |
| 1                                                                                                                                                                                    |                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                 | 3                                                                                                                                 |                                                                   | 4                                                                                                            |                    | 5                                                                                                                                          |                                                   | 6                                                                                                                                                                                                                                                |                                                              | 7                                                                                  |                                       |
| K_FLO dummy<br>(CAPITAL, Flow)                                                                                                                                                       | Paper no.                                                                    | K_STO dummy<br>(CAPITAL, Stock)                                                                                                                                                                                                                       | Paper no.                                                       | L_RAW dummy (RAW LABOR)                                                                                                           | Paper no.                                                         | L_EFF dummy (EFFECTIVE LABOR)                                                                                | Paper no.          | EDU_BAS dummy (BASIC EDUCATION CAPTURE)                                                                                                    | Paper no.                                         | EDU_ADV dummy (ADVANCED EDUCATION CAPTURE)                                                                                                                                                                                                       | Paper no.                                                    | H_OTH dummy (OTHER VARIABLES INVOLVING HUMAN CAPITAL)                              | Paper no.                             |
| <p>The value of gross fixed capital formation/investments</p> <p>1. The value of gross fixed capital formation</p> <p>2. Equipment investment</p> <p>3. Non-equipment investment</p> | <p>1. Paper 14, 26, 39, 69, 74, 77</p> <p>2. Paper 18</p> <p>3. Paper 18</p> | <p>Growth of the capital stock</p> <p>1. Growth of the capital stock</p> <p>2. Growth in productive physical capital stock (excluding land, with inventories)</p> <p>3. Growth in fixed physical capital stock (excluding inventories, with land)</p> | <p>1. Paper 5, 34, 67</p> <p>2. Paper 54</p> <p>3. Paper 54</p> | <p>Size of labor force</p> <p>1. Size labor force</p> <p>2. Young people: The percentage of population aged between 15 and 24</p> | <p>1. Paper 12, 14, 18, 26, 28, 60, 75, 77</p> <p>2. Paper 11</p> | <p>Entrepreneurship</p> <p>1. Entrepreneurship: The annual Growth rate of total number of establishments</p> | <p>1. Paper 79</p> | <p>Enrollment in primary education</p> <p>1. Number of enrolled students in primary education</p> <p>2. Primary school enrollment rate</p> | <p>1. Paper 18, 61, 63</p> <p>2. Paper 18, 63</p> | <p>Enrollment in higher education</p> <p>1. Higher school enrollment (per capita)</p> <p>2. The percentage of the population having completed higher education</p> <p>3. The percentage of the labor force having completed higher education</p> | <p>1. Paper 18, 25</p> <p>2. Paper 11</p> <p>3. Paper 11</p> | <p>Quality of life</p> <p>1. Life expectancy</p> <p>2. Human development index</p> | <p>1. Paper 18</p> <p>2. Paper 55</p> |

| Other independent variables                                                         |             |                                                                                                   |             |                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                       |             |                                            |           |                                                                                           |             |                                                                                                                      |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Physical capital                                                                    |             |                                                                                                   |             | Labor                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                       |             | Human capital                              |           |                                                                                           |             |                                                                                                                      |                                    |
| 1                                                                                   |             | 2                                                                                                 |             | 3                                                                                                         |                                   | 4                                                                                                                                     |             | 5                                          |           | 6                                                                                         |             | 7                                                                                                                    |                                    |
| K_FLO dummy<br>(CAPITAL, Flow)                                                      | Paper no.   | K_STO dummy<br>(CAPITAL, Stock)                                                                   | Paper no.   | L_RAW dummy<br>(RAW LABOR)                                                                                | Paper no.                         | L_EFF dummy<br>(EFFECTIVE LABOR)                                                                                                      | Paper no.   | EDU_BAS dummy<br>(BASIC EDUCATION CAPTURE) | Paper no. | EDU_ADV dummy<br>(ADVANCED EDUCATION CAPTURE)                                             | Paper no.   | H_OTH dummy<br>(OTHER VARIABLES INVOLVING HUMAN CAPITAL)                                                             | Paper no.                          |
| Gross fixed capital formation growth<br><br>1. Gross fixed capital formation growth | 1. Paper 79 | Equity capital in the countries' businesses<br><br>1. Equity capital in the countries' businesses | 1. Paper 60 | Labor force participation rate<br><br>1. Ratio workers to population<br>2. Labor force participation rate | 1. Paper 4, 18, 35<br>2. Paper 43 | Population growth + technological process + tech depreciation<br><br>1. Population growth + technological process + tech depreciation | 1. Paper 74 |                                            |           | National tertiary education enforcement<br><br>1. National tertiary education enforcement | 1. Paper 32 | Alternative measures of schooling<br><br>1. Participation in life-long learning programme<br>2. Measure of schooling | 1. Paper 11<br>2. Paper 1          |
| Gross private capital formation<br><br>1. Gross private capital formation           | 1. Paper 17 |                                                                                                   |             | Percentage of labor employed in agriculture<br><br>1. Percentage of labor employed in agriculture         | 1. Paper 11, 30                   |                                                                                                                                       |             |                                            |           |                                                                                           |             | The sum of secondary and tertiary enrollment<br><br>1. The sum of secondary and tertiary enrollment                  | 1. Paper number is unidentifiable. |

| Other independent variables                           |              |                                                        |              |                                                                |                   |                                                     |              |                                                                         |              |                                                                               |              |                                                                                                              |              |
|-------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Physical capital                                      |              |                                                        |              | Labor                                                          |                   |                                                     |              | Human capital                                                           |              |                                                                               |              |                                                                                                              |              |
| 1                                                     |              | 2                                                      |              | 3                                                              |                   | 4                                                   |              | 5                                                                       |              | 6                                                                             |              | 7                                                                                                            |              |
| K_FLO<br>dummy<br>( <u>CAPITAL</u> ,<br><u>Flow</u> ) | Paper<br>no. | K_STO<br>dummy<br>( <u>CAPITAL</u> ,<br><u>Stock</u> ) | Paper<br>no. | L_RAW<br>dummy<br>( <u>RAW</u><br><u>LABOR</u> )               | Paper<br>no.      | L_EFF dummy<br>( <u>EFFECTIVE</u><br><u>LABOR</u> ) | Paper<br>no. | EDU_BAS<br>dummy ( <u>BASIC</u><br><u>EDUCATION</u><br><u>CAPTURE</u> ) | Paper<br>no. | EDU_ADV<br>dummy<br>( <u>ADVANCED</u><br><u>EDUCATION</u><br><u>CAPTURE</u> ) | Paper<br>no. | H_OTH<br>dummy<br>( <u>OTHER</u><br><u>VARIABLES</u><br><u>INVOLVING</u><br><u>HUMAN</u><br><u>CAPITAL</u> ) | Paper<br>no. |
|                                                       |              |                                                        |              | Age<br>1. Age                                                  | 1.<br>Paper<br>18 |                                                     |              |                                                                         |              |                                                                               |              |                                                                                                              |              |
|                                                       |              |                                                        |              | Total annual<br>work hours<br>1. Total<br>annual work<br>hours | 1.<br>Paper<br>19 |                                                     |              |                                                                         |              |                                                                               |              |                                                                                                              |              |

ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Other independent variables (Cont.)                                                                                |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                 |                                                                                               |                                                                                                                  |                                                                                         |                          |                                                                                        |                                                                |                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Government spending                                                                                                |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                 | Knowledge spillovers                                                                          |                                                                                                                  |                                                                                         |                          |                                                                                        |                                                                |                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
| 8                                                                                                                  |                           | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                 | 10                                                                                            |                                                                                                                  | 11                                                                                      |                          | 12                                                                                     |                                                                | 13                                                      |                | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| G_CON dummy<br>(GOVERN-MENT<br>CONSUMP-<br>TION)                                                                   | Paper<br>no.              | G_INV dummy<br>(GOVERN-MENT<br>INVEST-MENT)                                                                                                                                                                                                                                           | Paper<br>no.                                                                                    | FDI dummy<br>(FOREIGN<br>DIRECT<br>INVESTMENT)                                                | Paper<br>no.                                                                                                     | TRA_Hi_Tec<br>dummy<br>(IMPORTING<br>HIGH TECH)                                         | Paper<br>no.             | TRA dummy<br>(OVERALL<br>TRADE)                                                        | Paper<br>no.                                                   | TRA_OTH dummy<br>(ANY VARIABLES<br>INVOLVING<br>TRADE)  | Paper no.      | GRA dummy<br>(ANY VARIABLES<br>INVOLVING<br>GRAVITY)                                                                                                                                                                                                                                        | Paper<br>no.                                                   |
| Total<br>government<br>consumption<br>expenditure as<br>a % of GDP<br><br>1. Government<br>expenditure/<br>GDP (%) | 1. Paper<br>17, 57,<br>63 | Relative size of<br>education<br>expenditure<br><br>1. Percentage of<br>education<br>expenditure in GDP<br>2. Expenditure on<br>education as a<br>percentage of<br>government<br>expenditure<br>3. Public education<br>shares<br>4. Current operating<br>expenditures in<br>education | 1. Paper<br>23, 24,<br>36, 37<br><br>2. Paper<br>55<br><br>3. Paper<br>18<br><br>4. Paper<br>21 | FDI net inflows<br><br>1. FDI, net<br>inflows (% of<br>GDP)<br>2. Value of FDI<br>net inflows | 1. Paper<br>12, 24,<br>27, 28,<br>31, 32,<br>33, 36,<br>37, 38,<br>46, 61,<br>70, 71<br><br>2. Paper<br>4, 6, 75 | Value of high<br>technology<br>imports<br><br>1. Value of high<br>technology<br>imports | 1. Paper<br>6, 12,<br>33 | Trade openness<br><br>1. Sum of<br>exports and<br>imports as a<br>percentage of<br>GDP | 1. Paper<br>26, 27,<br>33, 40,<br>44, 60,<br>69, 70,<br>71, 77 | Outward<br>orientation<br><br>1. Outward<br>orientation | 1. Paper<br>18 | Spillovers of<br>socio-economic<br>conditions<br><br>1. Accessibility to<br>wealth<br>neighboring<br>regions (Extra<br>regional social<br>filter)<br>2. Average of<br>statutory<br>corporate tax<br>rates in<br>neighboring<br>countries<br>3. Spillover of<br>socio-economic<br>conditions | 1. Paper<br>11, 46<br><br>2. Paper<br>71<br><br>3. Paper<br>46 |

ตารางที่ 6.3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Other independent variables (Cont.)                                                                                                                                                                                                          |                                           |                                                                                             |                 |                                                                                                                 |                            |                                                                                                     |              |                                                                                                           |                                              |                                                        |             |                                                                                                                                                   |                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Government spending                                                                                                                                                                                                                          |                                           |                                                                                             |                 | Knowledge spillovers                                                                                            |                            |                                                                                                     |              |                                                                                                           |                                              |                                                        |             |                                                                                                                                                   |                                |
| 8                                                                                                                                                                                                                                            |                                           | 9                                                                                           |                 | 10                                                                                                              |                            | 11                                                                                                  |              | 12                                                                                                        |                                              | 13                                                     |             | 14                                                                                                                                                |                                |
| G_CON dummy<br>(GOVERNMENT<br>CONSUMPTION)                                                                                                                                                                                                   | Paper<br>no.                              | G_INV<br>dummy<br>(GOVERNMENT INVESTMENT)                                                   | Paper<br>no.    | FDI dummy<br>(FOREIGN<br>DIRECT<br>INVESTMENT)                                                                  | Paper<br>no.               | TRA_Hi_Tec<br>dummy<br>(IMPORTING<br>HIGH TECH)                                                     | Paper<br>no. | TRA dummy<br>(OVERALL TRADE)                                                                              | Paper<br>no.                                 | TRA_OTH dummy<br>(ANY VARIABLES<br>INVOLVING<br>TRADE) | Paper no.   | GRA dummy<br>(ANY VARIABLES<br>INVOLVING<br>GRAVITY)                                                                                              | Paper<br>no.                   |
| Government consumption expenditure by specified purposes<br><br>1. The annual Growth rate of Government Expenditure on Labor<br>2. Expenditure on energy, telecom, water, sanitation, and transport<br>3. Growth rate of defense expenditure | 1. Paper 79<br>2. Paper 76<br>3. Paper 76 | Relative size of health expenditure<br><br>1. The share of public health expenditure to GDP | 1. Paper 23, 45 | FDI stock<br><br>1. FDI stock (15% depreciation rate and two-period lag)<br>2. FDI stock as a percentage of GDP | 1. Paper 12<br>2. Paper 31 | Growth of per capita high technology imports<br><br>1. Growth of per capita high technology imports | 1. Paper 5   | Exports statistics<br><br>1. Export expenditure per capita<br>2. Exports/GDP<br>3. Total value of exports | 1. Paper 4, 25<br>2. Paper 46<br>3. Paper 12 | Primary exports<br><br>1. Primary exports              | 1. Paper 18 | Spillovers on R&D<br><br>1. Accessibility to extra regional innovation (knowledge or R&D spillover)<br>2. Spillover of expenditures on technology | 1. Paper 11, 12<br>2. Paper 46 |

ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Other independent variables (Cont.)        |              |                                                                                                                   |              |                                                |              |                                                 |              |                                                                                          |                               |                                                           |                                    |                                                                                                 |              |
|--------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Government spending                        |              |                                                                                                                   |              | Knowledge spillovers                           |              |                                                 |              |                                                                                          |                               |                                                           |                                    |                                                                                                 |              |
| 8                                          |              | 9                                                                                                                 |              | 10                                             |              | 11                                              |              | 12                                                                                       |                               | 13                                                        |                                    | 14                                                                                              |              |
| G_CON dummy<br>(GOVERNMENT<br>CONSUMPTION) | Paper<br>no. | G_INV<br>dummy<br>(GOVERNMENT INVESTMENT)                                                                         | Paper<br>no. | FDI dummy<br>(FOREIGN<br>DIRECT<br>INVESTMENT) | Paper<br>no. | TRA_Hi_Tec<br>dummy<br>(IMPORTING<br>HIGH TECH) | Paper<br>no. | TRA dummy<br>(OVERALL TRADE)                                                             | Paper<br>no.                  | TRA_OTH<br>dummy (ANY<br>VARIABLES<br>INVOLVING<br>TRADE) | Paper no.                          | GRA dummy<br>(ANY VARIABLES<br>INVOLVING<br>GRAVITY)                                            | Paper<br>no. |
|                                            |              | The growth rate of government education expenditure<br><br>1. The growth rate of government education expenditure | 1. Paper 79  |                                                |              |                                                 |              | Imports statistics<br><br>1. Total value of imports<br>2. Imports as a percentage of GRP | 1. Paper 4, 12<br>2. Paper 46 | Variety of Goods<br><br>3. Variety of Goods               | 1. Paper number is unidentifiable. | Spillovers of high-tech exports<br><br>1. High-tech exports externality (to non-export sectors) | 1. Paper 38  |
|                                            |              |                                                                                                                   |              |                                                |              |                                                 |              | Number of years as open economy<br><br>1. Number of years as open economy                | 1. Paper 18                   |                                                           |                                    |                                                                                                 |              |

ตารางที่ 6.3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Other independent variables (Cont.)                                        |                                                |                                                                                                                                                                   |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                 |                                                                         |                            |                                                                                                                     |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Socio-economic factors                                                     |                                                |                                                                                                                                                                   |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                 |                                                                         |                            |                                                                                                                     |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |
| 15                                                                         |                                                | 16                                                                                                                                                                |                                                                             | 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                 | 18                                                                      |                            | 19                                                                                                                  |                                                  | 20                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          | 21                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |
| MACRO dummy<br>(MACROECONOMIC FACTORS)                                     | Paper no.                                      | INSTI dummy<br>(INSTITUTION and POLITICAL)                                                                                                                        | Paper no.                                                                   | TECH_ACCESS dummy<br>(TECHNOLOGY ACCESS)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Paper no.                                                                       | GEO dummy (0 = W/O, 1 = W/GEOLOGICAL)                                   | Paper no.                  | STAGE dummy (LAG OF INITIAL Y LEVEL)                                                                                | Paper no.                                        | INT_ ANY dummy<br>(ANY INTERACTION TERM)                                                                                                                                                                                           | Paper no.                                                | TIME dummy<br>(TIME BREAK)                                                                                                                                                                 | Paper no.                                                                           |
| Unemployment rate<br><br>1. Unemployment rate<br>2. Long-term unemployment | 1. Paper 24, 36, 31, 40, 55, 71<br>2. Paper 11 | Rule of law<br>1. Intellectual property right index<br>2. Patent law protection and enforcement<br>3. Rule of law<br>4. Expropriation risk<br>5. Economic freedom | 1. Paper 26, 33<br>2. Paper 32<br>3. Paper 18<br>4. Paper 18<br>5. Paper 40 | Usage of mobile phone and telecommunication<br>1. Mobile phone cellular subscription<br>2. Mobile telecommunications revenue<br>3. Investment in telecoms with private participation<br>4. Technology index (electric power per capita (kWh), fixed line and mobile per 1000 people, radios and telephone set per 1000 people) | 1. Paper 60<br>2. Paper 55<br>3. Paper 55<br>4. Paper number is unidentifiable. | Regions of countries<br>1. Sub-Saharan dummy<br>2. Latin American dummy | 1. Paper 18<br>2. Paper 18 | Initial GDP<br>1. Initial GDP<br>2. log difference between initial GDP of each country relative to initial U.S. GDP | 1. Paper 1, 5, 11, 18, 33, 38, 63<br>2. Paper 63 | Interaction terms with FDI<br>1. FDI x low R&D-expenditure-level country<br>2. FDI x patent law protection<br>3. FDI x patent enforcement<br>4. FDI x Absorptive ability (ratio of higher education graduates to labor population) | 1. Paper 31<br>2. Paper 32<br>3. Paper 32<br>4. Paper 12 | Economic and political crises<br>1. The Great Recession/ The Financial Crisis of 2008-2009<br>2. Asian Financial Crisis<br>3. Oil shock (1980)<br>4. War dummy<br>5. Revolutions and coups | 1. Paper 44, 46, 74<br>2. Paper 19, 25<br>3. Paper 19<br>4. Paper 18<br>5. Paper 18 |

ตารางที่ 6. 3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

| Other independent variables (Cont.)                                                      |                                                           |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                        |                                                                                                                         |                                            |                                                                                      |                                            |                                                                                                       |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                            |                                                                                                                                        |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Socio-economic factors                                                                   |                                                           |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                        |                                                                                                                         |                                            |                                                                                      |                                            |                                                                                                       |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                            |                                                                                                                                        |                |
| 15                                                                                       |                                                           | 16                                                                                                                                                                                               |                                                                                                        | 17                                                                                                                      |                                            | 18                                                                                   |                                            | 19                                                                                                    |                                                       | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            | 21                                                                                                                                     |                |
| MACRO dummy<br>( <u>MACROECONOMIC FACTORS</u> )                                          | Paper<br>no.                                              | INSTI dummy<br>( <u>INSTITUTION and<br/>POLITICAL</u> )                                                                                                                                          | Paper<br>no.                                                                                           | TECH_ACCESS<br>dummy<br>( <u>TECHNOLOGY<br/>ACCESS</u> )                                                                | Paper<br>no.                               | GEO dummy (0<br>= W/O, 1 =<br><u>W/GEOLOGICAL</u> )                                  | Paper<br>no.                               | STAGE<br>dummy<br>( <u>LAG OF<br/>INITIAL Y<br/>LEVEL</u> )                                           | Paper<br>no.                                          | INT_ ANY dummy<br>( <u>ANY<br/>INTERACTION<br/>TERM</u> )                                                                                                                                                                                                                              | Paper<br>no.                               | TIME dummy<br>( <u>TIME BREAK</u> )                                                                                                    | Paper<br>no.   |
| Inflation<br><br>1. Inflation<br>(annual %)<br><br>2. Inflation<br>squared (annual<br>%) | 1.<br>Paper<br>25, 32,<br>37, 57<br><br>2.<br>Paper<br>25 | Liberties and<br>rights<br><br>1. Civil liberties<br><br>2. Political<br>rights<br><br>3. Political Risk<br>Services (PRS)<br><br>4. Labor force,<br>female (% of<br>labor force)<br><br>5. GINI | 1. Paper<br>18<br><br>2. Paper<br>18<br><br>3. Paper<br>53<br><br>4. Paper<br>55<br><br>5. Paper<br>47 | Number of<br>internet users<br><br>1. Internet<br>users/100 people<br><br>2. Internet users<br>in the last 12<br>months | 1.<br>Paper<br>23<br><br>2.<br>Paper<br>60 | Geographical<br>status of<br>countries<br><br>1. Absolute<br>latitude<br><br>2. Area | 1.<br>Paper<br>18<br><br>2.<br>Paper<br>18 | lagged GDP<br>growth<br><br>1. Lagged<br>GDP growth<br><br>2. Lagged<br>real GDP per<br>capita growth | 1.<br>Paper<br>16, 34,<br>56<br><br>2.<br>Paper<br>53 | Interaction terms<br>with absorptive<br>ability<br><br>1. Absorptive ability<br>(ratio of higher<br>education<br>graduates to labor<br>population) x<br>imports<br><br>2. Absorptive ability<br>(ratio of higher<br>education<br>graduates to labor<br>population) x R&D<br>spillovers | 1.<br>Paper<br>12<br><br>2.<br>Paper<br>12 | Time frame<br>during<br>observation<br>e.g. every five<br>years<br><br>1. Time frame<br>during<br>observation e.g.<br>every five years | 1. Paper<br>16 |





ตารางที่ 6.3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

[illegible]



ตารางที่ 6.3 รายละเอียดกลุ่มตัวแปร ชื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องและรหัสงานวิจัยอ้างอิงของแต่ละกลุ่มตัวแปร (ต่อ)

[illegible]

## ส่วนที่ 2

การวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูล Panel เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง  
การวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

## บทที่ 7

### ข้อมูล

ในบทที่ 7 นี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนของ 7.1 จะกล่าวถึงการได้มาซึ่งข้อมูลทุติยภูมิของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งหมด 23 ประเทศ ตั้งแต่ปี 1980 ถึงปี 2020 และในส่วนที่ 7.2 จะได้แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูลสถิติและแผนภาพเบื้องต้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของข้อมูล panel ดังกล่าวเพื่อไปใช้วิเคราะห์ทางเศรษฐมิติต่อไปในบทที่ 8

#### 7.1 ที่มาของข้อมูลโดยรวม

จากการวิเคราะห์แบบอภิมาน (meta-analysis) ในส่วนที่ 1 ทำให้ได้ชุดของตัวแปรที่จะนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง R&D กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และประเทศเกิดใหม่ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แบ่งกลุ่มประเทศออกเป็น 7 กลุ่มด้วยกัน และทำการคัดเลือกประเทศในแต่ละกลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ได้แก่ ประเทศอาร์เจนตินา บราซิล ชิลี และคอสตาริกา
2. ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ซึ่งในงานวิจัยนี้ครอบคลุมกลุ่มประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้วย ได้แก่ ประเทศจีน อินโดนีเซีย เกาหลีใต้ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไทย และเวียดนาม
3. ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ได้แก่ ประเทศอินเดีย และศรีลังกา
4. ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (Western Asia) ได้แก่ ประเทศตุรกี และจอร์แดน
5. ภูมิภาคแอฟริกา (Africa) ได้แก่ ประเทศอียิปต์ และเคนยา
6. กลุ่มประเทศ EU-13 ได้แก่ ประเทศอิตาลี โปแลนด์ และโรมาเนีย
7. กลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) ได้แก่ ประเทศรัสเซีย และคาซัคสถาน

โดยข้อมูลที่รวบรวมได้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งที่มา 4 แหล่งใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

1. World Bank และ World Development Indicator (WDI) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในการศึกษา ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลตัวแปรตาม ตัวแปรต้นที่สนใจเกี่ยวกับผลผลิตด้าน R&D การลงทุน แรงงาน การใช้จ่ายของภาครัฐ การค้า และข้อมูลเศรษฐศาสตร์มหภาค

2. **UNESCO Institute for Statistics (UIS)** เป็นฐานข้อมูลที่ใช้รวบรวมข้อมูล input ของการผลิตภาค R&D ได้แก่ การใช้จ่าย (expenditure) และบุคลากรวิจัย (personnel) นอกจากนี้ยังรวบรวมข้อมูลด้านการศึกษา เช่น อัตราส่วนการลงทะเบียนเรียน (enrolment ratio) เป็นต้น
3. **International Monetary Fund (IMF)** เป็นฐานข้อมูลที่ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านทุนทางกายภาพ (physical capital stock) รวมถึงข้อมูลด้านหนี้สาธารณะของรัฐบาล
4. **United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)** เป็นฐานข้อมูลที่ใช้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ
5. **หน่วยงานไม่แสวงหากำไรอื่น ๆ** อาทิ เว็บไซต์ Country Economy องค์กร Freedom House และมูลนิธิ The Heritage โดยหน่วยงานเหล่านี้เก็บรวบรวมดัชนีชี้วัดทางการเมืองของแต่ละประเทศ ซึ่งไม่สามารถสืบค้นได้ในฐานข้อมูลหลักของหน่วยงานระดับโลก

การจัดหมวดหมู่เป็นไปตามรูปแบบการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบอภิมาน (meta-analysis) ในส่วนที่ 1 โดยตารางที่ 7.1 แสดงตัวแปร ประเภทของตัวแปร และแหล่งที่มาของข้อมูลของตัวแปรนั้น ๆ

**ตารางที่ 7.1** สรุปคลังตัวแปรเบื้องต้นที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งที่มาของข้อมูล

| Category              | Variable                                               | Source        |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------|
| Dependent variable    | GDP (Current USD and Constant 2015 USD)                | World Bank    |
|                       | GDP per capita (Current USD and Constant 2015 USD)     | World Bank    |
| R&D measures (inputs) | GERD financed by Business Enterprise (current PPP USD) | UIS<br>UNESCO |
|                       | GERD financed by Business Enterprise (current USD)     | UIS<br>UNESCO |
|                       | GERD financed by Government (current PPP USD)          | UIS<br>UNESCO |
|                       | GERD financed by Higher Education (current PPP USD)    | UIS<br>UNESCO |
|                       | GERD financed by Non-Profit Private (current PPP USD)  | UIS<br>UNESCO |

|  |                                                                |               |
|--|----------------------------------------------------------------|---------------|
|  | GERD performed by Business Enterprise (as a percentage of GDP) | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Business Enterprise (current PPP USD)        | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Government (as a percentage of GDP)          | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Government (current PPP USD)                 | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Higher Education (as a percentage of GDP)    | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Higher Education (current PPP\$)             | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Non-Profit Private (as a percentage of GDP)  | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD performed by Non-Profit Private (current PPP\$)           | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD (as a % of GDP)                                           | UIS<br>UNESCO |
|  | GERD (current PPP USD)                                         | UIS<br>UNESCO |
|  | Business Enterprise R&D personnel                              | UIS<br>UNESCO |
|  | Government R&D personnel                                       | UIS<br>UNESCO |
|  | Higher Education R&D personnel                                 | UIS<br>UNESCO |



|                                       |                                                                                            |               |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                                       | Non-Profit Private R&D personnel                                                           | UIS<br>UNESCO |
|                                       | Total R&D Personnel                                                                        | UIS<br>UNESCO |
|                                       | R&D personnel per million habitants                                                        | UIS<br>UNESCO |
| <b>R&amp;D measures<br/>(outputs)</b> | Patent applications, residents                                                             | WDI           |
|                                       | Patent applications, nonresidents                                                          | WDI           |
|                                       | Trademark applications, total                                                              | WDI           |
|                                       | High-technology exports (% of manufactured exports)                                        | WDI           |
|                                       | Scientific and technical journal articles                                                  | WDI           |
| <b>Physical capital</b>               | Gross fixed capital formation (% of GDP)                                                   | World Bank    |
|                                       | Gross fixed capital formation (constant 2010 USD)                                          | World Bank    |
|                                       | General government capital stock in billions of constant 2011 international dollars        | IMF           |
|                                       | Private capital stock, in billions of constant 2011 international dollars                  | IMF           |
| <b>Labor</b>                          | Population ages 15-64 (% of total population)                                              | World Bank    |
|                                       | Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+) (national estimate) | World Bank    |
|                                       | Population, total                                                                          | World Bank    |
|                                       | Labor force, total                                                                         | World Bank    |
| <b>Human capital</b>                  | Enrolment in tertiary education, all programs, both sexes (number)                         | UIS<br>UNESCO |
|                                       | Gross enrolment ratio, primary to tertiary, both sexes (%)                                 | UIS<br>UNESCO |

|                                          |                                                                                                         |            |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                          | Tertiary enrollment ratio                                                                               | World Bank |
|                                          | Gross graduation ratio from first degree programs (ISCED 6 and 7) in tertiary education, both sexes (%) | World Bank |
| <b>Government spending</b>               | General government final consumption expenditure (% of GDP)                                             | World Bank |
|                                          | General government final consumption expenditure (annual % growth)                                      | World Bank |
|                                          | General government final consumption expenditure (current US\$)                                         | World Bank |
|                                          | Investment in transport with private participation (current US\$)                                       | World Bank |
|                                          | Government expenditure on education, total (% of GDP)                                                   | World Bank |
|                                          | Domestic general government health expenditure (% of GDP)                                               | World Bank |
| <b>Knowledge spillovers</b>              | Inward FDI, flow (% of GDP)                                                                             | UNCTAD     |
|                                          | Inward FDI, flow (current million USD)                                                                  | UNCTAD     |
|                                          | Inward FDI, stock (% of GDP)                                                                            | UNCTAD     |
|                                          | Inward FDI, stock (current million USD)                                                                 | UNCTAD     |
|                                          | Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)                                              | World Bank |
|                                          | ICT goods imports (% total goods imports)                                                               | World Bank |
|                                          | Trade (% of GDP)                                                                                        | World Bank |
|                                          | Mobile cellular subscriptions (per 100 people)                                                          | World Bank |
|                                          | Fixed broadband subscriptions (per 100 people)                                                          | World Bank |
| <b>Socio-economic factors (Economic)</b> | Central Government Debt (Percent of GDP)                                                                | IMF        |
|                                          | Total Debt to GDP                                                                                       | IMF        |

|                                           |                                                                                      |                               |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                           | General government gross debt                                                        | IMF                           |
|                                           | General government net lending/borrowing                                             | IMF                           |
|                                           | Inflation, consumer prices (annual %)                                                | World Bank                    |
|                                           | Gross savings (% of GDP)                                                             | World Bank                    |
|                                           | Mineral rents (% of GDP)                                                             | World Bank                    |
|                                           | Unemployment, total (% of total labor force)                                         | World Bank                    |
|                                           | Corruption perception index                                                          | Country<br>Economy            |
| <b>Socio-economic factors (Political)</b> | Civil liberties                                                                      | World Bank                    |
|                                           | Civil liberties index                                                                | Freedom<br>House              |
|                                           | Ratio of female to male labor force participation rate (%)<br>(modeled ILO estimate) | World Bank                    |
|                                           | Economic freedom                                                                     | The<br>Heritage<br>Foundation |
|                                           | Rule of law                                                                          | World Bank                    |

จากการรวบรวมข้อมูลตัวแปรที่คาดว่าจะต้องใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ 23 ประเทศข้างต้น พบว่าช่วงเวลาตั้งแต่ปี 1980 ถึงปี 2020 เป็นช่วงที่มีความเหมาะสมที่สุด เพราะข้อมูล Panel ค่อนข้างครบถ้วน อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี ชุดฐานข้อมูลที่ได้นี้ยังถือว่าเป็น Unbalanced panel เนื่องจากแต่ละประเทศ มีระยะเวลาการ จัดเก็บข้อมูลแต่ละตัวที่สมบูรณ์แตกต่างกัน

ส่วนที่ 7.2 จะแสดงการได้มาของข้อมูลของแต่ละตัวแปรโดยละเอียด ตลอดจนข้อมูลสถิติเบื้องต้นของตัวแปรเหล่านั้น อย่างไรก็ดี ในแต่ละหมวดหมู่ จะมีเพียงบางตัวแปรเท่านั้นที่มีความสมบูรณ์ของข้อมูลโดยเปรียบเทียบมากที่สุด และได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติในบทที่ 8 ต่อไป

## 7.2 สถิติของข้อมูลเบื้องต้น

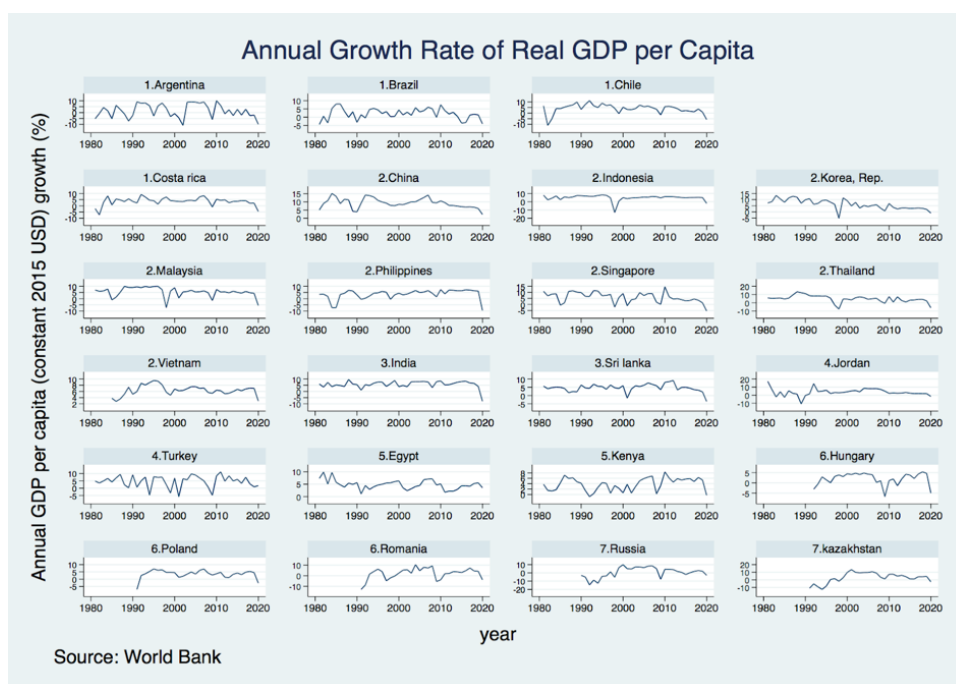
### 7.2.1 ตัวแปรตาม (Dependent variables)

ตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษานี้คือ อัตราการขยายตัวของ real GDP per capita ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) โดยมีนิยามของ real GDP per capita คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมหรือมูลค่าเพิ่มรวมภาษี หักลบด้วยเงินอุดหนุนที่ไม่รวมในมูลค่าของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศหารด้วยจำนวนประชากร ณ ครึ่งปีของปีใด ๆ โดยมีหน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐ ณ ปี 2015 ร้อยละการขยายตัวของเศรษฐกิจที่ประมาณการโดยผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวต่อปีถูกคำนวณดังนี้

$$\text{Real GDP per capita growth}_t = \left( \frac{\text{GDP per capita}_t}{\text{GDP per capita}_{t-1}} - 1 \right) * 100 \quad (7.2.1)$$

สำหรับตัวแปรอัตราการขยายตัวของ real GDP per capita ได้จำนวนข้อมูล 866 observations ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 2.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 4.25 ค่าต่ำสุด คือ ร้อยละ -14.61 ของประเทศรัสเซีย ในปี 1992 และค่าสูงสุดคือ ร้อยละ 13.69 ของประเทศคาซัคสถาน ในปี 2001 โดยรูปที่ 7.1 แสดงอัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงใน 23 ประเทศ ระหว่างปี 1981 ถึงปี 2020

รูปที่ 7. 1 อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1981 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 7.1 จะเห็นได้ว่า

1. ช่วงปี 1997-1998 ประเทศในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออก เช่น ไทย เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย เผชิญกับวิกฤตเศรษฐกิจการเงิน Asian financial crisis ส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ติดลบอย่างชัดเจนในช่วงเวลาดังกล่าว
2. กลุ่มประเทศเกิดใหม่และอยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่าน (transition countries) เช่น โรมาเนีย รัสเซีย และคาซัคสถาน มีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องในระยะแรกของการแยกออกมาจากสหภาพโซเวียต และมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงอย่างชัดเจนช่วงปี 2008-2009 จาก subprime crisis
3. ช่วงปี 2020-2021 ทุกประเทศในกลุ่มตัวอย่างเผชิญกับวิกฤตเศรษฐกิจจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงอย่างชัดเจน และติดลบในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยด้วย
4. ประเทศจีน และเวียดนามเป็นสองประเทศในกลุ่มตัวอย่างที่คงระดับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นบวกอย่างต่อเนื่อง ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา
5. ประเทศอาร์เจนตินา และประเทศตุรกีเป็นสองประเทศที่มีความผันผวนทางการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ ขณะที่ประเทศในทวีปแอฟริกา ได้แก่ อียิปต์ และเคนยา แม้จะมีความผันผวนของการขยายตัวทางเศรษฐกิจ แต่ก็ไม่มีช่วงใดที่มีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นลบ

## 7.2.2 ตัวแปรการลงทุนรวมด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D)

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง R&D กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นหลัก จึงมีการวิเคราะห์จำแนกตัวแปร R&D โดยละเอียด กล่าวคือ จะทำการแบ่งตัวแปร R&D ออกเป็นสองกลุ่มด้วยกัน คือ ตัวแปร R&D ด้าน Input และ ตัวแปร R&D ด้าน Output

โดยตัวแปร R&D ด้าน Input แบ่งเป็น 2 ตัวแปรหลัก ได้แก่ ตัวแปรค่าใช้จ่ายรวมในภาค R&D (Gross domestic expenditure on R&D; GERD) และตัวแปรบุคลากรในภาค R&D (R&D Personnel) ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนที่ 7.2.2.1 และตัวแปร R&D ด้าน Output แบ่งเป็นอีก 2 ตัวแปรหลัก ได้แก่ ตัวแปรเกี่ยวกับสิทธิบัตร (Patents) และ จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (Publications) ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนที่ 7.2.2.2

### 7.2.2.1 ตัวแปร R&D ด้าน Input

ตัวแปร R&D ด้าน Input ที่จะนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติประกอบด้วย 2 ตัวแปรหลักที่ได้รับการคัดเลือกมาจากการขั้นตอนการทำ Meta-Analysis ในส่วนที่ 1 คือ ตัวแปรค่าใช้จ่ายรวมในภาค R&D

(Gross domestic expenditure on R&D; GERD) และตัวแปรจำนวนบุคลากรในภาค R&D (R&D Personnel) ซึ่งทั้งสองตัวแปรดังกล่าวเป็นที่นิยมนำมาใช้เป็น proxy ของ ตัวแปร R&D เนื่องจากเป็นตัวแปรที่ใช้นิยามเดียวกันทุกภูมิภาค และสามารถใช้ฐานข้อมูลเดียวกันได้ง่ายกว่าตัวแปรอื่น ๆ

#### 7.2.2.1.1 GERD

โดยนิยามของ Frascati (2015) หมายถึงค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนใน R&D ที่เป็นตัวเงินภายในประเทศ รวมถึงการลงทุน (Gross Fixed Capital Expenditure) ในภาค R&D ในทุกภาคเศรษฐกิจประกอบด้วย

##### 1.) ต้นทุนประจำ (Current Cost)

###### 1.1 ต้นทุนด้านแรงงาน (Labor costs for internal R&D personnel)

###### 1.2 ต้นทุนอื่น ๆ (Other current costs)

- ต้นทุนการจ้างแรงงานนอก (External R&D personnel)
- ต้นทุนด้านการบริการนอกเหนือจากแรงงาน (Purchase of services, excluding external R&D personnel)
- ต้นทุนการซื้อวัตถุดิบ (Purchase of materials)
- ต้นทุนอื่น ๆ เช่น ต้นทุนการบริหาร (Other, not elsewhere classified)

##### 2.) ต้นทุนด้านสินทรัพย์ทุน (Capital costs)

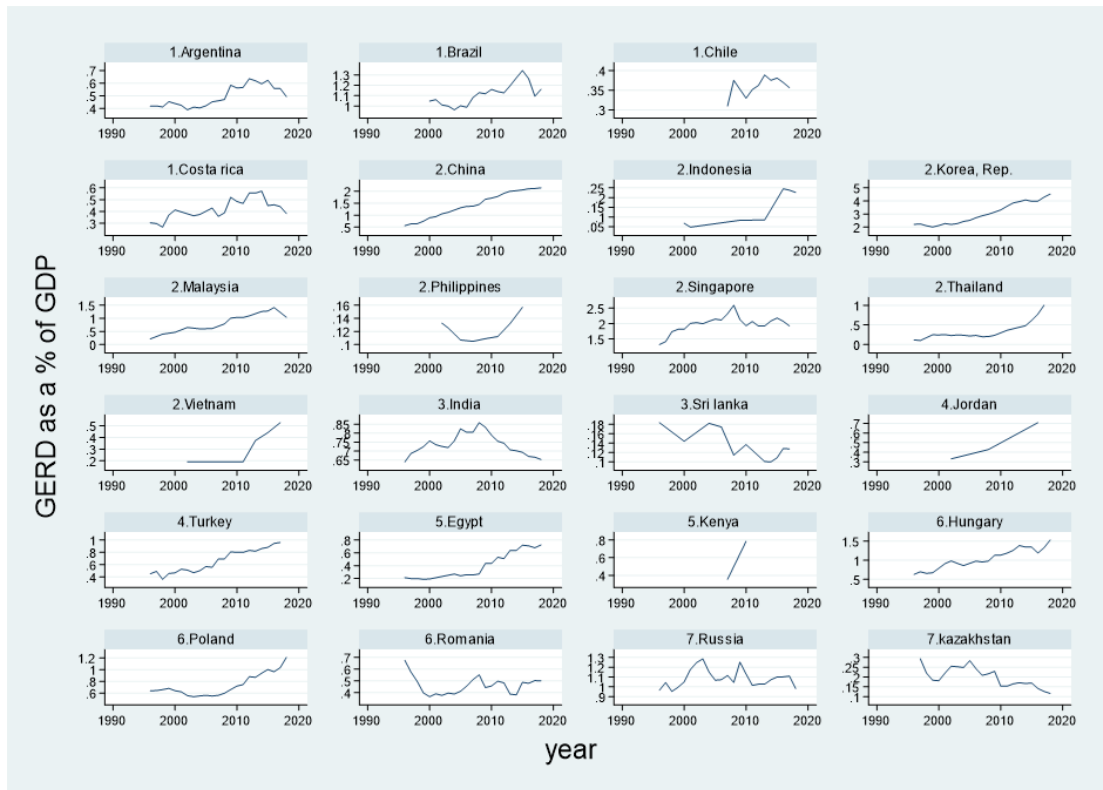
###### 2.1 ที่ดินและอาคาร (Land and buildings)

###### 2.2 อุปกรณ์และเครื่องจักร (Machinery and equipment)

- อุปกรณ์เทคโนโลยีด้านข้อมูลและการสื่อสาร (Information and communications equipment)
- อุปกรณ์การขนส่ง (Transportation equipment)
- อุปกรณ์และเครื่องจักรอื่น ๆ (Other machinery and equipment)
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Capitalized computer software)
- ทรัพย์สินทางปัญญา (Other intellectual property products)

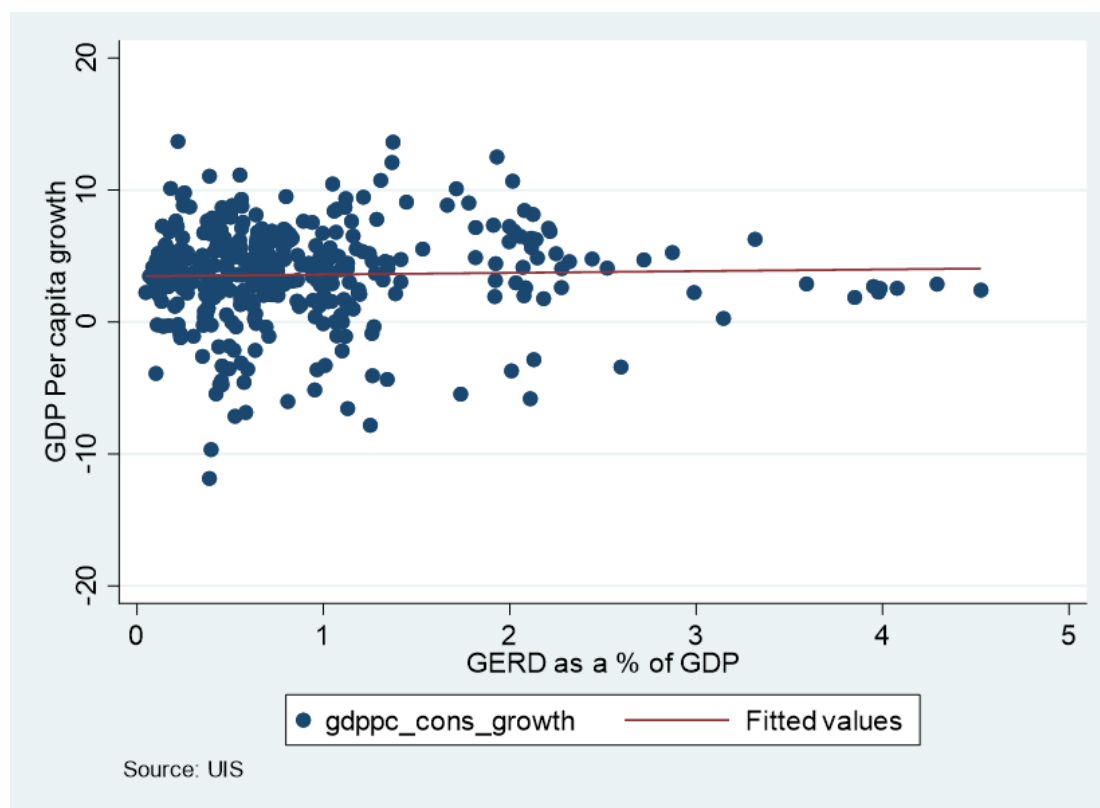
งานวิจัยได้ใช้สัดส่วนของ GERD ต่อ GDP เป็นตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ รูปที่ 7.2 แสดงสัดส่วนของ GERD ต่อ GDP ในแต่ละประเทศ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรดังกล่าวอยู่ที่ร้อยละ 0.87 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 0.76

รูปที่ 7. 2 สัดส่วนของ GERD ต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2018



จะเห็นว่า สัดส่วนของ GERD ต่อ GDP เพิ่มขึ้นอย่างมากและอย่างต่อเนื่องในกลุ่มประเทศภูมิภาคเอเชียตะวันออก โดยเฉพาะประเทศในกลุ่ม Asian Tigers อย่างเกาหลีใต้ที่มีการเพิ่มขึ้นของ GERD ต่อ GDP อย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 2 ในปี 1995 ถึงเกือบร้อยละ 5 ในปี 2018 และสิงคโปร์เองก็อยู่ที่ระดับเฉลี่ยสูงที่ร้อยละ 2 ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ มีสัดส่วน GERD ต่อ GDP ค่อนข้างต่ำ คือแกว่งอยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึง 1

รูปที่ 7.3 ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนในภาค R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2018



รูปที่ 7.3 สะท้อนว่า GERD และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย และเมื่อ พิจารณาความสัมพันธ์บางส่วน (Partial Correlation) ในตารางที่ 7.2 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์อยู่ที่ 0.0322 เมื่อลองใส่ lag จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์จะเพิ่มขึ้นและลดลง บ่งชี้ว่า GERD ในปีนี้น่าจะส่งผลบวกต่อและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในอนาคต ไม่ใช่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในปีเดียวกัน

ตารางที่ 7.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง GERD และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

| No lag | Lag 1  | Lag 2  | Lag 3  | Lag 4  | Lag 5  | Lag 6  | Lag 7   | Lag 8  | Lag 9  | Lag 10 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 0.0322 | 0.0362 | 0.0447 | 0.0387 | 0.0329 | 0.0312 | 0.0170 | -0.0002 | 0.0008 | 0.0131 | 0.0081 |

การที่เราไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนในภาค R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในตาราง มิได้หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์นั้น เพียงแต่การทำ Partial Correlation ยังไม่ได้มีการควบคุมความแตกต่างอื่น ๆ ในแต่ละประเทศ และแม้กลุ่มประเทศที่สนใจจะครอบคลุมเฉพาะกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและประเทศเกิดใหม่ แต่กลุ่มประเทศเหล่านี้ก็ยังคงมีความแตกต่างกันอย่างมากในหลาย



ด้าน ยกตัวอย่างเช่น ในกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยประเทศอย่างเกาหลีใต้เคยเป็นประเทศกำลังพัฒนาเมื่อหลายทศวรรษที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วและมีสัดส่วนการลงทุนในภาค R&D มากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ไปจนถึงกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมใหม่ซึ่งลงทุนในช่วงทศวรรษที่ 1990 หายไปหลังจากการแยกตัวออกจากสหภาพโซเวียต ดังนั้นการจะหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร R&D กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจำเป็นต้องใช้วิธีการทางเศรษฐมิติเพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ที่แท้จริง

#### 7.2.2.1.2 ตัวแปรจำนวนบุคลากรด้าน R&D

โดยนิยามของ Frascati (2015) บุคลากรด้าน R&D หมายถึง ผู้ที่ทำงานและมีส่วนในกิจกรรม R&D ทั้งทางตรงและทางอ้อมทั้งหมด รวมถึงผู้บริหารและปฏิบัติการในภาค R&D ด้วย เช่น เสมียน เจ้าหน้าที่ดูแลห้องวิจัย เป็นต้น โดยมีการแบ่งบุคลากรออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่

1. บุคลากรภายใน (Internal R&D personnel) หมายถึง ผู้ที่ทำงานและถูกนับเป็นจำนวนทางสถิติในภาค R&D
2. บุคลากรภายนอก (External R&D personnel) หมายถึง ผู้ที่อยู่ภายนอกภาค R&D แต่ว่ากิจกรรมของงานที่ทำส่งผลต่อการนับ GERD ที่กล่าวไปข้างต้น โดยแบ่งเป็นอีกสองประเภท ได้แก่
  1. ผู้ที่ได้รับเงินเดือนจากภาค R&D แต่ไม่ได้ถูกนับอยู่ในจำนวนทางสถิติของภาค R&D
  2. ผู้ที่เป็นกรณีพิเศษ เช่น ศาสตราจารย์กิตติคุณ

นอกจากนี้ หน่วยการวัดจำนวนบุคลากรในภาค R&D ยังถูกจำแนกออกเป็นสามรูปแบบ ได้แก่

- การนับจำนวนหัว (Headcount: HC) หมายถึง การนับจำนวนแรงงานทั้งหมดโดยไม่คำนึงถึงภาระงาน (Workload)
- การนับภาระงานของพนักงาน (Full-time equivalent: FTE) หมายถึง การนับจำนวนแรงงานโดยให้น้ำหนักตามจำนวนภาระงานหรือชั่วโมงการทำงาน
- การนับตามลักษณะของงาน

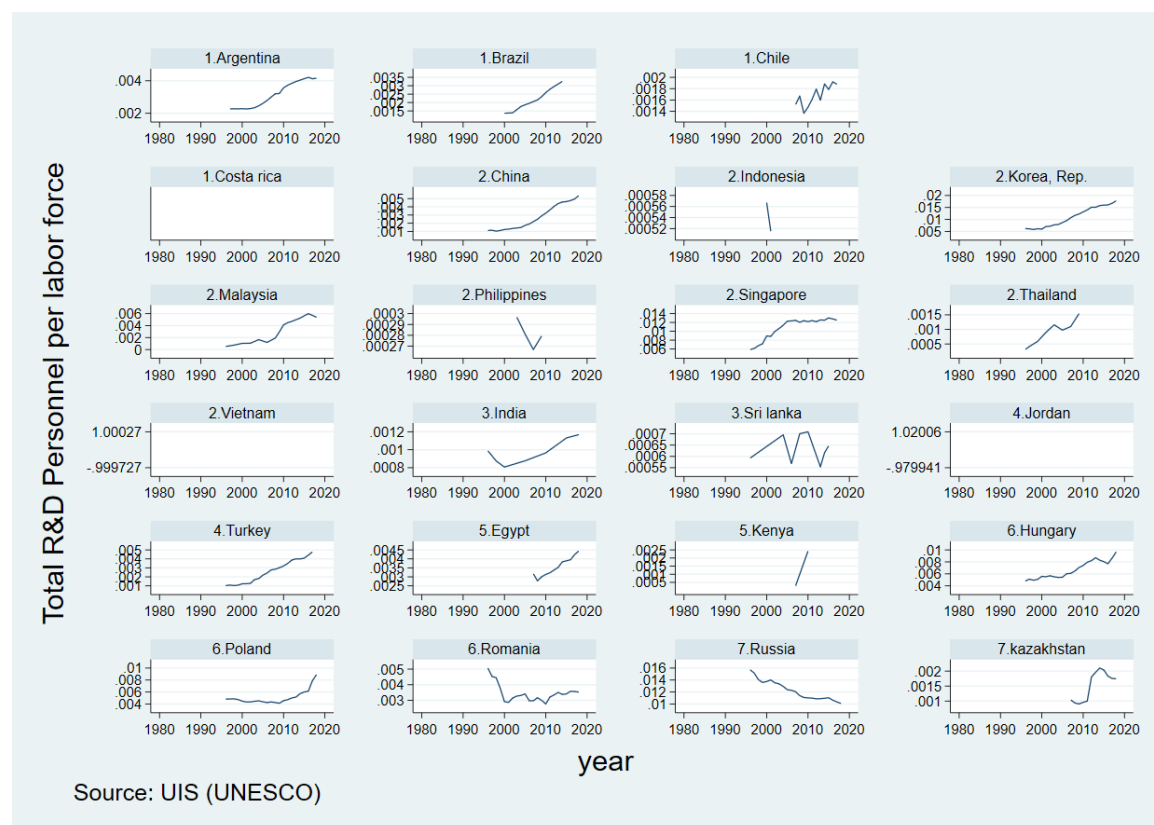
โดยในงานวิจัยนี้ ได้ใช้ข้อมูลที่วัดตามภาระงานของพนักงาน (FTE)

งานวิจัยจะใช้ตัวแปรสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ

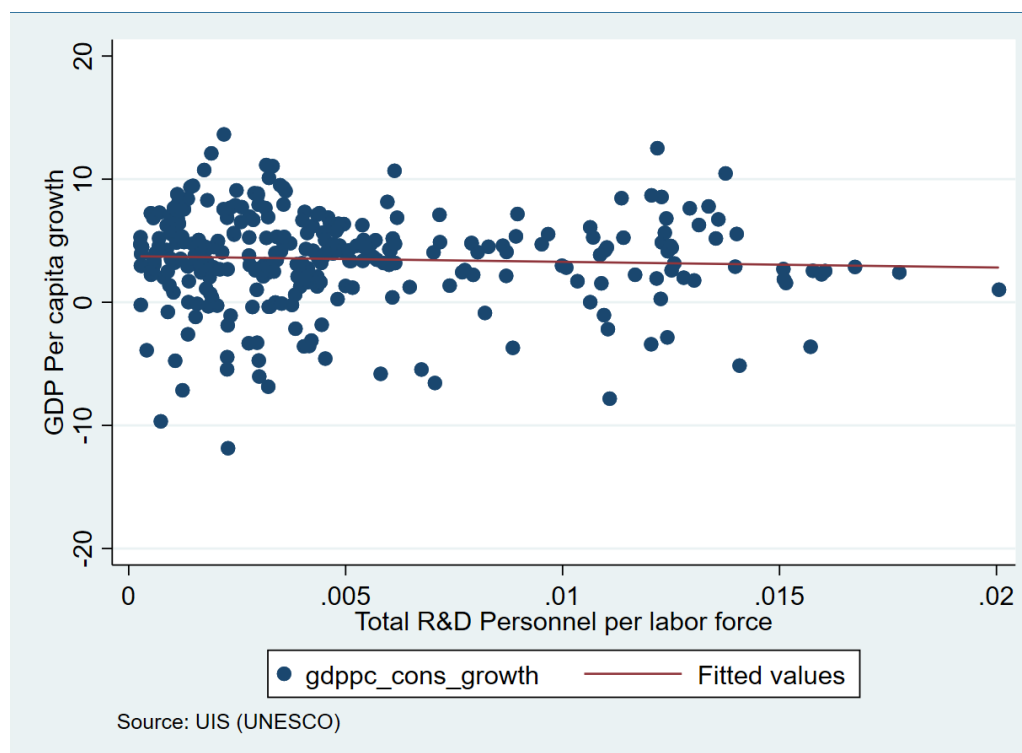
จากการทำสถิติเชิงพรรณนา พบว่า สัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 0.36 โดยหากพิจารณา **รูปที่ 7.4** ซึ่งแสดงถึงสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน ในแต่ละประเทศในช่วงปี 1996 ถึงปี 2010 จะเห็นลักษณะเดียวกันกับ **รูปที่ 7.2** ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในภาค R&D กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ กล่าวคือ สัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเพิ่มขึ้นอย่างมากภายหลัง Asian Miracle อาทิ กรณีของประเทศเกาหลีใต้ที่จำนวนสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D

ต่อกำลังแรงงาน เพิ่มขึ้น จากร้อยละ 0.62 ในปี 1996 เป็นร้อยละ 1.78 ในปี 2020 ในขณะที่กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมโอวีซีดีมีสัดส่วนดังกล่าวลดลง หลังการล่มสลายของสหภาพโซเวียตและเกิดการอพยพของบุคลากรด้าน R&D ไปอยู่ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วแทน โดยรัสเซียมีสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงานร้อยละ 1.57 ในปี 1996 ก่อนที่จะลดลงเหลือร้อยละ 1.01 ในปี 2020

รูปที่ 7. 4 สัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1996 ถึง 2020



รูปที่ 7.5 สัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020



เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation) ระหว่างสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงานและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจดังรูปที่ 7.5 พบค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เป็น -0.12 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ทางลบระหว่างสองตัวแปร และเมื่อพิจารณาตัวแปรเมื่อมีค่าความล่าช้า (lag) ต่างๆ กันได้ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ยังเป็นลบแต่มีขนาดแตกต่างกันไปในแต่ละค่า lag ดังแสดงค่าดังกล่าวในตารางที่ 7. 3

ตารางที่ 7. 3 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์บางส่วนระหว่างสัดส่วนบุคลากรด้าน R&D ต่อกำลังแรงงาน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

| No lag  | Lag 1   | Lag 2   | Lag 3   | Lag 4   | Lag 5   | Lag 6   | Lag 7   | Lag 8   | Lag 9   | Lag 10  |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| -0.1365 | -0.1471 | -0.1549 | -0.1505 | -0.1475 | -0.1501 | -0.1580 | -0.1618 | -0.1622 | -0.1522 | -0.1374 |

เช่นเดียวกัน การจะตีความว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนบุคลากรด้าน R&D ส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงขัดแย้งกับทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ หากจะยกตัวอย่างสถานการณ์ที่พอจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ทางลบนี้ได้บ้าง อาทิ การล่มสลายของสหภาพโซเวียตที่ส่งผลให้บุคลากรด้าน R&D จำนวนมากย้ายออกจากประเทศไปอยู่ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งในช่วงเดียวกัน ประเทศได้

เปลี่ยนเข้าสู่ระบบตลาดเสรีส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้นช่วงภายหลังการล่มสลายของสหภาพฯ หรือ การเพิ่มขึ้นของจำนวนบุคลากรด้าน R&D ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกอย่างต่อเนื่อง แม้ในขณะที่เกิดวิกฤตการณ์ทางการเงินทั้งในปีค.ศ. 1997 และ 2008 ที่อัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจในเอเชียติดลบ เป็นต้น

### 7.2.2.2 ตัวแปร R&D ด้าน Output

ตัวแปร R&D ด้าน Output ที่จะนำมาวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติประกอบด้วย 2 ตัวแปรหลักที่ได้รับการคัดเลือกมาจากขั้นตอนการทำ Meta-Analysis ในส่วนที่ 1 คือ ตัวแปรด้านสิทธิบัตร (Patent) และ ตัวแปรการตีพิมพ์เชิงวิชาการ (Publication) ซึ่งทั้งสองตัวแปรดังกล่าวเป็นที่นิยมนำมาใช้เป็น proxy ของตัวแปร R&D เนื่องจาก เป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงผลผลิตจากการลงทุนด้าน R&D โดยตรง

#### 7.2.2.2.1 ตัวแปรด้านสิทธิบัตร

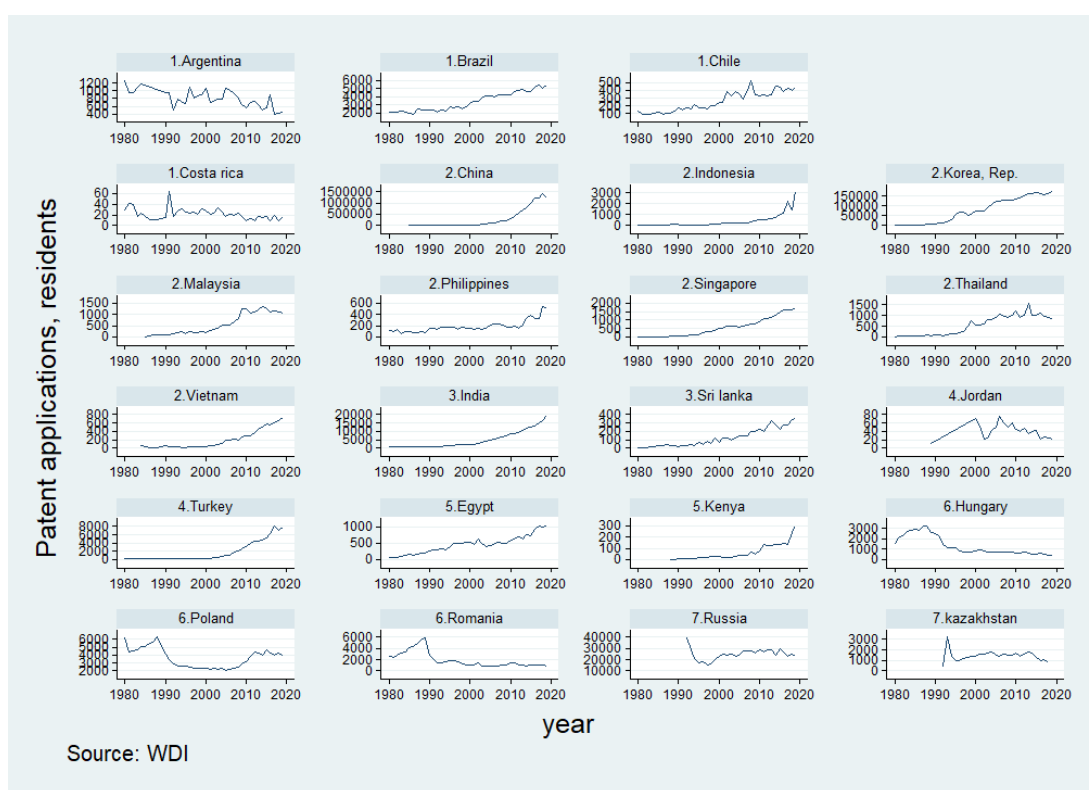
**ตัวแปรด้านสิทธิบัตร (Patent)** เป็นหนึ่งในตัวแปรที่สะท้อนนวัตกรรม โดยสิทธิบัตร หมายถึง กรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของที่รัฐให้แก่ นักประดิษฐ์หรือผู้คิดค้น ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรผลผลิตของการลงทุนในภาค R&D จากทฤษฎี Endogenous growth model อย่างแพร่หลาย ในงานวิจัยด้าน R&D โดยการจดสิทธิบัตรจะถูกจำแนกออกเป็นสามประเภท คือ

1. การจดสิทธิบัตรของผู้ขอที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Resident patent) เป็นกรรมสิทธิ์ที่รัฐมอบให้แก่ นักประดิษฐ์ในกรณีที่นักประดิษฐ์นั้นเป็นบุคคลหรือนิติบุคคลสัญชาตินั้นภายในประเทศ ซึ่งจะบ่งบอกถึงผลจากการลงทุนด้าน R&D ในประเทศอย่างแท้จริง เนื่องจากว่าเป็นผลลัพธ์จากการลงทุนด้าน R&D (GERD) ที่เกิดขึ้นในประเทศ
2. การจดสิทธิบัตรของผู้ขอที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาต่างประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Non-resident patent) เป็นกรรมสิทธิ์ที่รัฐมอบให้แก่ นักประดิษฐ์ที่ไม่ได้ถือสัญชาตินั้น โดยที่มีการประดิษฐ์หรือการยื่นจดทะเบียนในประเทศที่ให้สิทธิบัตร ซึ่งอาจเป็นผลลัพธ์จากการลงทุน GERD ในประเทศที่ให้สิทธิบัตรหรือประเทศเจ้าของสัญชาติก็ได้
3. การจดสิทธิบัตรรวม (Total patent) เป็นการรวมทุกสิทธิบัตรที่รัฐมอบให้ทั้งหมดโดยไม่ได้อ้างตามสัญชาติของผู้ขอสิทธิบัตร

นอกจากนี้ยังมีการจำแนกสิทธิบัตรตามประเภทที่กำหนดโดยสำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายการค้าสหรัฐฯ (United States Patent and Trademark Office: USPTO) ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์สำคัญขององค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก (World Intellectual Property Organization: WIPO) แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการศึกษา R&D ในระดับมหภาค จึงไม่มีการแยกสิทธิบัตรตามประเภทดังกล่าว

ทางด้านการบันทึกข้อมูล จะแบ่งเป็นสองรูปแบบ คือ การขอสิทธิบัตร (Application) และการจดสิทธิบัตร (Registration) ซึ่งผู้ที่ต้องการสิทธิบัตรจะต้องทำการยื่นคำขอสิทธิบัตรก่อน เพื่อที่จะได้รับการจดสิทธิบัตรในภายหลัง อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้จะใช้จำนวนการยื่นขอสิทธิบัตรของผู้ขอที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent Application, Resident) เป็นตัวแปร R&D ด้าน Output แทนข้อมูลการจดสิทธิบัตร เนื่องจากข้อมูลการจดสิทธิบัตรไม่ปรากฏในแหล่งข้อมูลทุนนิยม ในขณะเดียวกันข้อมูลการขอสิทธิบัตรก็สะท้อนการเกิดขึ้นของผลผลิตในภาค R&D ได้ดีในระดับหนึ่ง เพราะการที่ผู้ประดิษฐ์ได้ยื่นขอสิทธิบัตร ส่วนใหญ่แสดงถึงการเกิดขึ้นของนวัตกรรมนั้นแล้ว

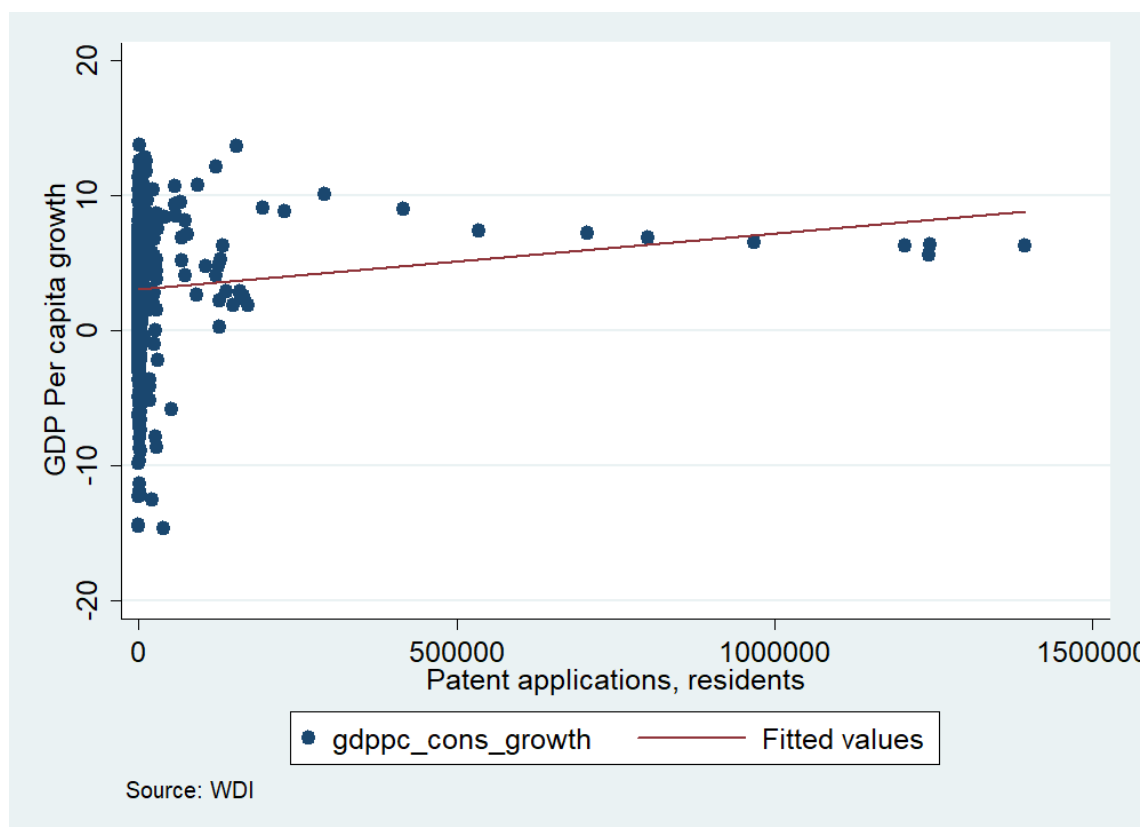
รูปที่ 7. 6 จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent Application, Resident) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2018



รูปที่ 7.6 แสดงจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ขอที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent Application, Resident) ของประเทศกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ปี 1980 ถึงปี 2018 โดยจะเห็นได้ว่า จำนวนการขอสิทธิบัตรของประชากรท้องถิ่นในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก เอเชียใต้ เอเชียตะวันตก และแอฟริกา นั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่จำนวนการขอสิทธิบัตรของประชากรท้องถิ่นในกลุ่มประเทศ EU-13 กลุ่มประเทศในระยยะเปลี่ยนผ่านมีแนวโน้มที่ลดลง โดยประเทศจีนมีการขอสิทธิบัตร

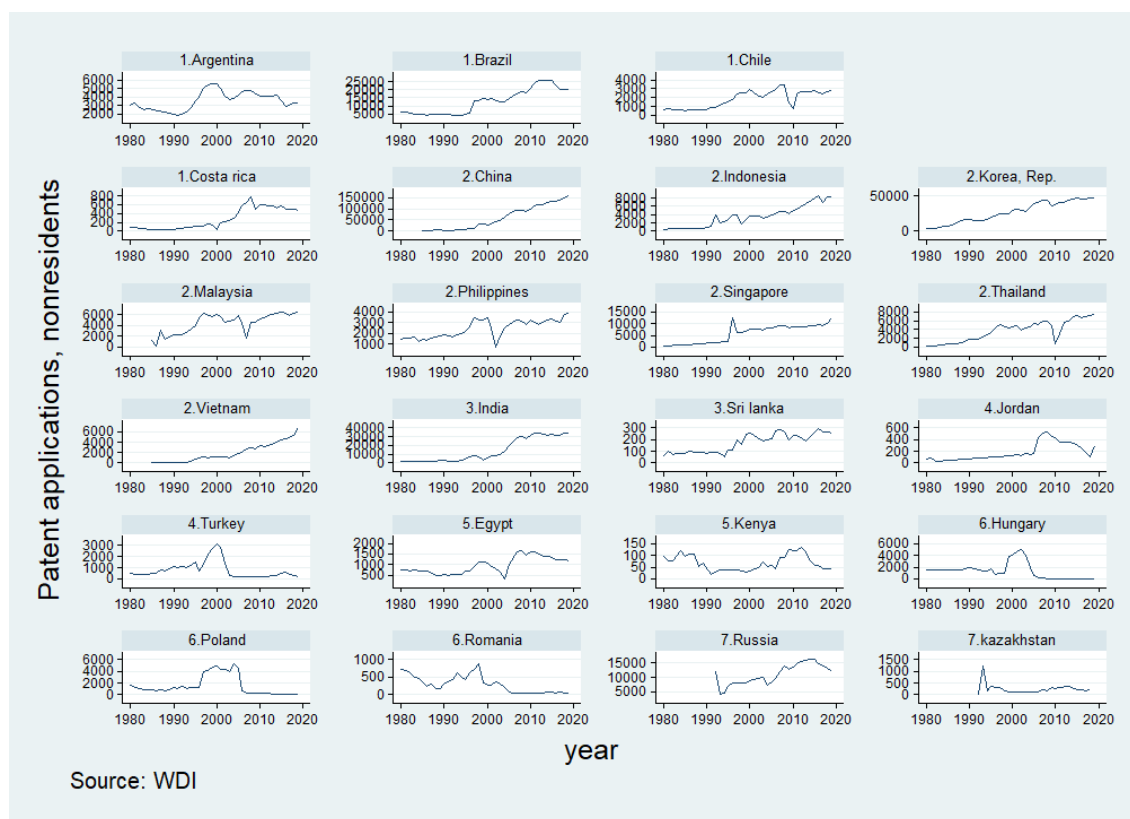
ของประชากรท้องถิ่นสูงที่สุดถึง 1.3 ล้านสิทธิบัตรในปี 2018 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนการขอสิทธิบัตรในปี 2018 นั้นอยู่ที่ประมาณ 7.1 หมื่นสิทธิบัตรต่อปี

**รูปที่ 7.7** จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent Application, Resident) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



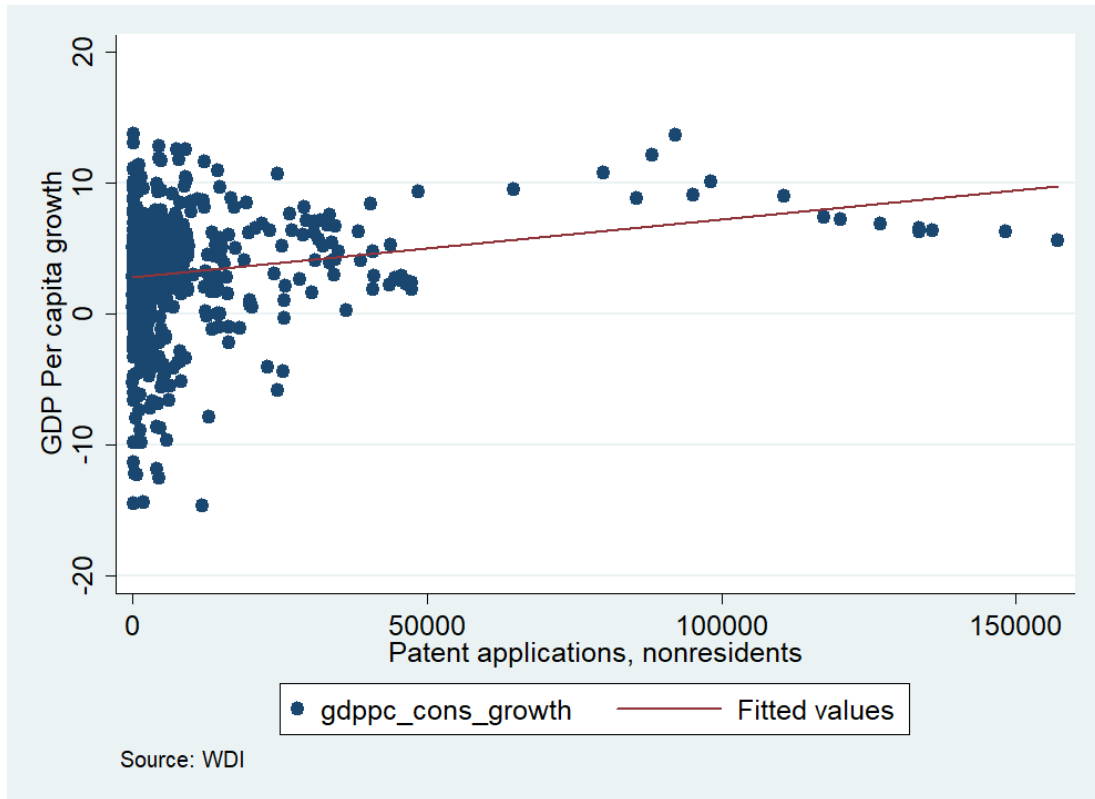
จากรูปที่ 7.7 จะเห็นได้ว่า แม้ข้อมูลส่วนใหญ่จะกระจุกตัวมากในช่วงที่จำนวนการขอสิทธิบัตรมีค่าน้อย ๆ และมีความแตกต่างในอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจอย่างมาก แต่ความสัมพันธ์ได้แสดงแนวโน้มเป็นบวก เมื่อข้อมูลของประเทศจีนได้ถูกนำมาพิจารณา โดยเฉพาะข้อมูลของประเทศจีนในช่วงเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา ที่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของจีนสูงมาก พร้อมกับการขอสิทธิบัตรภายในประเทศจีนที่สูงมากเช่นกัน และที่แตกต่างจากประเทศอื่นยิ่งกว่านั้นคือ ในประเทศจีน การขอสิทธิบัตรโดย Resident สูงกว่าการขอสิทธิบัตรโดย Non-resident อีกด้วย

รูปที่ 7. 8 จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ขอที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent Application, Non-resident) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



จากรูปที่ 7.8 จำนวนการขอสิทธิบัตรของ Non-resident ในกลุ่มประเทศลาตินอเมริกาและแคริบเบียน เอเชียตะวันออก และเอเชียใต้ นั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่จำนวนการขอสิทธิบัตรของ Non-resident ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันตก แอฟริกา EU-13 และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่านมีแนวโน้มที่คงที่หรือลดลง และเช่นเดียวกัน ประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการขอสิทธิบัตรโดย Non-resident สูงที่สุดถึง 1.4 แสนสิทธิบัตรในปี 2018 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนการขอสิทธิบัตรโดย Non-resident ในปี 2018 นั้นอยู่ที่ประมาณ 3.2 พันสิทธิบัตรต่อปีเท่านั้น

รูปที่ 7. 9 จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (Patent Application, Non-resident) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



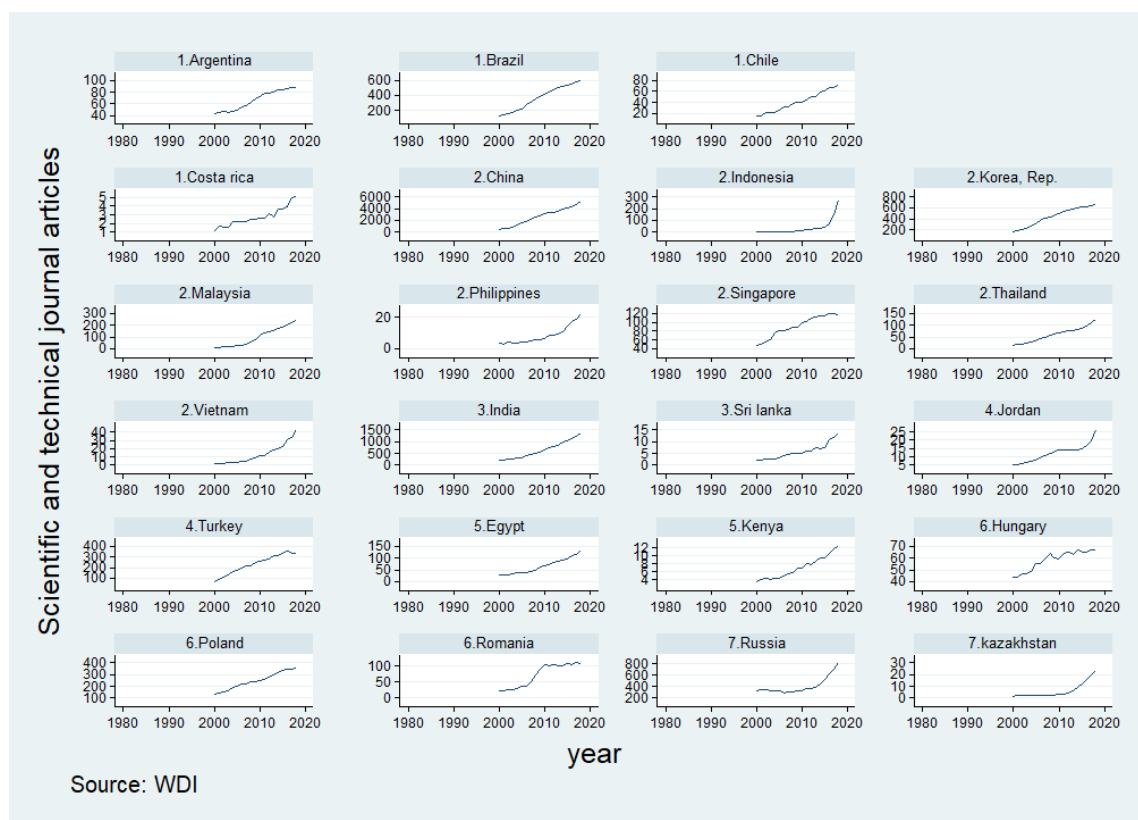
เช่นเดียวกัน จากรูปที่ 7.9 จะเห็นได้ว่า แม้ข้อมูลส่วนใหญ่จะกระจุกตัวมากในช่วงที่จำนวนการขอสิทธิบัตรมีค่าน้อย ๆ และมีความแตกต่างในอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจอย่างมาก แต่ความสัมพันธ์ได้แสดงแนวโน้มเป็นบวก เมื่อข้อมูลของประเทศจีนได้ถูกนำมาพิจารณา โดยเฉพาะข้อมูลของประเทศจีนในช่วงเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา ที่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของจีนสูงมาก พร้อมกับการขอสิทธิบัตรโดย Non-resident ในประเทศจีนที่สูงมากเช่นกัน

#### 7.2.2.2 ตัวแปรด้านการตีพิมพ์เชิงวิชาการ

ตัวแปรด้านการตีพิมพ์เชิงวิชาการ (Publication) เป็นหนึ่งในตัวแปรที่สามารถสะท้อนการลงทุนด้าน R&D ได้ดีที่สุด เนื่องจากว่าเป็นผลลัพธ์ทางตรงจากการทำ R&D โดยเฉพาะในภาคอุดมศึกษาและภาครัฐ ซึ่งการตีพิมพ์เชิงวิชาการ หมายถึง การตีพิมพ์และเผยแพร่เอกสารเชิงวิชาการในวารสารทางวิชาการที่ออกโดยหน่วยงาน องค์กร หรือมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั้งในระดับประเทศ หรือระดับนานาชาติ โดยครอบคลุมทั้งหมด 26 สาขา ตามการแบ่งประเภทของวารสารวิชาการของ Scimago

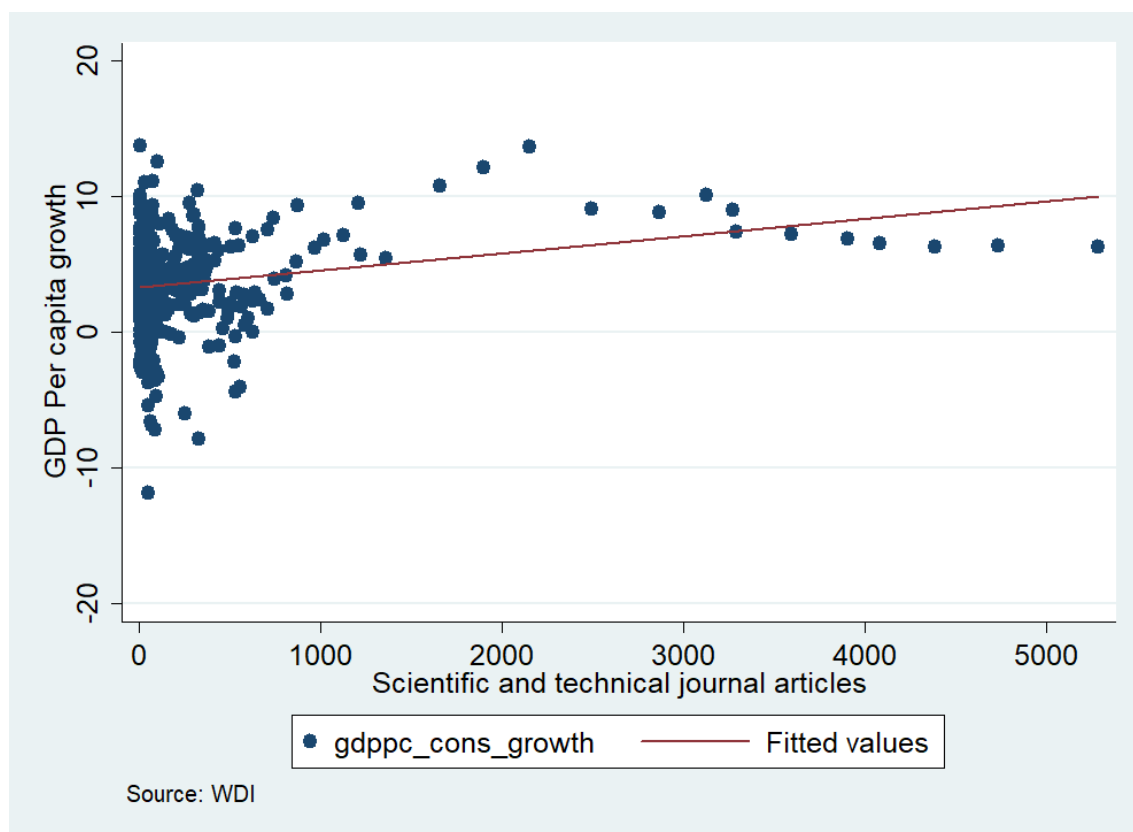


รูปที่ 7. 10 จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018



รูปที่ 7.10 แสดงจำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของประเทศกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ปี 2000 ถึง ปี 2018 โดยจะเห็นได้ว่า จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของประเทศต่าง ๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มของจำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศต่าง ๆ นั้นค่อนข้างคงที่ โดยมีประเทศอินโดนีเซีย ประเทศรัสเซีย และประเทศคาซัคสถาน ที่การเพิ่มขึ้นอยู่ในอัตราเร่งที่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของประเทศจีนอยู่ในระดับที่สูงถึง 520,000 บทความในปี 2018 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอยู่ที่ 25,000 บทความในปีดังกล่าว

รูปที่ 7. 11 จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ  
ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018



เช่นเดียวกัน จากรูปที่ 7.11 จะเห็นได้ว่า แม้ข้อมูลส่วนใหญ่จะกระจุกตัวมากในช่วงที่จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการประมาณหลักพัน และมีความแตกต่างในอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจอย่างมาก แต่ความสัมพันธ์ได้แสดงแนวโน้มเป็นบวก เมื่อข้อมูลของประเทศจีนได้ถูกนำมาพิจารณา โดยเฉพาะข้อมูลของประเทศจีนในช่วงเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา ที่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของจีนสูงมาก พร้อมกับจำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของประเทศจีนที่สูงมาก

## 7.2.3 ตัวแปรควบคุม

### 7.2.3.1 ตัวแปรปัจจัยการผลิต

#### 7.2.3.1.1 ตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านทุนทางกายภาพ

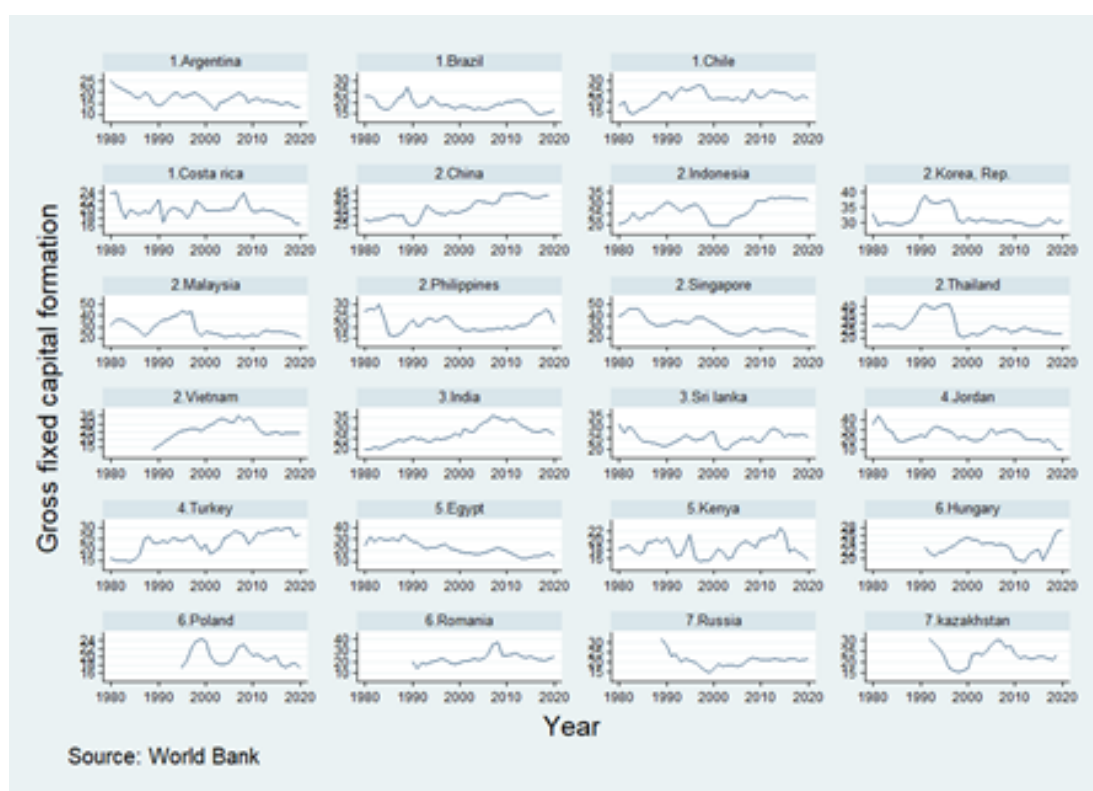
ตัวแปรสองตัวที่จะนำมาใช้เป็น proxy ของตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านทุนทางกายภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ Gross fixed capital formation (% of GDP) ซึ่งจะใช้เป็น proxy ของการลงทุน และ Total capital stock, in billions of constant 2011 international dollars เพื่อใช้เป็น proxy ของทุนทางกายภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวแปร Gross fixed capital formation (% of GDP) หรือ อัตราส่วนการสะสมทุนถาวร เบื้องต้นต่อ GDP เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมและเผยแพร่โดยธนาคารโลก (World Bank) โดยนิยามของ ตัวแปร Gross fixed capital formation ได้แก่ การสะสมทุนถาวรเบื้องต้น หรือการลงทุน กล่าวคือ เป็น ค่าใช้จ่ายเพื่อการได้มาซึ่งสินทรัพย์ถาวร (Fixed Assets) ที่มีอายุการใช้งานเกินกว่า 1 ปี รวมถึงค่าใช้จ่าย ในการดัดแปลง ต่อเติมและซ่อมแซมสินทรัพย์ถาวร แบ่งเป็น 2 ประเภทหลักคือการลงทุนเพื่อก่อสร้าง และติดตั้งเครื่องจักร ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงที่ดิน การซื้อโรงงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมถึงการ ก่อสร้างสาธารณูปโภค อาคารของรัฐบาลและเอกชน

จากทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การลงทุนที่เพิ่มขึ้นจะนำไปสู่การผลิตและการบริโภคที่ เพิ่มขึ้นภายในประเทศ ส่งผลให้เศรษฐกิจมีขนาดใหญ่ขึ้น (Goel and Ram, 1994; Yanyun and Mingqian, 2004; Choi and Yi, 2014)

ในการศึกษานี้มีจำนวนข้อมูลอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ทั้งหมด 871 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 24.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 6.41 ค่าต่ำสุดร้อยละ 10.52 คือประเทศจอร์แดน ในปี ค.ศ. 2020 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 46.22 คือประเทศสิงคโปร์ ในปี 1984 แสดงแยกตามรายประเทศดังรูปที่ 7.12

รูปที่ 7. 12 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง ปี 1980 ถึง 2018

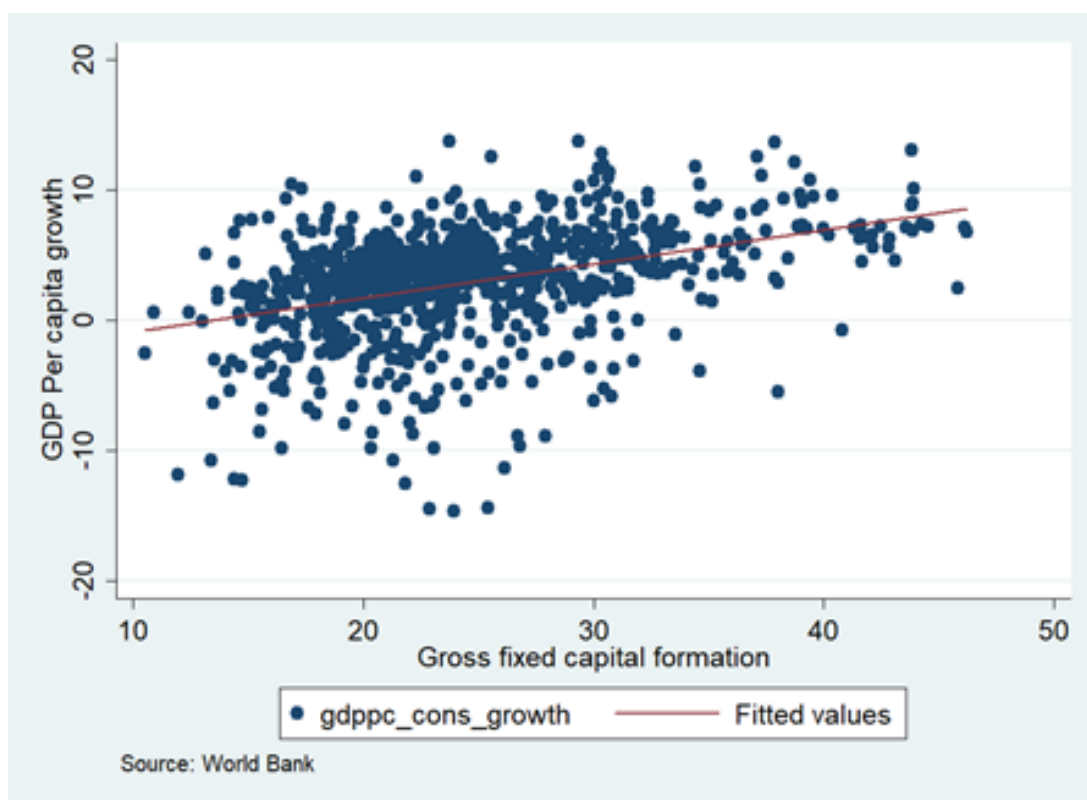


รูปที่ 7.12 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 โดยพบข้อสังเกต ดังนี้

อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ในกลุ่มประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ออกลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงปี 1997-1998 จากวิกฤตเศรษฐกิจในเอเชีย (Asian Financial Crisis) หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ ฟื้นตัวขึ้น อย่างไรก็ตาม ขนาดอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงก่อนวิกฤตเศรษฐกิจในเอเชียอย่างมาก

กลุ่มประเทศในภูมิภาคเอเชียใต้ (ในงานศึกษานี้คือประเทศอินเดียและศรีลังกา) มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP อยู่ในทิศทางบวกในภาพรวม ในขณะที่ตัวเลขของกลุ่มประเทศในภูมิภาคแอฟริกา มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เป็นลบอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ช่วงปี 1989 สำหรับภูมิภาคอื่น พบว่ามีความผันผวนสูงและมีทิศทางที่ชัดเจนน้อยกว่าภูมิภาคข้างต้น

**รูปที่ 7.13** อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020

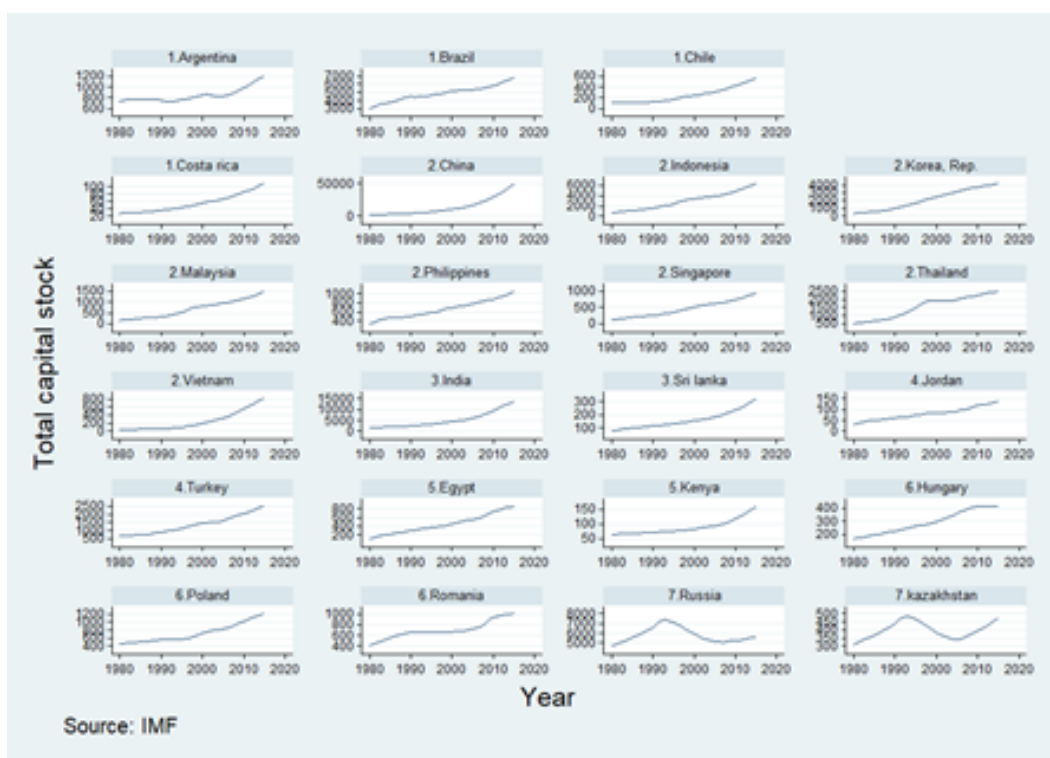


รูปที่ 7.13 ชี้ว่า ทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเติบโตของ GDP ต่อประชากร และอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP เป็นบวก สอดคล้องกับการคาดการณ์ของทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

2. ตัวแปร Total capital stock, in billions of constant 2011 international dollars เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมและเผยแพร่โดยกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund: IMF) โดยนิยามของตัว General government and private capital stock, in billions of constant 2011 international dollars คือ มูลค่าสะสมของการลงทุนภาครัฐและภาคเอกชนที่มีการปรับค่าเสื่อมที่แตกต่างกันขึ้นกับกลุ่มรายได้และระยะเวลา สต็อกของทุนกายภาพเป็นปัจจัยการผลิตหลักในการผลิตโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ และสินทรัพย์เอกชนต่าง ๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากวิธี Perpetual inventory โดย Schneider (2005) พบว่าตัวแปรสต็อกภาครัฐและเอกชนส่งผลเป็นบวกต่อการขยายตัวของ GDP ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของ Cheng and Wang (2019) เนื่องจากสต็อกของทุนแสดงมูลค่าสะสมของการลงทุนภาครัฐและเอกชนที่ก่อให้เกิดผลผลิตขึ้นในอนาคต ส่งผลทางบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

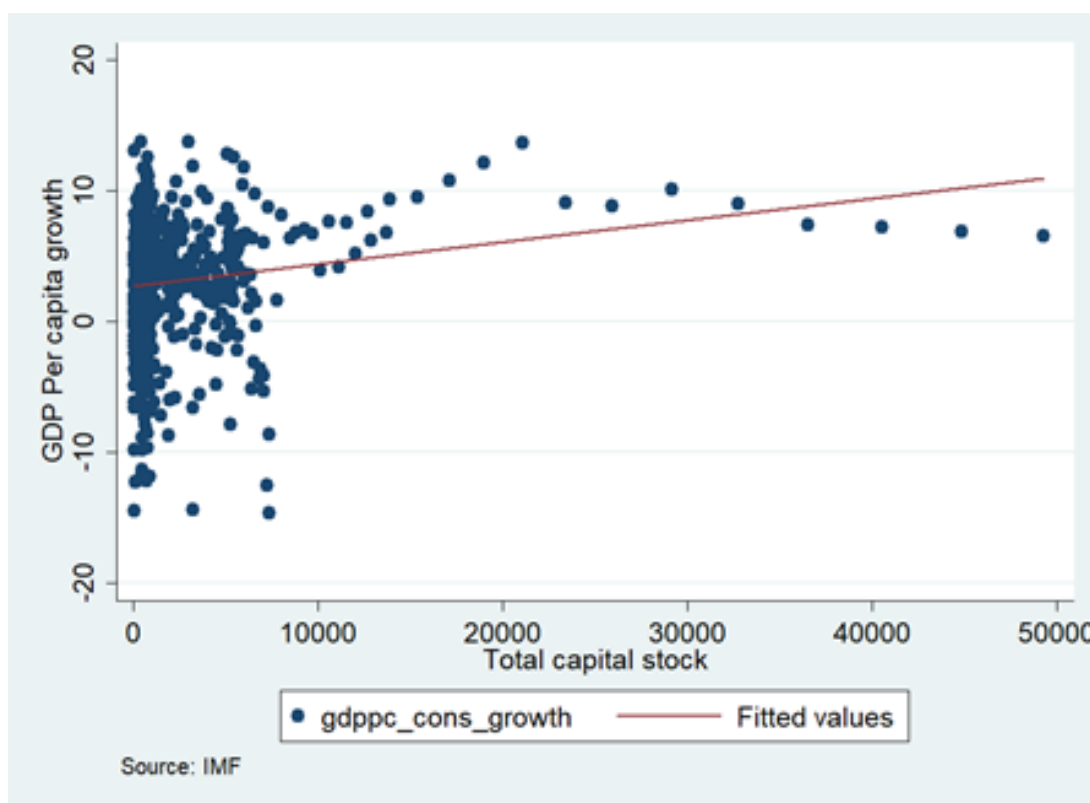
ในการศึกษานี้มีจำนวนข้อมูลสต็อกของทุน 828 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1899.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 4184.12 ค่าต่ำสุด 27.74 คือประเทศคอซตาริกา ในปี ค.ศ. 1980 และค่าสูงสุดที่ 49296.07 คือประเทศจีน ในปี ค.ศ. 2015 โดยในงานศึกษานี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลข้างต้นได้มาแสดงแยกตามรายประเทศที่ใช้ในงานศึกษา โดยแสดงผลดังรูปที่ 7.14

รูปที่ 7. 14 สต็อกภาครัฐและเอกชน ณ ค่าของล้านดอลลาร์ในปีฐาน 2011 ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



ประเทศที่มีสต็อกของทุนสูงที่สุดสองอันดับแรกคือประเทศจีน และอินเดีย ในขณะที่ประเทศที่มีสต็อกของทุนต่ำที่สุด คือ ประเทศคอซอวาร์กา จอร์แดน และเคนยา จากรูปที่ 7.14 จะเห็นได้ว่าทุกประเทศมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสต็อกที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างเห็นได้ชัด ยกเว้นในกลุ่มประเทศระยะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) ซึ่งสต็อกของทุนลดลงอย่างชัดเจนหลังปี 1991 ผลจากการล่มสลายของสหภาพโซเวียต แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงปัจจุบัน

รูปที่ 7. 15 สต็อกภาครัฐและเอกชน ณ ค่าของล้านดอลลาร์ในปีฐาน 2011 และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



เช่นเดียวกัน ทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างสต็อกของทุนกับอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจเป็นบวกสอดคล้องกับการคาดการณ์ของทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

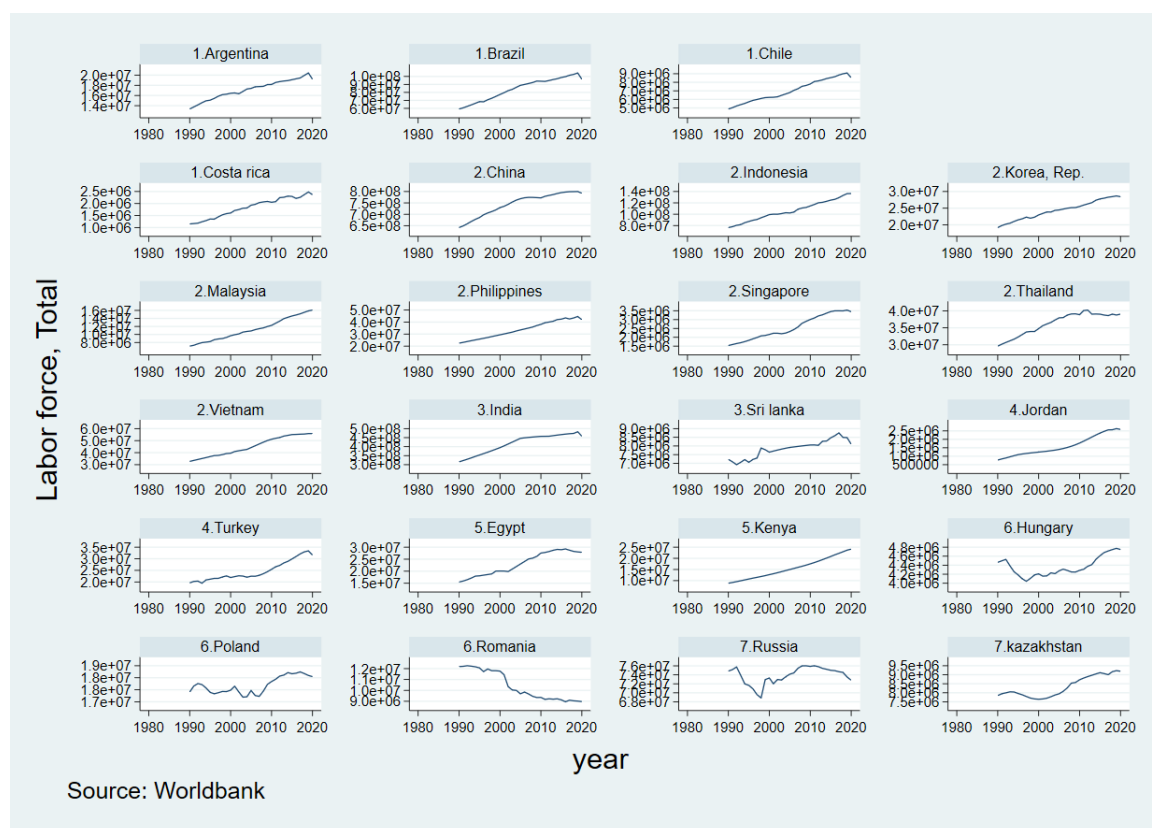
#### 7.2.3.1.2 ตัวแปรด้านแรงงาน (Labor force)

ตัวแปรที่จะนำมาใช้เป็น proxy ของตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านแรงงานที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือขนาดกำลังแรงงาน ซึ่งสะท้อนปัจจัยการผลิตด้านแรงงานของประเทศโดยตรง โดยใช้ข้อมูลทฤษฎีภูมิที่รวบรวมและเผยแพร่โดยธนาคารโลก (Worldbank) โดยนิยามของตัวแปร Labor force คือ จำนวนกำลังแรงงานประกอบด้วยประชากรที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไปซึ่งเป็นแรงงานในการผลิตสินค้าและบริการในช่วงเวลาที่กำหนด โดยหมายรวมถึงผู้ที่กำลังทำงานอยู่ และผู้ที่ว่างงานแต่กำลังหางานทำ เช่นเดียวกับผู้ที่เพ่งหางานเป็น

ครั้งแรก อย่างไรก็ดี จะไม่นับแรงงานที่ไม่ได้รับค่าจ้าง แรงงานในครัวเรือน รวมถึงผู้ที่กำลังศึกษาเข้าเป็นกำลังแรงงานของประเทศ ยิ่งกว่านั้น บางประเทศยังไม่นับรวมบุคลากรในกองทัพให้อยู่ในกำลังแรงงานด้วย โดย Solow (1956), Barro and Sala-i-Martin (2004), Grossman and Helpman (1991), Mankiw, Romer, and Weil (1992) ระบุว่า การเพิ่มขึ้นของกำลังแรงงานในระบบซึ่งมีบทบาทสำคัญในด้านการผลิต จะนำไปสู่การผลิตที่มากขึ้นในอนาคตและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น

ในการศึกษานี้มีจำนวนข้อมูลกำลังแรงงาน 713 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 74,777,819.17 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 166,702,758.11 ค่าต่ำสุด 774,830 คือประเทศจอร์แดน ในปี ค.ศ. 1990 และค่าสูงสุดที่ 800,020,955 คือประเทศจีน ในปี ค.ศ. 2019 รายละเอียดกำลังแรงงานแยกตามรายประเทศที่ใช้ในงานศึกษา แสดงดังรูปที่ 7.16

รูปที่ 7. 16 กำลังแรงงาน ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1990 ถึง 2020



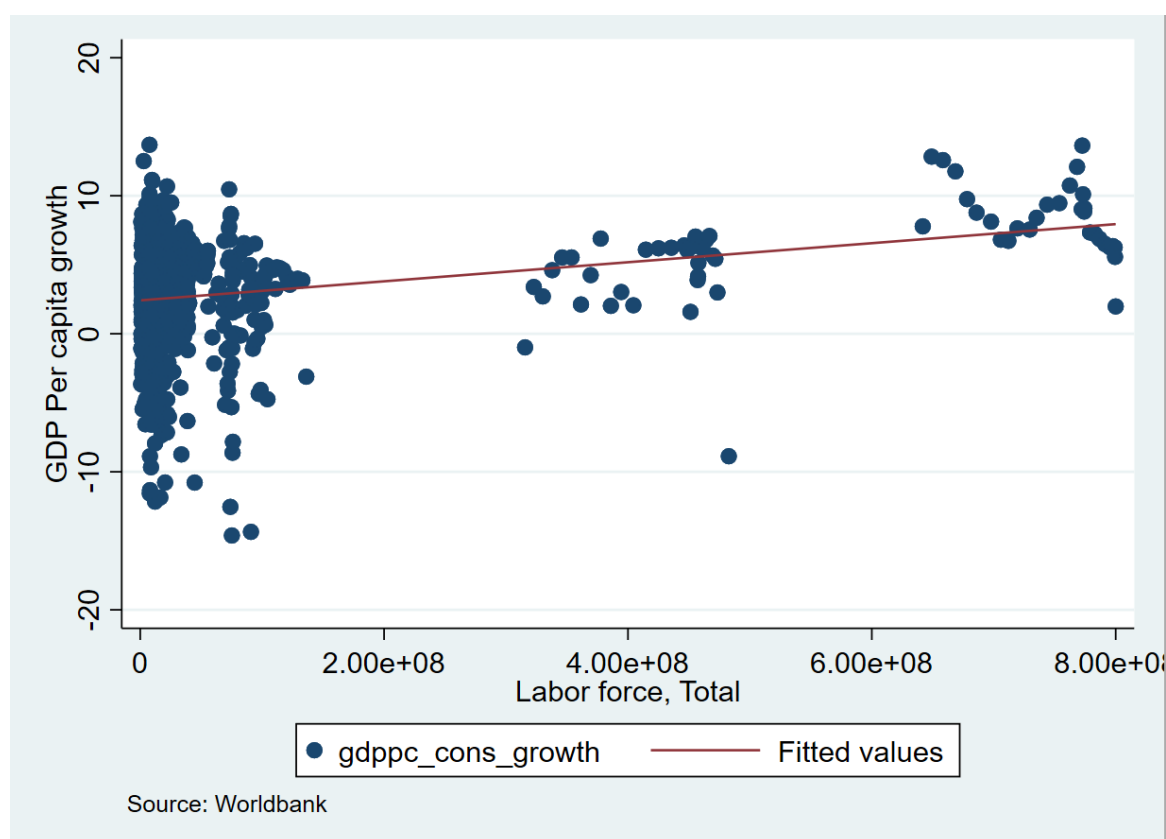
รูปที่ 7.16 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกำลังแรงงานทั้งหมดในแต่ละประเทศที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 โดยพบว่า กลุ่มประเทศส่วนใหญ่ ทั้งในกลุ่มลาตินอเมริกาและแคริบเบียน กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก กลุ่มประเทศ EU13 และกลุ่มประเทศแอฟริกา มีทิศทางการเพิ่มขึ้นของจำนวนกำลังแรงงานอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี 1980 โดยบางประเทศ ได้แก่



ประเทศไทย ประเทศจีน และประเทศเวียดนามมีแนวโน้มจำนวนกำลังแรงงานค่อนข้างคงที่ตั้งแต่ปี 2007 นอกจากนี้ ยังมีบางประเทศที่มีจำนวนกำลังแรงงานลดลงเล็กน้อยในช่วงปีให้หลัง เช่น ศรีลังกา อินเดีย อียิปต์ และโปแลนด์

สำหรับกลุ่มประเทศอดีตสหภาพโซเวียต พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมา กกล่าวคือ ประเทศโรมาเนียมีจำนวนกำลังแรงงานลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ประเทศรัสเซียมีการ เพิ่มขึ้นของกำลังแรงงานช่วงแรก ก่อนจะลดลงในช่วงปีให้หลัง และประเทศคาซัคสถานมีทิศทางการ เพิ่มขึ้นของกำลังแรงงานอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี 1990

รูปที่ 7. 17 กำลังแรงงาน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1990 ถึง 2020



โดยจากรูปที่ 7.17 พบว่ากำลังแรงงานมีความสัมพันธ์เป็นบวกกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ สอดคล้องกับการคาดการณ์ของแบบจำลองการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจพื้นฐานที่ว่า การเพิ่มขึ้นของกำลังแรงงานซึ่งเป็น input ของการผลิตสินค้าและบริการในประเทศโดยตรง จะส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ



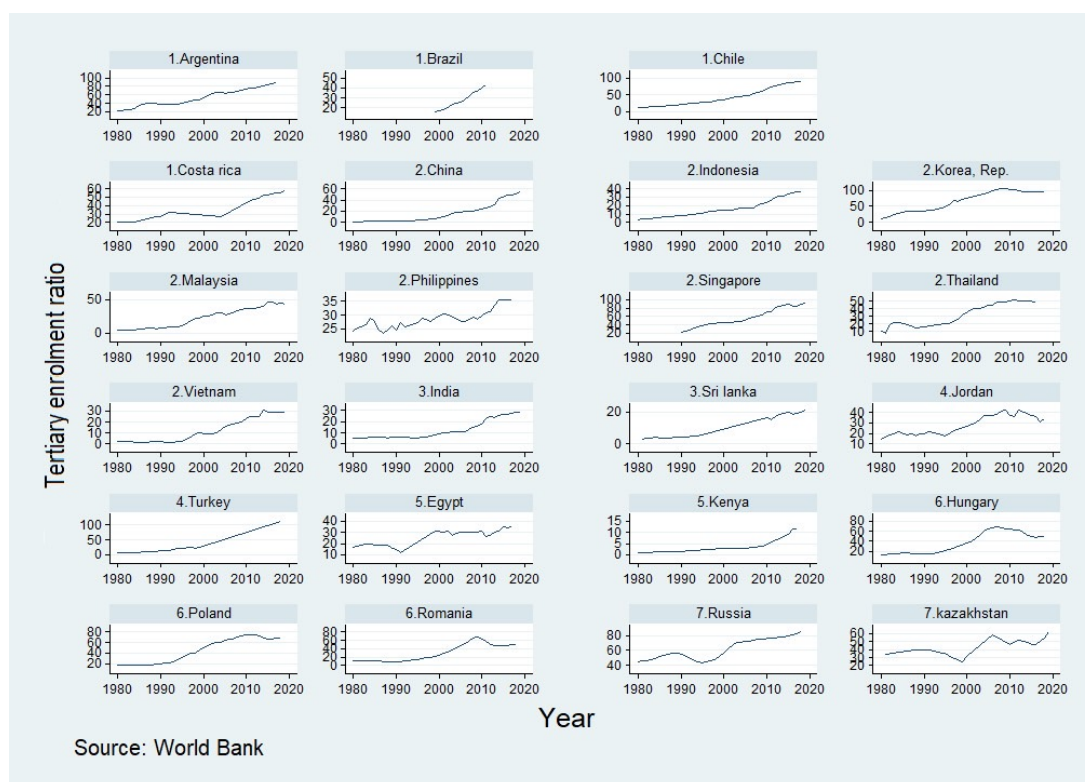
**7.2.3.1.3 ตัวแปร Tertiary enrollment ratio** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจาก World Bank โดยรวบรวมข้อมูลอัตราการเข้าเรียนอุดมศึกษาในลักษณะร้อยละต่อจำนวนประชากรทั้งหมดในวัยเรียนในระดับดังกล่าว ซึ่งนิยามของตัวแปร Tertiary enrollment ratio

$$\text{อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา} = \frac{\text{จำนวนผู้ที่เรียนระดับอุดมศึกษาทั้งหมด}}{\text{จำนวนประชากรในช่วงอายุที่ต้องเรียนอุดมศึกษา}} \times 100$$

(7.2.3.1.3)

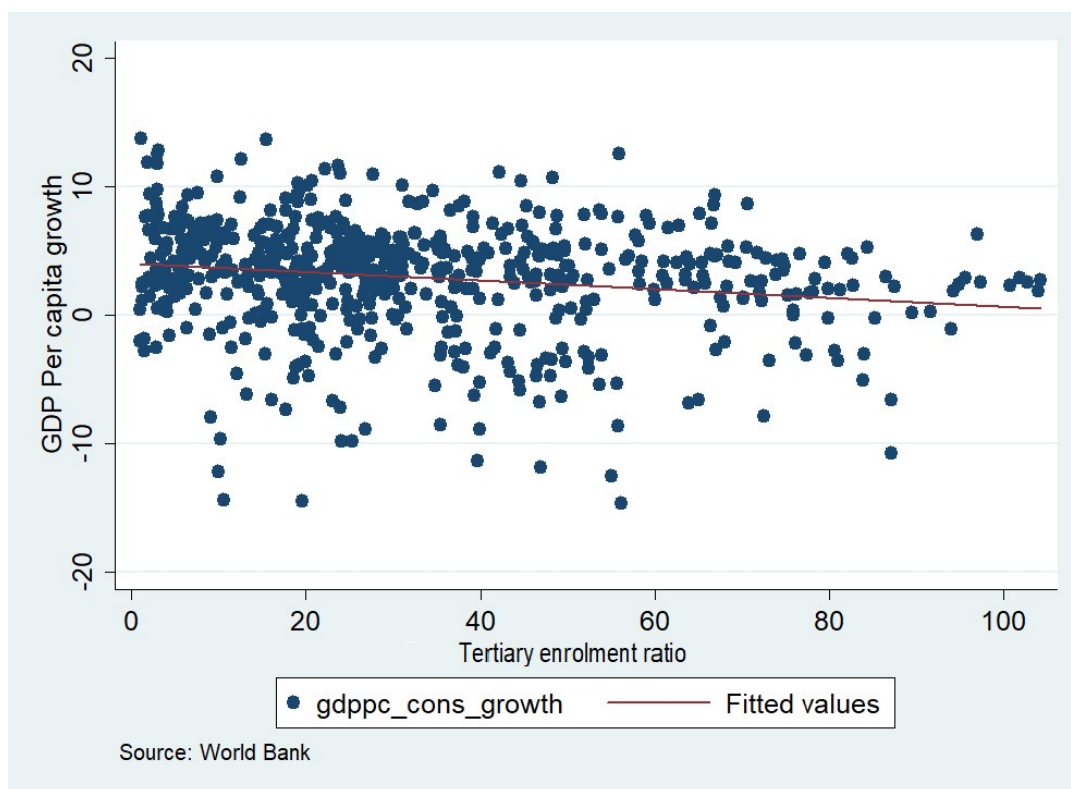
ในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การผลิตทุนมนุษย์ที่มากขึ้น จะนำไปสู่การขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น (Solow, 1956; Romer, 1990; Silaghi, Alexa, Jude and Litan, 2014; Maneejak and Yamaka, 2021) การที่อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้แรงงานมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้น และอยู่ในหมวดแรงงานที่มีความชำนาญ (skilled labor) หรือถูกรวมเข้าไปอยู่ในหมวดทุนมนุษย์ ทุนมนุษย์ในระดับที่สูงขึ้นนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีในระดับสูงที่มากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของผลผลิต และกระตุ้นการเติบโตของเศรษฐกิจในประเทศในที่สุด

**รูปที่ 7. 18** อัตราการเข้าเรียนอย่างหยาบในระดับอุดมศึกษา ของ 23 ประเทศช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.18 จะเห็นได้ว่าแทบทุกประเทศมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษาในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียใต้ เอเชียตะวันออก และกลุ่มประเทศละตินอเมริกา จากข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาทั้งหมด 704 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 33.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 23.77 ค่าต่ำสุดร้อยละ 0.9 คือประเทศเคนยา ในปี ค.ศ. 1981 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 113.21 คือประเทศตุรกี ในปี ค.ศ. 2018 โดยมีแนวโน้มเป็นผลมาจากค่าศึกษาเล่าเรียนในสถาบันรัฐของตุรกีที่ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ ในกลุ่มประเทศ OECD ทั้งหมด นำไปสู่จำนวนนักศึกษาต่างชาติที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปี ค.ศ. 2018-2019 นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 2018 รัฐบาลตุรกียังได้มีการลงทุนด้านการศึกษาดังแต่ระดับปฐมวัยถึงระดับอุดมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 5.1 ของ GDP ซึ่งสูงกว่าประเทศอื่นในกลุ่ม OECD ทั้งหมด ซึ่งมีแนวโน้มนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของนักเรียนทั้งในประเทศและนักเรียนต่างประเทศ (OECD, 2021)

**รูปที่ 7.19** อัตราการเข้าเรียนอย่างหยาบในระดับอุดมศึกษาต่อประชากรที่อายุในวัยเรียนอุดมศึกษา และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020

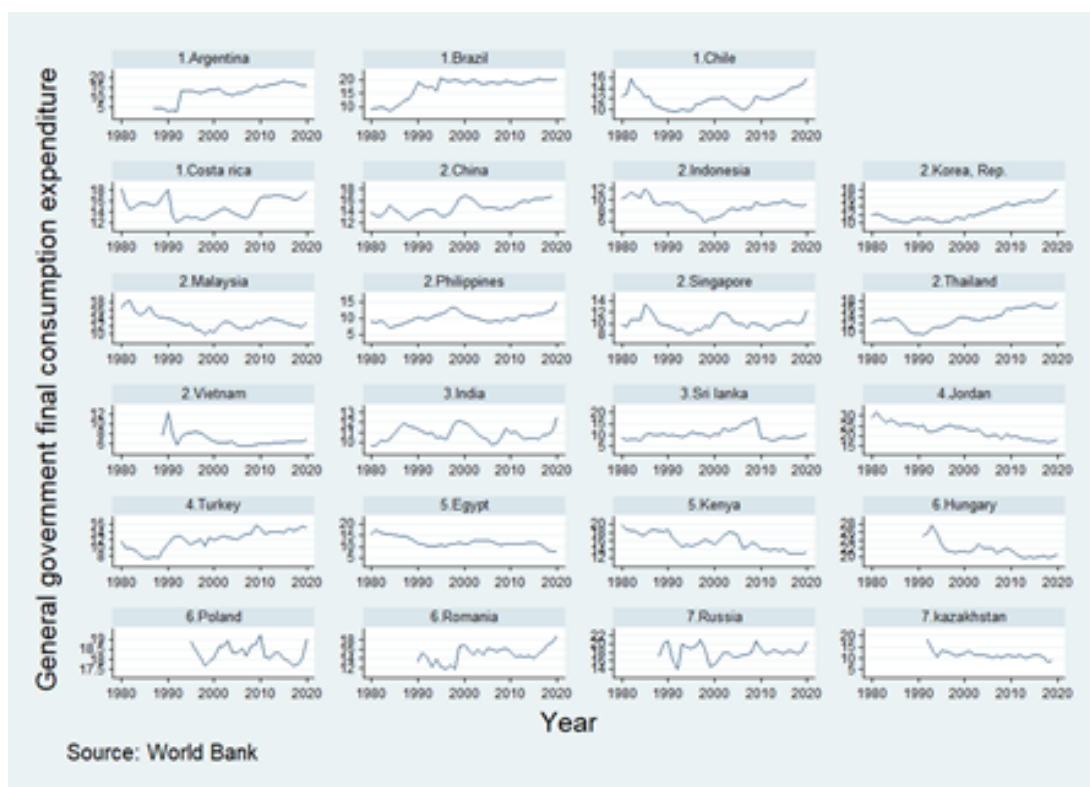


รูปที่ 7.19 ใช้อัตราการเข้าเรียนอย่างหยابในระดับอุดมศึกษาที่ทำการ lag ไป 4 ปี เพื่อสะท้อนการล่าช้าต่อการเข้าสู่ตลาดแรงงาน โดยมีสมมติฐานว่าประชากรส่วนใหญ่ของกลุ่มดังกล่าวจะเรียนจบระดับปริญญาตรีใน 4 ปีและเข้าทำงานหลังจากเรียนจบ จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษากับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นลบเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ดังกล่าวน่าจะเป็นผลมาจากทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันมากของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศมากกว่า เนื่องจาก อัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษามีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในทิศทางบวกอย่างต่อเนื่องในทุกประเทศ ในขณะที่การเติบโตของ GDP มีความผันผวนมากกว่า อันเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่เข้ามกระทบ GDP เช่น วิกฤตเศรษฐกิจ การเมือง เป็นต้น ผลลัพธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวข้างต้นจึงแตกต่างจากสมมติฐานที่ได้จากแนวคิดทางทฤษฎี

**7.2.3.1.4 ตัวแปร Government** งานวิจัยฉบับนี้ได้เลือกตัวแปร 3 ตัว เพื่อนำมาใช้เป็น proxy ของตัวแปรการใช้จ่ายของรัฐบาล ดังนี้

**7.2.3.1.4.1 General government final consumption expenditure (% of GDP)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) โดยนิยามของตัวแปรนี้คือ รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ซึ่งหมายรวมถึงรายจ่ายทั้งหมดที่รัฐบาลจ่ายเพื่อใช้เอง และจัดทำให้ประชาชนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บริการการศึกษา สาธารณสุข การแจกจ่ายเครื่องอุปโภคบริโภค เป็นต้น โดยสามารถแบ่งหมวดหมู่ได้หลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นการจำแนกตามประเภทการใช้จ่าย จำแนกตามหน้าที่การให้บริการ และจำแนกตามประเภทการให้บริการ โดย Dudzevičiūtė, Šimelytė, & Liučvaitienė (2018) (อ้างถึงใน Zoubir, 2019) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรรายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP และ GDP growth มีลักษณะติดลบ กล่าวคือ เมื่อรายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคภาครัฐบาลเพิ่มขึ้น แม้จะกระตุ้นเศรษฐกิจในระยะสั้นได้ แต่จะไปลดรายได้ของภาครัฐที่ถูกจัดสรรไปยังการลงทุนของภาครัฐลงนำไปสู่การลดลงในอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาวของประเทศได้ ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวนี้สอดคล้องกับ Fölster and Henrekson (2001) และ Romero-Ávila & Strauch (2008) อ้างถึงใน Hajamini and Falahi (2013)

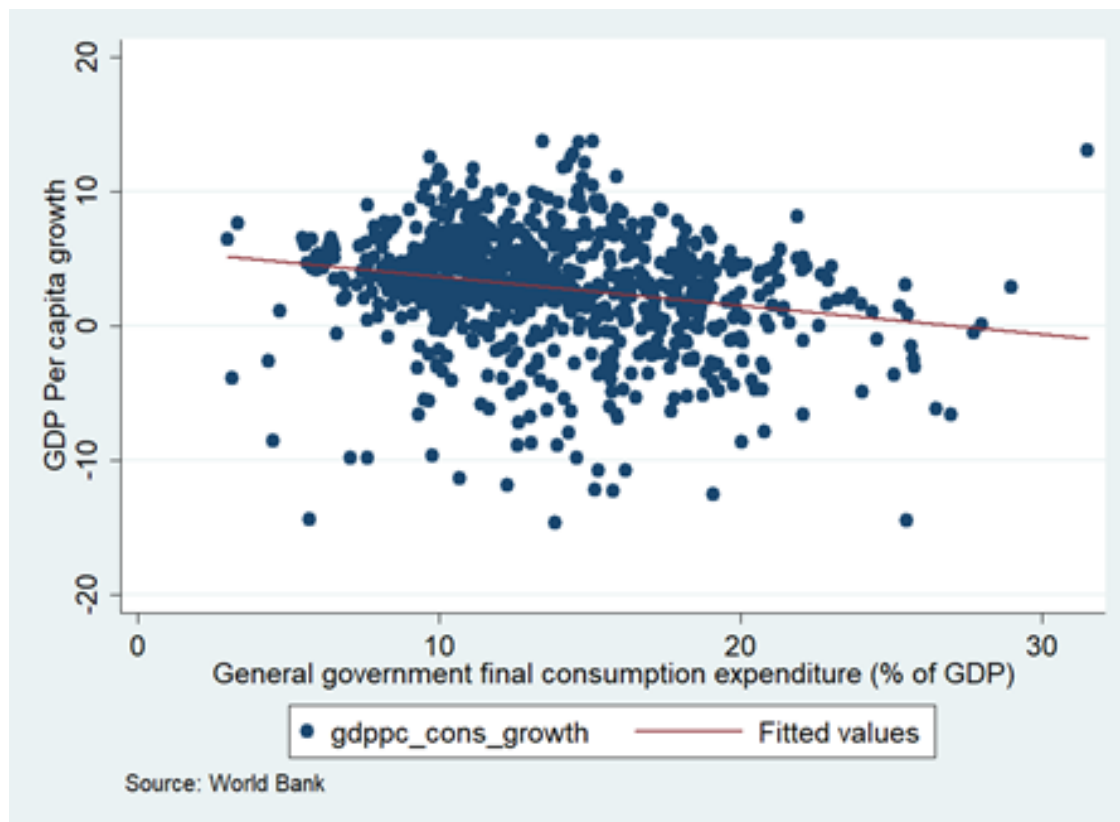
รูปที่ 7. 20 รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 7.20 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของรายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 มีความแตกต่างกันอย่างมาก จากข้อมูลรายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ทั้งหมด 869 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 13.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 4.32 ค่าต่ำสุดร้อยละ 2.97 คือประเทศอาร์เจนตินา ในปี 1992 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 31.50 คือประเทศจอร์แดน ในปี 2013

กลุ่มประเทศลาตินอเมริกาและแคริบเบียน มีการใช้จ่ายภาครัฐมากขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วงปี 2000-2020 (ยกเว้นประเทศคอสตาริกา และชิลีมีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างผันผวน) การเปลี่ยนแปลงที่เป็นบวกนี้ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกส่วนใหญ่ ได้แก่ จีน อินโดนีเซีย เกาหลี ฟิลิปปินส์ และไทย ที่มีแนวโน้มเป็นบวกอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ประเทศมาเลเซีย เวียดนาม และสิงคโปร์พบว่ามีทิศทางเป็นลบในระยะยาว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประเทศในภูมิภาคแอฟริกา รวมถึงฮังการี คาซัคสถาน และจอร์แดน นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่า ประเทศโปแลนด์ โรมาเนีย และรัสเซีย มีทิศทางรายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ที่ผันผวนสูงมากตั้งแต่ช่วงปี 1990-2020 โดยสำหรับรัสเซียและคาซัคสถาน การใช้จ่ายเพื่ออุปโภคภาครัฐบาลลดลงอย่างมากในช่วงปี ค.ศ. 1991 เป็นผลมาจากการล่มสลายของสหภาพโซเวียต

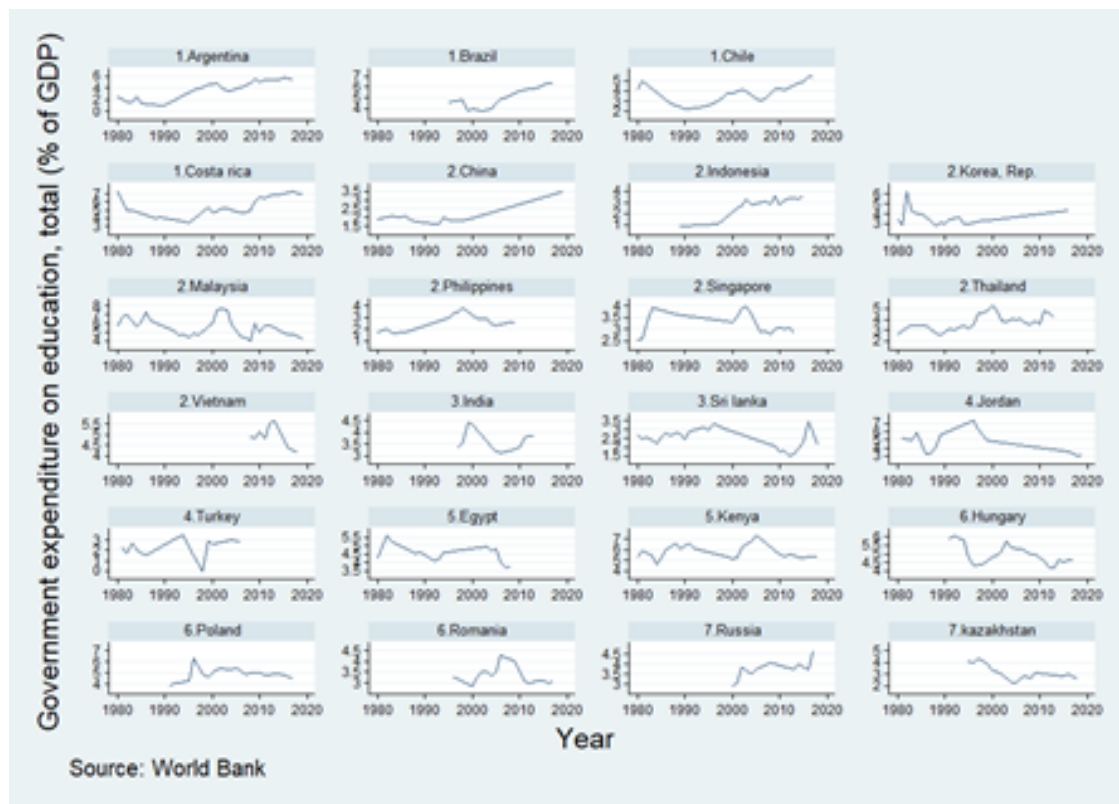
รูปที่ 7. 21 รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.21 เห็นได้ว่ารายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP และการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มเป็นลบอย่างชัดเจน สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

**7.2.3.1.4.2 Government expenditure on education, total (% of GDP)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) โดยนิยามของตัวแปรนี้คือ ร้อยละของรายจ่ายด้านการศึกษาระดับรัฐบาลต่อ GDP ซึ่งหมายถึงรายจ่ายภาครัฐที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านที่เกี่ยวกับการศึกษาทั้งในและนอกระบบ เช่น การอุดหนุนงบประมาณโรงเรียน การนำไปใช้จ่ายเพื่อจ้างบุคลากรครู เป็นต้น โดยความสัมพันธ์ระหว่าง Government expenditure on education, total (% of GDP) ต่อ GDP พบว่ามีความแตกต่างกันไปในแต่ละงานศึกษา Zhang and Casagrande (1998), Barro and Sala-i-Martin (1995), and Baldacci et al. (2008) พบว่าตัวแปรข้างต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ Churchill, Yew and Ugur (2015) ศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวด้วย Meta-analysis พบว่าการใช้จ่ายด้านการศึกษาของภาครัฐจะส่งผลกระทบต่อ GDP ในทางบวก อย่างไรก็ตาม Devarajan et al. (1996), Landau (1986), Levine and Renelt (1992), and Keller (2006) และ Amirat and Zaidi (2020) พบว่าตัวแปรข้างต้นทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

รูปที่ 7. 22 ร้อยละของรายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อ GDP ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

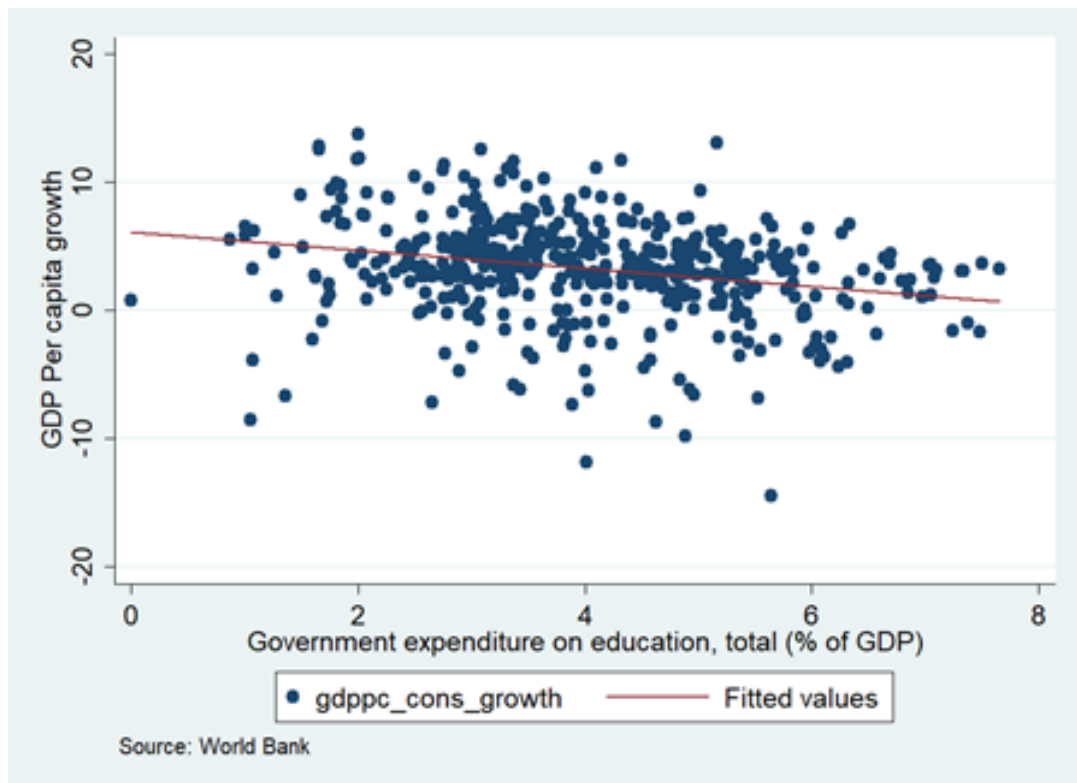


จากรูปที่ 7.22 จะเห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของรายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อ GDP ในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 มีความแตกต่างกันอย่างมาก จากข้อมูลรายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อ GDP ทั้งหมด 486 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 1.39 ค่าต่ำสุดร้อยละ 0 คือประเทศตุรกี ในปี 1998 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 7.65 คือประเทศมาเลเซีย ในปี 2002

กลุ่มประเทศลาตินอเมริกาและแคริบเบียน กลุ่มประเทศ แอฟริกา กลุ่มประเทศ EU-13 และบางประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ได้แก่ จีน อินโดนีเซีย เกาหลีใต้ และไทย มีทิศทางการเพิ่มขึ้นของรายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อ GDP ในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 อย่างไรก็ดี บางประเทศในภูมิภาคดังกล่าว ได้แก่ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และสิงคโปร์ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของร้อยละรายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อ GDP ที่ผันผวนและลดลงในระยะยาว



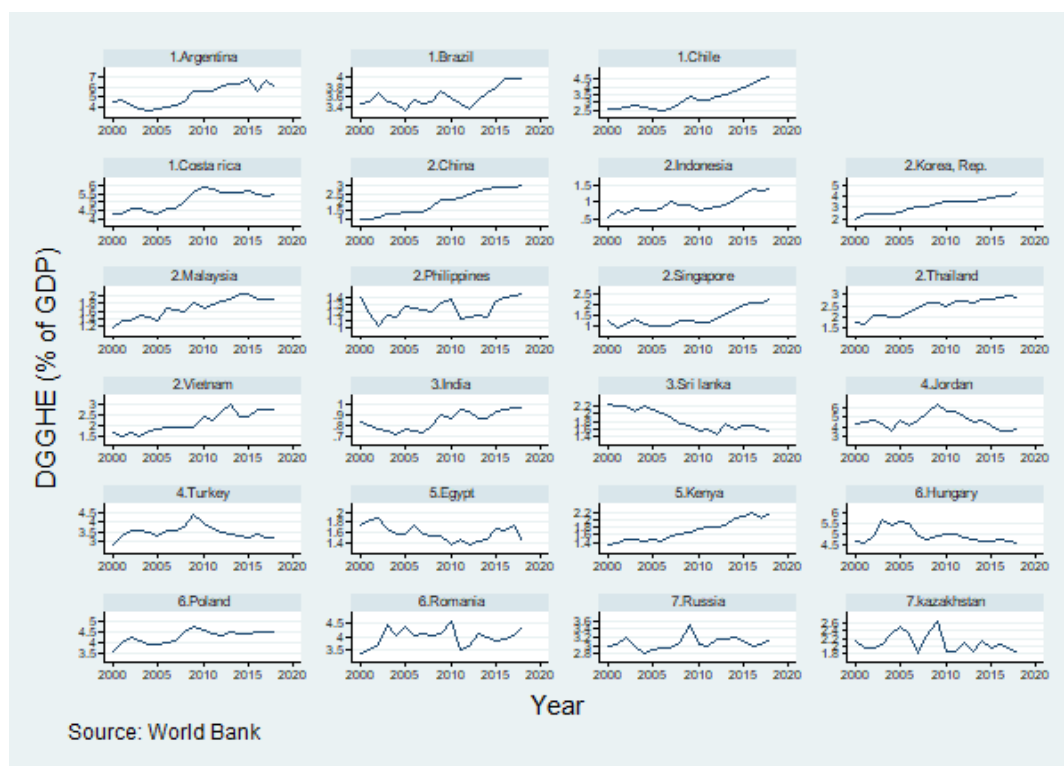
รูปที่ 7. 23 รายจ่ายด้านการศึกษากว่าร้อยละ GDP และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ  
ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.23 เห็นได้ว่ารายจ่ายด้านการศึกษากว่าร้อยละ GDP และการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มเป็นลบอย่างชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากสมมติฐานที่ตั้งไว้จากวรรณกรรมปริทัศน์ส่วนมาก

**7.2.3.1.4.3 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก โดยมีชุดข้อมูลนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2018 โดยข้อมูลชุดดังกล่าว เก็บรวบรวมตามมาตรฐาน System of Health Accounts 2011 โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) Mushkin (1962) ได้มีการระบุถึงความสำคัญของการลงทุนภาครัฐในการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขเป็นครั้งแรก โดยระบุว่าค่าใช้จ่ายของภาครัฐด้านสาธารณสุข จะส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ ผ่านการพัฒนาทุนมนุษย์ และการลงทุนทางด้านทุนมนุษย์ ซึ่งย่อมส่งผลทางบวกต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ การศึกษาในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาบางส่วน ก็พบความสัมพันธ์ที่เป็นบวกกันในระยะยาวระหว่างการใช้จ่ายภาครัฐทางด้านสาธารณสุข เช่น ประเทศตุรกี (Atilgan et. Al, 2016) และกลุ่มประเทศแอฟริกากลาง (Piabuo, S.M. & Tieguhong, J.C., 2017)

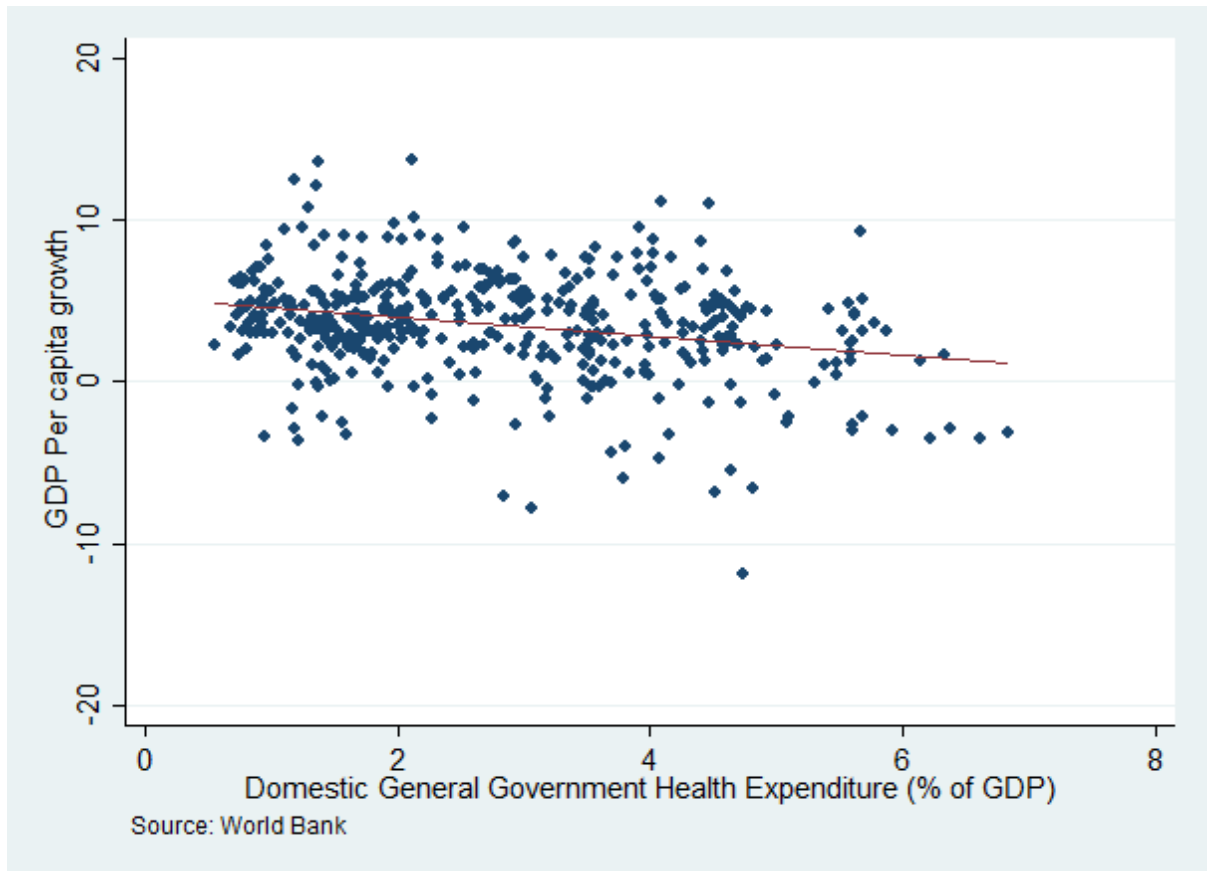
รูปที่ 7. 24 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018



จากรูปที่ 7.24 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล ในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2018 มีความแตกต่างกันอย่างมาก จากข้อมูลการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล ทั้งหมด 437 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 2.809 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.429 ค่าต่ำสุดร้อยละ 0.55 คือประเทศอินโดนีเซีย ในปี 2000 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 6.82 คือประเทศอาเจนตินา ในปี 2015 การกระจายตัวของระดับการใช้จ่ายภาครัฐทางด้านการสาธารณสุขของกลุ่มประเทศต่าง ๆ สามารถแบ่งคร่าวๆออกเป็นสองกลุ่ม ด้วยกัน กลุ่มแรกประกอบด้วยกลุ่มประเทศละตินอเมริกา เอเชียตะวันตก และกลุ่มประเทศ EU13 มีการใช้จ่ายด้านการสาธารณสุขอยู่ในรอบระดับสูง คือในช่วงประมาณ 3-5% ต่อ GDP ในขณะที่กลุ่มประเทศเอเชียใต้ แอฟริกา เอเชียตะวันออก และกลุ่มประเทศเปลี่ยนผ่าน มีระดับการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุข คิดเป็นสัดส่วนต่อ GDP ที่ต่ำกว่า โดยอยู่ในกรอบ 1-3% ต่อ GDP



รูปที่ 7.25 การใช้จ่ายภาครัฐทางการสาธารณสุขและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018



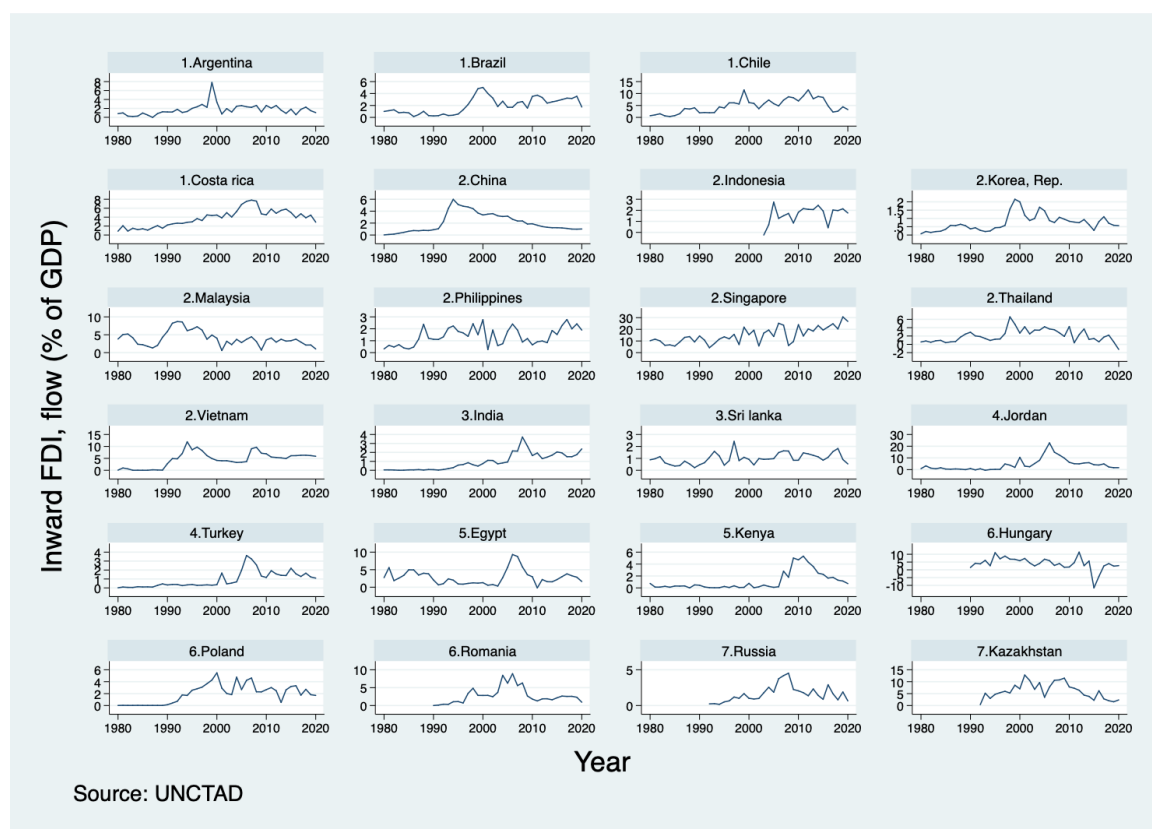
จากภาพที่ 7.25 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับการใช้จ่ายภาครัฐทางการสาธารณสุข และอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยพบทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรดังกล่าว เป็นลบเล็กน้อย โดยมีค่า piecewise correlation เท่ากับ  $-0.2526$  ซึ่งเป็นไปได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวกับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ อาจจะไม่มีความสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจนในระยะสั้น และจำเป็นที่จะต้องทดสอบความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ เช่น cointegration test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ในระยะยาว

### 7.2.3.2 ตัวแปร spillovers

7.2.3.2.1 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) หรือ FDI (Foreign Direct Investment) เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจาก UNCTAD โดยชุดข้อมูลครอบคลุมปี 1980 จนถึง 2020 ยกเว้นกลุ่มประเทศเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่าน ซึ่งข้อมูลเริ่มตั้งแต่ปี 1991 เป็นต้นไป โดย Barro และ Sala-i-Martin (2003) ระบุว่าการลงทุนโดยตรงจากต่างชาติ เป็นปัจจัยที่ส่งผลบวกต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ ผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technological Diffusion) จากกลุ่มประเทศเจ้าของเทคโนโลยี ไปสู่กลุ่มประเทศผู้ตาม ทำให้มีความสัมพันธ์คาดการณ์ระหว่างตัวแปรควบคุมดังกล่าว และ

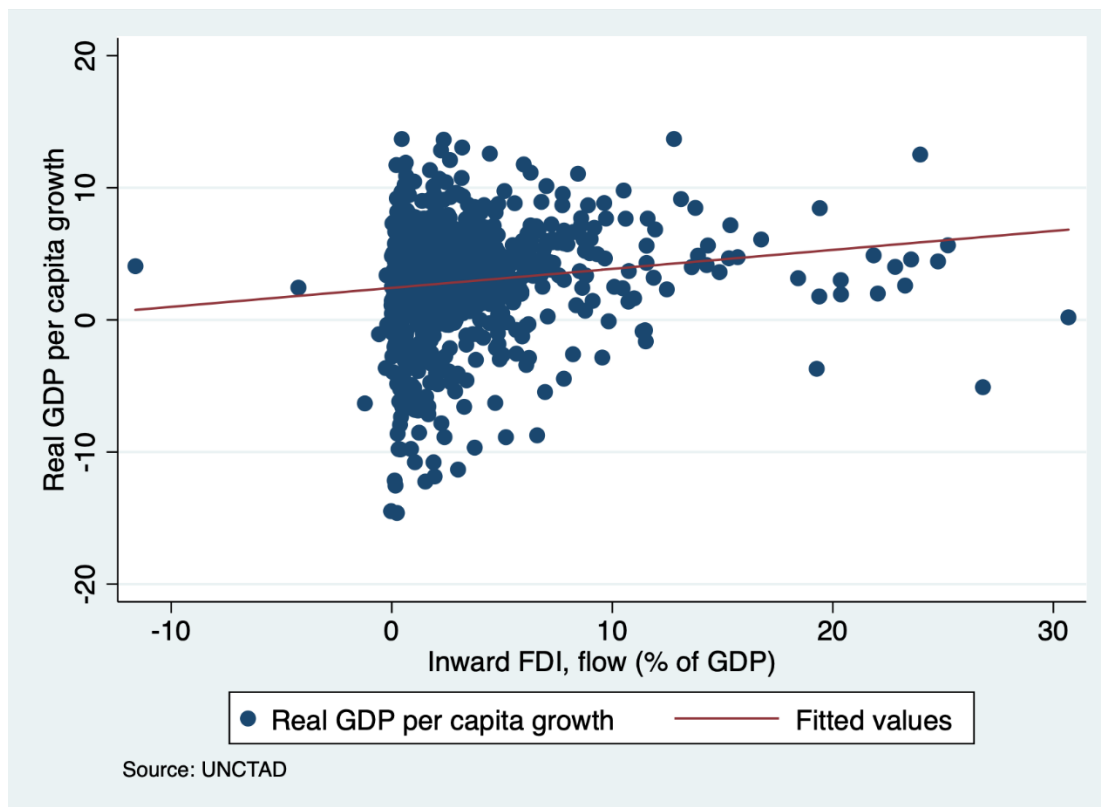
อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นบวกระหว่างกัน งานวิจัยเชิงประจักษ์ที่พบความสัมพันธ์เป็นบวกระหว่างการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เช่น ประเทศมาเลเซีย (Tang, C. & Tan, E.)

รูปที่ 7. 26 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



โดยข้อมูลปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ มีทั้งหมด 876 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.098 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.94 ค่าต่ำสุดร้อยละ -11.62 คือประเทศฮังการี ในปี 2015 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 30.68 คือประเทศสิงคโปร์ ในปี 2019 จากภาพที่ 7.26 พบว่า ระดับของ FDI ส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกันอยู่ในช่วง 0-5% ของ GDP โดยในช่วงก่อนปี 2000 พบว่า FDI ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีระดับสูงที่สุดในกลุ่มประเทศทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ในช่วงปี 2000-2010 พบว่าระดับของ FDI ในกลุ่มประเทศเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่านและกลุ่มประเทศเอเชียตะวันตกมีความโดดเด่นมากกว่า แต่ในช่วง 2010-2020 กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้มีการเติบโตขึ้นของการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศที่เพิ่มสูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นที่หมายในการลงทุนของต่างชาติในทศวรรษปัจจุบัน

รูปที่ 7. 27 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ในช่วงปี 1980 ถึง 2020

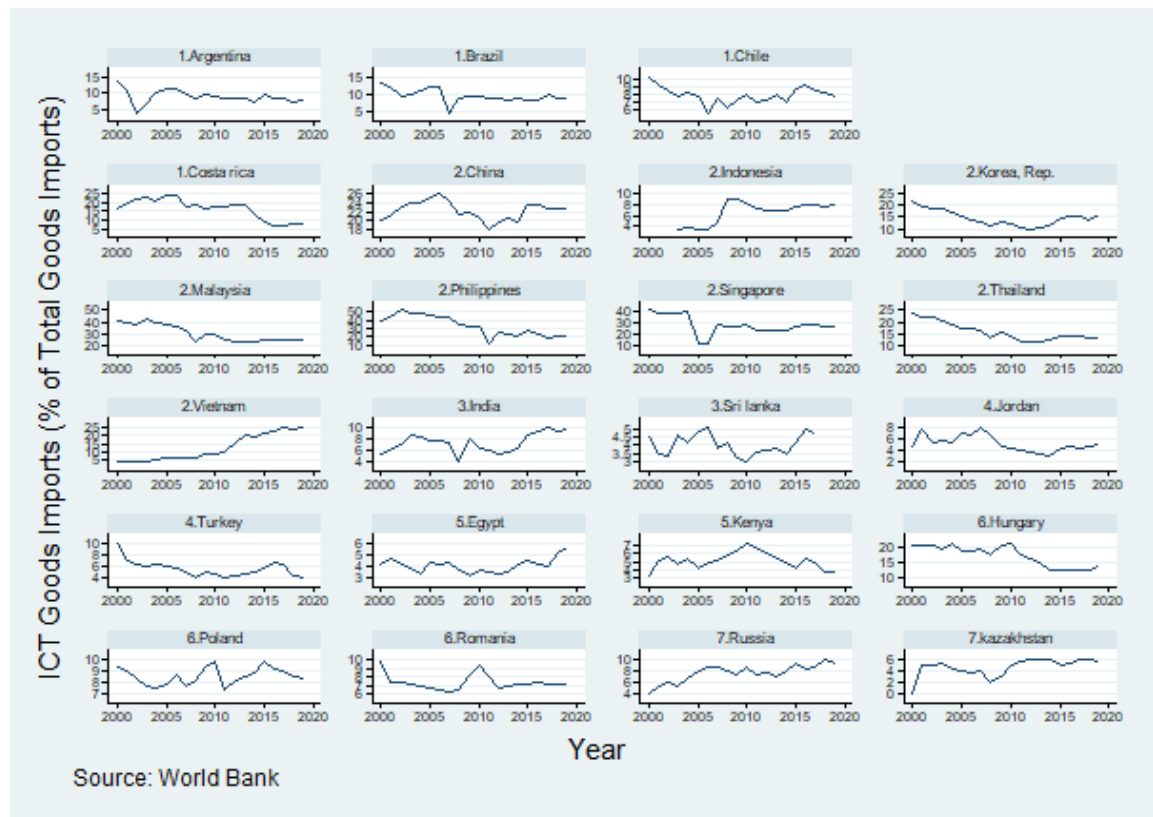


จากภาพที่ 7.27 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ ในภาพรวม พบว่า ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ มีความสัมพันธ์เป็นทิศทางบวกกับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีค่า piecewise correlation เท่ากับ 0.1354 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

**7.2.3.2.2 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT (สัดส่วนร้อยละต่อสินค้านำเข้าทั้งหมด)** ใช้ฐานข้อมูล ทูติยภูมิของธนาคารโลก โดยชุดข้อมูลครอบคลุมปีระหว่าง ค.ศ. 2000 จนถึง ค.ศ. 2018 หลักเกณฑ์ในการเก็บ ข้อมูลดังกล่าว อ้างอิงตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดโดย ที่ประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการค้าและการพัฒนา (UNCTAD) ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครื่องใช้ประกอบ เครื่องมือสื่อสาร อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และสินค้าสารสนเทศอื่น ๆ โดยตัวแปรการนำเข้าสินค้า ICT และอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ มีความสัมพันธ์คาดการณ์เป็นบวก Hassan (2005) ชี้ว่า สินค้า ICT ถือเป็นหนึ่งใน ปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มผลิตภาพให้กับทุนมนุษย์ เนื่องจากสินค้า ICT เป็นหนึ่งในสินค้าที่จะสามารถเพิ่มขีดความสามารถของมนุษย์ในการติดต่อสื่อสารและการทำงาน ในอีกมุมมองหนึ่ง อาจจะสามารถพิจารณาการนำเข้าสินค้า ICT ในลักษณะของการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับ Barro และ Sala-i-

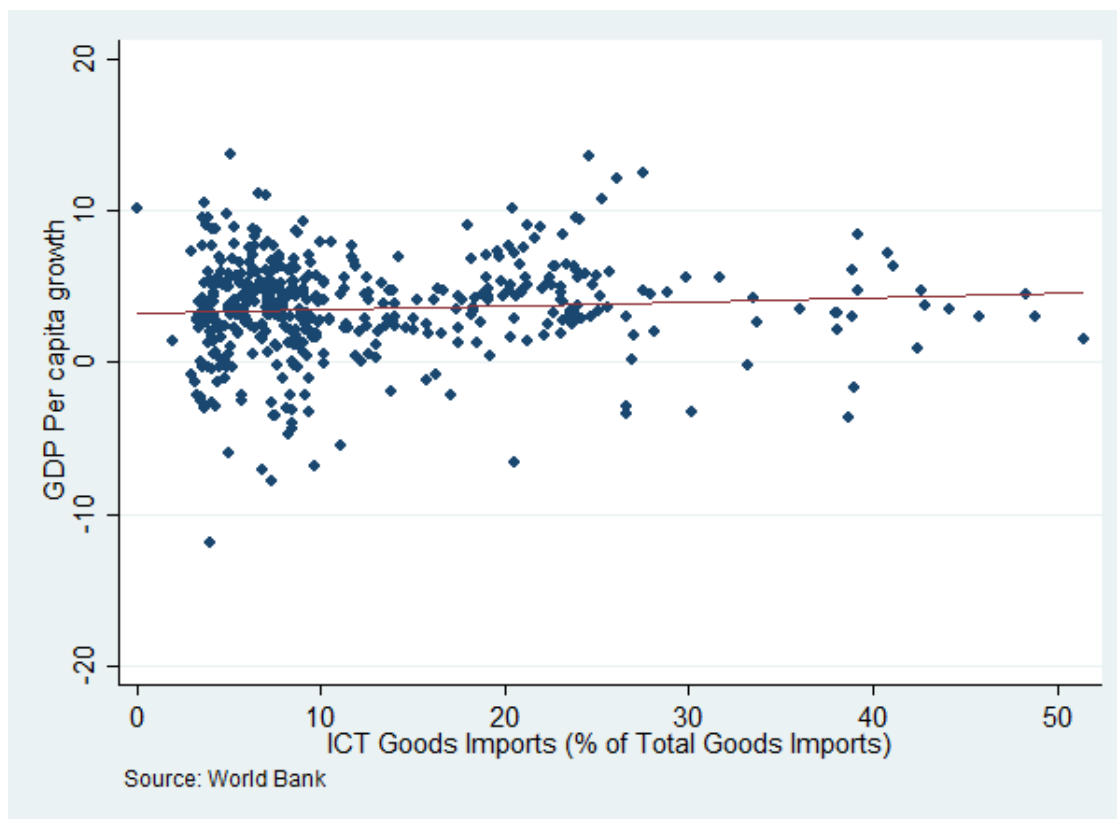
Martin (2003) ที่มองว่าการผสมผสานเทคโนโลยี (Technological Diffusion) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่เอื้อให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้ด้วยเช่นกัน จึงคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการนำเข้าสินค้า ICT และอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นบวก

รูปที่ 7. 28 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT (สัดส่วนร้อยละต่อสินค้านำเข้าทั้งหมด)ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



โดยชุดข้อมูลมีทั้งสิ้น 452 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 12.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 9.50 ค่าต่ำสุดร้อยละ 0.01 คือประเทศคาซัคสถาน ในปี 2000 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 51.48 คือประเทศฟิลิปปินส์ ในปี 2002 จากภาพที่ 7.28 จะเห็นว่าแนวโน้มในการนำเข้าสินค้า ICT ของกลุ่มประเทศเอเชียมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะสะท้อนว่าประเทศเหล่านี้มีความสามารถในการผลิตสินค้าประเภท ICT ได้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น จึงลดสัดส่วนการนำเข้าสินค้าลง เว้นแต่ประเทศอินเดีย ประเทศเวียดนาม และประเทศอินโดนีเซีย ที่ในช่วงปี 2018 เป็นต้นมา สัดส่วนการนำเข้าสินค้า ICT ได้เพิ่มสูงขึ้นมาก ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการที่กลุ่มประเทศเหล่านี้ต่างเป็นฐานการผลิตที่สำคัญ จึงมีแนวโน้มในการนำเข้าสินค้า ICT ที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น

รูปที่ 7. 29 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT (สัดส่วนร้อยละต่อสินค้านำเข้าทั้งหมด) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018

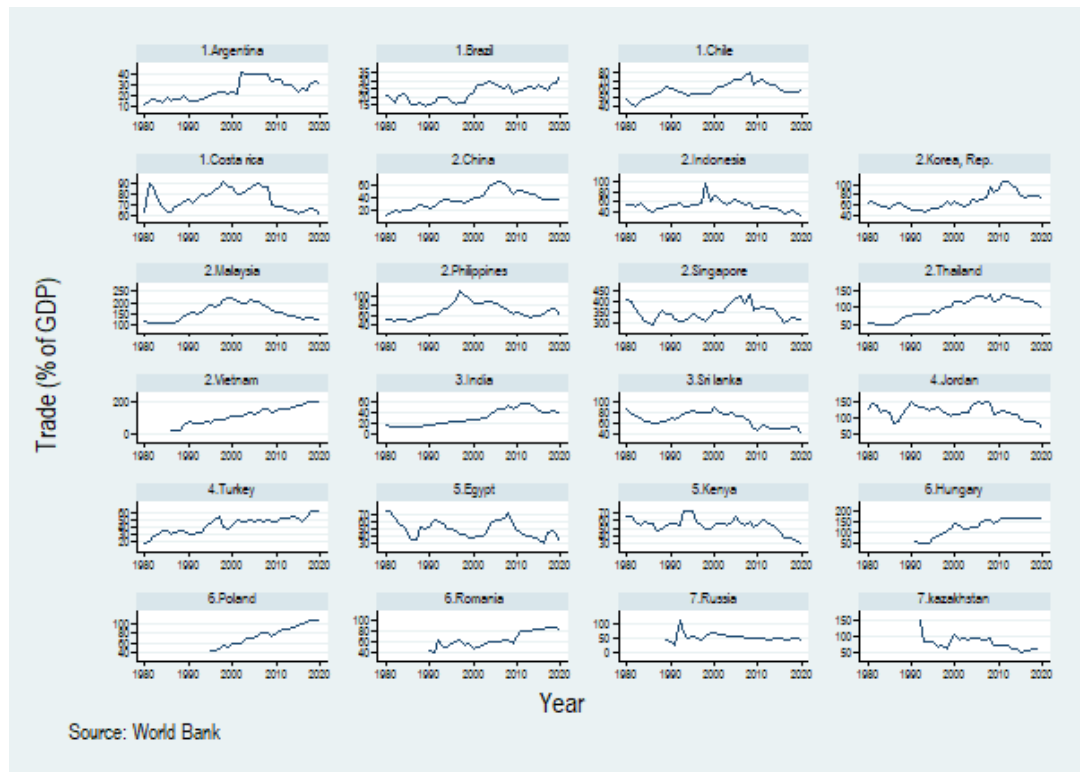


จากภาพที่ 7.29 พบว่า กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออก มีการนำเข้าสินค้า ICT สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังพบว่า การนำเข้าสินค้า ICT ของประเทศต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ มีแนวโน้มเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าว กับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ กลับไม่พบทิศทางความสัมพันธ์ที่ชัดเจนมากเท่าใดนัก โดยมีค่า piecewise correlation เท่ากับ 0.0782

**7.2.3.2.3 ระดับการค้า (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP)** ใช้ฐานข้อมูลทศนิยมของธนาคารโลก ในหมวดระดับการเปิดกว้างทางการค้า โดยคำนวณจากผลรวมของปริมาณการนำเข้าและส่งออกของแต่ละประเทศ และบันทึกไว้ในลักษณะสัดส่วนร้อยละต่อ GDP โดยชุดข้อมูลครอบคลุมปี 1980 ถึง 2020 ทั้งนี้ ยกเว้นกลุ่มประเทศเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่าน ซึ่งมีข้อมูลตั้งแต่ปี 1991 เป็นต้นไป ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการค้ากับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจยังคงเป็นที่ถกเถียง แม้งานวิจัยจำนวนหนึ่งจะระบุว่าการเปิดกว้างทางการค้า จะนำไปสู่การเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะยาว เนื่องจากการเปิดการค้าที่มากยิ่งขึ้น จะเป็นการเอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางด้านเทคโนโลยีและก่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีขึ้น (Ramzan et. al, 2020) แต่การ Yanikkaya, H. (2003) ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยพบว่าการตั้ง

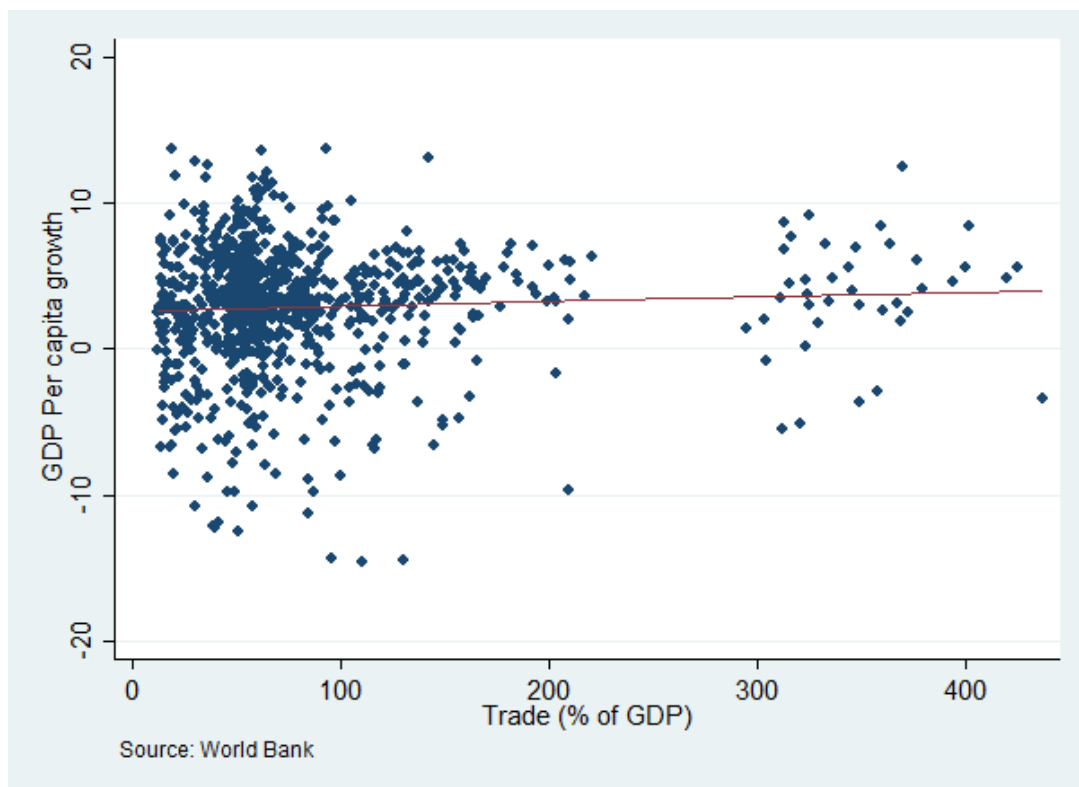
กำแพงภาษีสินค้า มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ดังนั้น ความสัมพันธ์  
 คาดการณ์ระหว่างอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจและระดับการเปิดทางการค้า จึงเป็นได้ทั้งบวกและลบ

รูปที่ 7. 30 ระดับการค้า (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



โดยชุดข้อมูลมีทั้งสิ้น 879 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 82.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 71.55 ค่าต่ำสุดร้อยละ 11.55 คือประเทศอาเจนตินา ในปี 1980 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 437.33 คือประเทศสิงคโปร์ ในปี 2008 จากภาพที่ 7.30 จะเห็นได้ว่า ในภาพรวม ระดับการเปิดทางการค้าของประเทศต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ดี จากสถิติ พบว่า ในกลุ่มประเทศอดีตคอมมิวนิสต์ ได้แก่ เวียดนาม โปแลนด์ ฮังการี และโรมาเนีย ทิศทางของระดับการเปิดทางการค้าเป็นบวก โดยในกรณีของเวียดนาม เกิดมาจากการที่ประเทศดังกล่าวเป็นฐานการผลิตที่สำคัญ จึงมีปริมาณการส่งออกและนำเข้าที่สูง จึงส่งผลให้ระดับการค้ามีแนวโน้มที่จะเติบโต และในกรณีของ โปแลนด์ ฮังการี และโรมาเนีย เกิดจากการที่ประเทศเหล่านี้เป็นสมาชิกของสหภาพยุโรป จึงมีระดับการเปิดทางการค้าที่สูง และเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง

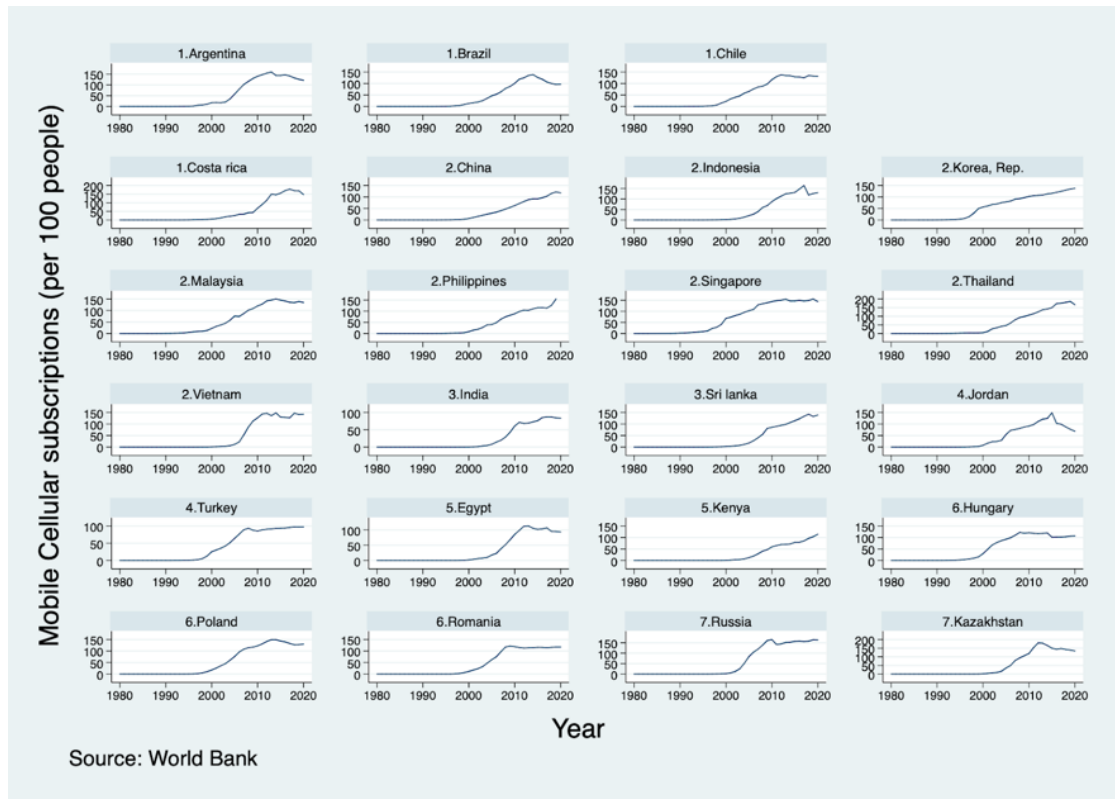
รูปที่ 7. 31 ระดับการค้า (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ  
ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.31 พบว่า ประเทศโดยส่วนใหญ่ มีการเติบโตของปริมาณการค้าขายอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม พบว่าตัวแปรอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจและระดับการค้ามีความสัมพันธ์ต่อกันเป็นบวกเล็กน้อย โดยมีค่า piecewise correlation เท่ากับ 0.0545

**7.2.3.2.4 ค่าเฉลี่ยของจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) โดยชุดข้อมูลครอบคลุมปี 1980 ถึง 2018 โดยนิยามของตัวแปรนี้คือการใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะ (public mobile cellular service) ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะที่ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายหรือเซลลูลาร์ (Cellular) ซึ่งรวมไปถึงการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเติมเงินรายเดือนทั้งในระบบบอณาโลกซึ่งสูตรของตัวแปรดังกล่าวคือ จำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมดในประเทศหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมดในประเทศ คูณด้วย 100 โดยความคาดหวังความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับ ค่าเฉลี่ยของจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) ซึ่งสื่อถึงความสามารถในการเข้าถึงเทคโนโลยี Lum (2011) และ Bahrini and Qaffas (2019) พบความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปที่ 7. 32 ค่าเฉลี่ยของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018

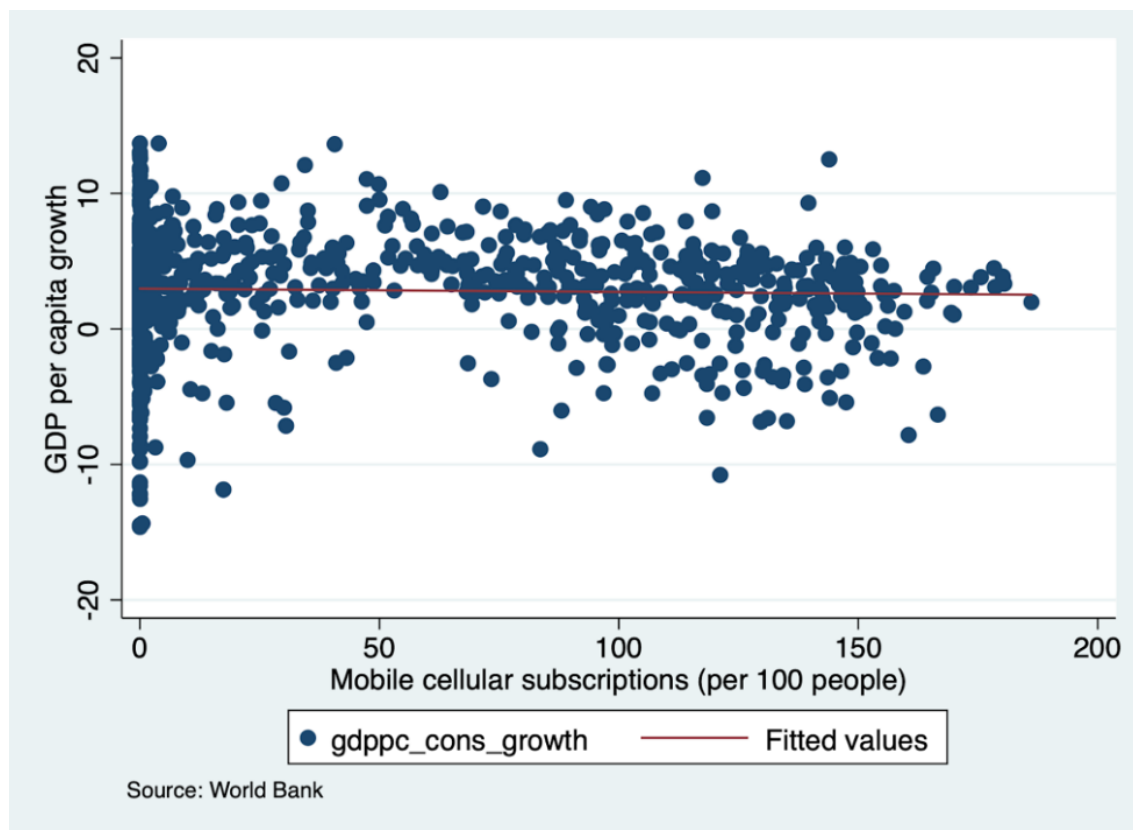


จากรูปที่ 7.32 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) ในแต่ละประเทศ ในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2018 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญภายหลังปี 2000 เนื่องมาจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีและกระแสโลกาภิวัตน์ส่งผลให้ผู้คนสามารถเข้าถึงการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มากขึ้นในทุกประเทศ โดยจากข้อมูลทั้งหมด 935 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 45.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 55.29 ค่าต่ำสุดที่ 0 และค่าสูงสุดที่ 186.16 คือประเทศไทยในปี 2019

จากภาพที่ 7.32 พบว่า ประเทศโดยส่วนใหญ่ มีการเติบโตของจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องโดยส่วนใหญ่แล้วมีอัตราการเพิ่มขึ้นของตัวแปรดังกล่าว



รูปที่ 7. 33 ค่าเฉลี่ยของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



จากรูปที่ 7.33 เห็นได้ว่าจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการการกระจุกตัวที่ 50 เครื่องต่อ 100 คน และในช่วง 100 ถึง 150 เครื่องต่อ 100 คน โดยความสัมพันธ์ของจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และการขยายตัวทางเศรษฐกิจยังไม่มีที่ชัดเจนเท่าใดนัก จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของ Mobile cellular subscriptions มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในทิศทางบวกอย่างต่อเนื่องในแทบทุกประเทศ ในขณะที่การเติบโตของ GDP มีความผันผวนมากเนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ จำนวนมากที่กระทบ GDP ดังนั้น จึงยังไม่เห็นความสัมพันธ์ดังกล่าวดังสมมติฐานคาดการณ์ข้างต้น

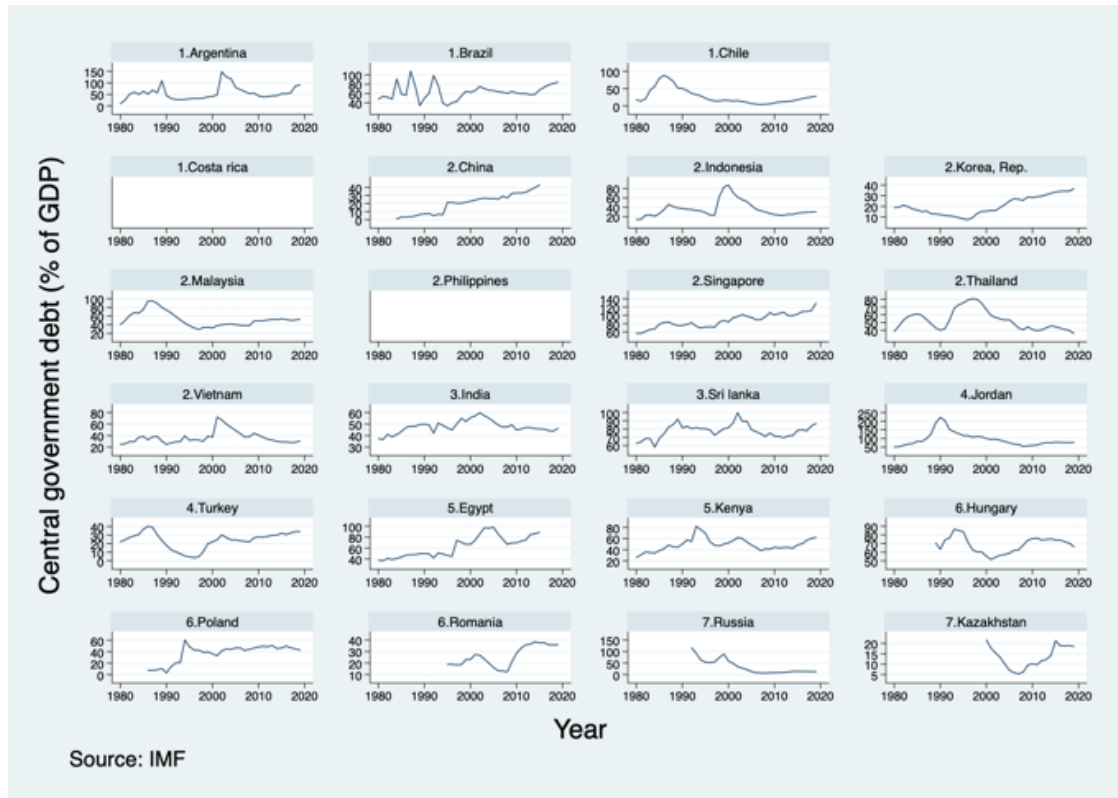
### 7.2.3.3 ตัวแปร Socio-Economic

#### ตัวแปรแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ (Economic environment)

7.2.3.3.1 หนี้รัฐบาลกลาง (ร้อยละต่อ GDP) เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (IMF) โดยชุดข้อมูลครอบคลุมปี 1980 ถึง 2019 ความสัมพันธ์ระหว่างหนี้สาธารณะกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจไม่มีทิศทางที่ชัดเจนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการก่อหนี้ นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น Lee and Ng (2015) ที่พบว่าหนี้สาธารณะมีผลกระทบเชิงลบต่อ GDP ในขณะที่ Egbetunde (2012)

พบว่าหนี้สาธารณะมีความสัมพันธ์ในระยะยาวเชิงบวกกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ หากหนึ่งดังกล่าวนำไปใช้เพื่อการพัฒนาประเทศมากกว่าการกู้มาเพื่อผลประโยชน์เฉพาะหน้าของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

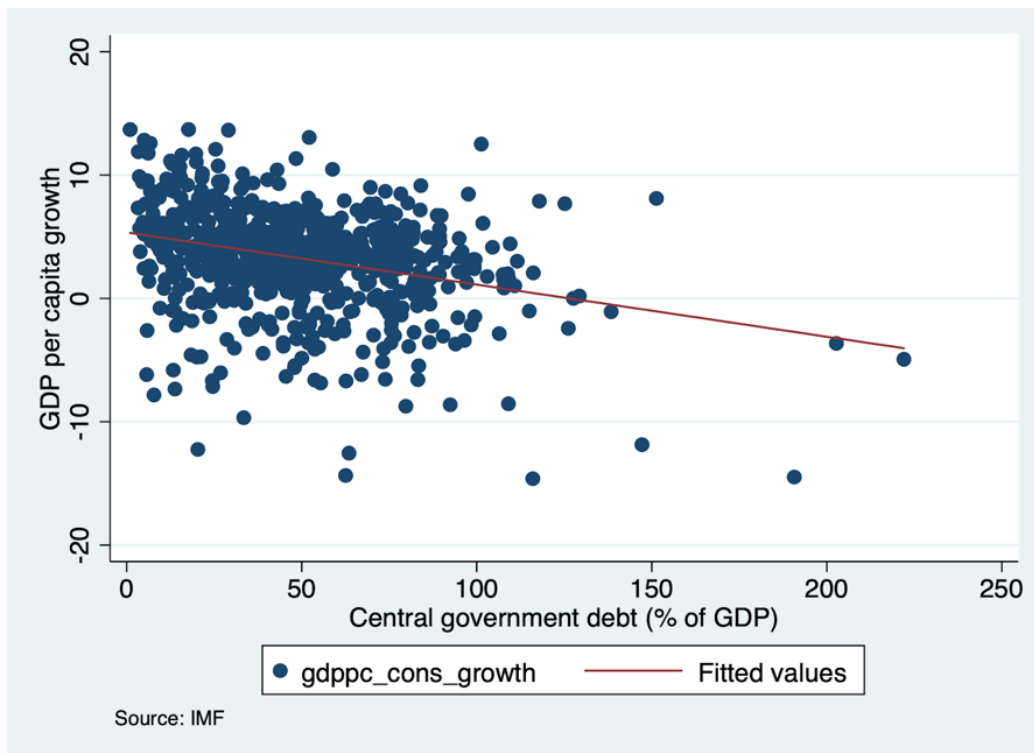
รูปที่ 7. 34 รูปที่ 7.34 หนี้รัฐบาลกลาง (ร้อยละต่อ GDP) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2019



จากรูปที่ 7.34 จะเห็นได้ว่าหนี้รัฐบาลกลางในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2019 มีความแตกต่างกันอย่างมาก จากข้อมูลหนี้รัฐบาลกลางทั้งหมด 732 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 49.67 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 28.22 ค่าต่ำสุดร้อยละ 3.26 คือประเทศโปแลนด์ ในปี 1990 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 222.03 คือประเทศจาร์แดน ในปี 1990

ในช่วงประมาณปีค.ศ. 2000 กลุ่มประเทศส่วนหนึ่งมีแนวโน้มของสัดส่วนของหนี้รัฐบาลกลางที่สูงขึ้น โดยเฉพาะประเทศอาร์เจนตินาที่สูงที่สุด ในทางตรงกันข้ามประเทศชิลี อินโดนีเซีย ไทย เวียดนาม อินเดีย จอร์แดน ฮังการีและรัสเซีย มีแนวโน้มสัดส่วนของหนี้รัฐบาลกลางลดลงช่วงหลังปี 2010

รูปที่ 7.35 หนี้รัฐบาลกลาง (ร้อยละ GDP) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ  
ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2019

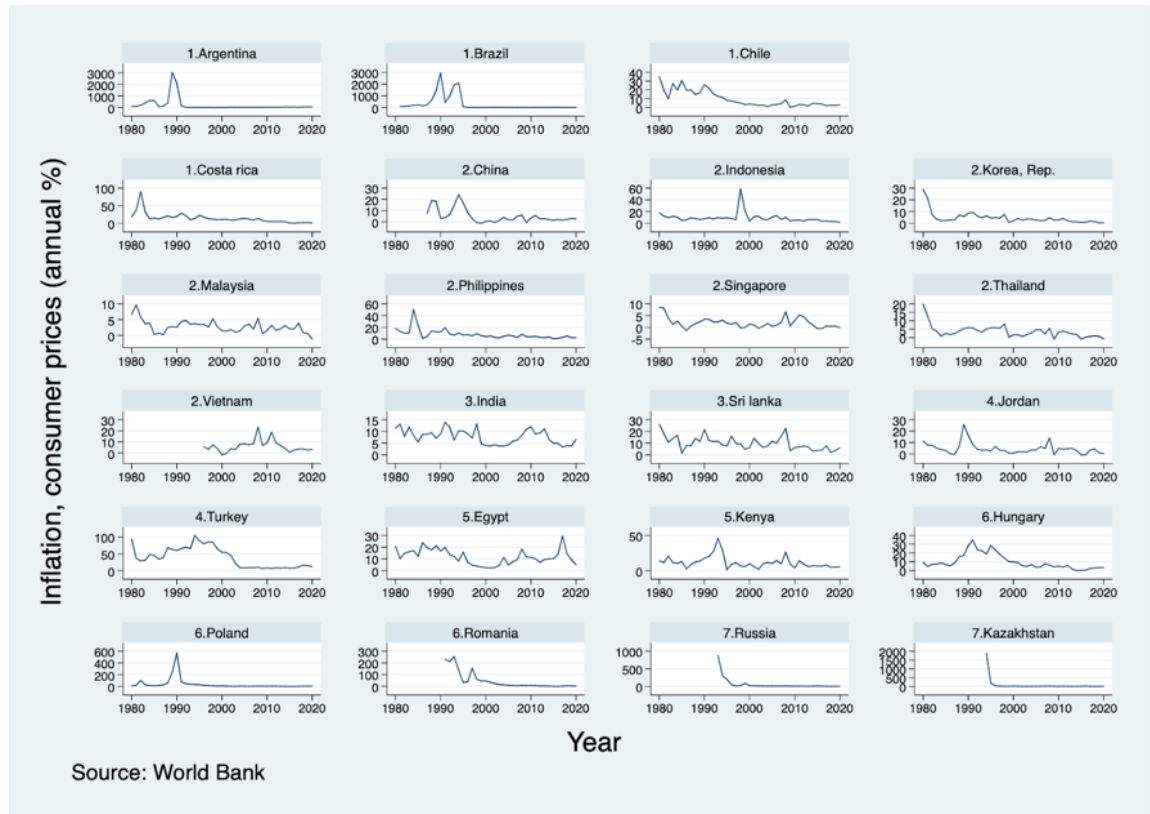


จากรูปที่ 7.35 เห็นได้ว่าหนี้รัฐบาลกลางมีการกระจุกตัวอยู่ในช่วงที่สัดส่วนหนี้รัฐบาลกลางต่อ GDP อยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 100 และมีความสัมพันธ์ทางลบกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างชัดเจน สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

**7.2.3.3.2 อัตราเงินเฟ้อ (consumer price index เป็นร้อยละต่อปี)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) โดยนิยามของตัวแปรนี้คือค่าใช้จ่ายทั้งหมดของสินค้าในตะกร้าในปีปัจจุบันหารด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมดของสินค้าในตะกร้าในปีที่ผ่านมา ชุดข้อมูลครอบคลุมปี 1980 ถึง 2018 เว้นแต่กลุ่มประเทศเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่าน กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกบางประเทศและโรมาเนีย ที่ข้อมูลส่วนใหญ่เริ่มมีการรวบรวมภายหลังปี 1990

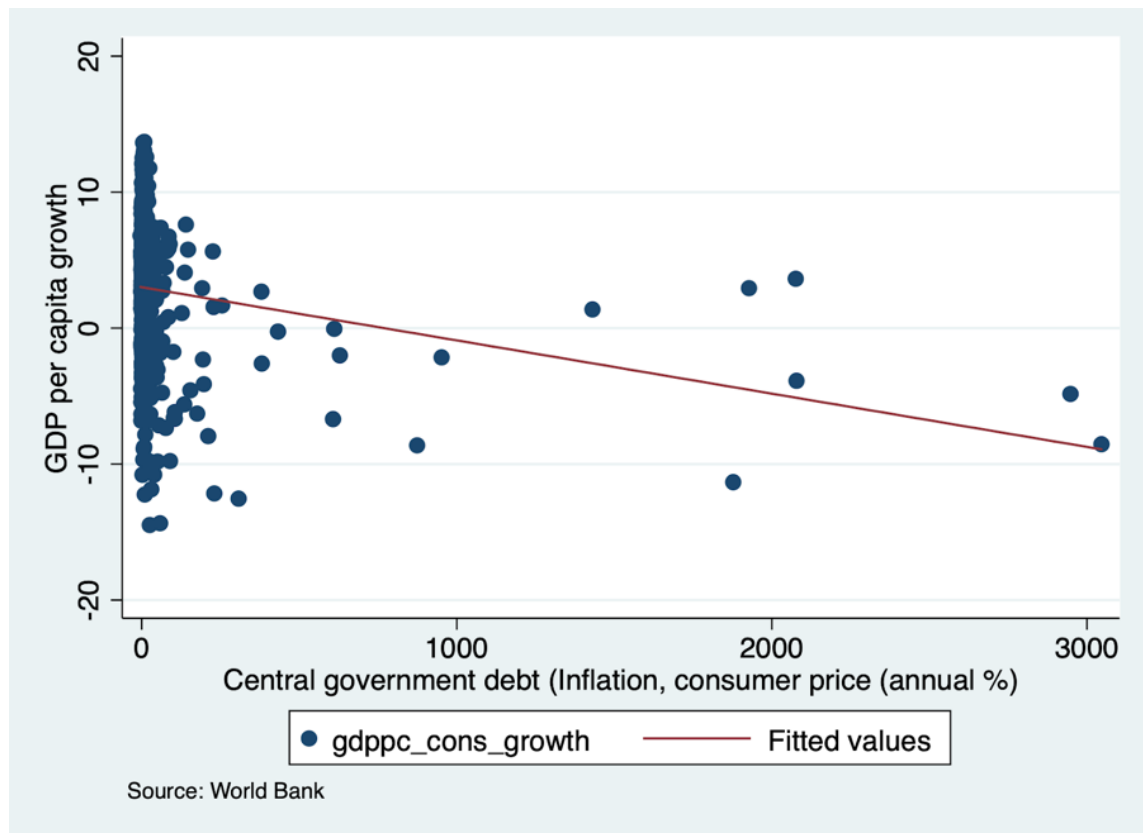
ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเงินเฟ้อ (consumer price เป็นร้อยละต่อปี) และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจค่อนข้างหลากหลาย Fischer (1993) ชี้ว่าในระยะยาว อัตราเงินเฟ้อมีผลเชิงลบต่อการเติบโตของเศรษฐกิจ Eggoh and Khan (2014) และ Sarel (1996) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอัตราเงินเฟ้อต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง โดยหากเกินจุด ๆ หนึ่งไปแล้ว การเพิ่มขึ้นของเงินเฟ้อจะส่งผลเชิงลบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ แต่หากต่ำกว่าจุดดังกล่าวจะมีผลเชิงบวกต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

รูปที่ 7. 36 อัตราเงินเฟ้อ (consumer price index เป็นร้อยละต่อปี) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



จากรูปที่ 7.36 จะเห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราเงินเฟ้อ ในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1980 ถึง 2020 มีความแตกต่างกันอย่างมาก จากข้อมูลอัตราเงินเฟ้อทั้งหมด 881 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 37.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 221.1 ค่าต่ำสุดร้อยละ -3.56 คือประเทศอาร์เจนตินา ในปี 1993 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 3046.09 คือประเทศอาร์เจนตินา ในปี 1989 ในช่วงประมาณปลายปี 1980 กลุ่มประเทศต่าง ๆ มีอัตราเงินเฟ้อ เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศลาตินอเมริกาและแคริบเบียน ที่อัตราเงินเฟ้อสูงขึ้นอย่างมหาศาลจากวิกฤติการณ์ทางการเงินในแถบประเทศลาตินอเมริกา และได้ลดลงในช่วงหลังปี 1990 เช่นเดียวกันกับกลุ่มประเทศ EU13 และกลุ่มประเทศเศรษฐกิจเปลี่ยนผ่านที่พบข้อมูลอัตราเงินเฟ้อที่สูงในช่วงต้นปีค.ศ. 1990 และลดลงอย่างฉับพลันหลังจากนั้น อย่างไรก็ดี ตั้งแต่ปี 2000 เป็นต้นมา อัตราเงินเฟ้อได้ลดลงมาอยู่ที่ระดับต่ำมากในทุกประเทศ

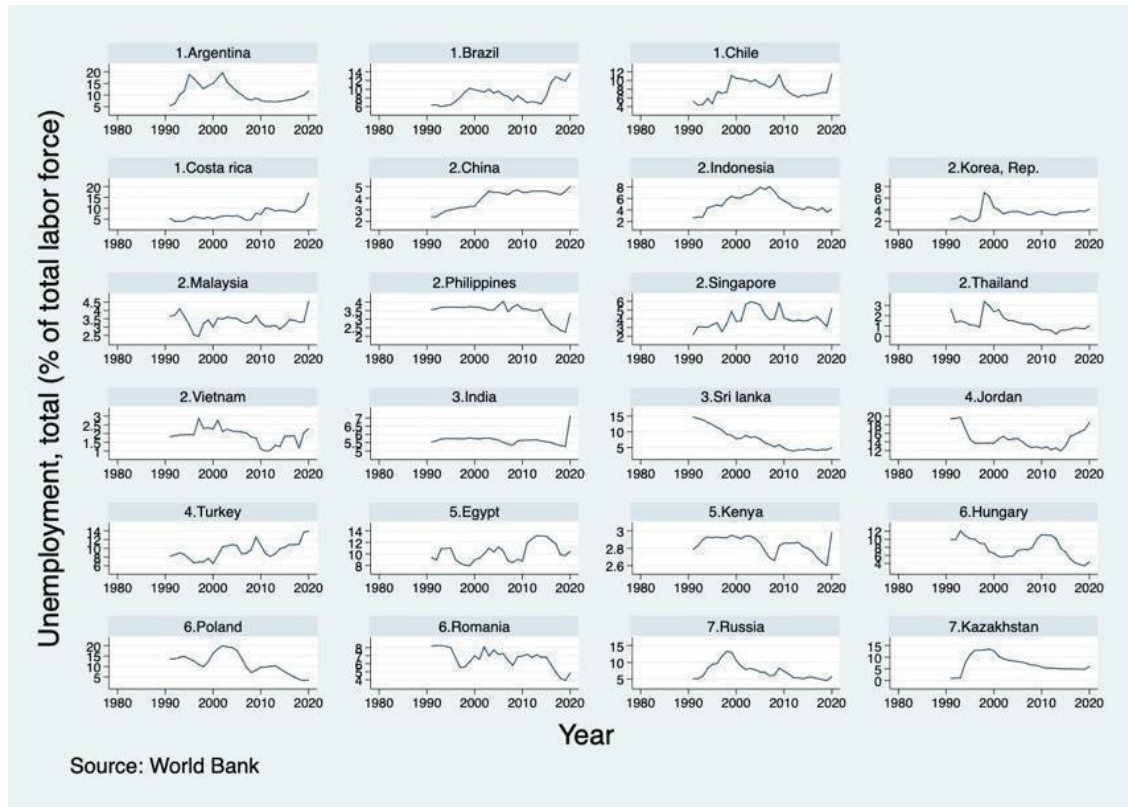
รูปที่ 7.37 อัตราเงินเฟ้อ (consumer price index เป็นร้อยละต่อปี) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2018



จากรูปที่ 7.37 เห็นได้ว่า อัตราเงินเฟ้อมีการการกระจุยตัวในช่วงที่ช่วงอัตราเงินเฟ้อหลักหน่วย ทั้งยังมีความแปรปรวนของข้อมูลในช่วงดังกล่าวสูงมาก เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเงินเฟ้อ กับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจโดยรวมของทุกประเทศแล้วพบความสัมพันธ์เชิงลบอย่างชัดเจน

**7.2.3.3.3 อัตราว่างงาน (ร้อยละ จากกำลังแรงงานทั้งหมด)** เป็นข้อมูลที่เผยแพร่โดยธนาคารโลก (World Bank) โดยมีลักษณะการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบร้อยละของแรงงานทั้งหมด นิยามคือ อัตราส่วนของผู้ว่างงาน จากกำลังแรงงานทั้งหมด ซึ่งกำลังแรงงานคือประชากรที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไปทั้งหมด ตามความหมายขององค์กรแรงงานระหว่างประเทศ หรือ ILO (International Labour Organization) ซึ่งคาดการณ์ว่าอัตราการว่างงานมีความสัมพันธ์ทางลบกับการขยายตัวของเศรษฐกิจ เนื่องจากอัตราการว่างงานที่สูง สะท้อนถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่สำคัญ คือแรงงานของประเทศ ไม่เต็มประสิทธิภาพ อาทิ Shuka (2017)

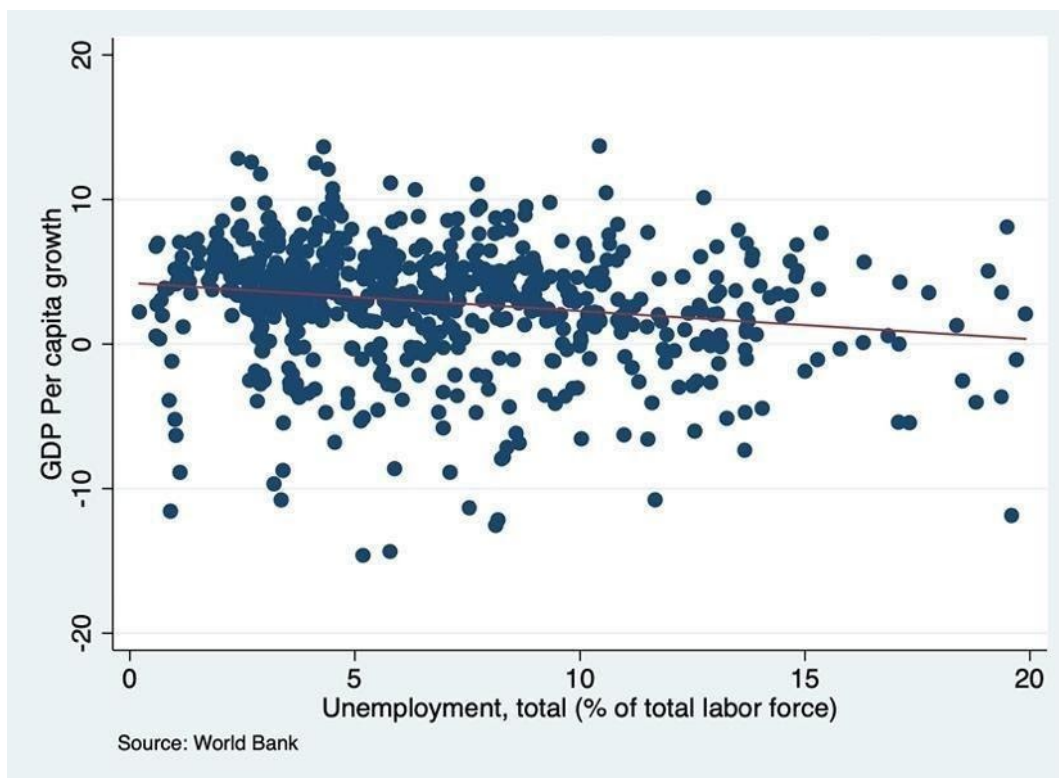
รูปที่ 7.38 อัตราว่างงาน (ร้อยละ จากกำลังแรงงานทั้งหมด) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1991 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.38 จะเห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการว่างงานในแต่ละประเทศในช่วงระยะเวลา 1991 ถึง 2020 มีความแตกต่างกันอย่างมาก จากข้อมูลอัตราการว่างงานทั้งหมด 690 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.645 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 3.954 ค่าต่ำสุดร้อยละ 0.21 คือประเทศไทย ในปี 2013 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 19.90 คือประเทศโปแลนด์ ในปี 2002 ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หลังวิกฤตการณ์ต้มยำกุ้งมีอัตราการว่างงานเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่ก็ได้ปรับตัวลงต่อมา จนกระทั่งในช่วงปี 2020 ในทุกประเทศมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการว่างงานมากสูงมากเนื่องจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 โดยเฉพาะกลุ่มประเทศลาตินอเมริกา และแคริบเบียนที่มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการว่างงานมากสูงราวร้อยละ 20



รูปที่ 7.39 อัตราการว่างงาน (ร้อยละจากกำลังแรงงานทั้งหมด) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1991 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.39 เห็นได้ว่าอัตราการว่างงานและการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มเป็นลบอย่างชัดเจน สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

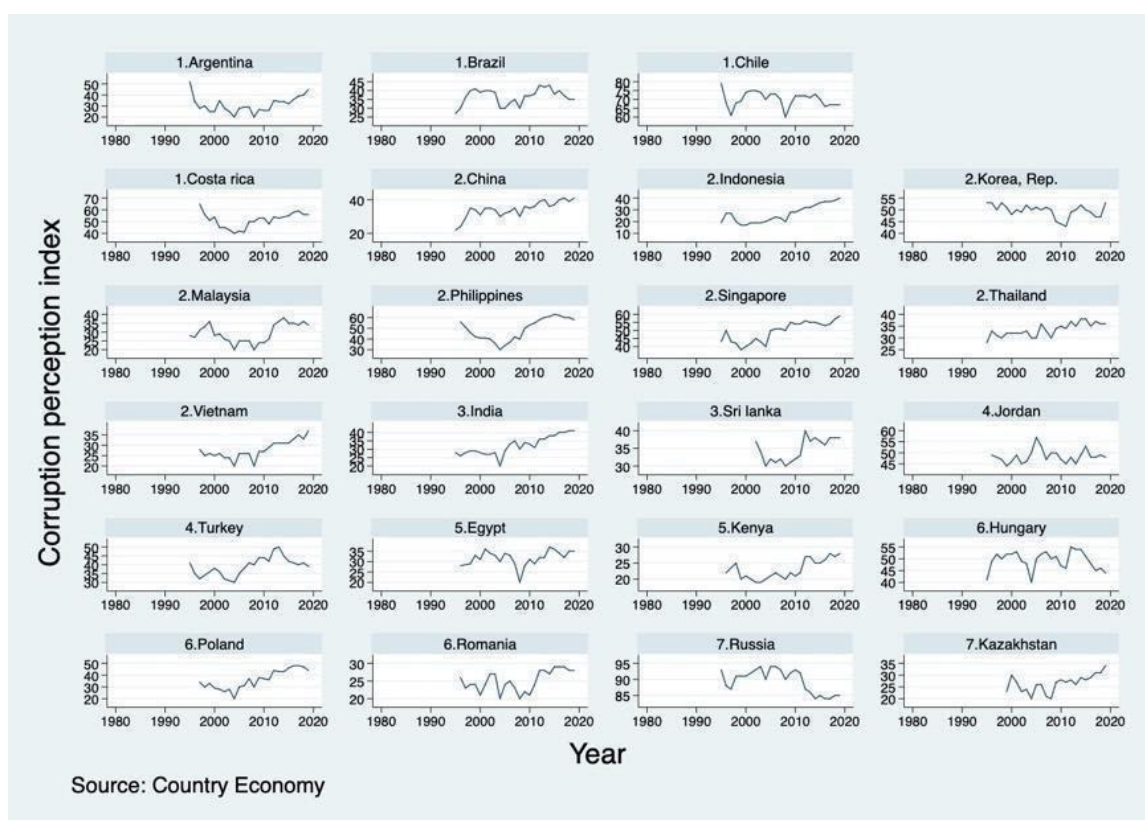
#### ตัวแปรแวดล้อมทางด้านทางการเมือง (Political environment)

ปัจจัยทางการเมืองเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งเสริมให้เกิดการขยายตัวของเศรษฐกิจที่มั่นคงในระยะยาวเนื่องจากการลงทุนใน R&D หรือเทคโนโลยี นั้นต้องใช้เวลาอันยาวนานจึงจะเห็นผลซึ่งถ้าหากสถาบันทางการเมืองไม่อำนวยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่สม่ำเสมอและมากพอ จะส่งผลให้เศรษฐกิจของประเทศไม่สามารถขยายตัวได้ในระยะยาว (Evenson & Westphal, 1995)

**7.2.3.3.4 Corruption perception index (CPI)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาจาก Country Economy ที่จัดทำโดย Transparency international เพื่อสะท้อนมุมมองด้านคอร์รัปชันของหน่วยงานรัฐ ผ่านมุมมองผู้เชี่ยวชาญ และนักธุรกิจ ที่มีต่อการคอร์รัปชันของรัฐ เช่น การรับสินบน การใช้ทรัพย์สินของรัฐเพื่อประโยชน์ส่วนตัวของเจ้าหน้าที่รัฐ ระบบอุปถัมภ์ในหน่วยราชการ เป็นต้น รวมไปถึงกลไกในการป้องกันการคอร์รัปชัน อาทิ ความน่าเชื่อถือของมาตรการป้องกันการคอร์รัปชันของรัฐ โดยดัชนีนี้มีค่า

ตั้งแต่ 0-100 โดย 100 สะท้อนถึงระดับการคอร์รัปชันที่ต่ำที่สุด ดังนั้น จึงคาดการณ์ความสัมพันธ์ทางบวก ระหว่าง Corruption perception index กับการอัตราขยายตัวของเศรษฐกิจ เนื่องจากการแสดงถึง ความมีประสิทธิภาพของสถาบัน และกฎหมาย นำไปสู่การมีสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา เทคโนโลยีได้ดี และนำมาสู่การขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เกิดจากกระบวนการเทคโนโลยีในที่สุด (Anderson, 2018)

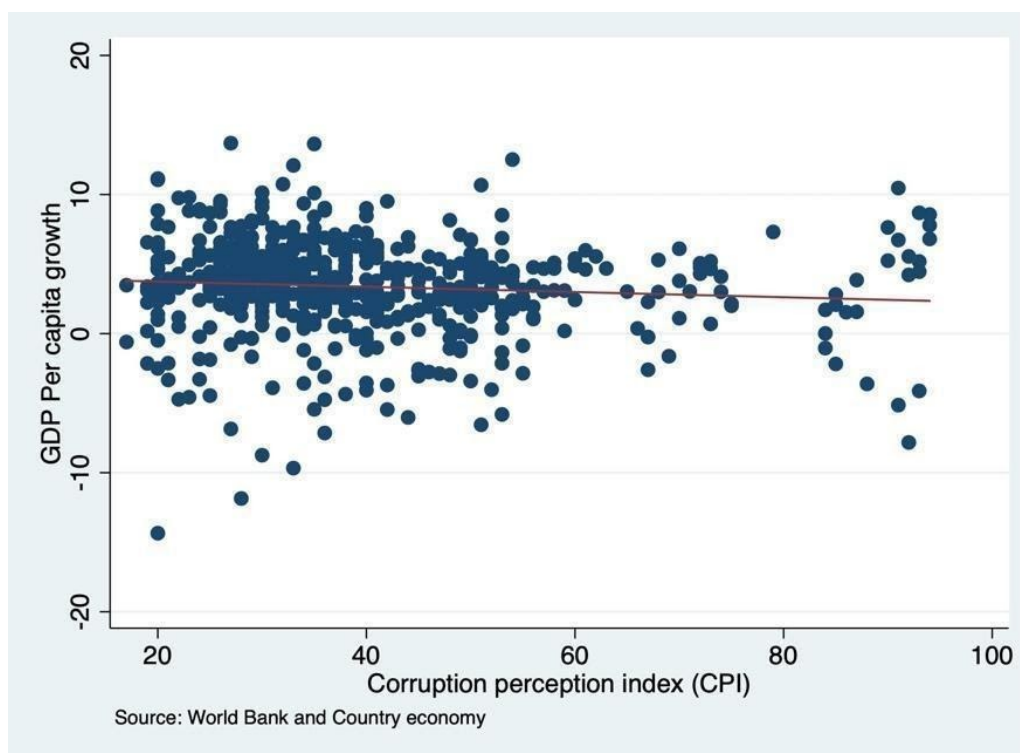
รูปที่ 7. 40 Corruption perception index (CPI) ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019



จากรูปที่ 7.40 จะเห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ CPI ในแต่ละประเทศในช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019 มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มประเทศ โดยประเทศส่วนใหญ่ในกลุ่มเอเชียตะวันออก และเอเชียใต้จะมีแนวโน้มของการคอร์รัปชันที่ลดลง นั่นคือแนวโน้มของค่า CPI ที่สูงขึ้น ขณะที่ประเทศในกลุ่มอื่นไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มภูมิภาคลาตินอเมริกา และแคริบเบียน จากข้อมูล CPI ทั้งหมด 550 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.33 ค่าต่ำสุดร้อยละ 17 คือประเทศอินโดนีเซีย ในปี 1999 - 2000 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 94 คือประเทศรัสเซีย ในปี 2003 2005 และ 2006



รูปที่ 7. 41 Corruption perception index (CPI) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ  
ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019



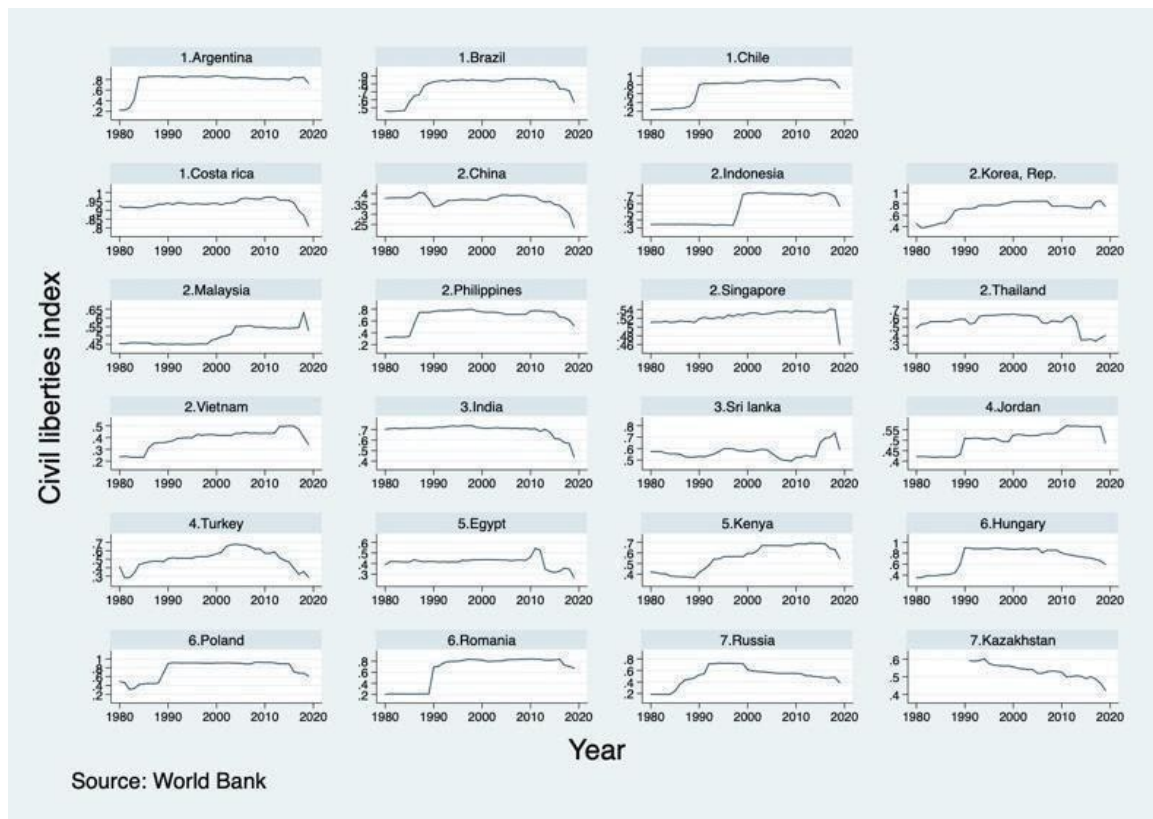
จากรูปที่ 7.41 เห็นได้ว่า CPI มีการกระจายตัวอย่างมากในทั้งค่าอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เป็นบวกและลบ แต่จะเกาะกลุ่มกันมากที่สุดในช่วง 20 ถึง 60 ความสัมพันธ์ระหว่าง CPI และการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มเป็นลบเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ก่อนสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าวได้

**7.2.3.3.5 Civil liberties index** เป็นข้อมูลทฤษฎีที่มีแหล่งที่มาจาก World Bank ดัชนีดังกล่าวสะท้อนการให้ความสำคัญต่อสิทธิมนุษยชนผ่าน 5 ด้านด้วยกัน ได้แก่ อิสระทางการเมือง อิสระในการรวมตัวและมีส่วนร่วม อิสระด้านศาสนา อิสระด้านการเคลื่อนไหว อิสระด้านความมั่นคง และความปลอดภัยส่วนบุคคล โดยดัชนีจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าเข้าใกล้ 1 สะท้อนว่าประเทศนั้นให้ความสำคัญกับสิทธิมนุษยชนมาก ประเทศที่ประชาชนมีสิทธิมนุษยชนต่ำมักจะตามมาด้วยภาวะความยากจนของคนในสังคม และการใช้อำนาจเกินขอบเขตของรัฐ อันเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การขยายตัวของเศรษฐกิจลดลง ดังนั้นจึงคาดการณ์ว่าตัวแปร civil liberties มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (Horvath, 2011)

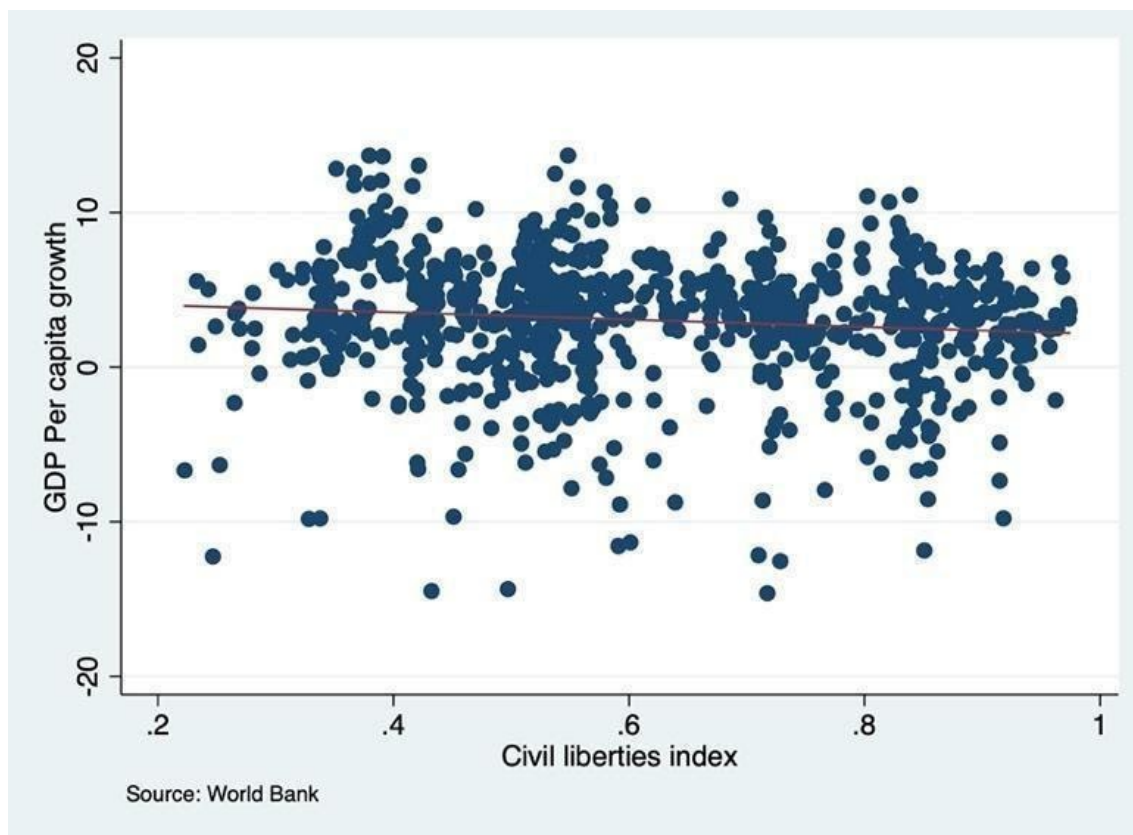
จากรูปที่ 7.42 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของ Civil liberties index ในแต่ละประเทศในช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2019 มีแนวโน้มที่สูงขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่า ในช่วงท้ายสุดของข้อมูล มีการปรับตัวลง

ของ civil liberties index พร้อมกันในทุกประเทศ ซึ่งคาดว่ามาจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 ทำให้ภาครัฐต้องใช้มาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม รวมถึงการใช้มาตรการที่รัดกุมในหลายๆ ประเทศ ซึ่งอาจทำให้ประชาชนรู้สึกถึงการถูกกลั่นแกล้งทางอิสรภาพได้ จากข้อมูล Civil liberties index ทั้งหมด 909 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.604 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.196 ค่าต่ำสุดที่ 0.184 คือประเทศรัสเซีย ในปี 1982 และค่าสูงสุดที่ 0.974 คือประเทศคอซอวาร์กา ในปี 2012

รูปที่ 7. 42 Civil liberties index ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง 1980 ถึง 2019



รูปที่ 7. 43 Civil liberties index และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2019

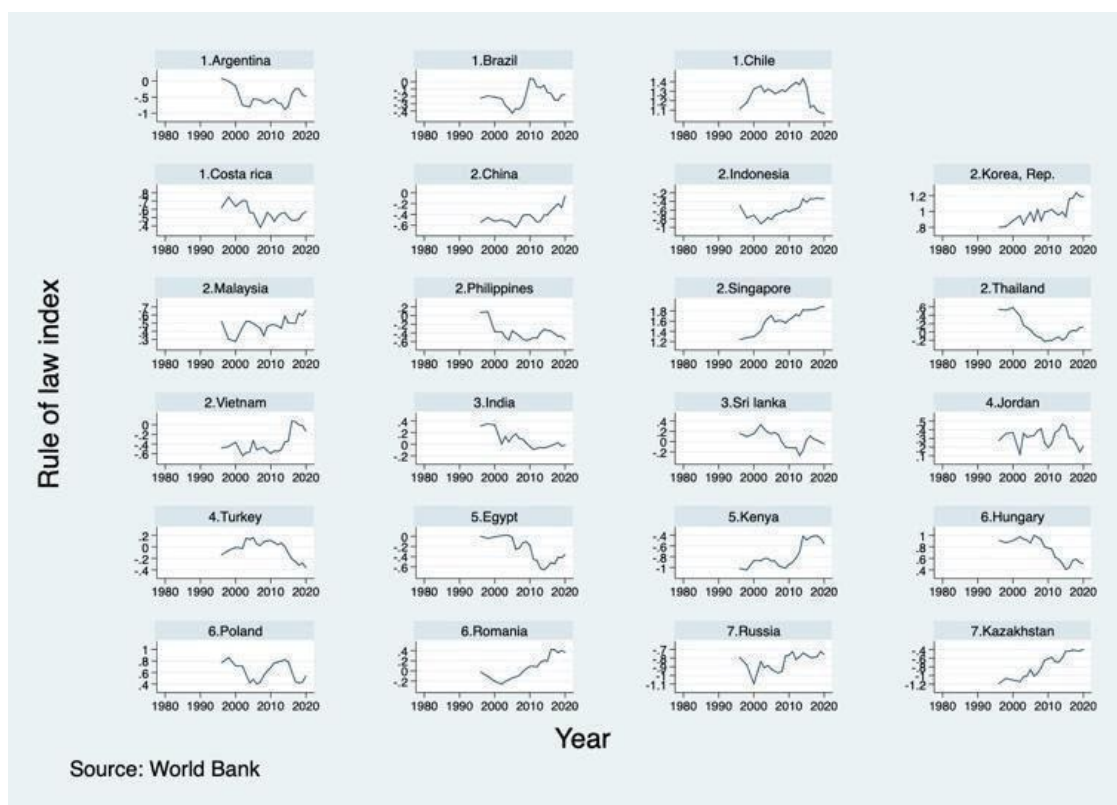


เช่นเดียวกันกับกรณีของ CPI จากรูปที่ 7.43 จะเห็นได้ว่า มีการกระจายตัวอย่างมากในทั้งค่าอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เป็นบวกและลบ ความสัมพันธ์ระหว่าง Civil liberties index และการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มเป็นลบเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ก่อนสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าวได้

**7.2.3.3.6 ดัชนี Rule of Law** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาจาก World Bank ดัชนีชี้วัดมุมมองของประชาชนต่อความมั่นใจในประสิทธิภาพของกฎหมายและข้อบังคับในประเทศ ประกอบด้วยการบังคับใช้กฎหมาย โอกาสที่จะเกิดความรุนแรง อาชญากรรม เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้คำนวณดัชนี Rule of Law เป็นการเก็บผ่านแบบสอบถาม โดยค่าที่รายงานอยู่ในรูปของ Z-score ที่มีค่าอยู่ในช่วง -2.5 ถึง 2.5 โดยค่ายิ่งมาก ยิ่งสะท้อนว่าประสิทธิภาพของการบังคับใช้กฎหมายดีมาก คาดการณ์ว่าตัวแปรดัชนี rule of law จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการขยายตัวของเศรษฐกิจ (Horvath, 2011) เนื่องจากการที่ประเทศมี rule of law ต่ำจะส่งผลให้เกิดความวุ่นวายของสังคมเช่น อาชญากรรม เป็นต้น ส่งผลให้แรงจูงใจในการสะสมทุนทั้งทุนกายภาพและทุนมนุษย์ลดลงและการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงได้ นอกจากนี้ดัชนี rule of law ยังสื่อถึงกลไกการคุ้มครองสิทธิทางปัญญาซึ่งถ้าหากประเทศมีกลไกป้องกันการล่วงละเมิด

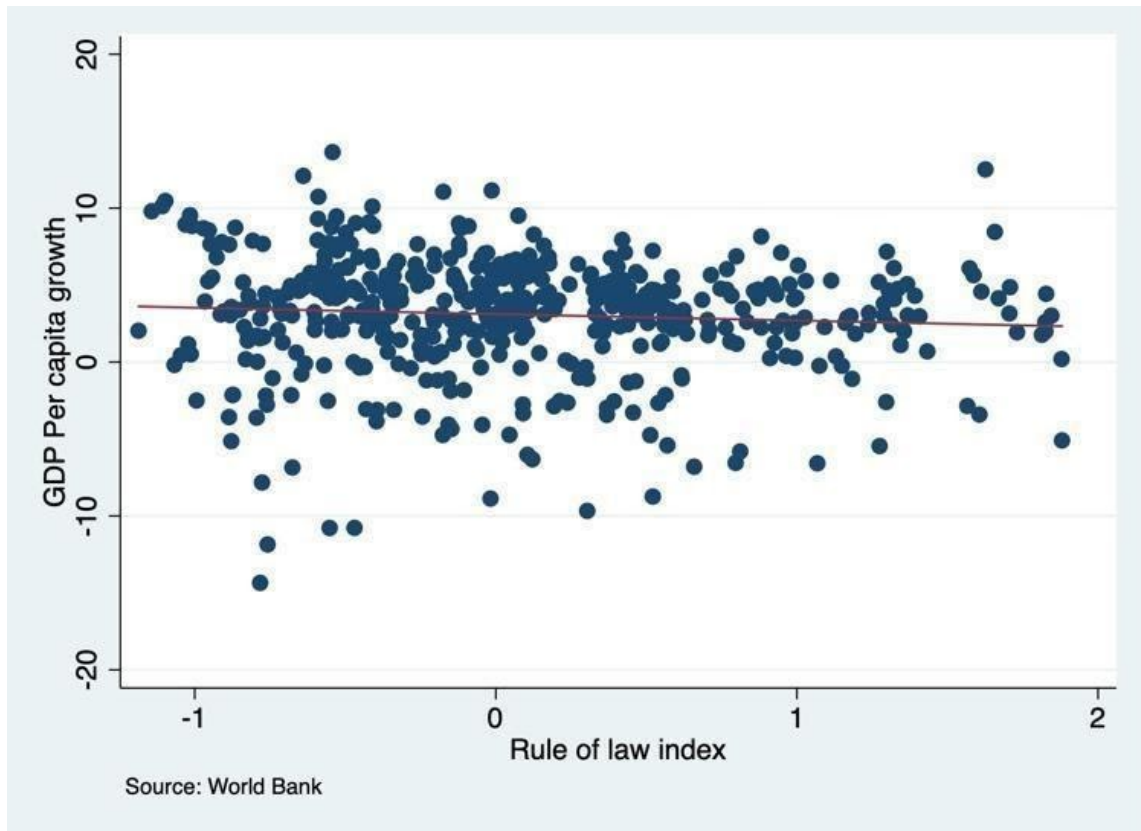
ทรัพย์สินทางปัญญาที่ไม่รัดกุม ก็จะทำให้แรงจูงใจในการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีลดลง และการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ลดลงตามมาด้วย

รูปที่ 7. 44 Rule of Law ของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่าง 1996 ถึง 2020



จากรูปที่ 7.44 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของดัชนี rule of law ในแต่ละประเทศในช่วงระหว่างปี 1996 ถึง 2020 มีความแตกต่างกันมาก จากข้อมูลดัชนี rule of law ทั้งหมด 506 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.070 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.677 ค่าต่ำสุดที่ -1.187 คือประเทศคาซัคสถาน ในปี 1996 และค่าสูงสุดที่ 1.880 คือประเทศสิงคโปร์ ในปี 2020 จะเห็นว่ากลุ่มประเทศในช่วงเปลี่ยนผ่านมีดัชนี Rule of law ตีลบทั้งหมด เช่นเดียวกับประเทศจีน โดยประเทศเหล่านี้มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ ไม่ได้มีการปกครองแบบประชาธิปไตย ซึ่งอาจส่งผลให้มุมมองที่ประชาชนมีต่อการใช้อำนาจของรัฐเป็นลบได้ แต่จะเห็นได้ว่าประเทศเหล่านั้นมีแนวโน้มของ rule of law ที่สูงขึ้น ในขณะที่ประเทศในกลุ่มภูมิภาคเอเชียใต้กลับมีแนวโน้มของ rule of law ที่ลดลง สาเหตุอาจจะมาจากการมีข้อกฎหมายที่ล้าหลังและอำนาจของเจ้าหน้าที่รัฐที่สูงขึ้นทำให้ประชาชนเกิดคำถามกับการใช้อำนาจของเจ้าหน้าที่มากขึ้น

รูปที่ 7. 45 Rule of Law และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ 23 ประเทศ ช่วงระหว่างปี 1996 ถึง 2020



เช่นเดียวกันกับกรณีของ CPI และ Civil liberties index รูปที่ 7.45 สะท้อนถึงการกระจายตัวอย่างมากของดัชนี Rule of law ในทั้งค่าอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เป็นบวกและลบ ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี Rule of law และการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มเป็นลบเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ก่อนสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าวได้

ตารางที่ 7. 4 สรุปตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวถึงในบทที่ 7 พร้อมทิศทางผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการค้า

ตารางที่ 7.4 สรุปตัวแปรทั้งหมด

| Variable  | Description                                                 | Expected Sign |
|-----------|-------------------------------------------------------------|---------------|
| RD_EXP    | Gross domestic expenditure on R&D (GERD: % of GDP)          | +             |
| RD_HUM    | R&D personnel (% of total labor force)                      | +             |
| RD_PAT_R  | Patent applications, residents                              | +             |
| RD_PAT_NR | Patent applications, nonresidents                           | +             |
| RD_PUB    | Scientific and technical journal articles                   | +             |
| GFCF      | Gross fixed capital formation (% of GDP)                    | +             |
| POP       | Population, total                                           | +             |
| TER       | Tertiary enrollment ratio                                   | +             |
| G_C       | General government final consumption expenditure (% of GDP) | -             |
| G_EDU     | Government expenditure on education, total (% of GDP)       | +             |
| G_H       | Domestic general government health expenditure (% of GDP)   | +             |
| FDI       | Inward FDI, flow (% of GDP)                                 | +, -          |
| ICT_IM    | ICT goods imports (% total goods imports)                   | +             |
| TRADE     | Trade (% of GDP)                                            | +             |
| MOBILE    | Mobile cellular subscriptions (per 100 people)              | +             |
| G_DEBT    | Central Government Debt (Percent of GDP)                    | -             |
| INFL      | Inflation, consumer prices (annual %)                       | -             |
| UNEMP     | Unemployment, total (% of total labor force)                | -             |
| CPI       | Corruption perception index                                 | +             |
| CLI       | Civil liberties index                                       | +             |
| ROL       | Rule of law                                                 | +             |

## บทที่ 8

### ระเบียบวิธีวิจัยและผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ

งานวิจัยได้รวบรวมข้อมูลของ 23 ประเทศแบบ panel และนำเสนอข้อมูลดังกล่าวทางสถิติเบื้องต้น ในบทที่ 7 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์แบบ panel ที่สำคัญคือ เป็นการเพิ่มจำนวนข้อมูล (Observation) อันจะทำให้ได้ค่าประมาณการ (Estimate) ที่น่าเชื่อถือกว่าการใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง หรืออนุกรมเวลาที่มีจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป นอกจากนี้การที่ตัวแปรอิสระมีลักษณะเป็น 2 มิติ ยังช่วยลดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกันของตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ด้วย (Balestra, 1992) อย่างไรก็ตาม วิทยาทานเศรษฐมิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Panel มีหลายวิธี ซึ่งต้องมีการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับข้อมูลที่มี ในส่วนที่ 8.1 จะอธิบายวิธีการทางเศรษฐมิติแต่ละวิธีที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยสังเขป และในส่วนที่ 8.2 จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังกล่าว

#### 8.1 วิทยาทานเศรษฐมิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

ในเบื้องต้น การวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติของข้อมูลแบบ Panel สามารถกระทำได้ง่ายที่สุดด้วยวิธี pooled ordinary least squares (Pooled OLS) ภายใต้สมมติฐานที่สำคัญคือ ข้อมูลจากประเทศ  $i$  หรือปี  $t$  ใด ๆ จะถูกเลือกจากกลุ่มประชากรเดียวกัน กล่าวคือ กลุ่มข้อมูลจะต้องมีลักษณะพฤติกรรมที่เหมือนกัน (Homogenous) แสดงในสมการที่ (8.1)

$$y_{it} = \beta_{1it}x_{1it} + \cdots + \beta_{Kit}x_{Kit} + u_{it}$$

$$k = 1, \dots, K$$

(8.1)

จากสมมติฐานของ Pooled OLS จะได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ  $x_{kit}$  ไม่ว่าจะประเทศใด ๆ และปีใด ๆ จะมีค่าเท่ากันหมด หรือสามารถเขียนได้ว่า  $\beta_{kit} = \beta_k$  สำหรับทุก  $i$  และ  $t$

ข้อดีของแบบจำลองดังกล่าวคือ ความง่าย และมีตัวแปรอิสระที่ต้องการประมาณการเพียง  $K$  ตัวเท่านั้น (Parsimony) อย่างไรก็ตาม การใช้แบบจำลองภายใต้สมมติฐานดังกล่าวจะทำให้เกิดการละเลยความแตกต่างทางคุณสมบัติของแต่ละประเทศ  $i$  และเวลา  $t$  (Balestra, 1992) นั่นคือข้อมูลมี Heterogeneity ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาความไม่คงที่ของความแปรปรวนในค่าความคลาดเคลื่อน (Heteroscedasticity) และสหสัมพันธ์อัตโนมัติ (Autocorrelation) ได้ (Gil-García & Puron-Cid, 2014) ในกรณีนี้ แม้ว่าตัวประมาณการ (Estimator) จะไม่เอนเอียง (Unbiased) และคงเส้นคงวา



(Consistent) แต่ก็มักทำให้ได้ค่า Standard error ที่ไม่ถูกต้องและต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้นการแก้ปัญหาเบื้องต้นจึงควรใช้ Clustered robust standard error สำหรับแบบจำลอง Pooled OLS

แม้ว่าจะได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ด้วย Pooled OLS ในบทนี้ด้วย แต่จากปัญหาความไม่เหมาะสมที่จะใช้ Pooled OLS ดังกล่าวแล้วข้างต้น ทำให้การใส่ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้เข้าไปเพียงเพื่อเป็น benchmark model เท่านั้น โดยในส่วนหลักของผลการศึกษาที่จะนำเสนอจะใช้วิธีที่ได้รับการพัฒนาสำหรับข้อมูลแบบ panel โดยตรง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ และแบบจำลองสถิต (Static panel model) ซึ่งประกอบด้วย Fixed effect model (FE) และ Random effect model (RE) และแบบจำลองพลวัต (Dynamic panel model) ได้แก่ วิธี System generalized method of moments (GMM) โดยสรุปประเด็นทางทฤษฎีเบื้องต้นของแต่ละวิธีดังนี้

### 8.1.1 แบบจำลองสถิต (Static panel model)

#### 8.1.1.1 Fixed effect model (FEM)

Fixed effect model หรือโมเดลแบบคงที่ จาก Gujarati and Porter (2009) ได้ข้อสรุปว่า FEM เป็นแบบจำลองที่ใช้กับข้อมูลประเภท panel data หลักการที่สำคัญคือ การยอมให้แต่ละหน่วย cross-sectional unit มีจุดตัด (intercept) ที่ต่างกันได้ โดยมีสมมติฐานที่สำคัญคือ intercept ของแต่ละหน่วยเหล่านี้จะไม่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา ดังนั้นการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติด้วยวิธี FEM จะสามารถแก้ปัญหาการละเลยการคำนวณ heterogeneity ของวิธี Pooled OLS ได้ โดยยังสามารถแบ่ง FEM ออกเป็นอีก 2 วิธี คือ

##### 8.1.1.1.1 วิธี Least-Square Dummy Variable (LSDV)

วิธี LSDV เป็นการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติโดยการกำหนดตัวแปรหุ่นที่เป็นตัวแทนของแต่ละหน่วยประเทศหรือช่วงเวลาให้เป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรต้นในสมการถดถอย โดยจำนวนของตัวแปรหุ่นขึ้นอยู่กับจำนวนของกลุ่มหรือหน่วย ในกรณีนี้คือ ประเทศที่ศึกษา (D) หรือหน่วยเวลา (T) วัตถุประสงค์ของการเพิ่มเทอมต่าง ๆ เข้าไปในสมการถดถอยนี้ก็เพื่อให้แต่ละตัวแปรแต่ละประเทศหรือแต่ละช่วงเวลามี intercept ที่แตกต่างกันได้ หรือเรียกว่า fixed effect โดยจะสังเกตเห็นได้ว่า fixed effect ที่ขึ้นอยู่กับหน่วยประเทศจะไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ขณะที่ fixed effect ที่ขึ้นอยู่กับเวลาจะไม่เปลี่ยนแปลงตามแต่ละหน่วยประเทศ ดังสมการที่ (8.2)

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \sum_{i=1}^n \gamma_i D_i + \sum_{t=1}^T \delta_t T_t + u_{it} \quad (8.2)$$



โดย  $y_{it}$  คือ ตัวแปรตาม

$X_{it}$  คือ ตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

$D_i$  คือ ตัวแปรหุ่นของแต่ละหน่วยประเทศ (Entity dummy หรือ entity fixed effect)

$T_t$  คือ ตัวแปรหุ่นเวลาคงที่ (Time fixed effect)

อย่างไรก็ตาม การใช้วิธี LSDV มีข้อพึงระวัง คือ

1. วิธี LSDV ทำให้มีตัวแปรหุ่น (dummy variable) จำนวนมาก และไปลด degree of freedom สำหรับการคำนวณสมการถดถอยลงอย่างมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับความเชื่อมั่นของค่าพารามิเตอร์ได้
2. การมีตัวแปรหุ่นจำนวนมากอาจสร้างปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (multicollinearity) ซึ่งอาจทำให้แบบจำลองประมาณการค่าพารามิเตอร์คลาดเคลื่อนได้
3. แบบจำลองดังกล่าวไม่สามารถระบุผลกระทบของตัวแปรอิสระที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time invariant variable) ได้ เนื่องจากผลกระทบดังกล่าวได้ถูกคำนวณรวมไปกับตัวแปรหุ่นที่ไม่เปลี่ยนแปลง ตามเวลา (time invariant intercept dummy) ไปแล้ว กล่าวคือ ตัวแปรเหล่านั้นจะถูกถอดออกจาก สมการถดถอย เนื่องจากเกิด perfect multicollinearity กับ fixed effect
4. residual ที่ได้จากแบบจำลองนี้ไม่ได้มีการกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงนิยมใช้วิธีที่สอง คือ Fixed-effect within-group (WG) หรือ demeaned estimator แทน

#### 8.1.1.1.2 วิธี Fixed-effect within-group (WG) estimator

วิธีการ WG นี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อการเปลี่ยนรูปของตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมเพื่อขจัดอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ทั้งนี้เพื่อให้ไม่เกิด fixed effect ปรากฏในแบบจำลองอีกต่อไป และลดปัญหาการมี degree of freedom น้อยลงที่เกิดขึ้นกับวิธี LSDV ดังกล่าวข้างต้น สมมติให้แบบจำลองเป็นไปตามสมการที่ (8.3)

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{it} + u_{it}. \quad (8.3)$$

จากนั้นทำการเฉลี่ยข้อมูลของแต่ละหน่วยในทุกช่วงเวลา

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{it} + u_{it}) = \underline{y_{it}} = \alpha_i + \beta_1 \underline{X_i} + \underline{u_i}.$$

หลังจากนั้น หาส่วนต่างระหว่างค่าจริงของตัวแปรนั้น ๆ กับค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้น ๆ จะได้สมการที่ (8.4)

$$\begin{aligned} y_{it} - \underline{y_i} &= \beta_1(X_{it} - \underline{X_i}) + (u_{it} - \underline{u_i}) \\ \tilde{y}_{it} &= \beta_1 \tilde{X}_{it} + \tilde{u}_{it}. \end{aligned} \quad (8.4)$$

ท้ายที่สุด จะสามารถวิเคราะห์สมการถดถอย (8.4) ด้วยวิธี OLS ตามปกติ

โดยทั่วไปแล้วการหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีนี้จะให้ค่า estimates และ standard errors เหมือนกับวิธี LSDV ที่มีคุณสมบัติ consistent อย่างไรก็ตาม ยังพบปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้อยู่ 2 ประการ คือ 1) ไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (time invariant variable) ได้ เนื่องจากถูกกำจัดออกไปด้วยค่าเฉลี่ยเช่นเดียวกับวิธี fixed effect และ 2) ปัญหาความไม่มีประสิทธิภาพ (inefficiency) กล่าวคือ ค่าแปรปรวน (variance) จากวิธีนี้สูงกว่าที่ได้จากวิธี Pooled OLS

แม้ว่าวิธี FEM จะค่อนข้างเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลแบบ panel เพราะไม่ละเลยลักษณะ heterogeneity ระหว่างหน่วย อย่างไรก็ตาม FEM มีข้อจำกัด คือ การกำหนดสมมติฐานที่ค่อนข้างเข้มงวด อาทิ การมีสมมติฐานว่าตัวแปรแต่ละหน่วยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา รวมถึงปัญหาการสูญเสีย degree of freedom สำหรับวิธี LSDV และปัญหาความแปรปรวนสูงสำหรับ WG estimator ดังนั้น ส่วนที่ 8.1.1.2 จะได้นำเสนออีกหนึ่งวิธี ที่มีความเป็นไปได้คือ Random effect model

#### 8.1.1.2 Random effect model (REM)

แบบจำลอง Random effect mode เป็นแบบจำลองที่มุ่งเน้นแก้ไขปัญหาของแบบจำลอง Fixed Effect นั่นคือการสูญเสีย Degrees of Freedom และการสูญเสียตัวแปรอิสระบางตัวที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา หรือเป็นค่าที่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลทุกตัวในชุดข้อมูลไป ซึ่งทั้งหมดล้วนมีผลต่อการคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตัวแปรควบคุมที่ต้องการศึกษา (Baltagi, 2008)

ความคล้ายคลึงของแบบจำลอง Random Effect และ แบบจำลอง Fixed Effect คือการมีสมมติฐานที่เชื่อว่าค่า intercept ของแต่ละกลุ่มข้อมูลใน Panel Data มีความแตกต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรนั้นเหมือนกันในทุกกลุ่ม ซึ่งเขียนได้เป็นไปตามสมการที่ (8.5)

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it} \quad (8.5)$$

โดย  $X_{it}$  คือเวกเตอร์ของตัวแปรอิสระ

$\beta$  คือ ค่าเวกเตอร์ของสัมประสิทธิ์

$u_{it}$  คือ ค่าคลาดเคลื่อนของการคาดการณ์

สิ่งที่ต่างคือ ในกรณีของแบบจำลอง Random Effect Model จะมองว่าค่า intercept หรือ  $\alpha_i$  เป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variable) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $\alpha$  ซึ่งแตกต่างจาก fixed effect model ที่สมมติให้ intercept เป็นค่าคงที่ของแต่ละหน่วย โดย

$$\alpha_i = \alpha + c_i$$

เมื่อ  $\alpha$  คือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในทุก ๆ กลุ่ม และ  $c_i$  คือค่าคลาดเคลื่อนของค่าพารามิเตอร์นั้น โดยมีสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยของ  $c_i$  เท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma_c^2$  ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวจะสามารถตีความได้ว่าค่า intercept และค่าผลกระทบของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรควบคุมมีการผันแปรไปตามแต่ละกลุ่มหรือหน่วย ทั้งนี้ ค่า  $c_i$  เป็นค่าที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง (unobservable variable) หรือ latent variable

ดังนั้นแล้ว จะเขียนได้ว่า

$$\begin{aligned} y_{it} &= \alpha + \beta X_{it} + c_i + u_{it} \\ &= \alpha + \beta X_{it} + v_{it} \end{aligned} \quad (8.6)$$

$$v_{it} = c_i + u_{it} \quad (8.7)$$

โดยที่  $v_{it}$  คือค่าความคลาดเคลื่อนรวม (Composite error Term) ประกอบด้วย ผลกระทบของแต่ละกลุ่ม (individual specific component)  $c_i$  และ ค่าคลาดเคลื่อนของการคาดการณ์ ของชุดข้อมูล time series และ cross-sectional คือ  $u_{it}$  โดยมีสมมติฐานที่สำคัญ คือ

$$\begin{aligned}
c_i &\sim N(0, \sigma_c^2) \\
u_{it} &\sim N(0, \sigma_u^2) \\
E(u_{it}c_i) &= 0 \\
E(c_jc_i) &= 0 \quad (i \neq j) \\
E(u_{it}u_{is}) &= E(u_{it}u_{jt}) = E(u_{it}u_{js}) = 0 \quad (i \neq j; t \neq s)
\end{aligned}$$

กล่าวคือ ค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันทั้งในลักษณะข้อมูล cross sectional และ ข้อมูล Panel Data ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า

$$E(u_{it}c_i) = 0 \quad (8.8)$$

$$var(v_{it}) = \sigma_c^2 + \sigma_u^2$$

ทั้งนี้ หากว่า  $\sigma_c^2 = 0$  จะได้ว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างแบบจำลอง Fixed Effect Model และ Random Effect Model และสามารถใชแบบจำลอง pooled regression model ได้ และจาก (8.8) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าคลาดเคลื่อน (error term)  $v_{it}$  มีลักษณะ homoscedastic แต่ระหว่าง error term ก็ยังคงมีความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาในข้อมูล cross-sectional ดังแสดงผ่านตัวแปร  $c_i$  ซึ่งเป็นค่าคงที่ ซึ่งผันแปรไปตามกลุ่มข้อมูล ซึ่งสามารถเขียน correlation coefficient ได้เป็น

$$corr(v_{it}, v_{is}) = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \sigma_u^2} \quad (8.9)$$

Schmidheiny (2013) ได้กล่าวถึงสมมติฐานหลักของเศรษฐมิติพื้นฐาน ทั้งหมด 4 ประการ ได้แก่

1. **Linearity** แบบจำลองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในตัวแปร  $\alpha, \beta$  ค่าผลกระทบของแต่ละประเทศ  $C_{it}$  และค่าคลาดเคลื่อนของการคาดการณ์  $u_{it}$
2. **Independence** แต่ละ Observation มีความเป็นอิสระต่อกันและกัน แต่ไม่จำเป็นที่จะต้องมีความเป็นอิสระข้ามช่วงเวลา

3. **Strict Endogeneity** ค่าคลาดเคลื่อนของการคาดการณ์  $u_{it}$  ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต และไม่มีความสัมพันธ์กับ ค่าผลกระทบของแต่ละประเทศ  $C_{it}$
4. **Error Variance** การกระจายของค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลองมีลักษณะ Homoscedastic และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลา (no serial correlation)

ซึ่งในกรณีของ Random Effect Model มีสมมติฐานเพิ่มเติม อีก 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. **Unrelated effects** ค่าผลกระทบของแต่ละประเทศ

$C_{it}$  ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต กล่าวคือ  $E(X) = 0$

2. **Effect Variance** ค่าความแปรปรวนของค่าผลกระทบของแต่ละประเทศ  $C_{it}$  ไม่เป็นค่าคงที่
3. **Not Perfectly Collinear Regressors** ตัวแปรอิสระมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เท่ากับศูนย์ และไม่มีตัวแปรที่มีค่าวิกฤต (extreme values)

#### เกณฑ์การเลือก Fixed Effect Model และ Random Effect Model

สิ่งที่ทำให้แบบจำลอง Fixed Effect Model และแบบจำลอง Random Effect มีความต่างกันที่สุดคือความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละกลุ่ม หรือ ค่า  $C_i$

ว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระหรือไม่ กรณีที่มีความสัมพันธ์ดังกล่าว การใช้แบบจำลอง Fixed Effect จะมีความเหมาะสมมากกว่า และกรณีที่ไม่ใช่ แบบจำลอง Random Effect จะมีความเหมาะสมกว่า

โดย Gujarati and Porter (2009) ได้สรุปข้อสังเกตในการเลือกแบบจำลองไว้ดังนี้

1. หากจำนวนระยะเวลา  $t$  มาก แต่จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มซึ่งเป็น *cross-sectional* น้อย จะส่งผลให้ผลการคาดการณ์ไม่แตกต่างกันมาก จะเลือกใช้แบบจำลองใดก็ได้ ในที่นี้ อาจจะเลือก FEM
2. หากจำนวนระยะเวลา  $t$  น้อย แต่จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มซึ่งเป็น *cross-sectional* มาก จะส่งผลให้ผลการคาดการณ์มีความแตกต่างกันมาก ในกรณีนี้ ต้องพิจารณาลักษณะของข้อมูล หากว่าข้อมูลมีการเลือกมาอย่างสุ่ม การ REM อาจมีความเหมาะสมมากกว่า แต่หากว่าไม่ FEM อาจมีความเหมาะสมมากกว่า
3. หากว่าค่า  $C_i$  มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต จะส่งผลให้ REM มีปัญหาความเอนเอียง (bias) ในขณะที่ FEM จะไม่เอนเอียง กล่าวคือ ต้องมีการทดสอบ Unrelated effect ด้วยการทดสอบ Durbin-Wu-Hausman test ก่อน อย่างไรก็ตาม Durbin-Wu-Hausmann test จะสามารถทำการทดสอบได้ ภายใต้สมมติฐาน homoscedasticity และไม่มีการใช้ time fixed effects (Schmidheiny, 2013) โดยทำการทดสอบ Null Hypothesis ที่ว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ ในกรณีนี้

REM จะมีประสิทธิภาพ (efficient) มากกว่า แต่หาก Null Hypothesis ถูกปฏิเสธ FEM จะมีความคงเส้นคงวา (consistent) กว่า

4. หากจำนวนระยะเวลา  $t$  น้อย แต่จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มซึ่งเป็น *cross-sectional* มาก และหากว่าสมมติฐานหลักของ REM มีครบถ้วน การเลือก REM ก็จะมีเหมาะสมมากกว่า

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาในส่วนที่ 8.2 จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ทั้งสองวิธี เพื่อเปรียบเทียบและเป็นการทดสอบ sensitivity test ของผลกระทบของการลงทุนด้าน R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในแต่ละ specification ร่วมด้วย

นอกจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติด้วยสมการถดถอยของตัวแปรที่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันแล้ว ส่วนที่ 8.1.2 จะกล่าวถึงการนำพลวัตมาร่วมในการศึกษา นั่นคือการใช้ Dynamic panel model เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในงานวิจัยนี้

### 8.1.2 แบบจำลองพลวัต (Dynamic panel model)

Dynamic panel model เป็นวิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ ด้วยการสร้างแบบจำลองถดถอยด้วยข้อมูล panel โดยกำหนดให้มีตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตาม (lag dependent variable) เป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรอิสระ ซึ่งทำให้แบบจำลองเกิดพลวัตในแต่ละช่วงเวลา และน่าจะมีความเหมาะสมกับข้อมูลด้านการเจริญเติบโตทาง เศรษฐกิจที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สมการที่ (8.10) แสดงว่าตัวแปรตามสามารถถูกอธิบายด้วยตัวแปรล่าช้าของตัวแปรนั้น โดยกำหนดให้มีตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตามตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 1 ถึง  $p$

$$y_{it} = \phi_0 + \sum_{j=1}^p \phi_j y_{i,t-j} + x'_{ij} \beta + u_{it} \quad (8.10)$$

โดยความคลาดเคลื่อน (error term)  $u_{it}$  สามารถแยกส่วนประกอบได้ 2 ส่วน ได้แก่  $\mu_i$  ความแตกต่างของแต่ละหน่วย cross section ที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (unobserved time-invariant heterogeneity) และ  $\varepsilon_{it}$  ความคลาดเคลื่อนเฉพาะของแต่ละ observation ดังสมการที่ (8.11)

$$u_{it} = \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (8.11)$$

จะเห็นว่าทั้ง FEM และ REM อาจจะไม่มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์แบบจำลองนี้ เพราะจะทำให้เกิดความสัมพันธ์กันเองระหว่างตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตาม และตัวแปรเฉพาะของแต่ละหน่วย cross section ที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา (time-invariant fixed or random effect) ซึ่งจะทำให้ค่าประมาณการมีความ เอนเอียงและไม่คงเส้นคงวา (inconsistent) อันเป็นผลมาจากปัญหา

endogeneity นั้นเอง โดย Das (2019) สรุปว่า หากสมมติให้พลวัตในระบบเป็น AR(1) การใช้ FEM และ REM จะให้ผลลัพธ์ คือ

$$y_{it} = \phi_0 \sum_{j=0}^{t-1} \phi_1^j + \mu_i \sum_{j=0}^{t-1} \phi_1^j + \phi_1^t y_{i0} + \sum_{j=0}^{t-1} \phi_1^j \varepsilon_{i,t-j}$$

ดังนั้น

$$y_{it-1} = \phi_0 \sum_{j=0}^{t-2} \phi_1^j + \mu_i \sum_{j=0}^{t-2} \phi_1^j + \phi_1^{t-1} y_{i0} + \sum_{j=0}^{t-2} \phi_1^j \varepsilon_{i,t-1-j}$$

ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า  $y_{it-1}$  มีความสัมพันธ์กับ  $\mu_i$  ซึ่งก่อให้เกิดปัญหา endogeneity ดังที่กล่าวข้างต้น โดยเงื่อนไขที่จะทำให้ fixed effect model เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมและไม่มี bias ก็ต่อเมื่อผู้วิจัยมีฐานข้อมูล panel ที่มีอนุกรมเวลายาวมาก ( $t \rightarrow \infty$ )

Das (2019) นำเสนอแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหา endogeneity ใน dynamic panel model ไว้ 3 วิธี คือ 1) การใช้ instrumental variable (Anderson & Hsiao, 1981) 2) การใช้ first-difference GMM estimator (Arellano & Bond, 1991) และ 3) การใช้ system GMM estimator (Blundell & Bond, 1998) ดังกล่าวในส่วนที่ 8.1.2.1-8.1.2.3 ตามลำดับ

#### 8.1.2.1 Instrumental variable model สำหรับ Dynamic panel model

ตัวแปรที่จะมาเป็น instrument ในกรณีนี้คือตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตาม ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์กับ ตัวแปรภายใน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน (error term) โดย Anderson and Hsiao (1981) ทำการ first difference ตัวแปรทุกตัวในแบบจำลอง ซึ่งจะทำให้ค่า time-invariant fixed or random effect หายไป ดังสมการที่ (8.12)

$$y_{it} - y_{i,t-1} = \phi_1 (y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad (8.12)$$

แต่เนื่องจากในขั้นตอนนี้ตัวแปรล่าช้า 1 หน่วยของตัวแปรตามยังคงมีความสัมพันธ์กับตัวแปรล่าช้า 1 หน่วยของความคลาดเคลื่อนที่จำนวนหน่วยความล่าช้าที่เท่ากัน กล่าวคือยังคงมีปัญหา endogeneity เนื่องจาก  $y_{i,t-1} - y_{i,t-2}$  และ  $\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}$  มีความสัมพันธ์กัน

จึงจำเป็นต้องใช้ตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตาม ที่มีหน่วยความล่าช้าสูงขึ้น เช่น 2 หน่วย หรือ first difference ของตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตามระหว่าง 2 และ 3 หน่วย นั่นคือ  $y_{i,t-2}$  หรือ

$y_{i,t-2} - y_{i,t-3}$  มาเป็น instrumental variable อย่างไรก็ตามก็ดี Arellano (1989) ระบุว่า แม้ว่าวิธีการนี้จะสามารถแก้ปัญหา endogeneity ได้ แต่ก็มีข้อจำกัดเรื่องจำนวน instrumental variable ที่นำมาใช้ เนื่องจากไม่ได้นำทุก moment conditions มาใช้ประโยชน์ กล่าวคือมีการเลือกใช้ instrumental variable โดยพลการ และแม้ตัวประมาณการที่ได้จะคงเส้นคงวา (Consistent) ก็อาจไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficient) ดังนั้นวิธีการดังกล่าวจึงไม่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

### 8.1.2.2 First-difference GMM estimator สำหรับ Dynamic panel model

ด้วยข้อจำกัดของ instrumental variable ทำให้นักวิจัยส่วนใหญ่เลือกใช้วิธี First-difference general method of moments (GMM) โดยมีแนวคิดหลักคือ การสร้างสมการที่มีจำนวนมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ ซึ่งแตกต่างจาก method of moments ในยุคแรก ซึ่งจะให้ได้คำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ และมีการสร้างกฎเกณฑ์เพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นผลสัมประสิทธิ์ โดยจำนวนของ moments ที่อาจพิจารณาได้ขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงเวลาในข้อมูล panel ที่นักวิจัยเก็บรวบรวมได้ และ moment conditions ทั้งหมดมาสร้างเป็น instrument matrix<sup>8</sup>

แต่วิธีนี้มีข้อพึงระวัง คือ ปัญหาด้านความเอนเอียงและความแม่นยำ เนื่องจาก งานวิจัยทางเศรษฐมิติมักจะมี weak instrument นั่นคือ ความสัมพันธ์ที่อ่อนแอระหว่าง instrument และตัวแปรภายใน นอกจากนี้ Windmeijer (2000) ระบุว่า การเลือกระหว่าง one-step และ two-step GMM estimators มีข้อดีข้อด้อยต่างกันไป กล่าวคือ หากข้อมูล cross section มีจำนวนไม่มาก ปัญหาด้านความเอนเอียงของ standard error ใน one-step GMM estimator จะน้อยกว่า เนื่องจากการกำหนดสมมติฐานทางเศรษฐมิติที่น้อยกว่า แต่ก็ทำให้มีประสิทธิภาพต่ำไปด้วย ส่วน two-step GMM estimator แม้มีประสิทธิภาพสูงกว่า แต่ standard error มีแนวโน้ม downward bias เมื่อข้อมูล cross section มีปริมาณไม่มาก ดังนั้นในทางปฏิบัติ one-step GMM estimator จะถูกนิยมนำมาใช้มากกว่า

### 8.1.2.3 System GMM estimator สำหรับ Dynamic panel model

ในระยะหลังจนถึงปัจจุบัน System GMM estimator ได้เข้ามามีบทบาทในงานวิจัยมากขึ้น และได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากการใช้ประโยชน์จาก moment conditions ทั้งจากสมการแบบ

<sup>8</sup> ยกตัวอย่างเช่น หากอนุกรมเวลามีความยาว 4 หน่วย  $T = 4$  ( $t = 2, 3$ , และ 4) จะทำให้ผู้วิจัยมี 6 moment conditions ได้แก่  $E(\Delta \varepsilon_{i2} y_{i0}) = 0$ ,  $E(\Delta \varepsilon_{i3} y_{i0}) = 0$ ,  $E(\Delta \varepsilon_{i3} y_{i1}) = 0$ ,  $E(\Delta \varepsilon_{i4} y_{i0}) = 0$ ,  $E(\Delta \varepsilon_{i4} y_{i1}) = 0$ , และ  $E(\Delta \varepsilon_{i4} y_{i2}) = 0$  และสร้าง instrument matrix ได้ดังนี้

$$X_i = \begin{bmatrix} y_{i0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & y_{i0} & y_{i1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & y_{i0} & y_{i1} & y_{i2} \end{bmatrix}$$

ดังนั้น instrument matrix สำหรับ  $t = T$  คือ

$$X_i = \begin{bmatrix} y_{i0} & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & y_{i0} & y_{i1} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & y_{i0} & \dots & y_{i,T-2} \end{bmatrix}$$



first difference และ level ทำให้ได้ moment conditions เพิ่มมากขึ้นและไม่ซ้ำ โดย moment conditions ที่เกิดจากสมการ first difference สามารถเขียนได้ดังนี้

$$E \left( (y_{i0} \ y_{i1} \ \dots \ y_{i,t-2})' \Delta \varepsilon_{it} \right) = 0$$

$$E \left( (x_{i0} \ x_{i1} \ \dots \ x_{i,t-1})' \Delta \varepsilon_{it} \right) = 0$$

และ moment conditions ที่เกิดจากสมการแบบ level ได้แก่

$$E(\Delta y_{it-1}(\mu_i + \varepsilon_{it})) = 0 \quad t = 2, 3, \dots, T$$

$$E(\Delta x_{it-1}(\mu_i + \varepsilon_{it})) = 0 \quad t = 2, 3, \dots, T$$

หรือได้ว่า  $E(\Delta x_{it}(\mu_i + \varepsilon_{it})) = 0 \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$

หาก  $x_{it}$  เป็นตัวแปรภายนอก (exogenous)

หลังจากนั้นจึงนำ moment conditions ทั้งหมดมาสร้างเป็น instrument matrix ในลักษณะเดียวกันกับ first-difference GMM ทั้งนี้ ประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง system GMM เหนือกว่า first-difference GMM ทั้งทางด้านความเอนเอียงที่ต่ำกว่า และ root mean square error ที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ยังคงประสบปัญหาเรื่องความอ่อนแอของ instrument โดยเฉพาะกับเงื่อนไขที่เกิดจาก level equations ดังที่พิสูจน์ใน Bun and Windmeijer (2010)

กล่าวโดยสรุป Dynamic panel model คือการสร้างแบบจำลองด้วยข้อมูลแบบ panel ที่มีตัวแปรอิสระ อย่างน้อย 1 ตัวเป็นตัวแปรล่าช้าของตัวแปรตาม โดยแบบจำลองนี้มีจุดเด่น คือ การสร้างพลวัตให้กับแบบจำลอง ทำให้เป็นที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งรวมถึงการศึกษาที่ ตัวแปรตามคืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (economic growth) โดยหากการประมาณการด้วยวิธี fixed effect model และ random effect model ในการศึกษาประสบปัญหา endogeneity และแก้ปัญหาตามที่ระบุข้างต้นได้ก็จะนำมาซึ่ง consistent estimator อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดหลักของ Dynamic panel model คือปัญหาการเลือก instrument ที่แม้ว่าวิธีการทางเศรษฐมิติสมัยใหม่ เช่น GMM estimator จะทำให้ผู้วิจัยไม่ต้องเลือก instrument ด้วยตัวเอง แต่ instrument ที่ได้จากพีชคณิตเชิงเส้นยังคงเป็นที่ถกเถียงในประเด็นของ weak instrument ในหลายกรณี ในท้ายที่สุด ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้แบบจำลอง System GMM estimator มา

เป็นตัวแทนของแบบจำลองในกลุ่ม Dynamic panel model เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ที่สุดเพื่อแก้ปัญหาแบบจำลองอื่นๆ ก่อนหน้า ซึ่งจะเรียกโดยย่อว่า GMM ในลำดับต่อไป

## 8.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ panel ของ 23 ประเทศในบทนี้ถูกสร้างขึ้นโดยอ้างอิงฟังก์ชันการผลิตจากทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในกลุ่ม R&D (R&D-Based Endogenous Growth Theories) ผสมกับข้อมูลตัวแปรที่เก็บรวบรวมได้จริง ดังแสดงในตารางที่ 7.4 โดยการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ในส่วนที่ 8.2.1 จะอธิบายที่มาของฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา (R&D output) และฟังก์ชันของตัวแปรที่กำหนดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ (Real GDP growth rate) ในส่วนที่ 8.2.2 แสดงผลการประมาณการฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา และส่วนที่ 8.2.3 แสดงผลการประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ และผลการวิเคราะห์ Panel โดยสรุปจะแสดงในส่วนที่ 8.2.4

### 8.2.1 ฟังก์ชันการผลิตที่ใช้ในงานวิจัย

ในส่วนแรก สำหรับฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา (R&D output) ที่สนใจในการศึกษานี้ จะประกอบด้วย 2 ฟังก์ชันสำหรับ 2 ตัวแปร R&D output ได้แก่ ฟังก์ชันของจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติ หรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_R) ซึ่งกำหนดได้ดังสมการที่ (8.13)

$$\ln(RD\_PAT\_R) = \beta_0 + \beta_1 \ln(RD\_EXP) + \beta_2 \ln(RD\_HUM) + \beta_3 \ln(RD\_PAT\_NR) + \gamma_1 Z_1 + \gamma_2 Z_2 + \gamma_3 Z_3 + \gamma_4 Z_4 + \varepsilon \quad (8.13)$$

และฟังก์ชันของจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ (RD\_PUB) ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ (8.14)

$$\ln(RD\_PUB) = \beta_0 + \beta_1 \ln(RD\_EXP) + \beta_2 \ln(RD\_HUM) + \beta_3 \ln(RD\_PAT\_NR) + \gamma_1 Z_1 + \gamma_2 Z_2 + \gamma_3 Z_3 + \gamma_4 Z_4 + \varepsilon \quad (8.14)$$

โดยตัวแปรอิสระที่สนใจของทั้งสองสมการ จะประกอบด้วยตัวแปร R&D 3 ตัวแปร โดย 2 ตัวแปรแรกคือตัวแปรของ R&D input ได้แก่ ค่าใช้จ่ายใน R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (RD\_EXP: +)

และจำนวนบุคลากรใน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงาน (RD\_HUM: +) โดยอีก 1 ตัวแปรเป็นตัวแปร R&D Output ได้แก่จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_NR: +) ซึ่งสะท้อน technology spillovers จากประเทศต่าง ๆ ที่มาขอจดสิทธิบัตรในประเทศนั้น ๆ รวมถึง interaction term ระหว่างจำนวนการขอสิทธิบัตรโดยต่างชาติกับจำนวนบุคลากรในภาค R&D ซึ่งสะท้อน technology spillovers ข้ามประเทศ กล่าวคือ หากค่าสัมประสิทธิ์ของ interaction term เป็นบวกสะท้อนว่า ยังมีจำนวนการขอจดสิทธิบัตรโดยชาวต่างชาติในประเทศเพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้ขนาดผลกระทบของจำนวนบุคลากรในภาค R&D ที่มีต่อนวัตกรรมในประเทศเพิ่มมากขึ้น

ในที่นี้กำหนดให้ตัวแปร R&D input ทั้งหมด มีความล่าช้า 2 ปี ในการส่งผลกระทบต่อ R&D output ทั้งจำนวนการขอจดสิทธิบัตรในประเทศไทย และจำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

ทั้งนี้ ตัวแปรควบคุมหลัก สำหรับทั้ง 2 สมการ ประกอบด้วย

$Z_1$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุมในกลุ่มปัจจัยการผลิต ซึ่งประกอบด้วย 2 ตัวแปร ได้แก่ ลอการิทึมของอัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษา ( $\ln\_TER$ : +) โดยใช้ Lag 4 ปีตามสมมติฐานว่าผู้เรียนจะใช้เวลาเรียนจนจบการศึกษาระดับอุดมศึกษาในเวลา 4 ปี และลอการิทึมของมูลค่าการบริโภคภาครัฐ ( $\ln\_G\_C$ : -)

$Z_2$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุม Spillovers ขององค์ความรู้ ซึ่งในกรณีนี้ใช้ 1 ตัวแปร ได้แก่ ลอการิทึมของอัตราส่วนของมูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศต่อ GDP ( $\ln\_FDI$ : +, -)

$Z_3$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ซึ่งประกอบด้วย 2 ตัวแปร ได้แก่ ลอการิทึมของอัตราการว่างงาน ( $\ln\_UNEMP$ : -) ลอการิทึมของดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน ( $\ln\_CPI$ : +)

นอกจากนี้ยังมีตัวแปรควบคุมอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ในฟังก์ชันการผลิตพื้นฐานของ R&D output สำหรับทั้ง 2 สมการ ได้แก่

$Z_4$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรหุ่นของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (Country group) ประกอบด้วย ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (West Asia) กลุ่มประเทศ EU-13 (EU13) และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) โดยกำหนดให้ภูมิภาคแอฟริกาเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) ทั้งนี้กลุ่มตัวแปรหุ่นเหล่านี้อาจไม่ได้มีผลกระทบคาดหวังชัดเจน เนื่องจากไม่มีทฤษฎีหรือลักษณะของข้อมูลที่ชัดเจนรองรับ

$\varepsilon, \epsilon$  แทนค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

ในส่วนที่สอง ฟังก์ชันของตัวแปรที่กำหนดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ แสดงได้ดังสมการที่ (8.15)

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha_0 + \alpha_1 RD + \alpha_2 RD^2 + \delta_1 W_1 + \delta_2 W_2 + \delta_3 W_3 + \delta_4 W_4 + \delta_5 GDP\_Initial + \phi T + u \quad (8.15)$$

โดยตัวแปรตามหรือ  $\frac{\Delta Y}{Y}$  คืออัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง (Growth rate of real GDP per capita) ขณะที่ตัวแปรอิสระที่สนใจในกรณีนี้ ได้แก่  $RD$  ซึ่งใช้ proxy 4 ตัวแปร ตามนิยามของการวิจัยและพัฒนาที่แตกต่างกัน ได้แก่

1. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในภาค R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (RD\_EXP: +)
2. อัตราส่วนของจำนวนบุคลากรด้าน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงานภายในประเทศ (RD\_HUM: +)
3. จำนวนการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_R: +)
4. จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ (RD\_PUB: +)

กำหนดให้ตัวแปร R&D แต่ละตัวนั้นมีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจทั้งแบบเชิงเส้นและกำลังสอง โดยมีสมมติฐานว่าอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์เป็นลบ (-) ต่อกำลังสองของตัวแปร R&D ทั้ง 4 ตัว กล่าวคือผลกระทบของ R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจะม่น้อยลง เมื่อระดับ R&D ของประเทศสูงขึ้น โดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติในลำดับต่อไป ฟังก์ชันของปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จะใช้ตัวแปร R&D แต่ละนิยามดังกล่าวแยกจากกัน ดังแสดงในตารางที่ 8.3-8.6

ตัวแปรควบคุมหลัก สำหรับทั้ง 4 สมการ ประกอบด้วย<sup>9</sup>

$W_1$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุมในกลุ่มปัจจัยการผลิต ในที่นี้ได้มีการเพิ่มตัวแปรเกี่ยวกับทุนทางกายภาพ และแรงงานเข้าไป เพื่อให้สอดคล้องกับฟังก์ชันการผลิตในทางทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จากภายใน ประกอบด้วย สต็อกของทุนกายภาพ (K Stock: +) อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP (GFCF: +) กำลังแรงงาน (LF: +) อัตราส่วนการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานคิดเป็นร้อยละของจำนวนประชากร (LFPR: +) อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา (TER: +) โดยใช้ Lag 4 ปีตามสมมติฐานว่าผู้เรียนจะใช้เวลาเรียนจนจบการศึกษาระดับอุดมศึกษาในเวลา 4 ปี และมูลค่าการบริโภคภาครัฐ ( $G\_C$ : -)

<sup>9</sup> ตัวแปรควบคุมแต่ละกลุ่มที่ใช้ในตาราง 8.3-8.6 แตกต่างกันได้ขึ้นกับความเหมาะสมในแต่ละแบบจำลอง

$W_2$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุม Spillovers ขององค์ความรู้ ได้แก่ อัตราส่วนของมูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศต่อ GDP (FDI: +, -)

$W_3$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ซึ่งประกอบด้วย อัตราส่วนของมูลค่าหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP (G\_DEBT: -) อัตราเงินเฟ้อ (INFL: -) อัตราการว่างงาน (UNEMP: -) ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI: +)

นอกจากนี้ยังมีตัวแปรควบคุมอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในฟังก์ชันการผลิตพื้นฐาน สำหรับทั้ง 4 สมการ ได้แก่

$W_4$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรหุ่นของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (Country group) ประกอบด้วย ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (West Asia) กลุ่มประเทศ EU-13 (EU13) และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) โดยกำหนดให้ภูมิภาคแอฟริกาเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) ทั้งนี้กลุ่มตัวแปรหุ่นเหล่านี้อาจไม่ได้มีผลกระทบคาดหวังชัดเจน เนื่องจากไม่มีทฤษฎีหรือลักษณะของข้อมูลที่ชัดเจน

$GDP\_Initial$  แทนค่าคงที่ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของแต่ละประเทศในปี 1991 ซึ่งเป็นปีแรกที่ประเทศในกลุ่มตัวอย่างมีข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศครบทุกประเทศ โดยผลกระทบคาดหวังต่อปริมาณ R&D output เป็นลบ จากแนวคิด Conditional convergence ที่เชื่อว่าประเทศที่มีระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจต่ำกว่าสะท้อนจากรายได้ต่อหัวที่ต่ำกว่าจะมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมากกว่าประเทศที่มีการพัฒนาในระดับสูง

$T$  แทนเวกเตอร์ของตัวแปรหุ่นของแต่ละปีที่ข้อมูลถูกนำมาใช้ ได้เป็นตัวแปรหุ่นปี 1995 ถึงปี 2019 ซึ่งจำนวนของตัวแปรในเวกเตอร์นี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละตัวแปร R&D ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่มีข้อมูลอยู่จริง

$u$  แทนค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

โดยรวม จะเห็นได้ว่าตัวแปรควบคุมที่ใช้สำหรับแบบจำลองที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ มีความคล้ายคลึงกับตัวแปรควบคุมที่ใช้ในการศึกษาฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา อย่างไรก็ตาม แบบจำลองที่ศึกษาฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา จะอยู่ในรูปแบบ log-linear model กล่าวคือมีการใช้ตัวแปรลอการิทึมทั้งสมการ ทำให้การตีความค่าสัมประสิทธิ์จะได้เป็นค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงหรือค่าความยืดหยุ่น ขณะที่แบบจำลองที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศใช้ตัวแปรเชิงเส้นทั้งหมด

## 8.2.2 ผลการประมาณการฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา

ผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาถูกจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทสิทธิบัตร ที่มี proxy คือ จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร และ ประเภทบทความตีพิมพ์ ที่มี proxy คือ การตีพิมพ์บทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

### 8.2.2.1 จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร

ผลการวิเคราะห์การประมาณการฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา ทางด้านของจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรต่อปัจจัยต่าง ๆ ตามแบบจำลองในส่วนที่ 8.2.1 แสดงดังตารางที่ 8.1

ตัวแปรตามในที่นี้คือ ตัวแปร R&D ด้าน outputs ที่ proxy ด้วยจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร และตัวแปรอิสระที่สำคัญในที่นี้คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D ทางด้าน inputs นั่นคือ สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (RD\_EXP) สัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงาน (RD\_HUM) และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D คือ technology spillovers ที่ proxy ด้วยจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_NR) ในที่นี้กำหนดให้ตัวแปร R&D ทั้งสามตัวนี้มีค่าความล่าช้าในการส่งผลต่อ R&D ด้าน outputs ที่ 2 ปี<sup>10</sup>

โดยแต่ละแบบจำลองที่ใช้วิธีการประมาณการต่างกัน ได้แก่ OLS, Fixed effect, Random effect และ GMM ให้ผลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี ได้มีการทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ผลการทดสอบ F-test (ก่อนจะมีการใช้ cluster robust) ปฏิเสธ  $H_0: u_i = 0$  นั่นคือ มี heteroskedasticity มี Fixed effect ดังนั้นการใช้แบบจำลอง OLS จึงไม่มีความเหมาะสมในที่นี้<sup>11</sup> แบบจำลองแบบ Panel น่าจะมีความเหมาะสมกว่า จากนั้นทดสอบสมมติฐานของ Hausman พบว่าควรใช้การประมาณการแบบ fixed effect เนื่องด้วยผลการทดสอบไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการมีระบบของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่มในชุดข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ดังนั้น การประมาณค่าด้วยแบบจำลอง fixed effect จึงมีความเหมาะสมกว่าการใช้แบบจำลอง random effect นอกจากนี้ จากการทดสอบสมมติฐานของ Sargan และ Hansen พบว่าแบบจำลอง GMM นั้นมีปัญหา overidentification และเมื่อพยายามทำการแก้ไขด้วยวิธี

<sup>10</sup> งานวิจัยได้ทำการทดลองใช้ค่าความล่าช้าที่แตกต่างกัน คือ ที่ความล่าช้าเป็นศูนย์ หนึ่ง สอง สาม สี่ และห้า พบว่าค่าความล่าช้าที่สองปี ให้ค่าผลกระทบที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่สุด

<sup>11</sup> แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง random effect จะเท่ากับกับแบบจำลอง OLS แต่แบบจำลอง OLS ไม่ได้ให้ความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาและข้ามประเทศ ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ OLS ในการวิเคราะห์นี้ ทั้งนี้แบบจำลอง OLS ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลเท่านั้น แต่อย่างไรก็ดีเมื่อทำการทดสอบ Breusch and Pagan Lagrange Multiplier พบว่าแบบจำลอง random effect ไม่มีความเหมาะสมเช่นกัน และจากผลการทดสอบของ Hausman พบว่าแบบจำลอง fixed effect มีความเหมาะสมกว่า

ต่าง ๆ เช่น การลดค่า lag และลดจำนวนตัวแปร ของ instrumental variable รวมถึงการใช้ตัวแปรเวลา เป็น instrumental variable ก็ยังไม่สามารถเปลี่ยนแปลงผลการทดสอบได้ ดังนั้นผลจากแบบจำลอง GMM จึงอาจจะไม่ใช่การประมาณค่าที่ดีที่สุดเนื่องด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ตารางที่ 8.1 รายงานผลการประมาณการจากทั้งสี่แบบจำลอง แต่แบบจำลอง Fixed effect จะถูกยึดเป็นหลัก<sup>12</sup>

**ตารางที่ 8. 1** ผลการประมาณการจำนวนการขจัดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร

| VARIABLES    | OLS                 | FE                  | RE                  | GMM                 |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ln RD_EXP    | 1.338***<br>(0.206) | 0.420**<br>(0.139)  | 1.338***<br>(0.206) | 1.275***<br>(0.310) |
| ln RD_HUM    | -0.364<br>(0.190)   | 0.360**<br>(0.128)  | -0.364*<br>(0.190)  | -0.304<br>(0.245)   |
| ln RD_PAT_NR | 0.565**<br>(0.213)  | 0.179**<br>(0.0617) | 0.565***<br>(0.213) | 0.528***<br>(0.146) |
| ln TER       | 0.0495<br>(0.291)   | 1.186***<br>(0.276) | 0.0495<br>(0.291)   | 0.0746<br>(0.502)   |
| ln CPI       | -0.646<br>(0.439)   | 0.638*<br>(0.301)   | -0.646<br>(0.439)   | -0.799<br>(0.613)   |
| ln G_C       | 0.319<br>(0.604)    | -0.515<br>(0.376)   | 0.319<br>(0.604)    | 0.467<br>(0.699)    |

<sup>12</sup> ตัวแปรทุกตัวไม่สามารถที่จะถูกใส่ลงไปในสมการถดถอยและปล่อยให้ข้อมูลเป็นตัวเล่าเรื่องหรือ “let the data speak” ได้เนื่องจากการทำเช่นนั้นจะทำให้มีจำนวนตัวแปรที่น่าจะส่งผลกระทบต่อตัวแปรภายในจำนวนมากเกินไปและการคำนวณต่าง ๆ เทียบจะทำได้เนื่องจากจำนวน degree of freedom ที่ต่ำมาก ที่สำคัญมีโอกาสที่ตัวแปรจำนวนมากนั้นจะก่อให้เกิดปัญหา multicollinearity ได้ ดังนั้นขั้นตอนในการทำคือ การลองใส่ตัวแปรที่คาดการณ์ว่าน่าจะมีมีความสำคัญกับตัวแปรภายใน ซึ่งจะพบปัญหาอีกกว่าเมื่อได้ทำตามที่ได้มีการเปลี่ยนกลุ่มตัวแปรควบคุม จะพบว่าตัวแปรตัวเดิมที่เคยมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะนี้ไม่มีแล้ว ทำให้เราไม่สามารถทราบได้ว่าตัวแปรใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรภายในจริง ๆ การวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยทั่วไปจึงแสดงตัวแปรที่ทางทฤษฎีรองรับว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรภายในเมื่อตัวแปรอื่น ๆ คงที่ แล้วทำการเปลี่ยนกลุ่มตัวแปรควบคุมต่าง ๆ ไปเรื่อย ๆ โดยที่หากตัวแปรที่สนใจตัวนั้นยังคงมีนัยสำคัญอยู่ก็ใช้ได้ หรือกล่าวได้ว่ามีความ robust ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ลองเพิ่มตัวแปรควบคุมทีละกลุ่ม ตั้งแต่กลุ่มปัจจัยการผลิต กลุ่มการใช้จ่ายภาครัฐ กลุ่ม spillovers กลุ่ม socio-economic และจับกลุ่มหลายรูปแบบ จนได้กลุ่มตัวแปรควบคุมที่ให้ผลดีที่สุดดังแสดงในตารางที่ 8.1-8.6

|                                 |                      |                   |                      |                      |
|---------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| ln FDI                          | -0.631***<br>(0.126) | 0.140<br>(0.0962) | -0.631***<br>(0.126) | -0.571***<br>(0.168) |
| ln UNEMP                        | 0.351***<br>(0.0882) | 0.177<br>(0.164)  | 0.351***<br>(0.0882) | 0.349<br>(0.331)     |
| EU13                            | 1.895***<br>(0.270)  |                   | 1.895***<br>(0.270)  | 1.832**<br>(0.802)   |
| East Asia                       | 0.861<br>(0.509)     |                   | 0.861*<br>(0.509)    | 0.991<br>(1.173)     |
| Economies in Transition         | 2.945***<br>(0.449)  |                   | 2.945***<br>(0.449)  | 3.000***<br>(1.003)  |
| Latin America and the Caribbean | -0.210<br>(0.460)    |                   | -0.210<br>(0.460)    | -0.173<br>(0.720)    |
| South Asia                      | 0.520<br>(0.469)     |                   | 0.520<br>(0.469)     | 0.807<br>(0.641)     |
| Western Asia                    | 0.406<br>(0.298)     |                   | 0.406<br>(0.298)     | 0.400<br>(0.843)     |
| Constant                        | 3.077<br>(2.738)     | 1.668<br>(1.944)  | 3.077<br>(2.738)     | 4.094*<br>(2.236)    |
| Hausman P-value                 |                      |                   | 0.0000               |                      |
| F test $u_i=0$                  |                      | 0.0000            |                      |                      |
| Sargan test                     |                      |                   |                      | 0.000                |
| Hansen test                     |                      |                   |                      | 1.000                |
| Observations                    | 394                  | 394               | 394                  | 394                  |
| R-squared                       | 0.782                | 0.763             |                      |                      |
| Number of countries             | 22                   | 22                | 22                   | 22                   |

---

Robust standard errors in parentheses, Time dummies are included in all models

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1



จากแถวแรกของตารางที่ 8.1 จะเห็นได้ชัดเจนว่าสัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (RD\_EXP) ส่งผลกระทบทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร กล่าวคือ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ร้อยละ 10 จะส่งผลให้จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรในอีก 2 ปี ข้างหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในแบบจำลอง fixed effect กล่าวคือ เมื่อมีการจัดสรร GDP ไปยังการใช้จ่ายในภาค R&D ให้มากขึ้น จะทำให้เกิดกิจกรรมการวิจัยและพัฒนาที่มากขึ้น ซึ่งโครงการวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ สามารถนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมที่สามารถนำไปขอจดสิทธิบัตรได้มากขึ้น

เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D ต่อกำลังแรงงาน ร้อยละ 10 จะส่งผลให้จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรในอีก 2 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สอดคล้องกับสมมติฐานที่คาดการณ์ไว้นั้นคือ เมื่อเพิ่มปัจจัยการผลิตในภาค R&D ทั้งปัจจัยด้านเงินทุน และบุคลากร จะทำให้นวัตกรรมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรร้อยละ 10 จะส่งผลให้จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรในอีก 2 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.79 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สะท้อนว่านอกจากปัจจัยการผลิตในภาค R&D โดยตรงแล้ว เมื่อผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศนำเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาเข้ามาจดสิทธิบัตรในประเทศ ก่อให้เกิด spillovers ขององค์ความรู้ และทำให้การวิจัยและพัฒนาในประเทศมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้จำนวนการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ในแบบจำลองยังได้มีการควบคุมด้วยตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อจำนวนการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศได้ ทั้งตัวแปรด้านทุนมนุษย์ของประเทศ ที่ proxy ด้วยสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) ตัวแปรที่สะท้อน social infrastructure ของประเทศ ที่ proxy ด้วยดัชนีการรับรู้ด้านคอร์รัปชัน (CPI) ตัวแปรการใช้จ่ายทั่วไปของรัฐบาลที่ไม่ใช่เพื่อการลงทุน (G\_C) ตัวแปรที่สะท้อน knowledge spillovers ที่ proxy ด้วยตัวแปรการลงทุนจากต่างประเทศ (FDI) ตัวแปรที่บ่งบอกสภาพเศรษฐกิจในระดับมหภาค ที่ proxy ด้วยตัวแปรการว่างงาน (UNEMP)

พบว่าหากสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) และดัชนีการรับรู้ด้านคอร์รัปชัน (CPI) เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะส่งผลให้จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.86 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และ ร้อยละ 6.38 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ตามลำดับ

### 8.2.2.2 การตีพิมพ์บทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

ในส่วนนี้จะใช้จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ เป็น proxy ของ R&D output และทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกันกับ 8.2.2.1 ตัวแปรตามในที่นี้คือ ตัวแปร R&D ด้าน outputs ที่ proxy ด้วยจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ และตัวแปรอิสระที่สำคัญคือชุดตัวแปรเดียวกันกับการวิเคราะห์ในส่วนที่ 8.2.2.1 กล่าวคือประกอบด้วย ตัวแปรด้าน R&D inputs คือ สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (R\_EXP) สัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงาน (RD\_HUM) และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D คือ technology spillovers ที่ proxy ด้วยจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_NR) ในที่นี้กำหนดให้ตัวแปร R&D ทั้งสามตัวนี้มีค่าความล่าช้าในการส่งผลต่อ R&D ด้าน outputs ที่ 2 ปี

โดยแต่ละแบบจำลองที่ใช้วิธีการประมาณการต่างกัน ได้แก่ OLS, Fixed effect, Random effect และ GMM ให้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี ได้มีการทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ผลการทดสอบ F-test (ก่อนจะมีการใช้ cluster robust) ปฏิเสธ  $H_0 : u_i = 0$  ดังนั้นการใช้แบบจำลอง OLS จึงไม่มีความเหมาะสมในที่นี้ และแบบจำลองแบบ Panel น่าจะมีความเหมาะสมกว่า จากนั้นทดสอบสมมติฐานของ Hausman พบว่าการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง fixed effect มีความเหมาะสมกว่าการใช้แบบจำลอง random effect นอกจากนี้ จากการทดสอบสมมติฐานของ Sargan และ Hansen พบว่าแบบจำลอง GMM นั้นมีปัญหา overidentification เช่นกัน ดังนั้นผลจากแบบจำลอง GMM จึงอาจจะไม่ใช้การประมาณค่าที่ดีที่สุด ตารางที่ 8.2 รายงานผลการประมาณการจากทั้งสี่แบบจำลอง แต่จะยึดแบบจำลอง Fixed effect เป็นหลัก

ตารางที่ 8. 2 ผลการประมาณการจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ

| VARIABLES | OLS                 | FE               | RE                  | GMM                 |
|-----------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| ln RD_EXP | 1.196***<br>(0.264) | 0.448<br>(0.334) | 1.196***<br>(0.264) | 1.176***<br>(0.225) |
| ln RD_HUM | -0.350<br>(0.207)   | 0.206<br>(0.166) | -0.350*<br>(0.207)  | -0.295<br>(0.239)   |

|                                 |          |          |          |          |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| ln RD_PAT_NR                    | 0.562*** | 0.124*** | 0.562*** | 0.500*** |
|                                 | (0.144)  | (0.0238) | (0.144)  | (0.0909) |
| ln TER                          | -0.0546  | 0.367    | -0.0546  | -0.0700  |
|                                 | (0.308)  | (0.224)  | (0.308)  | (0.409)  |
| ln CPI                          | -0.263   | 0.662*   | -0.263   | -0.227   |
|                                 | (0.459)  | (0.314)  | (0.459)  | (0.380)  |
| ln G_C                          | 0.107    | -0.441   | 0.107    | 0.0756   |
|                                 | (1.035)  | (0.318)  | (1.035)  | (0.568)  |
| ln FDI                          | -0.295   | -0.0539  | -0.295   | -0.312** |
|                                 | (0.245)  | (0.106)  | (0.245)  | (0.133)  |
| ln UNEMP                        | 0.0292   | -0.111   | 0.0292   | 0.0357   |
|                                 | (0.148)  | (0.121)  | (0.148)  | (0.272)  |
| EU13                            | 1.681*** |          | 1.681*** | 1.895**  |
|                                 | (0.168)  |          | (0.168)  | (0.876)  |
| East Asia                       | -0.701   |          | -0.701   | -0.288   |
|                                 | (0.480)  |          | (0.480)  | (0.902)  |
| Economies in Transition         | 0.513    |          | 0.513    | 0.819    |
|                                 | (0.479)  |          | (0.479)  | (0.893)  |
| Latin America and the Caribbean | -0.155   |          | -0.155   | 0.212    |
|                                 | (0.396)  |          | (0.396)  | (0.793)  |
| South Asia                      | -0.116   |          | -0.116   | 0.266    |
|                                 | (0.284)  |          | (0.284)  | (0.677)  |
| Western Asia                    | 1.180*** |          | 1.180*** | 1.282    |
|                                 | (0.217)  |          | (0.217)  | (0.907)  |
| Constant                        | 4.924    | 5.793**  | 4.924*   | 6.015**  |
|                                 | (2.727)  | (1.885)  | (2.727)  | (2.156)  |
| Hausman P-value                 |          |          | 0.0000   |          |
| F test $u_i=0$                  |          | 0.0000   |          |          |

|                     |       |       |     |       |
|---------------------|-------|-------|-----|-------|
| Sargan test         |       |       |     | 0.000 |
| Hansen test         |       |       |     | 1.000 |
| Observations        | 348   | 348   | 348 | 348   |
| R-squared           | 0.831 | 0.809 |     |       |
| Number of countries | 22    | 22    | 22  | 22    |

Robust standard errors in parentheses, Time dummies are included in all models

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

จากแถวแรกของตารางที่ 8.2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าสัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (RD\_EXP) ส่งผลกระทบทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ ในแบบจำลอง OLS, Random effect และ GMM ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% อย่างไรก็ดี ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลอง Fixed effect ซึ่งเป็นแบบจำลองที่น่าจะมีความเหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ ไม่พบว่าสัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D ต่อกำลังแรงงานจะส่งผลต่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการในทุกแบบจำลอง ยกเว้นแบบจำลอง Random effect ที่ให้ค่าผลกระทบเป็นลบแต่มิมีนัยสำคัญไม่สูงมาก คือที่ระดับความเชื่อมั่น 90% เท่านั้น ซึ่งในทางทฤษฎีแล้ว การเพิ่มปัจจัยการผลิตทั้งเงินทุนและบุคลากรควรจะต้องเพิ่มผลผลิต แต่การที่ไม่พบว่าทั้งสัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D และสัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D ส่งผลต่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ อาจมีสาเหตุมาจากการที่ข้อมูลที่นำมาใช้เป็น proxy มีความกว้างเกินไปสำหรับตัวแปรการตีพิมพ์บทความทางวิชาการ และไม่ได้สะท้อนถึงแหล่งทุนและบุคลากรวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตีพิมพ์บทความวิจัยโดยตรง เห็นได้ชัดคือข้อมูลตัวแปรบุคลากรในที่นี้ครอบคลุมบุคลากรทั้งหมดที่ทำงานในภาค R&D ไม่ใช่เพียงแค่นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย ซึ่งในแต่ละประเทศก็อาจจะมีสัดส่วนนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัยต่อบุคลากรในภาค R&D ที่แตกต่างกันไป เช่นเดียวกัน ค่าใช้จ่ายในภาค R&D ก็กว้างขวางและมีความแตกต่างในส่วนประกอบในแต่ละประเทศมาก ทำให้ไม่สามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในภาค R&D และบุคลากรในภาค R&D กับจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการในที่นี้

อย่างไรก็ดี เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศมีผลกระทบทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ในทุกแบบจำลอง กล่าวคือ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาจากประเทศผู้ออกสิทธิบัตรร้อยละ 10 จะส่งผลให้จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติในอีก 2 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.62, 1.24, 5.62 และ 5.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ใน

แบบจำลอง OLS, Fixed effect, Random effect และ GMM ตามลำดับ สะท้อนว่านอกจากปัจจัยการผลิตในภาค R&D โดยตรงแล้ว เมื่อผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศนำเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาเข้ามาจดสิทธิบัตรในประเทศไม่ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวนั้นจะพัฒนาในหรือนอกประเทศก็ตาม จะส่งผลให้เกิด spillovers ขององค์ความรู้โดยตรง และทำให้การวิจัยและพัฒนาในประเทศมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติเพิ่มขึ้นตามไปด้วย<sup>13</sup>

ในแบบจำลองยังได้มีการควบคุมด้วยตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศได้ ซึ่งในแบบจำลอง Fixed effect พบตัวแปรดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI) เพียงตัวเดียวที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ เมื่อดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชันเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 (การคอร์รัปชันลดลง) จะส่งผลให้จำนวนการตีพิมพ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.62 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% อธิบายได้ว่าประเทศที่มีคอร์รัปชันต่ำ คือประเทศที่มี social infrastructure ที่ดี กล่าวคือ มีบรรยากาศทางด้านสังคมที่เหมาะสมกับการทำการค้นคว้าวิจัยมากกว่าประเทศที่มีการคอร์รัปชันสูง

### 8.2.3 ผลการประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

ในส่วนนี้จะแสดงผลการประมาณการฟังก์ชันของตัวแปรที่กำหนดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ โดยตัวแปรที่สนใจคือ การวิจัยและพัฒนา แยกเป็น 4 ตัวแปรตามนิยามของการวิจัยและพัฒนาที่แตกต่างกันดังที่กล่าวแล้ว 2 ตัวแปรแรกคือ R&D ด้าน input ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในภาค R&D (ตารางที่ 8.3) และบุคลากรในภาค R&D (ตารางที่ 8.4) และตัวแปร R&D ด้าน output ประกอบด้วย นวัตกรรม (ตารางที่ 8.5) และการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ (ตารางที่ 8.6)

#### 8.2.3.1 การประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศโดยใช้ตัวแปร R&D ด้าน input

ตัวแปร R&D ด้าน input ประกอบด้วยอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในภาค R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP และ อัตราส่วนของจำนวนบุคลากรด้าน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงานภายในประเทศ

<sup>13</sup> ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยเชิงประจักษ์ล่าสุดคือ Chen and Xu (2022) ที่ศึกษาแบบจำลองคุณภาพอุตสาหกรรมของโรงงานผลิตในอุตสาหกรรมมอเตอร์ไฟฟ้าของเกาหลีช่วงปี 1991 ถึง 1996 ด้วยวิธี simulated method of moments พบว่า Knowledge spillovers สามารถอธิบายการพัฒนาในผลิตภาพการผลิตในระดับบริษัทเป็นอย่างมาก และระบุด้วยว่าเงินอุดหนุนการทำ R&D ที่ร้อยละ 15 จะเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมได้ดีที่สุด

### 8.2.3.1.1 การประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศโดยใช้ค่าใช้จ่ายในภาค R&D เป็นตัวแปร R&D ด้าน input

ตัวแปรตามในที่นี้คือ อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว และตัวแปรอิสระที่สำคัญในที่นี้ คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D ทางด้าน inputs นั่นคือ สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP (RD\_EXP) โดยกำหนดค่าความล่าช้าในการส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว ที่ 4 ปี<sup>14</sup>

ผลการวิเคราะห์การประมาณผลกระทบของสัดส่วนค่าใช้จ่ายในภาค R&D ต่อ GDP ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ แสดงดังตารางที่ 8.3 เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ในส่วนที่ 8.2.2 ได้มีการทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ ผลการทดสอบ F-test (ก่อนจะมีการใช้ cluster robust) ปฏิเสธ  $H_0 : u_i = 0$  นั่นคือ มี heteroskedasticity มี Fixed effect ดังนั้นการใช้แบบจำลอง OLS จึงไม่มีความเหมาะสมในที่นี้ และแบบจำลองแบบ Panel น่าจะมีความเหมาะสมกว่า จากนั้นทดสอบสมมติฐานของ Hausman พบว่าการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง fixed effect มีความเหมาะสมกว่าการใช้แบบจำลอง random effect นอกจากนี้ จากการทดสอบสมมติฐานของ Sargan และ Hansen พบว่าแบบจำลอง GMM นั้นมีปัญหา overidentification และเมื่อพยายามทำการแก้ไขด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การลดค่า lag และลดจำนวนตัวแปรของ instrumental variable รวมถึงการใช้ตัวแปรเวลาเป็น instrumental variable ก็ยังไม่สามารถเปลี่ยนแปลงผลการทดสอบได้ ดังนั้นผลจากแบบจำลอง GMM จึงอาจจะไม่ใช่การประมาณค่าที่ดีที่สุด เนื่องด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ตารางที่ 8.3 รายงานผลการประมาณการจากทั้งสี่แบบจำลอง แต่จะยึดแบบจำลอง Fixed effect เป็นหลัก

<sup>14</sup> งานวิจัยได้ทำการทดลองใช้ค่าความล่าช้าที่แตกต่างกัน คือ ที่ความล่าช้าเป็นศูนย์ หนึ่ง สอง สาม สี่ ห้า และสิบ พบว่าค่าความล่าช้าที่สี่ปี เป็นจำนวนปีที่น้อยที่สุดที่ตัวแปรค่าใช้จ่ายใน R&D ส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 8.3** ผลการประมาณการอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในภาค R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ

| VARIABLES           | OLS                     | FE                     | RE                      | GMM                     |
|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| RD_EXP              | 1.489<br>(1.222)        | 6.648**<br>(2.058)     | 1.489<br>(1.222)        | 5.082<br>(17.11)        |
| RD_EXP <sup>2</sup> | -0.180<br>(0.273)       | -0.998**<br>(0.290)    | -0.180<br>(0.273)       | -0.932<br>(3.894)       |
| GFCF                | -0.0285<br>(0.0523)     | -0.0422<br>(0.0562)    | -0.0285<br>(0.0523)     | -0.264<br>(0.616)       |
| LFPR                | -1.36e-09<br>(2.01e-09) | 3.83e-08<br>(2.07e-08) | -1.36e-09<br>(2.01e-09) | -1.30e-08<br>(3.15e-08) |
| TER                 | -0.0198<br>(0.0165)     | -0.0710**<br>(0.0273)  | -0.0198<br>(0.0165)     | 0.0908<br>(0.134)       |
| G_C                 | -0.236**<br>(0.0822)    | 0.122<br>(0.108)       | -0.236***<br>(0.0822)   | -1.584<br>(1.175)       |
| FDI                 | 0.0248<br>(0.0462)      | 0.0589<br>(0.0632)     | 0.0248<br>(0.0462)      | 0.337<br>(0.464)        |
| G_DEBT              | -0.0167<br>(0.0171)     | 0.0352*<br>(0.0163)    | -0.0167<br>(0.0171)     | -0.0444<br>(0.224)      |
| INFL                | 0.00439<br>(0.0268)     | -0.0766**<br>(0.0228)  | 0.00439<br>(0.0268)     | -0.198<br>(0.158)       |
| CPI                 | 0.00735<br>(0.0151)     | 0.0527<br>(0.0470)     | 0.00735<br>(0.0151)     | -0.124<br>(0.170)       |
| GDP_Initial         | -9.19e-05<br>(9.46e-05) |                        | -9.19e-05<br>(9.46e-05) | -0.000209<br>(0.00144)  |
| EU13                | 2.963***<br>(0.781)     |                        | 2.963***<br>(0.781)     | -0.00816<br>(15.65)     |

|                                 |         |         |          |         |
|---------------------------------|---------|---------|----------|---------|
| East Asia                       | 1.183*  |         | 1.183**  | -5.958  |
|                                 | (0.507) |         | (0.507)  | (10.79) |
| Economies in Transition         | 1.819   |         | 1.819*   | -2.646  |
|                                 | (1.012) |         | (1.012)  | (17.63) |
| Latin America and the Caribbean | 0.106   |         | 0.106    | -4.113  |
|                                 | (0.717) |         | (0.717)  | (15.02) |
| South Asia                      | 2.052** |         | 2.052*** | -0.198  |
|                                 | (0.753) |         | (0.753)  | (17.06) |
| Western Asia                    | 0.617   |         | 0.617    | -7.992  |
|                                 | (0.584) |         | (0.584)  | (13.47) |
| Constant                        | 4.438   | -5.203  | 4.438    | 35.08   |
|                                 | (2.701) | (3.191) | (2.701)  | (27.08) |
| Hausman P-value                 |         |         | 0.0000   |         |
| F test $u_i=0$                  |         | 0.0000  |          |         |
| Sargan test                     |         |         |          | 0.000   |
| Hansen test                     |         |         |          | 1.000   |
| Observations                    | 322     | 322     | 322      | 322     |
| R-squared                       | 0.536   | 0.541   |          |         |
| Number of countries             | 19      | 19      | 19       | 19      |

Robust standard errors in parentheses, Time dummies are included in all models

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

โดยแต่ละแบบจำลองที่ใช้วิธีการประมาณการต่างกัน ได้แก่ OLS, Fixed effect, Random effect และ GMM ต่างให้ผลทางบวกที่สอดคล้องกัน เท่ากับ 1.489, 6.648, 1.489 และ 5.082 แต่เฉพาะแบบจำลอง Fixed effect เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อให้สอดคล้องกับค่าที่เป็นในปัจจุบัน สามารถอธิบายค่าสัมประสิทธิ์ 6.648 ได้ดังนี้ เมื่อสัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP เพิ่มขึ้น 0.1 จุดร้อยละ (percentage point) (เช่น จากค่า 1 จุดร้อยละ เป็น 1.1 จุดร้อยละ) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงของประเทศในอีก 4 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้น 0.665 จุดร้อยละ (เช่น จากอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่ 3 จุดร้อยละ เป็น 3.665 จุดร้อยละ) เมื่อปัจจัยอื่นๆ ไม่



เปลี่ยนแปลง กล่าวคือ เมื่อมีการจัดสรร GDP ไปยังการใช้จ่ายในภาค R&D ให้มากขึ้น จะทำให้เกิดกิจกรรมการวิจัยและพัฒนาที่มากขึ้น จากการวิจัยและพัฒนาไปสู่ภาคสินค้าและบริการต้องใช้ระยะเวลาหนึ่ง กล่าวคือมีความล่าช้าที่การวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ จะตกผลึกและนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในสินค้าและบริการเดิม หรือประยุกต์ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการใหม่ ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบใดก็จะส่งผลให้เกิดการขยายตัวของ GDP ในที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของเทอมกำลังสองของตัวแปรค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP มีค่าติดลบเท่ากับ 0.998 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจกับค่าใช้จ่ายในภาค R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP เป็นฟังก์ชันแบบ concave กล่าวคือเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในภาค R&D คิดเป็นร้อยละของ GDP มากจนถึงจุดหนึ่ง การเพิ่มอัตราส่วนดังกล่าวต่อไปจะทำให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงได้ ดังนั้นนโยบายในการจัดสรร GDP ของประเทศไปยังภาค R&D จึงมีข้อจำกัดเช่นเดียวกันกับนโยบายการเพิ่มการลงทุนในภาคอื่นๆ จากกฎการลดน้อยถอยลงหน่วยสุดท้าย (Diminishing marginal returns)

ในแบบจำลองยังได้มีการควบคุมด้วยตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้ ทั้งตัวแปรควบคุมในกลุ่มปัจจัยการผลิต ได้แก่ อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP (GFCF: +) อัตราส่วนการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานคิดเป็นร้อยละของจำนวนประชากร (LFPR: +) อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา (TER: +) โดยใช้ Lag 4 ปีตามสมมติฐานว่าผู้เรียนจะใช้เวลาเรียนจนจบการศึกษาระดับอุดมศึกษาในเวลา 4 ปี และมูลค่าการบริโภคภาครัฐ ( $G_C$ : -) ตัวแปรควบคุม Spillovers ขององค์ความรู้ ได้แก่ อัตราส่วนของมูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศต่อ GDP (FDI: +, -) ตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ซึ่งประกอบด้วย อัตราส่วนของมูลค่าหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP ( $G\_DEBT$ : -) อัตราเงินเฟ้อ (INFL: -) ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI: +) รวมถึงตัวแปรหุ่นของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (Country group) ประกอบด้วย ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (West Asia) กลุ่มประเทศ EU-13 (EU13) และกลุ่มประเทศในระยเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) โดยกำหนดให้ภูมิภาคแอฟริกาเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) และ GDP\_Initial แทนค่าคงที่ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของแต่ละประเทศในปี 1991

จากแบบจำลอง Fixed effect พบว่าตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง 2 ตัว คือ อัตราส่วนของมูลค่าหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0352 และอัตราเงินเฟ้อ มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0766 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% และ 95% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มหภาคทั่วไปที่คาดการณ์ผลกระทบทางลบของเงินเฟ้อต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามก็ตีผลกระทบที่ได้สำหรับหนี้ภาครัฐ

ตรงกันข้ามจากสมมติฐานที่ระบุความสัมพันธ์ทางลบ อาจอธิบายได้ในอีกมุมหนึ่งว่าหนี้ของประเทศที่เพิ่มขึ้น สะท้อนการใช้จ่ายของภาครัฐที่เพิ่มขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ GDP ในระยะสั้นได้

ที่น่าสังเกตคือ ตัวแปรด้านทุนมนุษย์ของประเทศ ที่ proxy ด้วยสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) พบค่าสัมประสิทธิ์ติดลบในทุกสามแบบจำลอง แต่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แคในแบบจำลอง Fixed effect ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.071 โดยเมื่อสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เพิ่มขึ้น 1 จุดร้อยละ จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลง 0.071 จุดร้อยละ ซึ่งเป็นที่น่าแปลกใจว่าเมื่อมีประชากรมีการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษามากขึ้น เหตุใดจึงส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศลดลง อาจอธิบายได้ว่าจำนวนผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่มากขึ้น อาจเป็นเพียงการเพิ่มขึ้นของตัวเลขที่ถูกนำมาใช้ชี้วัดความสำเร็จในภาคการศึกษา อย่างไรก็ตามก็ตีตัวเลขดังกล่าวไม่ได้สะท้อนการเป็น inputs ในภาคการผลิตสินค้าและบริการที่สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตต่อหัวได้ สะท้อนให้เห็นว่า ประการที่ 1 การศึกษาระดับอุดมศึกษาที่เป็นอยู่ไม่ได้ช่วยสร้างบัณฑิตที่มีความรู้ความชำนาญตามที่ควรจะเป็นสำหรับผู้เรียนในมหาวิทยาลัย 4 ปี หากพวกเขาได้เข้าสู่ตลาดแรงงาน หรือ ประการที่ 2 บัณฑิตเหล่านั้นอาจจะไม่มีความรู้ความสามารถที่เป็นที่ต้องการในตลาดแรงงาน ทำให้เขาเหล่านั้นเป็นผู้ว่างงานที่ไม่ก่อให้เกิดผลิตภาพการผลิตของประเทศได้ โดยเฉพาะสำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ที่ยังมีสัดส่วนของภาคการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมในสัดส่วนสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว การมีสัดส่วนของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่มากขึ้น อาจจะไม่เหมาะสมกับสถานะการพัฒนาประเทศในขณะนั้นก็เป็นได้

#### 8.2.3.1.2 การประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศโดยใช้จำนวนบุคลากรในภาค R&D เป็นตัวแปร R&D ด้าน input

ตัวแปรตามในที่นี้คือ อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว และตัวแปรอิสระที่สำคัญในที่นี้คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D ทางด้าน inputs คือ อัตราส่วนของจำนวนบุคลากรด้าน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงานภายในประเทศ โดยกำหนดค่าความล่าช้าในการส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว ที่ 4 ปี<sup>15</sup>

ผลการวิเคราะห์การประมาณผลกระทบของสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ แสดงดังตารางที่ 8.4 เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ในส่วนที่ 8.2.2 ได้มีการทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด โดย

<sup>15</sup> งานวิจัยได้ทำการทดลองใช้ค่าความล่าช้าที่แตกต่างกัน คือ ที่ความล่าช้าเป็นศูนย์ หนึ่ง สอง สาม สี่ ห้า และสิบ พบว่าค่าความล่าช้าที่สี่ปี เป็นจำนวนปีที่น้อยที่สุดที่ตัวแปรสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D ส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กระบวนการทดสอบให้ผลเช่นเดียวกันกับที่รายงานในส่วนที่ 8.2.3.1.1 ดังนั้น การรายงานผลในตารางที่ 8.4 จะยึดแบบจำลอง Fixed effect เป็นหลัก

**ตารางที่ 8.4** ผลการประมาณการอัตราส่วนของจำนวนบุคลากรด้าน R&D คิดเป็นร้อยละของกำลังแรงงานภายในประเทศ ต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ

| VARIABLES           | OLS                       | FE                      | RE                         | GMM                     |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| RD_HUM              | -2.748<br>(2.467)         | 5.593**<br>(2.214)      | -2.748<br>(2.467)          | -3.098<br>(32.31)       |
| RD_HUM <sup>2</sup> | 1.950<br>(1.117)          | -1.431<br>(1.010)       | 1.950*<br>(1.117)          | -0.0395<br>(24.53)      |
| RD_PAT_NR           | -7.48e-06<br>(3.23e-05)   | -0.000200<br>(0.000123) | -7.48e-06<br>(3.23e-05)    | -0.000325<br>(0.000782) |
| K Stock             | 0.000424*<br>(0.000183)   | 0.00103<br>(0.000740)   | 0.000424**<br>(0.000183)   | 0.00388<br>(0.00472)    |
| LF                  | -7.66e-09**<br>(2.93e-09) | 3.09e-08<br>(7.81e-08)  | -7.66e-09***<br>(2.93e-09) | -2.62e-08<br>(6.37e-08) |
| G_C                 | -0.321**<br>(0.0998)      | -0.0475<br>(0.132)      | -0.321***<br>(0.0998)      | -2.082<br>(1.370)       |
| G_DEBT              | 0.00569<br>(0.0179)       | 0.0559**<br>(0.0202)    | 0.00569<br>(0.0179)        | -0.0389<br>(0.0548)     |
| CPI                 | 0.0190<br>(0.0163)        | 0.00833<br>(0.0898)     | 0.0190<br>(0.0163)         | 0.107<br>(0.273)        |
| GDP_Initial         | -4.56e-05<br>(7.56e-05)   |                         | -4.56e-05<br>(7.56e-05)    | 0.000488<br>(0.000768)  |
| EU13                | 2.928**<br>(0.792)        |                         | 2.928***<br>(0.792)        | -5.931<br>(22.26)       |
| East Asia           | 0.179<br>(0.682)          |                         | 0.179<br>(0.682)           | -23.23<br>(25.92)       |

|                                 |         |         |         |         |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Economies in Transition         | 0.0307  |         | 0.0307  | -23.24  |
|                                 | (1.400) |         | (1.400) | (23.69) |
| Latin America and the Caribbean | -0.401  |         | -0.401  | -20.15  |
|                                 | (0.714) |         | (0.714) | (24.74) |
| South Asia                      | 1.632*  |         | 1.632** | -17.02  |
|                                 | (0.737) |         | (0.737) | (22.68) |
| Western Asia                    | -0.185  |         | -0.185  | -19.12  |
|                                 | (0.703) |         | (0.703) | (22.83) |
| Constant                        | 4.365   | -5.019  | 4.365*  | 39.09   |
|                                 | (2.503) | (6.870) | (2.503) | (32.90) |
| Hausman P-value                 |         |         | 0.0087  |         |
| F test $u_i=0$                  |         | 0.0000  |         |         |
| Sargan test                     |         |         |         | 0.000   |
| Hansen test                     |         |         |         | 1.000   |
| Observations                    | 256     | 256     | 256     | 256     |
| R-squared                       | 0.444   | 0.427   |         |         |
| Number of countries             | 20      | 20      | 20      | 20      |

Robust standard errors in parentheses, Time dummies are included in all models

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

จะเห็นได้ว่าทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลอง Fixed effect ให้ค่าประมาณการสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นลบ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แบบจำลอง Fixed effect (ซึ่งผ่านการทดสอบว่ามีความเหมาะสมที่สุด) ให้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกที่ 5.593 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กล่าวคือ เมื่อสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D เพิ่มขึ้น 0.1 จุดร้อยละ เช่น จากค่าเฉลี่ยคร่าวๆ ของสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D ของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนายู่ที่ 1 จุดร้อยละ เพิ่มขึ้นเป็น 1.1 จุดร้อยละ (เพื่อให้มองเห็นภาพ สำหรับประเทศไทยสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D ที่เพิ่มขึ้น 0.1 จุดร้อยละ อยู่ในกรอบตัวเลขประมาณสองถึงสาม พันคน) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงของประเทศในอีก 4 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้น 0.559 จุดร้อยละ (เช่น จากอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.559 เปอร์เซ็นต์) เมื่อ

ปัจจัยอื่นๆ ไม่เปลี่ยนแปลง กล่าวคือ เมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรมนุษย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ไปยังภาค R&D มากขึ้น จะทำให้เกิดกิจกรรมการวิจัยและพัฒนาที่มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของจำนวนนักวิทยาศาสตร์ในปีไม่สามารถส่งผลต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศทันที แต่มีการล่าช้ากว่าที่ผลงานของนักวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อภาคเศรษฐกิจจริงและก่อให้เกิดการขยายตัวของ GDP ในที่สุด นอกจากนี้ ไม่พบว่าการลดน้อยถอยลงหน่วยสุดท้าย (Diminishing marginal returns) ของการเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D กล่าวคือ แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของเทอมกำลังสองของตัวแปรสัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D มีค่าติดลบเท่ากับ 1.431 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในแบบจำลองยังได้มีการควบคุมด้วยตัวแปรอื่นๆที่อาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้ ทั้งตัวแปรควบคุมในกลุ่มปัจจัยการผลิต ได้แก่ สต็อกของทุนกายภาพ (K Stock: +) กำลังแรงงาน (LF: +) และมูลค่าการบริโภคภาครัฐ (G\_C: -) ตัวแปรควบคุม Spillovers ขององค์ความรู้ ได้แก่ จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_NR: +) ตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ซึ่งประกอบด้วย อัตราส่วนของมูลค่าหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP (G\_DEBT: -) และดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI: +) รวมถึงตัวแปรหุ่นของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (Country group) ประกอบด้วย ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (West Asia) กลุ่มประเทศ EU-13 (EU13) และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) โดยกำหนดให้ภูมิภาคแอฟริกาเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) และ GDP\_Initial แทนค่าคงที่ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของแต่ละประเทศในปี 1991

จากแบบจำลอง Fixed effect พบว่าตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง คือ อัตราส่วนของมูลค่าหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0559 ผลกระทบที่ได้สำหรับหนี้ภาครัฐตรงกันข้ามจากสมมติฐานที่ระบุความสัมพันธ์ทางลบ อาจอธิบายได้ในอีกมุมหนึ่งว่าหนี้ของประเทศที่เพิ่มขึ้น สะท้อนการใช้จ่ายของภาครัฐที่เพิ่มขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ GDP ในระยะสั้นได้

### 8.2.3.2 การประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศโดยใช้ตัวแปร R&D ด้าน Output

ตัวแปร R&D ด้าน output ประกอบด้วยจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร และ จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสาร วิชาการ

#### 8.2.3.2.1 การประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศโดยใช้จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร เป็นตัวแปร R&D ด้าน Output

ตัวแปรตามในที่นี้คือ อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว และตัวแปรอิสระที่สำคัญในที่นี้คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D ทางด้าน output นั่นคือ จำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_R) โดยในที่นี้กำหนดให้ไม่มีความล่าช้าในการส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว เนื่องจากส่วนมากแล้วเมื่อมีการจดทะเบียนสิทธิบัตร นั้นหมายถึงเป็นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่พร้อมนำไปใช้ในภาคเศรษฐกิจจริงแล้ว

ผลการวิเคราะห์การประมาณผลกระทบของจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศแสดงดังตารางที่ 8.5 เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ในส่วนที่ 8.2.2 ได้มีการทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ผลการทดสอบ F-test (ก่อนจะมีการใช้ cluster robust) ปฏิเสธ  $H_0 : u_i = 0$  นั่นคือ มี heteroskedasticity มี Fixed effect ดังนั้นการใช้แบบจำลอง OLS จึงไม่มีความเหมาะสมในที่นี้ และแบบจำลองแบบ Panel น่าจะมีความเหมาะสมกว่า จากนั้นทดสอบสมมติฐานของ Hausman พบว่าการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง fixed effect มีความเหมาะสมกว่าการใช้แบบจำลอง random effect นอกจากนี้ จากการทดสอบสมมติฐานของ Sargan และ Hansen พบว่าแบบจำลอง GMM นั้นมีปัญหา overidentification ดังนั้นผลจากแบบจำลอง GMM จึงอาจจะไม่ใช่การประมาณค่าที่ดีที่สุดเนื่องด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ตารางที่ 8.5 รายงานผลการประมาณการจากทั้งสี่แบบจำลอง แต่จะยึดแบบจำลอง Fixed effect เป็นหลัก

**ตารางที่ 8. 5** ผลการประมาณการจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร ต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ

| VARIABLES | OLS                      | FE                      | RE                        | GMM                   |
|-----------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| RD_PAT_R  | 8.16e-05**<br>(2.40e-05) | -0.000134<br>(9.18e-05) | 8.16e-05***<br>(2.40e-05) | 3.49e-05<br>(0.00289) |

|                                 |            |            |            |            |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| RD_PAT_R <sup>2</sup>           | -2.60e-10  | 7.42e-10*  | -2.60e-10  | 7.39e-10   |
|                                 | (1.87e-10) | (3.57e-10) | (1.87e-10) | (8.93e-09) |
| RD_PAT_NR                       | -7.33e-05  | -0.000230  | -7.33e-05  | 0.000165   |
|                                 | (5.29e-05) | (0.000123) | (5.29e-05) | (0.000517) |
| K Stock                         | -0.000180  | 0.00111**  | -0.000180  | 0.00121    |
|                                 | (0.000197) | (0.000323) | (0.000197) | (0.000596) |
| LF                              | 5.80e-09** | 3.04e-09   | 5.80e-09** | -8.89e-08  |
|                                 | (2.36e-09) | (4.12e-08) | (2.36e-09) | (3.80e-07) |
| TER                             | -0.0579*** | -0.0813*   | -0.0579*** | 0.0319     |
|                                 | (0.0147)   | (0.0360)   | (0.0147)   | (0.895)    |
| G_EDU                           | -0.116     | 0.126      | -0.116     | -5.294     |
|                                 | (0.245)    | (0.422)    | (0.245)    | (3.543)    |
| UNEMP                           | 0.163      | 0.171      | 0.163      | 0.411      |
|                                 | (0.101)    | (0.162)    | (0.101)    | (1.960)    |
| Rule of Law                     | 0.337      | -1.602*    | 0.337      | -11.58     |
|                                 | (0.280)    | (0.679)    | (0.280)    | (21.52)    |
| GDP_Initial                     | 5.08e-05   |            | 5.08e-05   | 0.00126    |
|                                 | (3.34e-05) |            | (3.34e-05) | (0.00267)  |
| EU13                            | 1.825**    |            | 1.825***   | -10.32     |
|                                 | (0.648)    |            | (0.648)    | (56.80)    |
| East Asia                       | 1.724**    |            | 1.724***   | -14.05     |
|                                 | (0.650)    |            | (0.650)    | (33.09)    |
| Economies in Transition         | 3.427***   |            | 3.427***   | -29.26     |
|                                 | (0.565)    |            | (0.565)    | (58.10)    |
| Latin America and the Caribbean | 0.840      |            | 0.840      | -27.85     |
|                                 | (0.589)    |            | (0.589)    | (90.89)    |
| South Asia                      | 1.705*     |            | 1.705**    | -2.826     |
|                                 | (0.818)    |            | (0.818)    | (55.37)    |

|                     |         |         |         |         |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| Western Asia        | -0.987  |         | -0.987  | -22.20  |
|                     | (0.767) |         | (0.767) | (59.89) |
| Constant            | 1.881   | 3.385   | 1.881   | 24.98   |
|                     | (1.871) | (3.006) | (1.871) | (31.88) |
| Hausman P-value     |         |         | 0.0006  |         |
| F test $u_i=0$      |         | 0.0000  |         |         |
| Sargan test         |         |         |         | 0.000   |
| Hansen test         |         |         |         | 1.000   |
| Observations        | 388     | 388     | 388     | 388     |
| R-squared           | 0.359   | 0.360   |         |         |
| Number of countries | 22      | 22      | 22      | 22      |

Robust standard errors in parentheses, Time dummies are included in all models

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

จะเห็นได้ว่าทุกแบบจำลองยกเว้นแบบจำลอง Fixed effect ให้ค่าประมาณการจำนวนการขจัดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นบวก ทั้งมีและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แบบจำลอง Fixed effect (ซึ่งผ่านการทดสอบว่ามีความเหมาะสมที่สุด) ให้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบที่ 0.000134 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของการขจัดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศ ไม่ได้มีผลใดๆ ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งขัดแย้งกับข้อบ่งชี้ทางทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ว่าจำนวนสิทธิบัตรซึ่งสะท้อนนวัตกรรมจะเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิต หรือส่งผลให้เกิดสินค้าและบริการใหม่ที่กระตุ้นให้เกิดการขยายตัวของ GDP เหตุผลหนึ่งที่อาจอธิบายได้ว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนสิทธิบัตรไม่ได้ส่งผลต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา คือ จำนวนสิทธิบัตรนั้นอาจไม่ได้สะท้อนถึงการเกิดขึ้นของนวัตกรรมที่แท้จริง เช่น เป็นเพียงแค่การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เล็กน้อย ไม่ได้เป็นการเกิดขึ้นของสินค้าใหม่ หรือไม่ได้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแต่อย่างใด กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของจำนวนสิทธิบัตรอาจจะไม่ได้สะท้อนถึงการเพิ่มขึ้นของระดับเทคโนโลยีก็เป็นได้

ในแบบจำลองยังได้มีการควบคุมด้วยตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้ ทั้งตัวแปรควบคุมในกลุ่มปัจจัยการผลิต ได้แก่ สต็อกของทุนกายภาพ (K Stock: +) กำลังแรงงาน (LF: +) อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา (TER: +) Lag 4 และการลงทุนของภาครัฐด้านการศึกษา (G\_EDU: +) ตัวแปรควบคุม Spillovers ขององค์ความรู้ ได้แก่ จำนวนการขอสิทธิบัตร



ของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_NR: +) ตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ได้แก่ อัตราการว่างงาน (UNEMP: -) และหลักนิติธรรม (Rule of Law: +) รวมถึงตัวแปรหุ่นของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (Country group) ประกอบด้วย ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (West Asia) กลุ่มประเทศ EU-13 (EU13) และกลุ่มประเทศในระบะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) โดยกำหนดให้ภูมิภาคแอฟริกาเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) และ GDP\_Initial แทนค่าคงที่ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของแต่ละประเทศในปี 1991

จากแบบจำลอง Fixed effect พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของสต็อกของทุนกายภาพเท่ากับ 0.0011 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นั่นคือเมื่อสต็อกของทุนกายภาพเพิ่มขึ้น 1 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP เพิ่มขึ้น 0.0011 จุดร้อยละ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เท่ากับ -0.0813 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% นั่นคือ เมื่อสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เพิ่มขึ้น 1 จุดร้อยละ จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลง 0.0813 จุดร้อยละ ด้วยเหตุผลเดียวกับที่อธิบายในส่วนที่ 8.2.3.1.1 ที่ว่าจำนวนผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่มากขึ้น อาจไม่ได้สะท้อนการเป็น inputs ในภาคการผลิตสินค้าและบริการที่สามารถเพิ่มผลผลิตการผลิตต่อหัวได้ นอกจากนี้ ตัวแปรควบคุมในกลุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ตัวแปรหลักนิติธรรม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -1.602 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ซึ่งต่างจากสมมติฐานคาดการณ์ อาจอธิบายได้ในอีกมุมหนึ่งว่าการที่หลักนิติธรรมในประเทศกำลังพัฒนามีความเข้มข้นมากขึ้น โดยที่สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองอื่นๆ อาจจะยังไม่ตอบรับกับการมีหลักนิติธรรมที่เคร่งครัด ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการผลิตสินค้าและบริการ และส่งผลให้เกิดการลดลงของ GDP ในระยะสั้นได้

#### 8.2.3.2.2 การประมาณการอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศโดยใช้จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติเป็นตัวแปร R&D ด้าน Output

ตัวแปรตามในที่นี้คือ อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว และตัวแปรอิสระที่สำคัญในที่นี้คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ R&D ทางด้าน output นั่นคือ จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ (RD\_PUB) โดยในที่นี้กำหนดให้ไม่มีความล่าช้าในการส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัว เนื่องจากส่วนมากแล้ว การตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจะใช้เวลาหลายเดือนหรือบางครั้งกว่าหนึ่งปีจากวันที่ส่งบทความ ดังนั้น แม้จะกำหนดให้ไม่มี

ความล่าช้าของตัวแปรจำนวนการตีพิมพ์ในการส่งผลต่ออัตราการขยายตัวของ GDP แต่วารสารที่ตีพิมพ์ในปีนั้นๆ มักจะสะท้อนถึงเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่ถูกคิดวิจัยขึ้นมาเมื่อช่วงเวลาก่อนหน้าแล้ว

ผลการวิเคราะห์การประมาณผลกระทบของจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ แสดงดังตารางที่ 8.6 เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ในส่วนที่ 8.2.2 แบบจำลอง Fixed effect มีความเหมาะสมกว่าการใช้แบบจำลอง OLS, Random effect และ GMM ตารางที่ 8.6 รายงานผลการประมาณการจากทั้งสี่แบบจำลอง แต่จะยึดแบบจำลอง Fixed effect เป็นหลัก

**ตารางที่ 8. 6** ผลการประมาณการจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ ต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจต่อหัวที่แท้จริงของประเทศ

| VARIABLES           | OLS                     | FE                        | RE                       | GMM                     |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| RD_PUB              | 5.84e-05<br>(5.77e-05)  | 0.000256**<br>(0.000104)  | 5.84e-05<br>(5.77e-05)   | 0.000659<br>(0.000538)  |
| RD_PUB <sup>2</sup> | -1.65e-10<br>(5.42e-10) | -1.72e-09<br>(9.67e-10)   | -1.65e-10<br>(5.42e-10)  | -2.45e-09<br>(6.64e-09) |
| RD_PAT_NR           | 2.17e-05<br>(6.36e-05)  | -0.000320**<br>(0.000122) | 2.17e-05<br>(6.36e-05)   | -0.000297<br>(0.000537) |
| K Stock             | -0.000472<br>(0.000269) | 7.23e-05<br>(0.000739)    | -0.000472*<br>(0.000269) | -0.00310<br>(0.00454)   |
| LF                  | 3.18e-09<br>(3.57e-09)  | 9.25e-08<br>(8.85e-08)    | 3.18e-09<br>(3.57e-09)   | 9.41e-09<br>(5.49e-08)  |
| TER                 | -0.0464**<br>(0.0187)   | -0.118**<br>(0.0375)      | -0.0464**<br>(0.0187)    | -0.00785<br>(0.151)     |
| G_EDU               | -0.503<br>(0.309)       | -0.00465<br>(0.403)       | -0.503<br>(0.309)        | -3.351<br>(2.748)       |
| UNEMP               | 0.0527<br>(0.0975)      | 0.123<br>(0.170)          | 0.0527<br>(0.0975)       | -0.270<br>(0.475)       |
| Rule of Law         | -0.0543                 | -2.740                    | -0.0543                  | -0.713                  |

|                                 |            |         |            |           |
|---------------------------------|------------|---------|------------|-----------|
|                                 | (0.410)    | (2.111) | (0.410)    | (7.580)   |
| GDP_Initial                     | -2.40e-05  |         | -2.40e-05  | -0.000200 |
|                                 | (2.00e-05) |         | (2.00e-05) | (0.00103) |
| EU13                            | 2.143***   |         | 2.143***   | -10.70    |
|                                 | (0.523)    |         | (0.523)    | (11.75)   |
| East Asia                       | 2.089**    |         | 2.089***   | -4.278    |
|                                 | (0.712)    |         | (0.712)    | (13.68)   |
| Economies in Transition         | 3.336***   |         | 3.336***   | -12.69    |
|                                 | (0.366)    |         | (0.366)    | (19.70)   |
| Latin America and the Caribbean | 1.023      |         | 1.023      | -8.584    |
|                                 | (0.716)    |         | (0.716)    | (20.32)   |
| South Asia                      | 0.815      |         | 0.815      | -15.54    |
|                                 | (0.728)    |         | (0.728)    | (16.86)   |
| Western Asia                    | -1.000     |         | -1.000*    | -15.38    |
|                                 | (0.598)    |         | (0.598)    | (13.86)   |
| Constant                        | 3.239      | 0.403   | 3.239      | 31.63     |
|                                 | (2.241)    | (4.952) | (2.241)    | (19.47)   |
| Hausman P-value                 |            |         | 0.0001     |           |
| F test $u_i=0$                  |            | 0.0000  |            |           |
| Sargan test                     |            |         |            | 0.000     |
| Hansen test                     |            |         |            | 1.000     |
| Observations                    | 313        | 313     | 313        | 313       |
| R-squared                       | 0.399      | 0.416   |            |           |
| Number of countries             | 22         | 22      | 22         | 22        |

---

Robust standard errors in parentheses, Time dummies are included in all models

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

จะเห็นได้ว่าทุกแบบจำลองให้ค่าประมาณการจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นบวก แต่เฉพาะแบบจำลอง Fixed effect เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ซึ่งผ่านการทดสอบว่ามีความเหมาะสมที่สุดในการประมาณการด้วย) โดยค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.000256 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 1000 บทความ จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มขึ้น 0.256 จุดร้อยละ ซึ่งสอดคล้องกับข้อบ่งชี้ทางทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ว่าจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติสะท้อนการเกิดขึ้นของแนวคิดใหม่ กระบวนการผลิตแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เป็นต้น ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิต หรือส่งผลให้เกิดสินค้าและบริการใหม่ที่กระตุ้นให้เกิดการขยายตัวของ GDP

ในแบบจำลองยังได้มีการควบคุมด้วยตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้ ทั้งตัวแปรควบคุมในกลุ่มปัจจัยการผลิต ได้แก่ สต็อกของทุนกายภาพ (K Stock: +) กำลังแรงงาน (LF: +) อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา (TER: +) Lag 4 และ การลงทุนของภาครัฐด้านการศึกษา (G\_EDU: +) ตัวแปรควบคุม Spillovers ขององค์ความรู้ ได้แก่ จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร (RD\_PAT\_NR: +) ตัวแปรควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ได้แก่ อัตราการว่างงาน (UNEMP: -) และหลักนิติธรรม (Rule of Law: +) รวมถึงตัวแปรหุ่นของที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (Country group) ประกอบด้วย ภูมิภาคลาตินอเมริกาและแคริบเบียน (Latin America and the Caribbean) ภูมิภาคเอเชียตะวันออก (East Asia) ภูมิภาคเอเชียใต้ (South Asia) ภูมิภาคเอเชียตะวันตก (West Asia) กลุ่มประเทศ EU-13 (EU13) และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่าน (Economies in Transition) โดยกำหนดให้ภูมิภาคแอฟริกาเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) และ GDP\_Initial แทนค่าคงที่ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริงของแต่ละประเทศในปี 1991

จากแบบจำลอง Fixed effect พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เท่ากับ -0.118 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นั่นคือ เมื่อสัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เพิ่มขึ้น 1 จุดร้อยละ จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลง 0.118 จุดร้อยละ ด้วยเหตุผลเดียวกับที่อธิบายในส่วนที่ 8.2.3.1.1 ที่ว่าจำนวนผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่มากขึ้น อาจไม่ได้สะท้อนการเป็น inputs ในภาคการผลิตสินค้าและบริการที่สามารถเพิ่มผลผลิตการผลิตต่อหัวได้ เปรียบเสมือนการโยกทรัพยากรแรงงานออกจากภาคส่วนการผลิตสินค้าที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้วุฒิระดับอุดมศึกษาแต่ให้ผลผลิตการผลิตสูงกว่า นอกจากนี้ อีกตัวแปรควบคุมที่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.00032 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อาจอธิบายได้ว่า การเพิ่มจำนวน

การขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศผู้ออกสิทธิบัตรอาจจะทำไปเพื่อปกป้องการเลียนแบบสินค้าหรือบริการนั้นๆ และอาจส่งผลทางลบต่อการเพิ่มผลผลิตมวลรวมในประเทศได้

#### 8.2.4 สรุปผลการวิเคราะห์ Panel

ในบทนี้ได้แบ่งผลการวิเคราะห์เป็นสองส่วนได้แก่ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา หรือ R&D Output กับ R&D Input และ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องด้วยข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลาของข้อมูลภาคตัดขวางของประเทศต่าง ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์หลักเน้นไปที่แบบจำลอง panel ได้แก่ แบบจำลอง panel fixed effect แบบจำลอง panel random effect และแบบจำลอง dynamic panel GMM โดยแสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง OLS ไว้เป็นตัวเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์โดยรวมสามารถสรุปได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์การประมาณการทั้งของฟังก์ชันการผลิตของผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา (ตารางที่ 8.1 และ 8.2) และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ตารางที่ 8.3 ถึง 8.6) โดยแต่ละแบบจำลองที่ใช้วิธีการประมาณการต่างกัน ได้แก่ OLS, Fixed effect, Random effect และ GMM ให้ผลที่ทั้งสอดคล้องกันและไปในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ทุกตารางใช้กระบวนการทดสอบเดียวกัน และได้ข้อสรุปเช่นเดียวกัน นั่นคือ แบบจำลอง Fixed effect มีความเหมาะสมที่สุดจึงยึดเป็นหลักในการอธิบายผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้

1) ผลการวิเคราะห์ความยืดหยุ่นระหว่างผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนา หรือ R&D Output กับ R&D Input พบว่า หากเกิดการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของ 1) สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP 2) สัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D ต่อกำลังแรงงาน และ 3) จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตร จะส่งผลให้จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรในอีก 2 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.2 ร้อยละ 3.6 และร้อยละ 1.79 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปของฟังก์ชันการผลิตว่า การเพิ่มปัจจัยการผลิตทั้งทุนและแรงงานจะเพิ่มผลผลิตได้ อย่างไรก็ดี กว่าที่การลงทุนใน R&D จะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นองค์ความรู้หรือนวัตกรรมได้มีความล่าช้า ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าความล่าช้า 2 ปี (lag 2) ของตัวแปรการใช้จ่ายในภาค R&D (สะท้อนทุน) และสัดส่วนของจำนวนบุคลากรในภาค R&D (สะท้อนแรงงาน) ในฟังก์ชันประมาณการ

อีกตัวแปรที่ใช้เป็น proxy ของผลผลิตในภาค R&D คือ จำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ แบบจำลอง Fixed effect ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดชี้ว่า สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP และสัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D ต่อกำลังแรงงานไม่ส่งผลต่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในวารสารวิชาการ ซึ่งขัดแย้งกับผลทางทฤษฎี แต่การที่ไม่พบว่าทั้งสัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D และสัดส่วนของจำนวนบุคลากรใน R&D ส่งผลต่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการ อาจเป็นสาเหตุมาจากความไม่ละเอียดเพียงพอของข้อมูลที่นำมาใช้เป็น proxy กล่าวคือ แม้สัดส่วนค่าใช้จ่ายในภาค R&D ต่อ GDP ของแต่ละประเทศจะมีค่าเท่ากัน อย่างไรก็ตามก็มีความแตกต่างของการจัดสรรค่าใช้จ่ายในภาค R&D ไปยังส่วนย่อยต่างๆที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ นอกจากนี้ ข้อมูลตัวแปรบุคลากรในภาค R&D ยังครอบคลุมบุคลากรทั้งหมด ไม่ใช่เพียงแค่นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย ซึ่งในแต่ละประเทศก็อาจจะมีสัดส่วนนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัยต่อบุคลากรในภาค R&D ที่แตกต่างกันไป ส่งผลให้ไม่สามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในและบุคลากรในภาค R&D กับจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการในที่นี้

ข้อค้นพบอีกประการที่สำคัญคือ พบความยืดหยุ่นเป็นบวกระหว่างจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศกับทั้งจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาภายในประเทศและจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ กล่าวคือ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรร้อยละ 10 จะส่งผลให้จำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาภายในประเทศและจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติในอีก 2 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.79 และร้อยละ 1.24 ตามลำดับสะท้อนว่านอกจากปัจจัยการผลิตในภาค R&D โดยตรงแล้ว เมื่อผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศนำเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาเข้ามาจดสิทธิบัตรในประเทศไม่ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวนั้นจะพัฒนาในหรือนอกประเทศก็ตาม จะส่งผลให้เกิด technology spillovers ขององค์ความรู้โดยตรง และทำให้การวิจัยและพัฒนาในประเทศมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศก็จะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปพัฒนาเพื่อที่จะสามารถขอจดสิทธิบัตรหรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการได้และเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตภาพการผลิต และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอื่นที่ส่งผลกระทบทางบวกต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และมีความสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สัดส่วนของจำนวนผู้เรียนระดับอุดมศึกษา (TER) ตัวแปรที่สะท้อน social infrastructure ของประเทศ ที่ proxy ด้วยดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI)

2) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ พบว่า เมื่อ 1) สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP (R&D Input, lag 4) และ 2) สัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D (R&D Input, lag 4) เพิ่มขึ้น 0.1 จุดร้อยละ (percentage point) (เช่น จากค่า 1 จุดร้อยละ เป็น 1.1 จุดร้อยละ) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงของประเทศในอีก 4 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้น 0.665 และ 0.559 จุดร้อยละ ตามลำดับ ในขณะที่ หากมีการเพิ่มขึ้นของการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 1000 บทความ (R&D Output) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มขึ้น 0.256 จุดร้อยละ (ทุกตัวมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในด้าน R&D กล่าวคือ เมื่อมีการลงทุนในภาค R&D มากขึ้นทั้งที่เป็นตัวเงิน หรือนักวิจัย (R&D Input) จะส่งผลให้กิจกรรมทางด้าน R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้นในเวลาต่อมาด้วยค่าความล่าช้า 4 ปี หรือเมื่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติเพิ่มมากขึ้น สะท้อนการเกิดขึ้นของแนวคิดใหม่ กระบวนการผลิตแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มผลิตภาพการผลิตสินค้าและบริการในระบบได้ในระยะเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในที่สุด

นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอื่นที่ส่งผลกระทบทางบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ ปัจจัยด้านการผลิต คืออัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP (K stock) ตามการคาดการณ์ของฟังก์ชันการผลิตโดยตรงและปัจจัยกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) คือ สัดส่วนหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP (G\_DEBT) หนี้ของประเทศที่เพิ่มขึ้น เป็นไปได้ว่าการใช้จ่ายของภาครัฐที่เพิ่มขึ้นจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ GDP ในระยะสั้นได้ สำหรับปัจจัยที่ส่งผลกระทบทางลบต่อการเติบโตเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เป็นไปได้ว่าจำนวนผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่มากขึ้น อาจไม่ได้สะท้อนการเป็น inputs ในภาคการผลิตสินค้าและบริการที่สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตต่อหัวได้ และปัจจัยควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ได้แก่ อัตราเงินเฟ้อ (INFL) เมื่ออยู่ในระดับที่สูงมากเกินไปจะก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมมากขึ้น นำไปสู่การลดลงของแรงจูงใจในการสร้างนวัตกรรมและผลิตภาพการผลิตได้ และหลักนิติธรรม (Rule of Law) อาจอธิบายได้ว่าการที่หลักนิติธรรมในประเทศกำลังพัฒนามีความเข้มข้นมากขึ้น โดยที่สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองอื่นๆ อาจจะยังไม่ตอบรับกับการมีหลักนิติธรรมที่เคร่งครัด ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการผลิตสินค้าและบริการ และส่งผลให้เกิดการลดลงของ GDP ในระยะสั้นได้

## ส่วนที่ 3

การวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูล Time series เพื่อหาความสัมพันธ์  
ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย



## บทที่ 9

### ข้อมูลด้าน R&D และด้านมหภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

ในบทที่ 9 จะกล่าวถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องเฉพาะของประเทศไทยเท่านั้น โดยครอบคลุมข้อมูลเกี่ยวกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ข้อมูลด้าน R&D และข้อมูลด้านมหภาคต่าง ๆ ส่วนที่ 9.1 จะกล่าวถึงการได้มาซึ่งข้อมูลทุติยภูมิของประเทศไทยครอบคลุมช่วงปี 1979 ถึงปี 2021 และส่วนที่ 9.2 จะได้แสดง ผลการวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูลด้วยสถิติ และแผนภาพเบื้องต้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของข้อมูลอนุกรมเวลา (time series) ดังกล่าว

#### 9.1 ที่มาของข้อมูลโดยรวม

ในภาพรวม ข้อมูลอนุกรมเวลาของไทยส่วนใหญ่ได้ถูกรวบรวมมาจากฐานข้อมูลเดียวกันกับที่กล่าวถึงในบทที่ 7 อย่างไรก็ดี เพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์และละเอียดยิ่งขึ้น ในส่วนที่ 3 ของการศึกษานี้ ได้รวบรวมข้อมูลด้าน R&D จากหน่วยงานในประเทศไทยที่รับผิดชอบโดยตรง ได้แก่

1. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม หรือ National Research Council of Thailand (NRCT) ซึ่งรวบรวมข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายเพื่อการลงทุนวิจัยและพัฒนา (R&D) หรือ Gross Domestic Expenditure on R&D (GERD) ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามแหล่งที่มาของเงินทุนและหน่วยดำเนินการ และข้อมูลบุคลากรตลอดจนนักวิจัยในภาคการผลิต R&D แสดงในรายงานการสำรวจค่าใช้จ่าย และบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย ประจำปี
2. กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ หรือ Department of Intellectual Property (DIP) รวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับการยื่นคำร้องขอจดทะเบียน (Patent application) และการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ (Patent Registration) แก่ชาวไทย (Residents) และชาวต่างชาติ (Non-residents)
3. ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย หรือ Thai Journal Citation Index Center (TCI) รวบรวมข้อมูล การตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายในประเทศไทย และข้อมูลการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยไทยในวารสารวิชาการนานาชาติจากฐานข้อมูล Scopus

อย่างไรก็ตาม ตัวแปรควบคุมอื่นๆ ส่วนใหญ่ใช้ฐานข้อมูลเดียวกับการศึกษาในส่วนที่ 2 โดยมีฐานข้อมูลใหม่เฉพาะประเทศไทยในการศึกษาส่วนที่ 3 นี้ทั้งหมด 2 แหล่ง ได้แก่

1. สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม หรือ National Statistical Office (NSO) ประกอบด้วยตัวแปรอัตราการเข้าร่วมแรงงาน (Labor force participation rate) และการว่างงาน (Unemployment rate)

2. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ หรือ Office of the Education Council รวบรวมข้อมูลตัวแปรอัตราส่วนการลงทะเบียนเรียนรวม (Gross enrolment ratio) ในระดับอุดมศึกษา

นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทยยังได้มีตัวแปรเพิ่มมากขึ้นอีกหนึ่งตัวแปร ได้แก่ ผลผลิตภาพการผลิตรวม (Total factor productivity) ซึ่งรวบรวมจากฐานข้อมูลนานาชาติ โดย Penn World Table 10.0 หรือ PWT 10.0

แม้จะมีการรวบรวมบางตัวแปรจากฐานข้อมูลของประเทศไทยโดยตรง แต่ปัญหาคือบางข้อมูลที่เคยแพร่มีความไม่สมบูรณ์หรือมีอนุกรมเวลาที่สั้นเกินไป ในขณะที่ฐานข้อมูลระดับนานาชาติแม้จะเป็นฐาน ข้อมูลทุติยภูมิ แต่คาดว่าจะน่าจะมีการกลั่นกรองให้ข้อมูลมีความต่อเนื่องมากกว่า การวิเคราะห์ทางสถิติในส่วนนี้ได้ทำการเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของข้อมูลจากหลายแหล่งที่มาอย่างถี่ถ้วนและคัดเลือกข้อมูลของประเทศไทยที่น่าเชื่อถือและมีอนุกรมเวลายาวที่สุด เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติที่แม่นยำที่สุด ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งที่มาของข้อมูลสำหรับตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาของส่วนที่ 3 สรุปในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9. 1 สรุปคลังตัวแปรเบื้องต้นที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งที่มาของข้อมูล

| Category              | Variable                                                                                                                                                  | Source                                       |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Dependent variable    | GDP (Current USD and Constant 2015 USD)                                                                                                                   | World Bank                                   |
|                       | GDP per capita (Current USD and Constant 2015 USD)                                                                                                        | World Bank                                   |
| R&D measures (inputs) | Gross domestic expenditure on R&D (GERD: % of GDP)                                                                                                        | National Research Council of Thailand (NRCT) |
|                       | GERD (baht) financed by<br>1. Government<br>2. Higher Education<br>3. Public Enterprises<br>4. Private Enterprises<br>5. Private Non-profit Organizations | National Research Council of Thailand (NRCT) |

|  |                                                                                                                                                                                  |                                              |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | 6. Abroad                                                                                                                                                                        |                                              |
|  | 7. Others                                                                                                                                                                        |                                              |
|  | GERD (baht) performed by<br>1. Government<br>2. Higher education<br>3. Public enterprises<br>4. Private enterprises<br>5. Private non-profit organizations                       | National Research Council of Thailand (NRCT) |
|  | Total R&D personnel (headcount: persons)                                                                                                                                         | National Research Council of Thailand (NRCT) |
|  | Total R&D researchers (headcount: persons)                                                                                                                                       | National Research Council of Thailand (NRCT) |
|  | R&D personnel (headcount: persons) employed in<br>1. Government<br>2. Higher education<br>3. Public enterprises<br>4. Private enterprises<br>5. Private non-profit organizations | National Research Council of Thailand (NRCT) |
|  | R&D researchers (headcount: persons) employed in<br>1. Government<br>2. Higher education<br>3. Public enterprises                                                                | National Research Council of Thailand (NRCT) |

|                                       |                                                                                         |                                           |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                       | 4. Private enterprises<br>5. Private non-profit organizations                           |                                           |
| <b>R&amp;D measures<br/>(outputs)</b> | Patent application, total                                                               | Department of Intellectual Property (DIP) |
|                                       | Patent application, residents                                                           | Department of Intellectual Property (DIP) |
|                                       | Patent application, non-residents                                                       | Department of Intellectual Property (DIP) |
|                                       | Patent registration, total                                                              | Department of Intellectual Property (DIP) |
|                                       | Patent registration, residents                                                          | Department of Intellectual Property (DIP) |
|                                       | Patent registration, non-residents                                                      | Department of Intellectual Property (DIP) |
|                                       | Domestically published scientific and technical journal articles by Thai researchers    | Thai Journal Citation Index Centre (TCI)  |
|                                       | Internationally published scientific and technical journal articles by Thai researchers | Thai Journal Citation Index Centre (TCI)  |

|                                        |                                                                                                         |                                          |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Physical capital</b>                | Gross fixed capital formation (% of GDP)                                                                | World Bank                               |
|                                        | Gross fixed capital formation (constant 2010 USD)                                                       | World Bank                               |
|                                        | General government capital stock in billions of constant 2011 international dollars                     | IMF                                      |
|                                        | Private capital stock, in billions of constant 2011 international dollars                               | IMF                                      |
| <b>Labor</b>                           | Population ages 15-64 (% of total population)                                                           | World Bank                               |
|                                        | Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+) (national estimate)              | National Statistical Office (NSO)        |
|                                        | Population, total                                                                                       | World Bank                               |
|                                        | Labor force, total                                                                                      | World Bank                               |
| <b>Total Factor Productivity (TFP)</b> | Total factor productivity at constant national prices (Index 2017 = 1)                                  | Penn World Table Version 10.0 (PWT 10.0) |
| <b>Human capital</b>                   | Enrolment in tertiary education, all programs, both sexes (number)                                      | UIS UNESCO                               |
|                                        | Gross enrolment ratio, primary to tertiary, both sexes (%)                                              | UIS UNESCO                               |
|                                        | Tertiary enrolment ratio                                                                                | Office of the Education Council          |
|                                        | Gross graduation ratio from first degree programs (ISCED 6 and 7) in tertiary education, both sexes (%) | World Bank                               |

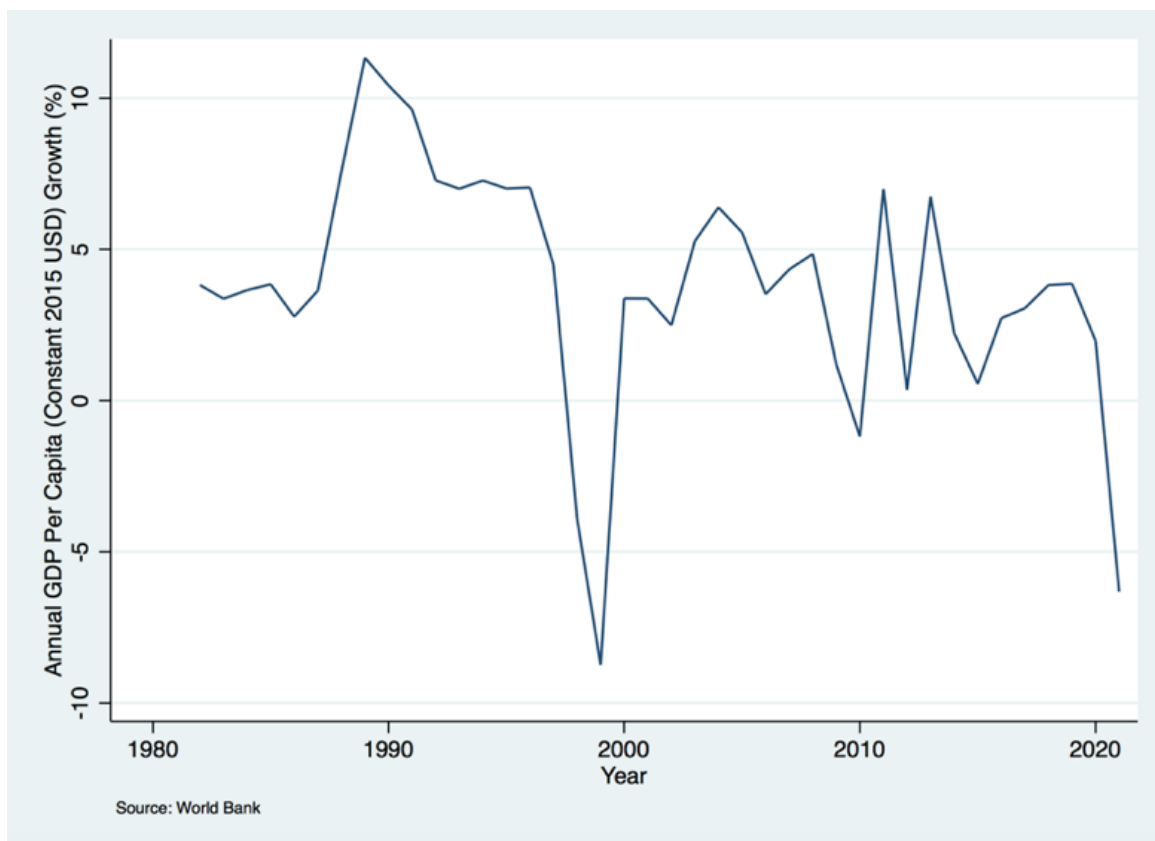
|                             |                                                                    |            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Government spending</b>  | General government final consumption expenditure (% of GDP)        | World Bank |
|                             | General government final consumption expenditure (annual % growth) | World Bank |
|                             | General government final consumption expenditure (current US\$)    | World Bank |
|                             | Investment in transport with private participation (current US\$)  | World Bank |
|                             | Government expenditure on education, total (% of GDP)              | World Bank |
|                             | Domestic general government health expenditure (% of GDP)          | World Bank |
| <b>Knowledge spillovers</b> | Inward FDI, flow (% of GDP)                                        | UNCTAD     |
|                             | Inward FDI, flow (current million USD)                             | UNCTAD     |
|                             | Inward FDI, stock (% of GDP)                                       | UNCTAD     |
|                             | Inward FDI, stock (current million USD)                            | UNCTAD     |
|                             | Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)         | World Bank |
|                             | ICT goods imports (% total goods imports)                          | World Bank |
|                             | Trade (% of GDP)                                                   | World Bank |
|                             | Mobile cellular subscriptions (per 100 people)                     | World Bank |
|                             | Fixed broadband subscriptions (per 100 people)                     | World Bank |

|                                    |                                                                                   |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Socio-economic factors (Economic)  | Central Government Debt (Percent of GDP)                                          | IMF                               |
|                                    | Total Debt to GDP                                                                 | IMF                               |
|                                    | General government gross debt                                                     | IMF                               |
|                                    | General government net lending/borrowing                                          | IMF                               |
|                                    | Inflation, consumer prices (annual %)                                             | World Bank                        |
|                                    | Gross savings (% of GDP)                                                          | World Bank                        |
|                                    | Mineral rents (% of GDP)                                                          | World Bank                        |
|                                    | Unemployment, total (% of total labor force)                                      | National Statistical Office (NSO) |
| Socio-economic factors (Political) | Corruption perception index                                                       | Country Economy                   |
|                                    | Civil liberties                                                                   | World Bank                        |
|                                    | Civil liberties index                                                             | Freedom House                     |
|                                    | Ratio of female to male labor force participation rate (%) (modeled ILO estimate) | World Bank                        |
|                                    | Economic freedom                                                                  | The Heritage Foundation           |
|                                    | Rule of law                                                                       | World Bank                        |

## 9.2 สถิติของข้อมูลเบื้องต้น

### 9.2.1 ตัวแปรตาม GDP

รูปที่ 9. 1 อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวที่แท้จริง (Real GDP per capita growth) ในประเทศไทยระหว่างปี 1981 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.1 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลอนุกรมเวลาของอัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายใน ประเทศต่อหัวที่แท้จริง (Real GDP per capita) ของประเทศไทย ตลอด 41 ปี ตั้งแต่ปี 1981 ถึง ปี 2020 อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ -8.74 และสูงสุดที่ร้อยละ 11.34 ค่าเฉลี่ยของ อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจอยู่ที่ร้อยละ 3.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ร้อยละ 3.99



เศรษฐกิจไทย มีอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปลายทศวรรษ 1980 สูงสุดที่ระดับกว่าร้อยละ 11 อย่างไรก็ตาม ในระยะเวลาต่อมา ไทยได้เผชิญกับภาวะเศรษฐกิจถดถอย หรืออัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงเป็นลบ ใน 3 ช่วง ได้แก่

1. ช่วงวิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชีย (Asian financial crisis) ปี 1997-1999 โดยตลอด 41 ปี จะเห็นได้ว่า ปี 1998 เป็นปีที่มีการถดถอยทางเศรษฐกิจมากที่สุดติดลบมากถึงร้อยละ 8.74
2. ช่วงภาวะเศรษฐกิจถดถอยครั้งใหญ่ (Great recession) ในปี 2007-2009 แต่จะเห็นได้ว่า ไทยได้รับผลกระทบค่อนข้างน้อย โดยอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจติดลบเพียงเล็กน้อยในปี 2009
3. ช่วงที่เกิดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ตั้งแต่ปี 2020 เป็นต้นมา ซึ่งทำให้อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงติดลบมากถึงร้อยละ 6.32

ในภาพรวมเศรษฐกิจไทยช่วงสองทศวรรษหลัง มีแนวโน้มการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ลดลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชียและมีความผันผวนอย่าง ต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2010 เป็นต้นมา

## 9.2.2 ตัวแปรการวิจัยและพัฒนา (R&D)

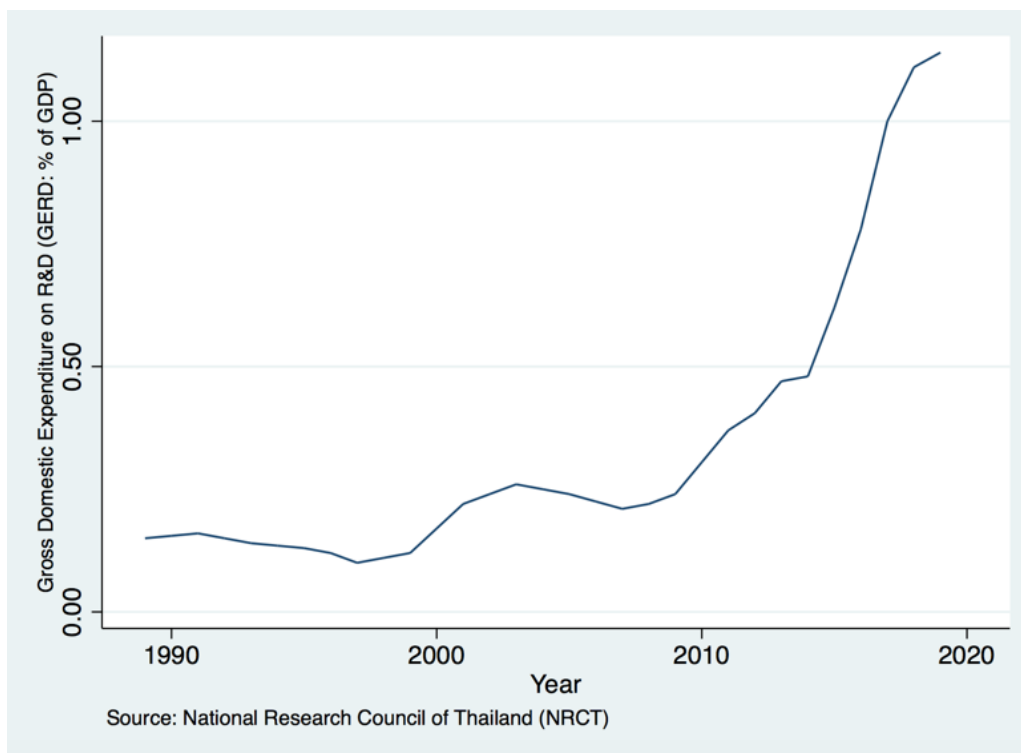
ตัวแปรการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะแยกเป็นด้าน **Input** และ **Output** เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 7 โดยตัวแปร R&D ด้าน Input แบ่งเป็น 2 ตัวแปรหลัก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (Gross domestic expenditure on R&D; GERD) และตัวแปรบุคลากรในภาค R&D (R&D Personnel) ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนที่ 9.2.2.1 และตัวแปร R&D ด้าน Output แบ่งเป็นอีก 2 ตัวแปรหลัก ได้แก่ ตัวแปรสิทธิบัตร (Patents) และ จำนวนการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (Publications) ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนที่ 9.2.2.2

### 9.2.2.1 R&D Input (expenditure and personnel)

#### 9.2.2.1.1 ตัวแปรค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D)

ค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ในงานวิจัยนี้ใช้สัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมด้าน R&D ที่จัดเก็บโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คิดเป็นร้อยละของ GDP ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้ตามหน่วยดำเนินการ และแหล่งที่มาของเงินทุน ดังนี้

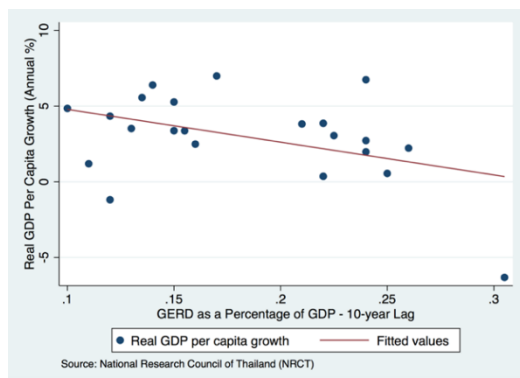
รูปที่ 9.2 สัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) คิดเป็นร้อยละของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ช่วงระหว่างปี 1989 ถึงปี 2019



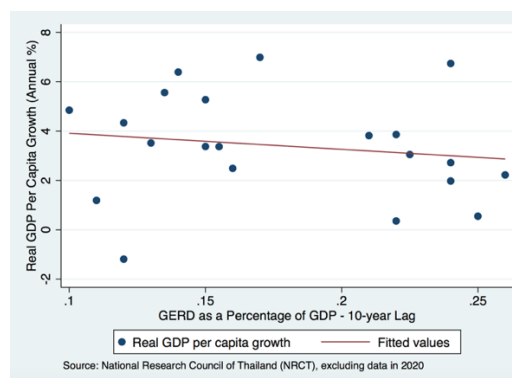
หมายเหตุ: ข้อมูลเก็บทุก 2 ปีช่วงระหว่างปี 1989 ถึงปี 2013 (เฉพาะปีเลขคี่) และเก็บทุกปีระหว่างปี 2013 และ 2019 ยกเว้นปี 1996 และ 2008 ที่มีข้อมูล ส่วนที่เหลือเกิดจากการหาค่าเฉลี่ยระหว่างปีก่อนหน้าและหลังจากนั้นที่มีข้อมูลเพื่อเติมเต็มข้อมูลที่ขาดหายไป

ค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของประเทศไทย (Gross domestic expenditure on R&D) คิดเป็นร้อยละของ GDP ช่วงระหว่างปี 1989 ถึงปี 2019 แสดงดังรูปที่ 9.2 เห็นได้ว่าในช่วงปี 1990-2000 สัดส่วนของค่าใช้จ่ายรวมในภาค R&D ของไทยแทบจะทรงตัวในช่วงร้อยละ 0.1-0.15 ของ GDP แต่หลังจากวิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชียในปี 1997 ประเทศไทยเริ่มมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายรวมในภาค R&D เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.2-0.3 ของ GDP ในช่วงปี 2000 ถึง 2010 และได้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 3 เท่า จากร้อยละ 0.37 ในปี 2011 เป็นร้อยละ 1.14 ในปี 2019 ซึ่งเมื่อพิจารณาสถิติทั่วไปโดยรวมทั้งช่วงเวลา 30 ปีนี้ จะได้ว่าค่าใช้จ่ายรวมในภาค R&D (GERD) ของไทยมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 0.34 ของ GDP ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ร้อยละ 0.29 และมีค่าสูงสุดที่ร้อยละ 1.14 ของ GDP ในปี 2019 ขณะที่จุดต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 0.1 ของ GDP ในปี 1997 (ปีที่เกิดวิกฤตการณ์ทางการเงินเอเชีย) สะท้อนว่าที่ผ่านมา งบประมาณด้านการวิจัยและพัฒนาเป็นค่าใช้จ่ายส่วนแรก ๆ ที่จะถูกพิจารณาปรับลดลงเมื่อเกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจ

รูปที่ 9.3 ค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่แท้จริง โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 1999 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

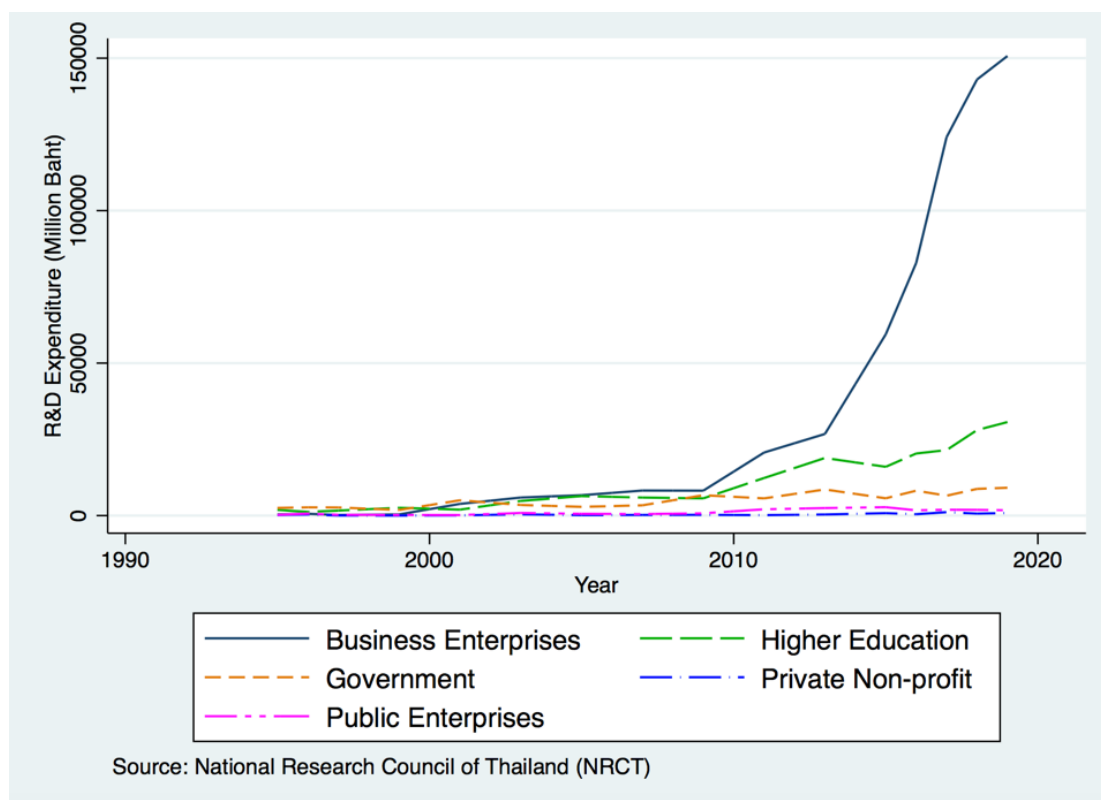


(ข)

รูปที่ 9.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายรวมทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของประเทศไทย (GERD) และอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริง ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2020 จะเห็นว่าตัวแปรค่าใช้จ่ายภาค R&D ที่มีค่าความล่าช้า (Lag) 10 ปี ถูกนำมาแสดงความสัมพันธ์พร้อมกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการลงทุนในภาค R&D ในปีนี้ไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสินค้าและบริการในปีนี้ แต่จะต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งกว่าที่ผลผลิตจากการวิจัยซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ รูป (ก) และ รูป (ข) ต่างกันที่ปีที่ใช้แสดง โดยรูป (ก) จะแสดงจำนวนปีทั้งหมด ในขณะที่รูป (ข) ไม่พิจารณาปี 2020 ที่เกิดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งในรูป (ก) ที่นับรวมข้อมูลปี 2020 ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีทิศทางเป็นลบอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวิกฤตเศรษฐกิจจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในปี 2020 เป็นเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวออกไปดังแสดงในรูป (ข) พบว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ที่เป็นลบยังคงมีอยู่ หากแต่มีความชันที่น้อยลงมาก ความสัมพันธ์ที่เป็นลบดังกล่าวสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ว่าตั้งแต่ที่ประเทศไทยเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นต้นมา ทิศทางการขยายตัวของการใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของไทยมีแนวโน้มลดลงจากระยะเวลาก่อนหน้า ซึ่งอนุมานได้ว่าหากวิเคราะห์แผนภาพการกระจายระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการลงทุนในภาค R&D ที่ไม่มี Lag จะยิ่งส่งผลกระทบที่เป็นลบมากกว่าที่แสดงในภาพปัจจุบันที่มี Lag 10 ปี เนื่องจากในช่วงปี 2010-2020 อัตราการขยายตัวของค่าใช้จ่ายภาค R&D มีขึ้นอย่างก้าวกระโดด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการขยายตัวของ GDP ยังได้รับผลกระทบจากปัจจัยเชิงโครงสร้างอื่น ๆ แผนภาพการกระจายโดยดูเพียงคู่ความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงยังไม่ใช่อธิบาย และมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางเศรษฐมิติต่อไป

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของค่าใช้จ่ายภาค R&D ของไทย จะแยกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ องค์ประกอบจำแนกตามหน่วยดำเนินการ และ องค์ประกอบจำแนกตามแหล่งที่มาของเงินทุน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**รูปที่ 9. 4** ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019

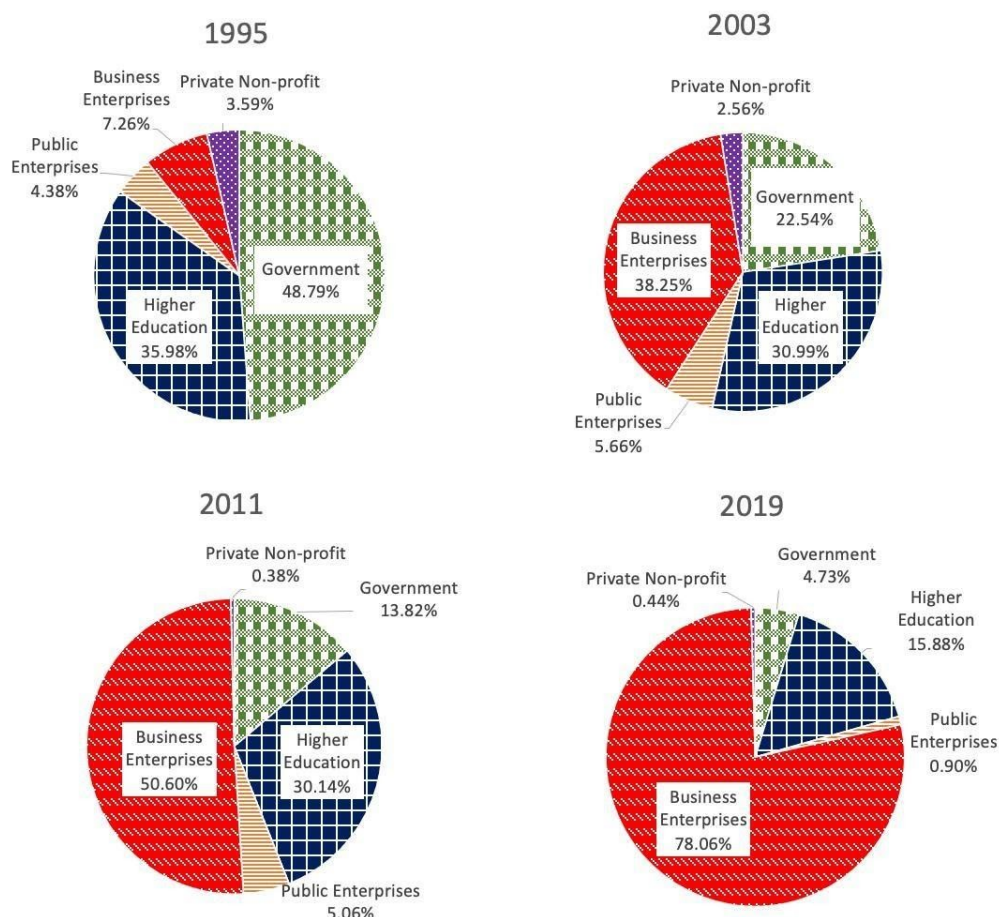


**หมายเหตุ:** ข้อมูลเก็บทุกปีระหว่างปี 1995-1997 และทุก 2 ปีช่วงระหว่างปี 1999-2015 และเก็บข้อมูลทุกปีช่วงระหว่างปี 2015-2019 ส่วนที่เหลือใช้ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ปีก่อนและหลังเพื่อเติมเต็มข้อมูล

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนา โดยจำแนกตามหน่วยดำเนินการลงทุนช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019 ดังแสดงในรูปที่ 9.4 จะพบว่าในระยะแรกก่อนปี 2000 หน่วยงานรัฐบาลและหน่วยงานอุดมศึกษาเป็น 2 หน่วยงานหลักที่มีการใช้จ่ายเพื่อดำเนินการ R&D อย่างไรก็ดี พบการเติบโตของการใช้จ่ายดังกล่าวสำหรับภาคเอกชนช่วงปี 2000 และเพิ่มขึ้นอย่างมาตั้งแต่ปี 2010 เป็นต้นมา และเมื่อพิจารณาปี 2019 ซึ่งเป็นปีล่าสุดที่มีข้อมูลรายงาน พบว่าภาครัฐมีบทบาทน้อยกว่าภาคอุดมศึกษาในการดำเนินการ R&D ถึง 3 เท่า ขณะที่ภาครัฐเป็นแหล่งเงินทุนใหญ่ที่สุดอันดับ 2 รองจากภาคเอกชน เป็นไปได้ว่าภาครัฐบาลมีพันธกิจนอกจากการอุดหนุนเงินทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนาให้กับทั้งรัฐบาลดำเนินการเองแล้ว ยังมีส่วนสำคัญยิ่งในการอุดหนุนการดำเนินการภาค R&D สำหรับอุดมศึกษา ซึ่ง

ในบริบทนี้หมายถึงรวมถึงมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชน ขณะที่ภาคธุรกิจเอกชนมีทิศทางที่จะอุดหนุนทุนและดำเนินการ R&D ด้วยตนเอง

รูปที่ 9.5 สัดส่วนค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ในปี 1995, 2003, 2011 และปี 2019



Source: National Research Council of Thailand (NRCT)

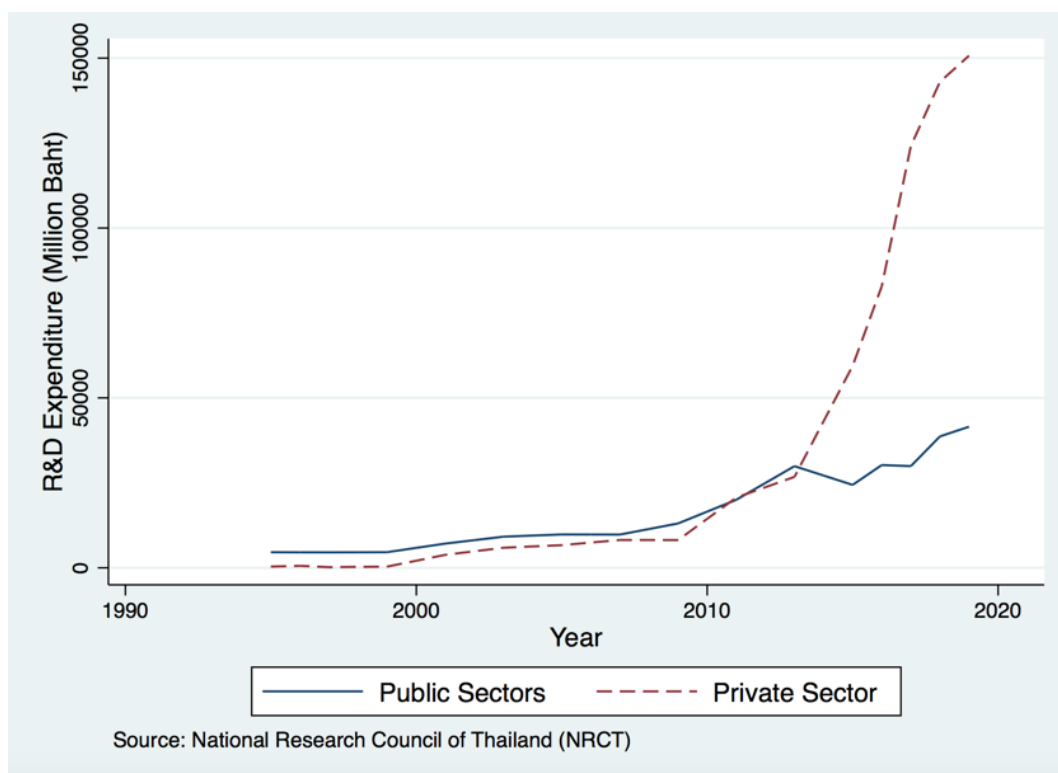
เพื่อให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนค่าใช้จ่ายของภาค R&D ตามหน่วยดำเนินการได้อย่างชัดเจนมากขึ้น รูปที่ 9.5 แสดงสัดส่วนของค่าใช้จ่ายของภาค R&D แยกตามหน่วยดำเนินการใน 4 ปี ได้แก่ ปี 1995, 2003, 2011 และ 2019 โดยจะเห็นได้ว่าในปี 1995 ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ใช้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาในหน่วยงานรัฐบาลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.79 รองลงมาเป็นภาคอุดมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 35.98 ขณะที่ภาคเอกชนมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 7.26 อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลาเพียง 8 ปี ในปี 2003 เป็นที่น่าสังเกตว่าสัดส่วนของเงินลงทุนภาค R&D ในธุรกิจเอกชนเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ และมีสัดส่วนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 38.25 รองลงมาเป็นภาคอุดมศึกษา ร้อยละ 31 และรัฐบาลเหลือสัดส่วนเพียงร้อยละ 22.54 หรือลดลงมากกว่า 26 จุดร้อยละ ทิศทางดังกล่าวมีแนวโน้มสอดคล้องต่อเนื่อง กล่าวคือในปี 2011 ค่าใช้จ่าย R&D ของภาคเอกชนเติบโตเป็นสัดส่วนร้อยละ 50.61 หรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของค่าใช้จ่าย

R&D ทั้งประเทศในปีดังกล่าว รองลงมาเป็นภาคอุดมศึกษา ร้อยละ 30.14 และสัดส่วนในภาครัฐบาล ลดลงมาอีกที่ร้อยละ 13.82 และในปี 2019 ภาคเอกชนมีสัดส่วนค่าใช้จ่าย R&D มากกว่า 3 ใน 4 ของ ค่าใช้จ่ายรวมทั้งประเทศ คิดเป็นมากถึงร้อยละ 78.06 ขณะที่ภาคอุดมศึกษา และรัฐบาล คิดเป็นสัดส่วน เพียงร้อยละ 15.88 และ 4.73 ตามลำดับ ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวสอดคล้องกับรูปที่ 9.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า มูลค่าการใช้จ่าย R&D ของเอกชนสูงมากขึ้นอย่างต่อเนื่องในทศวรรษที่ผ่านมา ขณะที่อัตราการเติบโตของ ค่าใช้จ่ายดังกล่าวในหน่วยดำเนินการอุดมศึกษาและรัฐบาลมีน้อยกว่ามาก เป็นเหตุให้สัดส่วนของ ค่าใช้จ่าย R&D ของทั้ง 2 หน่วยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่ารัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานเอกชนไม่แสวงหากำไร คือ 2 กลุ่มหน่วยงานที่มี มูลค่าและสัดส่วนการใช้จ่ายภาค R&D น้อยที่สุด พร้อมกับที่สัดส่วนการใช้จ่ายมีแนวโน้มลดลงในช่วง 25 ปีที่ทำการสำรวจ โดยหน่วยงานเอกชนไม่แสวงหากำไรมีสัดส่วนการใช้จ่ายลดลงจากร้อยละ 3.59 ในปี 1995 เหลือเพียงร้อยละ 0.44 ในปี 2019 และภาครัฐวิสาหกิจคิดเป็นร้อยละ 4.38 ในปี 1995 เหลือเพียง ร้อยละ 0.9 ในปี 2019 ข้อสังเกตที่สำคัญคือ แม้รัฐวิสาหกิจจะสามารถครองสัดส่วนการใช้จ่าย R&D ให้มี แนวโน้มคงที่ในช่วงปี 1995 ถึงปี 2011 เป็นผลมาจากการที่ยังไม่มีหน่วยงานใดให้ความสำคัญ และมีอัตรา การเติบโตของมูลค่าการใช้จ่ายภาค R&D อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามการที่สัดส่วนดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงปี 2011 ถึงปี 2019 เป็นผลมาจากการเติบโตของค่าใช้จ่าย R&D ในภาคเอกชนที่ก้าวกระโดด ขณะที่ภาครัฐวิสาหกิจมีแนวโน้มคงที่หรือลดลง เช่นเดียวกับภาคเอกชนไม่ค้ากำไร

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดความสะดวกในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติในบทที่ 10 จะทำการแบ่ง ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา เป็นหมวดหลัก 2 หมวด ได้แก่ หมวดค่าใช้จ่าย R&D ภาครัฐบาล ซึ่ง หมายรวมถึงรัฐบาลกลาง (Government) อุดมศึกษา (Higher education) และรัฐวิสาหกิจ (Public enterprises) และภาคเอกชน หรือ Business enterprises โดยนำหมวดองค์กรเอกชนไม่แสวงหากำไร (Private non-profit organizations) ออกไป เนื่องจากเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก และไม่สามารถจัดอยู่ใน หมวดใดได้อย่างชัดเจน รูปที่ 9.6 แสดงการสรุปค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง ปี 2019 จำแนกตามหน่วยดำเนินการภาครัฐและเอกชน

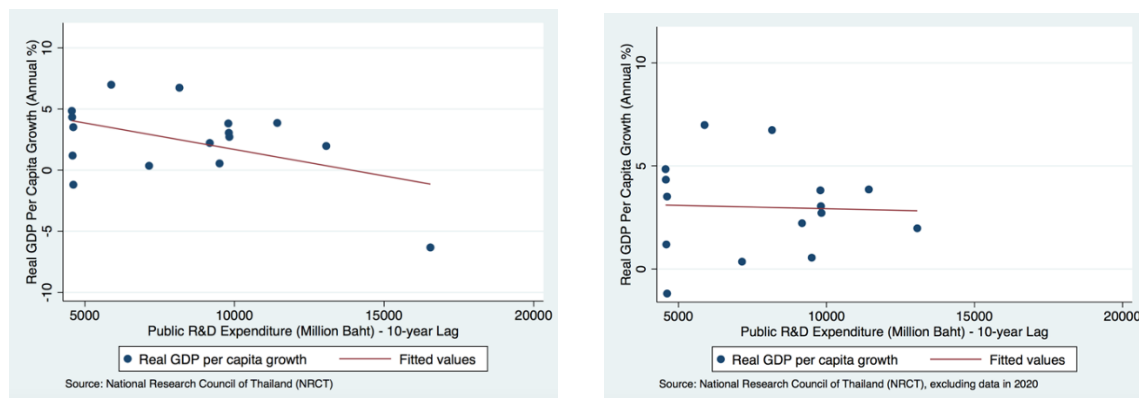
รูปที่ 9.6 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา จำแนกตามหน่วยดำเนินการภาครัฐและเอกชน ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019



จากรูปที่ 9.6 จะเห็นได้ว่าช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2010 ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างลงทุนในภาคการผลิต R&D น้อยมาก อย่างไรก็ตามการผลิต R&D โดยภาครัฐยังมากกว่าภาคเอกชนมาโดยตลอด จนกระทั่งปี 2013 เป็นต้นมาที่ภาคเอกชนได้มีค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาสูงกว่าหน่วยงานภาครัฐมาอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วยอัตราที่สูงขึ้น แม้คำจำกัดความของภาครัฐในที่นี้ได้ผนวกค่าใช้จ่าย R&D ของภาคอุดมศึกษา และรัฐวิสาหกิจ เข้าไปด้วยแล้ว โดยเฉลี่ย ค่าใช้ทางการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐอยู่ที่ 16,007 ล้านบาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11,502 ล้านบาท ค่าสูงสุด 41,521 ล้านบาท ในปี 2019 และค่าต่ำสุด 4,563 ล้านบาท ในปี 1997 สำหรับภาคเอกชน มีค่าเฉลี่ยที่ 30,095 ล้านบาท ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 45,875 ล้านบาท ค่าสูงสุด 150,703 ล้านบาทในปี 2019 และค่าต่ำสุด 200.4 ล้านบาท ในปี 1997 (ปีเดียวกันคือวิกฤตการเงินต้มยำกุ้ง)

เนื่องจากภาครัฐและภาคเอกชนมีระดับการใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาที่แตกต่างกัน จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการลงทุนของแต่ละภาคส่วนจะส่งผลกระทบต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจแตกต่างกันหรือไม่ โดยสถิติเบื้องต้นแสดงในแผนภาพการกระจายระหว่างตัวแปรดังกล่าวกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

รูปที่ 9.7 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูล ปี 2020



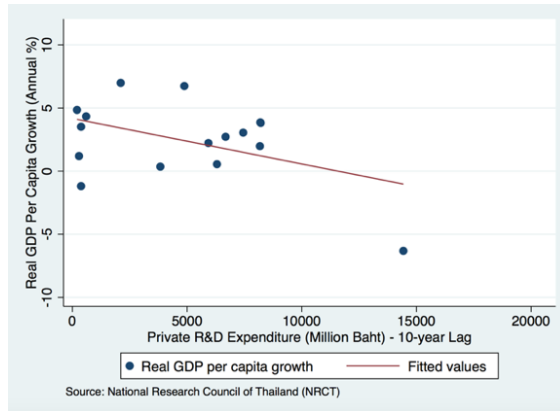
(ก)

(ข)

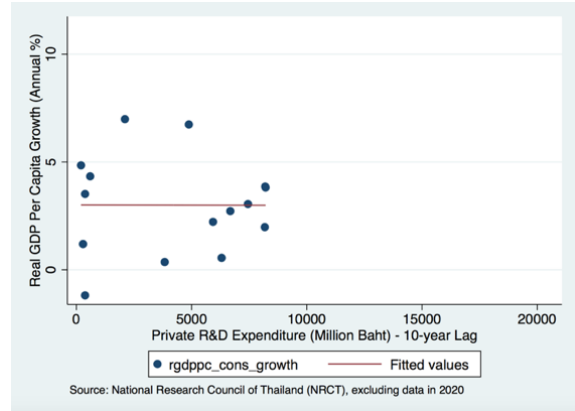
รูปที่ 9.7 แสดงแผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ ช่วงระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดยข้อมูลเริ่มต้นที่ปี 2005 เนื่องจากใช้ค่าความล่าช้า (Lag) 10 ปี เพื่อความสอดคล้องกับการเลือก Lag ในรูปที่ 9.3 โดยจากรูปจะเห็นได้ว่าในส่วนที่ ก ที่ยังไม่ได้นำข้อมูลในปี 2020 ซึ่งเป็นปีที่เกิดวิกฤตเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และเป็นค่าผิดปกติ (Outlier) ออกไป ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองมีลักษณะเป็นลบอย่างชัดเจน ทั้งนี้จะสังเกตเห็นได้ว่าผลที่เป็นลบดังกล่าวอาจมาจากค่าผิดปกติในปี 2020 ขณะที่ข้อมูลในปีอื่นมีความเกาะกลุ่มกันอย่างชัดเจน ดังนั้นในรูป ข จึงได้ลองนำค่าในปี 2020 ออกและพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการลงทุนใน R&D ของภาครัฐมีแนวโน้มเป็นลบแต่มีความชันของเส้นตัวแบบ (Fitted line) น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 9.3 ซึ่งคำนวณมาจากอัตราส่วนของการลงทุนรวมใน R&D ต่อ GDP โดยความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวของ GDP และค่าใช้จ่ายใน R&D ของภาครัฐมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ -0.04



รูปที่ 9.8 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูล ปี 2020



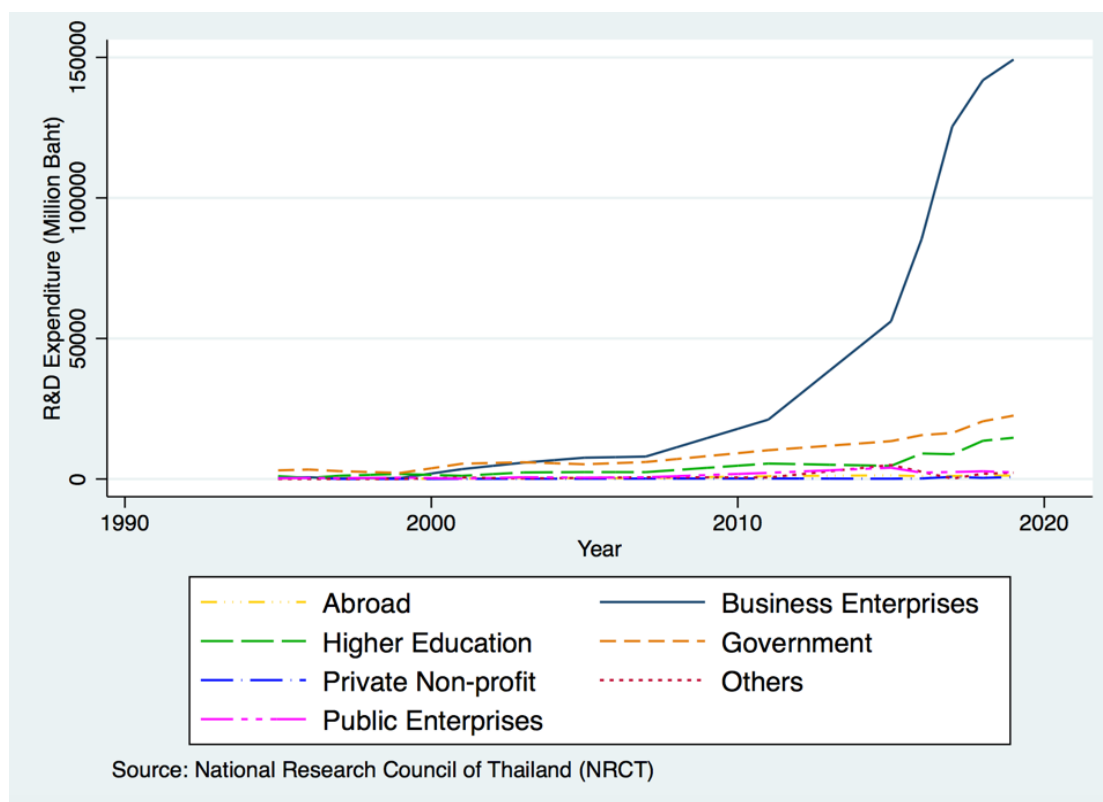
(ก)



(ข)

ขณะที่รูปที่ 9.8 แสดงแผนภาพการกระจายระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการใช้จ่ายภาค R&D ของเอกชนช่วงระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดยใช้ค่าความล่าช้าเดียวกันที่ 10 ปี จะเห็นได้ว่าในรูป ก ที่ยังไม่ได้นำค่าผิดปกติ (Outlier) ในปี 2020 ออก ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของ GDP และการลงทุน R&D ของภาคเอกชนมีความสัมพันธ์เป็นลบอย่างชัดเจน ไม่ต่างจากกรณีของภาครัฐในรูปที่ 9.7 แต่จุดที่น่าสนใจคือ หากนำค่าในปี 2020 ออกไปตามรูป ข จะเห็นว่าในกรณีของภาคเอกชน ความสัมพันธ์มีแนวโน้มเป็นลบน้อยลงอย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ระดับ -0.003 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากกว่าในกรณีของการลงทุน R&D ในภาครัฐเสียอีก

รูปที่ 9.9 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย จำแนกตามแหล่งทุน ช่วงระหว่างปี 1995 ถึง 2019



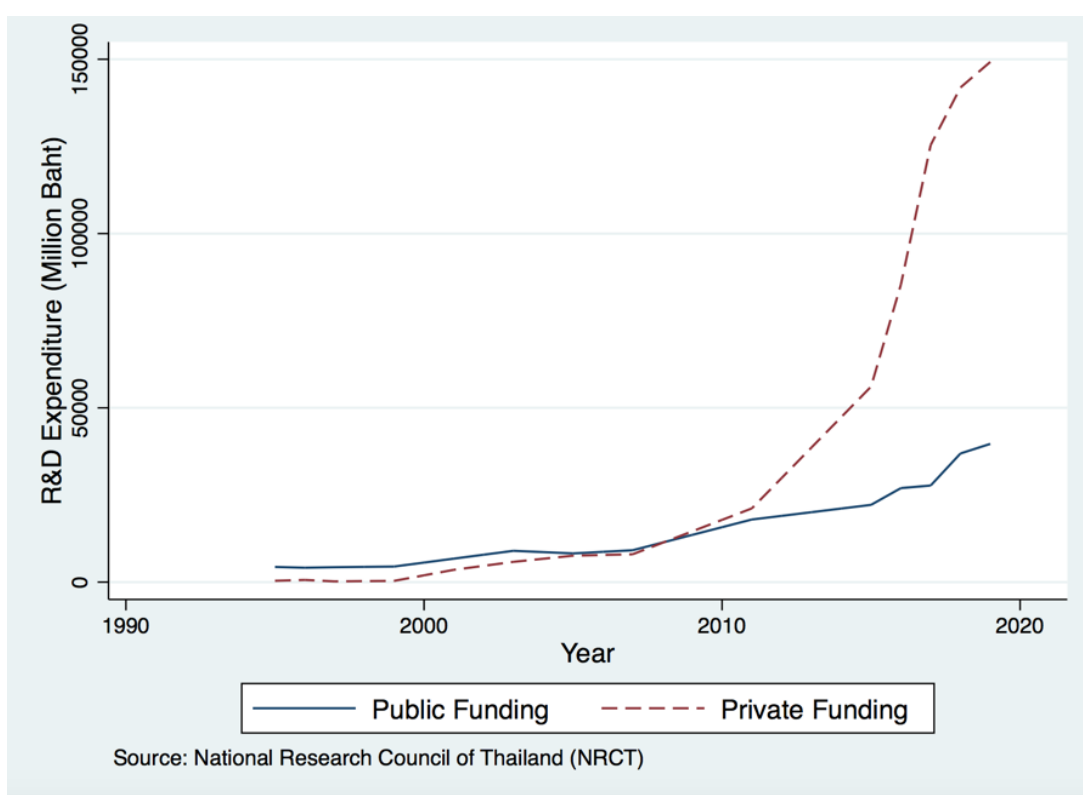
หมายเหตุ: ข้อมูลเก็บทุกปีระหว่างปี 1995-1997 และทุก 2 ปีช่วงระหว่างปี 1999-2015 ยกเว้นปี 2009 และ 2013 ที่ไม่มีข้อมูล และเก็บข้อมูลทุกปีช่วงระหว่างปี 2015-2019 ส่วนที่เหลือใช้ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ปี ก่อนและหลังเพื่อเติมเต็มข้อมูล

หากพิจารณาประเภทแหล่งที่มาของเงินทุนในภาค R&D ของประเทศไทยช่วงระหว่างปี 1995 ถึง ปี 2019 ดังรูปที่ 9.9 จะเห็นได้ว่าทุกภาคส่วนให้ความสำคัญกับการลงทุนภาค R&D โดยการอุดหนุน เงินทุนน้อยมากในระยะแรกก่อนปี 2000 โดยในระยะนี้ ภาครัฐบาล และอุดมศึกษาเป็นแหล่งเงินทุน สำคัญสำหรับ R&D อย่างไรก็ตาม ช่วงระหว่างปี 2000 เป็นต้นมาเริ่มพบแนวโน้มการลงทุนที่เพิ่มขึ้นจาก ภาคเอกชน และเติบโตอย่างก้าวกระโดดช่วงระหว่างปี 2010 เป็นต้นมา ขณะที่ภาครัฐบาลและอุดมศึกษา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ดังนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าปัจจัยหลักที่ทำให้สัดส่วนของการลงทุนรวมภาค R&D ของไทยต่อ GDP เพิ่มขึ้นมากช่วงระหว่างปี 2010 เป็นต้นมา เป็นผลมาจากเงินอุดหนุนลงทุนของ ภาคเอกชนเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นทุนจากรัฐบาลและอุดมศึกษา ตามลำดับ ขณะที่ทุนจากรัฐวิสาหกิจ องค์กรเอกชนไม่แสวงหากำไร และต่างประเทศมีสัดส่วนที่น้อยมากมาโดยตลอด

ในทำนองเดียวกันกับการจำแนกค่าใช้จ่ายใน R&D ตามหน่วยดำเนินการ การจำแนกค่าใช้จ่ายใน R&D ตามแหล่งทุนสามารถยุบรวมค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากรัฐบาลกลาง (Government) อุดมศึกษา (Higher education) และรัฐวิสาหกิจ (Public enterprises) เป็นค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่ง

ทุนจากภาครัฐ (Public Funding) และกำหนดให้ค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากภาคธุรกิจเอกชน (Business enterprises) จัดเป็นค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากภาคเอกชน (Private Funding) โดยนำหมวดองค์กรเอกชนไม่แสวงหากำไร (Private non-profit organizations) ต่างประเทศ (Abroad) และอื่นๆ (Others) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายใน R&D น้อยและไม่สอดคล้องกับหมวดใดหมวดหนึ่งอย่างชัดเจนออกไป สถิติของค่าใช้จ่ายใน R&D จำแนกตามแหล่งทุนจากภาครัฐและเอกชนช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019 แสดงได้ดังรูปที่ 9.10

รูปที่ 9. 10 ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา จำแนกตามแหล่งทุนจากภาครัฐและเอกชน ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2019

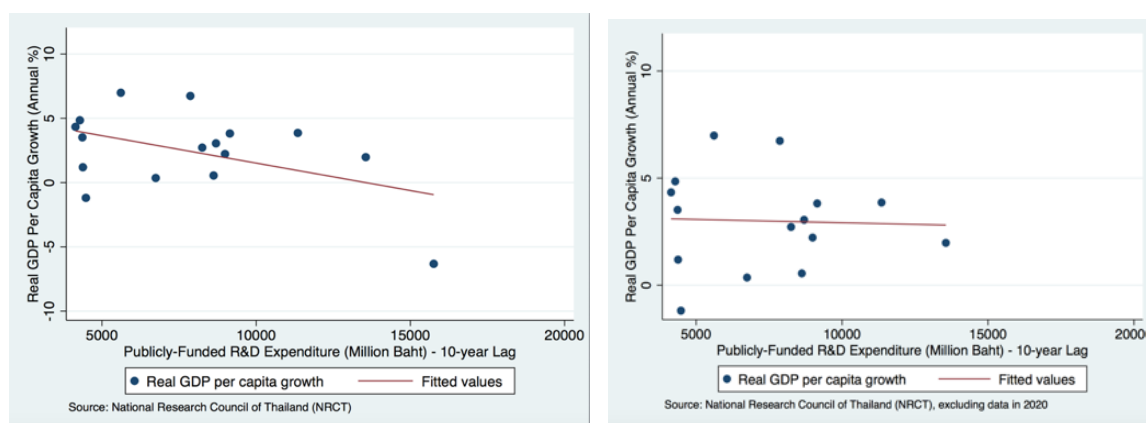


จากรูปที่ 9.10 จะเห็นได้ว่าในช่วงก่อนปี 2009 ค่าใช้จ่ายใน R&D ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากทั้งภาครัฐและเอกชนถือว่าอยู่ในระดับต่ำ ภาคละไม่เกิน 15,000 ล้านบาท โดยภาครัฐยังนับว่าเป็นผู้อุดหนุนการวิจัยหลัก แต่หลังจากปี 2009 เป็นต้นมาภาคเอกชนเริ่มให้ความสำคัญในการจัดสรรงบประมาณสำหรับค่าใช้จ่ายใน R&D และมีค่าใช้จ่ายเพื่อ R&D มากกว่าภาครัฐตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาและมีการเพิ่มขึ้นถึงเกือบ 8 เท่าในปัจจุบันเมื่อเทียบกับปี 2009 สำหรับแหล่งทุน R&D จากภาครัฐส่วนใหญ่มาจากรัฐบาลกลาง และภาคอุดมศึกษาเป็นหลัก โดยเริ่มปรากฏการขยายตัวของแหล่งทุนดังกล่าวในช่วงปี 2017 ถึงปี 2019

จากสถิติเชิงพรรณนา พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาที่มีแหล่งทุนจากภาครัฐอยู่ที่ 14,312 ล้านบาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10,227 ล้านบาท ค่าสูงสุด 39,662.09 ล้านบาท ในปี 2019 และค่าต่ำสุด 4,140.5 ล้านบาท ในปี 1996 ส่วนค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากภาคเอกชน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 31,467 ล้านบาท รวมทั้งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า โดยเท่ากับ 45,573 ล้านบาท ค่าสูงสุด 149,244 ล้านบาทในปี 2019 และค่าต่ำสุด 212.4 ล้านบาท ในปี 1997 เนื่องจากได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชียโดยตรงในปีดังกล่าว

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากภาครัฐ และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ รูปที่ 9.11 นำเสนอแผนภาพการกระจายระหว่างค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากภาครัฐ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 ที่ความล่าช้า (Lag) 10 ปีเพื่อทดสอบคล้อยกับตัวแปร R&D input อื่น ๆ

**รูปที่ 9.11** ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่มีแหล่งทุนจากภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

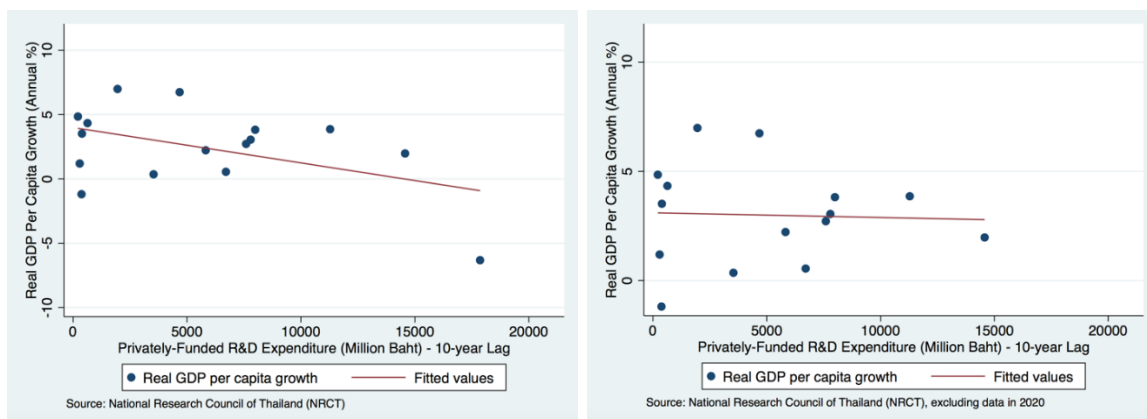
(ข)

จากรูปที่ 9.11 จะเห็นได้ว่า หากพิจารณาข้อมูลในปี 2020 ที่อาจเป็นค่าผิดปกติ (Outlier) อันเนื่องมาจากวิกฤตเศรษฐกิจจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 รวมด้วยในส่วนที่ ก ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งเงินทุนจากภาครัฐ และการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงของประเทศไทยมีแนวโน้มเป็นลบอย่างชัดเจน ทั้งนี้ เมื่อนำ Outlier ดังกล่าวออก ดังปรากฏในส่วนที่ ข จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์ที่เป็นลบน้อยลงที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.04 ใกล้เคียงกับกรณีของค่าใช้จ่ายใน R&D ที่ดำเนินการโดยภาครัฐ ซึ่งน้อยมากจนอาจกล่าวได้ในเบื้องต้นว่าการขยายตัวทางเศรษฐกิจและมูลค่าค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งเงินทุนจากภาครัฐไม่มีความสัมพันธ์กัน

เมื่อพิจารณาคู่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งทุนจากภาคเอกชน และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ รูปที่ 9.11 นำเสนอแผนภาพการกระจายระหว่างค่าใช้จ่ายใน R&D ที่

มีแหล่งทุนจากภาคเอกชน และอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริง ช่วงระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 ที่ความล่าช้า (Lag) 10 ปีเพื่อทดสอบสอดคล้องกับตัวแปร R&D input อื่น ๆ

**รูปที่ 9. 12** ค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่มีแหล่งทุนจากภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

(ข)

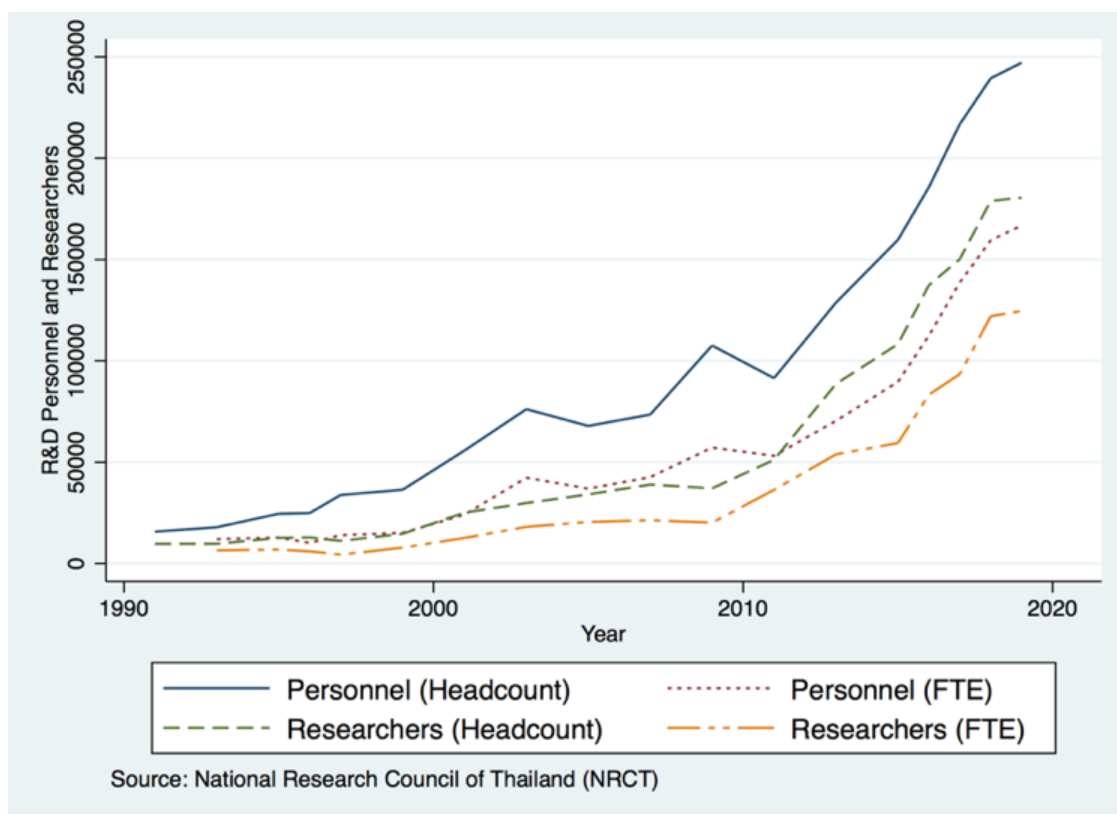
จากรูปที่ 9.12 จะเห็นได้ว่าลักษณะโดยรวมไม่ได้แตกต่างจากกรณีที่ค่าใช้จ่ายใน R&D มาจากแหล่งเงินทุนของภาครัฐมากนัก ในกรณีนี้ รูป ก แสดงให้เห็นว่าเมื่อไม่มีการนำข้อมูล Outlier ปี 2020 ออก ความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงและค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งเงินทุนจากภาคเอกชนมีแนวโน้มเป็นลบอย่างชัดเจน และเมื่อนำ Outlier ออกในรูป ข ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง -0.042 หรือเป็นลบมากกว่ากรณีค่าใช้จ่ายใน R&D ที่ดำเนินการโดยภาคเอกชนเพียงเล็กน้อย ซึ่งก็อาจกล่าวได้เช่นเดิมในเบื้องต้นว่า การขยายตัวทางเศรษฐกิจและมูลค่าค่าใช้จ่ายใน R&D ที่มีแหล่งเงินทุนจากภาคเอกชนไม่มีความสัมพันธ์กัน

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติมีข้อที่ควรคำนึง 2 ประการ ได้แก่ ประการแรก การจะพิจารณาว่าค่าใช้จ่ายใน R&D เป็นของภาครัฐหรือภาคเอกชน ควรพิจารณาจำแนกตามหน่วยดำเนินการมากกว่าจากแหล่งเงินทุน เพราะจากฐานข้อมูลรวมของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติเสนอว่า ในหลายกรณี เงินทุนจากภาครัฐและเอกชนสามารถส่งถึงหน่วยดำเนินการที่แตกต่างกันได้ ขณะที่สต็อกขององค์ความรู้เกิดขึ้นที่การดำเนินการ มิใช่ที่การให้เงินทุนวิจัย ประการที่สอง การพิจารณาความสัมพันธ์ข้างต้น เป็นเพียงการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้น ซึ่งจะได้วิเคราะห์ในลักษณะนี้ควบคู่ไปกับตัวแปร R&D อื่น ๆ หากแต่ในบทที่ 10 จะได้มีการวิเคราะห์ในรายละเอียดโดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติที่มีความน่าเชื่อถือ และควบคุมปัจจัยภายนอกมากขึ้น

### 9.2.2.1.2 ตัวแปรบุคลากรและนักวิจัยของภาค R&D

ในส่วนนี้จะกล่าวถึง 2 ตัวแปรหลัก ได้แก่ 1. บุคลากรทั้งหมดที่ทำงานในภาค R&D ซึ่งหมายถึงรวมถึงนักวิจัย (Researcher) ผู้ช่วยนักวิจัย (Technician) และผู้ทำงานสนับสนุน (Supporting staff) และ 2. นักวิจัยในภาค R&D และพิจารณาใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1. แบบรายหัว (Headcount) โดยนับจำนวนบุคลากรที่ทำงานวิจัยเป็นเวลาตั้งแต่ร้อยละ 10 ของปีขึ้นไปโดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาการทำงาน และ 2. แบบเทียบเท่าเต็มเวลา (Full-time Equivalent: FTE) โดยมีหน่วยเป็นคน-ปี กล่าวคือบุคลากรที่ทำงานวิจัยร้อยละ 100 ในปีใด ๆ หรือหมายถึงทำงาน 7 ชั่วโมงต่อวัน จะนับเป็น 1 คน-ปี และจะมีสัดส่วนลดลงตามระยะเวลาทำงานจริง สถิติเบื้องต้นเหล่านี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9.13

รูปที่ 9. 13 จำนวนบุคลากรและนักวิจัยในภาคการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย โดยการนับแบบรายหัว และเทียบเท่าเต็มเวลา ระหว่างปี 1991 ถึงปี 2019



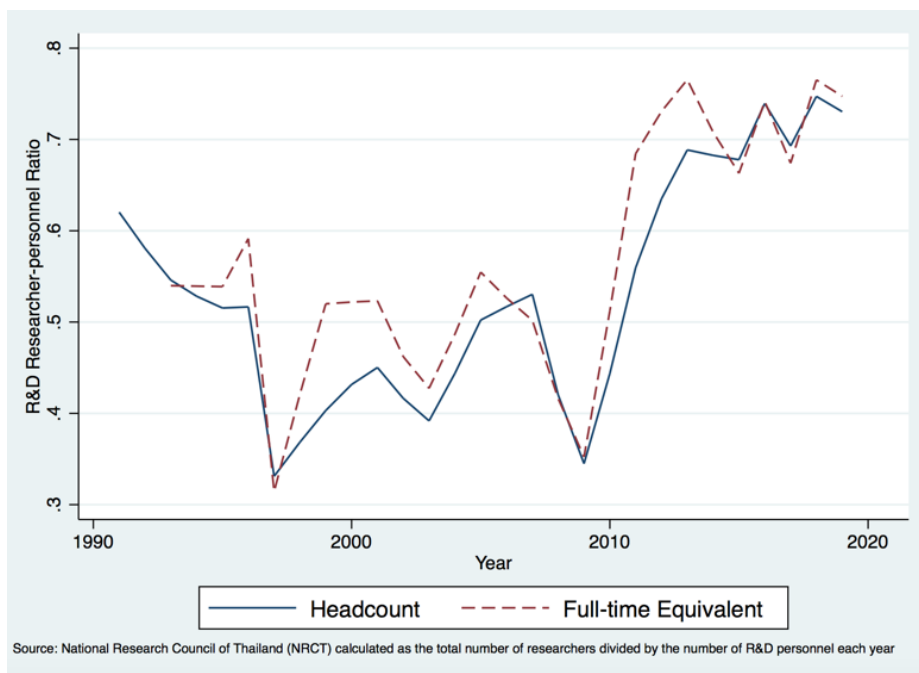
หมายเหตุ: ข้อมูลแบบเทียบเท่าเต็มเวลา (Full-time Equivalent: FTE) เริ่มต้นช่วงระหว่างปี 1993 โดยข้อมูลทั้งแบบรายหัวและเทียบเท่าเต็มเวลาเก็บทุก 2 ปีในช่วงก่อนหน้าปี 2015 และเก็บทุกปีในช่วงปี 2015-2019 ยกเว้นปี 1996 ที่มีข้อมูล ข้อมูลส่วนที่ขาดหายเติมเต็มโดยการเฉลี่ยข้อมูลก่อนและหลังในลักษณะเดียวกับการพิจารณาค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา

จากรูปที่ 9.13 แสดงให้เห็นว่าจำนวนบุคลากรและนักวิจัยแบบรายหัวในภาค R&D ของไทยช่วงระหว่างปี 1991 ถึงปี 2019 มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 1991 ประเทศไทยมีบุคลากร 15,721 คน และ นักวิจัยเพียง 9,752 คน ขณะที่ปี 2019 มี บุคลากร 247,135 คน และนักวิจัย 180,524 คน หรือเติบโตราว 18 และ 16 เท่า ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าเมื่อคำนึงถึงระยะเวลาการทำงานวิจัยร่วมด้วย โดยการนับแบบเทียบเท่าเต็มเวลา (Full-time equivalent) ช่วงระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019 พบว่าจำนวนนักวิจัยและจำนวนบุคลากรในภาค R&D ของไทยลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการนับแบบรายหัว โดยเฉลี่ยแล้วบุคลากรวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา คิดเป็นร้อยละ 54 ของการนับแบบรายหัว และนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา คิดเป็นร้อยละ 58 ของการนับแบบรายหัว ถึงกระนั้นยังพบว่าแนวโน้มการเติบโตของจำนวนบุคลากรและนักวิจัยในภาค R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลา มีลักษณะคล้ายคลึงกับการนับแบบรายหัว โดยในปี 1993 บุคลากรเทียบเท่าเต็มเวลาคิดเป็น 12,064 คน-ปี นักวิจัย 6,513 คน-ปี และ ขณะที่ปี 2019 บุคลากรและนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 166,768 และ 124,640 คน-ปี หรือเติบโตราว 14 และ 19 เท่าตามลำดับ

จากการทำสถิติเชิงพรรณนา พบว่า บุคลากรวิจัยแบบรายหัวมีค่าเฉลี่ย 88,800 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 67,079 คน ค่าสูงสุด 247,135 คน ในปี 2019 ค่าต่ำสุด 15,721 คน ในปี 1991 ขณะที่แบบเทียบเท่าเต็มเวลา มีค่าเฉลี่ย 54,230 คน-ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 44,705 คน-ปี ค่าสูงสุด 166,788 คน-ปี ในปี 2019 ค่าต่ำสุด 10,209 คน-ปี ในปี 1996 ในทำนองเดียวกัน นักวิจัยแบบรายหัวมีค่าเฉลี่ย 52,801 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 51,973 คน ค่าสูงสุด 180,524 คน ในปี 2019 ค่าต่ำสุด 9,752 คน ในปี 1991 ขณะที่แบบเทียบเท่าเต็มเวลา มีค่าเฉลี่ย 34,341 คน-ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 34,930 คน-ปี ค่าสูงสุด 124,640 คน-ปี ในปี 2019 ค่าต่ำสุด 4,409 คน-ปี ในปี 1997

รูปที่ 9. 14 อัตราส่วนระหว่างบุคลากรและนักวิจัยในภาคการวิจัยและพัฒนาของไทย ระหว่างปี 1991 ถึงปี 2019



เมื่อพิจารณาข้อมูลบุคลากรในภาค R&D และนักวิจัยข้างต้น จะสามารถคำนวณสัดส่วนของจำนวนนักวิจัยต่อจำนวนบุคลากร (R&D Researcher-personnel ratio) ได้ดังนี้

$$\text{R\&D researcher - personnel ratio} = \frac{\text{Researcher}}{\text{personnel}} \quad (9.2.2.1.2)$$

ดังสังเกตได้จากรูปที่ 9.14 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของจำนวนนักวิจัยต่อจำนวนบุคลากรในภาค R&D ช่วงระหว่างปี 1991 ถึงปี 2019 มีแนวโน้มเป็นรูปตัว U ทั้งจากการนับแบบรายหัว และแบบเทียบเท่าเต็มเวลา (FTE) ในส่วนของการนับแบบรายหัว ในระยะแรก จำนวนนักวิจัยคิดเป็นร้อยละ 62 ของจำนวนบุคลากรทั้งหมดในภาค R&D และจำนวนนักวิจัยมีสัดส่วนน้อยที่สุดในปี 1997 คิดเป็นเพียงร้อยละ 33 และคงอยู่ที่ระดับต่ำกว่าร้อยละ 60 จนถึงปี 2011 ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นมาอยู่ที่ระดับร้อยละ 68 ถึง 74 ช่วงระหว่างปี 2013 เป็นต้นมา ลักษณะดังกล่าวปรากฏในการนับแบบเทียบเท่าเต็มเวลา โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนที่ได้จากการนับทั้ง 2 แบบอยู่ที่ 0.95 ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการค่าใช้จ่ายด้าน R&D โดยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นช่วงระหว่างปี 2010 ควบคู่ไปกับการเพิ่มขึ้นของนักวิจัยในบุคลากรทั้งหมดของภาค R&D ของไทย สะท้อนให้เห็นถึงทิศทางนโยบายที่ให้ความสำคัญอย่างจริงจังกับการลงทุนใน R&D ของไทย เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้าปี 2010 ที่การใช้จ่ายภาค R&D น้อยหรือบุคลากรส่วนใหญ่ในภาค R&D ไม่ใช่คนวิจัย ทั้งนี้ข้อสังเกตที่สำคัญคือ โดยทั่วไป การนับแบบเทียบเท่าเต็มเวลาให้อัตราส่วนของนักวิจัยต่อบุคลากร R&D รวมมากกว่าการนับแบบรายหัว สะท้อน

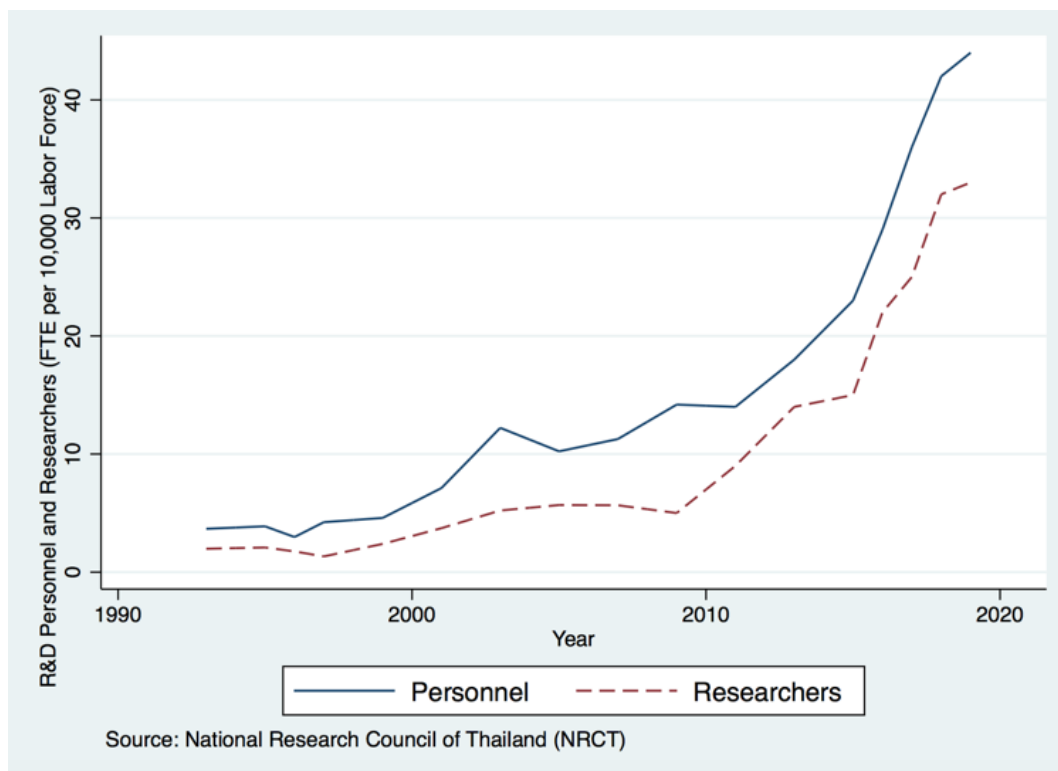


ให้เห็นว่า เมื่อคำนึงถึงระยะเวลาการทำงานร่วมด้วยพบว่า โดยเฉลี่ยแล้ว นักวิจัยไทยใช้เวลาไปกับการทำงานวิจัยมากกว่าบุคลากรประเภทอื่น ๆ ได้แก่ ผู้ช่วยวิจัย หรือบุคลากรสนับสนุนอื่น ๆ

โดยสรุปแล้ว อัตราส่วนระหว่างนักวิจัยต่อบุคลากร R&D ทั้งหมดแบบรายหัวคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 12.58 ค่าสูงสุดร้อยละ 74.72 ในปี 2018 ค่าต่ำสุดร้อยละ 33.11 ในปี 1997 และแบบเทียบเท่าเต็มเวลาคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 56.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 12.88 ค่าต่ำสุดร้อยละ 31.44 ในปี 1997 และค่าสูงสุดร้อยละ 76.55 ในปี 2018

อย่างไรก็ตาม เพื่อสะท้อนให้เห็นภาพที่แท้จริงของบุคลากรทางการวิจัยและนักวิจัยของประเทศไทย การนับแบบเต็มเวลา (FTE) เป็นตัวประมาณการที่ดีกว่าการนับแบบหัว เนื่องจากมีการคำนึงถึงระยะเวลาทำงานร่วมด้วยเป็นสำคัญ ทั้งนี้ตัวแปรจะมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเมื่อควบคุมเป็นอัตราส่วนของกำลังแรงงาน ดังแสดงด้วยสถิติจำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาและนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ช่วงระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019

รูปที่ 9. 15 จำนวนบุคลากรและนักวิจัยในภาคการวิจัยและพัฒนาเทียบเท่าเต็มเวลา ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019



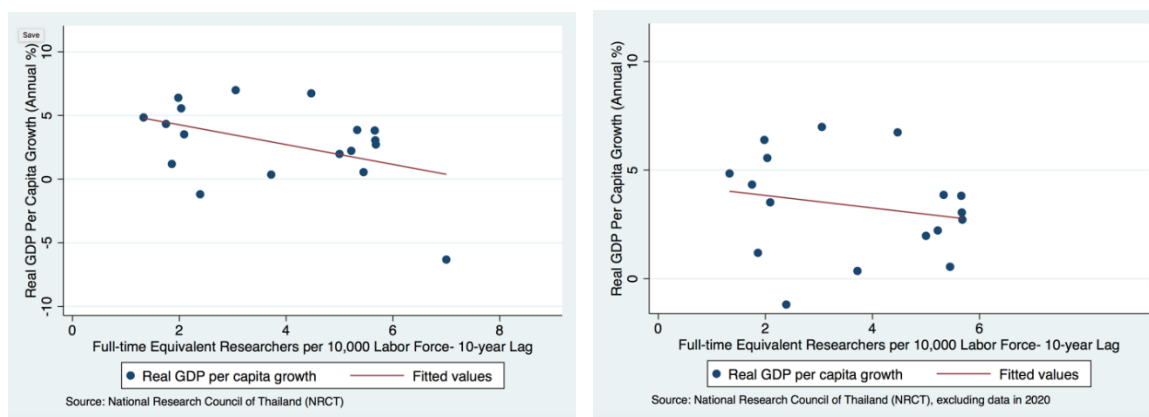
หมายเหตุ: เก็บข้อมูลทุก 2 ปีในช่วงก่อนหน้าปี 2015 และเก็บทุกปีในช่วงปี 2015-2019 ยกเว้นปี 1996 ที่มีข้อมูล ข้อมูลส่วนที่ขาดหายเติมเต็มโดยการเฉลี่ยข้อมูลก่อนและหลังในลักษณะเดียวกับการพิจารณาค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนา

ในรูปที่ 9.15 จะเห็นได้ว่าแม้จะมีการควบคุมทั้งระยะเวลาการทำงานวิจัย และขนาดของกำลังแรงงาน สถิติดังกล่าวยังสะท้อนให้เห็นว่าจำนวนบุคลากรและนักวิจัยในภาค R&D ของประเทศไทยมีแนวโน้มเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะช่วงหลังจากปี 2010 เป็นต้นมา จึงกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นของสถิติบุคลากรและนักวิจัยภาค R&D ที่บรรยายก่อนหน้านี้ ไม่ได้เป็นผลมาจากขนาดของกำลังแรงงานทั้งหมดที่เพิ่มมากขึ้น หากแต่เป็นการขยายตัวของการจ้างงานในภาคการวิจัยและพัฒนาอย่างแท้จริง โดยบุคลากรวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาเพิ่มขึ้นจาก 3.67 คน-ปีต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 1993 เป็น 44 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 2019 หรือราว 12 เท่า ขณะที่นักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาเพิ่มขึ้นจาก 1.98 คน-ปีต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 1993 เป็น 33 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 2019 หรือราว 17 เท่า

โดยบุคลากรวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาคิดเป็นค่าเฉลี่ย 14.42 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.47 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ค่าสูงสุด 44 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 2019 ค่าต่ำสุด 2.97 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 1996 ขณะที่นักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลามีค่าเฉลี่ย 9.1 คน-ปี ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.11 คน-ปี

ต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ค่าสูงสุด 33 คน-ปีต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 2019 ค่าต่ำสุด 1.33 คน-ปีต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในปี 1997

**รูปที่ 9. 16** จำนวนนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2003 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

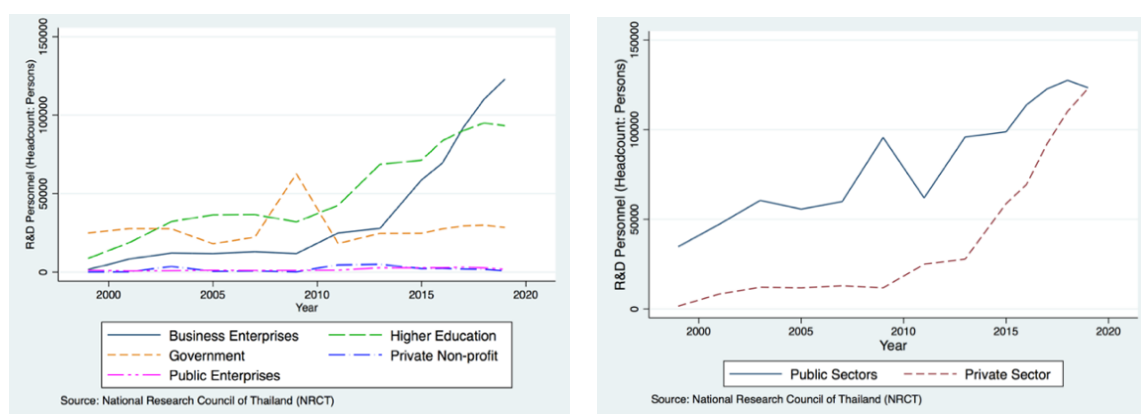
(ข)

หากพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 2003 ถึงปี 2020 จะสามารถแสดงได้ดังแผนภาพการกระจายในรูปที่ 9.16 ทั้งนี้แผนภาพนี้เลือกใช้ตัวแปรนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คนเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวแปรบุคลากรและนักวิจัยเพื่อการวิจัยและพัฒนา เนื่องจากเป็นตัวแปรที่สมบูรณ์ที่สุดที่สะท้อนถึงจำนวนนักวิจัยที่เป็นผู้ดำเนินการวิจัยอย่างแท้จริง โดยไม่รวมบุคลากรส่วนอื่น ๆ รวมทั้งมีการควบคุมระยะเวลาการทำงาน และขนาดของกำลังแรงงานอีกด้วย โดยค่าความล่าช้า (Lag) 10 ปี เพื่อให้มีความสอดคล้องกับค่าใช้จ่ายด้าน R&D ซึ่งล้วนเป็นตัวแปร input ของการวิจัยและพัฒนาด้วยกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้อมูลเริ่มต้นที่ปี 2003 จะเห็นได้ว่าในรูป ก ที่นับรวมข้อมูลปี 2020 ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีทิศทางเป็นลบอย่างชัดเจน อย่างไรก็ดี เนื่องจากวิกฤตเศรษฐกิจจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในปี 2020 เป็นเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวออกไปแสดงในรูป ข พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแผนภาพการกระจายในกรณีของค่าใช้จ่ายด้าน R&D ความสัมพันธ์ก็อวย่างคงเป็นลบอยู่มาก ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นว่าบนพื้นฐานเดียวกันที่ยังไม่มีการควบคุมปัจจัยภายนอกใด ๆ ด้วยแบบจำลองทางเศรษฐมิติ การลงทุนด้วยเม็ดเงินในภาค R&D อาจมีความสำคัญต่อการกระตุ้นการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ดีกว่าการลงทุนด้วยบุคลากรในภาค R&D อย่างไรก็ตามประเด็นดังกล่าวต้องมีการทดสอบด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติดังที่ได้กล่าวในบทที่ 10 ต่อไป นอกจากนี้ผู้ที่สนใจยังสามารถศึกษาแผนภาพการกระจายของตัวแปร R&D กลุ่มบุคลากรและนักวิจัยของภาค R&D ได้เพิ่มเติมภาคผนวก ข เนื่องจากลักษณะโดยรวมของแผนภาพต่าง ๆ เหล่านั้น คล้ายคลึงกับแผนภาพการกระจายในรูปที่ 9.16 ทั้งหมด จึง

ไม่ได้นำเสนอในที่นี้ ซึ่งจะประกอบด้วยแผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงกับ (1) จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบรายหัว (2) จำนวนนักวิจัยแบบรายหัว (3) จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบเทียบเท่าเต็มเวลา (4) จำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา (5) จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน ในรูปที่ ช-1 ถึงรูปที่ ช-5 ตามลำดับ

ในส่วนต่อไปนี้จะนำเสนอข้อมูลตัวแปรด้านนักวิจัยและบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาที่จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ภายใต้ตัวแปรที่มีนิยามแตกต่างกัน ซึ่งทั้งหมดล้วนเก็บข้อมูลทุก 2 ปีช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2015 และเก็บข้อมูลทุกปีช่วงระหว่างปี 2015 ถึงปี 2019 ข้อมูลส่วนที่เหลือใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยปีก่อนและหลังที่มีข้อมูลในลักษณะเช่นเดียวกับตัวแปรอื่น ๆ ที่ใช้ในการศึกษานี้

รูปที่ 9. 17 จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนารายหัว จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019



(ก)

(ข)

ในลำดับแรก เมื่อจำแนกจำนวนบุคลากรทั้งหมดแบบรายหัวในภาค R&D ตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019 ดังรูปที่ 9.17 จะพิจารณาได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ ในรูป ก จะเป็นแบบแบ่งย่อย 5 หน่วยดำเนินการ และในรูป ข จะเป็นให้เหลือเพียงภาครัฐ (Public sectors) และภาคเอกชน (Private sector) ดังส่วนวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้นของค่าใช้จ่ายด้าน R&D

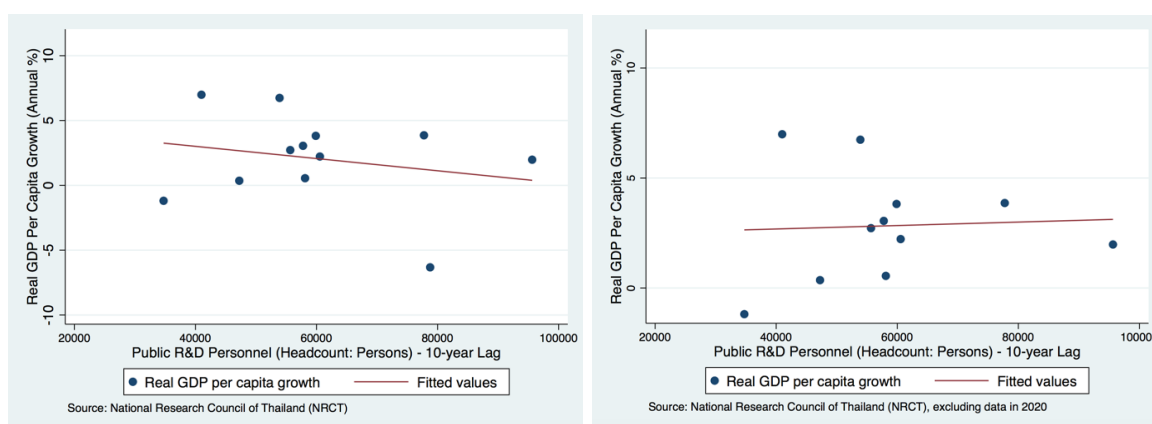
ในรูป ก จะพบว่าแนวโน้มคล้ายคลึงกับทิศทางของค่าใช้จ่ายด้าน R&D กล่าวคือในช่วงก่อนปี 2010 ภาคอุดมศึกษาและรัฐบาลเป็น 2 หน่วยหลักที่มีบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาามากที่สุด โดยมีข้อสังเกตว่าปี 2009 เป็นปีเดียวที่ภาครัฐบาลมีบุคลากร R&D มากกว่า 50,000 คน ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจเป็นผู้ช่วยวิจัย ผู้ทำงานสนับสนุนชั่วคราวในสถานะเศรษฐกิจถดถอยในระยะเวลาดังกล่าว โดยจำนวนนักวิจัยในภาครัฐบาลไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในปีดังกล่าว ขณะที่หลังปี 2010 เป็นต้นมา 2 หน่วยงานหลักที่โดดเด่นคือภาคอุดมศึกษาและภาคธุรกิจเอกชน ซึ่งมีจำนวนบุคลากรในภาค R&D มากที่สุด อย่างไรก็ตามอัตราการเติบโตของบุคลากรภาค R&D ของเอกชนเติบโตอย่างมาก โดยเฉพาะช่วง

ระหว่างปี 2015 เป็นต้นมา ทำให้ในปี 2017-2019 ภาคธุรกิจเอกชนมีจำนวนบุคลากร R&D มากกว่าภาคอุดมศึกษา

แนวโน้มดังกล่าวยังถูกแสดงอย่างชัดเจนในรูป ข ที่สะท้อนว่าแม้ภาพรวมภาคเอกชนยังมีบุคลากรในภาค R&D น้อยกว่าภาครัฐอย่างต่อเนื่อง แต่ความแตกต่างดังกล่าวได้ลดลงเรื่อย ๆ โดยช่วงทศวรรษที่ 2010 ภาคเอกชนเริ่มมีการว่าจ้างบุคลากรในภาค R&D เพิ่มขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้านั้น และเริ่มมีจำนวนบุคลากร R&D มากกว่าภาครัฐในปี 2019 โดยบุคลากรรายหัวของภาครัฐมีค่าเฉลี่ย 78,165 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 28,464 คน ค่าสูงสุด 127,532 คน ในปี 2018 ค่าต่ำสุด 34,739 คน ในปี 1999 ส่วนในกรณีของภาคเอกชนมีค่าเฉลี่ย 33,540 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 36,018 คน ค่าสูงสุด 122,997 คน ในปี 2019 และค่าต่ำสุด 1,544 คน ในปี 1999

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบุคลากร R&D รายหัวของภาครัฐ และอัตราการขยายตัวของ GDP ที่แท้จริง โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปีเพื่อทดสอบคล่องในบริบทของการเป็น R&D input จะสามารถแสดงแผนภาพการกระจายโดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2009 ถึงปี 2019 ได้ดังรูปที่ 9.18

**รูปที่ 9.18** จำนวนบุคลากร R&D รายหัวในภาครัฐ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



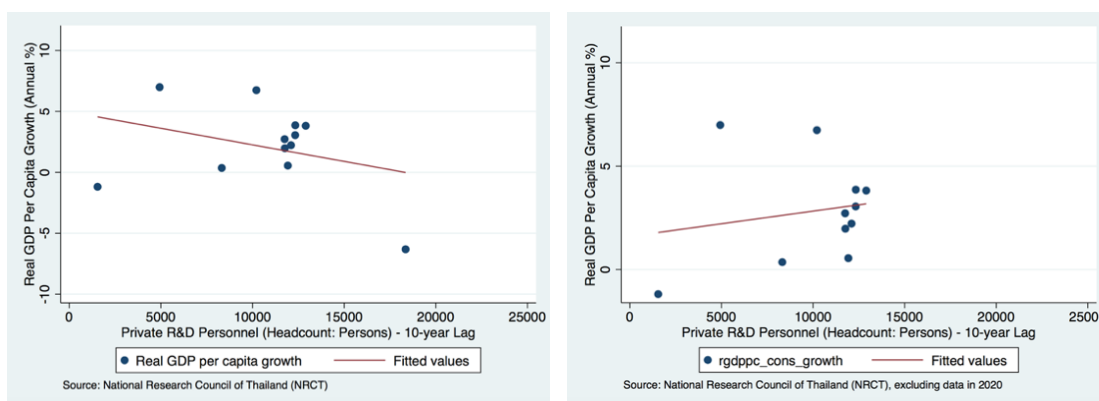
(ก)

(ข)

จากรูปที่ 9.18 ในรูป ก แสดงข้อมูลของทุกปี จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวเศรษฐกิจ และจำนวนบุคลากร R&D รายหัวของภาครัฐเป็นลบ อย่างไรก็ตาม สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในตัวแปร R&D อื่น ๆ ความสัมพันธ์ที่เป็นลบอาจสะท้อนค่าที่ผิดปกติ (Outlier) ซึ่งในกรณีนี้คือวิกฤตเศรษฐกิจจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในปี 2020 ที่ทำให้ค่า GDP ลดต่ำลงกว่าปกติ ขณะที่ค่าตัวแปร R&D ยังคงมีแนวโน้มสูง เมื่อนำข้อมูลในปี 2020 ออกดังแสดงในรูป ข จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีแนวโน้มเป็นบวกอย่างชัดเจน กล่าวคือ เมื่อจำนวนบุคลากรในภาค R&D ของรัฐมากขึ้น อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งแตกต่างจากกรณีของค่าใช้จ่ายใน R&D ของภาครัฐที่แสดงโดยรูปที่ 9.7 ส่วนที่ ข ที่มีแนวโน้มเป็นลบ และมีสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์เข้าใกล้ศูนย์ ดังนั้นหากไม่คำนึงถึงตัวแปรควบคุมอื่น ๆ ข้อเท็จจริงดังกล่าวอาจแสดงในเบื้องต้นว่าประเทศไทยพึ่งพาการวิจัยและพัฒนาจากบุคลากรมากกว่าค่าใช้จ่ายในภาค R&D เพื่อเป็นตัวกระตุ้นการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เช่นเดียวกัน สำหรับภาคเอกชนแสดงดังรูปที่ 9.19

**รูปที่ 9.19** จำนวนบุคลากร R&D รายหัวในภาคเอกชน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020

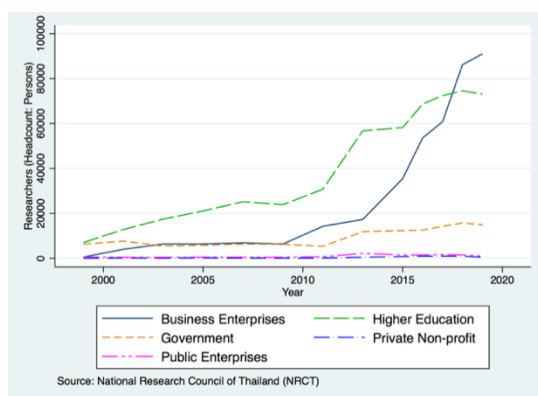


(ก)

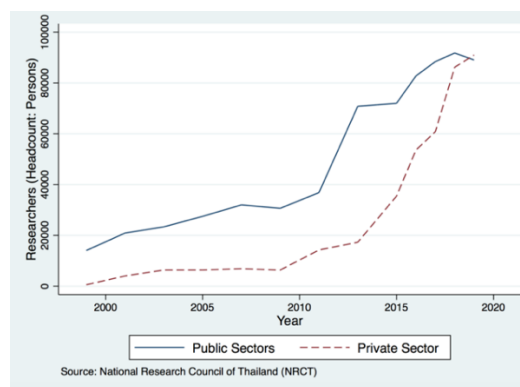
(ข)

จากรูปที่ 9.19 จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์โดยรวมมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการถดถอยของบุคลากร R&D ของภาครัฐ กล่าวคือ ในส่วนที่ ก ที่ไม่ได้นำข้อมูลในปี 2020 ออกไป ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและจำนวนบุคลากรใน R&D ของเอกชนมีแนวโน้มเป็นลบ ขณะที่การนำข้อมูลในปี 2020 ออกไปทำให้ความสัมพันธ์เป็นบวก และมีความชันของเส้นตัวแบบ (Fitted line) มากกว่าถดถอยของบุคลากร R&D ภาครัฐอย่างชัดเจน กล่าวคือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการขยายตัวของ GDP ที่เป็นบวกมากกว่าที่ 0.18 ขณะที่ภาครัฐเท่ากับ 0.05 เท่านั้น อาจอนุมานได้ว่านอกจากบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาจะเป็นเครื่องกระตุ้นเศรษฐกิจได้ดีกว่าค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาแล้ว บุคลากรที่ดำเนินการในภาคเอกชนมีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นเศรษฐกิจได้ดีกว่าบุคลากรจากภาครัฐอีกด้วย ซึ่งการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ในทางเศรษฐมิติเพื่อยืนยันสมมติฐานจะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 10

รูปที่ 9. 20 จำนวนนักวิจัยรายหัว จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019



(ก)



(ข)

สถิติจำนวนนักวิจัยแบบรายหัวจำแนกตามหน่วยดำเนินการสามารถแสดงดังรูปที่ 9.17 ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019 โดยในรูป ก ประกอบด้วย 5 หน่วยดำเนินการ รูป ข ประกอบด้วย 2 หน่วยคือภาครัฐและเอกชน ตามนิยามที่กำหนดในการสร้างรูปที่ 9.17

ในรูป ก พบว่าภาคอุดมศึกษาเป็นหน่วยงานที่มีนักวิจัยมากที่สุดตลอดช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2017 เหตุผลประการสำคัญคือ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งรวบรวมข้อมูลดังกล่าวได้นับรวมนิสิตและนักศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกเป็นส่วนหนึ่งของนักวิจัยในภาคอุดมศึกษา ขณะที่ภาคเอกชนมีจำนวนนักวิจัยที่มีแนวโน้มคงที่ช่วงก่อนปี 2010 ก่อนที่จะมีจำนวนนักวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีสัดส่วนมากที่สุดในปี 2018 และ 2019 นอกจากนี้ ยังเป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนนักวิจัยในรัฐบาลมีความผันผวนน้อยกว่าจำนวนบุคลากรในภาค R&D แม้ว่าจะมีแนวโน้มเติบโตขึ้นช่วงระหว่างปี 2010 เป็นต้นมา แต่ก็ไม่มากนัก คงอยู่ที่ระดับ 10,000-15,000 คน

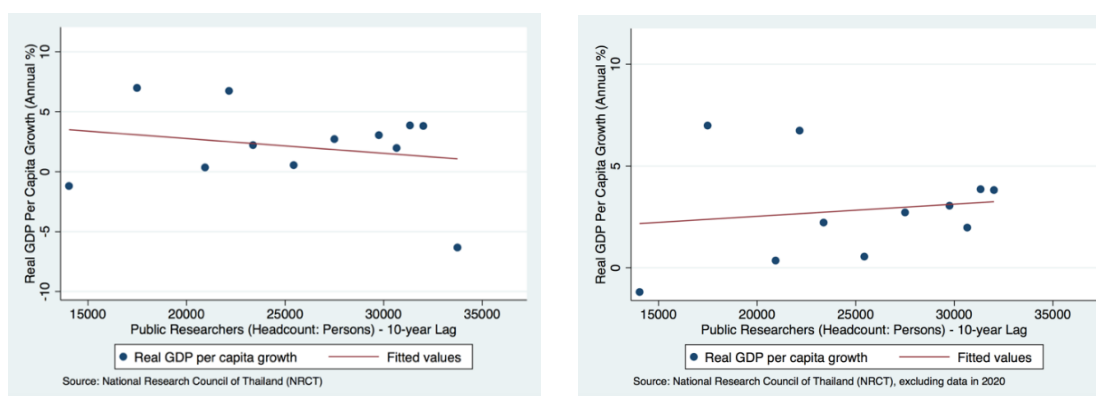
รูป ข ที่รวมนักวิจัยของภาครัฐรวมทั้ง 3 หน่วยงานมีจำนวนมากกว่าของภาคเอกชนมาโดยตลอด หากแต่ภาคเอกชนมีนักวิจัยเพิ่มมากขึ้นในทศวรรษ 2010 ทำให้ในปี 2019 มีจำนวนนักวิจัยเอกชนมากกว่าของรัฐเล็กน้อย โดยมีจุดแตกต่างจากกรณีของบุคลากร R&D แบบรายหัว ที่สำคัญคือความผันผวนของจำนวนนักวิจัยภาครัฐในช่วงปี 2007 ถึงปี 2009 มีน้อยกว่าจำนวนบุคลากร R&D ของภาครัฐในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งสะท้อนได้จากความผันผวนของจำนวนบุคลากร R&D ในส่วนรัฐบาล (Government) นอกจากนี้ อัตราการเติบโตของจำนวนนักวิจัยของรัฐสูงมากถึงร้อยละ 92.29 ในระหว่างปี 2011 ถึงปี 2013 ซึ่งเป็นผลมาจากการเติบโตของจำนวนนักวิจัยในภาคอุดมศึกษา ขณะที่แนวโน้มโดยรวมของจำนวนนักวิจัยภาคเอกชนไม่แตกต่างจากกรณีของบุคลากร R&D ของเอกชน

สถิติเชิงพรรณนาชี้ให้เห็นว่าจำนวนนักวิจัยรายหัวของภาครัฐมีค่าเฉลี่ย 45,966 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 26,972 คน ค่าสูงสุด 91,805 คน ในปี 2018 ค่าต่ำสุด 14,040 คน ในปี 1999 ส่วนในกรณี

ของภาคเอกชนมีค่าเฉลี่ย 22,329 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27,355 คน ค่าสูงสุด 90,994 คน ในปี 2019 และค่าต่ำสุด 584 คน ในปี 1999

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักวิจัย R&D รายหัวของภาครัฐ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี เพื่อความสอดคล้องในบริบทของการเป็น R&D input จะสามารถแสดงแผนภาพการกระจายโดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2009 ถึงปี 2019 ได้ดังรูปที่ 9.21

รูปที่ 9. 21 จำนวนนักวิจัยรายหัวในภาครัฐ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

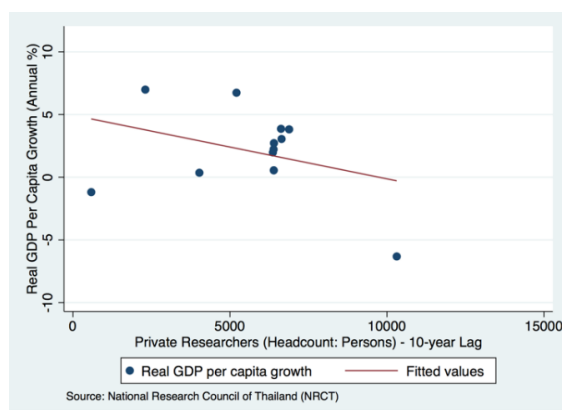
(ข)

จากรูปที่ 9.21 จะเห็นได้ว่าในกรณีที่นำข้อมูลของทุกปีมาพิจารณา ดังแสดงในรูป ก ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนนักวิจัยรายหัวของภาครัฐมีแนวโน้มเป็นลบ แม้ว่าแนวโน้มดังกล่าวจะน้อยกว่ากรณีของจำนวนบุคลากร R&D ภาครัฐเล็กน้อย เมื่อนำค่าในปี 2020 ออกไป ดังแสดงในรูป ข ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีแนวโน้มเป็นบวก และมีแนวโน้มหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่ากรณีบุคลากร R&D ของภาครัฐ ที่ระดับ 0.14 ต่อ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับความคาดหวังในแง่ที่ว่าตามนิยามของบุคลากร R&D หมายถึงผู้ทำงานสนับสนุนการวิจัยในทุกประเภท ซึ่งบุคลากรเหล่านั้นอาจไม่ได้ทำงานที่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ทั้งหมด ขณะที่นักวิจัยทำงาน R&D เพื่อเสริมสร้างสต็อกของความรู้อย่างชัดเจน จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อการขยายตัวของ GDP มากกว่ากรณีของบุคลากร R&D

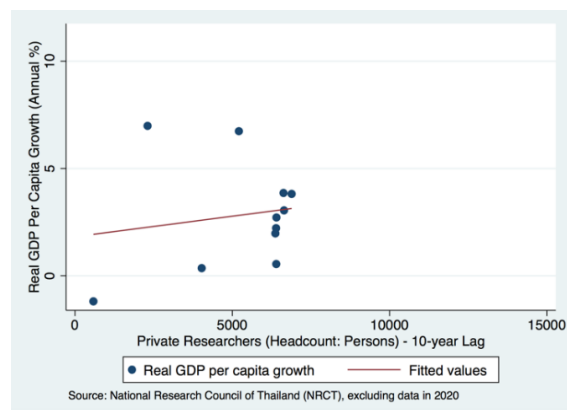
ในขณะเดียวกัน การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักวิจัย R&D รายหัวของภาคเอกชน และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี เพื่อความสอดคล้องในบริบทของการเป็น R&D input จะสามารถแสดงแผนภาพการกระจายโดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2009 ถึงปี 2019 ได้ดังรูปที่ 9.22



รูปที่ 9. 22 จำนวนนักวิจัยรายหัวในภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



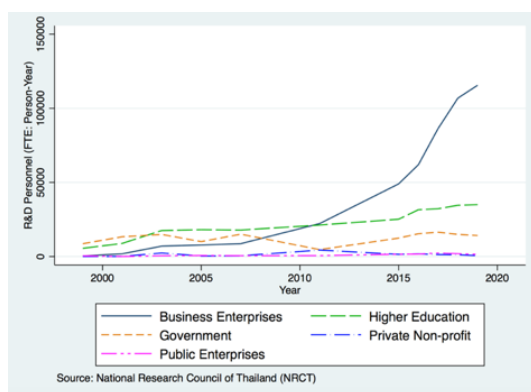
(ก)



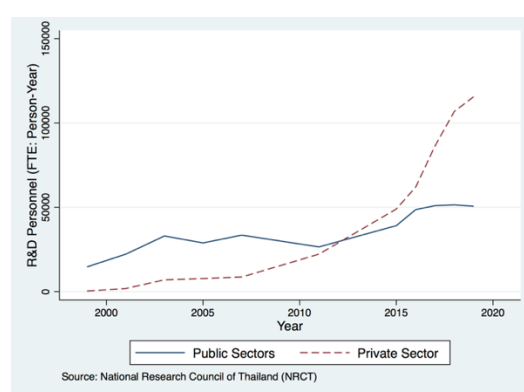
(ข)

จากรูปที่ 9.22 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มโดยรวมไม่แตกต่างนักจากรูปที่ 9.18 ทั้งในความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวของ GDP และจำนวนนักวิจัยภาคเอกชนที่เป็นลบในกรณีที่ไม่นำข้อมูลในปี 2020 ออกไปจากการพิจารณาในรูป ก กอปรกับความสัมพันธ์ที่กลายเป็นบวกเมื่อนำข้อมูลในปี 2020 ออกไป ในรูป ข เมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างบุคลากร R&D ภาคเอกชน และ นักวิจัยภาคเอกชน ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในกรณีที่นำค่าผิดปกติ (Outlier) ในปี 2020 ออกไป พบว่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวสำหรับบุคลากร R&D ภาคเอกชนคิดเป็น 0.18 ขณะที่นักวิจัยภาคเอกชนคิดเป็น 0.16 ซึ่งไม่สอดคล้องกับความคาดหวังที่สัมประสิทธิ์ดังกล่าวควรมีค่ามากกว่าในกรณีของการวัดด้วยนักวิจัย ดังที่ปรากฏในการบรรยายของภาครัฐก่อนหน้านี้

รูปที่ 9. 23 จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบเทียบเท่าเต็มเวลา จำแนกตามหน่วยดำเนินการ ของประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1999-2019



(ก)



(ข)

**หมายเหตุ:** ข้อมูลในปี 2009 และปี 2013 ขาดหายไปเพิ่มเติม ทำให้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2008 ถึงปี 2010 และช่วงระหว่างปี 2012 ถึงปี 2014 ขาดหายไปติดต่อกันรวม 3 ปี ในลักษณะเช่นนี้ให้คำนวณปีตรงกลางก่อนจากข้อมูลที่มีก่อนหน้าและหลังจากนั้นที่ใกล้ที่สุด จากนั้นให้คำนวณปีที่เหลือโดยเฉลี่ยจากข้อมูลเพิ่มเติมในปีตรงกลาง ตามลำดับ

รูปที่ 9.23 แสดงจำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนเช่นเดิม ได้แก่ รูป ก นำเสนอการจำแนกหน่วยดำเนินการเป็น 5 หน่วย และรูป ข แบ่งเป็น 2 ภาครัฐ และเอกชน

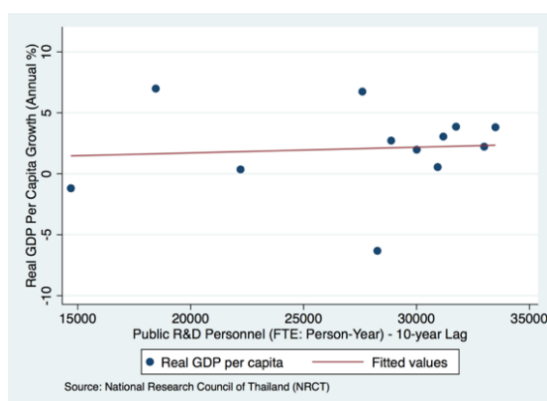
จากการพิจารณาในรูป ก พบว่า กรณีของหน่วยดำเนินการภาครัฐกิจเอกชนมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเพียงหน่วยงานเดียว ซึ่งถือว่าแนวโน้มคล้ายคลึงกับการนับแบบรายหัวมาก แสดงให้เห็นว่าบุคลากรการวิจัยภาคเอกชนส่วนใหญ่ทำงานวิจัยเต็มเวลา ซึ่งข้อสรุปดังกล่าวไม่สอดคล้องกับกรณีของบุคลากรการวิจัยในภาคอุดมศึกษาและรัฐบาล โดยเฉพาะในกรณีของระดับอุดมศึกษาพบว่าเมื่อคำนึงถึงระยะเวลาการทำงานวิจัยแล้ว จำนวนบุคลากรทางการวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาในภาคอุดมศึกษาน้อยกว่าแบบรายหัวเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ข้อเท็จจริงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าบุคลากรทางการวิจัยใน 2 หน่วยงานดังกล่าว ทำงานวิจัยไม่เต็มเวลา โดยอาจเป็นเพียงงานเสริมจากงานประจำเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลชุดนี้จึงยืนยันได้ว่าการใช้ตัวแปรบุคลากรแบบเทียบเท่าเต็มเวลาจึงสะท้อนสถานการณ์การวิจัยได้ดีกว่าแบบรายหัวเป็นอย่างยิ่ง

เมื่อพิจารณาจำแนกเพียง 2 หน่วยดำเนินการ คือ ภาครัฐและเอกชน ในรูป ข พบว่าแนวโน้มโดยทั่วไปของจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐค่อนข้างคงที่ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการนับบุคลากรกลุ่มดังกล่าวแบบรายหัวในรูปที่ 9.17 รูป ข ซึ่งพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนบุคลากร R&D อย่างชัดเจนตลอดระยะเวลาที่สำรวจ ในทางตรงกันข้าม ภาคเอกชนกลับมีแนวโน้มจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงปี 2007 ขณะที่การนับแบบรายหัวจะพบการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนที่ปี 2013 แสดงให้เห็นชัดเจน สอดคล้องกับรูป ก ว่าแม้ว่าโดยรวมภาคเอกชนจะมีจำนวนบุคลากร R&D น้อยกว่าภาครัฐ 3 หน่วยงานรวมกัน แต่บุคลากรเหล่านั้นของภาคเอกชนมักทำงานวิจัยในลักษณะเต็มเวลา แตกต่างจากภาครัฐที่มักทำงานวิจัยแบบไม่เต็มเวลา จะเห็นได้ว่าจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาคเอกชนมีจำนวนมากกว่าบุคลากรดังกล่าวของภาครัฐช่วงระหว่างปี 2013 เป็นต้นมา

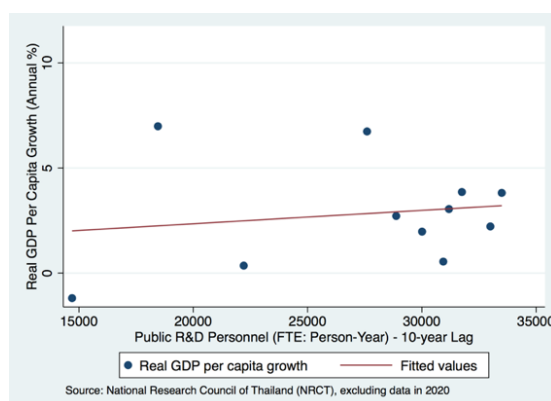
สถิติเชิงพรรณนาชี้ให้เห็นว่าจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐมีค่าเฉลี่ย 33,160 คน-ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 10,172 คน-ปี ค่าสูงสุด 51,458 คน-ปี ในปี 2018 ค่าต่ำสุด 14,699 คน-ปี ในปี 1999 ส่วนในกรณีของภาคเอกชนมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าที่ระดับ 30,563 คน-ปี แต่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าที่ 34,863 คน-ปี ค่าสูงสุด 115,543 คน-ปี ในปี 2019 และค่าต่ำสุด 343 คน-ปี ในปี 1999

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบุคลากรใน R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปีเพื่อทดสอบคล้อยในบริบทของการเป็น R&D input จะสามารถแสดงแผนภาพการกระจายโดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2009 ถึงปี 2019 ได้ดังรูปที่ 9.24

**รูปที่ 9.24** จำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



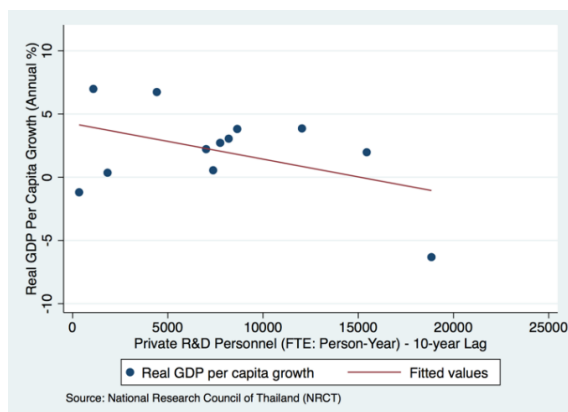
(ก)



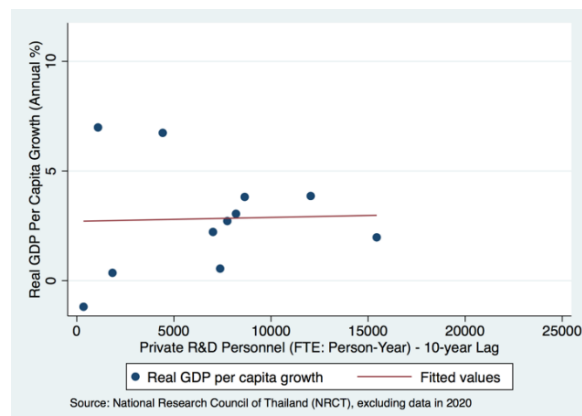
(ข)

จากรูปที่ 9.24 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าทั้งการรวมข้อมูลทุกปีในการพิจารณาในรูป ก และการนำข้อมูลปี 2020 ที่เป็น Outlier ออก ในรูป ข ต่างทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจและจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาในภาครัฐเป็นบวก โดยข้อสังเกตคือการนำข้อมูลปี 2020 ออกในรูป ข ทำให้ความชันของเส้นตัวแบบ (Fitted line) มีมากขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแผนภาพการกระจายในรูป ข ของการนับจำนวนบุคลากร R&D ภาครัฐแบบรายหัว ในรูปที่ 9.18 และการนับแบบเทียบเท่าเต็มเวลาในรูปที่ 9.24 พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.05 และ 0.16 ตามลำดับ ข้อเท็จจริงนี้ก็สอดคล้องกับสมมติฐานที่เคยอธิบายว่าการนับบุคลากรใด ๆ ในภาค R&D ด้วยวิธีเทียบเท่าเต็มเวลามักจะส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ดีกว่าการนับแบบรายหัว เนื่องจากการนับแบบเทียบเท่าเต็มเวลาสะท้อนถึงภาระงาน และกำลังแรงงานหรือเวลาที่ใช้ไปกับการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้ร่วมด้วย ดังปรากฏเป็นสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มากกว่าและเป็นบวกดังกล่าว

รูปที่ 9.25 จำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาในภาคเอกชนและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

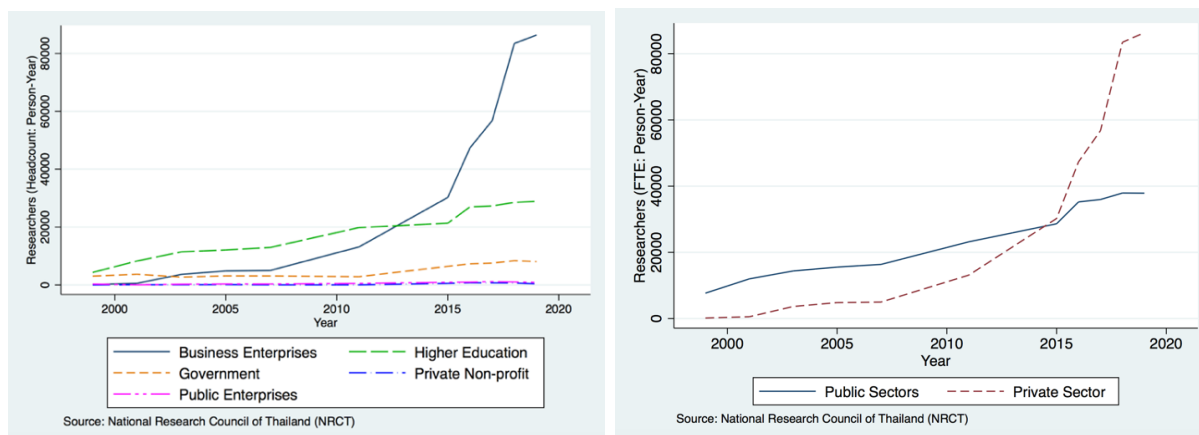


(ข)

จากรูปที่ 9.25 จะเห็นได้ว่าการรวมข้อมูลทุกปีในรูป ก ความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาในภาคเอกชนมีแนวโน้มเป็นลบ ในเบื้องต้น นอกจากปัญหาจาก Outlier ในปี 2020 แล้ว คู่ความสัมพันธ์ลักษณะดังกล่าวที่แตกต่างจากกรณีของภาครัฐอาจอธิบายได้ว่าจำนวนบุคลากร R&D เทียบเท่าเต็มเวลาของภาคเอกชนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่อัตราการขยายตัวของ GDP ของประเทศไทยน้อยลงอย่างต่อเนื่องหลังก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 หากแต่จำนวนบุคลากรดังกล่าวของภาครัฐมีแนวโน้มคงที่หรือเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยทำให้อาจพบความสัมพันธ์ที่เป็นบวกดังเช่นรูป 9.24 (ก) ได้

เมื่อนำ Outlier ในปี 2020 ออกไป ดังปรากฏในรูป ข จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวกลายเป็นบวก แม้จะมีความชันของเส้นตัวแบบ (Fitted line) ไม่มากนัก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการขยายตัวของ GDP เพียง 0.03 ซึ่งน้อยกว่าทั้งการนับแบบรายหัวที่ไม่รวมปี 2020 ที่ระดับ 0.18 และน้อยกว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในกรณีของบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาอีกด้วย ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า การนับแบบเทียบเท่าเต็มเวลา และนับเฉพาะบุคลากรวิจัยที่เป็นนักวิจัยจะมีส่วนช่วยให้ปัจจัยกระตุ้นเศรษฐกิจ หรือความสัมพันธ์เป็นบวกต่อการขยายตัวของ GDP ได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ

รูปที่ 9. 26 จำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา จำแนกตามหน่วยดำเนินการของประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019



(ก)

(ข)

หมายเหตุ: ข้อมูลในปี 2009 และปี 2013 ขาดหายไปเพิ่มเติม ทำให้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2008 ถึงปี 2010 และช่วงระหว่างปี 2012 ถึงปี 2014 ขาดหายติดต่อกันรวม 3 ปี ในลักษณะเช่นนี้ให้คำนวณปีตรงกลางก่อนจากข้อมูลที่มีก่อนหน้าและหลังจากนั้นที่ใกล้ที่สุด จากนั้นให้คำนวณปีที่เหลือโดยเฉลี่ยจากข้อมูลเพิ่มเติมในปีตรงกลาง ตามลำดับ

สำหรับตัวแปรสุดท้าย สถิติของจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาช่วงระหว่างปี 1999 ถึงปี 2019 สามารถแสดงดังรูปที่ 9.26 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนเช่นเดิมตามนิยามที่ให้ไว้ในรูปที่ 9.17, 9.20 และ 9.23

รูป ก แสดงการจำแนกจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาตาม 5 หน่วยดำเนินการ โดยมีลักษณะแนวโน้มคล้ายคลึงกับกรณีของบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาเทียบเท่าเต็มเวลา กล่าวคือ ภาคเอกชนมีการเติบโตของจำนวนนักวิจัยอย่างมากโดยเฉพาะช่วงหลังจากปี 2010 เป็นต้นมา ขณะที่ส่วนใหญ่งานวิจัยเต็มเวลา ส่วนภาคอุดมศึกษาและรัฐบาลกลับไม่พบแนวโน้มที่เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญที่พบได้ในการนับแบบรายหัว อันสะท้อนให้เห็นว่านักวิจัยในหน่วยงานดังกล่าว โดยเฉพาะภาคอุดมศึกษาที่มักเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย แบ่งเวลาเพียงบางส่วนเพื่อทำงานงานวิจัย ทำให้อัตราการเติบโตของจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาไม่สูงเท่ากับอัตราดังกล่าวเมื่อนับแบบรายหัว ดังนั้นข้อสรุปที่เคยกล่าวว่าการใช้ข้อมูลนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา และเป็นอัตราส่วนต่อกำลังแรงงานเป็นตัวประมาณการที่ดีที่สุดเท่าที่มีอยู่ในข้อมูลชุดปัจจุบันของบุคลากรในภาค R&D จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นจริง

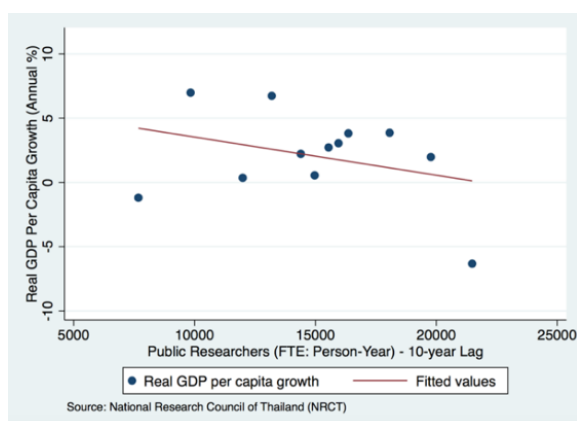
รูป ข แสดงการจำแนกเป็น 2 หน่วยดำเนินการเท่านั้น ได้แก่ ภาครัฐ และภาคเอกชน ซึ่งจะเห็นได้ว่าภาคเอกชนมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา มากกว่ากรณีของจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาเสียอีก ในขณะที่การนับแบบรายหัว จำนวนบุคลากรและนักวิจัยมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่านักวิจัยในภาคเอกชนทำงานวิจัยคิดเป็นสัดส่วนต่อชั่วโมงทำงาน

มากกว่าบุคลากร R&D ทั่วไปโดยเฉลี่ย ขณะที่ภาครัฐยังคงมีแนวโน้มของจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาค่อนข้างคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับภาคเอกชน โดยอาจมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงเวลาที่ทำ การสำรวจ โดยเป็นที่น่าสนใจว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา มากกว่ากรณี ของบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลา ซึ่งสามารถอธิบายได้เป็นหลักจากชั่วโมงการทำงานของนักวิจัย ที่มากกว่าบุคลากร R&D ประเภทอื่น ดังเช่นที่ใช้อธิบายกับภาคเอกชน

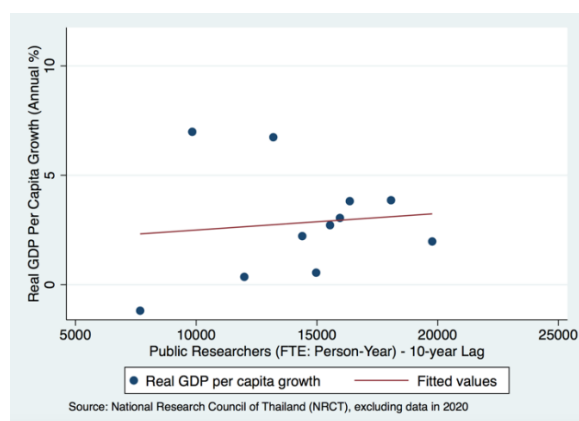
สถิติเชิงพรรณนาชี้ให้เห็นว่าจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐมีค่าเฉลี่ย 21,707 คน-ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 9,325 คน-ปี ค่าสูงสุด 37,927 คน-ปี ในปี 2018 ค่าต่ำสุด 7,677 คน-ปี ในปี 1999 ส่วนในกรณีของภาคเอกชนมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าเล็กน้อยที่ระดับ 20,730 คน-ปี แต่มีส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าที่ 26,237 คน-ปี ค่าสูงสุด 86,370 คน-ปี ในปี 2019 และค่าต่ำสุด 157 คน-ปี ในปี 1999

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐ และอัตรา การขยายตัวของ GDP ที่แท้จริง โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปีเพื่อความสะดวกในบริบทของการเป็น R&D input จะสามารถแสดงแผนภาพการกระจายโดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2009 ถึงปี 2019 ได้ดังรูปที่ 9.27

**รูปที่ 9.27** จำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูล ปี 2020



(ก)



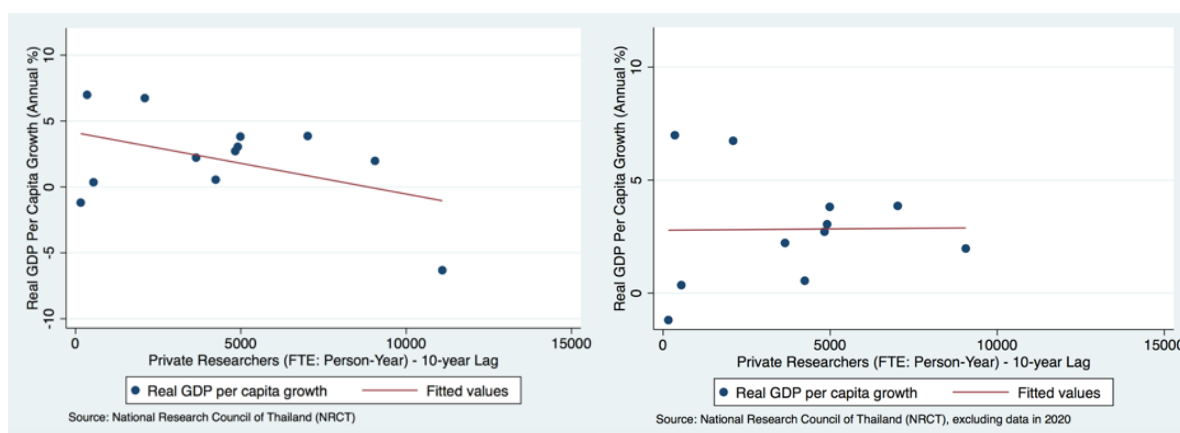
(ข)

จากรูปที่ 9.27 จะเห็นได้ว่า ในรูป ก เมื่อรวบรวมข้อมูลของทุกปี ไม่เว้น Outlier ในปี 2020 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจกับจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐ มีแนวโน้มเป็นลบอย่างชัดเจน แตกต่างจากกรณีของจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาในรูปที่ 9.24 รูป ก อย่างไรก็ตามจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามี Outlier หนึ่งจุด คือข้อมูลในปี 2020 ซึ่งมีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 การนับ Outlier ออกไป ดังแสดงในรูป ข ทำให้ความสัมพันธ์ดังกล่าวกลับมาเป็น

บวก โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.11 ซึ่งน้อยกว่าทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริง กับจำนวนบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาครัฐ และกับจำนวนนักวิจัยแบบรายหัวของภาครัฐที่ระดับ 0.16 และ 0.14 ตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐานเกี่ยวกับความสามารถของตัวแปรนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรบุคลากร R&D อื่น ๆ และการนับแบบรายหัว ในการอธิบายผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันดีว่าการพิจารณาเพียงคู่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่เพียงพอ เนื่องจากยังมีปัจจัยทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ประกอบที่ต้องพิจารณาต่อไปในบทที่ 10

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาคเอกชน และอัตราการขยายตัวของ GDP ที่แท้จริง โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปีเพื่อความสอดคล้องในบริบทของการเป็น R&D input จะสามารถแสดงแผนภาพการกระจายโดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2009 ถึงปี 2019 ได้ดังรูปที่ 9.28

**รูปที่ 9.28** แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลาของภาคเอกชน โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2009 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

(ข)

จากรูปที่ 9.28 จะเห็นได้ว่า ในรูป ก แสดงความสัมพันธ์ที่เป็นลบระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจกับจำนวนนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลาในภาคเอกชน เมื่อรวมข้อมูลในปี 2020 รวมด้วย สอดคล้องกับรูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรากฏในรูป ก ของรูปที่ 9.25 อย่างไรก็ตามเมื่อนำ Outlier ปี 2020 ออกในรูป ข ความสัมพันธ์มีแนวโน้มเป็นบวกเพียงเล็กน้อยที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง 0.013 เท่านั้น ซึ่งน้อยกว่าการนับแบบรายหัวที่ระดับ 0.16 และการนับรวมบุคลากร R&D แบบเทียบเท่าเต็มเวลาของเอกชนที่ 0.033 ซึ่งต้องพิจารณาเพิ่มเติมต่อไปในบทที่ 10

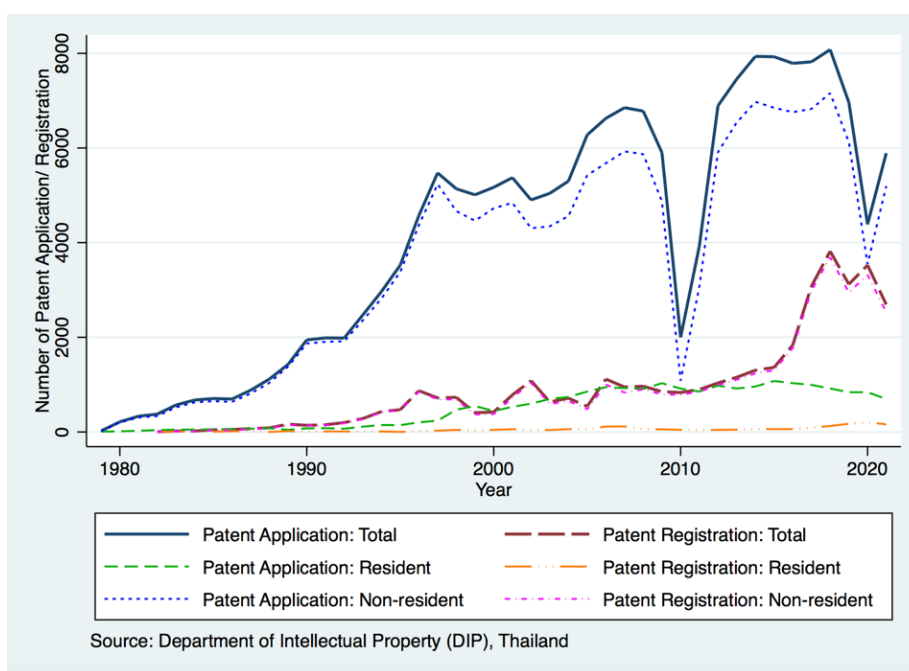
ในภาพรวม จะเห็นได้ว่าการพิจารณาตัวแปรบุคลากรทางการวิจัยทั้ง 4 ตัว ได้แก่ บุคลากร R&D รายหัว นักวิจัยรายหัว บุคลากร R&D เทียบเท่าเต็มเวลา และนักวิจัยเทียบเท่าเต็มเวลา ล้วนชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มการจ้างงานในภาค R&D ของเอกชนมากกว่าในภาครัฐ ขณะที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มที่จะเป็นบวกในกรณีที่ไม่คำนึงถึง Outlier โดยยังมีความไม่ชัดเจนถึงระดับความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างภาครัฐและเอกชน ว่าจำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาจากหน่วยงานใดจะส่งผลกระทบต่อ การขยายตัวทางเศรษฐกิจมากกว่ากัน

## 9.2.2.2 output (Patent and publication)

### 9.2.2.2.1 ตัวแปรด้านการยื่นคำร้องขอจดทะเบียน และการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตร

ในส่วนนี้จะอธิบายสถิติเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวแปรด้านสิทธิบัตร ซึ่งแบ่งเป็นจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียน และการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตร ซึ่งในแต่ละตัวแปรสามารถจำแนกอีกได้ตามสัญชาติของผู้เข้ารับดำเนินการ ได้แก่ ผู้ที่ถือสัญชาติไทย ต่างชาติหรือผู้ที่ไม่ได้ถือสัญชาติไทย และกรณีนับรวมโดยไม่คำนึงถึงสัญชาติของผู้เข้ารับดำเนินการ โดยสถิติเบื้องต้นของตัวแปรเหล่านี้ แสดงได้ดังรูปที่ 9.29

รูปที่ 9.29 การจำนวนยื่นคำขอจดทะเบียนและการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย จำแนกตามสัญชาติของผู้ขอดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2021



รูปที่ 9.29 แสดงให้เห็นถึงจำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2021 และจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี



2019 ทั้งในภาพรวมของผู้ดำเนินการทุกสัญชาติ และจำแนกตามสัญชาติของผู้ดำเนินการได้แก่ชาวไทย และชาวต่างชาติ

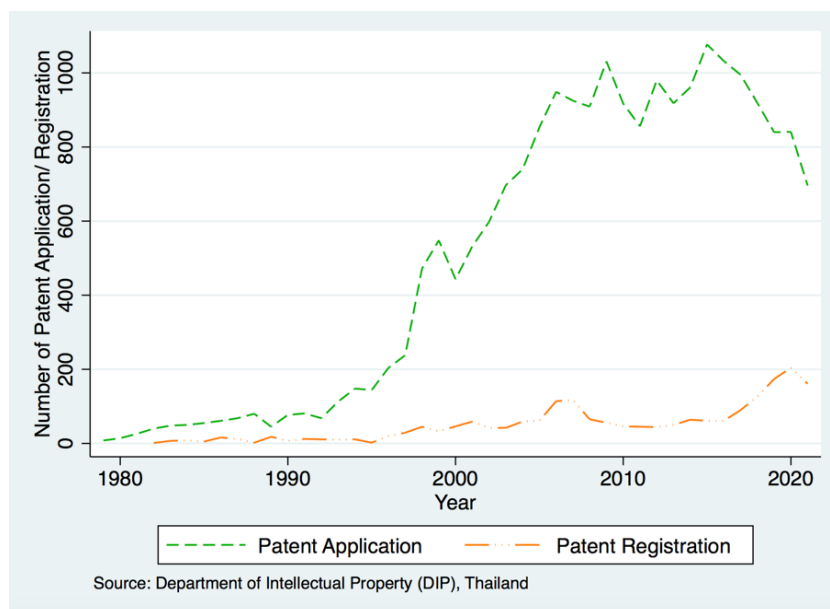
ในส่วนแรกสำหรับจำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียน ดังแสดงในรูปที่ 9.29 พบว่าช่วงระหว่างปี 1979 เป็นต้นมามีผู้ยื่นขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในไทยเป็นจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่เป็นชาวต่างชาติ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงก่อนวิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชีย หลังจากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรก็เริ่มชะลอลง และตกลงต่ำสุดในปี 2010 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากภาวะเศรษฐกิจถดถอยทั่วโลก (The Great Recession) ระหว่างปี 2008-2009 ที่ทำให้ชาวต่างชาติ ซึ่งเป็นกลุ่มหลักในการยื่นคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในไทย ยื่นขอสิทธิบัตรน้อยลง ต่อมาในช่วงปี 2010-2019 กลุ่มชาวต่างชาติได้กลับมายื่นคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในไทยเป็นจำนวนมากอีกครั้ง ก่อนที่จะเผชิญวิกฤตการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในปี 2020-2021 และมีจำนวนยื่นคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรทั้งหมดน้อยลงตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าในจำนวนทั้งหมดของการยื่นขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย มีสัดส่วนของผู้ยื่นคำขอที่มีสัญชาติไทยน้อยมาก คือเพียงร้อยละ 10-15 เท่านั้น

โดยสรุปแล้ว จำนวนการยื่นขอสิทธิบัตรในประเทศไทยทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4,126 รายการต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2,663 รายการต่อปี ค่าสูงสุด 8,079 รายการในปี 2018 ค่าต่ำสุด 23 รายการในปี 1979 เมื่อพิจารณาเฉพาะผู้ยื่นคำขอสัญชาติไทย ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 495 รายการต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 399 รายการต่อปี ค่าสูงสุด 1,077 รายการ ในปี 2015 ค่าต่ำสุด 8 รายการในปี 1979 และกรณีผู้ยื่นคำขอชาวต่างชาติ มีค่าเฉลี่ย 3,630 รายการต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2,320 รายการต่อปี ค่าสูงสุด 7,160 รายการ ในปี 2018 และค่าต่ำสุด 15 รายการ ในปี 1979

เมื่อพิจารณาจำนวนการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยพบว่า ส่วนใหญ่ผู้ได้รับสิทธิบัตรเป็นต่างชาติ โดยมีสัดส่วนของผู้ที่มีสัญชาติไทยน้อยกว่าร้อยละ 10 อย่างไรก็ตาม จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่า จำนวนการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยได้รับผลกระทบจากวิกฤตทางเศรษฐกิจระดับโลกน้อยกว่ากรณีของจำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าช่วงระหว่างปี 2016 เป็นต้นมาประเทศไทยมีจำนวนการจดทะเบียนสิทธิบัตรมากกว่า 3,000 รายการ เปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้าที่ระดับเฉลี่ยไม่เกิน 1,500 รายการต่อปี อย่างไรก็ตาม เป็นรายการจดทะเบียนของผู้ที่มีสัญชาติไทยสูงที่สุดเพียง 204 รายการเท่านั้น ในปี 2020

โดยสรุปแล้ว เมื่อรวมจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรของทั้งชาวไทย และชาวต่างชาติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 940 รายการต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 995 รายการต่อปี ค่าสูงสุด 3,819 รายการ ในปี 2018 ค่าต่ำสุด 4 รายการ ในปี 1982 เมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนการอนุมัติของชาวไทย มีค่าเฉลี่ย 51 รายการต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 49 รายการต่อปี ค่าสูงสุด 204 รายการ ในปี 2020 ค่าต่ำสุด 1 รายการ ในปี 1982 และจำนวนการอนุมัติของต่างชาติ มีค่าเฉลี่ย 889 รายการต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 952 รายการต่อปี ค่าสูงสุด 3,693 รายการ ในปี 2018 และค่าต่ำสุด 3 รายการ ในปี 1982

รูปที่ 9. 30 จำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียนและการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย ซึ่งมีผู้ดำเนินการเป็นชาวไทย ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2021



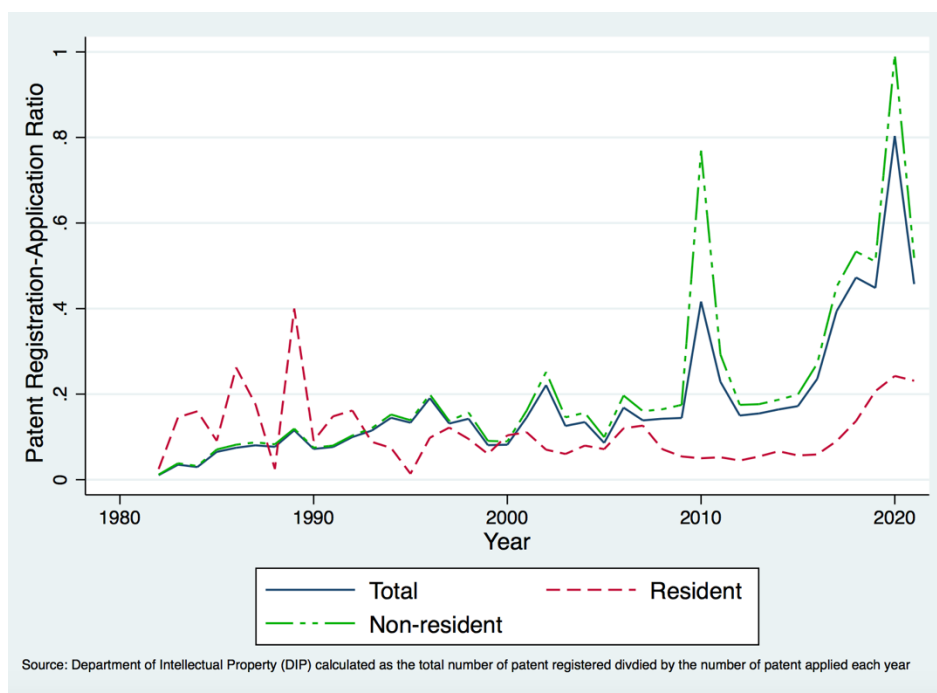
เนื่องจากรูปที่ 9.29 ปรากฏว่านักคิดค้นนวัตกรรมชาวไทยได้ยื่นคำขอและได้รับการอนุมัติสิทธิบัตรจำนวนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับชาวต่างชาติ ดังนั้นเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของจำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียน และการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศของชาวไทยได้ชัดเจน รูปที่ 9.30 จึงได้นำเสนอสถิติดังกล่าวสำหรับเฉพาะผู้ดำเนินการชาวไทย โดยฐานข้อมูลจำนวนการยื่นคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของประเทศไทยเริ่มที่ปี 1979 จนถึงปี 2021 และข้อมูลการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรเริ่มที่ปี 1982 จนถึงปี 2021 จะเห็นได้ว่านักคิดค้นชาวไทยมีการพัฒนาและยื่นคำขอสิทธิบัตรเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 1998 เป็นต้นมา โดยในปีดังกล่าว มีชาวไทยยื่นขอจดสิทธิบัตรจำนวน 204 ราย และเพิ่มขึ้นมาสูงสุดราวห้าเท่าในปี 2015 ที่จำนวน 1,077 ราย และมีแนวโน้มลดน้อยลงตั้งแต่ปี 2016 เป็นต้นมา หากพิจารณาจำนวนการอนุมัติสิทธิบัตร จะเห็นได้ว่าไม่ได้เพิ่มขึ้นในอัตราที่มีนัยสำคัญเช่นเดียวกับการยื่นคำขอสิทธิบัตร อย่างไรก็ตาม ขณะที่การยื่นคำขอลดลงในช่วงปี 2016-2021 การอนุมัติสิทธิบัตรสำหรับชาวไทยกลับเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งอาจสะท้อนถึงคุณภาพของคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรที่สูงขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา

ถัดมา จะพิจารณาอัตราส่วนของจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรและจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย (Patent Registration - Application ratio) คำนวณโดย

$$\text{Patent Registration - Application ratio} = \frac{\text{Patent Registration}_t}{\text{Patent Application}_t}$$

(9.2.2.2.1)

รูปที่ 9. 31 อัตราส่วนของจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรและจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย จำแนกตามสัญชาติของผู้ดำเนินการ ช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี 2021

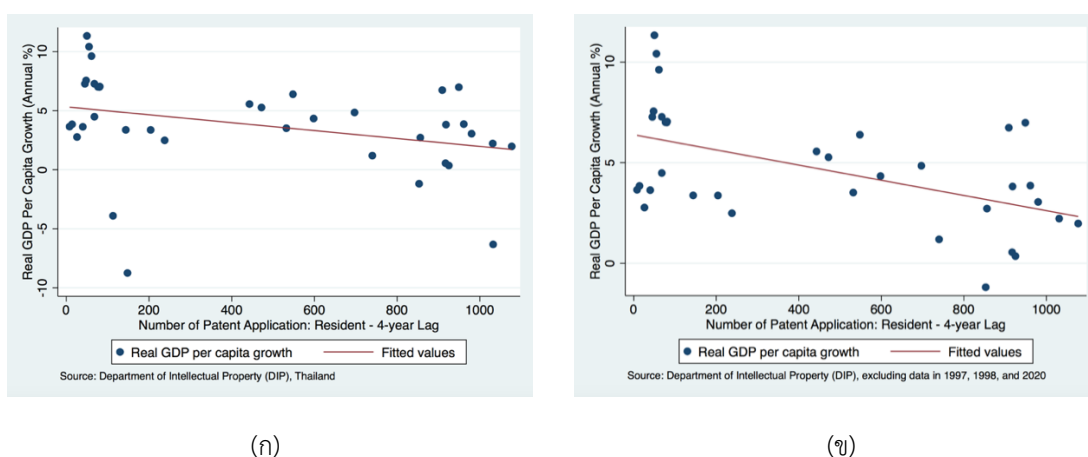


รูปที่ 9.31 แสดงอัตราส่วนดังกล่าว ช่วงปี 1982 ถึงปี 2021 จะเห็นได้ว่า เมื่อไม่คำนึงถึงสัญชาติของผู้ดำเนินการ (Total) สัดส่วนดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 1 ในปี 1982 เป็นร้อยละ 46 ในปี 2021 และมีความผันผวนในปี 2010 และ 2020 สอดคล้องกับความผันผวนของอัตราส่วนดังกล่าวที่พิจารณาเฉพาะกรณีของชาวต่างชาติ เนื่องจากเป็นปีที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตเศรษฐกิจและมีชาวต่างชาติยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยน้อยลง ขณะที่การอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรดำเนินการในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ในแต่ละปี

หากจำแนกตามสัญชาติของผู้ยื่นคำขอและได้รับการอนุมัติสิทธิบัตร จะพบว่าในระยะแรกชาวต่างชาติ (Non-resident) ที่ยื่นคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรมีแนวโน้มที่จะได้รับการอนุมัติน้อยกว่าชาวไทย (Resident) กล่าวคือ ในทางสถิติชาวต่างชาติต้องยื่นคำขอเป็นจำนวนรายการมากกว่าชาวไทยเพื่อให้ได้รับการอนุมัติสิทธิบัตร 1 ชิ้น แต่ในระยะหลังตั้งแต่ช่วงปี 2000 เป็นต้นมา ชาวต่างชาติมีโอกา

ได้รับการอนุมัติสิทธิบัตรมากกว่าชาวไทยมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งข้อเท็จจริงดังกล่าวอาจสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างด้านคุณภาพ และความโดดเด่นของการคิดค้นระหว่างนักพัฒนานวัตกรรมชาวไทยและชาวต่างชาติ

**รูปที่ 9. 32** จำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี<sup>16</sup> ระหว่างปี 1983 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020



เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1983 ถึงปี 2020 ดังแสดงในรูปที่ 9.32 โดยเลือกใช้ตัวแปรจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวไทย (Patent application, resident) เป็นตัวแทนของกลุ่มตัวแปรสิทธิบัตร เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ ประการแรก การอนุมัติสิทธิบัตรจะมีความล่าช้าในการออก จากระเบียบขั้นตอนต่าง ๆ ขณะที่ผลขององค์ความรู้ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจอาจเกิดขึ้นก่อนหน้านั้นแล้ว โดยส่วนใหญ่การยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรถือเป็นช่วงเวลาที่มันนวัตกรรมออกมาพร้อมใช้ และสามารถก่อให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะเวลาไม่นานนัก ประการที่สอง การเลือกใช้เฉพาะคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของชาวไทย หากพิจารณารูปที่ 9.29 จะเห็นได้ว่ากรณีที่ผู้ขอดำเนินการเป็นชาวต่างชาติ จำนวนการยื่นคำร้องมีความผันผวนตามเศรษฐกิจโลก อาทิวิกฤตเศรษฐกิจจีนเชื้อซัพไพรม์ ซึ่งประเทศไทยได้รับผลกระทบไม่มากนัก ขณะที่จำนวนการยื่นคำร้องลดลงเป็นอย่างมาก จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าอาจเป็นไปได้ที่ผู้ขอดำเนินการดังกล่าวผลิตนวัตกรรมในต่างประเทศ และมาจดสิทธิบัตรคุ้มครองในประเทศไทย โดยไม่ใช่นวัตกรรมของไทยแต่อย่าง

<sup>16</sup> เหตุผลที่ใช้ค่าความล่าช้า (Lag) ที่ 4 ปี ในการพล็อตค่าตัวแปรผลผลิตของ R&D (R&D output) คือ แม้การยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรจะเกิดขึ้น แต่วัตถุกรรมเหล่านั้นอาจไม่ได้นำเข้าสู่ปัจจัยการผลิตของภาคการผลิตสินค้าขั้นสุดท้ายทันที คือมีช่วงต่างของระยะเวลาก่อนที่นวัตกรรมนั้น ๆ จะทำให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้

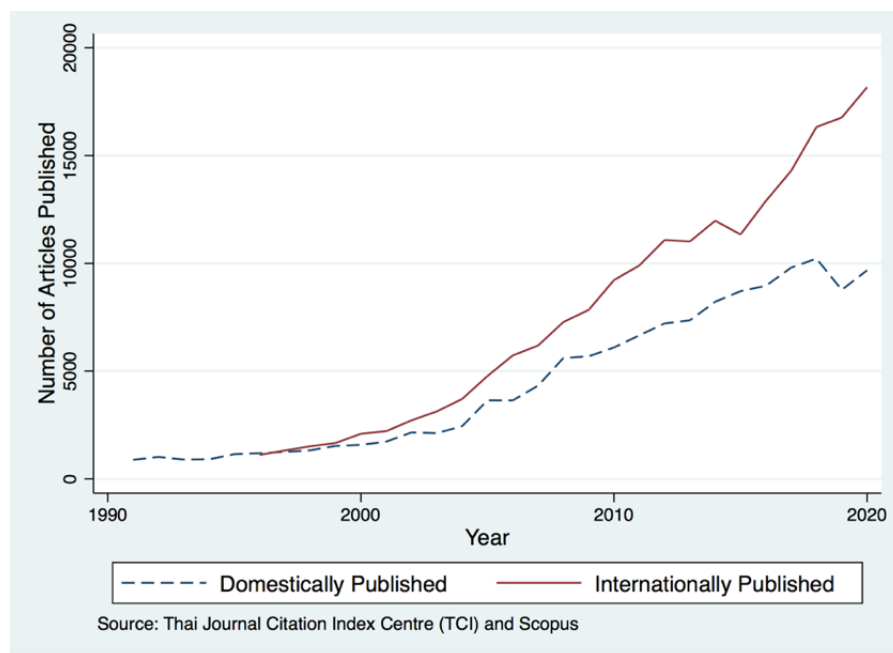
ใด นั่นอธิบายด้วยว่า เพราะเหตุใดจึงไม่ใช่ตัวแปรจำนวนการยื่นคำร้องทั้งหมด นั่นคือส่วนใหญ่ของการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยมาจากชาวต่างชาติ

จะเห็นได้ว่าในรูป ก ที่นับรวมข้อมูลของทุกปี ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีทิศทางเป็นลบอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่ามีจุด 3 จุดที่เป็นค่าผิดปกติ (Outlier) บริเวณด้านล่าง กล่าวคือ เป็นช่วงปีที่มีวิกฤตการเงินเอเชียในปี 1997 และ 1998 และวิกฤตเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในปี 2020 ซึ่งล้วนเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ เมื่อนำข้อมูลทั้ง 3 ปีดังกล่าวออกไปแสดงผลในรูป ข พบว่าความสัมพันธ์มีแนวโน้มที่จะเป็นลบเพิ่มมากขึ้นจากแผนภาพในรูป ก ทั้งนี้เป็นเหตุมาจากว่าในปี 1997 และ 1998 หรือ 2 จุดในมุมซ้ายล่างของแผนภาพ ก เป็นช่วงที่ประเทศไทยยังมีจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศของชาวไทยอยู่น้อยมาก ขณะที่อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจก็ต่ำมากเช่นกัน ซึ่งแปลความได้ว่าการมีอยู่ของข้อมูลดังกล่าวจะส่งเสริมความสัมพันธ์ที่เป็นบวกนั่นเอง อย่างไรก็ตามแม้ทั้ง 2 แผนภาพ จะสื่อถึงความสัมพันธ์ที่เป็นลบระหว่างข้อมูลสิทธิบัตรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เหตุผลเบื้องต้นยังคงเป็นเช่นเดิม คือจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 21 ที่ไทยเผชิญกับปัญหาเชิงโครงสร้างและมีการขยายตัวของ GDP ลดลงต่ำกว่าช่วงก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางการเงินเอเชีย ดังนั้นการไม่ควบคุมปัจจัยภายนอกดังกล่าว จึงอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่ผิดพลาด จึงเป็นเหตุจูงใจให้ทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองในบทที่ 10 ต่อไป นอกจากนี้ผู้ที่สนใจยังสามารถศึกษาแผนภาพการกระจายของตัวแปร R&D กลุ่มการยื่นคำขอจดทะเบียน และการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรได้เพิ่มเติมในภาคผนวก ฅ โดยไม่ได้นำมาแสดงในที่นี้ เนื่องจากลักษณะโดยรวมคล้ายคลึงกับรูปที่ 9.32 ทั้งหมด ซึ่งจะประกอบด้วยแผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงกับ (1) จำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวต่างชาติ (2) จำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยรวมของชาวไทยและชาวต่างชาติ (3) จำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวไทย (4) จำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวต่างชาติ (5) จำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยรวมของชาวไทยและชาวต่างชาติ ในรูปที่ ฅ-1 ถึงรูปที่ ฅ-5 ตามลำดับ

## ข. ตัวแปรด้านการตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวแปรด้านการตีพิมพ์บทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถแบ่งออกเป็น 2 ตัวแปรย่อย ได้แก่ จำนวนบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร วิชาการภายในประเทศ ซึ่งรวบรวมในฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) และจำนวนบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ ซึ่งรวบรวมในฐานข้อมูลของ Scopus โดยมีศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) เป็นหน่วยงานของไทยที่อำนวยความสะดวกรวบรวมและจัดทำข้อมูลขึ้นทุกปีดังกล่าว โดยสถิติย้อนหลังของทั้ง 2 ตัวแปรปรากฏดังรูปที่ 9.33

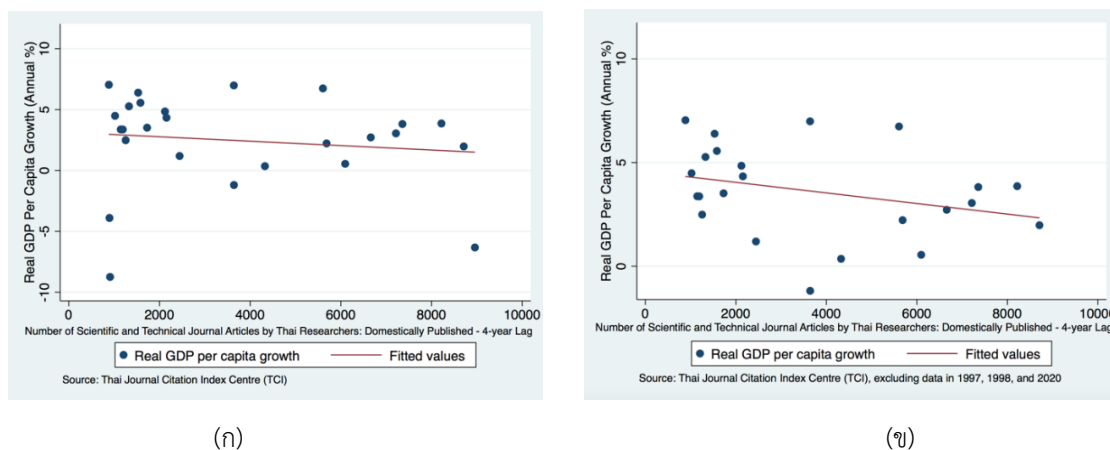
รูปที่ 9. 33 จำนวนบทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ จำแนกตามประเภทของวารสาร ช่วงระหว่างปี 1991 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.33 ซึ่งแสดงข้อมูลจำนวนบทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยไทย ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการภายในประเทศช่วงระหว่างปี 1991 ถึงปี 2020 และระดับนานาชาติช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020 พบว่ามีบทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และของนักวิจัยไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทั้งในและต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเป็นที่น่าสนใจว่าจำนวนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติมีอัตราการเพิ่มขึ้น และจำนวนมากกว่าบทความที่ตีพิมพ์ภายในประเทศ ทั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่านักวิจัยไทยสามารถเลือกตีพิมพ์ได้ในวารสารวิชาการทั้งสองประเภท แต่การที่มีการตีพิมพ์บทความวิชาการในวารสารวิชาการนานาชาติมากกว่าภายในประเทศอาจจะชี้ได้ว่านักวิจัยไทยมีความสามารถและผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นที่ยอมรับทำให้สามารถถูกนำมาตีพิมพ์เป็นบทความวิจัยในวารสารระดับนานาชาติได้

จากข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาพบว่า จำนวนบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยไทยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการภายในประเทศ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4,394 บทความต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3,303 บทความต่อปี ค่าสูงสุด 10,221 บทความ ในปี 1991 ค่าต่ำสุด 884 บทความ ในปี 2018 และที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8,254 บทความต่อปี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5,820 บทความต่อปี ค่าสูงสุด 20,358 บทความ ในปี 2021 และค่าต่ำสุด 1,111 บทความ ในปี 1996

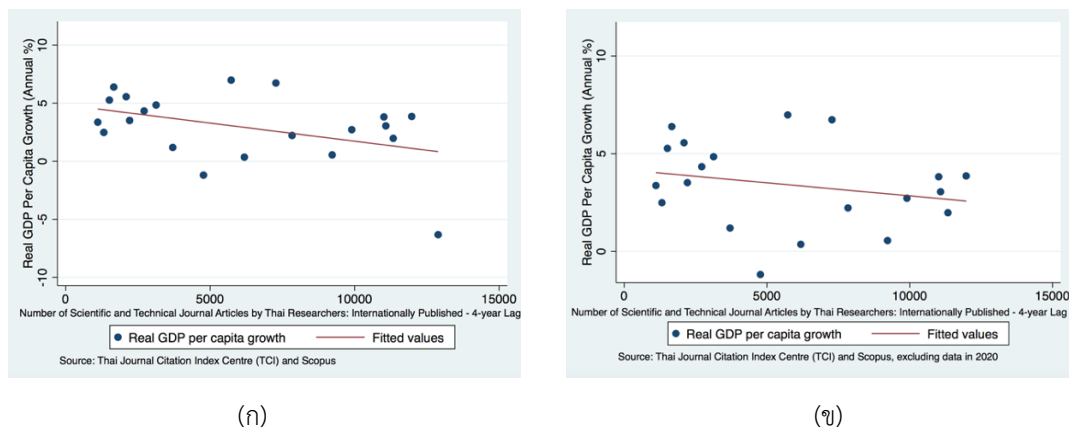
**รูปที่ 9. 34** จำนวนบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการภายในประเทศโดยนักวิจัยชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1995 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020



ในทำนองเดียวกับตัวแปรค่าใช้จ่ายด้าน R&D บุคลากรด้าน R&D และสิทธิบัตร หากพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยชาวไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการภายในประเทศ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1995 ถึงปี 2020 แสดงได้ดังแผนภาพการกระจายในรูปที่ 9.34 โดยเลือกใช้ค่า lag ที่ 4 ปีเพื่อให้สอดคล้องกับการเลือกค่า lag ของสิทธิบัตรที่จัดอยู่ในหมวดผลผลิต R&D (R&D output) เหมือนกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้อมูลเริ่มต้นเพียงช่วงระหว่างปี 1995 เป็นต้นมา

สำหรับข้อมูลทุกปีในรูป ก จะเห็นว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรเป็นลบเช่นเดียวกับตัวแปร R&D ทั้ง 3 ประเภทก่อนหน้านี้ แม้ว่าความสัมพันธ์มีแนวโน้มที่จะไม่นัยสำคัญ แต่เป็นที่น่าสนใจที่เมื่อนำค่าผิดปกติ (Outlier) ในปี 1997, 1998 และปี 2020 ซึ่งล้วนเป็นช่วงที่เกิดวิกฤตเศรษฐกิจในประเทศไทยที่ทำให้ GDP มีอัตราเติบโตติดลบอย่างมากออกไปในรูป ข ก็ส่งผลทำให้ความสัมพันธ์ที่เป็นลบยิ่งกลับมีความชันเพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 9. 35 จำนวนบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติโดยนักวิจัยชาวไทย และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 2000 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



เนื่องจากบทความที่ตีพิมพ์ภายในประเทศส่วนใหญ่ เป็นวารสารวิชาการของมหาวิทยาลัย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นภาษาไทยทำให้ไม่ได้รับการเผยแพร่ในระดับสากล การกลั่นกรองอาจจะน้อยกว่าส่งผลให้ความน่าเชื่อถือน้อยกว่า ดังนั้นหากจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักวิจัยชาวไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ มีความเหมาะสมกว่าที่จะใช้วารสารระดับนานาชาติเป็นตัวแทนของตัวแปร R&D กลุ่มการตีพิมพ์ (Publication) แม้ว่าจะมีจำนวนข้อมูลน้อยกว่ากรณีบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ภายในประเทศไทย โดยแผนภาพการกระจายดังกล่าวสามารถแสดงได้ด้วยข้อมูลช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2020 ดังรูปที่ 9.35

สำหรับข้อมูลทุกปีในรูป ก จะเห็นได้ว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรเป็นลบ เช่นเดียวกับกรณีการตีพิมพ์ในวารสารของไทย แต่มีความชันมากกว่า เมื่อนำค่าผิดปกติ (Outlier) ในปี 2020 หรือช่วงวิกฤตการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ออกไปในรูป ข ก็ส่งผลเพียงทำให้ความสัมพันธ์ที่เป็นลบมีความชันน้อยลงเท่านั้น โดยมีความชันน้อยกว่ากรณีของสิทธิบัตร และการตีพิมพ์ภายในประเทศหลังการนำค่าผิดปกติออก อย่างไรก็ตาม ดังเช่นที่นำเสนอมาตลอดในบทนี้ว่าการพิจารณาเพียงคู่ความสัมพันธ์ดังกล่าว สะท้อนเพียงว่าประเทศไทยมีการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 จากช่วงก่อนหน้า ขณะที่ประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงหลังจากช่วงวิกฤตการณ์ทางการเงินเอเชีย เมื่อเทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้านั้นเท่านั้น การวิเคราะห์จากแผนภาพการกระจายจึงเป็นเพียงการนำเสนอภาพเพียงเบื้องต้นเท่านั้น ข้อสรุปที่ชัดเจนจะได้นำเสนอต่อไปในบทที่ 10 โดยใช้แบบจำลองข้อมูลอนุกรมเวลาทางเศรษฐมิติ



### 9.2.2.3 Database ของ R&D ระดับมหภาค

ในส่วนที่ 1 ที่ได้ทำการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Meta-regression analysis) และได้รายการตัวแปร R&D ที่ใช้ในงานวิจัยอื่นจำนวนมาก และทำการจัดกลุ่มตัวแปรเหล่านั้นออกเป็น R&D Inputs และ R&D Outputs โดย R&D Inputs แบ่งย่อยเป็นอีก 3 หมวด ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้าน R&D จำนวนนักวิจัยและบุคลากรด้าน R&D และตัวแปรด้าน R&D อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ input ในส่วนของ R&D Outputs แบ่งย่อยเป็นอีก 3 หมวด ได้แก่ สิทธิบัตรและนวัตกรรม การตีพิมพ์บทความวิจัย และตัวแปรด้าน R&D output อื่น ๆ เช่นการส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งในแต่ละหมวดของตัวแปรยังสามารถแบ่งได้เป็นตัวแปรย่อย ที่เกี่ยวข้องได้อีก ดังรายละเอียดแสดงในบทที่ 6 ส่วนที่ 6.2.1 โดยตารางที่ 9.2 สรุปรายการตัวแปร R&D ที่จะนำมาใช้ในการศึกษา นี้เปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้า

ตารางที่ 9. 2 เปรียบเทียบตัวแปร R&D ที่ใช้ในงานวิจัยก่อนหน้าและตัวแปร R&D ที่นำมาใช้ในการศึกษา

| No. | R&D Variables Used in Previous Literature | Usage in This Study |
|-----|-------------------------------------------|---------------------|
| 1   | R&D Expenditure                           | ✓                   |
| 2   | R&D Personnel and Researchers             | ✓                   |
| 3   | R&D Other Inputs                          | X                   |
| 4   | R&D Innovation (Patent)                   | ✓                   |
| 5   | R&D Publication                           | ✓                   |
| 6   | R&D Other Outputs (High-tech Exports)     | X                   |

เหตุผลที่การศึกษานี้ไม่ได้นำกลุ่มตัวแปร R&D input อื่น ๆ มาใช้ เนื่องจากตัวแปรที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม R&D input อื่น ๆ อาทิ การคุ้มครองสิทธิบัตรเป็นเพียงตัวแปรประมาณการ (Proxy) ที่ถูกนำไปใช้เพียงงานวิจัยชิ้นเดียวจากการรวบรวมงานวิจัยทั้งหมดในการวิเคราะห์ห่อภิมาณ จึงมีความน่าเชื่อถือน้อย และอาจมีความคลาดเคลื่อนสูง อีกตัวหนึ่งคือ ดัชนีรวมของตัวแปร R&D input มีปัญหาที่นิยามที่ใช้ระบุในการสร้างดัชนีรวมของตัวแปรไม่ละเอียดครบถ้วน จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ

เหตุผลที่การศึกษานี้ไม่ได้นำกลุ่มตัวแปร R&D output อื่น ๆ มาใช้ คือตัวแปรการส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เหตุผลประการสำคัญมาจากความไม่สมบูรณ์ของฐานข้อมูล ซึ่งมีความยาวของอนุกรมเวลาน้อย ฐานข้อมูลของธนาคารโลกมีข้อมูลตัวแปรนี้ของประเทศไทยแค่เพียงช่วงปี 2007 ถึง

2019 เท่านั้น ตัวแปรดังกล่าวแม้จะมีความเหมาะสมในเชิงแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์แต่ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการคำนวณทางเศรษฐมิติ

อย่างไรก็ดี จากการบรรยายสถิติเชิงพรรณนาในส่วนที่ 9.2.2 ที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าแม้งานวิจัยนี้จะใช้ตัวแปร R&D เพียง 4 หมวด แต่ในแต่ละหมวดมีหลายตัวแปรให้ได้เลือกใช้ตามความเหมาะสม หากเปรียบเทียบกับรายละเอียดในบทที่ 6 จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่รวบรวมมีความครบถ้วน ไม่แตกต่างกันมากนักจากงานวิจัยที่ผ่านมา หรืออาจมีความละเอียดแม่นยำกว่า ซึ่งสามารถสรุปจุดเด่นของฐานข้อมูลของงานวิจัยนี้ และงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ดังนี้

1. **ค่าใช้จ่ายด้าน R&D** ประกอบด้วย ข้อมูลที่เป็นสัดส่วนทั้งหมดต่อ GDP และค่าใช้จ่ายที่จำแนกตามแหล่งเงินทุนและหน่วยดำเนินการ ซึ่งมีข้อได้เปรียบจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้ระบุถึงข้อมูลระดับแหล่งเงินทุนแต่อย่างใด
2. **จำนวนนักวิจัยและบุคลากรด้าน R&D** มีข้อมูลทั้งแบบรายหัวและเทียบเท่าเต็มเวลา ข้อได้เปรียบเหนืองานวิจัยอื่น ๆ คือการคิดแบบเทียบเท่าเต็มเวลาต่อจำนวนกำลังแรงงาน 10,000 คน ซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในฐานงานวิจัยเก่าจากการสรุปในบทที่ 6 ขณะที่ตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรที่สะท้อนความเป็นจริงของ R&D ของไทย ในหมวดกำลังแรงงานภาค R&D ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม ข้อพึงระวังคือ จำนวนนักวิจัยและบุคลากรในภาค R&D ดังกล่าวยังไม่ได้แยกรวบรวมเฉพาะกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการพัฒนานวัตกรรม
3. **สิทธิบัตร** โดยรวมมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่รวบรวมในการวิเคราะห์แบบอภิมานซึ่งระบุทั้งจำนวนการยื่นขอจดทะเบียน และการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตร ประเด็นหลักที่ขาดหายไปเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น คือ จำนวนการยื่นขอและจดทะเบียนสิทธิบัตรของคนไทย กรณีเดินทางไปจดทะเบียนสิทธิบัตรในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เพื่อคุ้มครองนวัตกรรมที่ผลิตในประเทศไทย เป็นต้น ดังนั้นข้อมูลตัวเลขเฉพาะการยื่นขอและจดทะเบียนสิทธิบัตรเฉพาะที่ดำเนินการในประเทศไทย อาจมีจำนวนต่ำกว่าความเป็นจริง (understate)
4. **การตีพิมพ์งานวิจัย** สอดคล้องกับตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ โดยนับเฉพาะบทความทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีจุดเด่นที่สามารถแยกให้เห็นได้ทั้งงานวิจัยของคนไทยที่ได้รับการตีพิมพ์ภายในประเทศและระดับนานาชาติ ซึ่งงานวิจัยอื่น ๆ ไม่ได้ระบุการจำแนกดังกล่าวอย่างชัดเจน

แม้ว่าการศึกษานี้จะขาดตัวแปร R&D ไป 2 หมวด จากที่มีการรวบรวมได้ในการวิเคราะห์ Meta Analysis ในส่วนที่ 1 อย่างไรก็ตาม ตัวแปรอีก 4 หมวดที่ถูกนำมาใช้ถือว่ามีความครบถ้วนตามที่ระบุในงานวิจัยก่อนหน้านี้ และในบางตัวแปรก็มีความละเอียดกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ R&D ของ

ประเทศไทยยังสามารถได้รับการพัฒนาให้มีความพร้อมเพื่อนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ทางนโยบายอื่นๆได้ต่อไป ส่วนที่ 9.2.2.4 จะได้นำเสนอปัญหา พร้อมข้อเสนอแนะต่อการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวในอนาคต

#### 9.2.2.4 ข้อเสนอแนะต่อการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาในอนาคต

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมตัวแปรของผู้วิจัยที่ช่วงที่ผ่านมา ทำให้ผู้วิจัยพบกับข้อบกพร่องของการเก็บข้อมูลตัวแปรการลงทุนด้าน R&D ของประเทศไทยในบางประการ โดยข้อบกพร่องเหล่านี้ส่งผลให้เกิดปัญหาและอุปสรรคต่อการเลือกใช้และวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ และคาดว่าจะน่าจะเป็นปัญหาสำหรับงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทางผู้วิจัยสรุปข้อเสนอแนะแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำฐานข้อมูลด้าน R&D ระดับมหภาค ต่อไปในอนาคตดังนี้

**9.2.2.4.1 ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนและจำนวนนักวิจัย** ข้อมูลตัวแปรด้าน Input ของไทยส่วนใหญ่ทั้งค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนและจำนวนนักวิจัย ซึ่งรวบรวมโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เริ่มมีการเก็บข้อมูลส่วนใหญ่เมื่อปี 1995 หรือบางตัวเท่านั้นที่ย้อนหลังได้ถึงปี 1989 ซึ่งหากเปรียบเทียบกับ กลุ่มประเทศเศรษฐกิจหลักหรืออุตสาหกรรมเกิดใหม่อย่างประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ หรือ ไต้หวัน พบว่าฐานข้อมูลย้อนไปถึงปี 1980 ซึ่งมียาวมากพอที่จะสามารถทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติได้

ข้อมูลตัวแปรด้าน Input ทั้งค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนและจำนวนนักวิจัยของไทย ซึ่งรวบรวมโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในช่วงก่อนปี 2013 ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลทุกสองปี ส่งผลให้ต้องมีการคำนวณเพื่อเติมค่าที่ขาดหายไป ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนในการนำไปใช้วิเคราะห์ได้

#### ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนและจำนวนนักวิจัยของไทยทุกปีต่อไปในอนาคตโดยตลอด ไม่ควรมีการเปลี่ยนนโยบายเลือกเก็บข้อมูลแบบปีเว้นปีอีก

- ควรมีการกำหนดนิยามของตัวแปรด้าน R&D ให้ชัดเจนและเป็นมาตรฐานสากล โดยสามารถอ้างอิงได้จาก แนวทางขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) หรือของทางสำนักงานสถิติขององค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Institute for Statistics หรือ UIS) เพื่อให้การเก็บข้อมูลนั้นเป็นไปได้อย่างง่ายและเรียบร้อย รวมถึงเป็นแนวทางเดียวกับประเทศอื่น ๆ เพื่อให้สามารถนำไปศึกษาหรือเปรียบเทียบต่อไปได้ง่ายในอนาคต

#### 9.2.2.4.2 ตัวแปรเกี่ยวกับสิทธิบัตร

- ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลกรณีของคนสัญชาติไทยไปร้องขอ และจดสิทธิบัตรจากหน่วยงานด้านสิทธิบัตรในต่างประเทศ ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถศึกษาถึงผลผลิต (Output) ด้าน R&D จากคนไทยทั้งหมดได้ ทำให้การคำนวณตัวแปรสิทธิบัตรได้ค่าที่น้อยกว่าค่าที่ควรจะเป็น

##### ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการเก็บข้อมูลการขอและการจดสิทธิบัตรของคนสัญชาติไทยในต่างประเทศด้วย เพื่อที่จะระบุได้ว่าคนไทยมักจะไปขอจดสิทธิบัตรจากประเทศใดมากที่สุด ซึ่งสามารถถูกนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับการออกนโยบายเพื่อการส่งเสริมทางการค้าหรือการลงทุนในต่างประเทศของไทยได้

- เพิ่มการรวบรวมข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้ทางเทคโนโลยีซึ่งจะช่วยให้เกิดการศึกษาเรื่อง R&D เป็นวงกว้างขึ้นต่อไปในอนาคต อาทิ การเก็บข้อมูลการจดทะเบียนการค้าของธุรกิจสตาร์ทอัพด้านเทคโนโลยี

- เนื่องจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่ต้องการเปรียบเทียบตัวแปรสิทธิบัตรทั้งในภาพรวม ภาครัฐ และภาคเอกชน ซึ่งอาจให้ผลกระทบต่ตัวแปรที่สนใจแตกต่างกัน

*ข้อเสนอแนะ* ควรมีการจำแนกหน่วยดำเนินการวิจัยและพัฒนาในภาครัฐ และการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชนอย่างชัดเจน

#### 9.2.2.4.3 ตัวแปรสต็อกทุนของ R&D

- ในทางทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะ Endogeneous Growth Model ซึ่งศึกษาผลกระทบของการลงทุนด้าน R&D ต่อตัวแปรด้านเศรษฐกิจมหภาคระยะยาว ตัวแปรสต็อกทุนของ R&D เป็นตัวแปรที่กำหนด Output ของ R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยไม่ได้มีการเก็บข้อมูลสต็อกของ R&D ทำให้ผู้วิจัยต้องเลือกใช้ข้อมูลกระแส (flow) ของ R&D ในแต่ละปีทดแทน

*ข้อเสนอแนะ* ควรมีการสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณการการลงทุนด้าน R&D ในอดีต โดยอาจอาศัยตาราง Input-output Matrix เพื่อประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากภาค R&D ในแต่ละภาคเศรษฐกิจ รวมไปถึงการใช้แบบสำรวจแรงงานของสำนักงานสถิติแห่งชาติเพื่อประมาณการจำนวนนักวิจัยในอดีต

#### 9.2.2.4.4 ตัวแปรเกี่ยวกับการตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อมูลดังกล่าวของหน่วยงานไทย ได้แก่ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย ยังไม่ตรงกับฐานข้อมูลระดับโลก อย่างเช่น ฐานการโลก ส่งผลให้เกิดความลังเลในการเลือกใช้ข้อมูลว่าควรที่จะเลือกจะแหล่งข้อมูลใด

มากกว่ากัน การใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ต่างกันส่งผลให้ผลการวิเคราะห์จากต่างงานวิจัยกันมีความแตกต่างกันโดยไม่จำเป็น

#### ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการตรวจสอบข้อมูลที่จัดทำและเผยแพร่โดยองค์กรของรัฐในประเทศไทยและข้อมูลเดียวกันที่ปรากฏในฐานข้อมูลระดับโลก อาทิ ธนาคารโลก

- ควรมีการสร้างร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน รวมไปถึงองค์กรระหว่างประเทศที่กำลังดูแลในเรื่องของ R&D เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลตัวแปรด้าน R&D ได้อย่างแม่นยำเป็นรูปแบบเดียวกัน และครบถ้วนที่สุด

### 9.2.3 ตัวแปรควบคุม

#### 9.2.3.1 ตัวแปรผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity: TFP)

ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยได้กำหนดให้มีอีกหนึ่งตัวแปรที่สำคัญที่เพิ่มขึ้นมาจากชุดข้อมูล Panel ที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 7 ได้แก่ ตัวแปรผลิตภาพการผลิตรวม หรือ Total factor productivity (TFP) ซึ่งหมายถึงตัวแปร A ในแบบจำลองฟังก์ชันการผลิต Cobb-Douglas พื้นฐาน ดังที่กล่าวในบทที่ 3 นั่นคือ

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (9.2.3.1.1)$$

โดย Y คือ GDP, K คือทุนทางกายภาพ และ L คือแรงงาน เมื่อคำนวณในรูปของอัตราการเติบโต ซึ่งในที่นี้คือ Growth Accounting จะได้ว่า

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L} \quad (9.2.3.1.2)$$

หรือกล่าวได้ว่าอัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตรวม (TFP) มาจากส่วนเหลือของการขยายตัวของ GDP หลังหักลบอัตราการขยายตัวของปัจจัยการผลิตที่ทราบค่า ได้แก่ ทุนทางกายภาพและแรงงาน ดังนั้นอัตราการขยายตัวของ TFP จึงเป็นส่วนสำคัญในการอธิบายการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ไม่ได้ถูกอธิบายโดยการขยายตัวของทุนทางกายภาพและแรงงาน อย่างไรก็ตาม TFP ครอบคลุมสิ่งอื่น ๆ ที่

กระทบอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจที่กว้างขวางกว่าสต็อกของความรู้หรือผลผลิตของ R&D เพียงอย่างเดียว อาทิ สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจสังคม การเมือง กฎหมายในแต่ละประเทศ เป็นต้น

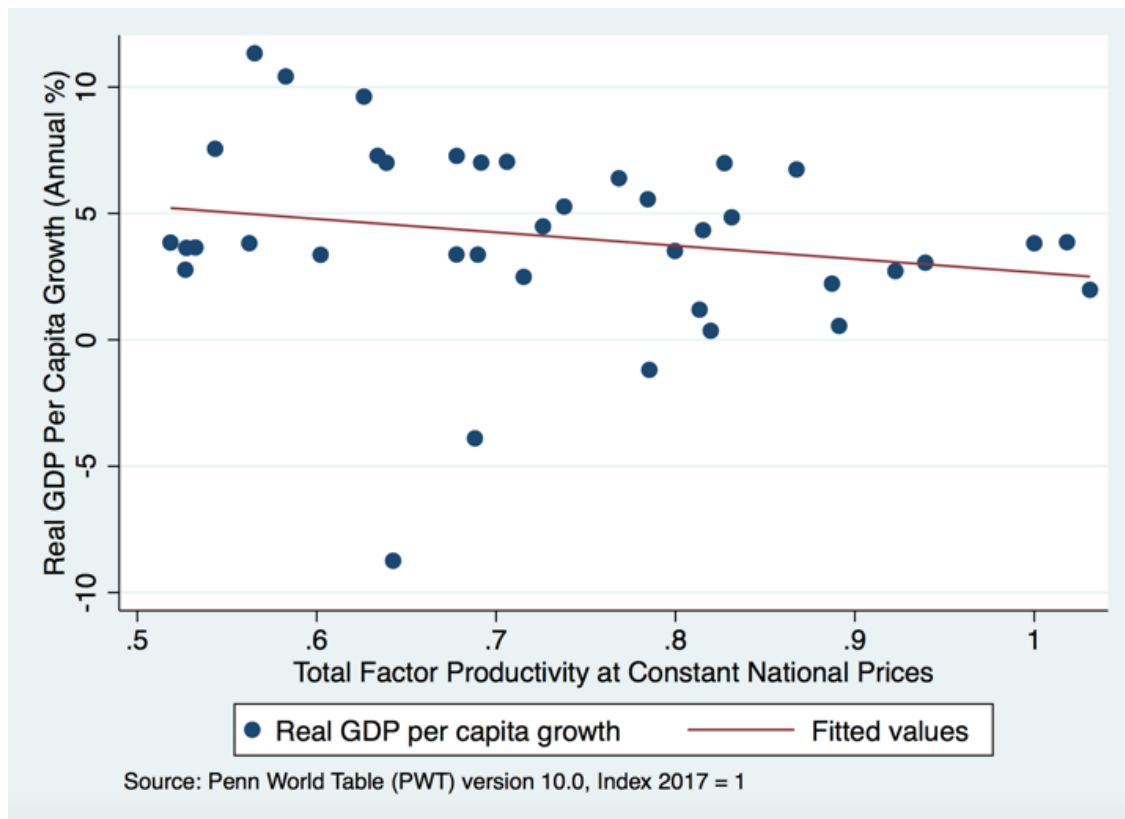
ชุดข้อมูลจาก Penn World Table 10.0 (PWT 10.0) รวบรวมข้อมูลผลิตภาพการผลิตรวมของประเทศไทยในรูปแบบดัชนี โดยเริ่มเก็บข้อมูลเมื่อปี 1954 และใช้ปี 2017 เป็นปีฐาน (ค่าดัชนีเป็น 1) รูปที่ 9.36 แสดงดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมของประเทศไทยช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2019

รูปที่ 9. 36 ดัชนีผลิตภาพการผลิตรวม ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2019



จากรูปที่ 9.36 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีแนวโน้มการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตรวมที่มีวงรอบตามวัฏจักรเศรษฐกิจ กล่าวคือ พบการหดตัวของผลิตภาพการผลิตรวมในช่วงที่เกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะที่เห็นได้เด่นชัดคือ สภาวะเศรษฐกิจผันผวนในช่วงต้นทศวรรษที่ 1980 วิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชียช่วงปี 1997 ถึงปี 1998 และวิกฤตซับไพรม์ช่วงปี 2008 และ 2009 ขณะที่แนวโน้มในภาพรวมเป็นไปในทิศทางบวกสอดคล้องกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยดัชนีดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 72.59 ของผลิตภาพการผลิตรวมในปี 2017 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 14.51 ค่าสูงสุดร้อยละ 103.1 ในปี 2019 และมีค่าต่ำสุดร้อยละ 51.85 ในปี 1985 ความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจและดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมของประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9.37

รูปที่ 9.37 ดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019

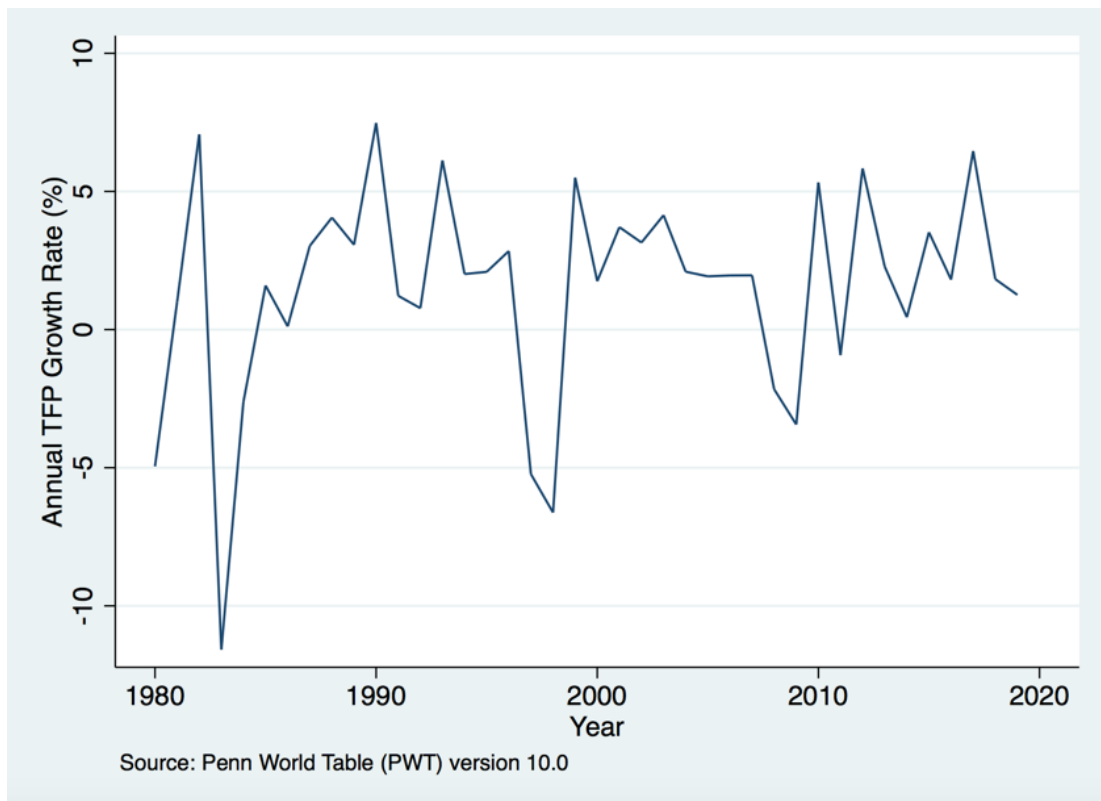


จากรูปที่ 9.37 จะเห็นได้ว่าโดยรวมแล้วดัชนีการผลิตภาพการผลิตมีความสัมพันธ์ที่เป็นลบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งอาจไม่ตรงกับทิศทางของผลกระทบที่คาดหวังว่าจะเป็นบวก อย่างไรก็ตาม ในทางทฤษฎีแบบจำลองบัญชีการเติบโต (Growth accounting) ได้นำเสนอความสัมพันธ์ในรูปแบบของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจกับอัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตรวม มิใช่ความสัมพันธ์กับดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมโดยตรง จึงนำดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมมาคำนวณเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปีเป็นร้อยละ คือ

$$\text{TFP Growth}_t = \left( \frac{\text{TFP}_t}{\text{TFP}_{t-1}} - 1 \right) * 100 \quad (9.2.3.1.3)$$

และแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของผลิตภาพการผลิตรวมช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 ของไทยได้ดังรูปที่ 9.38

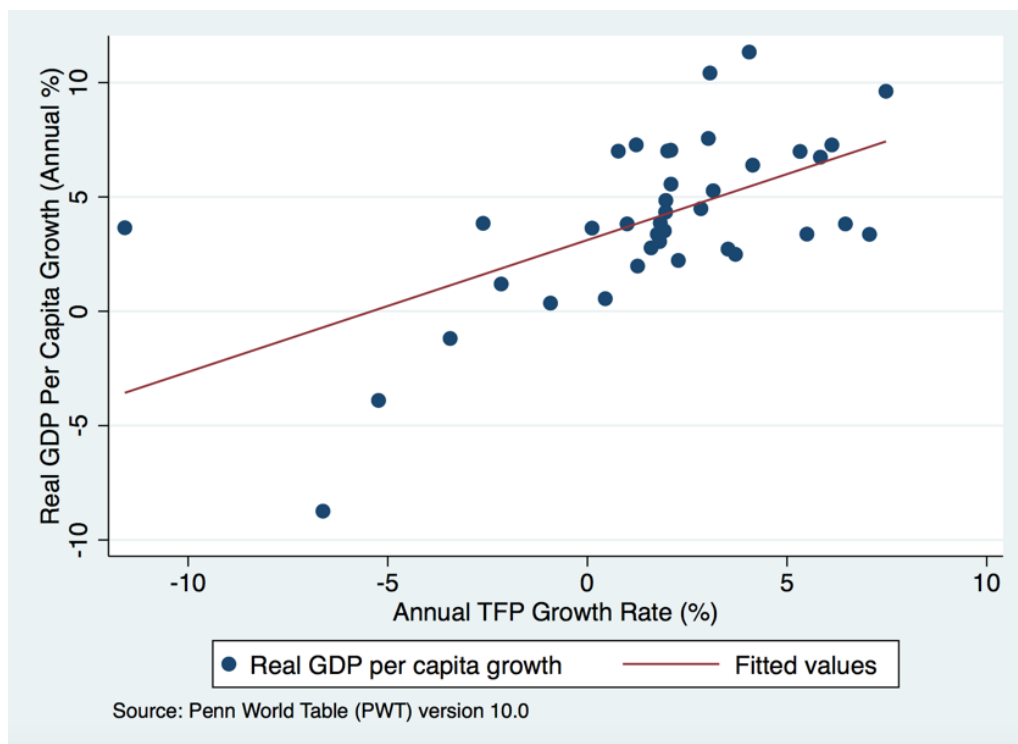
รูปที่ 9. 38 อัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของดัชนีผลิภาพการผลิตรวม ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019



จะเห็นได้ว่าแม้ในภาพรวม อัตราการเปลี่ยนแปลงของผลิภาพการผลิตรวม (TFP growth) จะมีความผันผวนมากกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ GDP ดังแสดงในรูปที่ 9.1 แต่ก็มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยเฉพาะทิศทางที่เป็นลบในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจดังที่กล่าวก่อนหน้านี้ โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการขยายตัวของผลิภาพการผลิตรวมของไทยอยู่ที่ร้อยละ 1.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 3.87 ค่าสูงสุดร้อยละ 7.48 ในปี 1990 และต่ำสุดที่ร้อยละ -11.59 ในปี 1983 แผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจหรือ GDP ต่อหัวที่แท้จริง และอัตราการขยายตัวรายปีของผลิภาพการผลิตรวมของประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019 แสดงดังรูปที่ 9.39



รูปที่ 9. 39 อัตราการขยายตัวต่อปีของผลิภาพการผลิตรวมและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019



จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจหรือ GDP ต่อหัวที่แท้จริง และอัตราการขยายตัวรายปีของผลิภาพการผลิตรวมของประเทศไทย มีแนวโน้มเป็นบวกอย่างชัดเจน โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงถึง 0.59 กล่าวคือ อัตราการขยายตัวของ GDP และผลิภาพการผลิตรวมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับสถิติเบื้องต้นที่ระบุว่าอัตราการเติบโตของผลิภาพการผลิตรวมของประเทศไทยมีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกับวัฏจักรธุรกิจ (Pro-cyclical) หรือเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของการขยายตัวของ GDP และตรงกับความคาดหวังจากการทำแบบจำลองบัญชีการเจริญเติบโต (Growth accounting)

### 9.2.3.2 ตัวแปรปัจจัยการผลิต

#### 9.2.3.2.1 ตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านทุนทางกายภาพ

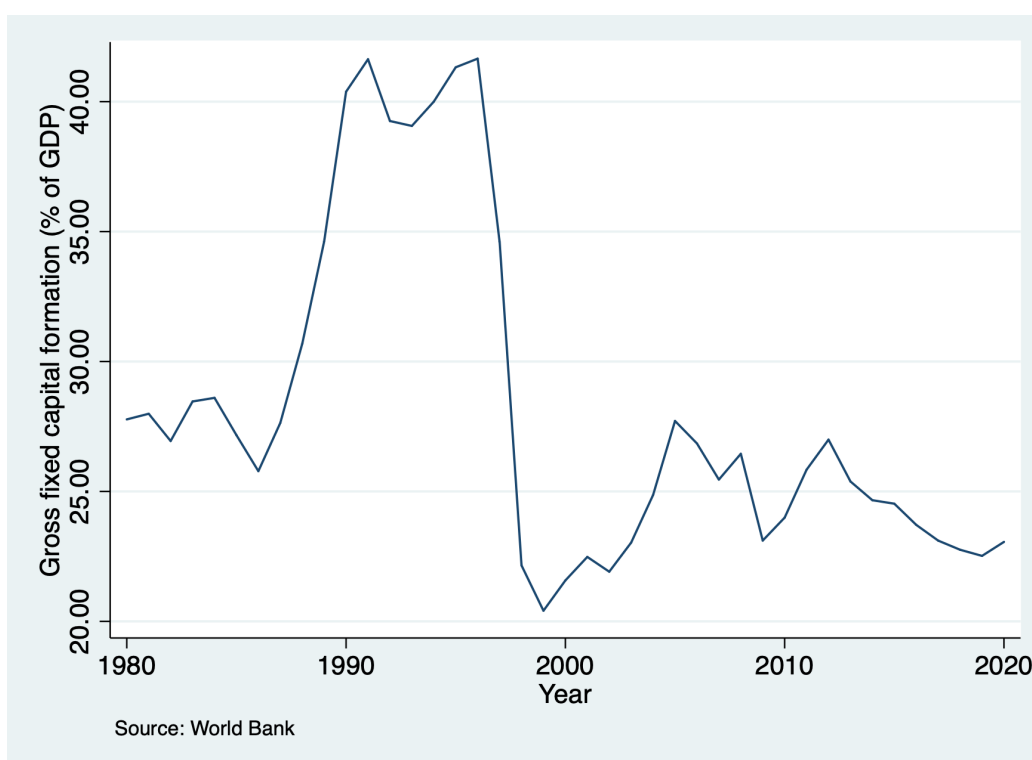
##### 1) การสะสมทุนถาวรเบื้องต้น

อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้น (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ในประเทศไทย เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) โดยข้อมูลดังกล่าวมีเริ่มตั้งแต่ปี 1960 ถึง 2020 อย่างไรก็ดี ข้อมูลที่นำมาแสดงในงานวิจัยฉบับนี้ แสดงเฉพาะข้อมูลในช่วงปี 1980 ถึง 2020 โดยตัวแปรอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ซึ่งใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วย 41 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ

ละ 28.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 6.41 ค่าต่ำสุดร้อยละ 20.41 ในปี 1999 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 41.65 ในปี 1996

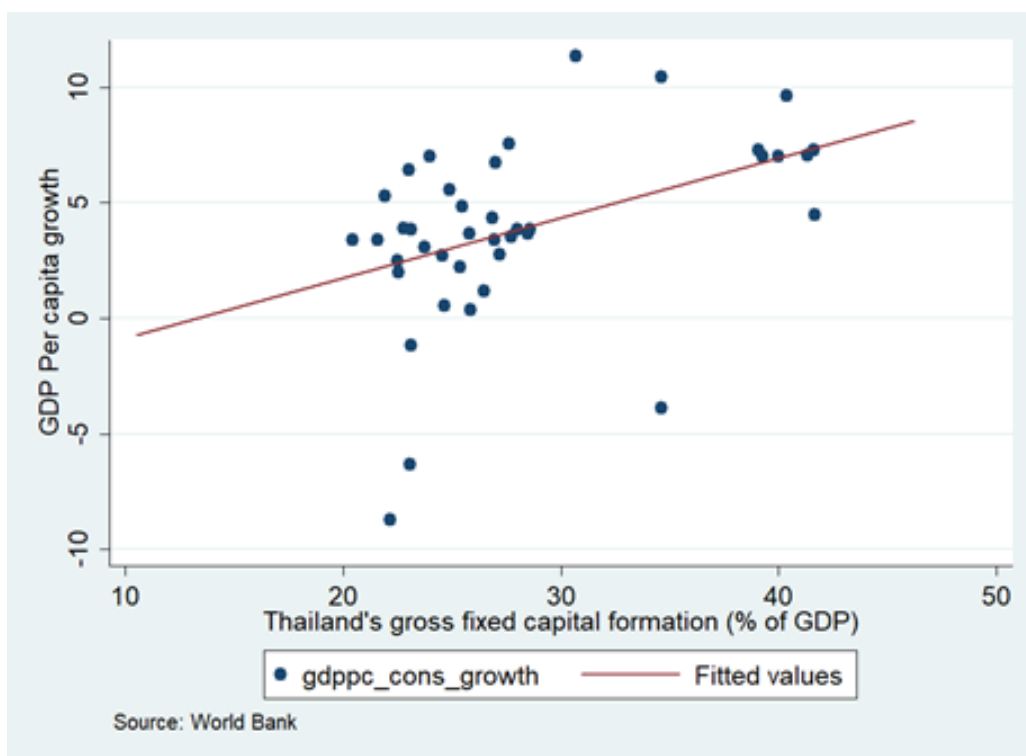
รูปที่ 9.40 แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้น (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) หรือ การลงทุน (ร้อยละต่อ GDP) ในช่วงระยะเวลาปี 1980 ถึงปี 2020 โดยพบว่า ในช่วงทศวรรษที่ 1980 ถึง 1990 การลงทุนต่อ GDP ในประเทศมีความผันผวนเล็กน้อยก่อนจะพุ่งสูงขึ้นแตะระดับสูงสุดที่ร้อยละ 41.65 ในช่วงปลายทศวรรษดังกล่าว อย่างไรก็ตาม พบว่าในช่วงทศวรรษที่ 1990 ถึง 2000 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้น (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดต่ำสุดที่ร้อยละ 20.41 ผลจากวิกฤตเศรษฐกิจในต้มยำกุ้งในช่วงปี 1997 ที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยอย่างรุนแรง นำไปสู่การลดต่ำลงของการลงทุนภายในประเทศ และแม้ว่าการลงทุนในประเทศจะค่อย ๆ ฟื้นตัวหลังจากช่วงวิกฤตเศรษฐกิจ แต่ยังคงมีความผันผวนที่สูง โดยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงปี 2010 ถึง 2012 ก่อนจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เป็นผลมาจากวิกฤตการณ์ด้านการเมืองภายในประเทศในช่วงปี 2013 รวมถึงการรัฐประหารในช่วงปี 2014 ที่อาจส่งผลให้นักลงทุนขาดความเชื่อมั่นในเศรษฐกิจของประเทศ นำไปสู่การลดลงของการลงทุนในประเทศไทยอย่างต่อเนื่องจนถึงช่วงปี 2020 ที่ฟื้นตัวขึ้นเล็กน้อย

รูปที่ 9. 40 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้น ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP ในประเทศไทย และตัวแปรอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของไทยแล้ว พบทิศทางเป็นบวกอย่างชัดเจน โดยมีการกระจุกตัวอยู่ในช่วงการลงทุนที่ร้อยละ 20-30 และ อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ร้อยละ 0-5

รูปที่ 9. 41 อัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

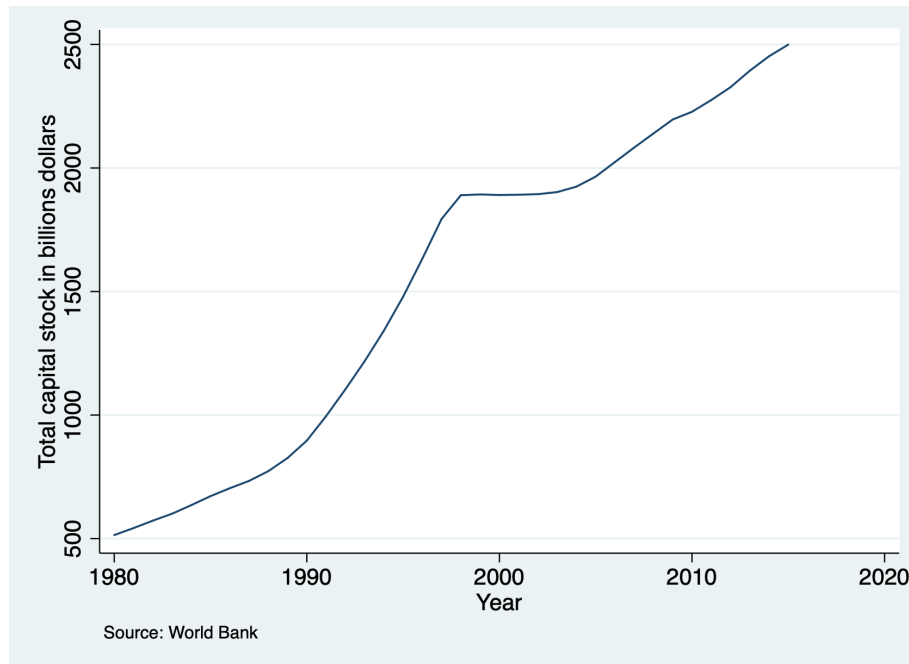


## 2) สต็อกของทุนทั้งหมด

สต็อกของทุนทั้งหมดรวมภาครัฐและเอกชน (ล้านดอลลาร์ในปีฐาน 2011) ในประเทศไทย เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund: IMF) ช่วงปี 1980 ถึงปี 2015 ประกอบด้วย 36 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 1524.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 665.68 ค่าต่ำสุดที่ 514.07 ในปี 1980 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 2499.34 ในปี 2015

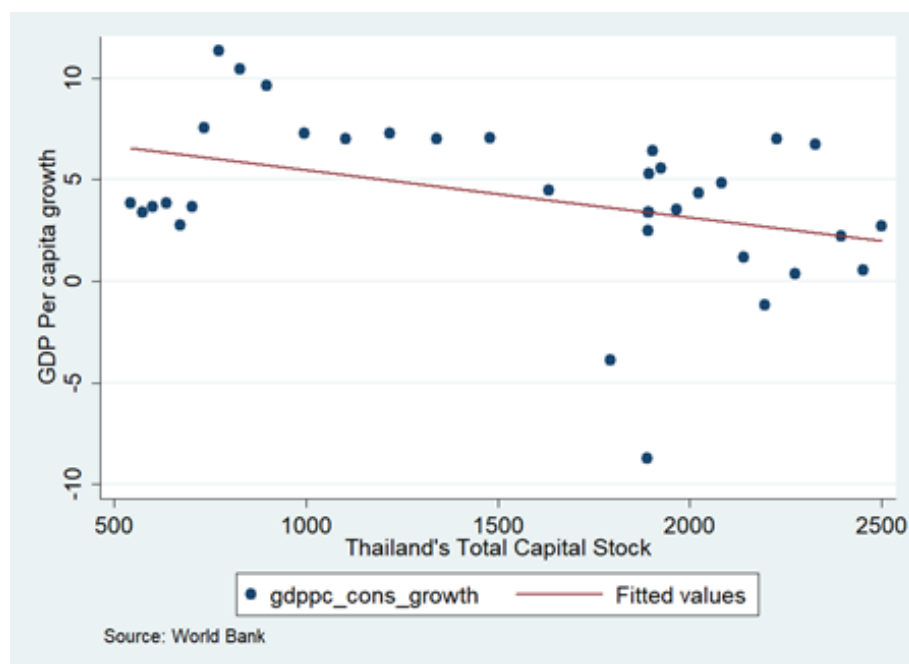
รูปที่ 9.42 ชี้ชัดว่าสต็อกของทุนทั้งหมดในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ยกเว้นช่วงวิกฤตต้มยำกุ้งที่ส่งผลกระทบต่อประเทศอย่างรุนแรง ทำให้สต็อกของประเทศแทบจะคงที่ในช่วงปี 1997 ถึงปี 2002 ก่อนจะปรับตัวเพิ่มขึ้นต่อเนื่องหลังจากนั้น

รูปที่ 9. 42 สต็อกของทุนทั้งหมด ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2015



เมื่อพิจารณาแผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และสต็อกทุนรวมของประเทศไทย (รูปที่ 9.43) พบความสัมพันธ์ค่อนข้างไปในทิศทางติดลบเล็กน้อยซึ่งต่างจากสมมติฐานคาตการณ

รูปที่ 9. 43 สต็อกของทุนทั้งหมดและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



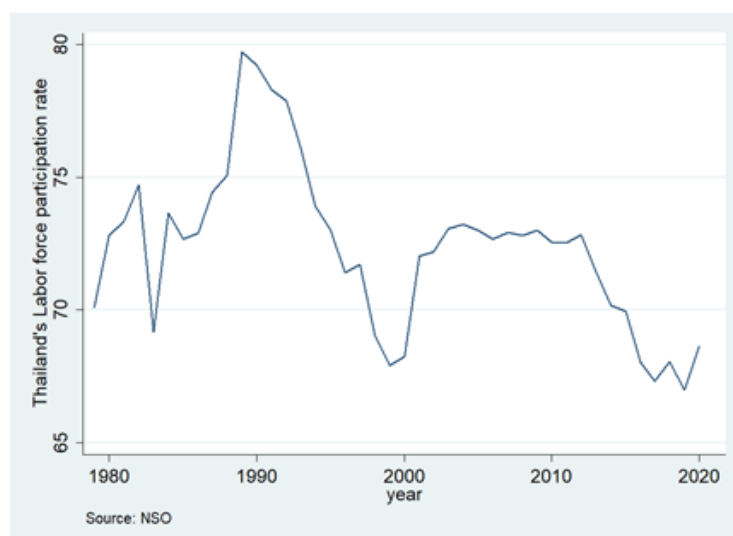
### 9.2.3.2 ตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านแรงงาน

#### อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงาน

อัตราส่วนผู้มีงานทำต่อประชากรวัยแรงงานอายุ 15 ปีขึ้นไป ได้จากการคำนวณข้อมูลทุติยภูมิจากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดยตัวแปรที่ใช้ได้แก่ กำลังแรงงานรวม และประชากรที่มีอายุ 15 ปี ขึ้นไป ยกเว้นช่วงปี 1979 ถึงปี 1988 ที่มีการรายงานเพียงแค่ตัวเลขประชากรอายุ 11 ปีขึ้นไป ดังนั้น การคำนวณอัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานจึงเป็นต่อประชากรอายุ 11 ในช่วงเวลาดังกล่าว และขยับขึ้นเป็นประชากรอายุ 13 ปีขึ้นไป ในช่วงปี 1989 ถึงปี 2000 และในปี 2000 ได้ขยับขึ้นอีกครั้งเป็นอายุที่ใช้จนถึงปัจจุบันคือที่อายุ 15 ปีขึ้นไป ตัวแปรอัตราส่วนผู้มีงานทำต่อประชากรวัยแรงงานมีจำนวน 42 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 72.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 3.08 ค่าต่ำสุดที่ 66.99 ในปี 2019 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 79.73 ในปี 1982

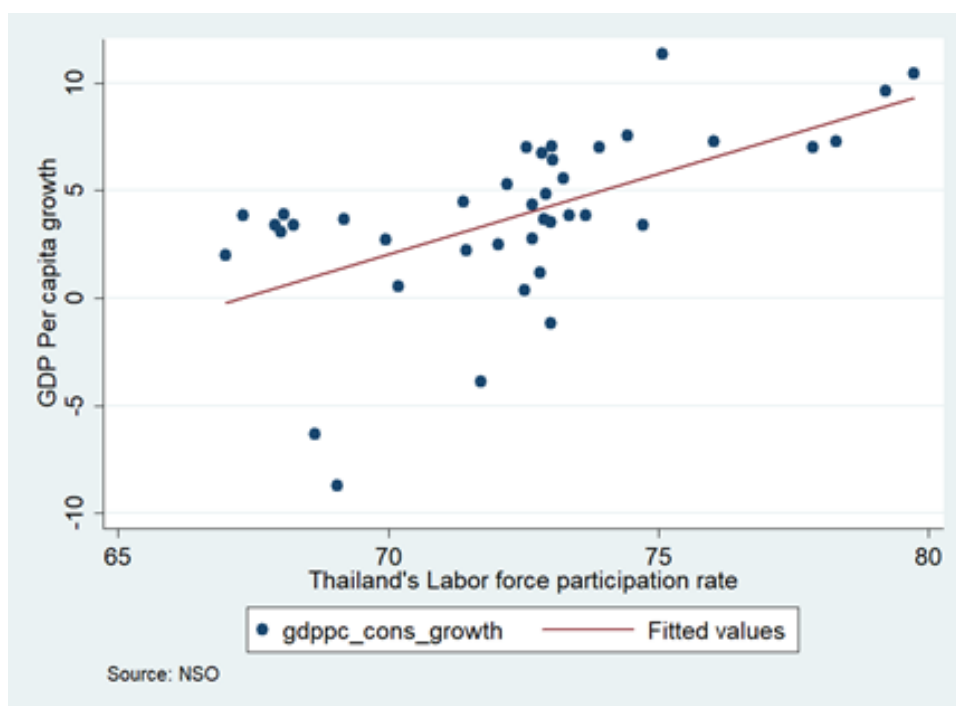
รูปที่ 9.44 แสดงอัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงาน ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2020 พบว่าในช่วงปี 1979-1989 อัตราการมีส่วนร่วมค่อนข้างผันผวนในลักษณะขาขึ้น โดยถึงจุดสูงสุดที่ร้อยละ 79.73 ในปี 1989 ก่อนจะค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงปี 1990 ถึงปี 1999 โดยส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มอายุของผู้ที่จะนับว่าเป็นกำลังแรงงาน จาก 11 ปี เป็น 13 ปี ส่งผลให้อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานลดน้อยลง ต่อมาในช่วงปี 2001 อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานในประเทศไทยมีแนวโน้มขยับตัวสูงขึ้น อยู่ในช่วงร้อยละ 70-75 ก่อนจะลดลงอีกครั้งในช่วงปี 2013 ซึ่งเป็นช่วงการชะลอตัวของภาวะเศรษฐกิจโลก โดยเมื่อรวมกับวิกฤตภัยแล้งของประเทศไทยที่กระทบหลายจังหวัดในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ภาคการส่งออก การผลิตภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรมของไทยได้รับผลกระทบอย่างหนัก นอกจากนี้ยังมีวิกฤตทางการเมืองในประเทศไทยเกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว จึงอาจส่งผลกระทบไปยังการจ้างงานที่ลดลง นำไปสู่อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 9. 44 อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงาน ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2020



โดยเมื่อพิจารณาแผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ต่อประชากร และอัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงาน ในประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2020 พบความสัมพันธ์เป็นบวกอย่างชัดเจน

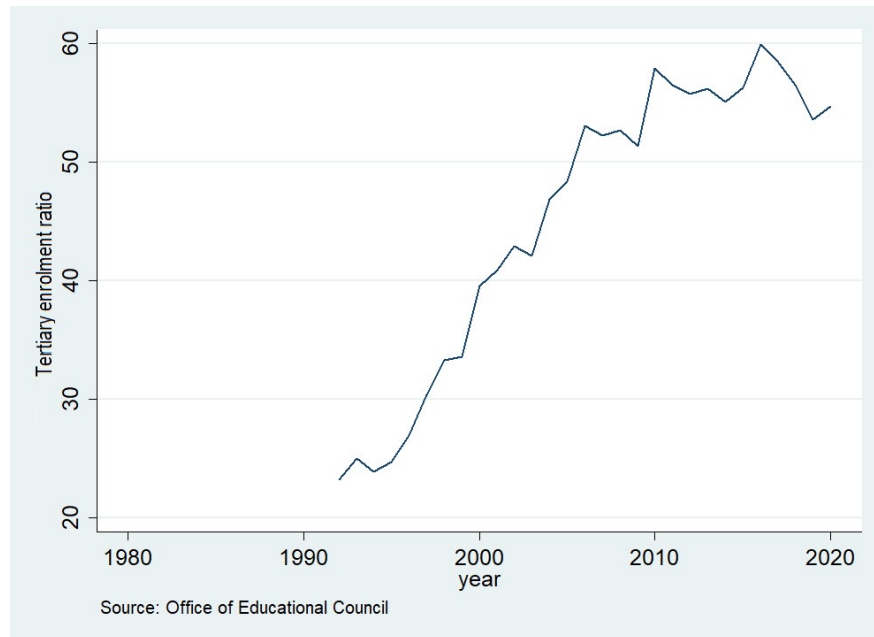
รูปที่ 9. 45 อัตราการมีส่วนร่วมในกำลังแรงงานและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1979 ถึงปี 2020



#### 9.2.3.2.3 ตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านทุนมนุษย์

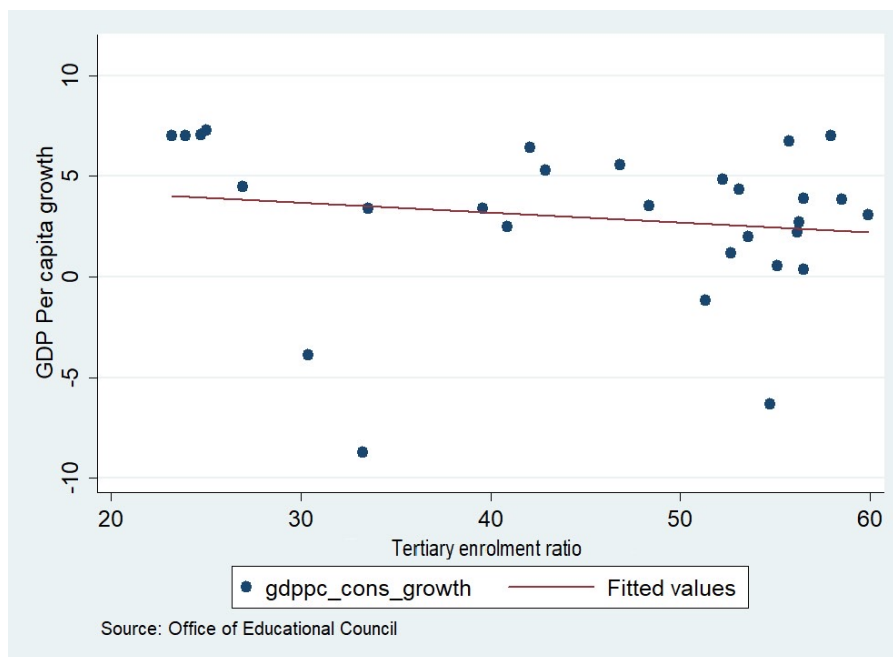
ตัวแปรที่ใช้เป็น proxy ของตัวแปรปัจจัยการผลิตด้านทุนมนุษย์ (human capital) คือ การลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษา (Enrollment in Tertiary Education) ซึ่งเป็นตัว flow เป็นตัวแปรควบคุมด้านระดับทุนมนุษย์ของประเทศ จากข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ได้ว่า เป็นอัตราการลงทะเบียนระดับอุดมศึกษา (สัดส่วนต่อประชากรในวัยเรียนอุดมศึกษา อายุ 18-21) เป็น โดยข้อมูลดังกล่าวมีชุดข้อมูลเริ่มต้นตั้งแต่ปี 1992 ถึง 2020 ทั้งหมด 29 ตัวอย่าง โดยตัวแปรอัตราการลงทะเบียนเรียนระดับอุดมศึกษา (สัดส่วนต่อประชากรในวัยเรียนอุดมศึกษา) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 45.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 12.39 ค่าต่ำสุดที่ 23.18 ในปี 1992 และค่าสูงสุดที่ 59.90 ในปี 2016 จากรูปที่ 9.46 จะเห็นได้ว่าอัตราการลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษาของประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 1992 จนถึงปี 2016 ที่ระดับสูงสุดเป็นร้อยละ 59.9 และผันผวนอยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 โดยลดต่ำลงเล็กน้อยในช่วงปี 2019 อาจจะเนื่องมาจากผลมาจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ก่อนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี 2020

รูปที่ 9. 46 อัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษา ช่วงระหว่างปี 1992 ถึงปี 2020



โดยเมื่อพิจารณาแผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ต่อประชากร และ อัตราการลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1992 ถึงปี 2020 พบว่ามี ทิศทางติดลบเล็กน้อย กล่าวคือแนวโน้มการลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษาต่อประชากรในอายุวัย เรียนอุดมศึกษาในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในบางช่วง ลดลงมาก จากผลกระทบของวิกฤตต่าง ๆ ทำให้เห็นทิศทางความสัมพันธ์เป็นลบได้

รูปที่ 9. 47 อัตราการเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1992 ถึงปี 2020



### 9.2.3.3 ตัวแปรการใช้จ่ายของรัฐบาล (Government Expenditures)

ตัวแปรการใช้จ่ายของรัฐบาลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการบริโภค (Government Consumption) และ การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการลงทุน (Government Investment)

#### 9.2.3.3.1 การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการบริโภค (Government Consumption)

งานวิจัยได้ใช้รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาล (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) เป็น proxy ของตัวแปรนี้ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก (World Bank) ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2020 จำนวน 41 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 13.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 2.34 ค่าต่ำสุดที่ 9.22 ในปี 1991 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 17.69 ในปี 2020 โดยเป็นผลมาจากการเบิกจ่ายงบประมาณกว่า 938,433 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากไตรมาสเดียวกันของปีก่อนหน้าร้อยละ 28.6 และการเบิกจ่ายจากเงินกู้ตาม พ.ร.ก. ให้อำนาจกระทรวงการคลังกู้เงินเพื่อแก้ไขปัญหา เยียวยาและฟื้นฟูเศรษฐกิจและสังคม ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของ COVID-19

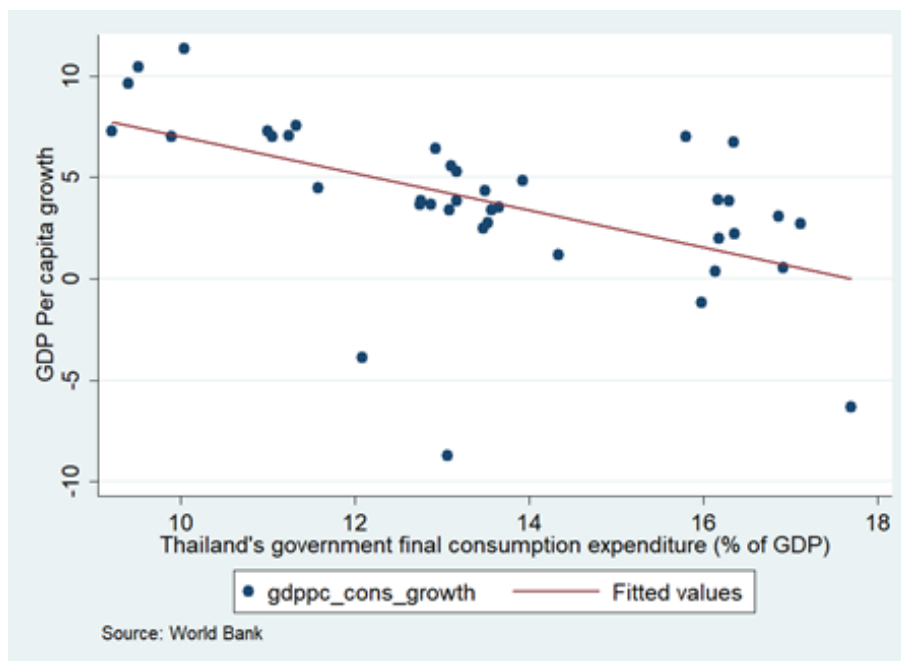


รูปที่ 9. 48 การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการบริโภค (Government Consumption) ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.48 จะเห็นได้ว่ารายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ในประเทศไทย ในช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2008 จะค่อนข้างต่ำคือต่ำกว่าร้อยละ 14 ของ GDP และอยู่ในระดับร้อยละ 15 ขึ้นไปหลังจากนั้น สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ดูเหมือนสัดส่วนการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ในประเทศไทย ในช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2008 ต่ำกว่าช่วงต่อมา คือ ในปี 2008 ได้มีการปรับปรุงการบันทึกรายการตามกรอบแนวคิดของระบบบัญชีประชาชาติสากลล่าสุด ซึ่งได้ทำการปรับปรุงข้อมูลย้อนหลัง เช่น การก่อสร้างและซ่อมแซมเองของหน่วยงานภาครัฐ และเพิ่มงบลงทุนทั้งหมดของกระทรวงกลาโหม จากเดิมที่นับไว้ในรายจ่ายเพื่อการอุปโภคของภาครัฐบาล (Government Consumption Expenditure) ย้ายมานับรวมไว้ในส่วนของการลงทุน ส่งผลให้รายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลลดลงอย่างเห็นได้ชัด

รูปที่ 9. 49 การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการบริโภค (Government Consumption) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาแผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ต่อประชากร และรายจ่ายเพื่อการอุปโภคภาครัฐบาลต่อ GDP ในประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020 พบว่าความสัมพันธ์มีแนวโน้มติดลบอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยและทฤษฎีส่วนใหญ่ กล่าวคือ การใช้จ่ายภาครัฐบางส่วนเป็นไปเพื่อสนับสนุนการบริโภค อาทิ สวัสดิการคนว่างงาน สวัสดิการผู้เกษียณอายุ สวัสดิการคนชรา หรือการเข้าไปแทรกแซงราคาตลาดของสินค้าเกษตร การเข้าไปควบคุมราคาสินค้า การอุดหนุนราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ฯลฯ ซึ่งกระตุ้นเศรษฐกิจได้แค่ในระยะสั้นเท่านั้น แต่ไม่ก่อให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับภาคการผลิตในระยะยาว อันรวมไปถึงโครงการประชานิยมต่าง ๆ จำนวนมากที่เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา

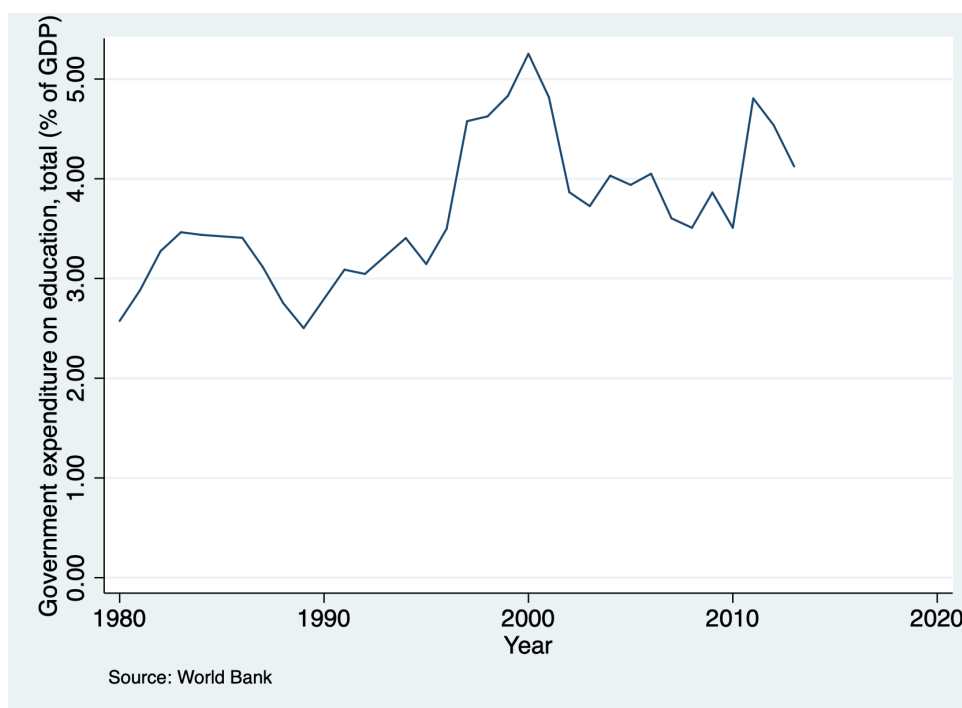
#### 9.2.3.3.2 การใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการลงทุน (Government Investment)

เมื่อพิจารณาการใช้จ่ายของรัฐบาลเพื่อการลงทุน จะสามารถแยกได้เป็น 2 ด้านด้วยกันคือ เป็นการลงทุนของรัฐบาลเพื่อพัฒนาการศึกษา และการลงทุนของรัฐบาลเพื่อพัฒนาสุขภาพ ซึ่งทั้งสองประเภทการลงทุนนี้ล้วนเป็นประโยชน์กับประเทศในระยะยาว กล่าวคือจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของแรงงานเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภาพการผลิตของประเทศเพิ่มขึ้น นั่นคืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงขึ้นในอนาคตนั่นเอง

### 1) การลงทุนของรัฐบาลเพื่อพัฒนาการศึกษา (Government spending in Education)

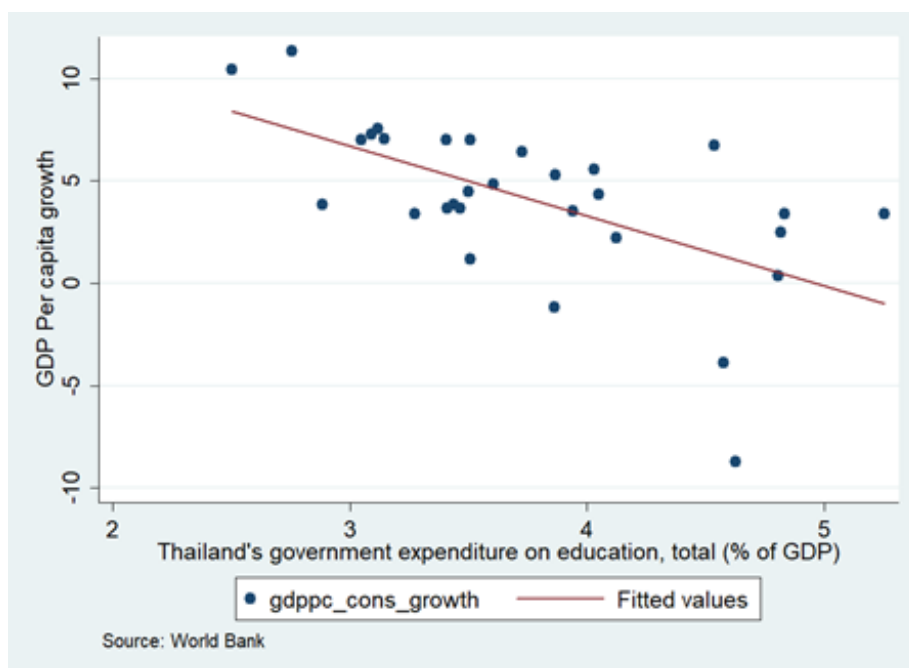
งานวิจัยได้ใช้รายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาล (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) เป็น proxy ของตัวแปรนี้ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก ช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2013 จำนวน 31 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 0.71 ค่าต่ำสุดที่ 2.50 ในปี 1989 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 5.25 ในปี 2000

รูปที่ 9. 50 รายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาล ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2013



จากรูปที่ 9.50 แสดงการเปลี่ยนแปลงของรายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาลต่อ GDP ในประเทศไทยที่ค่อนข้างผันผวน โดยในช่วง 1980 ถึง 2000 แม้จะมีความผันผวนอยู่มากแต่ก็มีแนวโน้มเป็นบวก ก่อนจะดิ่งลงอย่างชัดเจนในช่วงหลังวิกฤตต้มยำกุ้ง อาจจะเป็นด้วยเหตุที่รัฐบาลจำเป็นต้องจัดสรรงบประมาณไปใช้ในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจเฉพาะหน้า ส่งผลให้การใช้จ่ายกาครัฐบาลด้านการศึกษาต่อ GDP ในช่วงเวลาดังกล่าวลดลง อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยได้มีการทำการปฏิรูปการศึกษาช่วงปี 1999 ส่งผลให้แม้รายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาลต่อ GDP จะมีความผันผวนอยู่แต่ก็อยู่ในกรอบเกินร้อยละ 3.5 ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

รูปที่ 9. 51 รายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาลและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

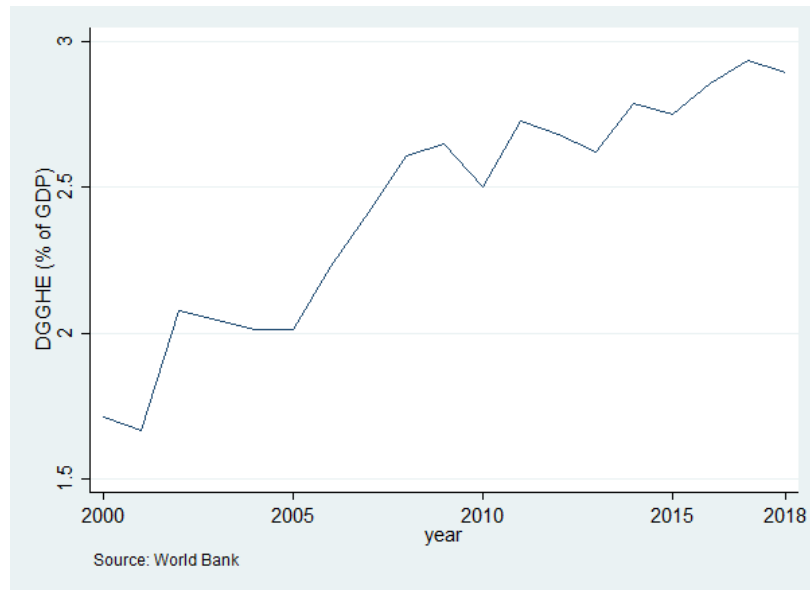


เมื่อพิจารณารูปที่ 9.51 แสดงแผนภาพการกระจายระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและรายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาลต่อ GDP ในประเทศไทย ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2013 พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นลบอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นผลมาจากการที่รายจ่ายด้านการศึกษากาครัฐบาลต่อ GDP ในประเทศไทยอยู่ในกรอบเกินร้อยละ 3.5 ตั้งแต่ปี 1999 เป็นต้นมา ในขณะที่อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ของประเทศไทยมีความผันผวนสูงมากกว่าอยู่ในกรอบช่วงอัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจที่ต่ำมากโดยเปรียบเทียบในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ส่งผลให้ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีทิศทางตรงกันข้ามได้ดังแสดงในรูปที่ 9.51

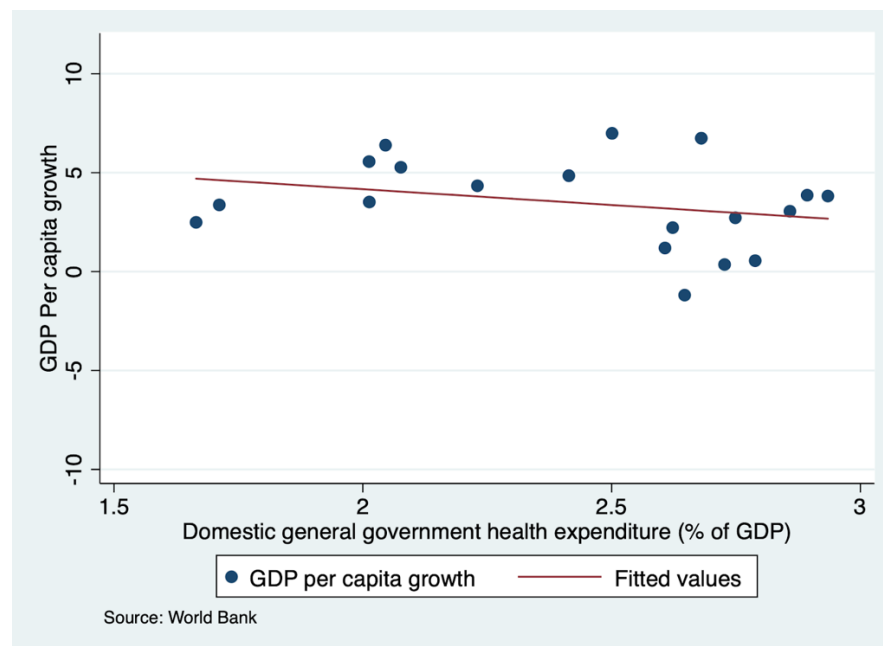
## 2) การลงทุนของรัฐบาลเพื่อพัฒนาสุขภาพ (Government spending in Health)

งานวิจัยได้ใช้การใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP) เป็น proxy ของตัวแปรนี้ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลกตามมาตรฐาน System of Health Accounts 2011 โดย WHO ช่วงระหว่างปี 2000 ถึง 2018 จำนวน 31 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 2.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.429 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 6.82 ในปี 1998 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.55 ในปี 2018 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ปี 2000 เป็นต้นมา สัดส่วนการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขของภาครัฐเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากทิศทางนโยบายภาครัฐด้านสาธารณสุขที่มีลักษณะครอบคลุมในระดับถ้วนหน้ามากยิ่งขึ้น

รูปที่ 9. 52 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2018



รูปที่ 9. 53 ปริมาณการใช้จ่ายทางด้านสาธารณสุขโดยทั่วไปของรัฐบาล และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2018



อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 9.53 จะเห็นความสัมพันธ์เชิงลบเล็กน้อย และไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่คาดการณ์ไว้จากทฤษฎีทุนมนุษย์ ซึ่งมีคำอธิบายเช่นเดียวกันกับการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจและรายจ่ายด้านการศึกษาภาครัฐบาลต่อ GDP ที่กล่าวไว้แล้ว

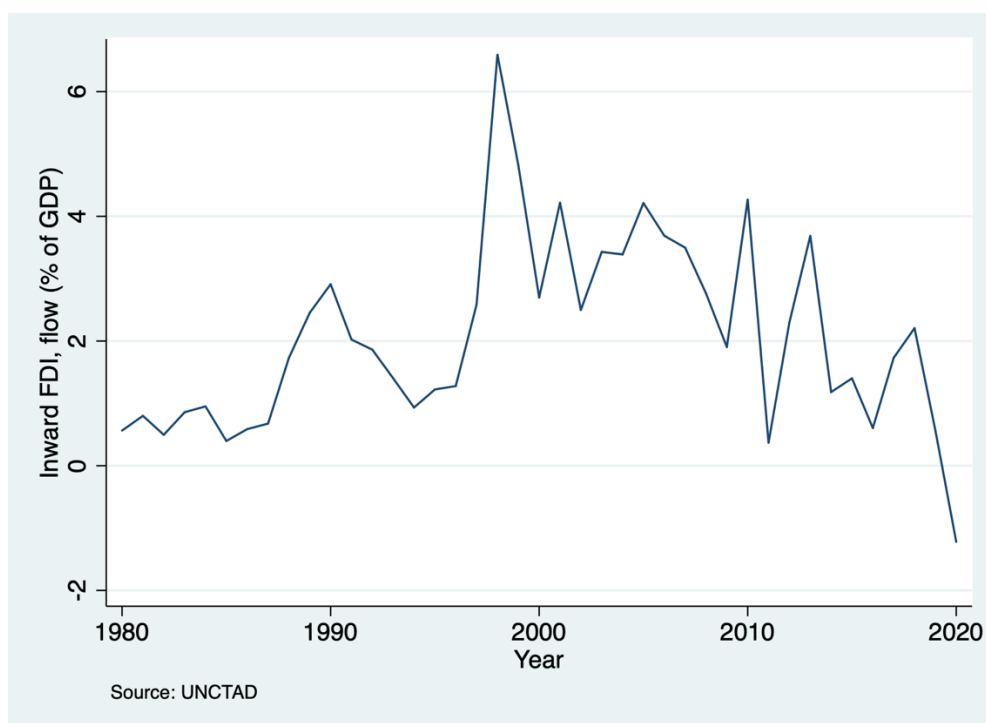
### 9.2.3.4 ตัวแปร spillovers

ตัวแปรในกลุ่มนี้สะท้อนถึง 4 ปัจจัยที่เอื้อให้เกิดการถ่ายทอดทางเทคโนโลยีระหว่างประเทศ คือ 1) ผ่านการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ 2) ผ่านการนำเข้าสินค้า ICT 3) ผ่านการค้าระหว่างประเทศ และ 4) ผ่านการเข้าถึงเทคโนโลยีสื่อสาร

#### 1) ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP)

นอกเหนือจากการที่การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ หรือ FDI (Foreign Direct Investment) จะเข้ามาสร้างงานและรายได้ให้กับประเทศที่ได้เข้ามาลงทุนแล้ว บริษัทต่างชาติจากประเทศที่พัฒนาแล้วยังสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับบริษัทในประเทศในตลาดเกิดใหม่อย่างประเทศไทยได้ ผ่านการเพิ่มผลผลิตภาพของสินค้าจากการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตมากขึ้น ดังนั้น สมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่าง FDI และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในงานวิจัยนี้จึงเป็นบวกจาก positive externalities ดังกล่าว รูปที่ 9.54 แสดงสัดส่วนปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศต่อ GDP ของประเทศไทย ตั้งแต่ 1980 ถึง 2020 จากข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมโดยธนาคารโลก โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 2.061 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.532 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 6.59 ในปี 1998 และค่าต่ำสุดเท่ากับ -1.22 ในปี 2020

รูปที่ 9. 54 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ ช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี 2020

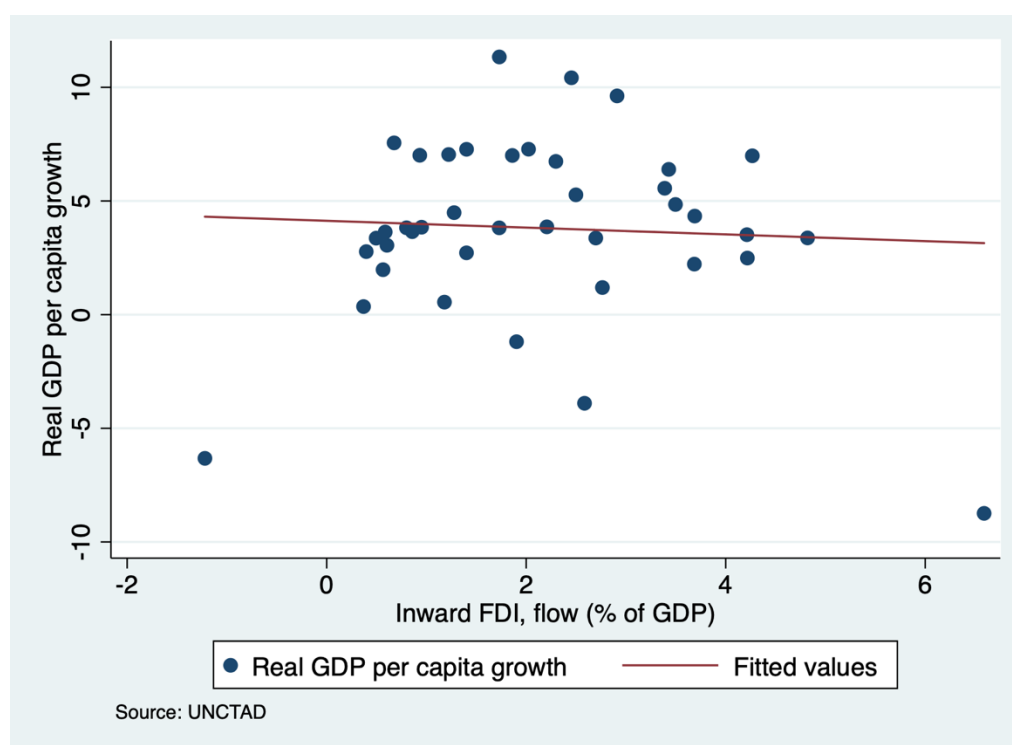


ในช่วงปี 1980 ถึง 1998 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศเข้ามายังประเทศไทย มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง แม้กระทั่งในห้วงวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจต้มยำกุ้ง ปริมาณการลงทุนโดยตรงจาก

ต่างประเทศก็ยังคงมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยปริมาณการลงทุนจากต่างประเทศได้ทำสถิติสูงเป็นประวัติการณ์ในปี 1998 1 ปีภายหลังวิกฤตการณ์ต้มยำกุ้ง ปัจจัยหลักน่าจะมาจาก ภายหลังจากเหตุการณ์พองสบู่แตก ราคาสินทรัพย์ในประเทศมีราคาต่ำลงมาก และค่าเงินบาทอ่อนตัวลงอย่างรุนแรง เอื้อให้เกิดการไหลเข้าของเงินทุนเข้ามาภายในประเทศ

อย่างไรก็ดี นับตั้งแต่ปี 2008 เป็นต้นมา ทิศทางการลงทุนกลับมีแนวโน้มลดลงและผันผวนมากยิ่งขึ้น สืบเนื่องจากเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัวจากวิกฤต Subprime ทำให้เม็ดเงินจาก FDI หดตัวลงอย่างรุนแรง และในปี 2020 ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศต่ำสุดเป็นประวัติการณ์โดยมีค่าติดลบเท่ากับ - 1.22 ร้อยละต่อ GDP จากการชะงักงันทางเศรษฐกิจทั่วโลกจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19

**รูปที่ 9. 55** ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1982 ถึงปี 2020



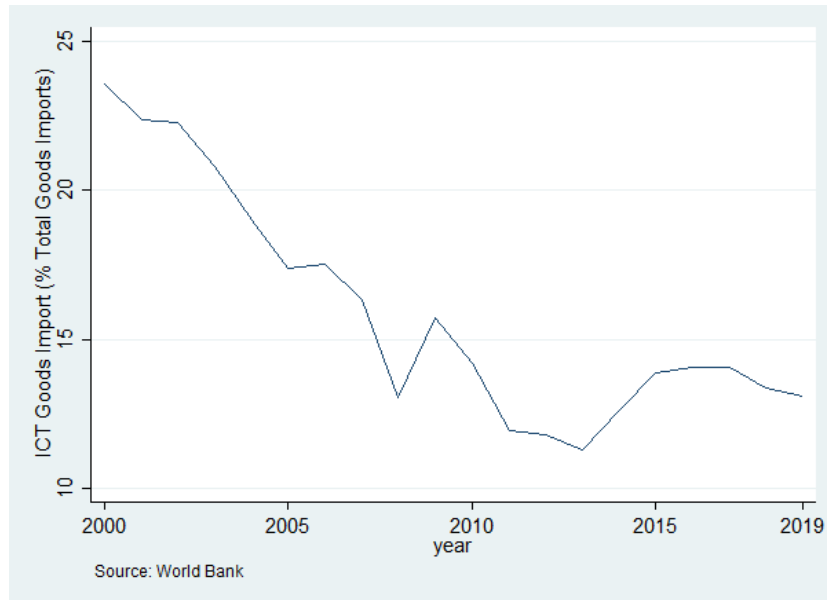
จากรูปที่ 9.55 จะสังเกตการณ์ได้ว่า อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจและปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ มีการกระจายตัวที่ค่อนข้างสูง และไม่แสดงความสัมพันธ์ที่ชัดเจน จำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการทางเศรษฐมิติอื่น ๆ เข้ามาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวดังที่จะมีการวิเคราะห์ในบทที่ 10

## 2) ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT (สัดส่วนร้อยละต่อสินค้านำเข้าทั้งหมด)

รูปที่ 9.56 แสดงสัดส่วนปริมาณการนำเข้าสินค้าสารสนเทศต่อปริมาณการนำเข้าทั้งหมดของประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2000 ถึง 2019 โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมโดยธนาคารโลก ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 15.91

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.85 ค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 23.56 ในปี 2000 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 11.31 ในปี 2013

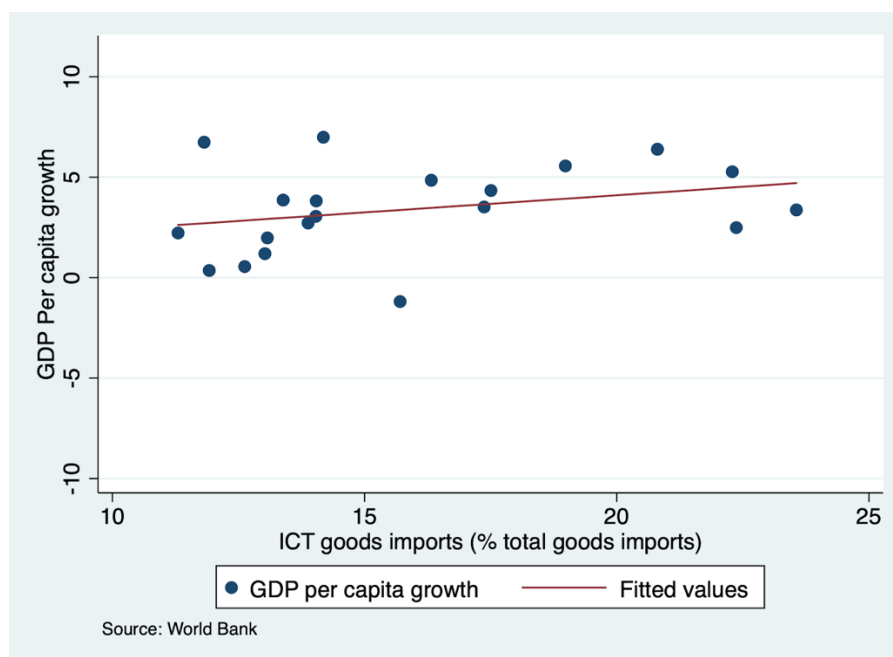
รูปที่ 9. 56 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT ช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2019



จะเห็นได้ว่า ตั้งแต่ปี 2001 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT ในประเทศไทยมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุน่าจะมาจากการที่สินค้าในหมวด ICT ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครื่องใช้ประกอบเครื่องมือสื่อสาร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ล้วนเป็นสินค้าที่ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตรายสำคัญในตลาดโลก ส่งผลให้มีการลดปริมาณการนำเข้าลง แต่พึ่งพิงการผลิตและบริโภคภายในประเทศเพิ่มมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 9. 57 ปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 2000 ถึงปี 2019

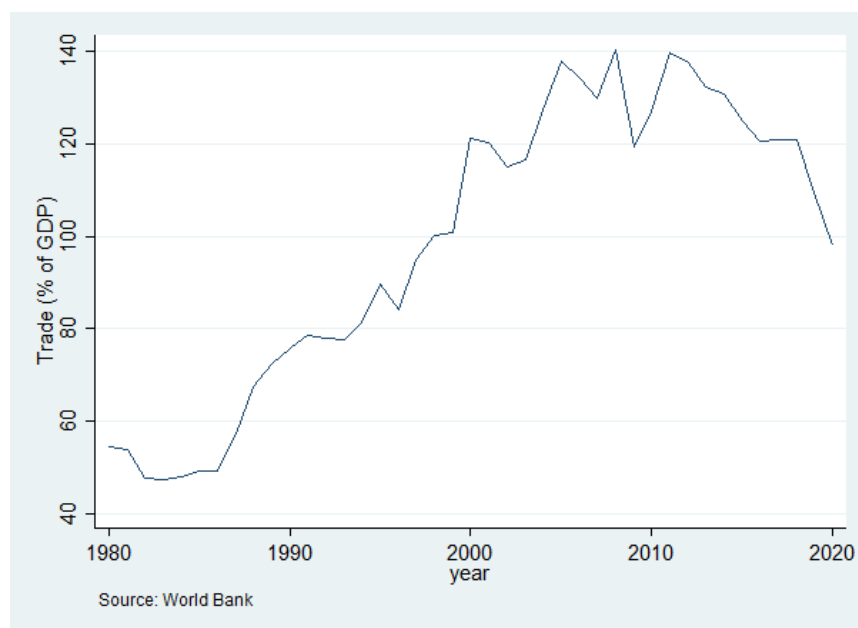


รูปที่ 9.57 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณการนำเข้าสินค้า ICT และอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรเป็นบวกระหว่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา การแผ่ขยายครั้งใหญ่ของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ของโลกในสังคมสารสนเทศ เราสามารถเข้าถึงข้อมูล ความรู้ ได้ดีกว่าเมื่อก่อนมากทั้งด้านขนาด ขอบเขต และความเร็ว จากโครงสร้างพื้นฐานด้าน ICT เช่น โทรศัพท์มือถือ อินเทอร์เน็ต และบรอดแบนด์ (Bahrini and Qaffas, 2019) การแพร่กระจายของ ICT ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดสรรทรัพยากร ลดต้นทุนการผลิต และส่งเสริมความต้องการและการลงทุนในภาคเศรษฐกิจทั้งหมด (Pradhan et al., 2015) สนับสนุนโดย Yoon Sang-Chul (2018) ดังนั้น ICT จึงมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง

### 3) ปริมาณการค้าระหว่างประเทศ (สัดส่วนร้อยละต่อ GDP)

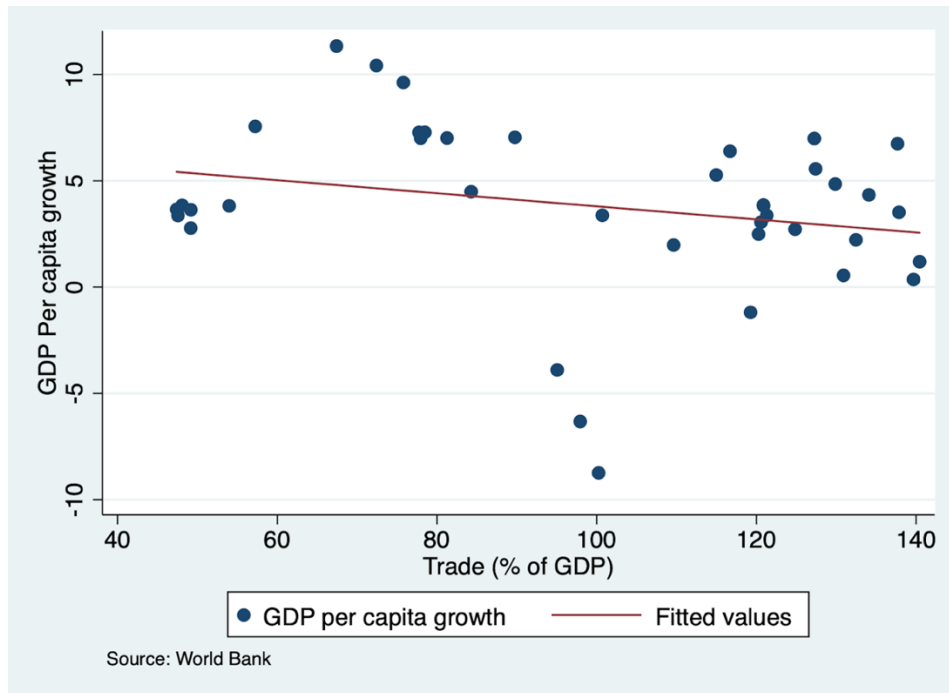
ปริมาณการค้าระหว่างประเทศ วัดจากสัดส่วนมูลค่าการค้ารวม (ส่งออก+นำเข้า) ต่อ GDP หรือ ระดับการเปิดประเทศ (openness ratio) จากฐานข้อมูลของธนาคารโลก ครอบคลุมปี 1980 ถึง 2020 โดยมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.323 มีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 47.38 ในปี 1980 และค่าสูงสุดเท่ากับ 140.437 ในปี 2008

รูปที่ 9. 58 ระดับการเปิดประเทศ และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.58 จะเห็นว่าประเทศไทยมีระดับการเปิดประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงทศวรรษที่ 1990 ที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมองค์การการค้าโลกในปี 1995 และแม้ในช่วงวิกฤตการณ์เศรษฐกิจ 1997 ปริมาณการค้าของประเทศไทยก็ไม่ได้ได้รับผลกระทบเท่าใดนัก เนื่องจากภาคส่งออกได้รับปัจจัยเชิงบวกสนับสนุนจากค่าเงินบาทที่อ่อนลง อย่างไรก็ตาม ในช่วงปี 2001 ระดับการค้าของไทยปรับตัวลงเล็กน้อย เนื่องจากเหตุการณ์วินาศกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา จนกระทั่งในปี 2008 ซึ่งเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจในประเทศอเมริกาและทั่วโลกขึ้น ส่งผลให้เศรษฐกิจของทั้งโลกชะลอตัวลง และส่งผลต่อภาคการค้าระหว่างประเทศของไทย และในปี 2019 เป็นต้นมา ระดับการค้าโดยทั่วไปของประเทศไทยก็ได้มีแนวโน้มลดลงอย่างมากจากมาตรการปิดประเทศของทั้งประเทศไทยเองและประเทศคู่ค้า

รูปที่ 9. 59 ระดับการค้าและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

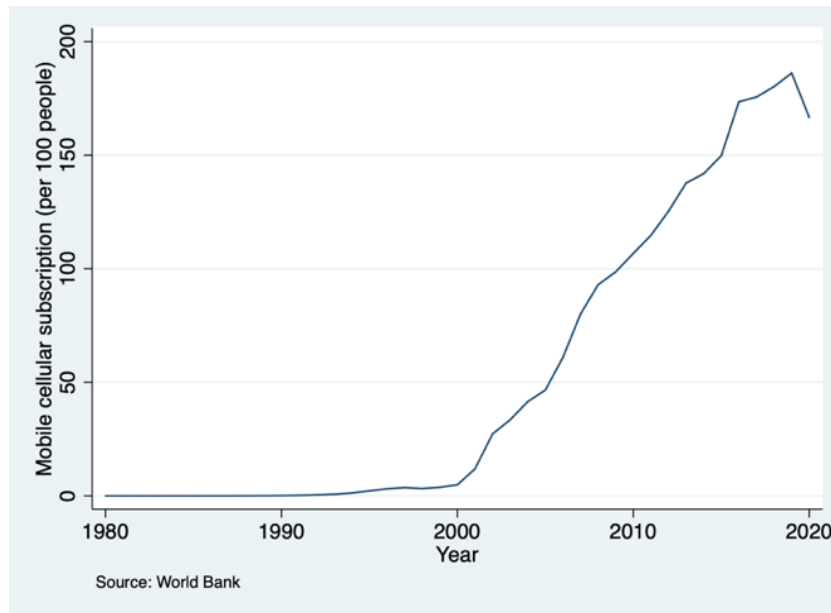


รูปที่ 9.59 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจและระดับการเปิดประเทศที่เป็นลบเล็กน้อย ซึ่งต่างจากสมมติฐานที่คาดว่าความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศและการขยายตัวทางเศรษฐกิจควรจะเป็นบวก

#### 4) การเข้าถึงเทคโนโลยีสื่อสาร

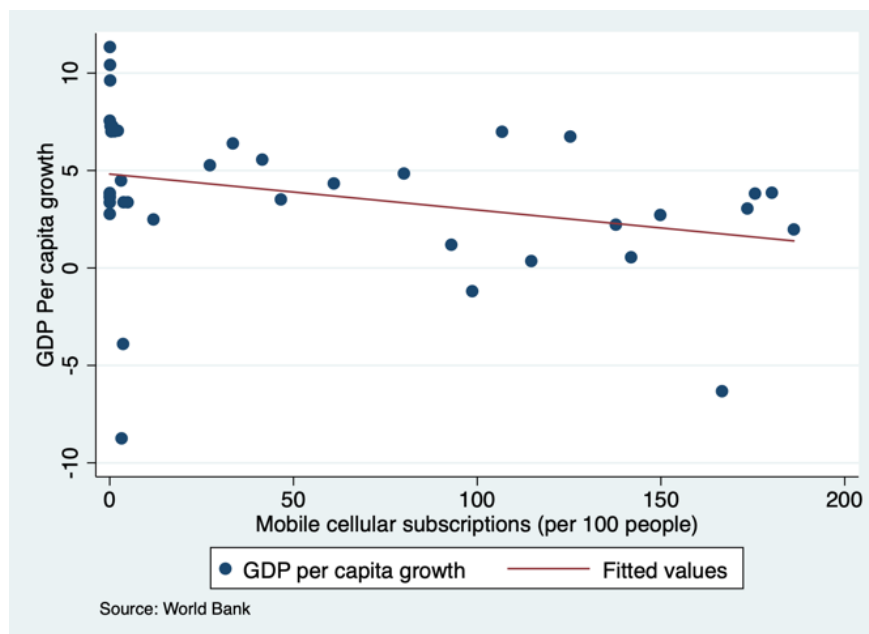
ตัวแปรที่จะนำมาใช้เป็น proxy ของการเข้าถึงเทคโนโลยีสื่อสารในงานวิจัยนี้คือ จำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ 100 คน) ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก ครอบคลุม 41 ตัวอย่าง ตั้งแต่ปี 1980 ถึงปี 2020 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 53.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 66.46 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 186.16 ในปี 2019

รูปที่ 9. 60 จำนวนของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.60 จะเห็นได้ว่าจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างช้ามากในช่วงก่อนปี 2000 แต่หลังจากนั้นจำนวนการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ทะยานขึ้นอย่างรวดเร็ว จากกระแสโลกาภิวัตน์

รูปที่ 9. 61 จำนวนของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



เช่นเดียวกัน พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ กับอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจเป็นลบ ซึ่งขัดแย้งต่อการคาดการณ์ที่ว่า การเข้าถึงเทคโนโลยีสื่อสารที่ครอบคลุมคนในประเทศมากขึ้นน่าจะส่งผลให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจต่าง ๆ มีความคล่องตัวมากขึ้นและส่งผลให้ GDP ของประเทศขยายตัวขึ้น สาเหตุที่ความสัมพันธ์ติดลบน่าจะเป็นเพราะประเทศไทยมีการเติบโตทางเศรษฐกิจในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาต่ำกว่าในอดีตมาก อาจจะด้วยจากวิกฤตเศรษฐกิจต่าง ๆ ทั้งจากในประเทศเอง และจากต่างประเทศ

#### 9.2.3.5 ตัวแปรเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic)

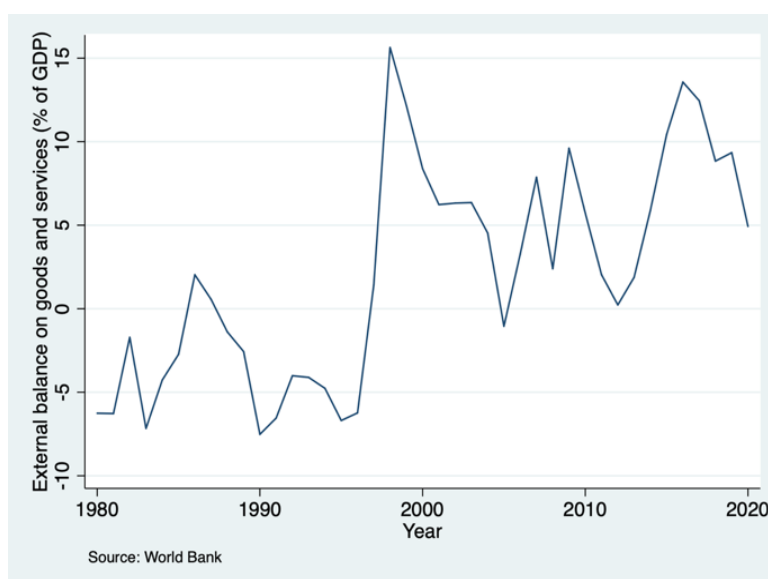
ในส่วนนี้จะอธิบายกลุ่มตัวแปรแวดล้อมทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ที่สามารถส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ อธิบายในส่วนที่ 9.2.3.5.1 และ 2) ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางการเมือง อธิบายในส่วนที่ 9.2.3.5.2

**9.2.3.5.1 ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ (Economic environment)** ตัวแปร 4 ตัวที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจมหภาคที่จะถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรควบคุมในส่วนนี้ คือ ดุลการค้าสินค้าและบริการ หนี้สาธารณะ อัตราเงินเฟ้อ และอัตราการว่างงาน

##### 1) ดุลการค้าสินค้าและบริการ (ร้อยละ GDP)

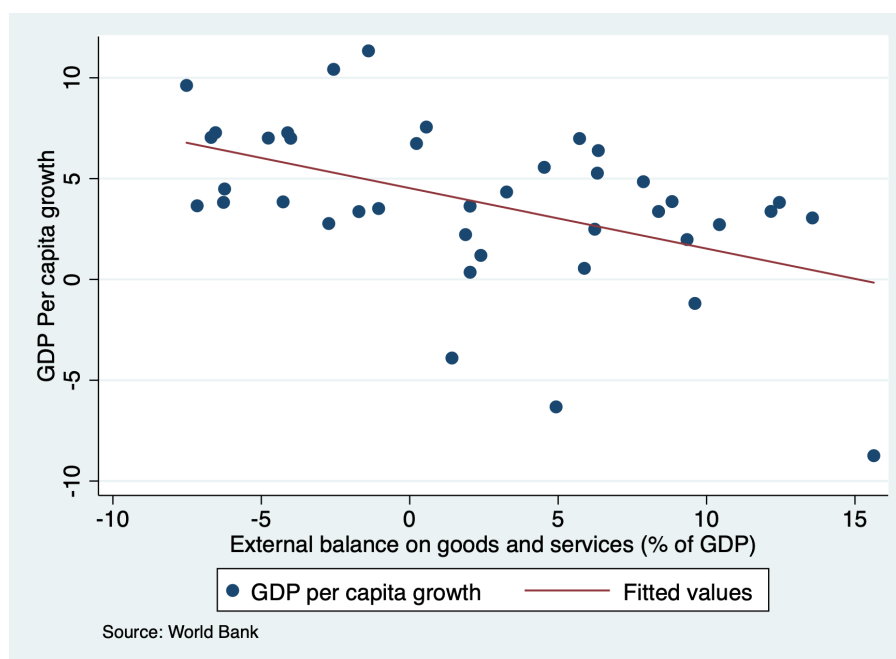
ค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการ (ร้อยละ GDP) ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (IMF) จำนวน 41 ตัวอย่าง ครอบคลุมปี 1980 ถึงปี 2020 โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 2.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 6.53 ค่าต่ำสุดที่ -7.52 ในปี 1990 และค่าสูงสุดที่ 15.63 ในปี 1998

รูปที่ 9. 62 ค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.62 จะเห็นได้ ในช่วงปี 1980 ปลายปี 1990 ประเทศไทยเผชิญกับภาวะการขาดดุลทางการค้าเกือบตลอด จนกระทั่งปี 1997 วิกฤติค่าเงินส่งผลให้ค่าเงินบาทของไทยอ่อนค่าลงมาก ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เกิดการเกินดุลการค้าอย่างมาก และแม้ดุลการค้าจะลดลงในบางปีหลังจากนั้น ก็ผันผวนไปตามวัฏจักรเศรษฐกิจ แต่ประเทศไทยก็ไม่มีขาดดุลทางการค้าอีกเลย

**รูปที่ 9. 63** ค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

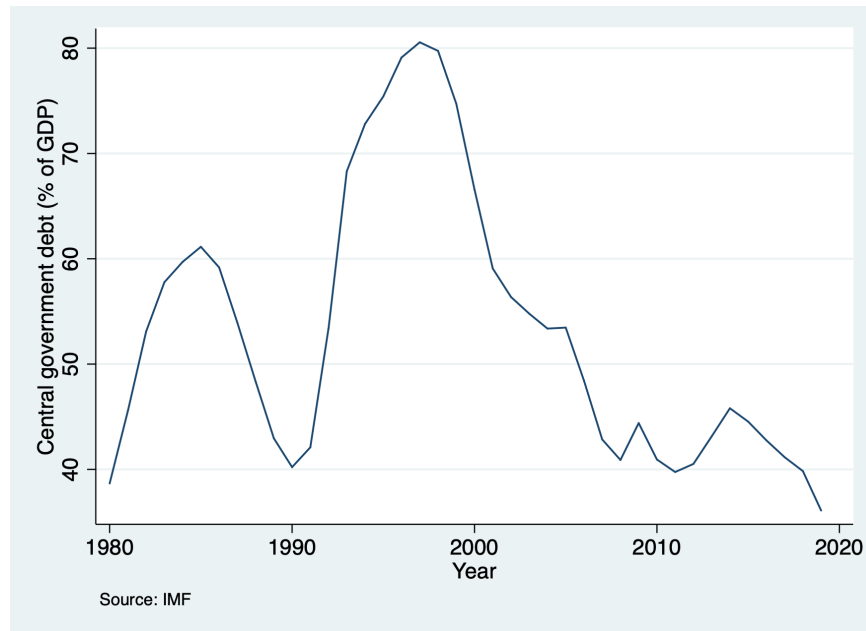


จากรูปที่ 9.63 แสดงความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการ (ร้อยละต่อ GDP) กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มหภาคที่ว่า การเติบโตทางเศรษฐกิจควรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าเฉลี่ยของดุลการค้าสินค้าและบริการ

## 2) หนี้สาธารณะ (Government Debt)

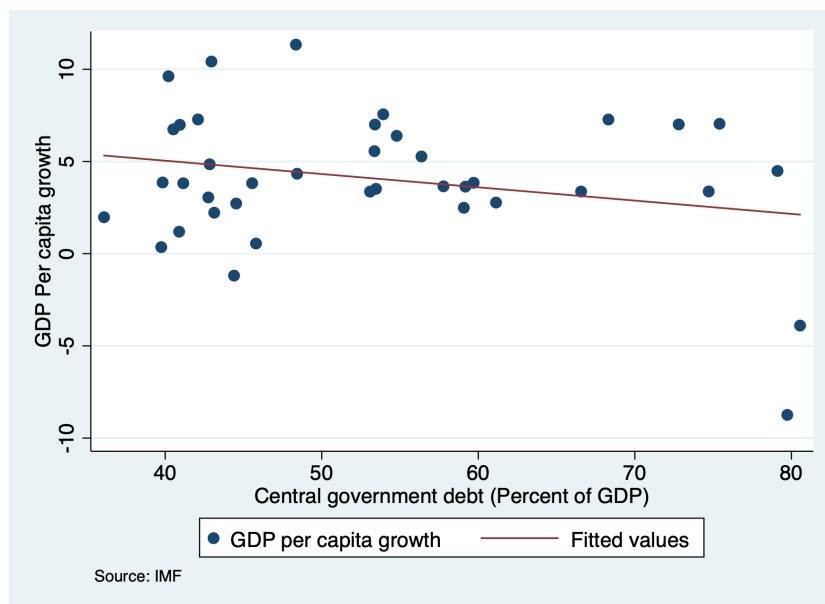
ตัวแปรที่จะนำมาใช้เป็น proxy ของหนี้สาธารณะ คือ หนี้รัฐบาลกลาง (ร้อยละต่อ GDP) ซึ่งเป็นข้อมูลทศนิยมที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก ครอบคลุม 40 ตัวอย่าง ตั้งแต่ปี 1980 ถึงปี 2019 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 53.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 12.99 ค่าต่ำสุดที่ร้อยละ 36.10 ในปี 2019 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 80.55 ในปี 1997

รูปที่ 9. 64 หนี้รัฐบาลกลาง ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019



จากรูปที่ 9.64 พบว่าหนี้สาธารณะของประเทศช่วงทศวรรษ 1990 เพิ่มขึ้นถึงสองเท่าจากปี 1990 ที่มีระดับหนี้ที่ร้อยละ 40 ของ GDP ไปจุดสูงสุดที่ร้อยละ 80 ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจต้มยำกุ้ง และลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนมาอยู่ที่สัดส่วนประมาณร้อยละ 40 ต้น ๆ และผันผวนอยู่ในกรอบแคบ ๆ ไม่เกินร้อยละ 45

รูปที่ 9. 65 หนี้รัฐบาลกลางและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019

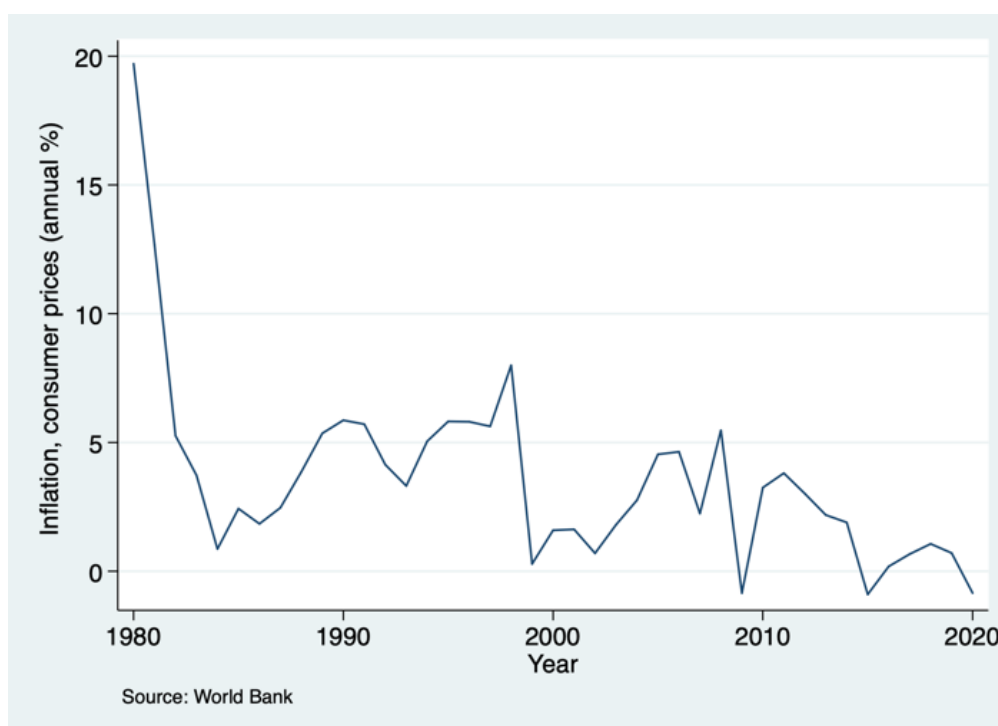


รูปที่ 9.65 แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนหนี้รัฐบาลกลางต่อ GDP มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์ในความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวจากทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มหภาค นั่นคือ เมื่อรัฐบาลก่อหนี้สาธารณะเพิ่มขึ้น สะท้อนว่ารัฐบาลมีความต้องการใช้เงินทุนมากขึ้น ส่งผลให้อัตราดอกเบี้ยเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้นย่อมมีผลทำให้การลงทุนลดลง และส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลงได้

### 3) อัตราเงินเฟ้อ (consumer price index)

ตัวแปรอัตราเงินเฟ้อ โดยคิดเป็นร้อยละต่อปี ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากธนาคารโลก ครอบคลุม 41 ตัวอย่าง ตั้งแต่ปี 1980 ถึงปี 2020 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 3.67 ค่าต่ำสุดที่ร้อยละ -0.90 ในปี 2015 และค่าสูงสุดที่ร้อยละ 19.70 ในปี 1980

รูปที่ 9. 66 อัตราเงินเฟ้อ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

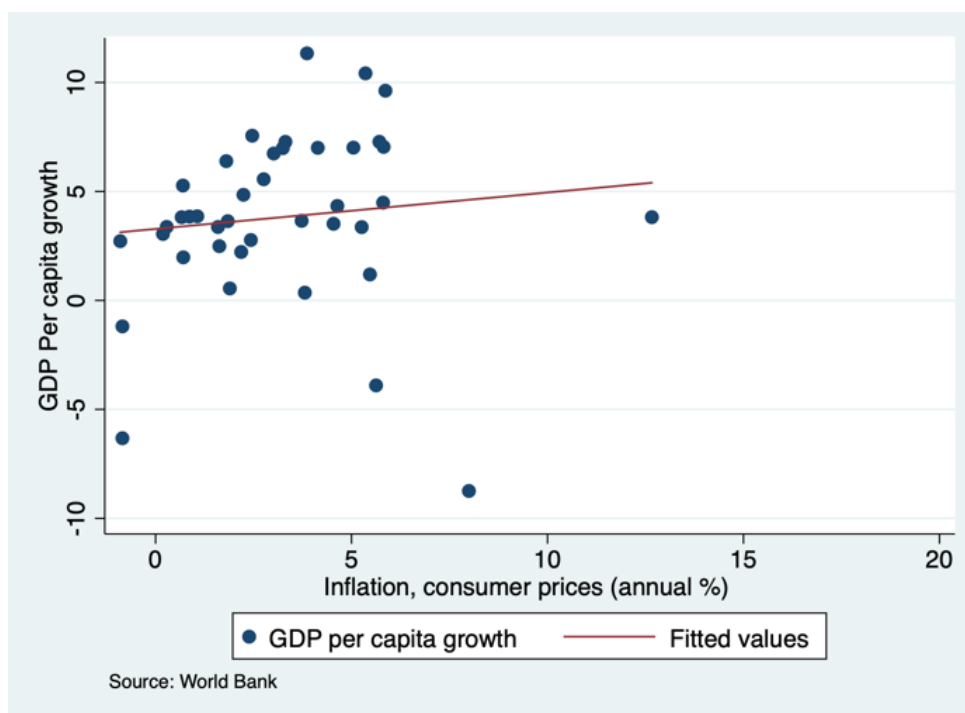


จากรูปที่ 9.66 พบว่าอัตราเงินเฟ้อในประเทศไทยลดลงอย่างมากเข้าใกล้ร้อยละ 0 เมื่อเทียบกับช่วงทศวรรษ 1980 ที่อัตราเงินเฟ้อสูงถึงเกือบร้อยละ 20 และลดลงเรื่อย ๆ จนเฉลี่ยที่ราวร้อยละ 5 ในช่วงทศวรรษที่ 1990 โดยหลังจากปี 1997 ซึ่งเป็นช่วงวิกฤติเศรษฐกิจต้มยำกุ้ง อัตราเงินเฟ้อลดลงอย่างฉับพลัน ก่อนที่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนกระทั่งปี 2008 ที่เกิดวิกฤต Subprime อัตราเงินเฟ้อดิ่งลงอีกครั้ง



และเป็นครั้งแรกที่ประเทศไทยมีภาวะเงินฝืด อย่างไรก็ตามหลังจากเหตุการณ์ดังกล่าวอัตราเงินเฟ้อกลับมาเป็นบวกอีกครั้งและมีค่าต่ำมากมาจนถึงปัจจุบัน

รูปที่ 9. 67 อัตราเงินเฟ้อและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020

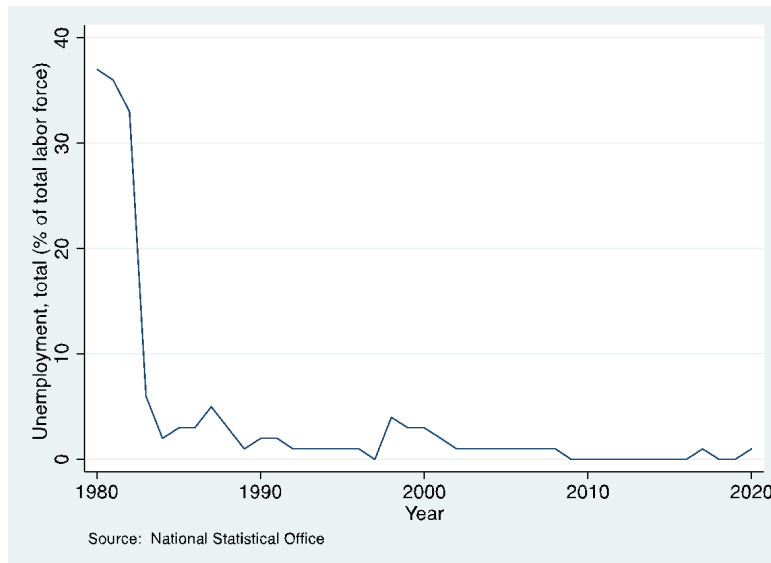


รูปที่ 9.67 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเงินเฟ้อกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นบวกเล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์มหภาคที่ว่า อัตราเงินเฟ้อแบบอ่อนๆ (moderate inflation) คือประมาณร้อยละ 2-3 จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจทางด้านการลงทุน การจ้างงาน และรายได้ประชาชนได้ แต่หากเงินเฟ้อขยับสูงขึ้น จะส่งผลให้อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (Real Interest Rate) ปรับลดลง กระตุ้นผลตอบแทนจากการลงทุน ทั้งผลตอบแทนที่อยู่ในรูปของดอกเบี้ยเงินฝากหรือผลตอบแทนจากการลงทุนในสินทรัพย์ต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลต่อการลดลงของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ในที่สุด

#### 4) อัตราการว่างงาน

ตัวแปรควบคุมด้านเศรษฐกิจตัวสุดท้ายคืออัตราคนว่างงานของไทย (ร้อยละของแรงงานทั้งหมด) เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ จำนวน 41 ตัวอย่าง ครอบคลุมปี 1980 - 2020 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.878 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.07 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 และค่าสูงสุดเท่ากับ 37 ในปี 1980

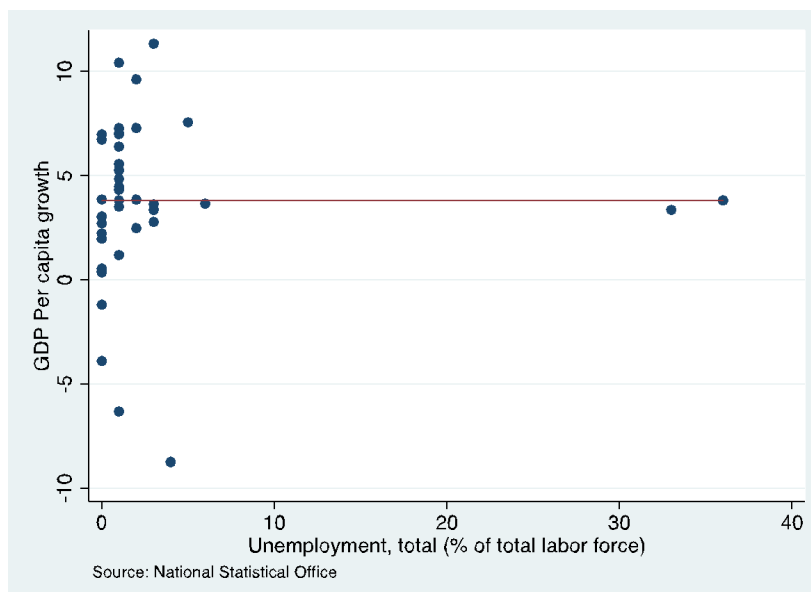
รูปที่ 9. 68 อัตราการว่างงาน ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



(ก)

รูปที่ 9.68 ขี้ว่าในช่วงปี 1980 – 1982 ประเทศไทยมีอัตราว่างงานที่สูงมาก แต่หลังจากการปรับโครงสร้างประเทศครั้งใหญ่โดยผ่านธนาคารโลกเป็นสำคัญ และทำให้ประเทศไทยพึ่งพารายได้จากการส่งออกมากขึ้น อัตราการว่างงานของประเทศลดลงจากร้อยละ 37 เหลือประมาณร้อยละ 2 ในช่วงเวลาเพียงไม่กี่ปี อย่างไรก็ตาม อัตราการว่างงานเพิ่มขึ้นอีกครั้งช่วงวิกฤตการณ์ต้มยำกุ้ง แต่ก็ได้ปรับตัวลดลง และมาอยู่ที่จุดต่ำสุดที่ร้อยละ 0.21 ในปี 2013

รูปที่ 9. 69 อัตราว่างงานและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2020



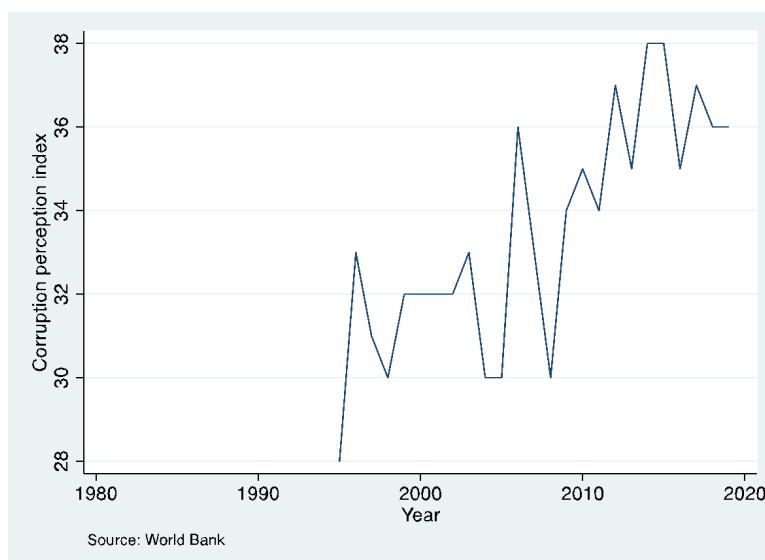
จากรูปที่ 9.69 ไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราว่างงานกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตามสมมติฐานที่คาดการณ์ความสัมพันธ์เป็นลบ เพราะการว่างงานสะท้อนถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่สำคัญ คือ แรงงาน ไม่เต็มศักยภาพ ทำให้ผลิตภาพการผลิตของประเทศลดต่ำลง และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจลดลง เช่นเดียวกันแผนภาพการกระจายดังกล่าวมิได้บอก causation ใด ๆ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติถึงจะสามารถระบุถึงความสัมพันธ์ที่แท้จริงได้

#### 9.2.3.5.2 ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางสถาบัน (Political environment)

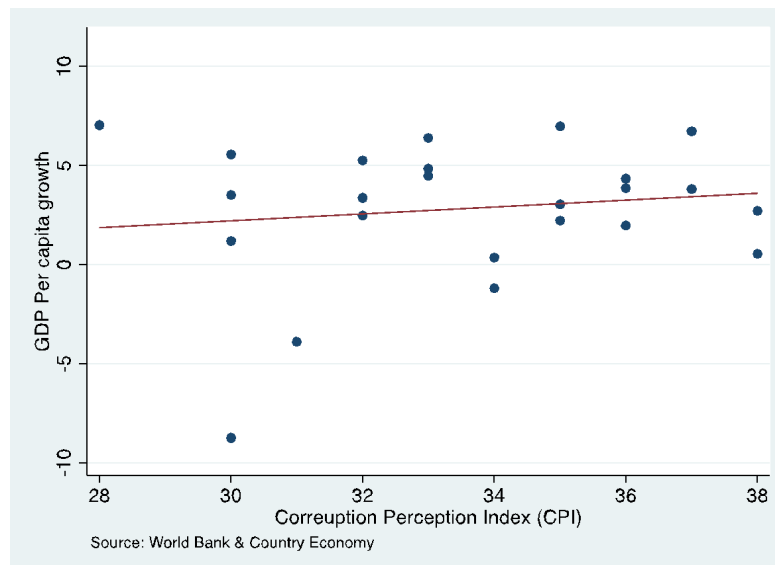
ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมในส่วนนี้จะกล่าวถึงตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางการเมือง 3 ตัวที่จะส่งผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (Corruption perception index) ดัชนีเสรีภาพพลเมือง (Civil liberties index) และ ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม (Rule of law index)

1) **ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (Corruption perception index)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิจาก Country Economies ที่บ่งชี้ถึงระดับความทุจริตในภาครัฐ โดยทั่วไปแล้วมักวัดจากการใช้อำนาจสาธารณะในทางที่ผิดเพื่อรายได้ส่วนตัว โดยตัวเลขยิ่งต่ำ ยิ่งหมายถึงระดับความทุจริตมาก (0 ถึง 100) โดยสำหรับประเทศไทยมีข้อมูลรวมทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ระหว่างปี 1993 ถึง 2019 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.79 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 28 ในปี 1993 และค่าสูงสุดเท่ากับ 38 ในปี 2014 จากรูปที่ 9.70 จะเห็นได้ว่าดัชนี CPI ของประเทศไทยมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้จะอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ แต่ก็สะท้อนว่าภาพลักษณ์ของประเทศไทยในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญมีแนวโน้มดีขึ้น

รูปที่ 9. 70 ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI) ช่วงระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019



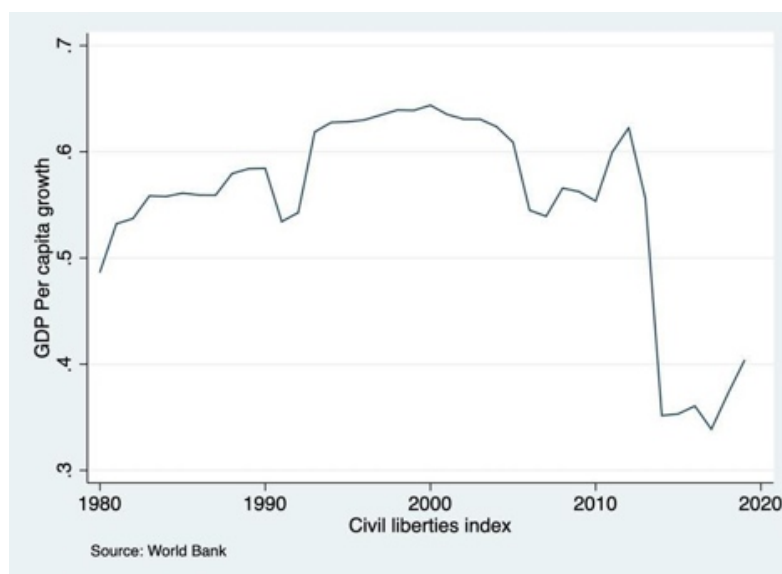
รูปที่ 9. 71 ดัชนีภาพลักษณ์คอร์รัปชัน (CPI) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1993 ถึงปี 2019



จากรูปที่ 9.71 สังเกตได้ว่าเส้น regression มีความชันเป็นบวก ซึ่งตรงกับการคาดการณ์ที่ว่า ตัวแปร CPI จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

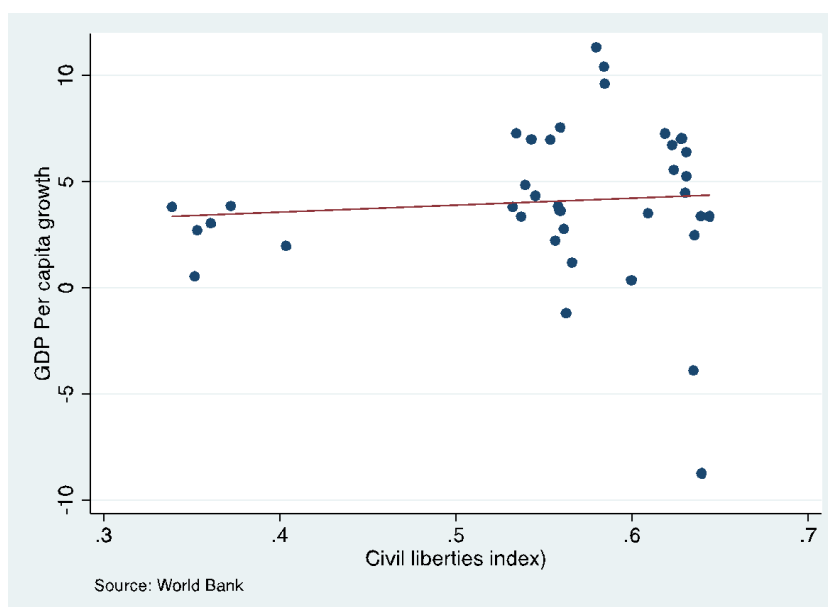
2) **ดัชนีเสรีภาพพลเมือง (civil liberties index)** เป็นข้อมูลทฤษฎีภูมิที่ได้จาก World Bank โดยข้อมูลของไทยเริ่มต้นจากปี 1980 ถึงปี 2019 รวมทั้งหมด 40 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.552 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.339 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.644 (ยิ่งสูงหมายถึงประเทศยิ่งมีเสรีภาพพลเมืองสูง)

รูปที่ 9. 72 ดัชนีเสรีภาพพลเมือง ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019



จากรูปที่ 9.72 สังเกตได้ว่าดัชนีเสรีภาพพลเมือง ของไทยค่อย ๆ ปรับตัวดีขึ้นในทศวรรษ 1980 แต่ตกลงในช่วงปี 1992 เมื่อมีการทำรัฐประหาร หลังจากนั้นปรับตัวขึ้นมามีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.644 และค่อนข้างคงที่ในช่วงปี 1991 ถึง 2004 จนกระทั่งช่วงที่เกิดความวุ่นวายทางการเมืองและเกิดรัฐประหารในปี 2006 และค่อย ๆ ปรับตัวดีขึ้นจนดัชนีปรับตัวมาใกล้ 0.6 ในปี 2013 แต่แล้วเมื่อมีการรัฐประหารอีกครั้งในปี 2014 ดัชนีเสรีภาพพลเมือง ได้มีการปรับลดลงอย่างมากจากราว 0.6 เหลือเพียงราว 0.35 และปรับเพิ่มขึ้นเล็กน้อยมาอยู่ที่ราว 0.4 ในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่า ทุกครั้งที่มีการทำรัฐประหาร ดัชนีเสรีภาพพลเมืองจะลดลงทันที เนื่องจากการทำรัฐประหาร อาจจะทำให้ประชาชนมองว่าเป็นการขัดสิทธิเสรีภาพของประชาชน เช่นการออกพรบ.ฉุกเฉินห้ามรวมกลุ่มเพื่อทำการประท้วง เป็นต้น

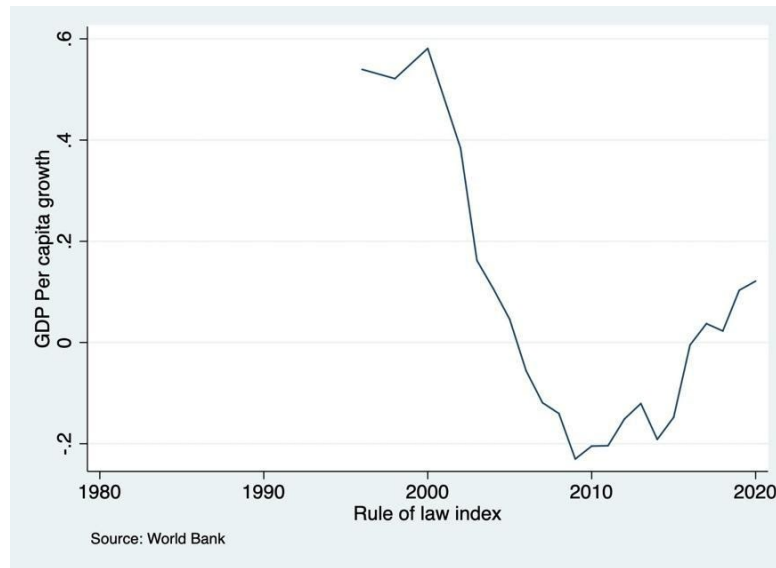
รูปที่ 9. 73 ดัชนีเสรีภาพพลเมือง และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1980 ถึงปี 2019



จากรูปที่ 9.73 จะสังเกตได้ว่าการกระจายตัวของค่าดัชนีเสรีภาพพลเมือง มีการกระจายตัวแยกเป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจน โดยกลุ่มใหญ่สะท้อนปีที่มีค่าดัชนีเสรีภาพพลเมืองสูงกว่า 0.5 และกลุ่มเล็กๆคือช่วงปีที่มีการกระจายตัวอยู่ประมาณ 0.4 หรือต่ำกว่า เมื่อพิจารณาเส้นแนวโน้มความสัมพันธ์จะเป็นบวกเล็กน้อย ซึ่งตรงกับการคาดการณ์ที่ว่าค่าดัชนีเสรีภาพพลเมืองนี้จะมีความสัมพันธ์เป็นบวกต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจ

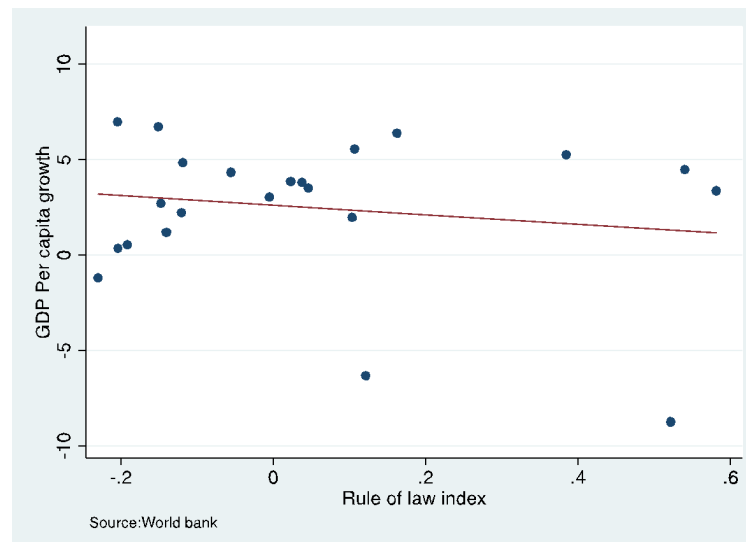
3) **ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม (Rule of law index)** เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จาก world bank โดยข้อมูลของประเทศไทยมีทั้งหมด 22 ตัวอย่าง เริ่มต้นจากปี 1996 ถึงปี 2020 โดยในช่วง 1996 ถึง 2001 ข้อมูลจะเป็นแบบปีเว้นปี และหลังจาก 2001 จะมีข้อมูลทุกปี โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.048 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.252 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.23 ในปี 2009 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.581 ในปี 2000

รูปที่ 9. 74 ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม ช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.74 สังเกตได้ว่า ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรมของไทยลดลงอย่างมีนัยสำคัญช่วงระหว่างปี 2001 ที่มีค่าราว 0.5 ซึ่งพบว่าเป็นช่วงที่ใกล้เคียงกับการแก้ไขรัฐธรรมนูญในปี 2002 และมีค่าต่ำสุดในปี 2009 และมีการปรับตัวขึ้นมา อย่างไรก็ตามก็ยังคงถือว่าอยู่ในค่าที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับช่วงต้นของชุดข้อมูล โดยปัจจัยที่ทำให้ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม ของไทยมีค่าต่ำคือ ปัจจัยย่อยด้านสิทธิส่วนบุคคล

รูปที่ 9. 75 ดัชนีชี้วัดหลักนิติธรรม และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ช่วงระหว่างปี 1996 ถึงปี 2020



จากรูปที่ 9.75 สังเกตได้ว่าเส้นแนวโน้มความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งไม่ตรงกับการคาดการณ์ ด้วยเหตุที่หลักนิติธรรมให้ความสำคัญกับการคุ้มครองสิทธิเสรีภาพของประชาชน จึงเป็นหลักการที่สัมพันธ์กับหลักสิทธิมนุษยชนและการปกครองระบอบประชาธิปไตย ซึ่งจะช่วยสร้างบรรยากาศของการลงทุนในงานวิจัยและการเพิ่มผลผลิตของประเทศ

## บทที่ 10

### ระเบียบวิธีวิจัยและผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ (Time Series)

การวิเคราะห์เชิงประจักษ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูล Panel 23 ประเทศส่วนที่ 2 มีจุดเด่นในการเพิ่มจำนวนข้อมูล (Observation) ในกรณีที่ข้อมูลแยกราชประเทศมีจำนวนไม่มาก อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวก็มีข้อจำกัดคือ แม้จะมีการควบคุมความแตกต่างระหว่างประเทศ (Heterogeneity) ด้วย Fixed หรือ Random effects แล้ว แต่หากกลุ่มประเทศที่ทำการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันมากเกินไปก็อาจเป็นเหตุให้ค่าสัมประสิทธิ์ของผลกระทบของการวิจัยและพัฒนาต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศมีความเอนเอียงได้ เพื่อขจัดปัญหาความแตกต่างของแต่ละประเทศในชุดข้อมูล Panel ดังกล่าว และเพื่อที่จะสามารถศึกษาประเทศไทยโดยเฉพาะด้วยการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับ R&D ที่ละเอียดขึ้น ในบทที่ 10 นี้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจด้วยข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทย โดยการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Time-series analysis) อย่างไรก็ตาม การสร้างแบบจำลองจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกใช้ตัวแปรภายในที่มีความสัมพันธ์กันอย่างแท้จริง ดังนั้นตัวแปรควบคุมที่ใช้ในกรณีนี้จึงน้อยกว่ากรณีของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Panel ทั้งนี้ บทที่ 10 นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนที่ 10.1 จะสรุปวิธีการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Time-series analysis) และในส่วนที่ 10.2 จะแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

#### 10.1 วิธีทางเศรษฐมิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนา และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

การวิเคราะห์ในส่วนที่สามนี้ ด้วยข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทย จะใช้แบบจำลองหลักคือ Vector Error Correction Model (VECM) เพื่อประมาณการความสัมพันธ์ทั้งในระยะสั้น และระยะยาว หรือการหา Cointegration โดยนอกเหนือจากแบบจำลองหลักแล้ว ในการศึกษาี้ยังทำการทดสอบ unit root ตลอดจนเลือกค่าความล่าช้า (Lag length selection) ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุด ตามระเบียบวิธีที่แสดงใน Enders (2014) โดยในส่วนที่ 10.1.1 อธิบายโดยสังเขปเกี่ยวกับการทำ Unit root test ส่วนที่ 10.1.2 อธิบาย Vector Error Correction Model (VECM) หรือ The Cointegrated VAR Approach ส่วนที่ 10.1.3 แสดงการเลือกความล่าช้า (lags) ส่วนที่ 10.1.4 อธิบายเกี่ยวกับการกำหนดจำนวน Error correction term และตรวจสอบความสัมพันธ์แบบ Cointegration ในส่วนที่ 10.1.5 จะทำการทดสอบสมมติฐานอื่น ๆ ของแบบจำลอง และส่วนสุดท้าย ส่วนที่ 10.1.6 จะอธิบายโดยสังเขปเกี่ยวกับการวิเคราะห์ Policy Experiment หลังการวิเคราะห์แบบจำลอง

### 10.1.1 Unit root test

กล่าวโดยสังเขป ความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไป อาทิ  $y_t$  และ  $x_t$  จะมี Cointegration เมื่อตัวแปรเหล่านั้นมี unit root หรือเรียกว่าข้อมูลนั้นมี integrated of order 1 เขียนย่อๆว่า I(1) กล่าวคือ ตัวแปรนั้นต้องถูก difference 1 ครั้งเพื่อให้ตัวแปรนั้นไม่มี trend หรือมีความนิ่ง (stationary) และจะมีบางเวกเตอร์  $A$  ที่ทำให้  $y_t - Ax_t$  มีความนิ่ง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดสอบในเบื้องต้นว่าตัวแปรที่ทำการศึกษา เช่น R&D และการขยายตัวของ GDP มี unit root หรือเป็น I(1) หรือไม่ โดยการทดสอบ Augmented Dickey Fuller unit root test ซึ่งมีสมมติฐานหลักสำหรับอนุกรมเวลา  $y_t$  ใดๆ คือ  $H_0: y_t$  มี unit root หรือ  $y_t = \beta_0 + y_{t-1} + u_t$  ต่อสมมติฐานรอง  $H_1: y_t$  มีลักษณะนิ่ง (Stationary) หรือ  $y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \alpha y_{t-1} + u_t$  เมื่อ  $|\alpha| < 1$  โดยทดสอบจากสมการที่ (10.1)

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \gamma y_{t-1} + \delta(\text{lags of } \Delta y_t) + \varepsilon_t \quad (10.1)$$

อย่างไรก็ดี หากอนุกรมเวลาไม่ปรากฏแนวโน้ม (trend) ก็สามารถทดสอบโดยไม่ใช้พจน์  $\beta_1 t$  ได้ ( $\beta_1 = 0$ ) ในทำนองเดียวกัน สำหรับอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์สามารถละเว้นการใส่พจน์  $\beta_0$  ( $\beta_0 = 0$ ) ในสมการดังกล่าวได้เช่นกัน ในทางปฏิบัติ สมการดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบว่า  $\gamma = 0$  หรือไม่ ภายใต้สมมติฐานหลัก

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลอนุกรมเวลาทางเศรษฐศาสตร์มหภาคมักมี unit root หรือมี trend นั่นคือ ค่าเฉลี่ยจะเปลี่ยนไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ส่วนถัดไปจะอธิบายถึงการสร้างแบบจำลอง และการหาความสัมพันธ์ในระยะยาวระหว่างการขยายตัวทางเศรษฐกิจกับการลงทุนภาค R&D ด้วยแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM)

### 10.1.2 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) โดยวิธี Vector Error Correction Model (VECM) หรือ The Cointegrated VAR Approach

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทยในบั้นนี้ จะใช้แบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) เหตุผลที่แบบจำลอง VECM ถูกเลือกมาใช้วิเคราะห์ เกิดจากการพิจารณาผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการขยายตัวจากภายในระบุว่าอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระหลายตัวแปร ดังนั้นแบบจำลองกลุ่ม Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) ซึ่งอธิบายรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจด้วยอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในอดีต



เองและค่าความคลาดเคลื่อนเท่านั้น ส่งผลให้ตัวแปรอื่นๆถูกละทิ้งไปในการอธิบายตัวแปรตามนั้น ๆ ซึ่งอาจจะไม่ตอบโจทย์ทางเศรษฐศาสตร์ที่มักจะต้องการทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังนั้น จะเหลือแบบจำลองทางเศรษฐมิติของชุดข้อมูลหลายตัวแปรต่อไปนี้ที่จะมาพิจารณาต่อไป อันได้แก่ Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL), Vector Autoregressive Model (VAR) แบบ level และ first-difference , และ Vector Error Correction Model (VECM)

2. ตัวแปรที่ทำการศึกษาเป็นตัวแปรระดับมหภาค ซึ่งส่วนใหญ่มี Unit root หรือเป็น  $I(1)$  กล่าวคือไม่มีลักษณะนิ่งหรือ Non-stationary (Nelson & Plosser, 1982) ดังนั้นแบบจำลอง Vector Autoregressive Model (VAR) แบบ level ที่ไม่ได้ทำการ first-difference แต่ละตัวแปร จึงไม่มีความเหมาะสม (Shrestha & Bhatta, 2018)

3. สมมติฐานจากทฤษฎีการขยายตัวจากภายในทำให้เกิดสมมติฐานว่าการวิจัยและพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจควรมีความสัมพันธ์กันในระยะยาวหรือ Cointegration ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วย Vector Autoregressive Model (VAR) แบบ first-difference

4. Shrestha and Bhatta (2018) ระบุว่าในกรณีของความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างตัวแปรมหภาค (Cointegration) จะสามารถพิจารณาได้ทั้งแบบจำลอง Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL) ซึ่งพิจารณาทีละสมการ และ Vector Error Correction Model (VECM) ซึ่งพิจารณาหลายสมการพร้อมกัน ในรูปเวกเตอร์-เมทริกซ์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผู้วิจัยต้องการศึกษาแบบจำลองที่เป็นระบบของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันแบบป้อนกลับ (Feedback) ในรูปแบบของเวกเตอร์ของตัวแปรตาม เช่นในการทำ Impulse response analysis ซึ่งจะได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่ 10.1.6

กล่าวโดยสรุป Vector Error Correction Model (VECM) เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วยตัวแปรภายในหลายตัวแปร เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลที่มี Unit root และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างตัวแปรแบบ Cointegration ได้หลายสมการพร้อมกันอย่างเป็นระบบ

ในลำดับถัดไปจะนำเสนอทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) โดยมีกระบวนการ ดังนี้

1. สร้างสมการทางเศรษฐมิติซึ่งมีพื้นฐานการสร้างอยู่บนเวกเตอร์ของกลุ่มตัวแปรที่สนใจ โดยที่เวกเตอร์นั้นจะถูกอธิบายเวกเตอร์ตัวแปรอิสระซึ่งเป็น Lag ของเวกเตอร์ดังกล่าวเอง เรียกสมการพื้นฐานนี้ว่า Vector Autoregressive Model (VAR) โดยกำหนดให้  $w_t = (y_{1t} \dots y_{kt})'$  เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรภายใน  $I(1)$  และสามารถเขียนในรูปของ Vector autoregressive ลำดับที่  $p$  หรือ VAR ( $p$ ) ได้ดังสมการที่ (10.2)

$$w_t = \mu_t + \pi_1 w_{t-1} + \pi_2 w_{t-2} + \cdots + \pi_p w_{t-p} + \varepsilon_t \quad (10.2)$$

2. ดำเนินการจัดรูปสมการที่ (10.2) เพื่อให้ได้สมการที่สามารถตีความได้ในทางปฏิบัติโดยการลบด้วย  $w_{t-1}$  ทั้งสองข้างสมการ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \Delta w_t &= \mu_t + (\pi_1 - I)w_{t-1} + \pi_2 w_{t-2} + \cdots + \pi_p w_{t-p} + \varepsilon_t \\ &= \mu_t + (\pi_2 + \pi_1 - I)w_{t-1} - \pi_2(w_{t-1} - w_{t-2}) + \pi_3 w_{t-3} + \cdots + \pi_p w_{t-p} + \varepsilon_t \\ &= \mu_t + (\pi_3 + \pi_2 + \pi_1 - I)w_{t-1} - (\pi_3 + \pi_2)(w_{t-1} - w_{t-2}) - \pi_3(w_{t-2} - w_{t-3}) \\ &\quad + \pi_4 w_{t-4} \dots + \pi_p w_{t-p} + \varepsilon_t \\ &\quad \dots \\ &= \mu_t + \pi w_{t-1} - \phi_1 \Delta w_{t-1} - \phi_2 \Delta w_{t-2} - \cdots - \phi_{p-1} \Delta w_{t-(p-1)} + \varepsilon_t \\ &= \mu_t + \pi w_{t-1} - \sum_{i=1}^{p-1} \phi_i \Delta w_{t-i} + \varepsilon_t. \end{aligned} \quad (10.3)$$

เมื่อ  $\pi = (\sum_{j=1}^{j=p} \pi_j - I)$  และ  $\phi_i = -\sum_{j=i+1}^p \phi_j$

3. สมการที่ (10.3) แสดงถึง Vector Error Correction Model (VECM) จะเห็นได้ว่าจำนวน Lag ที่เป็นตัวแปรอิสระในสมการ VECM สมการที่ (10.3) นี้ จะต่ำกว่ากรณีของสมการ VAR สมการที่ (10.2) อยู่ 1 lag

ในการตีความผลลัพธ์ที่ได้จากสมการที่ (10.3) จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ส่วนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ในระยะยาว (Long-run relationship) หรือ  $\pi w_{t-1}$  และส่วนที่แสดงถึงพลวัตในระยะสั้น (Short-run dynamics) หรือ  $-\sum_{i=1}^{p-1} \phi_i \Delta w_{t-i}$  ซึ่งส่วนที่น่าสนใจสำหรับการตีความแบบจำลอง VECM คือส่วนแสดงความสัมพันธ์ในระยะยาว จากสมการที่ (10.3) จะเขียนได้ว่า

$$\pi w_{t-1} = \alpha \beta w_{t-1} \quad (10.4)$$

เมื่อ  $\alpha$  คือ เวกเตอร์ของสัมประสิทธิ์อัตราการเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว (Speed of convergence) และ  $\beta w_{t-1}$  เป็น Error correction term ของแบบจำลอง

กล่าวได้ว่า ระบบจะมีดุลยภาพ (Equilibrium) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัวแปรในระยะยาว แต่เมื่อใดก็ตามที่ระบบเสียสมดุล หรือค่าของตัวแปรหลุดออกไปจากค่าที่ดุลยภาพ ซึ่งแสดงด้วยเทอม  $\beta w_{t-1}$  หรือที่ถูกต้องเรียกว่า Error correction term สะท้อนให้เห็นค่าความคลาดเคลื่อน

(Error) จากดุลยภาพในระยะยาวในปัจจุบัน ในกรณีนี้แบบจำลองจะแก้ไขเพื่อให้ระบบเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวอยู่เสมอ จึงเป็นที่มาของชื่อของแบบจำลองดังกล่าว โดยความเร็วของการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ดุลยภาพขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว (Speed of Convergence) หรือ  $\alpha$  ในสมการที่ (10.4) ทำให้ในท้ายที่สุด แบบจำลองดังกล่าวจะพยากรณ์ว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะผันผวนอยู่ในวงแคบๆ รอบจุดดุลยภาพ เนื่องจากแบบจำลองมีกลไกในการแก้ไขความคลาดเคลื่อนทันทีทันใด

### 10.1.3 การเลือกค่าความล่าช้า (Lag length selection) ของแบบจำลอง

ดังที่ปรากฏในส่วนที่ 10.1.2 จะเห็นได้ว่าแบบจำลอง VECM คือ VAR (p-1) แบบ first difference ที่มี error correction term รวมด้วย ดังนั้นในทางปฏิบัติ การเลือกค่าความล่าช้าสามารถกระทำได้ด้วย

1. สร้างแบบจำลอง VAR (p) แบบ *first difference* ดังสมการที่ (10.5)

$$\Delta w_t = \mu_t + \pi_1 \Delta w_{t-1} + \pi_2 \Delta w_{t-2} + \cdots + \pi_p \Delta w_{t-p} + \varepsilon_t \quad (10.5)$$

2. เลือกค่าความล่า p ที่ทำให้ค่าต่อไปนี้มีค่าน้อยที่สุด ได้แก่

2.1 Akaike information criterion (AIC) =  $2(k/T) - 2\ln(LL/T)$  เมื่อ k คือจำนวนพารามิเตอร์ของแบบจำลอง และ LL คือค่า log-likelihood ของ VAR (p)

2.2 Schwarz information criterion (SIC) หรือ Bayesian information criterion (BIC) =  $-2(LL/T) + k(\ln(n)/T)$  เมื่อ n คือจำนวน observation

2.3 Hannan Quinn information criterion (HQC) =  $-2(LL/T) + 2k(\ln(\ln(n)))/T$

ในทางปฏิบัติอาจมีความเป็นไปได้ว่าแต่ละเกณฑ์ให้ค่าความล่าช้าที่แตกต่างกัน เช่น AIC มักเลือกความล่าช้าที่ลำดับสูงกว่า SIC ในกรณีนี้อาจนำแบบจำลองที่คัดเลือกเบื้องต้นมาทดสอบ Likelihood ratio test ระหว่าง  $H_0$ : VAR (p) หรือแบบจำลองที่มีข้อจำกัด (restricted model) และ  $H_1$ : VAR (p+q) หรือแบบจำลองที่ไม่มีข้อจำกัด (unrestricted model) ดังสมการที่ (10.6)

$$LR = dof.c. [\ln|\hat{\Omega}_R| - \ln|\hat{\Omega}_U|] \quad (10.6)$$

โดยที่  $dof.c. = n - k_{UE}$

เมื่อ  $k_{UE}$  แทน จำนวนค่าพารามิเตอร์ในแต่ละสมการใน VAR (p+q)

$\hat{\Omega}_R, \hat{\Omega}_U$  แทน ค่าดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ของความแปรปรวนร่วมเกี่ยวของส่วนที่เหลือจากตัวอย่างของแบบจำลอง VAR (p) และ VAR (p+q) ตามลำดับ (Determinant of Residual covariance)

หลังจากขั้นตอนเหล่านี้จะทำให้ได้ VAR (p) สำหรับ  $p \in N$  เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก VECM เทียบเท่ากับ VAR (p-1) ค่าความล่าช้าที่จะใช้จริงในแบบจำลองที่ศึกษาด้วย VECM คือ p-1

#### 10.1.4 การกำหนดจำนวน Error correction term และตรวจสอบความสัมพันธ์แบบ Cointegration

ในทางทฤษฎี มีความเป็นไปได้เกี่ยวกับค่าลำดับชั้น (rank:  $\rho$ ) ของเมทริกซ์  $\pi$  ดังต่อไปนี้

1.  $\rho(\pi) = 0$  เป็นกรณีที่ไม่มีความสัมพันธ์ระยะยาวหรือไม่มี Cointegration ของตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง ( $y_i$ )
2.  $\rho(\pi) = r$  เมื่อ  $1 \leq r \leq k - 1$  เป็นกรณีที่มี r ความสัมพันธ์ระยะยาวหรือมี Cointegration ของ  $y_i$  ในกรณีนี้จำเป็นต้องสร้างแบบจำลอง VECM ที่มี Error correction term ทั้งหมด r ตัวในแต่ละ k สมการ
3.  $\rho(\pi) = k$

ทั้งนี้ วิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบความเป็นไปได้ของค่าลำดับชั้น และ Eigenvectors ของ  $\pi$  ดังกล่าว สามารถกระทำได้โดยการทดสอบ Johansen cointegration test ซึ่งเป็นแบบ Likelihood ratio test ที่มีรูปแบบการกระจายแบบพิเศษ และดำเนินการทดสอบแบบเป็นลำดับชั้น (Sequential test) กล่าวคือจะทดสอบสมมติฐาน

$H_0$ : ไม่มีความสัมพันธ์ระยะยาว หรือ  $\rho(\pi) = 0$  ซึ่งหากถูกปฏิเสธหรือค่า Trace statistic สูงกว่าค่าวิกฤต (Critical value) จะทดสอบสมมติฐานต่อไป คือ

$H_0$ : มีความสัมพันธ์ระยะยาวกันทั้งหมดไม่เกิน 1 สมการ (Cointegrating equation) หรือ  $\rho(\pi) = 1$  หากถูกปฏิเสธจะทดสอบต่อไปโดย

$H_0$ : มีความสัมพันธ์ระยะยาวกันทั้งหมดไม่เกิน 2 สมการ (Cointegrating equations) หรือ  $\rho(\pi) = 2$  และทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าจะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานได้

นอกจากนี้ในการทดสอบ Johansen cointegration test และการสร้างแบบจำลอง VECM จำเป็นที่จะต้องเลือก 1 กระบวนการเชิงกำหนด จากทั้งหมด 5 สมการ ดังแสดงในตารางที่ 10.1

ตารางที่ 10. 1 ประเภทของกระบวนการเชิงกำหนดในแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM)

| No. | Title                 | Formula                                                                                                          |
|-----|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | No trend              | $\Delta w_t = \alpha\beta'w_{t-1} + \phi(L)\Delta w_t + \varepsilon_t$                                           |
| 2   | Restricted constant   | $\Delta w_t = \alpha(\mu_1 + \beta'w_{t-1}) + \phi(L)\Delta w_t + \varepsilon_t$                                 |
| 3   | Unrestricted constant | $\Delta w_t = \mu_0 + \alpha(\mu_1 + \beta'w_{t-1}) + \phi(L)\Delta w_t + \varepsilon_t$                         |
| 4   | Restricted trend      | $\Delta w_t = \mu_0 + \alpha(\mu_1 + \delta_1t + \beta'w_{t-1}) + \phi(L)\Delta w_t + \varepsilon_t$             |
| 5   | Unrestricted trend    | $\Delta w_t = \mu_0 + \delta_0t + \alpha(\mu_1 + \delta_1t + \beta'w_{t-1}) + \phi(L)\Delta w_t + \varepsilon_t$ |

โดยทั่วไปแล้ว สมการที่ 1 และ 5 มักไม่นิยมใช้ ขณะที่สมการที่ 2 เหมาะสำหรับตัวแปรที่ไม่มีแนวโน้ม (trend) และมีค่าเฉลี่ยที่ศูนย์ สมการที่ 3 เหมาะสำหรับตัวแปรที่มีแนวโน้ม (Trend) และมี Unit root ในทุกตัวแปร ซึ่งเป็นที่นิยมและพบได้บ่อยมากที่สุด ส่วนสมการที่ 4 เหมาะสำหรับตัวแปรที่มีแนวโน้ม (Trend) และมี Unit root ในบางตัวแปร

โดยสรุปแล้ว ในการสร้างแบบจำลองแบบ VECM นั้น จะต้องเลือกค่าความล่าช้าหรือ Lag length กำหนด Deterministic process และเลือกจำนวน Error correction term ดังผลที่ปรากฏจากการทดสอบ Johansen cointegration test โดยผลที่ได้จากการคำนวณ Cointegration equation(s) คือความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างตัวแปรที่กำหนดในแบบจำลองนั่นเอง

#### 10.1.5 การทดสอบสมมติฐานอื่นๆ ของแบบจำลอง

นอกจากการศึกษานี้จะทำการสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างเป็นระบบแล้ว ยังมีการทดสอบสมมติฐานของแบบจำลองเพื่อทดสอบ robustness และ precision ของการประมาณการของสัมประสิทธิ์ ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบหลักทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

ก. การทดสอบการกระจายปกติของตัวรบกวนหรือค่าความเคลื่อน (Disturbance or error term) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง VECM มีการกระจายตัวแบบปกติหรือไม่ ซึ่งเป็นสมมติฐานหลักในการประมาณการแบบจำลอง (Johansen, 1995) ประกอบด้วยตัวสถิติทดสอบ (Test statistics) 3 ประเภท ได้แก่ สถิติความเบ้ (Skewness statistic) สถิติความโด่ง (Kurtosis statistic) และสถิติ Jarque-Bera ซึ่งสถิติสุดท้ายคือการทดสอบความเบ้และ

ความโด่งของการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนพร้อมกัน โดยทั้ง 3 สถิตินี้ดังกล่าวสามารถนำเสนอได้ทั้งแบบแยกรายสมการ หรือรวมกันของทุกสมการ

**ข. การทดสอบ Lagrange Multiplier เพื่อหาสหสัมพันธ์อัตโนมัติ (Autocorrelation) ของส่วนที่เหลือ (Residual)** โดยมีสมมติฐานหลัก (Null hypothesis) ว่าไม่มีสหสัมพันธ์อัตโนมัติของส่วนที่เหลือในลำดับ Lag ที่กำหนดตั้งแต่ 1 ไปจนถึงจำนวน Lag มากที่สุดที่ต้องการทดสอบ ซึ่งแบบจำลองที่ดีไม่ควรมีสหสัมพันธ์อัตโนมัติของส่วนที่เหลือ

**ค. การทดสอบความมีเสถียรภาพของแบบจำลอง VECM** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าแบบจำลอง VECM ที่ประมาณการมานั้นมีเสถียรภาพหรือไม่ โดยสมมติฐานหลักที่ต้องการคือความมีเสถียรภาพ โดยในแบบจำลองที่มีตัวแปรภายใน K ตัว และเวกเตอร์ของ Cointegration r เวกเตอร์ จะได้ K-r moduli ของ Companion matrix ของแบบจำลอง โดยรากที่แท้จริง (Real roots) ของเมทริกซ์ดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในวงกลมหนึ่งหน่วย หรือไม่เกิน 1 จึงจะผ่านการทดสอบความมีเสถียรภาพดังกล่าวในทางปฏิบัติ กำหนดเกณฑ์ดังกล่าวที่ไม่เกิน 0.95 (StataCorp, 2021)

#### 10.1.6 การวิเคราะห์ Policy Experiment หลังการวิเคราะห์แบบจำลอง

ภายหลังการวิเคราะห์แบบจำลอง VECM และศึกษาความสัมพันธ์ Cointegration แล้ว การศึกษานี้จะใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองดังกล่าวมาวิเคราะห์ Policy Experiment หรือ Impulse response analysis เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (Shock) เชิงนโยบายต่อการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยที่มีผลต่อการขยายตัวของ GDP

Lütkepohl (2005) กำหนดให้ VAR (p)<sup>17</sup> เป็นดังนี้

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t$$

$$y_t = (y_{1t} \ y_{2t} \ \dots \ y_{Kt})'$$

สำหรับจำนวนตัวแปรภายใน K ตัว และ  $A_p$  เป็นเมทริกซ์ขนาด K x K สำหรับค่าพารามิเตอร์ของแต่ละ lag p โดย StataCorp (2021) ได้ดัดแปลงสมการดังกล่าวให้มีตัวแปรภายนอก  $x_t$  จำนวน M ตัว และเมทริกซ์สัมประสิทธิ์ B ขนาด K x M ดังนี้

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + Bx_t + u_t$$

<sup>17</sup> เนื่องจาก VECM (p-1) มีพื้นฐานมาจากการดัดแปลงสมการ VAR (p) ในส่วนนี้จะอธิบายทฤษฎีการพยากรณ์จากสมการ VAR ตามคำอธิบายของ Lütkepohl (2005) โดยไม่คำนึงถึง Deterministic process เพื่อความสะดวกในการอธิบาย

เมื่อ  $v$  คือเวกเตอร์ขนาด  $K \times 1$  ของพารามิเตอร์ของ Intercept เมื่อแทนค่าในสมการด้วยค่าประมาณการแล้ว จะสามารถหาค่าพยากรณ์ของ  $y_t$  โดยมีกรอบเวลาพยากรณ์ (Forecast horizon) เท่ากับ  $h$  จะได้

$$y_t(h) = \hat{v} + \hat{A}_1 y_t(h-1) + \dots + \hat{A}_p y_t(h-p) + \hat{B} x_t$$

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ Policy experiment คือการวิเคราะห์เชิงพลวัต (Dynamic forecasting) รูปแบบหนึ่ง แต่มีข้อจำกัดคือจะต้องมีการกำหนดสมมติฐานเกี่ยวกับการกระตุ้นเชิงนโยบายต่อตัวแปร R&D และศึกษาผลกระทบต่อการตอบสนองของตัวแปรที่สนใจ เช่น อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ภายใต้กรอบเวลาพยากรณ์ ( $h$ ) ต่าง ๆ ในอนาคต ซึ่งจากสมการที่กล่าวข้างต้นก็คือตัวแปร  $y_t(h)$  นั่นเอง

ทั้งนี้ การพิจารณาความถูกต้องของการพยากรณ์สามารถดูได้จาก Covariance matrix ของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนแบบ mean square error หรือ MSE จากการพยากรณ์โดยตรง และส่วนที่มาจากการใช้ค่าประมาณการ (estimates) ของพารามิเตอร์แทนที่จะใช้ค่าที่แท้จริงในการพยากรณ์ ในทางทฤษฎี โดยสามารถสรุปเป็นสูตร ดังนี้

$$\widehat{\Sigma_y(h)} = \left(\frac{T}{T-d}\right) \sum_{i=0}^{h-1} \hat{\Phi}_i \hat{\Omega} \hat{\Phi}_i'$$

เมื่อ  $T$  คือจำนวน observation ของข้อมูล  $d$  คือค่า degree of freedom  $\hat{\Phi}_i$  คือค่าเมทริกซ์จากฟังก์ชัน impulse response และ  $\hat{\Omega}$  คือค่าประมาณของ variance matrix ระหว่างสมการ

ทั้งนี้ข้อจำกัดคือเมทริกซ์ MSE ของการพยากรณ์สามารถมีค่าได้มากอย่างไม่จำกัดเขต (Unbounded) โดยช่วงการทำนายที่ค่าความเชื่อมั่น  $(1-\alpha)100\%$  (Prediction interval) สำหรับตัวแปรที่  $k$  ของเวกเตอร์  $y_t$  และกรอบเวลาพยากรณ์เท่ากับ  $h$  สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (10.7)

$$\widehat{y_{k,t(h)}} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \widehat{\sigma_k(h)} \quad (10.7)$$

เมื่อ  $z_{\frac{\alpha}{2}}$  คือ ค่าวิกฤตสำหรับการกระจายแบบปกติมาตรฐานที่  $(1-\alpha)100\%$  และ  $\widehat{\sigma_k(h)}$  คือ diagonal element ที่  $k$  ของ  $\widehat{\Sigma_y(h)}$  โดยสรุปแล้ว จะสามารถพิสูจน์ได้ว่า เมื่อกรอบเวลาพยากรณ์มีค่ามากขึ้น หรือ  $h \rightarrow \infty$  ดังนั้นความไม่แน่นอนของการพยากรณ์จะมากขึ้น เมื่อทำการคาดการณ์ในกรอบเวลาที่ยาวขึ้น

ขั้นตอนการวิเคราะห์ดังกล่าวจะถูกดัดแปลง และนำไปใช้สำหรับ Vector Error Correction Model (VECM) ที่ได้จากส่วนที่ 10.1.1 ถึง 10.1.4 ในทำนองเดียวกัน ด้วยการวิเคราะห์ของโปรแกรมทางสถิติเพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของตัวแปรอนุกรมเวลาในอนาคตของตัวแปรที่สนใจต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงนโยบายของการวิจัยและพัฒนา

## 10.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยพัฒนาและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ

### 10.2.1 การกำหนดรูปแบบสมการ (Specification) ภายในแบบจำลอง Vector Error Correction

ในการประมาณค่าผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ งานวิจัยนี้ใช้วิธีเดียวกันกับ Soete et al. (2020) และ Ziesemer (2020)<sup>18</sup> ผ่านการสร้างระบบสมการเพื่อประมาณค่าขนาดผลกระทบของตัวแปร R&D โดยใช้ตัวแปรจำนวน 4 ตัว ในการศึกษา ได้แก่ GDP, TFP, R&D และ spillovers

สำหรับตัวแปร R&D การวิเคราะห์ในส่วนนี้จะใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรรวมทั้งหมด (Patent registration) และจำนวนการจดสิทธิบัตรเฉพาะของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย (Patent registration, residents) เพื่อการประมาณค่าในแบบจำลอง VECM เนื่องจากเป็นตัวแปร R&D ที่มีอนุกรมเวลายาวที่สุด คือเริ่มเมื่อปี 1983 ในขณะที่ตัวแปรการวิจัยและพัฒนาอื่น ๆ จะเริ่มต้นในช่วงประมาณปี 1990 เป็นต้นไป การที่ความยาวของข้อมูลมีความสำคัญต่อการประมาณค่าในระบบ VECM เนื่องจาก ระบบดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่าจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการลดรูป (reduced-form system) อย่างเช่น ordinary least square หรือ panel regression ที่ถูกใช้ในส่วนที่ 2 การใช้ข้อมูลที่ยาวเพียงพอจะทำให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ มีความแปรปรวนที่ลดลงและรองรับการทดสอบ Robustness ในกรณีต่าง ๆ ได้

สำหรับตัวแปรที่ถูกใช้เป็นตัวแทนของ spillovers คือ ปริมาณสต็อกทุน FDI เนื่องจากสามารถเชื่อมโยงกับระดับการพัฒนาในด้านเทคโนโลยีของต่างประเทศได้ นอกจากนี้ ปริมาณสต็อกทุน FDI ยังมีแนวโน้มที่จะอธิบายพลวัตการเติบโตของเศรษฐกิจในอดีตได้ดีด้วย เนื่องจากพลวัตเศรษฐกิจในช่วงทศวรรษ 1990 ได้รับแรงขับเคลื่อนจากการเข้ามาตั้งฐานการผลิตเพื่อการส่งออกในหลายอุตสาหกรรม

ทั้งนี้ ตัวแปรทั้งหมดจะอยู่ในรูปของลอการิทึมเพื่อให้สัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าสามารถถูกตีความในลักษณะของอัตราการเปลี่ยนแปลงได้ทันที

<sup>18</sup> Soete et al. (2020) และ Ziesemer (2020) ประเมินผลกระทบของ R&D ทั้งภาครัฐและเอกชนต่อ Total Factor Productivity (TFP) และผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) โดยใช้กรณีศึกษาของประเทศเนเธอร์แลนด์ และประเทศญี่ปุ่น ในงานวิจัยดังกล่าว ผู้ศึกษาทดสอบสมมติฐานว่าตัวแปรการวิจัยและพัฒนาที่มีผลในการเพิ่ม GDP และ TFP รวมถึงมีผลดึงดูดการวิจัยจากต่างประเทศหรือไม่ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง Vector Error Correction ในการสร้างระบบสมการที่อธิบายพลวัตของข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร 6 ตัว ได้แก่ GDP, TFP, R&D ภาครัฐในประเทศ และต่างประเทศ R&D ภาคเอกชนในประเทศ และต่างประเทศ



### 10.2.2 ผลการทดสอบ Unit root test

จากการทดสอบ Unit Root ดังตารางที่ 10.2 พบว่าค่าสถิติในการทดสอบ ( $z(t)$ ) ของทุกตัวแปร ยกเว้นตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรมีค่าที่สูงกว่าค่าวิกฤตที่ระดับ 10% ทำให้ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) ที่ว่าตัวแปรนั้น ๆ มี unit root ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้ ดังนั้น ตัวแปรส่วนใหญ่จึงมี Unit Root ยกเว้นตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตร

ตารางที่ 10. 2 ผลการทดสอบ Unit Root โดย Augmented Dickey-Fuller Test

| ตัวแปร            | Test Statistic: $z(t)$ | 1% Critical Value | 5% Critical Value | 10% Critical Value |
|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| L_GDP             | -0.274                 | -4.233            | -3.536            | -3.202             |
| L_TFP             | -2.733                 | -4.251            | -3.544            | -3.206             |
| L_Patent          | -4.594                 | -4.251            | -3.544            | -3.206             |
| L_Patent_Resident | -5.392                 | -4.251            | -3.544            | -3.206             |
| L_FDI_Stock       | -1.104                 | -4.242            | -3.54             | -3.204             |

หมายเหตุ: ค่า  $z(t)$  คือสถิติที่ใช้ในการทดสอบ  $H_0$ : ตัวแปรที่พิจารณา มี Unit Root

อย่างไรก็ดี Ziesemer (2020) ตั้งข้อสังเกตว่า Unit Root Test อาจไม่มีความจำเป็นมากนักหากตัวแปรที่พิจารณามีลักษณะเป็น  $I(1)$  อยู่แล้ว

### 10.2.3 ผลการทดสอบการเลือกค่าความล่าช้า (Lag length selection) ของแบบจำลอง

จากการทดสอบจำนวนความล่าช้าที่เหมาะสมในระบบสมการ 4 ตัวแปร ในรูป log difference ด้วย Information Criteria ต่าง ๆ คือ AIC (Akaike Information Criteria), HIC (Hannan-Quinn Information Criteria) และ SIC (Schwarz Information Criteria) บ่งชี้ว่า Lag 1 เป็นค่าความล่าช้าที่เหมาะสมในระบบ VAR เพราะเป็นค่าความล่าช้าที่ทำให้ Information Criteria ต่าง ๆ มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระบบที่เลือกใช้ค่าความล่าช้าอื่น ๆ จึงอธิบายข้อมูลโดยรวมได้ดีที่สุด (ดูรายละเอียดการคำนวณของ Information Criteria ได้ในหัวข้อ 10.1.3) ค่าของ Information Criteria ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 10.3 โดย Lag 1 เป็นค่าความล่าช้าที่มีความเหมาะสมทั้งในระบบสมการที่ใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม (คอลัมน์ที่ 2-4) และจำนวนการจดสิทธิบัตรจากผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย (คอลัมน์ที่ 5-7)

ตารางที่ 10. 3 ค่าของ Information Criteria ต่าง ๆ และจำนวน Lag ที่เหมาะสมในระบบสมการ

| lag | VECM ที่ใช้การจดสิทธิบัตรรวม |           |           | VECM ที่ใช้การจดสิทธิบัตรจากภายในประเทศ |           |           |
|-----|------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------|-----------|-----------|
|     | AIC                          | HIC       | SIC       | AIC                                     | HIC       | SIC       |
| 0   | -8.67885                     | -8.61782  | -8.49746  | -6.83305                                | -6.77202  | -6.65166  |
| 1   | -9.49329*                    | -9.18812* | -8.58632* | -7.90125*                               | -7.59608* | -6.99428* |
| 2   | -9.02489                     | -8.47559  | -7.39234  | -7.8591                                 | -7.3098   | -6.22655  |
| 3   | -8.75888                     | -7.96544  | -6.40075  | -7.79155                                | -6.99811  | -5.43341  |
| 4   | -8.83922                     | -7.80165  | -5.75551  | -7.56052                                | -6.52294  | -4.47681  |

หมายเหตุ: เครื่องหมาย \* ระบุ lag ที่เหมาะสมของ Information Criteria ต่าง ๆ

ดังนั้น การทดสอบต่าง ๆ และการประมาณค่าแบบจำลอง VECM ในบทนี้ จะอ้างอิงกับระบบ VECM ที่ประมาณค่าจาก lag 1

#### 10.2.4 ผลการกำหนดจำนวน Error correction term และการตรวจสอบความสัมพันธ์แบบ Cointegration

ในการทดสอบ Johansen Cointegration Test ได้มีการกำหนดรูปแบบของสมการในลักษณะของ Restricted Trend ดังแสดงในตารางที่ 10.1 ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบโดย Soete et al. (2020) และ Ziesemer (2020) ที่ใช้ Restricted Trend ในการประมาณค่าแบบจำลอง VECM ด้วยการที่ข้อมูล GDP, TFP และจำนวนการจดสิทธิบัตรมีแนวโน้มเติบโตตามกาลเวลา สะท้อนว่าตัวแปรต่าง ๆ มีแนวโน้มเติบโตตามเวลาด้วยเช่นกัน ดังนั้น การทำ detrend ผ่านการใส่ตัวแปรแนวโน้มเวลา (time trend) ลงไปในสมการต่าง ๆ จึงเหมาะสม(สอดคล้องกับข้อเสนอแนะใน Wooldridge (2013)) กล่าวคือ time trend จะถูกนำมาใช้เมื่อข้อมูลมีแนวโน้มไม่เป็นเส้นตรง เช่น ข้อมูลของระดับ GDP ในหน่วยเงินบาท อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบของตัวแปรในระบบให้อยู่ในรูปลอการิทึมซึ่งทำให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่มีความเป็นเส้นตรง (linear) ดังนั้น time trend จึงถูกละออกไปจากระบบ VAR

จากการทดสอบ Johansen Cointegration Test แสดงผ่าน trace statistic<sup>19</sup> ในตารางที่ 10.4 พบว่าในกลุ่มตัวแปร GDP, TFP, สต็อกทุน FDI และการจดสิทธิบัตรรวมนั้น trace statistic มีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต 5% เป็นครั้งแรก ณ maximum rank = 1 ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์ในลักษณะ Cointegration จำนวน 1 ความสัมพันธ์ หรือกล่าวได้ว่ามีตัวแปร 1 คู่ที่มีความสัมพันธ์กันในระยะยาว และเมื่อพิจารณาระบบที่ใช้ตัวแปรการจดสิทธิบัตรจากผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทยแทนจำนวนการจด

<sup>19</sup> เมื่อ trace statistic มีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต 5% เป็นครั้งแรก ณ maximum rank = r จะบ่งบอกว่าชุดข้อมูลที่พิจารณานั้น ๆ มี Cointegration สูงสุดไม่เกิน r ความสัมพันธ์

สถิติบัตรรวม ได้ว่า trace statistic มีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต 5% เป็นครั้งแรก ณ maximum rank = 2 จึงจะพบความสัมพันธ์ในลักษณะ Cointegration จำนวน 2 ความสัมพันธ์ หรือกล่าวได้ว่ามีตัวแปร 2 คู่ที่สัมพันธ์กันในระยะยาว

ตารางที่ 10. 4 ผลการทดสอบ Johansen Cointegration Test ในระบบ VECM

| max rank | VECM ที่ใช้การจดสถิติบัตรรวม |            |                 | VECM ที่ใช้การจดสถิติบัตรรวมจากภายในประเทศ |            |                 | 5% critical value for trace statistics |
|----------|------------------------------|------------|-----------------|--------------------------------------------|------------|-----------------|----------------------------------------|
|          | Log Likelihood               | eigenvalue | trace statistic | Log Likelihood                             | eigenvalue | trace statistic |                                        |
| 0        | 147.19891                    | .          | 111.2734        | 117.52485                                  | .          | 118.1752        | 62.99                                  |
| 1        | 184.38444                    | 0.86602    | 36.9023*        | 152.78974                                  | 0.85136    | 47.6454         | 42.44                                  |
| 2        | 194.76619                    | 0.42946    | 16.1388         | 164.99259                                  | 0.48295    | 23.2397*        | 25.32                                  |
| 3        | 200.69754                    | 0.2743     | 4.2761          | 172.87904                                  | 0.34708    | 7.4668          | 12.25                                  |
| 4        | 202.83559                    | 0.10914    |                 | 176.61245                                  | 0.18275    |                 |                                        |

หมายเหตุ: เครื่องหมาย \* แสดงถึงจำนวน Cointegration ที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง VECM

อย่างไรก็ดี ในทางปฏิบัติ งานวิจัยต่าง ๆ มักเลือกที่จะจับคู่ Cointegration Relationship ระหว่าง 2 ตัวแปรมากกว่าการเขียนสมการ Cointegration ระหว่างทุกตัวแปร สอดคล้องกับ Kilian and Lütkepohl (2017) ที่ได้นำเสนอการทดสอบ Pairwise Cointegration Test ระหว่างคู่ของตัวแปรต่าง ๆ เพิ่มเติม ประกอบการทำการทดสอบ Cointegration ของตัวแปรทั้งระบบ เนื่องจากการทดสอบทั้งระบบอาจให้จำนวน Cointegration ที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Ziesemer (2020) โดย 2 ตัวแปรที่ถูกจับคู่ความสัมพันธ์นั้นมักจะเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงเศรษฐศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การจับคู่ตัวแปรแนวโน้มของ GDP และ TFP ในระยะยาว เป็นผลมาจากรูปแบบความสัมพันธ์ตามฟังก์ชันการผลิต หรือการจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่าง TFP และตัวแปร R&D สืบเนื่องจากเป็นที่เห็นพ้องกันทางด้านทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจากภายใน และจากงานวิจัยเชิงประจักษ์จำนวนมากที่พบว่า R&D มีส่วนช่วยเพิ่มผลิตภาพและทุนมนุษย์ในระยะยาว

ตารางที่ 10.5 แสดงผลการทดสอบ Cointegration Test ระหว่างคู่ตัวแปรต่าง ๆ จะเห็นว่า trace statistic ของคู่ตัวแปร TFP และจำนวนการจดสถิติบัตรรวมมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต ณ maximum rank = 1 จึงตีความได้ว่า ตัวแปรจำนวนการจดสถิติบัตรรวมนั้นมีความสัมพันธ์ในลักษณะ Cointegration กับตัวแปร TFP ในขณะที่การทดสอบกับจำนวนการจดสถิติบัตรรวมของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย จะไม่สามารถบ่งชี้จำนวน Cointegration ได้

ตารางที่ 10. 5 Pairwise Cointegration Test

| max rank | L_TFP & L_Patent (lag 1) |            |                 | L_TFP & L_Patent_Resident (lag 1) |            |                 | 5% critical value for trace statistics |
|----------|--------------------------|------------|-----------------|-----------------------------------|------------|-----------------|----------------------------------------|
|          | Log Likelihood           | eigenvalue | trace statistic | Log Likelihood                    | eigenvalue | trace statistic |                                        |
| 0        | 52.137961                | .          | 47.9796         | 26.20972                          | .          | 35.7951         | 25.32                                  |
| 1        | 74.175584                | 0.69615    | 3.9044*         | 37.486185                         | 0.4564     | 13.2421         | 12.25                                  |
| 2        | 76.127776                | 0.10015    |                 | 44.107256                         | 0.30085    |                 |                                        |

| max rank | L_GDP & L_TFP (lag 1) |            |                 | L_GDP & L_TFP (lag 2) |            |                 | 5% critical value for trace statistics |
|----------|-----------------------|------------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------|----------------------------------------|
|          | Log Likelihood        | eigenvalue | trace statistic | Log Likelihood        | eigenvalue | trace statistic |                                        |
| 0        | 152.57605             | .          | 25.1420*        | 156.1738              | .          | 25.7911         | 25.32                                  |
| 1        | 161.90484             | 0.38023    | 6.4844          | 163.69201             | 0.32679    | 10.7547*        | 12.25                                  |
| 2        | 165.14706             | 0.15318    |                 | 169.06937             | 0.24649    |                 |                                        |

ถึงแม้การทดสอบโดยใช้ lag 1 จะไม่พบ Cointegration ระหว่าง GDP และ TFP เนื่องจาก trace statistic ต่ำกว่าค่าวิกฤต ณ maximum rank = 0 แต่การทดสอบโดยใช้ lag 2 แสดงให้เห็นว่า GDP และ TFP มี Cointegration Relationship กัน เห็นได้จาก trace statistics ที่บ่งชี้ว่า maximum rank = 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการทดสอบมีความอ่อนไหวและยากที่จะสรุป อย่างไรก็ตาม จากทฤษฎีแล้ว ฟังก์ชันการผลิตชี้ชัดเจนว่าในระยะยาว ตัวแปร GDP ควรจะมีแนวโน้มสอดคล้องกันกับ TFP ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีการกำหนด Cointegration ระหว่าง GDP และ TFP เพื่อให้การอธิบายผลกระทบของตัวแปร R&D มีช่องทางการส่งผ่านที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ระบบ VECM ในงานวิจัยนี้จึงเลือกที่จะกำหนด Cointegration Relationship ระหว่าง 1) ตัวแปร GDP กับตัวแปร TFP (แสดงใน Cointegrating Equation 1 ในตารางการประมาณค่าในส่วนที่ 10.2.5.1) และ 2) ตัวแปร TFP กับตัวแปรการจดสิทธิบัตร (Cointegrating Equation 2) ในการนี้ จึงต้องกำหนด (restrict) ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรและสต็อกของ FDI ให้เป็นศูนย์ใน Cointegrating Equation 1 และค่าสัมประสิทธิ์ของ GDP และสต็อกของ FDI มีค่าเป็น 0 ใน

Cointegrating Equation 2 เพื่อให้เกิดคู่ของความสัมพันธ์ที่ชัดเจนและเอื้ออำนวยต่อการตีความผลลัพธ์การประมาณค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในระดับถัดไป

### 10.2.5 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง Vector Error Correction

สืบเนื่องจาก Soete et al. (2020) และ Ziesemer (2020) งานวิจัยนี้เลือกตีความในส่วนของสัมประสิทธิ์ของ Cointegrating Equations และผลการตีความในส่วนสัมประสิทธิ์ของแต่ละสมการใน VAR System (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ญ<sup>20</sup>) อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยยังคงมีการวิเคราะห์พลวัตรวมของระบบผ่านการประเมินผลกระทบของการปรับเปลี่ยนตัวแปร R&D ผ่าน Impulse Response Graph ในส่วนที่ 10.2.6

#### 10.2.5.1 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง VECM โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม

การประมาณค่าแบบจำลอง VECM ได้มีการแบ่งการประมาณค่าออกเป็นกรณีต่าง ๆ ได้แก่ การประมาณค่าโดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (1983-2019) และการประมาณค่าจากการทยอยตัดกลุ่มตัวอย่างหัว-ท้าย ครึ่งละ 2 กลุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นตรวจสอบความอ่อนไหวของการประมาณค่าจากแบบจำลอง เนื่องจากในช่วงต้นของข้อมูล จำนวนการจดสิทธิบัตรยังอยู่ในระดับต่ำที่หลักสิบล้านต่อปี ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของจำนวนการจดสิทธิบัตรเพียงเล็กน้อยจะทำให้ได้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่สูง ซึ่งส่งผลให้ผลการประมาณค่าอาจมีความอ่อนไหวต่อการปรับเปลี่ยนช่วงข้อมูลที่ใช้ได้ ดังแสดงในตารางที่ 10.6

ตารางที่ 10. 6 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง VECM โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม

|                                 | (1)<br>Full Sample         | (2)<br>1983-2018            | (3)<br>1984-2017          | (4)<br>1985-2016           | (5)<br>1986-2015             |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <b>Cointegrating Equation 1</b> |                            |                             |                           |                            |                              |
| L_gdp_cons                      | 1<br>-                     | 1<br>-                      | 1<br>-                    | 1<br>-                     | 1<br>-                       |
| L_TFP                           | -2.532622<br>[1.835526]    | -2.392162***<br>[0.8693514] | -0.9436783<br>[0.869424]  | -1.195161**<br>[0.4800145] | -1.04707***<br>[0.3099253]   |
| time trend                      | -39.40802***<br>[9.289235] | 0.0201606<br>[0.0160988]    | -0.0059783<br>[0.0157618] | -0.0131879<br>[0.0085126]  | -0.0168583***<br>[0.0051984] |
| constant                        | 1683.189<br>-              | -31.15243<br>-              | -30.16183<br>-            | -29.83815<br>-             | -29.66119<br>-               |

<sup>20</sup> ภาคผนวก ญ ส่วน (a) สำหรับจำนวนการจดสิทธิบัตรรวม และส่วน (b) สำหรับจำนวนการจดสิทธิบัตรโดยผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย

| Cointegrating Equation 2 |               |               |               |               |               |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| L_TFP                    | 1             | 1             | 1             | 1             | 1             |
|                          | -             | -             | -             | -             | -             |
| L_patent                 | -0.0874497*** | -0.0900121*** | -0.1034986*** | -0.1502564*** | -0.1712198*** |
|                          | [0.0140565]   | [0.0134756]   | [0.0188292]   | [0.0255791]   | [0.0353082]   |
| time trend               | 4.03928***    | -0.0122932*** | -0.0126677*** | -0.0093487*** | -0.009266***  |
|                          | [0.9545488]   | [0.0017401]   | [0.0021659]   | [0.0026096]   | [0.0030664]   |
| constant                 | -174.982      | 1.198868      | 1.301571      | 1.534773      | 1.660846      |
|                          | -             | -             | -             | -             | -             |
| No. Observation          | 36            | 34            | 32            | 30            | 28            |
| AIC                      | -10.0492      | -9.874842     | 9.75991       | -9.742891     | -9.773038     |
| HIC                      | -9.57327      | -9.384929     | -9.27406      | -9.264752     | -9.307589     |
| SIC                      | -8.685612     | -8.438268     | -8.294174     | -8.24828      | -8.250519     |
| Log Likelihood           | 211.8856      | 199.8723      | 188.1586      | 178.1434      | 168.8225      |
| Serial Correlation       | -             | -             | -             | -             | Lag 4         |
| Jarque-Bera Test         | 0.01731       | 0.13673       | 0.26631       | 0.15794       | 0.48025       |
| Skewness Test            | 0.10028       | 0.39654       | 0.24767       | 0.17544       | 0.22795       |
| Kurtosis Test            | 0.02889       | 0.08225       | 0.33424       | 0.23831       | 0.75468       |
| Stability of the Model   | No            | Yes           | Yes           | Yes           | Yes           |

หมายเหตุ: 1) เครื่องหมาย \*, \*\*, \*\*\* แสดงถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ 2) ตัวเลขที่รายงานในเครื่องหมาย “[ ]” แสดงถึงค่า standard error ของสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ 3) การรายงานเครื่องหมาย “-” ในแถวแรก คือ Serial Correlation หมายถึงการทดสอบของแบบจำลองนั้น ๆ ไม่สามารถปฏิเสธ H0: แบบจำลองไม่มี autocorrelation ณ lag ต่าง ๆ ได้ 4) ตัวเลขในแถว Jarque-Bera, Skewness และ Kurtosis Tests แสดงถึงค่า p-value ภายใต้อสมมติฐาน H0: ที่ว่า Error terms มีการกระจายตัวแบบ Normal Distribution, ไม่มีความเบ้ และไม่มี Excess Kurtosis ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าในตารางที่ 10.6 แสดงให้เห็นว่าคู่ตัวแปร 1) GDP และ TFP และ 2) TFP และจำนวนการจดสิทธิบัตรรวม มีแนวโน้มเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกันในระยะยาว ซึ่งแสดงผ่านเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์ที่เป็นลบ การแปลผลของสัมประสิทธิ์ที่เป็นลบ หมายถึง ตัวแปรทั้งสองตัวเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกันในระยะยาว นั่นคือสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจะทำให้ผลรวมของสองตัวแปรมีค่าเป็นศูนย์ ตามนิยามของ Cointegration ดังนั้นในที่นี้ การเพิ่มขึ้นของจำนวนการจดสิทธิบัตรรวมจะส่งผลให้ TFP และระดับ GDP เพิ่มขึ้นในระยะยาว

นอกจากนี้ ยังพบว่าสัมประสิทธิ์ของจำนวนการจดสิทธิบัตรมีนัยสำคัญในทุกช่วงข้อมูลที่ใช้ประมาณค่าที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ใน Cointegrating Equation 2) รวมถึงมีค่า standard errors ที่ค่อนข้างต่ำ (วงเล็บใต้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่า) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Standard Deviation ของสัมประสิทธิ์ของ TFP ใน Cointegrating Equation 1 และยังพบว่าตัวแปร Time Trend มีนัยสำคัญ ซึ่งยืนยันว่า VECM ในลักษณะ Restricted Trend มีความเหมาะสมในการอธิบายพลวัตข้อมูลในกรณีของประเทศไทย

อย่างไรก็ดี แบบจำลอง VECM ที่ได้จากการประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คอลัมน์ที่ 1) มีความไม่เสถียร (Unstable) จากการทดสอบ Stability of the Model ปรากฏว่ามีค่า Modulus ที่มากกว่า 1 ในระบบ (หากระบบมีค่า Modulus มากกว่า 1 จะนับเป็นระบบที่ไม่เสถียรตามหลักของ Difference Equations) อย่างไรก็ตาม การละข้อมูลในช่วงหัว-ท้ายออกไปเรื่อย ๆ ช่วยให้แบบจำลองที่ได้จากการประมาณค่าใหม่มีความเสถียรและเกิดดุลยภาพในระยะยาว และมีคุณสมบัติของ Error Terms ต่าง ๆ ที่ดีขึ้น โดยพบว่า 1) Jacque-Bera Statistic มีค่า p-value มากกว่า 0.1 (คอลัมน์ที่ 2-5) แสดงให้เห็นว่าไม่สามารถปฏิเสธ  $H_0$ : error terms มีการกระจายแบบ Normal Distribution ได้ 2) Skewness Statistic มีค่า p-value มากกว่า 0.1 ทำให้ไม่สามารถปฏิเสธ  $H_0$ : error terms มีการกระจายตัวแบบสมมาตรและไม่มีค่าเบี่ยงเบน และ 3) Kurtosis Statistics มีค่า p-value มากกว่า 0.1 (ในคอลัมน์ที่ 3-5) ซึ่งสะท้อนว่าไม่สามารถปฏิเสธ  $H_0$ : error terms ไม่มี excess kurtosis ได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ได้จากการประมาณค่าช่วงข้อมูลที่มีการตัดช่วงเริ่มต้นและช่วงท้ายออกไปมีคุณสมบัติที่ดีกว่าแบบจำลองที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

#### 10.2.5.2 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง VECM โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรเฉพาะของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย

เมื่อพิจารณาในส่วนของ VECM สำหรับตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรเฉพาะของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย (Patent registration, residents) ดังแสดงในตารางที่ 10.7 พบว่าผลลัพธ์มีความ Robust น้อยกว่ากรณีที่ใช้ตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรรวม โดยตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรภายในประเทศไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในบางกรณี และสัมประสิทธิ์ในส่วนของ TFP มีความผันผวนที่สูง ผลดังกล่าวอาจจะสันนิษฐานได้ว่าเกิดจากการที่ข้อมูลจำนวนการจดสิทธิบัตรจากผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่า ทำให้ผลการประมาณค่ามีความผันผวนที่มากตามไปด้วย (ข้อสันนิษฐานนี้จะถูกยืนยันจาก Impulse Response ในส่วนที่ 10.2.6)

ตารางที่ 10. 7 ผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง VECM โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรเฉพาะของผู้ที่มี  
สัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย

|                                 | (6)           | (7)           | (8)           | (9)           | (10)          |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                 | Full Sample   | 1983-2018     | 1984-2017     | 1985-2016     | 1986-2015     |
| <b>Cointegrating Equation 1</b> |               |               |               |               |               |
| L_gdp_cons                      | 1             | 1             | 1             | 1             | 1             |
|                                 | -             | -             | -             | -             | -             |
| L_TFP                           | -3.388152     | 1585.895      | 28.32799***   | 11.12975***   | 10.9351***    |
|                                 | [2.296336]    | [1070.232]    | [1.017722]    | [0.3639907]   | [0.3106492]   |
| time trend                      | -56.00392***  | -49.02681**   | -0.6416036*** | -0.2102981*** | -0.1991021*** |
|                                 | [14.71002]    | [19.49533]    | [0.0728182]   | [0.0262452]   | [0.0221546]   |
| constant                        | 2694.672      | 2079.248      | -4.953818     | -22.32961     | -24.20514     |
|                                 | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Cointegrating Equation 2</b> |               |               |               |               |               |
| L_TFP                           | 1             | 1             | 1             | 1             | 1             |
|                                 | -             | -             | -             | -             | -             |
| L_patent_resident               | -0.2429887*** | -0.4936723*** | 0.0046825*    | 0.0029936     | 0.0025926     |
|                                 | [0.089957]    | [0.1715218]   | [0.0025833]   | [0.0020798]   | [0.0017088]   |
| time trend                      | -28.64646***  | 0.0543002***  | -0.0220919*** | -0.0161481*** | -0.0154244*** |
|                                 | [7.524019]    | [0.0181245]   | [0.0024134]   | [0.0019684]   | [0.0017464]   |
| constant                        | 1394.962      | -0.0128726    | 0.8572144     | 0.588989      | 0.4343841     |
|                                 | -             | -             | -             | -             | -             |
| No. Observation                 | 36            | 34            | 32            | 30            | 28            |
| AIC                             | -8.153186     | -8.03887      | -8.025535     | -8.227069     | -8.284198     |
| HIC                             | -7.692611     | -7.548957     | -7.539686     | -7.74893      | -7.818748     |
| SIC                             | -6.833587     | -6.602295     | -6.5598       | -6.732459     | -6.761678     |
| Log Likelihood                  | 176.7574      | 168.6608      | 160.4086      | 155.406       | 147.9788      |
| Serial Correlation              | -             | -             | Lag 1         | Lag 1         | Lag 1, 2      |
| Jarque-Bera Test                | 0.00000       | 0.00007       | 0.34994       | 0.87445       | 0.97889       |
| Skewness Test                   | 0.00020       | 0.00699       | 0.15077       | 0.65194       | 0.86572       |
| Kurtosis Test                   | 0.00026       | 0.00101       | 0.70298       | 0.85393       | 0.93941       |
| Stability of the Model          | No            | Yes           | Yes           | Yes           | Yes           |



จะเห็นได้ว่า ผลที่แสดงในตารางที่ 10.7 ไม่ได้สะท้อนถึงแนวโน้มความสัมพันธ์ของ TFP และ GDP ที่ชัดเจนเท่าตารางที่ 10.6 ซึ่งสิ่งที่พบนี้อาจสามารถตีความได้ผ่านการเปรียบเทียบผลใน Soete et al. (2020) และ Ziesemer (2020) ซึ่งระบุแบบแผนระหว่าง TFP, GDP และตัวแปรการวิจัยที่มีแนวโน้มเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกันอย่างชัดเจน โดยงานดังกล่าวใช้ข้อมูลของประเทศเนเธอร์แลนด์และประเทศญี่ปุ่นในการศึกษา อย่างไรก็ตาม 2 ประเทศนี้มีความเข้มข้นของการวิจัย (R&D Intensity) สูง ประกอบกับเป็นกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วที่พึ่งพานวัตกรรมและวิทยาการในการผลักดันการเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังนั้น สำหรับประเทศไทยที่อยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา การพบว่าแบบแผนดังกล่าวมีความชัดเจนน้อยกว่าก็อาจจะไม่ได้อยู่นอกเหนือการคาดการณ์แต่อย่างใด กระนั้น ในอนาคตเมื่อข้อมูลอนุกรมเวลามีความยาวมากเพียงพอ คาดว่าการแบ่งการประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลหลังช่วงปี 2000 จะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง TFP, GDP และ R&D ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

### 10.2.6 ผลการวิเคราะห์ Policy Experiment

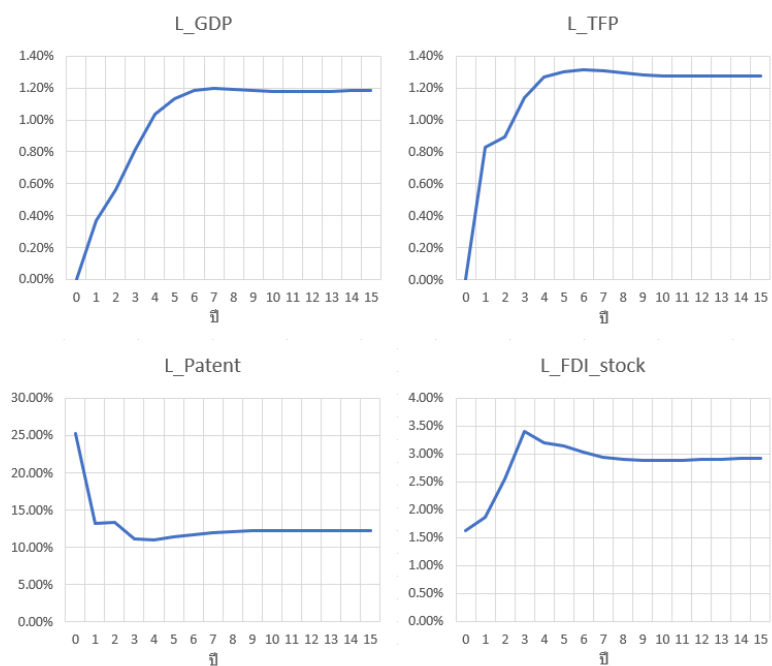
ผลการประมาณค่าในส่วนที่ 10.2.5 ทำให้สามารถประเมินผลกระทบของการเพิ่มปริมาณ R&D ต่อเศรษฐกิจได้ผ่านการวิเคราะห์ Impulse-Response ของตัวแปรในระบบต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนการจดสิทธิบัตร 1 standard error (sd) ในการแสดงผลพลวัตในระบบ (รูปที่ 10.1) โดยจะอ้างอิงกับแบบจำลองที่ใช้ช่วงข้อมูลปี 1984-2017

จากรูปที่ 10.1 (a) ซึ่งแสดงถึงผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรรวม พบว่าการเพิ่มขึ้นของตัวแปรดังกล่าวในขนาด 1 sd (คิดเป็นประมาณร้อยละ 25 ของจำนวนการจดสิทธิบัตรในปีก่อน เช่น จำนวนการจดสิทธิบัตรเพิ่มจาก 1,000 ฉบับเป็น 1,250 ฉบับ) มีผลทำให้ GDP, TFP และ FDI stock เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.3 และร้อยละ 3 ตามลำดับในระยะยาว โดยระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะภาพหลังเวลาผ่านไปประมาณ 10 ปี หรือแสดงโดยใช้ตัวเลขที่เห็นภาพชัดเจนกว่า จะได้ว่า หากการจดสิทธิบัตรมีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นในระดับของ GDP, TFP และ FDI stock ที่ร้อยละ 0.48 ร้อยละ 0.52 และร้อยละ 1.2 ตามลำดับ

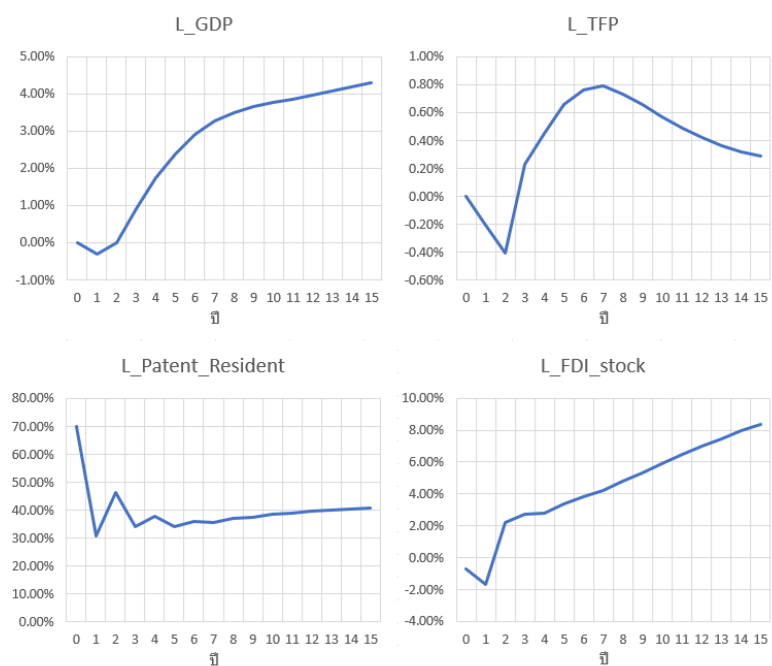
ในส่วนของจำนวนการจดสิทธิบัตร*ผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย* พบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนสิทธิบัตรร้อยละ 70 จะส่งผลให้ GDP, TFP และ FDI stock เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ร้อยละ 0.5 และร้อยละ 6 ตามลำดับ (รูปที่ 10.1 (b) )

รูปที่ 10.1 การตอบสนองของตัวแปรในระบบ จากการเพิ่มขึ้นของตัวแปรการวิจัยและพัฒนา

(a): จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม



(b): จำนวนการจดสิทธิบัตรจากผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย



สำหรับผลจากแบบจำลองที่ใช้ช่วงข้อมูลปีอื่น ๆ จะถูกสรุปในตารางที่ 10.8 เพื่อให้เห็นถึงช่วงความเป็นไปได้ของผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนการจดสิทธิบัตร

ตารางที่ 10. 8 การตอบสนองของตัวแปรในระบบต่อการเพิ่มขึ้นของตัวแปรการวิจัยและพัฒนา

(a): จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม

| ปี | VECM ที่ใช้การจดสิทธิบัตรรวม |               |               |               |               |                    |               |               |               |               |
|----|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|    | L_GDP                        |               |               |               |               | L_TFP              |               |               |               |               |
|    | Full<br>Sampl<br>e           | 1983-<br>2018 | 1984-<br>2017 | 1985-<br>2016 | 1986-<br>2015 | Full<br>Sampl<br>e | 1983-<br>2018 | 1984-<br>2017 | 1985-<br>2016 | 1986-<br>2015 |
| 0  | 0.00%                        | 0.46%         | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%              | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         |
| 1  | 0.41%                        | 0.46%         | 0.37%         | 0.14%         | 0.08%         | 0.49%              | 0.59%         | 0.83%         | 0.47%         | 0.43%         |
| 2  | 0.77%                        | 0.77%         | 0.56%         | 0.05%         | 0.09%         | 0.85%              | 0.57%         | 0.89%         | 0.34%         | 0.27%         |
| 3  | 1.20%                        | 1.24%         | 0.82%         | 0.22%         | 0.08%         | 1.16%              | 0.90%         | 1.14%         | 0.52%         | 0.48%         |
| 4  | 1.35%                        | 1.60%         | 1.03%         | 0.38%         | 0.24%         | 1.19%              | 1.04%         | 1.27%         | 0.59%         | 0.54%         |
| 5  | 1.41%                        | 1.77%         | 1.13%         | 0.48%         | 0.34%         | 1.19%              | 1.08%         | 1.30%         | 0.61%         | 0.57%         |
| 6  | 1.41%                        | 1.86%         | 1.18%         | 0.56%         | 0.44%         | 1.16%              | 1.10%         | 1.32%         | 0.63%         | 0.60%         |
| 7  | 1.39%                        | 1.89%         | 1.19%         | 0.62%         | 0.51%         | 1.13%              | 1.08%         | 1.31%         | 0.65%         | 0.62%         |
| 8  | 1.36%                        | 1.91%         | 1.19%         | 0.67%         | 0.56%         | 1.11%              | 1.06%         | 1.29%         | 0.66%         | 0.63%         |
| 9  | 1.35%                        | 1.94%         | 1.18%         | 0.70%         | 0.60%         | 1.11%              | 1.06%         | 1.28%         | 0.67%         | 0.64%         |
| 10 | 1.34%                        | 1.98%         | 1.18%         | 0.73%         | 0.63%         | 1.10%              | 1.06%         | 1.28%         | 0.67%         | 0.65%         |

(b): จำนวนการจดสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย

| ปี | VECM ที่ใช้การจดสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทย |               |               |               |               |                    |               |               |               |               |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|    | L_GDP                                                                    |               |               |               |               | L_TFP              |               |               |               |               |
|    | Full<br>Sampl<br>e                                                       | 1983-<br>2018 | 1984-<br>2017 | 1985-<br>2016 | 1986-<br>2015 | Full<br>Sampl<br>e | 1983-<br>2018 | 1984-<br>2017 | 1985-<br>2016 | 1986-<br>2015 |
| 0  | 0.00%                                                                    | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%              | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         | 0.00%         |
| 1  | -0.04%                                                                   | 0.13%         | 0.30%         | 0.52%         | 0.35%         | 0.09%              | 0.12%         | 0.21%         | 0.29%         | 0.14%         |
| 2  | 0.51%                                                                    | 0.85%         | 0.01%         | 0.47%         | 0.21%         | 0.48%              | 0.19%         | 0.41%         | 0.68%         | 0.50%         |
| 3  | 1.38%                                                                    | 2.04%         | 0.93%         | 0.07%         | 0.29%         | 1.11%              | 1.00%         | 0.23%         | 0.24%         | 0.06%         |
| 4  | 1.82%                                                                    | 2.92%         | 1.75%         | 0.54%         | 0.65%         | 1.25%              | 1.27%         | 0.46%         | 0.07%         | 0.01%         |
| 5  | 2.11%                                                                    | 3.48%         | 2.40%         | 0.81%         | 0.81%         | 1.37%              | 1.49%         | 0.66%         | 0.03%         | 0.00%         |
| 6  | 2.19%                                                                    | 3.81%         | 2.92%         | 1.03%         | 0.96%         | 1.35%              | 1.55%         | 0.77%         | 0.00%         | 0.01%         |
| 7  | 2.17%                                                                    | 3.93%         | 3.27%         | 1.18%         | 1.06%         | 1.31%              | 1.51%         | 0.79%         | 0.01%         | 0.01%         |
| 8  | 2.11%                                                                    | 3.96%         | 3.50%         | 1.28%         | 1.11%         | 1.26%              | 1.41%         | 0.73%         | 0.01%         | 0.02%         |
| 9  | 2.05%                                                                    | 3.97%         | 3.65%         | 1.35%         | 1.14%         | 1.22%              | 1.33%         | 0.66%         | 0.03%         | 0.04%         |
| 10 | 2.00%                                                                    | 4.00%         | 3.76%         | 1.40%         | 1.16%         | 1.20%              | 1.25%         | 0.57%         | 0.05%         | 0.05%         |

เมื่อพิจารณาจากตาราง 10.8 (a) พบว่า หากจำนวนการจดสิทธิบัตรรวมเพิ่มขึ้น 1 sd ใน VECM ซึ่งประมาณค่าจากช่วงข้อมูลต่าง ๆ จะส่งผลให้ในระยะเวลา 10 ปี GDP เพิ่มขึ้นในช่วงร้อยละ 0.63-1.98 และ TFP เพิ่มขึ้นในช่วงร้อยละ 0.65-1.28 หรือแปลได้ว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนการจดสิทธิบัตรรวมที่ร้อยละ 10 จะส่งผลให้ระดับ GDP และ TFP เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.252-0.792 และร้อยละ 0.25-0.512 ตามลำดับใน 10 ปีข้างหน้า

และจากตาราง 10.8 (b) พบว่าขนาดของผลกระทบของการวิจัยต่อเศรษฐกิจมีความผันผวนสูง โดยเมื่อจำนวนการจดสิทธิบัตรโดยผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทยเพิ่มขึ้น 1sd (ร้อยละ 70) จะส่งผลให้ GDP เพิ่มขึ้นในช่วงร้อยละ 1.1-3.9 ในขณะที่ ผลต่อ TFP อยู่ในช่วงร้อยละ 0-1.2 หรือแปลได้ว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนการจดสิทธิบัตรจากผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาในประเทศไทยร้อยละ 10 นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ GDP ในช่วงร้อยละ 0.16-0.56 และ TFP ในช่วงร้อยละ 0-0.17 อย่างไรก็ตาม Standard Error ของ Error ในสมการ R&D ค่อนข้างสูง (1 sd มีค่าเท่ากับ การเปลี่ยนแปลงถึงร้อยละ

70) สะท้อนว่าตัวเลขที่ประมาณค่าได้มีแนวโน้มที่จะผันผวนกว่าการประมาณค่าในกรณีของการใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรรวม เมื่อมีการทบทวนขนาดผลกระทบโดยใช้ข้อมูลในอนาคต

### 10.2.7 สรุปผลการวิเคราะห์ Time series

การวิจัยในบทนี้ศึกษาผลกระทบของตัวแปรการวิจัยและพัฒนาต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมุ่งเน้นการประมาณค่าและประเมินผลกระทบเฉพาะประเทศไทย เพื่อเติมเต็มผลการศึกษาในระดับ cross-country จากส่วนที่ 2 ในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Vector Error Correction (VECM) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในระยะยาว เพื่อสร้างระบบสมการหาทิศทางและขนาดความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มของ GDP, TFP, การสะสมสต็อกทุน FDI เป็นตัวแทนของ Spillovers และจำนวนการจดสิทธิบัตรรายปี ซึ่งเป็นตัวแทนของตัวแปรการวิจัยและพัฒนา

การทดสอบคุณสมบัติของอนุกรมเวลาต่าง ๆ ชี้ให้เห็นว่ากลุ่มตัวแปรที่พิจารณาส่วนมากมี Unit Root จากการทำ Augmented Dickey-Fuller Test รวมถึงมีลักษณะเป็น  $I(1)$  นอกจากนี้ การทดสอบการหาค่าความล่าช้าที่เหมาะสม พบว่าค่าความล่าช้าที่ 1 เป็นค่าที่เหมาะสมในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ ได้ดีที่สุดในแบบจำลอง VAR โดยอ้างอิงจากผลของ Information Criteria ต่าง ๆ ได้แก่ AIC, HIC และ SIC

อย่างไรก็ดี คำถามสำคัญในการศึกษาครั้งนี้ คือ การหาแบบจำลองที่จะสามารถอธิบายพลวัตของข้อมูลเศรษฐกิจไทยในอดีตได้ดีที่สุด ส่งผลให้ต้องมีการพิจารณาว่าควรจะใช้แบบจำลองประเภท VAR ที่ไม่สมมติความสัมพันธ์ในระยะยาว หรือการใช้แบบจำลอง VECM ที่ครอบคลุมปฏิสัมพันธ์ของบางตัวแปรในระยะยาว ซึ่งผลการทดสอบจาก Johansen Cointegration Test บ่งชี้ว่าตัวแปรจำนวนการจดสิทธิบัตรรวมมีความสัมพันธ์กับ TFP ในระยะยาว ในขณะที่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร GDP และ TFP นั้นไม่ถูกระบุชัดเจน กล่าวคือผลการทดสอบสามารถชี้ให้เห็นถึงการมีหรือไม่มี Cointegration ได้ทั้ง 2 กรณี ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ค่าความล่าช้า อย่างไรก็ดี ในทางทฤษฎีแล้วตัวแปร TFP และ GDP ถูกอธิบายโดยฟังก์ชันการผลิต และมีแนวโน้มเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกัน จึงได้สมมติความเชื่อมโยงระหว่าง TFP และ GDP ในขั้นของการประมาณค่า เพื่อให้การอธิบายผลของการวิจัยและพัฒนาต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจมีความชัดเจนและมีช่องทางในการส่งผ่านผลกระทบที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้ การศึกษาในส่วนนี้จึงเลือกใช้แบบจำลองประเภท VECM เป็นเครื่องมือในการศึกษาหลัก ภายใต้โครงสร้างความสัมพันธ์ในระยะยาวระหว่างตัวแปร GDP-TFP และ TFP-จำนวนการจดสิทธิบัตร ทำให้ระบบ VECM ดังกล่าวประกอบไปด้วย 4 ตัวแปรที่สัมพันธ์กันในระยะสั้นและ 2 คู่ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ในระยะยาว

ผลการประมาณค่าจากแบบจำลองยืนยันความสัมพันธ์ในระยะยาวระหว่างตัวแปร GDP, TFP และจำนวนการจดสิทธิบัตร โดยตัวแปรทั้งสามมีแนวโน้มเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อจำนวนการจดสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะส่งผลให้ GDP เพิ่มขึ้นในช่วงร้อยละ 0.63-1.98 และ TFP เพิ่มขึ้นในช่วงร้อยละ 0.65-1.28 ในระยะ 10 ปี ตามลำดับ และเมื่อจำนวนการจดสิทธิบัตรจากผู้ที่มี

สัณฐานไทยหรือมีภูมิลาเนาในประเทศไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ GDP ในช่วงร้อยละ 0.16-0.56 และ TFP ในช่วงร้อยละ 0-0.17 ตามลำดับ

ทั้งนี้ standard error ของ error terms ในสมการจำนวนการจดสิทธิบัตร (โดยเฉพาะจำนวนการจดสิทธิบัตรโดยผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลาเนาในประเทศไทย) มีขนาดค่อนข้างใหญ่ อันเนื่องมาจากการที่ข้อมูลในช่วงแรกมีระดับต่ำ ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนแปลงในปีถัดมามีค่าสูง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงทำการประมาณค่าแบบจำลองโดยใช้การละข้อมูลในช่วงเริ่มต้นและช่วงท้ายออกครึ่งละ 2 ปี เพื่อทดสอบ Robustness และพบว่าการละข้อมูลในลักษณะดังกล่าวช่วยให้แบบจำลอง VECM มีความเสถียรมากขึ้น รวมถึงมีคุณสมบัติของ error term ที่ดีขึ้น ดังนั้นการประเมินผลกระทบของตัวแปรการวิจัยและพัฒนาควรเป็นไปด้วยความระมัดระวังและมีการทบทวนแบบจำลองอีกครั้งเมื่อนุกรมเวลาในอนาคตมีความยาวเอื้ออำนวยต่อการประมาณค่าแบบแบ่งแยกช่วงเวลา

## บทที่ 11

### ข้อสรุปงานวิจัยทั้งหมดและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ในบทสุดท้ายนี้จะทำการสรุปงานวิจัยฉบับนี้ทั้งหมดพร้อมด้วยข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย โดยใน ส่วนที่ 11.1 จะทำการสรุปงานวิจัยทั้งหมดใน 3 ส่วน ได้แก่การวิเคราะห์แบบอภิมานในบทที่ 5 การวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูล Panel ของประเทศกำลังพัฒนาและประเทศในระยะเปลี่ยนผ่านในบทที่ 8 และการวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทยในบทที่ 10 ในส่วนที่ 11.2 จะนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอย่างเป็นรูปธรรมที่สอดคล้องกับการผลการศึกษาดังกล่าว

#### 11.1 ข้อสรุปงานวิจัยทั้งหมด

ดังที่กล่าวในบทนำ ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในระบุชัดเจนว่าเทคโนโลยีคือปัจจัยเดียวที่ทำให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาว เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว จำเป็นต้องมีการลงทุนเม็ดเงินเพื่อการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D โดยเฉพาะนักวิจัยซึ่งผลิตที่ได้รับจากการลงทุนในภาค R&D ก็คือ นวัตกรรม และการตีพิมพ์ผลการศึกษาหรือองค์ความรู้ซึ่งมีผลในการขยายผลผลิตภาพการผลิตรวม ซึ่งก่อให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในท้ายสุดจากการศึกษาทั้งหมดในงานวิจัยนี้ ทำให้ได้รับข้อสรุปว่าแนวคิดดังกล่าวได้รับการพิสูจน์ด้วยกระบวนการวิธีเชิงปริมาณ ทั้งด้วยการวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-regression analysis) การวิเคราะห์เชิงประจักษ์ในรูปแบบ Panel และการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ในรูปแบบ Time series ซึ่งการวิเคราะห์ในทั้ง 3 มิติดังกล่าวมีข้อสรุปดังต่อไปนี้

ในส่วนแรก คือการวิเคราะห์แบบอภิมาน (Meta-regression analysis) แม้ว่าวรรณกรรมปริทัศน์จำนวนมากจะสรุปความสัมพันธ์ทางบวกระหว่าง R&D กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามประเด็นที่พึงระวังในการพิจารณาผลสรุปที่ได้จากงานวิจัยต่าง ๆ คือ งานวิจัยที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกัน ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ก็มีการใช้กระบวนการประมาณการที่แตกต่างกัน คำถามคือความแตกต่างในระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการประมาณการมีนัยยะต่อการตีความหลักฐานข้อมูลหรือไม่ วิธีประมาณการบางวิธีอาจนำไปสู่ความเอนเอียง ทำให้ผลประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ของ R&D ต่อการพัฒนาของเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันทั้งทิศทางของผลกระทบ ขนาด และนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการวิเคราะห์วรรณกรรมปริทัศน์อย่างเป็นระบบ หรือการทำ Meta-regression analysis จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้ให้นักวิจัยและผู้วางนโยบายในประเทศสามารถเข้าใจประเด็นความสัมพันธ์ระหว่าง R&D และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยและประเทศเกิดใหม่ได้โดยง่ายและไม่มีความลำเอียง (unbiased) กล่าวคือขอบเขตของการทำ Meta-regression analysis ในงานวิจัยนี้ จะครอบคลุมเฉพาะบทความวิจัยที่ศึกษาประเทศกำลังพัฒนาที่กระจายอยู่ใน 7 ภูมิภาค ได้แก่ ละตินอเมริกาและแคริบเบียน

เอเชียตะวันออก เอเชียใต้ เอเชียตะวันตก แอฟริกา EU13 และกลุ่มประเทศในระยะเปลี่ยนผ่านจากสหภาพโซเวียต รวมทั้งสิ้น 79 บทความ เมื่อใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติที่ไม่ควบคุมลักษณะจำเพาะของการศึกษา พบว่าเมื่อทำการรวมตัวแปร R&D ทุกรูปแบบมาใช้เพื่อวิเคราะห์ meta-regression ร่วมกันทั้งหมด พบว่าค่าที่แท้จริงของผลกระทบของตัวแปร R&D ที่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (ค่า mean effect) เป็นบวกโดยมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจในแบบจำลองส่วนใหญ่ โดยพบความเอนเอียงในการตีพิมพ์ (Publication bias) เป็นลบ กล่าวคือ ขนาดผลกระทบของการลงทุนใน R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่รายงานในวารสารวิชาการส่วนใหญ่มักจะต่ำกว่าค่าที่แท้จริง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาจำแนกตัวแปร R&D ออกเป็น 2 ด้าน คือ R&D ด้าน input ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในภาค R&D บุคลากรวิจัยในภาค R&D ตัวแปร R&D input อื่น ๆ และตัวแปร R&D ด้าน output ประกอบด้วย นวัตกรรม การตีพิมพ์งานวิจัย และตัวแปร R&D output อื่น ๆ เช่น การส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เป็นต้น (ทั้งนี้ตัวแปรด้าน R&D input อื่น ๆ และด้านการตีพิมพ์งานวิจัยมีจำนวนน้อยเกินไป จึงไม่ถูกใช้ในการวิเคราะห์) พบว่าผลกระทบของ R&D ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับประเภทของตัวแปร R&D

เมื่อใช้การวิเคราะห์อภิมานด้วยสมการถดถอยหลายตัวแปร (Multiple meta-regression analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่มีการควบคุมลักษณะจำเพาะของการศึกษา พบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ ค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่น ๆ ส่งผลกระทบทางด้านบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ (Economic significance) กล่าวคือ ค่าที่แท้จริงของผลกระทบของค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D ด้าน output อื่น ๆ ต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ มีค่าเป็นบวกในทุกแบบจำลองโดยมีขนาดผลกระทบในช่วง 0.466 - 0.813 และ ในช่วง 0.204 - 0.459 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรค่าใช้จ่ายด้าน R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D รายงานค่าผลกระทบที่ต่ำกว่าค่าผลกระทบที่แท้จริง (understate) ขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปร R&D ในด้าน Output อื่น ๆ เป็น proxy ของตัวแปร R&D นั้น รายงานค่าผลกระทบที่สูงกว่าค่าผลกระทบที่แท้จริง (overstate)

สำหรับงานศึกษาที่ใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทุนมนุษย์ในภาค R&D เป็น proxy ของตัวแปร R&D ให้ค่าผลกระทบทางลบในช่วง -0.243 ถึง -0.180 และรายงานค่าผลกระทบที่สูงกว่าค่าผลกระทบที่แท้จริง (overstate) กล่าวคือ ค่าผลกระทบที่แท้จริงอาจจะติดลบมากกว่านั้น ในขณะที่งานวิจัยปฐมภูมิที่ใช้ตัวแปรทางด้านนวัตกรรมเป็น proxy ของตัวแปร R&D ไม่สามารถระบุได้ว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด

นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรควบคุมอื่นๆ อาทิ ตัวแปรด้านปัจจัยการผลิต ตัวแปรด้าน technology spillovers และตัวแปรด้านปัจจัยแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เป็นต้น ไม่ได้



ถูกกระทบมากจากการใส่หรือไม่ใส่ตัวแปร SE ลงไปในแบบจำลอง สะท้อนว่า นัยสำคัญของการใส่ SE เนื่องมาจาก publication bias และไม่ใช่ bias ที่เกิดจากการละเว้นไม่ใส่ปัจจัยอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าประมาณการผลกระทบของ R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจได้ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านลักษณะของการตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า นิยามของตัวแปรตาม คืออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ตัวแปรอิสระที่สนใจคือตัวแปร R&D ตัวแปรควบคุมในด้านต่างๆ ซึ่งชุดของกลุ่มตัวแปรควบคุมที่ปรากฏในแบบจำลองจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับประเภทของตัวแปร R&D ที่ถูกเลือกใช้ในแต่ละการศึกษา

**ในส่วนที่สอง** ได้ทำการวิเคราะห์เชิงประจักษ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง*การวิจัยและพัฒนา* และ*อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ* โดยใช้ข้อมูล Panel จาก 23 ประเทศ ใน 7 ภูมิภาค ได้แก่ อาร์เจนตินา บราซิล ชิลี คอสตาริกา จีน อินโดนีเซีย เกาหลีใต้ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไทย เวียดนาม อินเดีย ศรีลังกา ตุรกี จอร์แดน อียิปต์ เคนยา ฮังการี โปแลนด์ โรมาเนีย รัสเซีย วิธีทางเศรษฐมิติที่ใช้ในส่วนนี้ ประกอบด้วย แบบจำลองเชิงสถิต (Static panel model) ได้แก่ 1) Fixed Effect Model (FEM) และ 2) Random Effect Model (REM) ซึ่งเหมาะกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกัน (Heterogeneity) และแบบจำลองเชิงพลวัต (Dynamic panel model) ได้แก่ 3) Generalized Method of Moments (GMM) โดยวิธี Pooled Ordinary Least Square ถูกนำมาใช้เพื่อเป็น benchmark model เท่านั้น (เหตุที่วิธี OLS ไม่เหมาะสมเนื่องจากแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันซึ่งละเมิดสมมติฐานว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเหมือนกัน (Homogeneity) ของ OLS) อย่างไรก็ดีหลังจากทดสอบเงื่อนไขทางเศรษฐมิติต่างๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด พบว่า แบบจำลอง Fixed effect มีความเหมาะสมที่สุด ดังนั้นการอธิบายผลการวิเคราะห์จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลอง Fixed effect

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง*การวิจัยและพัฒนา*กับ*อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ* พบว่า เมื่อ 1) สัดส่วนของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อ GDP (R&D Input, lag 4) และ 2) สัดส่วนจำนวนบุคลากรในภาค R&D (R&D Input, lag 4) เพิ่มขึ้น 0.1 จุดร้อยละ (percentage point) (เช่น จากค่า 1 จุดร้อยละ เป็น 1.1 จุดร้อยละ) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวของ GDP ต่อหัวที่แท้จริงของประเทศในอีก 4 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้น 0.665 และ 0.559 จุดร้อยละ ตามลำดับ ในขณะที่ หากมีการเพิ่มขึ้นของการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 1000 บทความ (R&D Output) จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มขึ้น 0.256 จุดร้อยละ (ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในด้าน R&D กล่าวคือ เมื่อมีการลงทุนในภาค R&D มากขึ้นทั้งที่เป็นตัวเงิน หรืออันกวิจัย (R&D Input) จะส่งผลให้กิจกรรมทางด้าน R&D และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้นในเวลาต่อมาด้วยค่าความล่าช้า 4 ปี หรือเมื่อจำนวนการตีพิมพ์บทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในวารสารวิชาการระดับนานาชาติเพิ่มมากขึ้น สะท้อนการเกิดขึ้นของแนวคิดใหม่ กระบวนการผลิตแบบใหม่

ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มผลิตภาพการผลิตสินค้าและบริการในระบบได้ในระยะเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในที่สุด

นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอื่นที่ส่งผลกระทบทางบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ ปัจจัยด้านการผลิต คืออัตราส่วนการสะสมทุนถาวรเบื้องต้นต่อ GDP (K stock) ตามการคาดการณ์ของฟังก์ชันการผลิตโดยตรงและปัจจัยกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) คือ สัดส่วนหนี้ของรัฐบาลกลางต่อ GDP (G\_DEBT) หนี้ของประเทศที่เพิ่มขึ้น เป็นไปได้ว่าการใช้จ่ายของภาครัฐที่เพิ่มขึ้นจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของ GDP ในระยะสั้นได้ สำหรับปัจจัยที่ส่งผลกระทบทางลบต่อการเติบโตเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา (TER) เป็นไปได้ว่าจำนวนผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่มากขึ้น อาจไม่ได้สะท้อนการเป็น inputs ในภาคการผลิตสินค้าและบริการที่สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตต่อหัวได้ และปัจจัยควบคุมในกลุ่มสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (Socio-economic environment) ได้แก่ อัตราเงินเฟ้อ (INFL) เมื่ออยู่ในระดับที่สูงมากเกินไปจะก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมมากขึ้น นำไปสู่การลดลงของแรงจูงใจในการสร้างนวัตกรรมและผลิตภาพการผลิตได้ และหลักนิติธรรม (Rule of Law) อาจอธิบายได้ว่าการที่หลักนิติธรรมในประเทศกำลังพัฒนามีความเข้มข้นมากขึ้น โดยที่สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองอื่นๆ อาจจะยังไม่ตอบรับกับการมีหลักนิติธรรมที่เคร่งครัด ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการผลิตสินค้าและบริการ และส่งผลให้เกิดการลดลงของ GDP ในระยะสั้นได้

เมื่อพิจารณาถึงกลไกที่ทำให้การวิจัยและพัฒนาที่เพิ่มมากขึ้นนำไปสู่การขยายตัวทางเศรษฐกิจที่มากขึ้น *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง R&D Input และ R&D Output* ชี้ให้เห็นว่า R&D Output ภายในประเทศสามารถเพิ่มขึ้นได้จาก 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยทางด้าน R&D Input ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในภาค R&D และบุคลากรในภาค R&D ตลอดจนปัจจัยการเข้ามาของผลผลิตหรือนวัตกรรมของ R&D จากผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาในต่างประเทศ ซึ่งจะก่อให้เกิด spillovers ที่ไปเพิ่มองค์ความรู้ที่มีแนวโน้มว่าผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศจะนำไปต่อยอด และสร้างนวัตกรรม หรือผลผลิต R&D อื่นๆ ขึ้นได้ด้วยตนเอง โดยพบว่า เมื่อสัดส่วนค่าใช้จ่ายในภาค R&D ต่อ GDP จำนวนบุคลากรในภาค R&D ต่อจำนวนกำลังแรงงาน และจำนวนการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่ไม่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะเพิ่มจำนวนการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือภูมิลำเนาภายในประเทศได้ร้อยละ 4.2 ร้อยละ 3.6 และร้อยละ 1.79 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สอดคล้องกับการคาดการณ์ทางทฤษฎี อย่างไรก็ตาม การลงทุนใน R&D จะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นองค์ความรู้หรือนวัตกรรมได้ ต้องมีความล่าช้า ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าความล่าช้า 2 ปี (lag 2) ของตัวแปรการใช้จ่ายในภาค R&D (สะท้อนทุน) และสัดส่วนของจำนวนบุคลากรในภาค R&D (สะท้อนแรงงาน) ในฟังก์ชันประมาณการ ข้อค้นพบอีกประการที่สำคัญคือ เมื่อจำนวนการขอสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศผู้ออกสิทธิบัตรเพิ่มขึ้น จะสามารถกระตุ้นให้เกิดการจดสิทธิบัตรและการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของประเทศเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจาก technology

spillovers ที่เพิ่มองค์ความรู้ภายในประเทศ ผู้ที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนาในประเทศก็จะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปพัฒนาเพื่อที่จะสามารถขอจดสิทธิบัตรหรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการได้และเพิ่มขีดความสามารถในผลิตภาพการผลิต และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

**ในส่วนที่สาม** เป็นการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทยระหว่างปี 1989 ถึงปี 2014 สะท้อนให้เห็นความสัมพันธ์แบบลูกโซ่ของการวิจัยและพัฒนา ซึ่งวัดโดยจำนวนการจดสิทธิบัตรทั้งหมด และจำนวนการจดสิทธิบัตรโดยผู้ที่มีสัญชาติไทยในประเทศไทย (Patent registration, total / residents) ผลิตภาพการผลิตรวม (Total factor productivity) และอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระยะยาว ผ่านแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) ตามทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า จำนวนการอนุมัติจดสิทธิบัตรทั้งหมดในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะส่งผลให้ในอีก 10 ปี ข้างหน้า ผลิตภาพการผลิตรวมของประเทศจะเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 0.32 ถึง 0.48 และขนาดของ GDP ของประเทศไทยจะขยายตัวขึ้นร้อยละ 0.16 ถึง 0.48 สอดคล้องกับแนวคิดจากทฤษฎีการขยายตัวจากภายใน อย่างไรก็ดี ผลกระทบทั้งต่อ TFP และ GDP จะมีขนาดเล็กลงเมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนการจดสิทธิบัตรโดยผู้ที่มีสัญชาติไทยในประเทศไทย กล่าวคือ ผลตอบแทนจากการวิจัยและพัฒนาซึ่งสะท้อนผ่านการจดทะเบียนสิทธิบัตร ของชาวไทยต่ออัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มต่ำกว่ากรณีที่พิจารณาผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาของชาวต่างชาติรวมด้วย

โดยสรุป จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ห่อภิมาณ การวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูล Panel 23 ประเทศและข้อมูลอนุกรมเวลาของประเทศไทย ต่างให้ผลสอดคล้องกันกับการคาดการณ์ที่ได้จากทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายใน นั่นคือ พบว่าการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) ทั้งด้าน Input และ Output ต่างมีศักยภาพในการกระตุ้นการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้จริง อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญที่จะนำไปสู่การขยายตัวทางเศรษฐกิจในอัตราต่ำสำหรับประเทศกำลังพัฒนารวมถึงประเทศไทย คือ ขีดความสามารถของการสร้างองค์ความรู้ที่นำไปสู่การเพิ่มผลิตภาพการผลิตในประเทศยังไม่ค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้ผลกระทบโดยเฉลี่ยของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจต่ำกว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว หรือต่ำกว่ากรณีที่ผู้ผลิตองค์ความรู้เป็นชาวต่างชาติ ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องเพิ่มปริมาณ และคุณภาพของการวิจัยและพัฒนาของประเทศใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การเพิ่มเม็ดเงินการใช้จ่ายในภาค R&D 2) การเพิ่มจำนวนบุคลากรและนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาค R&D 3) การสนับสนุนการให้ชาวต่างชาติเข้ามาจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิด spillovers และการต่อยอดของความรู้ อันจะนำไปสู่การขยายตัวของผลผลิตของ R&D ในประเทศไทย อันได้แก่นวัตกรรม และการตีพิมพ์บทความทางวิชาการในระดับนานาชาติ ซึ่งมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนผลิตภาพการผลิตรวม และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศให้มากขึ้น ซึ่งข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอย่างเป็นรูปธรรมที่มีนัยยะจากข้อสรุปของผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะได้นำเสนอในส่วนที่ 11.2

## 11.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผู้วางนโยบายของประเทศส่วนใหญ่ต้องการที่จะเพิ่มนวัตกรรมของประเทศเพื่อส่งเสริมให้เกิดการขยายตัวของเศรษฐกิจ ซึ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ใน Jones (2015) ก็ระบุว่าประเทศที่มีการใช้จ่ายในภาค R&D สูงมักจะเป็นประเทศที่มีรายได้สูงด้วยเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม แนวคิดจากทฤษฎีเศรษฐศาสตร์พื้นฐานชี้ชัดว่าหากระบบตลาดยังใช้ได้ นั่นคือ ไม่มี market failures แล้ว ก็จะเป็นการดีกว่าที่รัฐบาลจะปล่อยให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนเป็นการตัดสินใจของภาคเอกชน แต่สาเหตุสำคัญที่ทำให้ภาครัฐเข้ามาเกี่ยวข้องกับการลงทุนใน R&D ก็คือ การมี spillovers ในองค์ความรู้ที่ทำให้ระบบตลาดล้มเหลวในการจัดสรรการลงทุน กล่าวคือ ถ้าบริษัทหนึ่งๆ สร้างนวัตกรรมขึ้นมา ความรู้ใหม่นี้จะกระจายไปยังบริษัทอื่นๆ ทั้งโดยการลอกเลียนแบบหรือเรียนรู้จากงานวิจัยดั้งเดิม โดยที่ไม่ต้องลงทุนเองในการทำให้เกิดนวัตกรรมนั้นๆ ขึ้นมาเลย ด้วย externalities ทางบวก นี้เอง ที่ทำให้ประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาของสังคม (social benefits) มีค่ามากกว่าผลประโยชน์ของเอกชน (private benefits) ดังนั้น การจะปล่อยให้การผลิต R&D ถูกจัดสรรโดยกลไกตลาดหรือโดยภาคเอกชนเพียงฝ่ายเดียว จะทำให้เศรษฐกิจไม่สามารถบรรลุระดับการผลิต R&D ที่เหมาะสม (optimum) ได้ และเนื่องจากคุณลักษณะของความคิด (ideas) ที่สามารถกระจายไปได้อย่างง่ายดาย แม้จะมีความพยายามในการออกแบบระบบการป้องกันทรัพย์สินทางปัญญาอย่างถี่ถ้วนแล้วก็ตาม ทำให้เป็นการยากมากที่ผู้สร้างนวัตกรรมนั้นๆ จะสามารถเก็บผลประโยชน์ที่เป็นตัวเงินจากการลงทุนดังกล่าวได้เต็มจำนวน เหล่านี้คือเหตุผลหลักที่นักเศรษฐศาสตร์ยึดถือเมื่อจะสนับสนุนการแทรกแซงของรัฐบาลเกี่ยวกับการลงทุนในภาค R&D ในส่วนสุดท้ายของงานวิจัยนี้จะได้ทำการวิพากษ์บทบาทของภาครัฐในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ R&D และเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ต่อเนื่องมาจากผลที่ได้จากงานวิจัยทั้งหมดใน 4 ด้าน คือ ในส่วนที่ 11.2.1 จะกล่าวถึงนโยบายเพื่อเพิ่มขนาดการลงทุนในภาค R&D ทั้งด้านการแรงจูงใจด้านภาษีและการลงทุนใน R&D โดยตรง ในส่วนที่ 11.2.2 การเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D และการเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรในส่วนที่ 11.2.3 ส่วนสุดท้าย 11.2.4 จะเป็นนโยบายอื่นๆ

### 11.2.1 นโยบายเพื่อเพิ่มขนาดการลงทุนในภาค R&D

โดยทั่วไปแล้วการใช้จ่ายของรัฐบาลนั้นมักจะถูกมองว่าเป็นต้นเหตุของการไปแย่งทรัพยากรการลงทุนภาค เอกชน (crowd out) อย่างไรก็ตาม หากเป็นการใช้จ่ายของรัฐบาลในภาค R&D จะถือว่าเป็นประเภทการลงทุนที่ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ทั้งสามส่วนของงานวิจัยนี้ คือ จาก Meta-Regression Analysis, Panel Analysis และ Time series Analysis ยืนยันว่า การเพิ่มขึ้นของการใช้จ่ายภาค R&D ส่งผลกระทบทางบวกต่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะยาวจริง และนอกจากเหตุผลของการมี spillovers ในองค์ความรู้แล้ว ยังมีเหตุผลอื่นที่สนับสนุนบทบาทของภาครัฐในการลงทุนในภาค R&D ที่สืบเนื่องมาจากความล้มเหลวในอีกหนึ่งตลาด นั่นคือ ตลาดเงิน กล่าวได้ว่าข้อจำกัดทางการเงิน (financial constraint) อาจจำกัดจำนวนนวัตกรรมที่บริษัทสามารถสร้างได้ ด้วยเหตุที่นวัตกรรมเป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้ จึงอาจเป็นเรื่องยากสำหรับบริษัทที่จะระดมทุนเพื่อการสร้าง

นวัตกรรมดังกล่าวเพราะขาดหลักประกันในการกู้เงินจากสถาบันทางการเงิน จากข้อจำกัดดังกล่าว อีกทางเลือกหนึ่งซึ่งอาจจะเหมาะสมกว่า คือการระดมทุนผ่านหุ้น แต่ก็ยังมีความท้าทายในวิธีดังกล่าวอีกเช่นกัน จากความไม่สมดุลของข้อมูลระหว่างผู้สร้างนวัตกรรมกับผู้ให้ทุน กล่าวคือ ก่อนที่นวัตกรรมจะถูกจดสิทธิบัตรหรือกลายเป็นสินค้าและบริการในตลาด การจะเปิดเผยกระบวนการสร้างนวัตกรรมนั้น ๆ แทบจะเป็นไปไม่ได้เพราะถือว่าเป็นความลับ ดังนั้นการจะโน้มน้าวให้ผู้สนใจจะร่วมลงทุนด้วยจึงยาก การเปิดเผยรายละเอียดก่อนที่จะทำการจดสิทธิบัตรอาจจะเป็นการเปิดโอกาสให้กับนักลงทุนที่มีศักยภาพในการจะผลิตขโมยแนวคิดนั้นไปผลิตเองก็เป็นได้ นโยบายเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากลักษณะของ R&D เอง คือการมี knowledge spillovers และข้อจำกัดทางการเงิน จะสรุปเป็นนโยบาย 2 ส่วนด้วยกัน คือ การให้แรงจูงใจทางด้านภาษี และการเพิ่มการใช้จ่ายภาครัฐโดยตรงในภาค R&D

#### 11.2.1.1 การให้แรงจูงใจทางด้านภาษี

ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากทั้งที่ใช้ข้อมูล cross-country panel และ firm-level ที่พบว่าแรงจูงใจด้านภาษีส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นใน R&D จริง จากงานวิจัยเชิงสำรวจใน Becker (2015) ข้อสรุปรวมๆที่ได้คือ การลดลงในต้นทุนของการผลิต R&D หรือ tax-adjusted user cost ร้อยละ 10 จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นใน R&D อย่างน้อยร้อยละ 10 ในระยะยาว และล่าสุด Holt et al. (2021) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดภาษีในประเทศออสเตรเลีย พบว่า การลดรายได้รัฐบาลจากภาษีลง 1 ดอลลาร์ ส่งผลให้เกิดการลงทุนด้าน R&D เพิ่มขึ้นถึง 1.9 ดอลลาร์

โดยทั่วไปแล้ว ระบบการจัดเก็บภาษีค่อนข้างที่จะสนับสนุนการใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาของบริษัทอยู่แล้ว เพราะ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่ อาทิ ค่าจ้างนักวิจัย ค่าวัสดุในห้องปฏิบัติการเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถนำมาลดหย่อนภาษีได้ในปัจจุบัน ในขณะที่ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั่วไป เช่น ค่าสร้างโรงงาน ตึก ค่าเครื่องจักร จะค่อย ๆ เสื่อมไปโดยใช้เวลาหลายปี ดังนั้นบริษัทจะทำการลดหย่อนภาษีได้ทั้งหมดในอนาคตเท่านั้น ไม่ใช่ในปัจจุบัน แต่แม้ว่าการลงทุนใน R&D จะมีข้อได้เปรียบจากโครงสร้างทางภาษีดังกล่าว หลายประเทศก็ยังคงมีการให้แรงจูงใจสำหรับการลงทุนในภาค R&D เพิ่มเติมอีก หนึ่งในมาตรการที่ช่วยกระตุ้นและจูงใจให้ภาคเอกชน ลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมมากขึ้นคือ การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีกับบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคลในการยกเว้นภาษีเงินได้ กรณีที่มีรายจ่ายที่ได้จ่ายไปเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมสรรพากร*

##### 11.2.1.1.1 การลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล

Knoll (2003) ได้ระบุว่ามีนโยบายการกระตุ้นการใช้จ่ายการลงทุนด้าน R&D ของประเทศที่สำคัญคือการลดต้นทุนด้าน R&D ของเอกชนลง Minniti and Venturini (2017) ระบุว่า ภาษีส่งผลให้

ภาคเอกชนลดการลงทุนลงโดยรวม ซึ่งรวมถึงการลงทุนด้าน R&D ดังนั้นการลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล จะส่งผลให้เกิดการจัดสรรทรัพยากร (relocate) ไปยัง R&D เพิ่มมากขึ้น

- ปัจจุบันมีการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นเวลา 8 ปี และลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 50 เป็นเวลา 5 ปี (นับจากวันที่สิ้นสุดระยะเวลาการได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล)
- ปัจจุบันมีการยกเว้นภาษีนิติบุคคลเพื่องานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีได้ถึง 200%

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมสรรพากร*

**11.2.1.1.2 การให้เครดิตภาษีสำหรับการลงทุนด้าน R&D (R&D tax credit)** สามารถกระตุ้นการลงทุนด้าน R&D ของภาคเอกชนได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนของการผลิต R&D โดยตรง และน่าจะเพิ่มแรงจูงใจในการทำสร้างนวัตกรรมได้

- ปัจจุบันสิทธิประโยชน์ทางภาษีดังกล่าวอยู่ที่ 200%

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมสรรพากร** เป็นหน่วยงานหลักในการกำหนด และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นหน่วยงานสนับสนุน โดยได้รับมอบหมายจากกระทรวงการคลังให้ดำเนินการตรวจสอบและรับรองโครงการวิจัยฯ ให้แก่ผู้ประกอบการภาคเอกชน สำหรับการขอรับสิทธิประโยชน์ทางภาษี (วิธีการ pre-approval) โดยเปิดให้บริการระบบ RDC Online รองรับบริการยื่นขอรับรองโครงการวิจัยฯ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต เพื่อสร้างความสะดวกรวดเร็ว มีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล และตรวจสอบติดตามผลได้ง่าย และ สวทช. ได้รับมอบหมายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตรวจประเมินและรับรองระบบบริหารการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Research Technology Development and Innovation Management System : RDIMS) ซึ่งผู้ประกอบการที่ผ่านการรับรองระบบ RDIMS และขึ้นทะเบียนเป็นผู้ใช้สิทธิกับ สวทช. นั้น สามารถรับรองตนเองสำหรับโครงการวิจัยฯ ที่มีมูลค่าไม่เกิน 3 ล้านบาทได้ โดยไม่ต้องขอการรับรองเป็นรายโครงการ แล้วยื่นขอรับสิทธิประโยชน์ทางภาษี (วิธีการ self-declaration) ได้อีกช่องทางหนึ่ง

**11.2.1.1.3 ลดต้นทุนเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยและพัฒนา** อีกหนึ่งวิธีที่เป็นการลดต้นทุนของการผลิต R&D โดยตรง ดังนี้

- ยกเว้นอากรนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยและพัฒนา
- การอนุญาตให้หักค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรที่ใช้ในการทำวิจัยและพัฒนาในอัตราเร่ง

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)*

**11.2.1.2 การให้ความช่วยเหลือด้านการเงินแก่ธุรกิจที่ต้องการลงทุนด้าน R&D** ผ่านทางสถาบันการเงินของภาครัฐ เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของภาคเอกชนตามโครงการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมที่มีลักษณะการดำเนินงานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างร่วมกัน อาทิ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การพัฒนากระบวนการผลิต การจัดตั้งหรือปรับปรุงห้องทดลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี การสร้างเครื่องจักรต้นแบบ หรือการทำ Reverse Engineering และการต่อยอดงานวิจัยภาครัฐ/มหาวิทยาลัยสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

- การให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแบบมีเงื่อนไขแก่ธุรกิจที่ต้องการลงทุนด้าน R&D โดยมีเงื่อนไขการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยร่วมมือกับ สถาบันการศึกษา/วิจัย เช่น Technology Research Consortium เป็นต้น
- การอนุมัติวงเงินสินเชื่อให้ยืมขึ้นแก่ธุรกิจที่มีการลงทุนด้าน R&D ตามเกณฑ์ที่กำหนด
- มาตรการส่งเสริมให้จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ เอ็ม เอ ไอ (mai) นำธุรกิจที่ต้องการลงทุนด้าน R&D เข้าตลาดหลักทรัพย์เพื่อให้สามารถออกหุ้นสามัญ หรือหุ้นกู้สำหรับการลงทุนด้าน R&D โดยเฉพาะ

อย่างไรก็ตาม การให้ความช่วยเหลือทางการเงินมาพร้อมกับความเสี่ยงจากการลงทุนด้าน R&D เช่น การล้มเหลวในการทำวิจัย หรือการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ที่มีต่อ R&D นั้น ๆ จึงเริ่มมีการนำการลดหย่อนภาษีในอนาคตมาเป็นสินทรัพย์ค้ำประกัน (Collateral) ให้กับการกู้เงินเพื่อลงทุนด้าน R&D เพื่อในกรณีที่การลงทุนด้าน R&D ของภาคเอกชนไม่ประสบความสำเร็จ

### **หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สถาบันการเงินของภาครัฐ**

#### **ประเด็นที่ควรระวัง**

1. ข้อจำกัดทางการเงินมักเป็นเหตุผลที่จำเป็นต้องมีนโยบายด้านนวัตกรรมเพื่อบริษัทขนาดเล็ก ตัวอย่างเช่น การกำหนดให้เครดิตภาษีด้านการวิจัยและพัฒนาสำหรับบริษัทขนาดเล็กสูงกว่าของบริษัทขนาดใหญ่ อาทิ Criscuolo et al. (2019) พบว่า บริษัทขนาดเล็กมีการตอบสนองต่อนโยบายเกี่ยวกับนวัตกรรมและการสนับสนุนธุรกิจอื่น ๆ สูงกว่าการตอบสนองของบริษัทใหญ่ อย่างไรก็ตาม นโยบายอุดหนุนการทำ R&D ที่ตั้งเป้ากับบริษัทขนาดเล็กก็อาจมีผลเสียได้ ประการแรก นโยบายเหล่านี้อาจจะไปหยุดยั้งการเติบโตของบริษัท ด้วยเหตุผลที่ว่า หากบริษัทมีขนาดใหญ่เกินจุดหนึ่งแล้ว พวกเขาจะถูกตัดสิทธิ์จากการได้รับเงินอุดหนุน ประการที่สอง บริษัทที่อยู่ภายใต้ข้อจำกัดทางการเงินมากที่สุดคือบริษัทที่เพิ่งเปิดใหม่ ไม่ใช่บริษัทขนาดเล็ก ดังนั้น การเน้นที่นโยบายสินเชื่อเงินอุดหนุนสำหรับบริษัทเปิดใหม่แทนการลดหย่อนภาษีหรือเงินช่วยเหลือทั่วไป อาจมีความเหมาะสมกว่า
2. การให้เครดิตภาษี นอกเหนือจากจะทำให้ภาครัฐสูญเสียรายได้จากภาษีจากการลดหย่อนดังกล่าวแล้ว อาจจะไม่ได้ทำให้ภาคเอกชนเพิ่มการลงทุนใน R&D ก็เป็นไปได้ กล่าวคือ บริษัทอาจจะเปลี่ยนชื่อของ

ค่าใช้จ่ายอื่นๆให้เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อ R&D เพื่อให้ได้ประโยชน์จากการลดหย่อนภาษี ตัวอย่างเช่น Chen et al. (2019) พบการตั้งชื่อใหม่ของรายจ่ายต่าง ๆ หลังการเปลี่ยนแปลงกฎเกณฑ์เกี่ยวกับภาษีนิติบุคคลในประเทศจีนอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การจะประเมินผลสำเร็จของนโยบายเครดิตภาษี (โดยปรับความล่าช้าหรือ lag ของการส่งผลดังกล่าวด้วย) อาจจะพิจารณาที่ผลผลิตแทน อาทิ จำนวนสิทธิบัตร ผลิตภัณฑ์การผลิตรายใหม่ หรือการจ้างงานในภาค R&D

### 11.2.1.3 การเพิ่มการใช้จ่ายภาครัฐในภาค R&D โดยตรง

ข้อดีของการสนับสนุนทางด้านภาษีเพื่อการลงทุนใน R&D คือ ยากที่นโยบายภาษีจะสามารถเลือก R&D เป้าหมายที่สามารถสร้าง spillovers ในองค์ความรู้และหลีกเลี่ยง business-stealing ได้มากที่สุด ทางแก็คือ รัฐบาลสามารถเลือกที่จะให้ทุนสนับสนุนโดยตรงกับโครงการที่เห็นว่าก่อให้เกิด social benefits สูง เช่น เน้นที่ R&D พื้นฐานที่ดำเนินการในมหาวิทยาลัย มากกว่า R&D ประยุกต์ที่ดำเนินการโดยภาคเอกชน หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนการลงทุนใน R&D โดยภาครัฐไปยังมหาวิทยาลัยวิจัยหรือสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ตัวอย่างจากประเทศสหรัฐอเมริกา อาทิ Azoulay, Graff Zivin, et al. (2019) พบว่าทุนสนับสนุนจาก NIH (National Institutes of Health) จำนวน 10 ล้านดอลลาร์ไปยังสถาบันวิจัย ส่งผลให้เกิดการจดสิทธิบัตรจำนวน 2.7 ชิ้นเพิ่มเติมโดยบริษัทเอกชน นอกจากนี้ยังค่อนข้างชัดเจนว่า spillovers จากงานวิจัยพื้นฐานน่าจะมีขนาดใหญ่กว่า spillovers จากงานวิจัยแบบประยุกต์เพื่อการผลิตสินค้าหรือบริการ Hausman (2018) เป็นตัวอย่างงานวิจัยที่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลกระทบของการวิจัยในมหาวิทยาลัยกับนวัตกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา และยังมีงานวิจัยเชิงสำรวจ Valero and Van Reenen (2019) ที่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการวิจัยในมหาวิทยาลัยกับผลิตภาพการผลิตโดยรวมและกับนวัตกรรมโดยเฉพาะ

นโยบายในส่วนนี้คือ

1. การให้ทุนสนับสนุนแก่นักวิจัยในภาควิชาการ ในปัจจุบันมีการให้ทุนวิจัยของสถาบันวิจัยแห่งชาติ และ มหาวิทยาลัยวิจัยต่าง ๆ

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง** สถาบันวิจัยแห่งชาติ และ มหาวิทยาลัยวิจัย

2. การให้บริษัทเอกชนทำ R&D แทนภาครัฐด้วยทุนวิจัยของรัฐบาล ตัวอย่างจากประเทศสหรัฐอเมริกาเช่นกัน โดย Moretti et al. (2019) ได้พิจารณาผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายใน R&D ด้านการทหารที่ทำโดยภาคเอกชนด้วยเงินอุดหนุนของภาครัฐ (ซึ่งมักจะถูกกำหนดมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านการเมืองมากกว่า จึงถือว่าเป็นตัวแปรนอก) ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นในการลงทุนใน R&D ของภาคเอกชนเองร้อยละ 3

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง** กระทรวงต่าง ๆ ที่ต้องการทำ R&D



3. การให้เงินอุดหนุนจากภาครัฐโดยตรงกับบริษัทเอกชน การร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อสร้างเครือข่ายนวัตกรรมเป็นอีกวิธีที่ช่วยให้ภาคเอกชนตัดสินใจทำ R&D มากขึ้น เนื่องจากมีภาครัฐช่วยแบกรับความเสี่ยง Howell (2017) ใช้ผลจากการให้ทุนวิจัยสำหรับธุรกิจขนาดเล็กที่สร้างนวัตกรรม โดยพบว่าโครงการที่ได้ผ่านการคัดเลือกได้รับทุนได้ระยะแรก จะมีโอกาสที่จะได้รับเงินทุนร่วมทุน (angel finance หรือ venture capital) ในขั้นต่อมาถึงสองเท่า ดังนั้นการได้รับทุนอุดหนุนดังกล่าวส่งผลกระทบทางบวกทั้งต่อรายได้ของบริษัทเองและจำนวนการจดสิทธิบัตรด้วย

- ในปัจจุบันมีการให้ทุนผ่านสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในโครงการสนับสนุนเร่งการเติบโตของธุรกิจนวัตกรรมรายใหม่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (Research Gap Fund) โดยให้การสนับสนุนผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการในลักษณะเงินสนับสนุนผู้ประกอบการผ่านมหาวิทยาลัย หรือสถาบันวิจัยของรัฐที่ผู้ประกอบการขออนุญาตใช้สิทธินำผลงานวิจัยมาต่อยอด
- การให้ทุนสนับสนุนกับบริษัทเอกชน ในปัจจุบันมีการให้ทุนผ่านสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในโครงการสนับสนุนเร่งการเติบโตของธุรกิจนวัตกรรมรายใหม่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (Research Gap Fund) โดยให้การสนับสนุนผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการในลักษณะเงินสนับสนุนผู้ประกอบการผ่านมหาวิทยาลัย หรือสถาบันวิจัยของรัฐที่ผู้ประกอบการขออนุญาตใช้สิทธินำผลงานวิจัยมาต่อยอด

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง** กระทรวงต่าง ๆ ที่ต้องการทำ R&D และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

4. การลงทุนด้าน R&D โดยภาครัฐเองโดยตรง Choi and Lee (2018) และ Rosenbloom and Ginther (2017) มองว่าการกระตุ้นภาค R&D ผ่านการลงทุนภาค R&D ของรัฐเองสามารถกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มของการลงทุนภาค R&D ของเอกชนได้ เนื่องจากการลงทุนด้าน R&D ของภาครัฐจะทำให้ภาคเอกชน นำไปต่อยอดได้ เกิดผลคูณทวี (multiplier)

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง** กระทรวงต่าง ๆ ที่ต้องการทำ R&D

5. การลงทุนด้าน R&D ร่วมกับองค์กรในต่างประเทศในโครงการวิจัยร่วม

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง** กระทรวงต่าง ๆ ที่ต้องการทำ R&D และ มหาวิทยาลัยวิจัย

6. นโยบาย R&D “เชิงภารกิจ” (mission based) มุ่งเน้นการสนับสนุนเทคโนโลยีหรือภาคส่วนเฉพาะที่มี การคัดเลือกโครงการอย่างเข้มข้น แต่ในขณะเดียวกันต้องพร้อมรับความล้มเหลวที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ตัวอย่างเทคโนโลยีที่น่าจะเหมาะสมในการเป็นภารกิจในปัจจุบันนี้คือ เทคโนโลยีเพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือการลดโรคระบาด เนื่องจากมีแรงกดดันที่ทำให้จำเป็นต้องหาทางหลีกเลี่ยงภัยพิบัติด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพให้ได้ กรณีปัญหาโลกร้อนที่มุ่งหวังว่ากลไกซื้อขายคาร์บอนจะทำให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปได้ค่อนข้างล้มเหลว การแก้ปัญหานี้จึงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีใหม่ในการลดคาร์บอนลง และสร้างแรงจูงใจในการวิจัยและพัฒนาโดยตรงสู่เทคโนโลยีสีเขียว ซึ่งนโยบาย R&D “เชิงภารกิจ”นี้อาจส่งผลให้เกิดนวัตกรรมที่ยิ่งใหญ่ได้ Gruber and Johnson (2019) พบว่าการเพิ่มขึ้นสัดส่วนของทุนสนับสนุนการวิจัยของรัฐบาลกลางสหรัฐฯ ต่อ GDP ครึ่งเปอร์เซ็นต์ จากร้อยละ 0.7 เป็นร้อยละ 1.2 จะสร้างเม็ดเงินมูลค่า 100 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ซึ่งสามารถนำไปสร้างศูนย์กลางเทคโนโลยีใหม่ในเมืองที่มีระดับการศึกษาดีแต่ไม่ได้มีรายได้สูงมาก เช่น เมือง Rochester รัฐนิวยอร์ก และชี้ว่าเงินอุดหนุนดังกล่าวจะก่อให้เกิด spillovers ไปยังท้องถิ่น ลดความเหลื่อมล้ำทางด้านการกระจายรายได้ ซึ่งเป็นการดีกว่าที่จะเพิ่มเงินอุดหนุนไปยังท้องถิ่นที่มีการวิจัยเข้มข้นอยู่แล้ว อย่างเช่น silicon valley

**หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง** กระทรวงต่าง ๆ ที่ต้องการทำ R&D

### ประเด็นพิงระวัง

1. Hall and Lerner (2010) ที่สรุปวรรณกรรมปริทัศน์ในกลุ่มนี้และได้ข้อสรุปว่า ข้อจำกัดทางการเงินมีส่วนในการยับยั้งการสร้างนวัตกรรมอยู่มาก แต่ก็ไม่ได้สรุปว่ารัฐบาลควรจะเป็นผู้จัดสรรเงินทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเอง เนื่องจาก รัฐบาลมักจะมีข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของโครงการที่แย่กว่าที่บริษัทหรือนักลงทุนเองมี ดังนั้น นโยบายที่มีประสิทธิภาพในการจัดการปัญหาข้อจำกัด

ทางการเงินไม่ใช่แค่การอุดหนุนเงินทุนโดยตรง แต่ควรมีกลไกในการระบุและเลือกการลงทุนที่มีคุณภาพสูงขึ้นได้อย่างแม่นยำ ซึ่งก็เป็นสิ่งที่ยาก

## 2. การให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเหล่านี้มีประสิทธิผลเพียงใด

การประเมินประสิทธิผลของเงินทุนสนับสนุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเป็นสิ่งที่ท้าทายมาก เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว ทุนวิจัยสาธารณะมักจะพยายามเลือกให้กับนักวิจัยที่มีแนวโน้มจะทำวิจัยสำเร็จมากที่สุด หรือโครงการที่จะสามารถช่วยแก้ปัญหาในสังคมได้มากที่สุด กล่าวคือถ้าการลงทุนใน R&D โดยภาครัฐเป็นเพียงแค่การ crowds out การลงทุนใน R&D โดยภาคเอกชน กล่าวคือก่อให้เกิดนวัตกรรมแบบเดียวกันกับที่จะทำโดยภาคเอกชนเอง การลงทุนใน R&D โดยภาครัฐดังกล่าวก็จะไม่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของการลงทุนใน R&D ทั้งหมด และไม่สามารถเพิ่มผลิตภาพผลผลิตในประเทศได้ อย่างไรก็ตามเป็นไปได้ว่า ทุนวิจัยสาธารณะอาจจะทำให้เกิดการ crowds in และดึงดูดให้เกิดการลงทุนใน R&D โดยภาคเอกชนเพิ่มขึ้นได้

### ประเด็นพิจารณา

วิกฤตโควิด-19 ถือเป็นโอกาสสำหรับการเปลี่ยนแปลง ในแง่หนึ่ง การตระหนักว่าการทำลายอย่างสร้างสรรค์ (creative disruption) สามารถใช้เป็นกลไกขับเคลื่อนการขยายตัวของเศรษฐกิจหลังจากโควิด-19 ได้ ซึ่งถือเป็นประเด็นที่ท้าทายผู้กำหนดนโยบาย ในด้านหนึ่ง ผู้วางนโยบายต้องพยายามรักษาให้บริษัทต่าง ๆ ผ่านวิกฤตไปได้เพื่อรักษางานและรักษาทุนมนุษย์ที่สะสมอยู่ในบริษัทเหล่านั้น ในอีกด้าน ผู้วางนโยบายอาจจะต้องสนับสนุนให้มีการปรับเข้าสู่การเกิดบริษัทและกิจกรรมใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น และเป็นการกระจายความมั่งคั่งในประเทศให้ลดการกระจุกตัวอยู่ในกลุ่มผู้สร้างนวัตกรรมรุ่นเก่า โจทย์ที่ท้าทายคือการเปิดโอกาสให้กับนวัตกรรมรุ่นใหม่และปลดปล่อยปัจจัยการผลิตที่อยู่ในบริษัทรุ่นเก่าออก โดยให้เกิดผลกระทบทางลบต่อการจ้างงานรวมให้น้อยที่สุด และมุ่งไปสู่การเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีความเท่าเทียมกันมากขึ้น

#### 11.2.2 การเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D (อุปทานทุนมนุษย์)

ในกรณีที่อุปทานของนักวิทยาศาสตร์คงที่ หากรัฐบาลมีอุปสงค์ต่อ R&D เพิ่มขึ้น ผลที่ตามมาคือจะส่งผลให้ค่าจ้างสำหรับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สูงขึ้น แต่จะไม่กระทบต่อจำนวนนวัตกรรมในปัจจุบัน เนื่องจากปัจจัยการผลิต R&D ที่สำคัญคือจำนวนนักวิทยาศาสตร์ยังคงที่ อย่างไรก็ตาม อาจจะมีการแทนที่ด้วยปัจจัยอื่นได้ เช่นการไหลเข้ามาของนักวิทยาศาสตร์จากประเทศอื่นซึ่งช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน และเป็นไปได้ว่าจะเกิดการเพิ่มขึ้นของอุปทานของนักวิทยาศาสตร์ในระยะยาว ซึ่งตอบสนองต่อค่าจ้างสำหรับนักวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ดังที่กล่าวถึงใน Romer (2001) อุปทาน

ทุนมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นนี้จะเพิ่มปริมาณของนวัตกรรมโดยตรง และโดยทางอ้อมผ่านการทำให้ค่าจ้างที่ดูลดภาพของบุคลากรในภาค R&D ลดต่ำลง

#### 11.2.1.1 การเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D ในประเทศ

จะเห็นได้ชัดเจนว่า การเพิ่มปริมาณของนวัตกรรม จำเป็นที่จะต้องมีความชำนาญการ หรือมีทุนมนุษย์ที่จำเป็นในการดำเนินการวิจัย

11.2.1.1.1 การเพิ่มจำนวนการลงเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ (รู้จักกันทั่วไปในชื่อ STEM) ซึ่งจะทำให้จำนวนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้น นับว่าเป็นนโยบายที่ตรงที่สุดในการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของนวัตกรรม ตัวอย่างงานวิจัยที่ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการลงเรียนใน STEM และ นวัตกรรม คือ Bianchi and Giorcelli (2018) ที่พบว่าการเปลี่ยนกฎระเบียบเกี่ยวกับการลงทะเบียนใน STEM ในประเทศอิตาลี (ซึ่งถือว่าเป็นการกำหนดจากภายนอก) นำไปสู่การเพิ่มขึ้นในจำนวนนวัตกรรมในภาคเคมี การแพทย์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ก็มีกรรั่วไหลของผู้ที่เรียนจบสายนี้ไปยังภาคที่ไม่ได้ก่อให้เกิดนวัตกรรมโดยตรง อย่างเช่น ภาคการเงิน อย่างไรก็ตาม ผลสัมฤทธิ์จากนโยบายดังกล่าวอาจจะประเมินได้ยาก เนื่องจากนโยบายนี้ทำในวงกว้างและกว่าจะส่งผลกระทบคือในระยะยาว

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กระทรวงศึกษาธิการ และ มหาวิทยาลัย*

11.2.1.1.2 อีกวิธีหนึ่งในการเพิ่มอุปทานของนักวิจัยในระยะยาวคือการลงทุนในการฝึกอบรมในประเทศด้านเทคโนโลยีขั้นสูงและระบบดิจิทัล

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กระทรวงศึกษาธิการ มหาวิทยาลัย และกระทรวงแรงงาน*

11.2.1.1.3 การลดอุปสรรคที่ขัดขวางการพัฒนาเป็นนวัตกรรมของคนที่มีความสามารถ วรรณกรรมปริทัศน์ด้านนี้กล่าวถึงประเด็นที่กลุ่มเด็กที่เกิดในครอบครัวรายได้ต่ำมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จน้อยมาก ตัวอย่าง Bell et al. (2019) พบว่าเด็กในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เกิดในครอบครัวที่มีรายได้สูงสุด 1 เพอร์เซ็นต์แรกมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นนวัตกรรมมากกว่าเด็กที่เกิดในครอบครัวที่มีรายได้ 50 เพอร์เซ็นต์ครึ่งล่างถึง 10 เท่า โดยงานวิจัยชี้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างนี้ไม่ได้เกิดจากความแตกต่างในความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด (innate ability) แต่เกิดจากความแตกต่างในการที่เด็กเหล่านั้นไม่มีโอกาสได้พบเจอหรือได้แรงบันดาลใจจากผู้ที่เป็นผู้สร้างนวัตกรรมตั้งแต่สมัยที่เขาเหล่านั้นยังเยาว์วัย ผลวิจัยนี้ชี้ว่าการพัฒนาสภาพแวดล้อมของที่อยู่ การพัฒนาคุณภาพของโรงเรียน และการส่งเสริมให้เด็กได้มีโอกาสพบเจอเรียนรู้จากผู้สร้างสรรค์นวัตกรรมตั้งแต่ยังเด็กจะช่วยเพิ่มนวัตกรรมในระยะยาวได้

### หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กระทรวงศึกษาธิการ

**11.2.1.2 การเพิ่มจำนวนบุคลากรในภาค R&D จากต่างประเทศ** เนื่องจากแรงขับเคลื่อนที่สำคัญของการวิจัยและพัฒนาคือการสร้างบุคลากรที่จะสร้างนวัตกรรมได้ โดยนโยบายดึงดูดบุคลากรทางด้านนวัตกรรมจากต่างประเทศ คือ

- การให้ใบอนุญาตทำงานและวีซ่าประเภทพิเศษสำหรับผู้เชี่ยวชาญและนักวิจัยต่างชาติ เพื่อดึงดูดชาวต่างชาติที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ หรือนักลงทุนเข้าทำงานหรือลงทุนใน ภาค R&D อาทิ ในประเทศจีน ได้มีการดำเนินนโยบาย “Thousand Talents Plan” ซึ่งมีเป้าหมายในการดึงดูดบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาเข้ามาในประเทศจีน โดยได้เริ่มขึ้นในปี 2008 และประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก โดยระหว่างปี 2008 จนถึงปี 2019 สามารถดึงดูดนักวิจัยเข้ามาในประเทศจีนได้ทั้งสิ้นกว่า 60,000 คน ตัวบ่งชี้ความสำเร็จคือจำนวนการยื่นขอจดสิทธิบัตรในระดับนานาชาติโดยประเทศจีนในปี 2019 มีจำนวนทั้งสิ้น 58,990 รายการ ซึ่งมากกว่าจำนวนการยื่นขอจดทะเบียนของสหรัฐอเมริกาที่จำนวน 57,840 รายการ นอกจากนี้ Rovito, S. M. et. AL., (2021) ได้สรุปถึง การปรับเปลี่ยนระเบียบเงื่อนไขทางด้านวิชาในประเทศสหราชอาณาจักร โดยได้ปรับลดเงื่อนไขวีซ่าประเภท Tier 1 ลง และแทนที่ด้วยโครงการ Global Talent Visa นับตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2020 ซึ่งไม่กำหนดจำนวนผู้ที่ได้รับวีซ่าประเภทดังกล่าว และสะท้อนให้เห็นถึงทิศทางของรัฐบาลสหราชอาณาจักรต่อการให้ความสำคัญของนักวิจัยอย่างมาก

### หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กระทรวงต่างประเทศ

#### 11.2.3 การเพิ่มจำนวนสิทธิบัตร

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษา R&D ในภาพรวม โดยไม่ได้ลงรายละเอียดของเทคโนโลยีใด ๆ เฉพาะเจาะจง โดยพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวของผลิภาพการผลิตกับ lag ของการลงทุนในภาค R&D จากการที่งานวิจัยจำนวนมากได้ยืนยันการมีอยู่ของ spillovers ในองค์ความรู้ การให้สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาอย่างเข้มข้นด้วยการให้สิทธิบัตรแก่ผู้สร้างนวัตกรรมจึงเป็นหนทางในการเพิ่ม private return ให้กับผู้สร้างนวัตกรรม กล่าวคือ สิทธิบัตรคือสิทธิชั่วคราวในการกีดกันไม่ให้ผู้อื่นขายสิ่งประดิษฐ์ที่ได้รับการคุ้มครอง แต่ขณะเดียวกันสิทธิบัตรก็ทำให้เกิดการสูญเสียด้านประสิทธิภาพ (efficiency loss) เพราะสิทธิบัตรทำให้ผู้ขายสามารถเพิ่มราคา (markup) ที่สูงกว่าต้นทุนการผลิตได้ อย่างไรก็ตาม ผลลบดังกล่าวถูกกลบด้วยผลบวกจากประสิทธิภาพแบบพลวัต นั่นคือ สิทธิบัตรก่อให้เกิด dynamic efficiency โดยสร้างแรงจูงใจให้เอกชนทำการผลิต R&D มากขึ้นด้วยความคาดหวังว่าจะได้รับผลตอบแทนเต็มที่จากความพยายามสร้าง R&D ดังกล่าว

เนื่องจากจำนวนสิทธิบัตรที่จดทะเบียนในประเทศประกอบด้วยสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาภายในประเทศไทย และสิทธิบัตรของผู้ที่ไม่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาภายนอกประเทศไทย จึงแยกกลุ่มนโยบายเป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 11.2.3.1 การเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรของผู้ที่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนาภายในประเทศไทย

สำนักงานจัดการสิทธิเทคโนโลยี (Technology Licensing Office : TLO) เป็นหน่วยงานบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและส่งเสริมการอนุญาตให้ใช้สิทธิทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อประโยชน์เชิงพาณิชย์ ซึ่งทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวเกิดจากผลงานการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ สวทช. โดยมุ่งส่งเสริมให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีรวมถึงการอนุญาตให้ใช้สิทธิของ สวทช. และศูนย์วิจัยแห่งชาติ แก่ภาคธุรกิจและภาคการผลิต เพื่อให้มีการนำทรัพย์สินทางปัญญาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

**11.2.3.1.1** การส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับระบบและวิธีการจดสิทธิบัตร ให้กับภาคเอกชน ประชาชน หรือสถาบันวิจัยต่างๆ เช่น ในสหภาพยุโรปที่มีการจัดโครงการให้ความรู้บริษัทเอกชนขนาดเล็กและกลาง ให้มีความรู้ที่ทันสมัยตามระบบสิทธิบัตรที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนสิทธิบัตรของประเทศกำลังเปลี่ยนผ่านในทวีปยุโรปอย่างมีนัยสำคัญ (Hall, 2007) นอกจากนี้การลดความล่าช้าและความยุ่งยากในการจดสิทธิบัตร การแก้ปัญหาด้วยการการสร้าง Platform ที่เข้าถึงง่ายต่อการใช้งาน เช่น USPTO ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เป็น Platform สาธารณะในการสืบค้นเกี่ยวกับสิทธิบัตรที่จดทะเบียนในประเทศสหรัฐอเมริกา และสามารถตรวจสอบว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้คิดค้นสามารถจดทะเบียนได้หรือไม่

- ปัจจุบันมี โปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย หรือ ITAP เป็นหน่วยงานบริการสนับสนุนหน่วยงานหนึ่ง ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เพื่อช่วยเหลือ SME ไทยอย่างรอบด้าน ทั้งในด้านเงินทุนสนับสนุนและการให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ วัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงภาคอุตสาหกรรมสู่การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) ด้วยกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม

*หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)*

**11.2.3.1.2 สร้างกฎหมายคุ้มครองสิทธิบัตรที่มีความเข้มงวด** จากการรณรงค์ปรัทัศน์พบว่าในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา การเพิ่มความเข้มงวดของกฎหมายสิทธิบัตร นำมาสู่อัตราการขอสิทธิบัตรที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการแพร่กระจายของนวัตกรรมใหม่ (Cockburn, 2016)

- ในส่วนที่ประเทศไทยสามารถทำได้คือการขยายกรอบการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวกับการค้าแบบมากกว่า (TRIPS+) ซึ่งว่าด้วยการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญานานขึ้น การให้การผูกขาดข้อมูล (Data Exclusivity) เป็นต้น เพื่อเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้ลงทุนใน R&D

*หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมทรัพย์สินทางปัญญา*

**11.2.3.1.3 การให้สิทธิในนวัตกรรมกับนักวิจัย** Hvide and Jones (2018) ชี้ว่าการเปลี่ยนโครงสร้างผลตอบแทนทางการเงินของนักวิจัยในมหาวิทยาลัยมีผลต่อจำนวนสิทธิบัตร กล่าวคือ เมื่อนักวิจัยในมหาวิทยาลัยได้รับสิทธิในนวัตกรรมเต็มที่ นักวิจัยมีแนวโน้มจะทำการจดสิทธิบัตรและริเริ่ม start-ups มากขึ้น นั่นคือ องค์ความรู้ที่แต่ก่อนมักจะถูกเรียกกันว่าถูกเก็บบนยอดหอคอยงาช้างจะถูกทำให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่จับต้องได้จริงมากยิ่งขึ้น

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มหาวิทยาลัย*

#### **11.2.3.2 การเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรของผู้ที่ไม่มีสัญชาติไทยหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศไทย**

- สร้างหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการจดสิทธิบัตร เนื่องจากผู้ขอสิทธิบัตรที่มีสัญชาติหรือมีภูมิลำเนานอกประเทศผู้ออกสิทธิบัตรอาจจะขาดความเข้าใจข้อมูลกฎหมาย หรือสภาพแวดล้อมทางสังคมในประเทศผู้ขอ ทำให้โอกาสที่จะคิดค้นนวัตกรรมและการขอสิทธิบัตรเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการมีหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญทางสิทธิบัตรจะทำให้โอกาสการขอสิทธิบัตรของชาวต่างชาติมีประสิทธิภาพและโอกาสที่จะประสบความสำเร็จมากขึ้น เช่น มีการจัด Inventor Assistance Program (IAP) ในประเทศ โคโลมเบีย เอกวาดอร์ โมร็อกโก แอฟริกาใต้ และ ฟิลิปปินส์ ที่เป็นความร่วมมือของ World Intellectual Property Organization (WIPO) และ World Economic Forum โดยเป็นหน่วยงานพิเศษที่คอยให้คำปรึกษาและสนับสนุนในขั้นตอนการขอสิทธิบัตรของผู้มีภูมิลำเนา และผู้ไม่มีภูมิลำเนาในประเทศ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

#### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)*

#### **ประเด็นพิจารณา ระบบสิทธิบัตรดีจริงหรือไม่**

Boldrin and Levine (2013) ได้ให้ข้อสรุปที่แตกต่างออกไป นั่นคือ การสรุปว่าระบบสิทธิบัตรควรจะถูกละทิ้งไปให้หมด เนื่องจากไม่พบหลักฐานว่าสิทธิบัตรช่วยเพิ่มนวัตกรรมและผลิตภาพการผลิตแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะระบบสิทธิบัตรจะมีปัญหา เช่น การเก็บสิทธิบัตรไว้เฉยๆโดยไม่ได้นำไปผลิตสินค้าและบริการแต่คอยฟ้องร้องผู้ที่จะมาใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ แต่ระบบการมีสิทธิบัตรก็ก่อให้เกิดประโยชน์ดังที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นประเด็นเกี่ยวกับสิทธิบัตรที่ควรจะเน้นย้ำ คือ การระบุประเภทของเทคโนโลยีที่ควรให้มีการจดสิทธิบัตร นั่นคือ ต้องเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ไม่ใช่สิ่งที่ชัดเจนอยู่แล้ว มีการเปิดเผยกับสาธารณะ และไม่มีการให้สิทธิบัตรกับสิ่งที่ก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมมากกว่าประโยชน์ทางสังคม

#### **11.2.4 นโยบายอื่นๆที่เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มขึ้นของ R&D**

##### **11.2.4.1 การเพิ่มปริมาณการค้าระหว่างประเทศ**

การแข่งขันของตลาดผลิตภัณฑ์และการค้าระหว่างประเทศที่สูงอาจสื่อถึง การลดลงของกำไรใน อนาคต ผลคือบริษัทอาจจะลดการจัดสรรงบการใช้จ่ายไปยัง R&D ลง อย่างไรก็ดี การแข่งขันอาจจะ สนับสนุนให้เกิดนวัตกรรมมากขึ้นได้ กล่าวคือ ในตลาดผูกขาดที่มีอุปสรรคอย่างมากในการจะเข้ามาได้ ส่วนแบ่งในตลาดนั้น ๆ ผู้ที่เป็นผู้ผูกขาดมักจะมีแรงจูงใจที่จะสร้างนวัตกรรมน้อย เนื่องจากการสร้าง นวัตกรรมจะไปแทนที่กระแสของผลกำไรเหนือธรรมชาติ (supernormal profits) ที่พวกเขาได้รับอยู่เดิม ซึ่งตรงกันข้ามกับผู้เข้ามาใหม่ที่ไม่มีสิ่งใดให้ต้องปกป้อง นอกจากนี้ การแข่งขันที่รุนแรงขึ้นสามารถชักจูงให้ ทุกคนทำงานหนักขึ้น นั่นคือเกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ มากขึ้น หลักฐานเชิงประจักษ์ชี้ให้เห็นว่าการ แข่งขันมักจะเพิ่มนวัตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตลาดที่เริ่มแรกมีระดับการแข่งขันต่ำ วรรณกรรม ปรัชญาในสายนี้มักจะเน้นที่ shock จากการนำเข้าที่ไปเพิ่มการแข่งขันในตลาดสินค้ามากขึ้น เช่น การที่ ประเทศจีนได้เข้าเป็นสมาชิกขององค์การการค้าโลกเมื่อปี 2001 โดย Shu และ Steinwender (2019) สรุปบทความเกี่ยวกับการค้าและการแข่งขันในทั้ง อเมริกาใต้ เอเชีย และยุโรป พบผลไปในทางเดียวกัน คือ การแข่งขันส่วนใหญ่ผลักดันให้เกิดนวัตกรรมเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ การเปิดกว้างทางการค้าสามารถเพิ่มนวัตกรรมได้โดยการเพิ่มขนาดตลาด ส่งผลให้ ต้นทุนของนวัตกรรมเฉลี่ยต่อหน่วยสินค้าลดลงเนื่องจากการการผลิตสินค้าจำนวนที่มากขึ้นเพื่อรองรับ ตลาดที่ใหญ่ขึ้น ดังที่กล่าวถึงใน Grossman และ Helpman (1991) นอกจากนี้การค้ายังนำไปสู่การ พัฒนาคุณภาพปัจจัยการผลิตและการกระจายความรู้ที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ดังที่กล่าวถึงใน Diamond (1997) และ Keller (2004)

### *หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กระทรวงพาณิชย์*

#### 11.2.4.2 การมีนิคมวิทยาศาสตร์ (Science community/Science park)

นโยบายที่ได้รับความนิยมคือ การสร้าง agglomeration effects นั่นคือ การพยายามให้บริษัท เทคโนโลยีขึ้นสูงขนาดเล็กหลายๆบริษัทมาอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบ high-density accelerator คือ การให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และมีการคัดเลือกบริษัทที่จะเข้ามาอย่างดี หรือในรูปแบบ ศูนย์บ่มเพาะ (incubator) คือ การอยู่ห่างๆ ไม่ค่อยสนับสนุนหรือคัดเลือกอะไรมาก หรือในอุทยาน วิทยาศาสตร์ขนาดใหญ่ โดย Madaleno et al. (2018) สนับสนุนแนวคิดนี้ว่าสามารถส่งผลกระทบ ทางบวกต่อการเพิ่มนวัตกรรม

- ในปัจจุบัน อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย<sup>21</sup> ทำหน้าที่ในการสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือและ ความเชื่อมโยงในการทำวิจัยระหว่างเอกชนกับหน่วยงานภาครัฐและมหาวิทยาลัย ทั้งในเรื่องการทำวิจัย

<sup>21</sup> อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย เริ่มเปิดดำเนินการเมื่อ พ.ศ. 2545 ถือเป็น “นิคมวิจัยสำหรับเอกชน” แห่งแรกของเมืองไทย ภายใต้ การบริหารจัดการของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม ภารกิจหลักของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย คือ การส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมสนับสนุนการทำวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชน



ร่วม การจ้างวิจัย และการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ และสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือกับภาคเอกชนด้านการทำวิจัยและพัฒนา โดยให้บริการร่วมวิจัยและรับจ้างวิจัย เพื่อตอบสนองความต้องการของภาคเอกชน ผ่านศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC) ซึ่งอยู่ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ทั้งนี้ผู้เช่าของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยยังได้รับสิทธิพิเศษจากรัฐบาลผ่านหน่วยงานต่าง ๆ ด้วย

- การทำ Regulatory Sandbox เป็นการสร้างสภาวะแวดล้อมในการทดสอบ (Testing Environment) โดยเน้นการผ่อนผันกฎระเบียบ หรือกฎหมาย เพื่อหาผลลัพธ์ และผลกระทบของนโยบาย ก่อนนำไปใช้จริงโดย sandbox เป็นที่นิยมในวงการ fintech<sup>22</sup> จากการศึกษาแบบ cross section ใน 9 ประเทศพบว่าการทำ sand box ส่งผลบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อการไหลเข้าของเงินลงทุนในอุตสาหกรรมที่พึ่งพา R&D จากต่างประเทศมาก เช่น อุตสาหกรรมเทคโนโลยีทางการเงิน (fintech) เป็นต้น กรณีศึกษาของประเทศไทยพบว่า การทำ regulatory sandbox ส่งผลให้การลงทุนในอุตสาหกรรม fintech เพิ่มขึ้นร้อยละ 30 (Goo & Heo, 2020)

*หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)*

---

โดยจัดให้มีโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จะเสริมสร้างระบบนวัตกรรมของประเทศโดยปัจจุบันมีบริษัทเอกชนกว่า 110 บริษัท เข้าพื้นที่เพื่อทำวิจัยและพัฒนา อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยอยู่ติดกับ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) และสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร เป็นที่ตั้งของ สวทช. และศูนย์วิจัยแห่งชาติ 5 ศูนย์ ได้แก่ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) และศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ (เอนเทค)

<sup>22</sup> กรณีของการจัดทำ Regulatory Sandbox ขึ้นในภาคการเงิน การธนาคาร ภายใต้การกำกับดูแลของธนาคารแห่งประเทศไทย ได้มีการจัดตั้งนวัตกรรมทางการเงินในรูปแบบ Pier to Pier Lending ซึ่งเป็นโครงการที่ช่วยเหลือให้ประชาชนมีทางเลือกในการหาเงินทุนมากยิ่งขึ้น โดยมีหลักการสำคัญสามประการคือ การส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมทางการเงิน การมีแนวทางในการคุ้มครองประชาชนผู้ใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมอย่างชัดเจน และการกำกับดูแลความเสี่ยงของนวัตกรรมดังกล่าว ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้

#### 11.2.4.3 การส่งเสริมความร่วมมือของมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และภาคเอกชน

เนื่องจากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยเป็นแหล่งสำคัญในการคิดค้นพัฒนาเทคโนโลยีและการพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ กล่าวคือ สร้าง R&D Output และสะท้อนปัจจัยฝั่ง R&D Input ซึ่งส่งผลกระทบต่อภายนอกเชิงบวก (positive externalities) กับบริษัทเอกชน Guimón (2013) พบว่า ในกรณีของประเทศชิลี และโคลัมเบีย โอกาสที่บริษัทจะผลิตสินค้าใหม่จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 44 เมื่อมีความร่วมมือกับมหาวิทยาลัย และเพิ่มขึ้นร้อยละ 58 เมื่อมีความร่วมมือกับสถาบันวิจัย

*หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และมหาวิทยาลัย*

**11.2.4.4 การสร้างบรรยากาศการลงทุนใน R&D** ปรับวัฒนธรรมองค์กร และระเบียบราชการเพื่อเอื้อต่อการดำเนินนโยบายนวัตกรรม Munkongsujarit (2019) พบว่า ผู้ดำเนินนโยบายระดับสูงบางส่วนในไทย ยังคงมีลักษณะบางประการที่ไม่ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เกิดนวัตกรรม เช่น วัฒนธรรมการกลัวที่จะล้มเหลว รวมไปถึงโครงสร้างระบบราชการและระบบเบิกจ่ายที่ไม่มีความคล่องตัว ซึ่งตรงกันข้ามกับประเทศเกาหลีใต้ ที่ทำการกระตุ้นการลงทุนด้าน R&D ผ่าน *ระบบรัฐพัฒนา* (Developmental state) ในอดีต โดยเป็นการให้รัฐเข้ามามีบทบาทในการกำหนดนโยบายการพัฒนาการลงทุนในทุกด้านรวมทั้ง R&D แม้ว่าในปัจจุบันรัฐบาลจะลดอำนาจการควบคุมเบ็ดเสร็จดังเช่นอดีตเหลือเพียงการส่งเสริมตลาดเสรีภายในประเทศ แต่ก็ยังคงมีหน่วยงานที่ส่งเสริมการลงทุน เช่น ธนาคารเพื่อการพัฒนาเกาหลี (Korea Development Bank) เข้ามาสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอยู่

*หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กระทรวงต่าง ๆ*

กล่าวโดยสรุป ในระยะสั้น เครดิตภาษีด้านการวิจัยและพัฒนาและการอุดหนุนทุนวิจัยสาธารณะโดยตรงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในขณะที่การเพิ่มอุปทานทุนมนุษย์ (เช่น ขยายการรับเข้ามหาวิทยาลัยในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) จะมีประสิทธิภาพมากในระยะยาว การดึงดูดให้นักวิจัยจากต่างประเทศเข้ามาทำวิจัยในประเทศไทยมีผลอย่างมากเช่นกันแม้ในระยะสั้น การแข่งขันและนโยบายการค้าแบบเปิดอาจมีผลกระทบทางบวกต่อนวัตกรรมที่ไม่เห็นผลชัดเจนเท่า แต่ข้อดี คือมีต้นทุนทางการเงินที่ถูกจึงควรส่งเสริม อย่างไรก็ตาม เงินอุดหนุน R&D และนโยบายการค้าแบบเปิดมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความไม่เท่าเทียมในการกระจายรายได้ ส่วนหนึ่ง มาจากการเพิ่มอุปสงค์ของแรงงานทักษะสูง และในกรณีการขยายตัวทางด้านการค้าอาจทำให้แรงงานในบางภาคอุตสาหกรรมตกงานได้ ในทางตรงกันข้าม การเพิ่มอุปทานของแรงงานที่มีทักษะสูงจะช่วยลดความเหลื่อมล้ำลงได้ เนื่องจากการที่อุปทานของบุคลากรที่สามารถทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเพิ่มขึ้นในระยะยาว จะส่งผลให้ค่าจ้างของแรงงานทักษะสูงเหล่านั้นลดลง และลดความเหลื่อมล้ำทางด้านรายได้ใน

ระยะยาวลงได้ การยืนยันทั้งจากทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์พบว่า การเพิ่มการลงทุนใน R&D ไม่ว่าจะ  
จะในรูปแบบเงิน หรือ จำนวนบุคลากร จะส่งผลให้อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยสูงขึ้น  
อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การสนับสนุนให้ชาวต่างชาติเข้ามาจดทะเบียนสิทธิบัตรภายในประเทศไทย  
มากขึ้นจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรโดยคนไทยด้วย เนื่องจากนวัตกรรมจากต่างประเทศ  
จะก่อให้เกิด technology spillovers เพิ่มองค์ความรู้ภายในประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในผลิต  
ภาพการผลิตของไทย และเพิ่มอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

## References

- Abu-Aisheh, A. A. (2018). "Entrepreneurship and economic growth: Case of Kuwait." Kuwait Program at Sciences Po Student Paper Award.
- Addison, D. (2003). Productivity growth and product variety: gains from imitation and education, World Bank Publications.
- Adrián Risso, W. and E. J. Sánchez Carrera (2019). "On the impact of innovation and inequality in economic growth." *Economics of innovation and new technology* 28(1): 64-81.
- Afonso, O. (2016). R&D intensity, economic growth and firm-size growth: theory and practice. *Applied Economics*, 48(32), 2973-2993.
- Aghion, P., & Howitt, P. (1990). *A model of growth through creative destruction* (0898-2937). Retrieved from
- Aghion, P., Howitt, P., Howitt, P. W., Brant-Collett, M., & García-Peñalosa, C. (1998). *Endogenous growth theory* MIT press.
- Akinwale, Y. O., Dada, A. D., Oluwadare, A. J., Jesuleye, O. A., & Siyanbola, W. O. (2012). Understanding the nexus of R&D, innovation and economic growth in Nigeria. *International Business Research*, 5(11), 187.
- Alexiou, C., et al. (2016). "The effect of patent enforcement strength and FDI on economic growth." *Multinational Business Review*.
- Amirat, A. and M. Zaidi (2020). "Estimating GDP growth in Saudi Arabia under the government's vision 2030: a knowledge-based economy approach." *Journal of the Knowledge Economy* 11(3): 1145-1170.
- Andersson, F. and T. Fredriksson (2018). Economic Performance and R&D.
- Andrews, I., & Kasy, M. (2019). Identification of and correction for publication bias. *American Economic Review*, 109(8), 2766-2794.
- Azoulay, Pierre, Joshua S. Graff Zivin, Danielle Li, and Bhaven N. Sampat. (2019). "Public R&D Investments and Private-Sector Patenting: Evidence from NIH Funding Rules." *Review of Economic Studies* 86(1): 117–52.

- Bayarcelik, E. B., & Taşel, F. (2012). Research and development: source of economic growth. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 58, 744-753.
- Becker, Bettina. (2015). "Public R&D Policies and Private R&D Investment: A Survey of the Empirical Evidence." *Journal of Economic Surveys* 29(5): 917–42.
- Bell, et al. (2019). "Who Becomes an Inventor in America? The Importance of Exposure to Innovation." *Quarterly Journal of Economics* 134(2): 647–713.
- Bianchi, Nicola, and Michela Giorcelli. 2018. "Reconstruction Aid, Public Infrastructure, and Economic Development." <https://ssrn.com/abstract=3153139>.
- Birdsall, N., and C. Rhee (1993). "to Economic Growth RHigher income, t. owever, in Developing Countries?".
- Blanco, L. R., Gu, J., & Prieger, J. E. (2016). The impact of research and development on economic growth and productivity in the US states. *Southern Economic Journal*, 82(3), 914-934.
- Boldrin, Michele, and David K. Levine. 2013. "The Case against Patents." *Journal of Economic Perspectives* 27(1): 3–22.
- Bozkurt, C. (2015). R&D expenditures and economic growth relationship in Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1), 188.
- Burciu, A., et al. (2020). "Sustainable Economic Growth Based on R&D Amplification and Technological Content of Exports. Evidences from Romania and The V4 Economies." *Sustainability* 12(5): 1831.
- Caesar, A. E., Chen, H., Udimal, T. B., & Osei-Agyemang, A. (2018). The influence of R&D on economic development in the West African sub-region. *Open Journal of Social Sciences*, 6(3), 215-228.
- Canbay, Ş. (2020). "INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TURKEY'S HIGH-TECH EXPORTS ON THE ECONOMIC GROWTH USING THE STRUCTURAL BREAK ARDL BOUNDS TESTING." *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 19(74): 865-878.
- Chen, Y., & Xu, D. (2022). A Structural Empirical Model of R&D Investment, Firm Heterogeneity, and Industry Evolution (No. w29733). National Bureau of Economic Research.

- Chen, Z., Liu, Z., Suárez Serrato, J. C., & Xu, D. Y. (2021). Notching R&D investment with corporate income tax cuts in China. *American Economic Review*, 111(7), 2065-2100.
- Cheng, H. and B. Wang (2019). "Multiplier effect of science and technology innovation in regional economic development: Based on panel data of coastal cities." *Journal of Coastal Research* 94(SI): 883-890.
- Choi, J., & Lee, J. (2018). Firm size and compositions of R&D expenditures: evidence from a panel of R&D performing manufacturing firms. *Industry and Innovation*, 25(5), 459-481.
- Chun-Chien, K. and Y. Chih-Hai (2008). "Knowledge capital and spillover on regional economic growth: Evidence from China." *China economic review* 19(4): 594-604.
- Cockburn, I. M., Lanjouw, J. O., & Schankerman, M. (2016). Patents and the global diffusion of new drugs. *American Economic Review*, 106(1), 136-64.
- Connolly, M. (2003). "The dual nature of trade: measuring its impact on imitation and growth." *Journal of Development Economics* 72(1): 31-55.
- Correa, P., Andrés, L., & Borja-Vega, C. (2013). The impact of government support on firm R&D investments: a meta-analysis.
- Criscuolo, Chiara, Ralf Martin, Henry G. Overman, and John Van Reenen. 2019. "Some Causal Effects of an Industrial Policy." *American Economic Review* 109(1): 48-85.
- Cuaresma, J. C. and J. Wörz (2005). "On export composition and growth." *Review of World Economics* 141(1): 33-49.
- Dao, M. Q. (2012). "Government expenditure and growth in developing countries." *Progress in Development Studies* 12(1): 77-82.
- Diamond, Jared. (1997). *Guns, Germs, and Steel*. New York: W. W. Norton.
- Dinopoulos, E., & Thompson, P. (1998). Schumpeterian growth without scale effects. *Journal of Economic Growth*, 3(4), 313-335.
- Donselaar, P., & Koopmans, C. (2016). The fruits of R&D: Meta-analyses of the effects of Research and Development on productivity. Research Memorandum, 1.

- Edquist, H., & Henrekson, M. (2017). Swedish lessons: How important are ICT and R&D to economic growth? *Structural Change and Economic Dynamics*, 42, 1-12.
- Ekananda, M. and D. J. Parlinggoman (2017). "The role of high-tech exports and of foreign direct investments (FDI) on economic growth."
- Elbagory, A. (2018). "The Impact of Research and Development on Economic Growth in Arab Countries." *Revue des études humaines et sociales-A/Sciences économiques et droit*. N: 51-63.
- Elnasri, A., & Fox, K. J. (2017). The contribution of research and innovation to productivity. *Journal of productivity analysis*, 47(3), 291-308.
- Fagerberg, J. and M. Srholec (2008). "National innovation systems, capabilities and economic development." *Research policy* 37(9): 1417-1435.
- Falk, M. (2009). "High-tech exports and economic growth in industrialized countries." *Applied Economics Letters* 16(10): 1025-1028.
- Feeny, S., et al. (2013). "The determinants of economic growth versus genuine progress in South Korea." *Social indicators research* 113(3): 1055-1074.
- Fernández, N., Roman, M.-S., & Sanchez-Robles, B. (2012). R&D and Growth in the Spanish Regions, 1995-2007-An Empirical Approximation. *International Journal of Business and Social Science*, 3(10).
- Freimane, R. and S. Bāliņa (2016). "Research and development expenditures and economic growth in the EU: A panel data analysis." *Economics and Business* 29(1): 5-11.
- Funke, M., & Niebuhr, A. (2005). Regional geographic research and development spillovers and economic growth: evidence from West Germany. *Regional Studies*, 39(1), 143-153.
- Gittleman, M. and E. N. Wolff (1995). "R&D activity and cross-country growth comparisons." *Cambridge Journal of economics* 19: 189-189.
- Goel, R. K. and R. Ram (1994). "Research and development expenditures and economic growth: A cross-country study." *Economic Development and Cultural Change* 42(2): 403-411.

- Goo, J. J., & Heo, J. Y. (2020). The impact of the regulatory sandbox on the fintech industry, with a discussion on the relation between regulatory sandboxes and open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(2), 43.
- Griliches, Z. (1994). Productivity, R&D, and the data constraint. *The American economic review*, 84(1), 1-23.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*, MIT press, Cambridge, MA
- Gruber, Jonathan, and Simon Johnson. (2019). *Jump-Starting America: How Breakthrough Science Can Revive Economic Growth and the American Dream*. New York: Public Affairs Books.
- Guimón, J. (2013). Promoting university-industry collaboration in developing countries. *World Bank*, 3, 12-48.
- Gumus, E. and F. Celikay (2015). "R&D expenditure and economic growth: new empirical evidence." *Margin: The Journal of Applied Economic Research* 9(3): 205-217.
- Hafeez, A., et al. (2019). "Exploring the Relationship between Government R & D Expenditures and Economic Growth in a Global Perspective: A PMG Estimation Approach." *International Business Research* 12(4): 163-174.
- Hall, B. H. (2007). Patents and patent policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 568-587.
- Hall, Bronwyn H., and Josh Lerner. 2010. "The Financing of R&D and Innovation," in *Handbook of the Economics of Innovation*, vol. 1, edited by Bronwyn H. Hall and Nathan Rosenberg, 609–39. Amsterdam: Elsevier.
- Hanusch, H., et al. (2017). "Fiscal policy, economic growth and innovation: An empirical analysis of G20 countries." *Levy Economics Institute, Working Paper* (883).
- Hasan, I. and C. L. Tucci (2010). "The innovation–economic growth nexus: Global evidence." *Research policy* 39(10): 1264-1276.
- Hausman, N. (2017). University innovation and local economic growth. *Maurice Falk Institute for Economic Research in Israel. Discussion paper series.*, (5), 0\_1-63.



- Havranek, T., & Irsova, Z. (2011). Estimating vertical spillovers from FDI: Why results vary and what the true effect is. *Journal of International Economics*, 85(2), 234-244.
- Holt, J., Skali, A., & Thomson, R. (2021). The additionality of R&D tax policy: Quasi-experimental evidence. *Technovation*, 107, 102293.
- Horvath, R. (2011). "Research & development and growth: A Bayesian model averaging analysis." *Economic Modelling* 28(6): 2669-2673.
- Howell, Sabrina T. 2017. "Financing Innovation: Evidence from R&D Grants." *American Economic Review* 107(4): 1136–64.
- Howitt, P. (1999). Steady endogenous growth with population and R. & D. inputs growing. *Journal of political Economy*, 107(4), 715-730.
- Hu, W. (1998). Research and development and human capital in economic growth, University of Illinois at Chicago.
- Huachun, W., & Wu, D. (2015). An Explanation for China's Economic Growth: Expenditure on R&D Promotes Economic Growth. *Journal of Service Science and Management*, 8, 809-816.
- Hunady, J. and M. Orviská (2014). The impact of research and development expenditures on innovation performance and economic growth of the country—the empirical evidence. CBU International Conference Proceedings.
- Hvide, Hans K., and Benjamin F. Jones. 2018. "University Innovation and the Professor's Privilege." *American Economic Review* 108(7): 1860–98.
- Inekwe, J. N. (2015). "The contribution of R&D expenditure to economic growth in developing economies." *Social indicators research* 124(3): 727-745.
- Jones, C. I. (1995a). R & D-based models of economic growth. *Journal of political Economy*, 103(4), 759-784.
- Jones, C. I. (1995b). Time series tests of endogenous growth models. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 495-525.
- Jones, Charles I. (2015). "The Facts of Economic Growth," in *Handbook of Macroeconomics*, vol. 2A, edited by John B. Taylor and Harald Uhlig, 3–69. Amsterdam: Elsevier.

- Kaneva, M. and G. Untura (2018). "Interrelation of R&D, knowledge spillovers, and dynamics of the economic growth of Russian regions." *Regional Research of Russia* 8(1): 84-91.
- Kaneva, M. and G. Untura (2019). "The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions." *Growth and Change* 50(1): 301-334.
- Keller, Wolfgang. (2004). "International Technology Diffusion." *Journal of Economic Literature* 42(3): 752-82.
- Keller, K. R. and P. Poutvaara (2005). "Growth in OECD countries and elsewhere: how much do education and R&D explain?" *Economics Bulletin* 15(16): 1-11.
- Khalili, F., Lau, W.-Y., & Cheong, K.-C. (2016). Patent Application–GDP Growth Nexus: The Case of Japan. *Journal of Economic & Management Perspectives*, 10(4), 197-205.
- Kilian, L., and H. Lütkepohl. 2017. *Structural Vector Autoregressive Analysis*. New York and Cambridge: Cambridge University Press.
- Kim, J. W. (2011). "The economic growth effect of R&D activity in Korea." *Korea and the World Economy* 12(1): 25-44.
- Kim, J. W. (2011). The economic growth effect of R&D activity in Korea. *Korea and the World Economy*, 12(1), 25-44.
- Knoll, N. (2003). Business R&D and the role of public policies for innovation support: a qualitative approach (pp. 1-24). WIFO.
- Kokko, A., Tingvall, P. G., & Videnord, J. (2015). The growth effects of R&D spending in the EU: A meta-analysis. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 9(2015-40), 1-26.
- Kortum, S. (1993). Equilibrium R&D and the patent-R&D ratio: US evidence, *American Economic Review*. 83, 450-7.
- Kortum, S. S. (1997). Research, patenting, and technological change. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1389-1419.
- Kumar, R. R., et al. (2016). "Exploring the link between research and economic growth: an empirical study of China and USA." *Quality & Quantity* 50(3): 1073-1091.

- Kwack, S. Y. and Y. S. Lee (2006). "Analyzing the Korea's growth experience: The application of R&D and human capital based growth models with demography." *Journal of Asian Economics* 17(5): 818-831.
- Law, S. H., Sarmidi, T., & Goh, L. T. (2020). Impact of innovation on economic growth: Evidence from Malaysia. *Malaysian Journal of Economic Studies*, 57(1), 113-132.
- Lederman, D. and W. F. Maloney (2003). "R&D and development."
- Licheng, W. (2011). "Science & technology input and economic growth: An empirical analysis based on the three major coastal economic regions of China." *Energy Procedia* 5: 1779-1783.
- Lichtenberg, F. R. (1992). R&D investment and international productivity differences, National Bureau of Economic Research.
- Liu, W. H. (2016). "Intellectual property rights, FDI, R&D and economic growth: A cross-country empirical analysis." *The World Economy* 39(7): 983-1004.
- Ljungwall, C., & Tingvall, P. G. (2015). Is China different? A meta-analysis of the growth-enhancing effect from R&D spending in China. *China Economic Review*, 36, 272-278.
- Long, X. (2013). "How does intellectual property right influence economic growth? Different tales of 30 developed countries and 9 developing countries." *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 7(1): 77-90.
- Long, Z., et al. (2020). "Explaining economic growth in China: New time series and econometric tests of various models." *Journal of Innovation Economics Management* (3): 195-228.
- Luintel, K. B. and M. Khan (2016). R&D, scale effects and spillovers: New insights from emerging countries, WIPO.
- Makhatov, S. "THE IMPACT OF INNOVATIVE DEVELOPMENT ON ECONOMIC GROWTH." GWALIOR MANAGEMENT ACADEMY: 95.
- Mehran, M., and M. Reza (2011). "A Comparative Investigation of the Relation of R&D Expenditures to Economic Growth in a Group of the Less Developed Countries and OECD Countries." *Journal of Social and Development Sciences* 2(4): 188-195.

- Minniti, A. and Venturini, F., 2017. The long-run growth effects of R&D policy. *Research Policy*, 46(1), pp.316-326.
- Madaleno, Margarida, Max Nathan, Henry Overman, and Sevrin Waights. (2018). "Incubators, Accelerators and Regional Economic Development." Centre for Economic Performance Discussion Paper 1575.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6(7), e1000097.
- Moretti, Enrico, and Daniel J. Wilson. 2017. "The Effect of State Taxes on the Geographical Location of Top Earners: Evidence from Star Scientists." *American Economic Review* 107(7): 1858–903.
- Munkongsujarit, S. (2019). Enhancing Country's Competitiveness with Innovation Policy Lab: A Case Study of Thailand Innovation Policy Accelerator (THIPA). In *2019 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 1-4). IEEE.
- Nair, M., et al. (2020). "Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries." *Technology in Society* 62: 101315.
- Nilsson, A. (2013). "Innovation Proxy-A study of patent and economic growth in China."
- Olaoye, I. J., Ayinde, O. E., Ajewole, O. O., & Adebisi, L. O. (2020). The role of research and development (R&D) expenditure and governance on economic growth in selected African countries. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 1-8.
- Orwin, R. G., & Vevea, J. L. (2009). Evaluating coding decisions. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, 177-203
- Peng, L. (2010). *Study on relationship between R&D expenditure and economic growth of China*. Paper presented at the Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management.
- Peretto, P. F. (1998). Technological change and population growth. *Journal of Economic Growth*, 3(4), 283-311.

- Petrariu, I. R., et al. (2013). "Innovation: a path to competitiveness and economic growth. The case of CEE countries." *Theoretical & Applied Economics* 20(5).
- Phale, K., et al. (2021). "Knowledge-based economy capacity building for developing countries: A panel analysis in Southern African development community." *Sustainability* 13(5): 2890.
- Phung, T. D., et al. (2019). "Innovation and economic growth: the contribution of institutional quality and foreign direct investment." *Asian Economic and Financial Review* 9(11): 1266.
- Prieto, L. (2017). *Innovation and Economic Growth: Cross-Country Analysis Using Science and Technology Indicators*, Georgetown University.
- Rodríguez-Pose, A. and E. M. Villarreal Peralta (2015). "Innovation and Regional Growth in Mexico: 2000–2010." *Growth and Change* 46(2): 172-195.
- Rodríguez-Pose, A. and R. Crescenzi (2008). "Research and development, spillovers, innovation systems, and the genesis of regional growth in Europe." *Regional studies* 42(1): 51-67.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P. M. (1989). *Human capital and growth: Theory and evidence*. Retrieved from
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Romer, Paul M. (2001). "Should the Government Subsidize Supply or Demand in the Market for Scientists and Engineers?" Chap. 7 in *Innovation Policy and the Economy*, vol. 1, edited by Adam B. Jaffe, Josh Lerner, and Scott Stern, 221–52. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rosenbloom, J. L., & Ginther, D. K. (2017). Show me the money: Federal R&D support for academic chemistry, 1990–2009. *Research Policy*, 46(8), 1454-1464.
- Rovito, S., Kaushik, D., & Aggarwal, S. D. (2021). The Impact of International Scientists, Engineers, and Students on US Research Outputs and Global Competitiveness. *Engineers, and Students on US Research Outputs and Global Competitiveness* (May 20, 2021).

- Samimi, A. J., & Alerasoul, S. M. (2009). R&D and economic growth: New evidence from some developing countries. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3464-3469.
- Schneider, P. H. (2005). "International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries." *Journal of Development Economics* 78(2): 529-547.
- Segerstrom, P. S. (1998). Endogenous growth without scale effects. *American Economic Review*, 1290-1310.
- Sener, S. and S. Schepers (2017). *Innovation, Governance and Entrepreneurship: How Do They Evolve in Middle Income Countries?: New Concepts, Trends and Challenges*, Springer.
- Sesay, B., et al. (2018). "Does the national innovation system spur economic growth in Brazil, Russia, India, China and South Africa economies? Evidence from panel data." *South African Journal of Economic and Management Sciences* 21(1): 1-12.
- Shahateet, M. I. (2020). "The role of R&D in economic growth in Arab countries." *International Journal of Computational Economics and Econometrics* 10(4): 345-365.
- Shu, Pian, and Claudia Steinwender. (2019). "The Impact of Trade Liberalization on Firm Productivity and Innovation," in *Innovation Policy and the Economy*, vol. 19, edited by Josh Lerner and Scott Stern, 39–68. Chicago: University of Chicago Press.
- Shukla, S. (2017). "Innovation and economic growth: A case of India." *Humanities & Social Sciences Reviews* 5(2): 64-70.
- Sikyr, M., et al. (2018). "The impact of R&D of high-tech engineering on GDP growth in Russia." *International Journal of Mechanical Engineering and Technology* 9(248-263): 248-263.
- Silaghi, M. I. P., Alexa, D., Jude, C., & Litan, C. (2014). Do business and public sector research and development expenditures contribute to economic growth in Central and Eastern European Countries? A dynamic panel estimation. *Economic Modelling*, 36, 108-119.

- Simionescu, M., et al. (2017). "Determinants of economic growth in V4 countries and Romania." *Journal of Competitiveness*.
- Sinha, D. (2008). Patents, innovations and economic growth in Japan and South Korea: evidence from individual country and panel data. *Applied Econometrics and International Development*, 8(1).
- Soete, L. L., Verspagen, B., & Ziesemer, T. H. (2020). The productivity effect of public R&D in the Netherlands. *Economics of Innovation and New Technology*, 29(1), 31-47.
- Sokolov-Mladenović, S., Cvetanović, S., & Mladenović, I. (2016). R&D expenditure and economic growth: EU28 evidence for the period 2002–2012. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 29(1), 1005-1020.
- Song, X., et al. (2019). "How do economic openness and R&D investment affect green economic growth?—evidence from China." *Resources, Conservation and Recycling* 146: 405-415.
- Szarowská, I. (2017). Does public R&D expenditure matter for economic growth? *Journal of International studies*, 10(2).
- Szarowská, I. (2018). "Importance of R&D expenditure for economic growth in selected CEE countries."
- Teixeira, A. A., & Fortuna, N. (2010). Human capital, R&D, trade, and long-run productivity. Testing the technological absorption hypothesis for the Portuguese economy, 1960–2001. *Research Policy*, 39(3), 335-350.
- Thompson, M. A. and F. W. Rushing (1996). "An empirical analysis of the impact of patent protection on economic growth." *Journal of Economic Development* 21(2): 61-79.
- Toimbek, D. (2021). "Problems and Perspectives of Transition to the Knowledge-Based Economy in Kazakhstan." *Journal of the Knowledge Economy*: 1-38.
- Tuan, C., et al. (2009). "China's post-economic reform growth: The role of FDI and productivity progress." *Journal of Asian Economics* 20(3): 280-293.
- Ugur, M., Trushin, E., Solomon, E., & Guidi, F. (2016). R&D and productivity in OECD firms and industries: A hierarchical meta-regression analysis. *Research Policy*, 45(10), 2069-2086.

- Ulku, H. (2003). R&D, invention and economic\* growth, Brandeis University, International Business School.
- Ulku, H. (2004). "R&D, innovation, and economic growth: An empirical analysis."
- Ulku, H. (2007). "R&D, innovation and output: evidence from OECD and non-OECD countries." *Applied Economics* 39(3): 291-307.
- Ustabaş, A. and Ö. Ö. Ersin (2016). The effects of R&D and high technology exports on economic growth: A comparative cointegration analysis for Turkey and South Korea. International conference on Eurasian economies.
- Valero, Anna, and John Van Reenen. (2019). "The Economic Impact of Universities: Evidence from Across the Globe." *Economics of Education Review* 68(1): 53–67.
- Wei, Y., et al. (2001). "Endogenous innovation growth theory and regional income convergence in China." *Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association* 13(2): 153-168.
- Wilkie, J. C. (2018). Promoting innovation and economic growth in less developed territories, The London School of Economics and Political Science (LSE).
- Wong, P. K., Toh, M.-H., & Ho, Y. P. (2005). The Impact of R&D on the Singapore Economy: An Empirical Evaluation. *Available at SSRN 775427*.
- Wooldridge, Jeffrey M. 2013. *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (5th ed.). Mason: South-Western.
- Wu, Y. (2011). "Innovation and economic growth in China: evidence at the provincial level." *Journal of the Asia Pacific Economy* 16(2): 129-142.
- Yanyun, Z. and Z. Mingqian (2004). R&D and Economic Growth-Panel Data Analysis in ASEAN+ 3 Countries. Seoul Conference, Korea.
- Young, A. (1998). Growth without scale effects. *Journal of political Economy*, 106(1), 41-63.
- Zachariadis, M. (2003). R&D, innovation, and technological progress: a test of the Schumpeterian framework without scale effects. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 36(3), 566-586.



Zhao, Y. and X. Song (2018). "How should the Chinese government invest R&D funds: Enterprises or institutions?" *Computational economics* 52(4): 1089-1112.

Ziesemer, T. (2020). Japan's Productivity and GDP Growth: The Role of Private, Public and Foreign R&D 1967–2017. *Economies*, 8(4), 77.

## ภาคผนวก ก.

| Developing countries     |                                   |             |                      |                                 |                        |                         |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Africa                   | East Asia                         | South Asia  | Western Asia         | Latin America and the Caribbean | EU13                   | Economies in Transition |
| Algeria                  | American Samoa                    | Afghanistan | Bahrain              | Anguilla                        | Albania                | Armenia                 |
| Angola                   | Brunei Darussalam                 | Bangladesh  | Iraq                 | Antigua and Barbuda             | Bulgaria               | Azerbaijan              |
| Benin                    | Cambodia                          | Bhutan      | Israel               | Argentina                       | Croatia                | Belarus                 |
| Botswana                 | China                             | India       | Jordan               | Bahamas                         | Cyprus                 | Bosnia and Herzegovina  |
| Burkina Faso             | Christmas island                  | Iran        | Kuwait               | Barbados                        | Czechia/Czech Republic | Georgia                 |
| Burundi                  | Cocos Islands                     | Maldives    | Lebanon              | Belize                          | Estonia                | Kazakhstan              |
| Cabo Verde               | Cook Islands                      | Nepal       | Oman                 | Bolivia                         | Hungary                | Kyrgyzstan              |
| Cameroon                 | Fiji                              | Pakistan    | Qatar                | Brazil                          | Latvia                 | Montenegro              |
| Cape Verde               | French Polynesia                  | Sri Lanka   | Saudi Arabia         | British Virgin Islands          | Lithuania              | North Macedonia         |
| Central African Republic | Grenada                           |             | State of Palestine   | Chile                           | Malta                  | Republic of Moldova     |
| Chad                     | Guam                              |             | Syrian Arab Republic | Colombia                        | Poland                 | Russian Federation      |
| Comoros                  | Heard Island and McDonald Islands |             | Turkey               | Costa Rica                      | Romania                | Serbia                  |
|                          |                                   |             |                      |                                 |                        | Tajikistan              |

|                   |                  |  |             |             |                   |              |
|-------------------|------------------|--|-------------|-------------|-------------------|--------------|
| Congo             | Hong Kong SARc   |  | United Arab | Cuba        | Slovakia / Slovak | Turkmenistan |
| Côte d'Ivoire     | Indonesia        |  | Emirates    | Dominica    | Republic          | Ukraine      |
| Zaire/ Democratic | Kiribati         |  | Yemen       | Dominican   | Slovenia          | Uzbekistan   |
| Republic of Congo | Laos             |  |             | Republic    |                   |              |
| Djibouti          | Malaysia         |  |             | Ecuador     |                   |              |
| Egypt             | Macao SAR, China |  |             | El Salvador |                   |              |
| Equatorial Guinea | Marshall Islands |  |             | Guatemala   |                   |              |
| Eritrea           | Micronesia       |  |             | Guyana      |                   |              |
| Eswatini          | Mongolia         |  |             | Haiti       |                   |              |
| Ethiopia          | Myanmar          |  |             | Honduras    |                   |              |
| Gabon             | Nauru            |  |             | Jamaica     |                   |              |
| Gambia            | Netherlands      |  |             | Mexico      |                   |              |
| Ghana             | Antilles         |  |             | Montserrat  |                   |              |
| Guinea            | New Caledonia    |  |             | Nicaragua   |                   |              |
| Guinea-Bissau     | Niue             |  |             | Panama      |                   |              |
| Kenya             | Norfolk Island   |  |             | Paraguay    |                   |              |
| Lesotho           | North korea      |  |             | Peru        |                   |              |
| Liberia           |                  |  |             | Puerto Rico |                   |              |

|                       |                          |  |  |                                |  |  |
|-----------------------|--------------------------|--|--|--------------------------------|--|--|
| Libya                 | Northern Mariana Islands |  |  | St. Kitts and Nevis            |  |  |
| Madagascar            |                          |  |  | St. Lucia                      |  |  |
| Malawi                | Palau                    |  |  | St. Vincent and the Grenadines |  |  |
| Mali                  | Papua New Guinea         |  |  | Suriname                       |  |  |
| Mauritania            | Philippines              |  |  | Trinidad and Tobago            |  |  |
| Mauritius             | Pitcairn                 |  |  | U.S. Virgin Islands            |  |  |
| Morocco               | Samoa                    |  |  | Uruguay                        |  |  |
| Mozambique            | Singapore                |  |  | Venezuela                      |  |  |
| Namibia               | Solomon Islands          |  |  |                                |  |  |
| Niger                 | South Korea              |  |  |                                |  |  |
| Nigeria               | Taiwan                   |  |  |                                |  |  |
| Rwanda                | Thailand                 |  |  |                                |  |  |
| Sao Tome and Principe | Timor-Leste              |  |  |                                |  |  |
| Senegal               | Tokelau                  |  |  |                                |  |  |
| Seychelles            | Tonga                    |  |  |                                |  |  |
| Sierra Leone          | Tuvalu                   |  |  |                                |  |  |
| Somalia               | Vanuatu                  |  |  |                                |  |  |
|                       | Viet Nam                 |  |  |                                |  |  |

|              |                              |  |  |  |  |  |
|--------------|------------------------------|--|--|--|--|--|
| South Africa | Wallis and Fatuna<br>Islands |  |  |  |  |  |
| South Sudan  |                              |  |  |  |  |  |
| Sudan        |                              |  |  |  |  |  |
| Swaziland    |                              |  |  |  |  |  |
| Tanzania     |                              |  |  |  |  |  |
| Togo         |                              |  |  |  |  |  |
| Tunisia      |                              |  |  |  |  |  |
| Uganda       |                              |  |  |  |  |  |
| Zambia       |                              |  |  |  |  |  |
| Zimbabwe     |                              |  |  |  |  |  |

## ภาคผนวก ข.

### Coding protocol\_24 Jun 21

1. PUBLICATION CHARACTERISTICS (inputs in this part are same for all specifications)
  - 1.1 AUTHORS' NAMES (Last name, First name (s))
  - 1.2 ACADEMIC AFFILIATION OF RESEARCHERS (report in the same order of 1.1)
  - 1.3 SOF dummy (0 = SOURCE OF FUND in ACADEMIA, 1 = SOURCE OF FUND from GOVERNMENT AGENCIES OR FIRMS)
  - 1.4 PUB\_YR (YEAR OF PUBLICATION) (Later define as Publication date after year.... Dummy)
  - 1.5 JOUR dummy (0 = NON-JOURNAL, e.g., working paper or dissertation or book, 1 = JOURNAL ARTICLE)
  - 1.6 QUAL\_ARTICLE (QUALITY OF ARTICLE: citations per study per year = total numbers of citations/# of years since published = total numbers of citations/(2021- PUB\_YR+1), using Google Scholar)
  - 1.7 QUAL\_PUB (QUALITY OF PUBLICATION: log of the H-index for any publication reported in the Scimago Journal & Country Rank (SJR) database (<http://www.scimagojr.com/>))
  
2. DATA CHARACTERISTICS (inputs in this part are same for all specifications)
  - 2.1 YR\_START (YEAR (START) DATA COLLECTION)
  - 2.2 YR\_END (YEAR (END) OF DATA COLLECTION)
  - 2.3 DATA MID-POINT (calculate; DATA MID-POINT = (YR\_END + YR\_START)/2)
  - 2.4 #YRS (NUMBER OF YEARS DATA COVERING, using reported number in paper ; if not reported, calculate,
    - a) If the paper says explicitly the growth rate of this year to this year, then

$$\#YRS = YR\_END - YR\_START + 1$$

- b) If the paper does not say explicitly the growth rate of this year to this year, then  $\#YRS = YR\_END - YR\_START$

Note: it doesn't matter whether dependent measure is growth rate or level. If it is level, we still need lag of level, i.e., using same number of yrs as used to calculate growth).

- 2.5 GROUP dummy (0 = ONE COUNTRY, 1 = GROUP of COUNTRIES) LEVEL OF ANALYSIS

- 2.6 #UNITS (NUMBER OF UNITS either countries or regions or cities)

- 2.7 #OBS (NUMBER OF OBSERVATIONS, using reported number in paper; if not reported, calculate;  $\#OBS = \#YRS * \#UNITS$ )

Note: using the number of observations after cleaning the data

- 2.8 #EST (NUMBER OF ESTIMATIONS or SPECIFICATIONS; count only estimations that include 3 of the following:

- i) Growth variable (or  $\ln Y_t$  with  $\ln Y_{t-1}$  on RHS)
- ii) At least one R&D variable
- iii) At least one developing unit

#### TYPE OF DATA COLLECTION

- 2.9 PANEL dummy (0 = TIME SERIES OR CROSS SECTION, 1 = PANEL)

- 2.10 CROSS dummy (0 = TIME SERIES OR PANEL, 1 = CROSS SECTION)

#### Model specification in primary study

### 3. SAMPLE SPECIFICATION

- 3.1 #SAM (NUMBER OF SAMPLES) reported at the end of result table, otherwise, same as #OBS in 2.7.

Note i) Make sure that #years cover the years that R&D data are available. If the range of years that R&D data are available is smaller than the overall years reported in paper, counts only the years that R&D data are available.

ii) If reporting “DF” instead of “n”, use that DF reporting, with a remark “Degree of freedom”.

iii) if 2SLS, use DF of stage 2

**LOCATION** Majority of units in that location (choose only one) UN list; islands countries are combined in either AFRICA or EAST\_ASIA

- 3.2 #UNITS\_AFRICA
- 3.3 #UNITS\_EAST\_ASIA
- 3.4 #UNITS\_SOUTH\_ASIA
- 3.5 #UNITS\_WESTERN\_ASIA
- 3.6 #UNITS\_LATIN AMR
- 3.7 #UNITS\_EU13
- 3.8 #UNITS\_TRANSITION
- 3.9 #UNITS\_DEV\_ING (NUMBER OF DEVELOPING UNITS either countries or regions or cities, calculate;  $\#UNITS\_DEV\_ING = \#UNITS\_AFRICA + \#UNITS\_SOUTH\_ASIA + \#UNITS\_WESTERN\_ASIA + \#UNITS\_LATIN\ AMR + \#UNITS\_EU13 + \#UNITS\_TRANSITION$ )
- 3.10 AFRICA RATIO (calculate;  $\#UNITS\_AFRICA / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.11 EAST\_ASIA RATIO (calculate;  $\#UNITS\_EAST\_ASIA / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.12 SOUTH\_ASIA RATIO (calculate;  $\#UNITS\_SOUTH\_ASIA / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.13 WESTERN\_ASIA RATIO (calculate;  $\#UNITS\_WESTERN\_ASIA / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.14 LATIN AMR RATIO (calculate;  $\#UNITS\_LATIN\ AMR / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.15 EU13 RATIO (calculate;  $\#UNITS\_EU13 / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.16 TRANSITION RATIO (calculate;  $\#UNITS\_TRANSITION / \#UNITS\_DEV\_ING$ )
- 3.17 AFRICA dummy (0 = others, 1 = AFRICA RATIO IS HIGHEST)
- 3.18 EAST\_ASIA dummy (0 = others, 1 = EAST\_ASIA RATIO IS HIGHEST)
- 3.19 SOUTH\_ASIA dummy (0 = others, 1 = SOUTH\_ASIA RATIO IS HIGHEST)



- 3.20 WESTERN\_ASIA dummy (0 = others, 1 = WESTERN\_ASIA RATIO IS HIGHEST)
- 3.21 LATIN\_AMR dummy (0 = others, 1 = LATIN\_AMR RATIO IS HIGHEST)
- 3.22 EU13 dummy (0 = others, 1 = EU13 RATIO IS HIGHEST)
- 3.23 TRANSITION dummy (0 = others, 1 = TRANSITION RATIO IS HIGHEST)
- 3.24 DEVELOPING\_RAT (calculate; DEVELOPING\_RATIO = #UNITS  
DEV\_ING/#SAM)
- 3.25 UNIDEN\_LOC dummy (0 = LOCATION IDENTIFIABLE, 1 = LOCATION  
UNIDENTIFIABLE)

#### 4. ESTIMATION METHOD

- 4.1 OLS\_STD dummy (0 = OTHERS, 1 = STANDARD OLS)
- 4.2 OLS\_DYN dummy (0 = OTHERS, 1 = DYNAMIC OLS)
- 4.3 FE\_PANEL dummy (0 = OTHERS, 1 = FIXED EFFECTS PANEL)
- 4.4 RE\_PANEL dummy (0 = OTHERS, 1 = RANDOM EFFECTS PANEL)
- 4.5 DYN\_PANEL dummy (0 = OTHERS, 1 = DYNAMIC PANEL, PANEL  
COINTEGRATION, GMM)
- 4.6 IV dummy (0 = OTHERS, 1 = INSTRUMENTAL VARIABLE (IV), 2SLS  
ESTIMATION)
- 4.7 TSA dummy (0 = OTHERS, 1 = TIME SERIES ANALYSIS)
- 4.8 BAYESIAN dummy (0 = OTHERS, 1 = BAYESIAN)

#### 5. MAIN VARIABLES

##### DEPENDENT MEASURES

- 5.1 GDP\_TOT dummy (0 = GDP PER CAPITA or GDP PER LABOR, 1 = TOTAL  
GDP)
- 5.2 GDP\_GRO dummy (0 = GDP LOG LEVEL, 1 = GDP GROWTH RATE)
- 5.3 GDP\_SEC dummy (0 = GDP OVERALL, 1 = GDP SPECIFIC SECTOR)

**R&D MEASURES** (Note: we allow SIX R&D variables to be documented in our excel file, three R&D Inputs; EXPENDITURE, HUMAN COUNTS, and OTHER INPUTS, three R&D Outputs; INNOVATION, PUBLICATION and OTHER OUTPUT). All six groups here reflect all R&D that are created in our own country.

- 5.4 #R&D\_IP (number of all R&D INPUT variables used in each specification, EXPENDITURE and/or HUMAN COUNTS and/or OTHER INPUTS)
- 5.5 R&D\_EXP dummy (0 = W/O, 1 = W/ EXPENDITURES IN R&D)
- 5.6 R&D\_EXP\_RAT dummy (0 = EXPENDITURES IN R&D reported in AMOUNT, 1 = EXPENDITURES IN R&D reported in RATIO e.g. Expenditures in R&D per GDP)
- 5.7 R&D\_EXP\_TOT dummy (0 = EXPENDITURES IN R&D in SPECIFIC SECTOR (differentiate b/w Public and Private R&D or b/w each specific sector, e.g., technology/service/finance, 1 = TOTAL EXPENDITURES IN R&D)
- 5.8 R&D\_EXP\_GRO dummy (0 = EXPENDITURES IN R&D LEVEL, 1 = EXPENDITURES IN R&D GROWTH RATE)
- 5.9 R&D\_HUM dummy (0 = W/O, 1 = W/ HUMAN COUNTS IN R&D)
- 5.10 R&D\_HUM\_RAT dummy (0 = HUMAN COUNTS IN R&D reported in AMOUNT, 1 = HUMAN COUNTS IN R&D reported in RATIO e.g., amount: number of workers in tech sector, number of tertiary enrolments in technology or science, e.g., ratio: number of scientists per million people)
- 5.11 R&D\_HUM\_TOT dummy (0 = HUMAN COUNTS IN R&D in SPECIFIC SECTOR (differentiate b/w Public and Private R&D or b/w each specific sector, e.g., technology/service/finance, 1 = TOTAL HUMAN COUNTS IN R&D)
- 5.12 R&D\_HUM\_GRO dummy (0 = HUMAN COUNTS IN R&D LEVEL, 1 = HUMAN COUNTS IN R&D GROWTH RATE)
- 5.13 R&D\_OTH IP dummy (0 = W/O, 1 = W/ OTHER R&D INPUT)

- 5.14 R&D\_OTH IP\_RAT dummy (0 = OTHER R&D INPUT SIZE, 1 = OTHER R&D INPUT RATIO)
- 5.15 R&D\_OTH IP\_TOT dummy (0 = OTHER R&D INPUT in SPECIFIC SECTOR (differentiate b/w Public and Private OTHER R&D INPUT or b/w each specific sector, e.g., technology/service/finance, 1 = TOTAL OTHER R&D INPUT)
- 5.16 R&D\_OTH IP\_GRO dummy (0 = OTHER R&D INPUT LEVEL, 1 = OTHER R&D INPUT GROWTH RATE)
- 5.17 #R&D\_OP (number of all R&D OUTPUT variables used in each specification, INNOVATION, PUBLICATION and OTHERS)
- 5.18 R&D\_INNOV dummy (0 = W/O, 1 = W/ R&D INNOVATION e.g., number of patents, trademarks)
- 5.19 R&D\_INNOV\_RAT dummy (0 = R&D INNOVATION SIZE, 1 = R&D INNOVATION RATIO)
- 5.20 R&D\_INNOV\_TOT dummy (0 = R&D INNOVATION in SPECIFIC SECTOR (differentiate b/w Public and Private R&D INNOVATION or b/w each specific sector, e.g., technology/service/finance, 1 = TOTAL R&D INNOVATION)
- 5.21 R&D\_INNOV\_GRO dummy (0 = R&D INNOVATION LEVEL, 1 = R&D INNOVATION GROWTH RATE)
- R&D\_PUB dummy (0 = W/O, 1 = W/ R&D PUBLICATION e.g., number of publications in sciences and tech)
- 5.22 R&D\_PUB\_RAT dummy (0 = R&D PUBLICATION SIZE, 1 = R&D PUBLICATION RATIO)
- 5.23 R&D\_PUB\_TOT dummy (0 = R&D PUBLICATION in SPECIFIC SECTOR (specified for Public and Private R&D publication or for sector, e.g., technology/service/finance, 1 = TOTAL R&D PUBLICATION)
- 5.24 R&D\_PUB\_GRO dummy (0 = R&D PUBLICATION LEVEL, 1 = R&D PUBLICATION GROWTH RATE)

- 5.25 R&D\_ OTH OP dummy (0 = W/O, 1 = W/ OTHER R&D OUTPUT e.g., R&D high tech exports)
- 5.26 R&D\_ OTH OP \_RAT dummy (0 = OTHER R&D OUTPUT SIZE, 1 = OTHER R&D OUTPUT RATIO)
- 5.27 R&D\_ OTH OP \_TOT dummy (0 = OTHER R&D OUTPUT in SPECIFIC SECTOR (differentiate b/w Public and Private OTHER R&D OUTPUT or b/w each specific sector, e.g., technology/service/finance, 1 = TOTAL OTHER R&D OUTPUT)
- 5.28 R&D\_ OTH OP \_GRO dummy (0 = OTHER R&D OUTPUT LEVEL, 1 = OTHER R&D OUTPUT GROWTH RATE)

## 6. EFFECT SIZES

- 6.1 SIZE\_ R&D\_EXP
- 6.2 STANDARD ERROR\_ R&D\_EXP
- 6.3 T-VALUE\_ R&D\_EXP
- 6.4 PRECISION\_ R&D\_EXP
- 6.5 SIZE\_ R&D\_HUM
- 6.6 STANDARD ERROR\_ R&D\_HUM
- 6.7 T-VALUE\_ R&D\_HUM
- 6.8 PRECISION\_ R&D\_HUM
- 6.9 SIZE\_ R&D\_OTH IP
- 6.10 STANDARD ERROR\_ R&D\_OTH IP
- 6.11 T-VALUE\_ R&D\_OTH IP
- 6.12 PRECISION\_ R&D\_OTH IP
- 6.13 SIZE\_ R&D\_INNOV
- 6.14 STANDARD ERROR\_ R&D\_INNOV
- 6.15 T-VALUE\_ R&D\_INNOV

- 6.16 PRECISION\_ R&D\_INNOV
- 6.17 SIZE\_ R&D\_PUB
- 6.18 STANDARD ERROR\_ R&D\_PUB
- 6.19 T-VALUE\_ R&D\_PUB
- 6.20 PRECISION\_ R&D\_PUB
- 6.21 SIZE\_ R&D\_OTH OP
- 6.22 STANDARD ERROR\_ R&D\_OTH OP
- 6.23 T-VALUE\_ R&D\_OTH OP
- 6.24 PRECISION\_ R&D\_OTH OP

**7. CONTROL VARIABLES MEASURES** (Note: it doesn't matter whether report in amount or ratio)

**PHYSICAL CAPITAL (expect investment has larger effect than stock)**

- 7.1 K\_FLO dummy (0 = W/O, 1 = W/ CAPITAL, Flow e.g., domestic Investment ratio or investment in fixed assets, Equipment investment, Non-equipment investment)
- 7.2 K\_STO dummy (0 = W/O, 1 = W/ CAPITAL, Stock, total or per capita)

**LABOR**

- 7.3 L\_RAW dummy (0 = W/O, 1 = W/ RAW LABOR e.g., number of working age group or population, Population density, Ratio workers to population, Population growth, Age, Life expectancy)
- 7.4 L\_EFF dummy (0 = W/O, 1 = W/ EFFECTIVE LABOR, e.g., number of labor adjusted by labor quality/skill index, fraction of population speaking foreign language, Entrepreneur)

**HUMAN CAPITAL (EDUCATION)**

- 7.5 EDU\_BAS dummy (0 = W/O, 1 = W/ BASIC EDUCATION CAPTURE e.g., using literacy rate or enrolment in primary or secondary education)
- 7.6 EDU\_ADV dummy (0 = W/O, 1 = W/ ADVANCED EDUCATION CAPTURE e.g., using enrolment in higher education, tertiary education)
- 7.7 EDU\_OTH dummy (0 = W/O, 1 = W/ OTHER VARIABLES INVOLVING EDUCATION, e.g., average years of education, human development index)

#### GOVERNMENT SPENDING

- 7.8 G\_CON dummy (0 = W/O, 1 = W/ GOVERNMENT CONSUMPTION e.g., consumption-GDP ratio or spending in labor)
- 7.9 G\_INV dummy (0 = W/O, 1 = W/ GOVERNMENT INVESTMENT i.e., government spending in other productive sectors other than R&D such as education or Public education share)

**KNOWLEDGE SPILLOVERS** reflect whatever that comes from outside our country and might involve R&D in some degrees; splitting into 3 forms; through direct investment, through trade, gravity.

- 7.10 FDI dummy (0 = W/O, 1 = W/ FOREIGN DIRECT INVESTMENT e.g., inward FDI-GDP ratio or net FDI-GDP ratio)
- 7.11 TRA\_Hi\_Tec dummy (0 = W/O, 1 = W/ IMPORTING HIGH TECH e.g., high tech or computer-commercial import-GDP ratio) (*strong trade variable*)
- 7.12 TRA dummy (0 = W/O, 1 = W/ OVERALL TRADE e.g., whatever variables that reflect degree of openness, such as openness-GDP ratio or general export-GDP ratio as proxy of total trade, Number of years as open economy)
- 7.13 TRA\_OTH dummy (0 = W/O, 1 = W/ ANY VARIABLES INVOLVING TRADE, e.g., whatever variables that tell more specifics in trades, other than just degree of openness of country, such as Primary exports, Outward orientation, net export of natural resources per worker, export variety)

- 7.14 GRA dummy (0 = W/O, 1 = W/ ANY VARIABLES INVOLVING GRAVITY, e.g., whatever variables belong to neighboring countries that *do not have direct interaction* with our country, such as R&D variables of neighbors)

#### SOCIO-ECONOMIC FACTORS

- 7.15 MACRO dummy (0 = W/O, 1 = W/ MACROECONOMIC FACTORS e.g., include Unemployment rate, Stock market index, Inflation rate, structure of GDP such as Fraction of GDP in mining)
- 7.16 INSTI dummy (0 = W/O, 1 = W/ INSTITUTION and POLITICAL e.g., institution quality, Intellectual property rights index, corruption percentile rank, corruption perception index, Rule of law, Degree of capitalism, Black market premium, Spanish colony dummy, French colony dummy, Exchange rate distortions, Ethnolinguistic fractionalization, Civil liberties, Political rights, Religion such as Fraction Catholic, Length of Wartime)
- 7.17 TECH\_ACCESS dummy (0 = W/O, 1 = W/ TECHNOLOGY ACCESS e.g., including information infrastructure, number of internet users or accessibility index, technology index, Employment in more advanced sector to total employment ratio)
- 7.18 GEO dummy (0 = W/O, 1 = W/GEOLOGICAL e.g., Sub-Saharan dummy, Absolute latitude, Area)
- 7.19 STAGE dummy (0 = W/O, 1 = W/ LAG or INITIAL Y LEVEL) (reflects development stage e.g., GDP level in 1960)
- 7.20 INT\_R&D dummy (0 = W/O, 1 = W/ INTERACTION TERM with R&D; any variable\*R&D e.g., number of internet users\*R&D ratio, R&D in one category\*R&D in another category)
- 7.21 INT\_ANY dummy (0 = W/O, 1 = W/ ANY INTERACTION TERM; any variable\* any variable e.g., high income dummy\*competition, HC1\*HC2)
- 7.22 TIME dummy (0 = W/O, 1 = W/ TIME BREAK e.g., Crisis dummy, War dummy, Revolutions and coups dummy)

Note: Year dummy report at the end of table is different from TIME dummy here

## 8. QUALITY

### Quality of each Specification

- 8.1 Q\_SAM dummy (0 = Small sample size; less than or equal to 30, 1 = Large sample size; >30)
- 8.2 Q\_R&D dummy (0 = using vague variable for R&D e.g., number of tertiary enrolments in technology or science, R&D high tech exports, 1 = using straightforward R&D variable e.g., R&D expenditure, number of scientists, number of patents, trademarks, publications in science) *only one straightforward R&D variable is enough to assign 1.*
- 8.3 Q\_CON dummy (0 = Inadequate number of control variables; less than or equal to 2 variables mentioned in each specification, 1 = Adequate number of control variables; more than 2 variables mentioned in each specification)
- 8.4 Q\_MET dummy (0 = method used for each specification is not appropriate for each specification, 1 = method used for each specification is appropriate)

note: i) comparison within same subgroup of samples, i.e., not compare across different time periods or different groups of countries subsamples.

ii) Completeness in each method employed, e.g. if OLS is employed, the authors should provide stat tests/necessary adjustments to back up their chosen method.

### Quality overall

- 8.5 SUM Q\_EXPL (calculate: 8.5.1 + 8.5.2 + 8.5.3 + 8.5.4 + 8.5.5+ 8.5.6+ 8.5.7)
- |                              |     |
|------------------------------|-----|
| 8.5.1 Lit. Review            | 0.1 |
| 8.5.2 Hypothesis explanation | 0.1 |



|       |                                                                                                                                         |      |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 8.5.3 | Conceptual Framework explanation                                                                                                        | 0.15 |
| 8.5.4 | R&D measurement explanation                                                                                                             | 0.15 |
|       | (explain well enough for <u>only one</u> R&D variable pass this criteria)                                                               |      |
| 8.5.5 | Method explanation                                                                                                                      | 0.2  |
| 8.5.6 | Control explanation                                                                                                                     | 0.1  |
| 8.5.7 | Results explanation                                                                                                                     | 0.2  |
| 8.6   | Q_EXPL dummy (0 = if sum score of explanation is less than 0.8, <u>1 = if sum score of explanation is equal to or higher than 0.8</u> ) |      |
| 8.7   | SUM Q (calculate: Q_SAM dummy + Q_R&D dummy + Q_CON dummy + Q_MET dummy + Q_EXPL dummy)                                                 |      |
| 8.8   | HI_QUAL dummy (0 = if SUM Q is less than 4, 1 = if <u>SUM Q is 4 or 5</u> )                                                             |      |

## ภาคผนวก ค.

| ID | Title                                                                            | STUDY                       | Author                                                     | Publication type | Journal/ Book                            | Year | No. of Estimates |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------|------|------------------|
| 1  | Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study | Goel and Ram (1994)         | Rajeev K. Goel<br>Rati Ram                                 | Journal          | Economic Development and Cultural Change | 1994 | 4                |
| 2  | R&D activity and cross-country growth comparisons                                | Gittleman and Wolff (1995)  | Maury Gittleman<br>Edward N. Wolff                         | Journal          | Cambridge Journal of Economics           | 1995 | 62               |
| 3  | An Empirical Analysis of the Impact of Patent Protection on Economic Growth      | Thompson and Rushing (1996) | Mark A. Thompson<br>Francis W. Rushing                     | Journal          | Journal of Economic Development          | 1996 | 6                |
| 4  | Endogenous Innovation Growth Theory and Regional Income Convergence in China     | Wei et al. (2001)           | Yingqi Wei<br>Xianning Liu<br>Haiyan Song<br>Peter Romilly | Journal          | Journal of International Development     | 2001 | 9                |

|    |                                                                                                                                 |                                     |                                             |         |                                  |      |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|---------|----------------------------------|------|----|
| 5  | The dual nature of trade: measuring its impact on imitation and growth                                                          | Connolly (2003)                     | Michelle Connolly                           | Journal | Journal of Development Economics | 2003 | 4  |
| 6  | International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries | Schneider (2005)                    | Patricia Higinio Schneider                  | Journal | Journal of Development Economics | 2005 | 6  |
| 7  | Growth in OECD countries and elsewhere: how much do education and R&D explain?                                                  | Keller and Poutvaara (2005)         | Katarina R. I. Keller<br>Panu Poutvaara     | Journal | Economics Bulletin               | 2005 | 9  |
| 8  | On Export Composition and Growth                                                                                                | Cuaresma and Wörz (2005)            | Jesus Crespo Cuaresma<br>Julia Wörz         | Journal | Review of World Economics        | 2005 | 6  |
| 9  | Analyzing the Korea's growth experience: The application of R&D and human capital based growth models with demography           | Kwack and Lee (2006)                | Sung Yeung Kwack<br>Young Sun Lee           | Journal | Journal of Asian Economics       | 2006 | 1  |
| 10 | R&D, innovation and output: evidence from OECD and non OECD countries                                                           | Ulku (2007)                         | Hulya Ulku                                  | Journal | Applied Economics                | 2007 | 11 |
| 11 | Research and Development, Spillovers, Innovation Systems, and the Genesis of Regional Growth in Europe                          | Rodríguez-Pose and Crescenzi (2008) | Andrés Rodríguez-Pose<br>Riccardo Crescenzi | Journal | Regional Studies                 | 2008 | 16 |

|    |                                                                                  |                              |                                                 |         |                                                  |      |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------|------|----|
| 12 | Knowledge capital and spillover on regional economic growth: Evidence from China | Kuo and Yang (2008)          | Chun-Chien Kuo<br>Chih-Hai Yang                 | Journal | China Economic Review                            | 2008 | 2  |
| 13 | National innovation systems, capabilities and economic development               | Fagerberg and Srholec (2008) | Jan Fagerberg<br>Martin Srholec                 | Journal | Research Policy                                  | 2008 | 6  |
| 14 | R&D and Economic Growth: New Evidence from Some Developing Countries             | Samimi and Alerasoul (2009)  | Ahmed Jafari Samimi<br>Seyede Monireh Alerasoul | Journal | Australian Journal of Basic and Applied Sciences | 2009 | 1  |
| 15 | China's post-economic reform growth: The role of FDI and productivity progress   | Tuan et al. (2009)           | Chyau Tuan<br>Linda F.Y. Ng<br>Bo Zhao          | Journal | Journal of Asian Economics                       | 2009 | 8  |
| 16 | High-tech exports and economic growth in industrialized countries                | Falk (2009)                  | Martin Falk                                     | Journal | Applied Economics Letters                        | 2009 | 4  |
| 17 | The innovation-economic growth nexus: Global evidence                            | Hasan and Tucci (2010)       | Iftekhhar Hasan<br>Christopher L. Tucci         | Journal | Research Policy                                  | 2010 | 60 |
| 18 | Research & development and growth: A Bayesian model averaging analysis           | Horvath (2011)               | Roman Horvath                                   | Journal | Economic Modelling                               | 2011 | 1  |

|    |                                                                                                                                                  |                        |                                                     |         |                                            |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|------|----|
| 19 | The Economic Growth Effect of R&D Activity in Korea                                                                                              | Kim (2011)             | Jin Woong Kim                                       | Journal | Korean and the World Economy               | 2011 | 1  |
| 20 | A Comparative Investigation of the Relation of R&D Expenditures to Economic Growth in a Group of the Less Developed Countries and OECD Countries | Mehran and Reza (2011) | Mokhtari Mehran<br>Motiee Reza                      | Journal | Journal of Social and Development Sciences | 2011 | 6  |
| 21 | Innovation and economic growth in China: evidence at the provincial level                                                                        | Wu (2011)              | Yanrui Wu                                           | Journal | Journal of the Asia Pacific Economy        | 2011 | 5  |
| 22 | Science & Technology Input and Economic Growth: An Empirical Analysis Based on the Three Major Coastal Economic Regions of China                 | Licheng (2011)         | Wang Licheng                                        | Journal | Energy Procedia                            | 2011 | 12 |
| 23 | Government expenditure and growth in developing countries                                                                                        | Dao (2012)             | Minh Quang Dao                                      | Journal | Progress in Development Studies            | 2012 | 1  |
| 24 | Innovation: a path to competitiveness and economic growth. The case of CEE countries                                                             | Petrariu et al. (2013) | Ioan Radu Petrariu<br>Robert Bumbac<br>Radu Ciobanu | Journal | Theoretical and Applied Economics          | 2013 | 2  |

|    |                                                                                                                                                                         |                          |                                                                               |         |                                                                 |      |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|------|----|
| 25 | The Determinants of Economic Growth Versus Genuine Progress in South Korea                                                                                              | Feeny et al. (2013)      | Simon Feeny<br>Heather Mitchell<br>Christine Tran<br>Matthew Clarke           | Journal | Social Indicators Research                                      | 2013 | 4  |
| 26 | How does intellectual property right influence economic growth? Different tales of 30 developed countries and 9 developing countries                                    | Long (2013)              | Xingle Long                                                                   | Journal | International Journal of Innovation and Sustainable Development | 2013 | 6  |
| 27 | Do business and public sector research and development expenditures contribute to economic growth in Central and Eastern European Countries? A dynamic panel estimation | Silaghi et al. (2014)    | Monica Ioana Pop<br>Silaghi<br>Diana Alexa<br>Cristina Jude<br>Cristian Litan | Journal | Economic Modelling                                              | 2014 | 4  |
| 28 | The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies                                                                                          | Inekwe (2015)            | John Nkwoma Inekwe                                                            | Journal | Social Indicators Research                                      | 2015 | 30 |
| 29 | R&D expenditure and economic growth: new empirical evidence                                                                                                             | Gumus and Celikay (2015) | Erdal Gumus<br>Ferdı Celikay                                                  | Journal | Margin: The Journal of Applied                                  | 2015 | 6  |

|    |                                                                                                |                                              |                                                                  |         |                               |      |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------|------|----|
|    |                                                                                                |                                              |                                                                  |         | Economic Research             |      |    |
| 30 | Innovation and Regional Growth in Mexico: 2000–2010                                            | Rodríguez-Pose and Villarreal Peralta (2015) | Andrés Rodríguez-Pose<br>Edna M. Villarreal Peralta              | Journal | Growth and Change             | 2015 | 34 |
| 31 | Research and development expenditures and economic growth in the EU: A panel data analysis     | Freimane and Bāliņa (2016)                   | Rita Freimane<br>Signe Bāliņa                                    | Journal | Economics and Business        | 2016 | 6  |
| 32 | The effect of patent enforcement strength and FDI on economic growth                           | Alexiou et al. (2016)                        | Constantinos Alexiou<br>Joseph Nellis<br>Nikolaos Papageorgiadis | Journal | Multinational Business Review | 2016 | 9  |
| 33 | Intellectual Property Rights, FDI, R&D and Economic Growth: A Cross-country Empirical Analysis | Liu (2016)                                   | Wen-Hsien Liu                                                    | Journal | The World Economy             | 2016 | 14 |
| 34 | Exploring the link between research and economic growth: an empirical study of China and USA   | Kumar et al. (2016)                          | Ronald Ravinesh Kumar<br>Peter Josef Stauvermann<br>Arvind Patel | Journal | Quality & Quantity            | 2016 | 1  |

|    |                                                                                          |                                  |                                                                                                |         |                                        |      |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|------|----|
| 35 | Does public R&D expenditure matter for economic growth? GMM approach                     | Szarowská (2017)                 | Irena Szarowská                                                                                | Journal | Journal of International Studies       | 2017 | 26 |
| 36 | Innovation and Economic Growth: A Case of India                                          | Shukla (2017)                    | Sushma Shukla                                                                                  | Journal | Humanities & Social Science Reviews    | 2017 | 2  |
| 37 | Determinants of Economic Growth in V4 Countries and Romania                              | Mihaela et al. (2017)            | Simionescu Mihaela<br>Lazányi Kornélia<br>Sopková Gabriela<br>Dobeš Kamil<br>Balcerzak Adam P. | Journal | Journal of Competitiveness             | 2017 | 5  |
| 38 | The Role of High-Tech Exports and of Foreign Direct Investments (FDI) on Economic Growth | Ekananda and Parlinggoman (2017) | Mahjus Ekananda<br>Dion Jogi Parlinggoman                                                      | Journal | European Research Studies Journal      | 2017 | 4  |
| 39 | The influence of R&D on economic development in the West African Sub-Region              | Caesar et al. (2018)             | Ayamba Emmanuel<br>Caesar<br>Haibo Chen<br>Thomas Bilaliib Udimal<br>Andrew Osei-Agyemang      | Journal | <i>Open Journal of Social Sciences</i> | 2018 | 2  |



|    |                                                                                                                                               |                          |                                                                                                           |         |                                                                |      |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------|------|----|
| 40 | Does the national innovation system spur economic growth in Brazil, Russia, India, China and South Africa economies? Evidence from panel data | Sesay et al. (2018)      | Brima Sesay<br>Zhao Yulin<br>Fang Wang                                                                    | Journal | South African Journal of Economic and Management Sciences      | 2018 | 30 |
| 41 | The impact of R&D of high-tech engineering on GDP growth in Russia                                                                            | Sikyr et al. (2018)      | Martin Sikyr<br>Mikhail Sergeevich Abrashkin<br>Vladimir Dmitrievich Sekerin<br>Anna Evgenievna Gorokhova | Journal | International Journal of Mechanical Engineering and Technology | 2018 | 1  |
| 42 | Interrelation of R&D, Knowledge Spillovers, and Dynamics of the Economic Growth of Russian Regions                                            | Kaneva and Untura (2018) | Maria Kaneva<br>Galina Untura                                                                             | Journal | Regional Research of Russia                                    | 2018 | 4  |
| 43 | The Impact of Research and Development on Economic Growth in Arab Countries                                                                   | Elbagory (2018)          | Khaled A. Elbagory                                                                                        | Journal | Revue académique des études humaines et sociales               | 2018 | 1  |

|    |                                                                                                                                         |                          |                                                    |         |                                            |      |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|------|----|
| 44 | Importance of R&D Expenditure for Economic Growth in Selected CEE Countries                                                             | Szarowská (2018)         | Irena Szarowská                                    | Journal | Ekonomie                                   | 2018 | 4  |
| 45 | How Should the Chinese Government Invest R&D Funds: Enterprises or Institutions?                                                        | Zhao and Song (2018)     | Yuhan Zhao<br>Xuguang Song                         | Journal | Computational Economics                    | 2018 | 30 |
| 46 | The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions                                                    | Kaneva and Untura (2019) | Maria Kaneva<br>Galina Untura                      | Journal | Growth and Change                          | 2019 | 10 |
| 47 | On the impact of innovation and inequality in economic growth                                                                           | Risso and Carrera (2019) | Wiston Adrián Risso<br>Edgar J. Sánchez Carrera    | Journal | Economics of Innovation and New Technology | 2019 | 2  |
| 48 | How do Economic Openness and R&D Investment Affect Green Economic Growth? — Evidence from China                                         | Song et al. (2019)       | Xuguang Song<br>Yuanxiang Zhou<br>Wei Jia          | Journal | Resources, Conservation & Recycling        | 2019 | 9  |
| 49 | Exploring the Relationship between Government R & D Expenditures and Economic Growth in a Global Perspective: A PMG Estimation Approach | Hafeez et al. (2019)     | Abida Hafeez<br>Karim Bux Shah Syed<br>Fiza Quresh | Journal | International Business Research            | 2019 | 2  |
| 50 | Multiplier Effect of Science and Technology Innovation in Regional Economic Development: Based on Panel Data of Coastal Cities          | Cheng and Wang (2019)    | Hui Cheng<br>Bei Wang                              | Journal | Journal of Coastal Research                | 2019 | 8  |

|    |                                                                                                              |                         |                                                                                     |         |                                              |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|------|----|
| 51 | Innovation and Economic Growth: The Contribution of Institutional Quality and Foreign Direct Investment      | Phung et al. (2019)     | Tran Dinh Phung<br>Vo Thi Thuy Van<br>Trinh Thi Huyen Thuong<br>Nguyen Tran Thai Ha | Journal | Asian Economic and Financial Review          | 2019 | 3  |
| 52 | The Impact of Innovative Development on Economic Growth                                                      | Makhatov (2020)         | Sirojiddin Makhatov                                                                 | Journal | Journal of Management Value & Ethics         | 2020 | 24 |
| 53 | Impact of Innovation on Economic Growth: Evidence from Malaysia                                              | Law et al. (2020)       | Siong Hook Law<br>Tamat Sarmidi<br>Lim Thye Goh                                     | Journal | Malaysian Journal of Economic Studies        | 2020 | 5  |
| 54 | Explaining Economic Growth in China: New Time Series and Econometric Tests of Various Models                 | Long et al. (2020)      | Zhiming Long<br>Rémy Herrera<br>Weinan Ding                                         | Journal | Journal of Innovation Economics & Management | 2020 | 8  |
| 55 | Estimating GDP Growth in Saudi Arabia Under the Government's Vision 2030: a Knowledge-based Economy Approach | Amirat and Zaidi (2020) | Amina Amirat<br>Makram Zaidi                                                        | Journal | Journal of the Knowledge Economy             | 2020 | 2  |
| 56 | The role of R&D in economic growth in Arab countries                                                         | Shahateet (2020)        | Mohammed Issa<br>Shahateet                                                          | Journal | International Journal of Computations        | 2020 | 3  |

|    |                                                                                                                                         |                      |                                                                                                     |         |                                                |      |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------|------|----|
|    |                                                                                                                                         |                      |                                                                                                     |         | l Economics<br>and<br>Econometrics             |      |    |
| 57 | Sustainable Economic Growth Based on R&DAmplification and Technological Content of Exports. Evidences from Romania and The V4 Economies | Burciu et al. (2020) | Aurel Burciu<br>Rozalia Kicsi<br>Ionel Bostan<br>Iulian Condratov<br>Cristian Valentin<br>Hapenciuc | Journal | Sustainability                                 | 2020 | 1  |
| 58 | Investigating the Effect of Turkey's High-tech Exports on the Economic Growth using the Structural Break ARDL Bounds Testing            | Canbay (2020)        | Şerif Canbay                                                                                        | Journal | Electronic<br>Journal of<br>Social<br>Sciences | 2020 | 2  |
| 59 | Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries                                    | Nair et al. (2020)   | Mahendhiran Nair<br>Rudra P. Pradhan<br>Mak B. Arvin                                                | Journal | Technology in<br>Society                       | 2020 | 24 |
| 60 | Knowledge-Based Economy Capacity Building for Developing Countries: A Panel Analysis in Southern African Development Community          | Phale et al. (2021)  | Koketso Phale<br>Fanglin Li<br>Isaac Adjei Mensah<br>Akoto Yaw Omari-Sasu<br>Mohammed Musah         | Journal | Sustainability                                 | 2021 | 2  |

|    |                                                                                      |                             |                                       |               |                                               |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|------|----|
| 61 | Problems and Perspectives of Transition to the Knowledge-Based Economy in Kazakhstan | Toimbek (2021)              | Diana Toimbek                         | Journal       | Journal of the Knowledge Economy              | 2021 | 2  |
| 62 | R&D Investment and International Productivity Differences                            | Lichtenberg (1992)          | Frank R. Lichtenberg                  | Working paper | NBER Working Paper No. 4161                   | 1992 | 2  |
| 63 | Does Research and Development Contribute to Economic Growth in Developing Countries? | Birdsall and Rhee (1993)    | Nancy Birdsall<br>Changyong Rhee      | Working paper | Policy Research Working Paper 1221            | 1993 | 9  |
| 64 | Research and Development and Human Capital in Economic Growth                        | Hu (1998)                   | Wenhuei Hu                            | Dissertation  | Dissertation: University of Illinois, Chicago | 1998 | 3  |
| 65 | R&D, Invention and Economic Growth                                                   | Ulku (2002)                 | Hulya Ulku                            | Dissertation  | Dissertation: Brandeis University             | 2002 | 22 |
| 66 | R&D and Development                                                                  | Lederman and Maloney (2003) | Daniel Lederman<br>William F. Maloney | Working paper | Policy Research Working Paper 3024            | 2003 | 4  |

|    |                                                                                                                                         |                            |                               |                       |                                                                    |      |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|------|---|
| 67 | Productivity Growth and Product Variety: Gains from Imitation and Education                                                             | Addison (2003)             | Douglas M. Addison            | Working paper         | Policy Research Working Paper 3023                                 | 2003 | 2 |
| 68 | R&D and Economic Growth — Panel Data Analysis in ASEAN+3 Countries                                                                      | Yanyun and Mingqian (2004) | Zhao Yanyun<br>Zhang Mingqian | Working paper         | Working Paper                                                      | 2004 | 2 |
| 69 | R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis                                                                             | Ulku (2004)                | Hulya Ulku                    | Working paper         | IMF Working Paper, WP/04/185                                       | 2004 | 2 |
| 70 | Innovation Proxy - A study of patents and economic growth in China                                                                      | Nilsson (2013)             | Andreas Nilsson               | Dissertation          | Master thesis: Lund University, School of Economics and Management | 2013 | 4 |
| 71 | The impact of research and development expenditures on innovation performance and economic growth of the country—the empirical evidence | Huňady and Orviská (2014)  | Ján Huňady<br>Marta Orviská   | Conference proceeding | CBU International Conference on Innovation,                        | 2014 | 2 |

|    |                                                                                                                                    |                          |                                    |                       |                                                                                             |      |   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
|    |                                                                                                                                    |                          |                                    |                       | Technology Transfer and Education Proceedings                                               |      |   |
| 72 | The Effects of R&D and High Technology Exports on Economic Growth: A Comparative Cointegration Analysis for Turkey and South Korea | Ustabaş and Ersin (2016) | Ayfer Ustabaş<br>Özgür Ömer Ersin  | Conference proceeding | International conference on Eurasian economies                                              | 2016 | 2 |
| 73 | R&D, Scale Effects and Spillovers: New Insights from Emerging Countries                                                            | Luintel and Khan (2016)  | Kul B. Luintel<br>Mosahid Khan     | Working paper         | WIPO Economic Research Working Paper No. 32                                                 | 2016 | 2 |
| 74 | Is innovation conducive to economic growth? The case of Central and Eastern European countries                                     | Sener and Tunali (2017)  | Sefer Sener<br>Cigdem Borke Tunali | Book                  | Innovation, Governance and Entrepreneurship: How Do They Evolve in Middle Income Countries? | 2017 | 6 |





|    |                                                                                              |                                  |                                                        |               |                                                                                                 |      |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| 75 | Innovation and Economic Growth: Cross-country Analysis Using Science & Technology Indicators | Prieto (2017)                    | Leonel José Prieto                                     | Dissertation  | Master thesis: the Faculty of the Graduate School of Arts and Sciences of Georgetown University | 2017 | 1 |
| 76 | Fiscal Policy, Economic Growth and Innovation: An Empirical Analysis of G20 Countries        | Hanusch et al. (2017)            | Horst Hanusch<br>Lekha S. Chakraborty<br>Swati Khurana | Working paper | Levy Economics Institute, Working Paper No. 883                                                 | 2017 | 2 |
| 77 | Economic Performance and R&D                                                                 | Andersson and Fredriksson (2018) | Fia Andersson<br>Tilda Fredriksson                     | Dissertation  | Bachelor Thesis: Jönköping University                                                           | 2018 | 1 |

|    |                                                                        |                   |                     |                 |                                                                                                          |      |    |
|----|------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 78 | Promoting Innovation and Economic Growth in Less Developed Territories | Wilkie (2018)     | J. Callum Wilkie    | Dissertation    | Thesis: the London School of Economics and Political Science                                             | 2018 | 40 |
| 79 | Entrepreneurship and Economic Growth: Case of Kuwait                   | Abu-Aisheh (2018) | Alia Ali Abu-Aisheh | Student's paper | Kuwait Program at Sciences Po Student Paper Award: Kuwait University, College of Business Administration | 2018 | 1  |

## ภาคผนวก ง.

|                               |                                                                                                                         |                                                    |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                               | Developing                                                                                                              | Kokko et al. (2012)                                |
| No. of Observation            | 680                                                                                                                     | 563                                                |
| No. of Primary Paper          | 79                                                                                                                      | 49                                                 |
| Countries or Region           | -Africa<br>-East Asia<br>-South Asia<br>-Western Asia<br>-Latin America and Caribbean<br>-EU13<br>-Transition Countries | -Europe<br>-US                                     |
| Year of Publication           | 1992-2021                                                                                                               | No                                                 |
| Dependent Variable<br>(GDP)   | -GDP Growth<br>-GDP log level with lagged GDP                                                                           | GDP (level and growth)                             |
| Independent Variable<br>(R&D) | - R&D Expenditure<br>- R&D personnel<br>- innovation<br>- publication<br>- other variables related to R&D               | R&D (expenditure and others)                       |
| Type of Publication<br>Dummy  | -Published<br>-Non-published                                                                                            | No                                                 |
| Total Citation Dummy          | -Google Scholar Citation                                                                                                | No                                                 |
| Data Level Dummy              | -Aggregate level<br>-Industry level                                                                                     | -Aggregate level<br>-Industry level<br>-Firm level |

|                                                          |                                                                         |                     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                          | Developing                                                              | Kokko et al. (2012) |
| Type of Data (Panel, time-series, cross-sectional) Dummy | -Panel<br>-Cross-section<br>-Time-series                                | No                  |
| Group of Countries or One Country Dummy                  | -One country<br>-Group of countries                                     | No                  |
| Estimation Method Dummy                                  | -OLS<br>-FE<br>-RE<br>-GMM<br>-IV/2SLS<br>-Other (Time-series/Bayesian) | No                  |
| Other Data Characteristic Dummy                          | No                                                                      | No                  |
| Physical Capital Dummy                                   | -Capital Stock<br>-Capital Flow                                         | Capital             |
| Human Capital Dummy                                      | -Primary Education<br>-Advanced Education<br>-Other                     | Human Capital       |
| Labor Dummy                                              | -Raw Labor<br>-Effective Labor                                          | Population Growth   |
| Government Spending Dummy                                | -Government Consumption<br>-Government Expenditure                      | No                  |
| Trade Dummy                                              | -High tech<br>-Openness                                                 | No                  |

|                       |                                                                                                                                                |                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                       | Developing                                                                                                                                     | Kokko et al. (2012) |
|                       | -Other                                                                                                                                         |                     |
| Spillover Dummy       | -Gravity-related<br>-FDI                                                                                                                       | No                  |
| Socio-economic Dummy  | -Macroeconomic Variable<br>-Institutional Variable<br>-Tech-Access<br>-Geological Variable<br>-Initial GDP<br>-Interaction term<br>-Time Dummy | Time Dummy          |
| Rate of Paper Quality | -Large Sample<br>-Straightforward understanding of R&D variables<br>-Controlled Variables<br>-Method<br>-Overall Study Explanation             | No                  |

|                      |                       |                      |
|----------------------|-----------------------|----------------------|
|                      | Developing            | Correa et al. (2013) |
| No. of Observation   | 680                   | 37                   |
| No. of Primary Paper | 79                    | 37                   |
| Countries or Region  | -Africa<br>-East Asia | -ECA<br>-LA          |

|                                                                 |                                                                                                           |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                                 | Developing                                                                                                | Correa et al. (2013)                                  |
|                                                                 | -South Asia<br>-Western Asia<br>-Latin America and Caribbean<br>-EU13<br>-Transition Countries            | -EU<br>-NA                                            |
| Year of Publication                                             | 1992-2021                                                                                                 | 2004-2011                                             |
| Dependent Variable<br>(GDP)                                     | -GDP Growth<br>-GDP log level with lagged GDP                                                             | -GDP<br>-innovation                                   |
| Independent Variable<br>(R&D)                                   | - R&D Expenditure<br>- R&D personnel<br>- innovation<br>- publication<br>- other variables related to R&D | -Log total investment R&D<br>prog.                    |
| Type of Publication<br>Dummy                                    | -Published<br>-Non-published                                                                              | No                                                    |
| Total Citation Dummy                                            | -Google Scholar Citation                                                                                  | -Log number citation                                  |
| Data Level Dummy                                                | -Aggregate level<br>-Industry level                                                                       | No                                                    |
| Type of Data (Panel,<br>time-series, cross-<br>sectional) Dummy | -Panel<br>-Cross-section<br>-Time-series                                                                  | -Panel<br>-cross-sectional<br>-pooled cross-sectional |
| Group of Countries or<br>One Country Dummy                      | -One country<br>-Group of countries                                                                       | No                                                    |

|                              |                                                                         |                                                           |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                              | Developing                                                              | Correa et al. (2013)                                      |
| Estimation Method<br>Dummy   | -OLS<br>-FE<br>-RE<br>-GMM<br>-IV/2SLS<br>-Other (Time-series/Bayesian) | -2SLS<br>-D-D<br>-FE and RE<br>-IV<br>-PSM<br>-RD<br>-OLS |
| Data Characteristic<br>Dummy | No                                                                      | No                                                        |
| Physical Capital Dummy       | -Capital Stock<br>-Capital Flow                                         | No                                                        |
| Human Capital Dummy          | -Primary Education<br>-Advanced Education<br>-Other                     | No                                                        |
| Labor Dummy                  | -Raw Labor<br>-Effective Labor                                          | No                                                        |
| Government Spending<br>Dummy | -Government Consumption<br>-Government Expenditure                      | No                                                        |
| Trade Dummy                  | -High tech<br>-Openness<br>-Other                                       | No                                                        |
| Spillover Dummy              | -Gravity-related<br>-FDI                                                | No                                                        |
| Socio-economic Dummy         | -Macroeconomic Variable                                                 | -Dummy SME                                                |

|                       |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Developing                                                                                                                                                                                                       | Correa et al. (2013)                                                                                                                                                                                                        |
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Institutional Variable</li> <li>-Tech-Access</li> <li>-Geological Variable</li> <li>-Initial GDP</li> <li>-Interaction term</li> <li>-Time Dummy</li> </ul>              | -Dummy small business support                                                                                                                                                                                               |
| Rate of Paper Quality | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Large Sample</li> <li>-Straightforward understanding of R&amp;D variables</li> <li>-Controlled Variables</li> <li>-Method</li> <li>-Overall Study Explanation</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Log Rate Quality paper</li> <li>-Dummy Robustness check</li> <li>-Dummy peer review pub.</li> <li>-Dummy paper focus innovation</li> <li>-Dummy outcome indicators incl.</li> </ul> |

|                      |                                                                                                                                                                                                               |                    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                      | Developing                                                                                                                                                                                                    | Ugur et al. (2016) |
| No. of Observation   | 680                                                                                                                                                                                                           | 1253               |
| No. of Primary Paper | 79                                                                                                                                                                                                            | 65                 |
| Countries or Region  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Africa</li> <li>-East Asia</li> <li>-South Asia</li> <li>-Western Asia</li> <li>-Latin America and Caribbean</li> <li>-EU13</li> <li>-Transition Countries</li> </ul> | OECD               |
| Year of Publication  | 1992-2021                                                                                                                                                                                                     | 1980 – 2013        |



|                                                          |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dependent Variable<br>(GDP)                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>-GDP Growth</li> <li>-GDP log level with lagged GDP</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Value Added</li> <li>-Sales</li> <li>-Output</li> <li>-TFP</li> </ul>                                                                                                                             |
| Independent Variable<br>(R&D)                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- R&amp;D Expenditure</li> <li>- R&amp;D personnel</li> <li>- innovation</li> <li>- publication</li> <li>- other variables related to R&amp;D</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-R&amp;D Capital</li> <li>-R&amp;D Intensity (Ration of R&amp;D to output)</li> </ul>                                                                                                              |
| Type of Publication<br>Dummy                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Published</li> <li>-Non-published</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Journal article</li> <li>-Working paper</li> <li>-Report</li> <li>-Thesis</li> </ul>                                                                                                              |
| Total Citation Dummy                                     | -Google Scholar Citation                                                                                                                                                                        | No                                                                                                                                                                                                                                        |
| Data Level Dummy                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Aggregate level</li> <li>-Industry level</li> </ul>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-R&amp;D capital is constructed with perpetual inventory method</li> <li>-Output is measured as value added</li> <li>-R&amp;D-intensive firm/industry</li> <li>-Publicly-funded R&amp;D</li> </ul> |
| Type of Data (Panel, time-series, cross-sectional) Dummy | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Panel</li> <li>-Cross-section</li> <li>-Time-series</li> </ul>                                                                                          | No                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                            |                                                                         |                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Group of Countries or<br>One Country Dummy | -One country<br>-Group of countries                                     | No                                                                                                                                                           |
| Estimation Method<br>Dummy                 | -OLS<br>-FE<br>-RE<br>-GMM<br>-IV/2SLS<br>-Other (Time-series/Bayesian) | -Common factor frame<br>estimators<br>-First-difference estimation<br>-GMM<br>-Instrumental variable<br>-Long-difference<br>estimation<br>-Within estimation |
| Data Characteristic<br>Dummy               | No                                                                      | -Mid-point of data period<br>is post-1980                                                                                                                    |
| Physical Capital Dummy                     | -Capital Stock<br>-Capital Flow                                         | -Control for capacity<br>utilization<br>-Variable return to scales<br>allowed                                                                                |
| Human Capital Dummy                        | -Primary Education<br>-Advanced Education<br>-Other                     | No                                                                                                                                                           |
| Labor Dummy                                | -Raw Labor<br>-Effective Labor                                          | No                                                                                                                                                           |
| Government Spending<br>Dummy               | -Government Consumption<br>-Government Expenditure                      | No                                                                                                                                                           |
| Trade Dummy                                | -High tech<br>-Openness<br>-Other                                       | No                                                                                                                                                           |

|                       |                                                                                                                                                |                                                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Spillover Dummy       | -Gravity-related<br>-FDI                                                                                                                       | -Control for spillovers                                                                    |
| Socio-economic Dummy  | -Macroeconomic Variable<br>-Institutional Variable<br>-Tech-Access<br>-Geological Variable<br>-Initial GDP<br>-Interaction term<br>-Time Dummy | -Industry dummies<br>-Time dummies<br>-Small firms<br>-French data<br>-UK data<br>-US data |
| Rate of Paper Quality | -Large Sample<br>-Straightforward understanding of R&D variables<br>-Controlled Variables<br>-Method<br>-Overall Study Explanation             | -Correction for double counting                                                            |

|                      |                                                                                                |                                                                                                                       |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Developing                                                                                     | Donselaar and Koopmans (2016)                                                                                         |
| No. of Observation   | 680                                                                                            | 1214                                                                                                                  |
| No. of Primary Paper | 79                                                                                             | 38                                                                                                                    |
| Countries or Region  | -Africa<br>-East Asia<br>-South Asia<br>-Western Asia<br>-Latin America and Caribbean<br>-EU13 | -OECD<br>-14 European countries<br>-9 EU countries<br>-China, India, Japan, South Korea, Singapore, Taiwan<br>-Israel |

|                               |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | -Transition Countries                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                               |
| Year of Publication           | 1992-2021                                                                                                 | 1981 – 2013                                                                                                                                                                                                                   |
| Dependent Variable<br>(GDP)   | -GDP Growth<br>-GDP log level with lagged GDP                                                             | -Value Added<br>-Gross output<br>-Partial productivity<br>-Labour productivity or<br>Capital productivity<br>-Sales<br>-TFP                                                                                                   |
| Independent Variable<br>(R&D) | - R&D Expenditure<br>- R&D personnel<br>- innovation<br>- publication<br>- other variables related to R&D | -R&D Capital (Total of<br>business and public R&D<br>capital)<br>-R&D Capital (Business and<br>public R&D capital)<br>-R&D Capital (Business R&D<br>capital)<br>-R&D Expenditure<br>-R&D Type (Private, public,<br>and total) |
| Type of Publication<br>Dummy  | -Published<br>-Non-published                                                                              | No                                                                                                                                                                                                                            |
| Total Citation Dummy          | -Google Scholar Citation                                                                                  | No                                                                                                                                                                                                                            |
| Data Level Dummy              | -Aggregate level<br>-Industry level                                                                       | -Macro<br>-Meso<br>-Micro                                                                                                                                                                                                     |

|                                                          |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type of Data (Panel, time-series, cross-sectional) Dummy | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Panel</li> <li>-Cross-section</li> <li>-Time-series</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Panel</li> <li>-Cross-sectional or total estimates</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Group of Countries or One Country Dummy                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-One country</li> <li>-Group of countries</li> </ul>                                                             | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Estimation Method Dummy                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-OLS</li> <li>-FE</li> <li>-RE</li> <li>-GMM</li> <li>-IV/2SLS</li> <li>-Other (Time-series/Bayesian)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-OLS</li> <li>-Dynamic OLS (DOLS)</li> <li>-Fully Modified OLS (FMOLS) or Engle-Granger-Yoo three step procedure</li> <li>-Difference Generalized Method of Moments (GMM-DIF) or System Generalized Method of Moments (GMM-SYS)</li> <li>-Two-Stage or Three-Stage Least Squares (2SLS or 3SLS)</li> <li>-Other (residual category): Generalized Least Squares (GLS), Feasible Generalized Least Squares (FGLS), Weighted Least Squares (WLS) or Seemingly Unrelated Regression (SUR)</li> <li>- Fixed effects, Random effects (level or growth estimate)</li> </ul> |

|                           |                                                     |                                                                                                                                           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                                                     | -Mean Group Estimate / heterogeneous panel estimate (level estimate)<br>-Growth estimate<br>-In case of growth estimate: long differences |
| Data Characteristic Dummy | No                                                  | No                                                                                                                                        |
| Physical Capital Dummy    | -Capital Stock<br>-Capital Flow                     | -Intermediate inputs: (not) taken into account                                                                                            |
| Human Capital Dummy       | -Primary Education<br>-Advanced Education<br>-Other | -Human capital (not implemented) in regression                                                                                            |
| Labor Dummy               | -Raw Labor<br>-Effective Labor                      | No                                                                                                                                        |
| Government Spending Dummy | -Government Consumption<br>-Government Expenditure  | No                                                                                                                                        |
| Trade Dummy               | -High tech<br>-Openness<br>-Other                   | No                                                                                                                                        |
| Spillover Dummy           | -Gravity-related<br>-FDI                            | -International R&D spillovers (not) taken into account<br>- Domestic intersectoral R&D spillovers (not) taken                             |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                                                                                                                                                                                                                                      | into account: at micro and meso level                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Socio-economic Dummy  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Macroeconomic Variable</li> <li>-Institutional Variable</li> <li>-Tech-Access</li> <li>-Geological Variable</li> <li>-Initial GDP</li> <li>-Interaction term</li> <li>-Time Dummy</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Constant return to scale</li> <li>-G7 and non-G7 countries combined</li> <li>-G7 countries or country: Macro, Meso level</li> <li>-Non-G7 countries or country: Macro, Meso level</li> <li>-Depreciation rate of R&amp;D capital: &lt;10%, &gt;20%</li> <li>-Specific R&amp;D deflator</li> <li>-Sector: high, medium, low, medium and low tech</li> <li>-(no) Time dummies or time trend included in level estimate</li> <li>-(no) Time dummies or time trend included in growth estimate</li> </ul> |
| Rate of Paper Quality | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Large Sample</li> <li>-Straightforward understanding of R&amp;D variables</li> <li>-Controlled Variables</li> <li>-Method</li> <li>-Overall Study Explanation</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Correction for double counting of R&amp;D</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |





## ภาคผนวก จ

สถิติพื้นฐาน (basic statistic) ของข้อมูลทุกประเทศที่ใช้ในการศึกษา

| Variable Name                                                  | Count | Mean               | S.D.                 | Min              | Max                   |
|----------------------------------------------------------------|-------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------------|
| GDP (constant US\$)                                            | 934   | 454,104,258,847.40 | 1,316,440,235,461.92 | 2,606,621,255.02 | 14,722,730,697,890.10 |
| GDP per capita (constant US\$)                                 | 889   | 7,310.72           | 8,508.39             | 387.64           | 61,173.90             |
| GDP per capita (constant US\$) growth                          | 869   | 2.85               | 4.25                 | -14.61           | 13.69                 |
| GERD financed by Business Enterprise (current PPP\$)           | 35    | 7,257,016.84       | 6,645,660.48         | 331,826.99       | 18,435,787.14         |
| GERD financed by Business Enterprise (current\$)               | 275   | 14,998,990.65      | 48,614,106.33        | 925.97           | 356,456,265.93        |
| GERD financed by Government (current PPP\$)                    | 308   | 6,929,264.24       | 13,569,840.06        | 48,545.53        | 94,050,224.56         |
| GERD financed by Higher Education (current PPP\$)              | 230   | 296,869.80         | 494,279.86           | 20.67            | 2,897,116.92          |
| GERD financed by Non-Profit Private (current PPP\$)            | 235   | 40,573.11          | 69,970.58            | 0.00             | 312,679.40            |
| GERD performed by Business Enterprise (as a percentage of GDP) | 349   | 0.51               | 0.64                 | 0.01             | 3.64                  |
| GERD performed by Business Enterprise (current PPP\$)          | 351   | 13,655,338.32      | 44,230,036.86        | 1,520.51         | 360,106,674.30        |
| GERD performed by Government (as a percentage of GDP)          | 356   | 0.20               | 0.13                 | 0.01             | 0.59                  |
| GERD performed by Government (current PPP\$)                   | 356   | 4,639,041.90       | 10,274,291.15        | 8,940.68         | 70,593,036.35         |
| GERD performed by Higher Education (as a percentage of GDP)    | 341   | 0.18               | 0.14                 | 0.01             | 0.64                  |
| GERD performed by Higher Education (current PPP\$)             | 345   | 2,251,504.14       | 4,329,018.50         | 2,938.18         | 34,462,553.92         |
| GERD performed by Non-Profit Private (as a percentage of GDP)  | 93    | 0.03               | 0.03                 | 0.01             | 0.10                  |
| GERD performed by Non-Profit Private (current PPP\$)           | 204   | 144118.0399        | 361935.1             | 40.3836          | 2413038               |
| GERD (as a % of GDP)                                           | 390   | 0.87               | 0.76                 | 0.05             | 4.53                  |

| Variable Name                                                              | Count | Mean              | S.D.               | Min            | Max                  |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|--------------------|----------------|----------------------|
| GERD (current PPP\$)                                                       | 390   | 20,041,623.80     | 54,965,749.98      | 72,553.14      | 465,162,264.57       |
| Business Enterprise R&D personnel                                          | 291   | 193,280.43        | 512,551.84         | 7.00           | 3,424,779.90         |
| Government R&D personnel                                                   | 295   | 66,629.37         | 118,649.73         | 375.00         | 545,770.50           |
| Higher Education R&D personnel                                             | 289   | 55,713.59         | 74,577.55          | 629.00         | 410,893.30           |
| Non-Profit Private R&D personnel                                           | 171   | 1,986.57          | 5,257.56           | 3.80           | 59,355.00            |
| Total R&D Personnel                                                        | 317   | 293,441.99        | 658,750.09         | 3,348.00       | 4,381,443.70         |
| R&D personnel per million habitants                                        | 317   | 2,374.73          | 2,239.01           | 104.66         | 9,793.98             |
| Patent applications, nonresidents                                          | 831   | 6,962.87          | 17,329.50          | 2.00           | 157,093.00           |
| Patent applications, residents                                             | 819   | 17,758.60         | 107,255.42         | 1.00           | 1,393,815.00         |
| Trademark applications, total                                              | 810   | 50,146.50         | 146,483.08         | 327.00         | 2,104,414.00         |
| High-technology exports (% of manufactured exports)                        | 271   | 18.28             | 15.97              | 0.50           | 62.25                |
| Scientific and technical journal articles                                  | 437   | 246.04            | 629.31             | 1.23           | 5,282.63             |
| Gross fixed capital formation (% of GDP)                                   | 871   | 24.43             | 6.41               | 10.52          | 46.22                |
| Private capital stock, in billions of constant 2011 international dollars. | 828   | 1,121.96          | 1,991.12           | 21.04          | 22,532.81            |
| Population, total                                                          | 943   | 149,315,562.83    | 316,370,063.10     | 2,377,997.00   | 1,402,112,000.00     |
| Labor force, total                                                         | 713   | 75,044,569.85     | 166,866,534.73     | 777,189.00     | 787,183,156.00       |
| General government final consumption expenditure (% of GDP)                | 869   | 13.57             | 4.32               | 2.98           | 31.50                |
| General government final consumption expenditure (current US\$)            | 869   | 66,613,505,578.60 | 200,879,550,284.32 | 327,792,207.79 | 2,394,818,476,695.04 |
| Domestic general government health expenditure (% of GDP)                  | 437   | 2.81              | 1.43               | 0.55           | 6.82                 |
| Inward FDI, flow (% of GDP)                                                | 876   | 3.10              | 3.94               | -11.62         | 30.68                |
| Inward FDI, flow (current million USD)                                     | 876   | 9,735.73          | 20,520.28          | -14,537.43     | 149,342.00           |

| Variable Name                                                                                       | Count | Mean              | S.D.               | Min              | Max                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|--------------------|------------------|----------------------|
| Inward FDI, stock (current million USD)                                                             | 863   | 100,731.14        | 219,636.82         | 0.01             | 1,918,828.00         |
| Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)                                          | 864   | 33.55             | 13.89              | 2.35             | 71.48                |
| Trade (% of GDP)                                                                                    | 879   | 82.31             | 71.55              | 11.55            | 437.33               |
| Mobile cellular subscriptions (per 100 people)                                                      | 935   | 45.24             | 55.29              | 0.00             | 186.16               |
| Central Government Debt (Percent of GDP)                                                            | 732   | 49.67             | 28.22              | 3.26             | 222.03               |
| Inflation, consumer prices (annual %)                                                               | 881   | 37.87             | 211.10             | -3.56            | 3,046.09             |
| Mineral rents (% of GDP)                                                                            | 769   | 0.72              | 1.75               | 0.00             | 16.77                |
| Unemployment, total (% of total labor force)                                                        | 690   | 6.65              | 3.95               | 0.21             | 19.90                |
| Corruption perception index                                                                         | 550   | 40.46             | 16.33              | 17.00            | 94.00                |
| Civil liberties                                                                                     | 909   | 0.60              | 0.20               | 0.18             | 0.97                 |
| Economic freedom                                                                                    | 598   | 61.21             | 10.43              | 0.00             | 89.40                |
| Gross fixed capital formation (constant 2010 US\$)                                                  | 823   | 96,575,809,012.91 | 163,039,023,791.87 | 1,127,009,000.93 | 2,674,048,770,187.44 |
| General government capital stock in billions of constant 2011 international dollars.                | 828   | 777.14            | 2,513.94           | 6.70             | 26,763.26            |
| Population ages 15-64 (% of total population)                                                       | 943   | 64.12             | 5.87               | 47.01            | 78.75                |
| Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+) (national estimate)          | 691   | 60.68             | 9.68               | 27.35            | 91.60                |
| Enrolment in tertiary education, all programmes, both sexes (number)                                | 759   | 3,126,136.55      | 6,557,613.66       | 12,986.00        | 50,237,458.00        |
| Gross enrolment ratio, primary to tertiary, both sexes (%)                                          | 612   | 75.45             | 14.17              | 40.66            | 115.87               |
| Tertiary enrollment ratio                                                                           | 704   | 33.25             | 23.78              | 0.90             | 113.22               |
| Graduates From University First Degree Courses By Type Of Course, Engineering Sciences (Both sexes) | 22    | 3,461.18          | 1,041.79           | 1,750.00         | 4,708.00             |

| Variable Name                                                                                                            | Count | Mean             | S.D.             | Min        | Max               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Graduates From University First Degree Courses By Type Of Course, Natural, Physical & Mathematical Sciences (Both sexes) | 22    | 1,286.95         | 363.44           | 940.00     | 2,127.00          |
| Gross graduation ratio from first degree programmes (ISCED 6 and 7) in tertiary education, both sexes (%)                | 256   | 29.58            | 16.39            | 1.68       | 78.97             |
| General government final consumption expenditure (annual % growth)                                                       | 803   | 3.82             | 5.65             | -23.80     | 51.93             |
| Investment in transport with private participation (current US\$)                                                        | 259   | 2,157,241,467.18 | 4,880,547,999.16 | 700,000.00 | 43,103,200,000.00 |
| Government expenditure on education, total (% of GDP)                                                                    | 485   | 4.03             | 1.39             | 0.87       | 7.66              |
| Inward FDI, stock (% of GDP)                                                                                             | 863   | 31.89            | 48.58            | 0.00       | 549.12            |
| ICT goods imports (% total goods imports)                                                                                | 452   | 12.40            | 9.50             | 0.01       | 51.48             |
| Fixed broadband subscriptions (per 100 people)                                                                           | 460   | 8.98             | 9.82             | 0.00       | 43.55             |
| External balance on goods and services (% of GDP)                                                                        | 879   | -1.10            | 9.91             | -54.90     | 31.92             |
| Total Debt to GDP                                                                                                        | 748   | 54.19            | 32.10            | 0.97       | 229.32            |
| General government gross debt                                                                                            | 594   | 52.86            | 29.25            | 3.88       | 219.73            |
| General government net lending/borrowing                                                                                 | 658   | -2.40            | 4.35             | -14.45     | 20.24             |
| Gross savings (% of GDP)                                                                                                 | 849   | 25.38            | 9.24             | 1.90       | 52.30             |
| Civil liberties index                                                                                                    | 575   | 3.57             | 1.54             | 1.00       | 7.00              |
| Ratio of female to male labor force participation rate (%) (modeled ILO estimate)                                        | 690   | 63.50            | 19.30            | 15.66      | 94.64             |
| Rule of law index                                                                                                        | 506   | 0.07             | 0.68             | -1.19      | 1.88              |



## ภาคผนวก จ

## เมทริกซ์สหสัมพันธ์ (correlation matrix) ของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

| Description                                                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20   | 21    | 22   | 23 |
|------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|----|
| 1.GERD (as a % of GDP)                                                 | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 2.R&D personnel per million habitants                                  | 0.81  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 3.Patent applications, nonresidents                                    | 0.81  | 0.55  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 4.Patent applications, residents                                       | 0.87  | 0.64  | 0.87  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 5.Scientific and technical journal articles                            | 0.52  | 0.44  | 0.70  | 0.54  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 6.Gross fixed capital formation (% of GDP)                             | 0.40  | 0.19  | 0.40  | 0.43  | 0.26  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 7.Population ages 15-64 (% of total population)                        | 0.59  | 0.70  | 0.41  | 0.43  | 0.25  | 0.43  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 8.Labor force, total                                                   | 0.07  | 0.11  | -0.13 | -0.10 | -0.13 | -0.05 | 0.03  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 9.Enrolment in tertiary education, all programmes, both sexes (number) | 0.05  | 0.05  | 0.42  | 0.12  | 0.74  | 0.14  | -0.06 | -0.12 | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 10.General government final consumption expenditure (% of GDP)         | 0.08  | 0.17  | -0.03 | -0.03 | 0.14  | -0.30 | 0.10  | 0.60  | -0.03 | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 11.Inward FDI, flow (% of GDP)                                         | 0.02  | 0.18  | -0.14 | -0.21 | -0.24 | 0.09  | 0.41  | -0.07 | -0.22 | -0.25 | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 12.Inward FDI, stock (% of GDP)                                        | 0.12  | 0.31  | -0.16 | -0.20 | -0.25 | 0.08  | 0.49  | 0.06  | -0.27 | -0.24 | 0.79  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 13.Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP)          | 0.24  | 0.26  | 0.12  | 0.08  | 0.01  | 0.03  | 0.37  | 0.40  | -0.09 | 0.40  | 0.14  | 0.27  | 1.00  |       |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 14.Trade (% of GDP)                                                    | 0.30  | 0.40  | -0.07 | -0.06 | -0.21 | 0.21  | 0.56  | 0.21  | -0.32 | -0.14 | 0.59  | 0.79  | 0.30  | 1.00  |       |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 15.Mobile cellular subscriptions (per 100 people)                      | 0.11  | 0.23  | -0.01 | 0.02  | 0.11  | 0.08  | 0.30  | 0.00  | -0.08 | 0.00  | 0.16  | 0.31  | 0.26  | 0.20  | 1.00  |       |       |       |       |      |       |      |    |
| 16.External balance on goods and services (% of GDP)                   | 0.26  | 0.45  | 0.09  | 0.05  | -0.04 | -0.09 | 0.39  | -0.02 | -0.09 | -0.24 | 0.39  | 0.56  | 0.23  | 0.65  | 0.20  | 1.00  |       |       |       |      |       |      |    |
| 17.Central Government Debt (Percent of GDP)                            | 0.05  | 0.03  | -0.13 | -0.25 | -0.20 | -0.32 | -0.07 | 0.26  | -0.15 | 0.00  | 0.23  | 0.42  | 0.11  | 0.42  | -0.10 | 0.21  | 1.00  |       |       |      |       |      |    |
| 18.Inflation, consumer prices (annual %)                               | -0.25 | -0.15 | -0.17 | -0.17 | -0.16 | -0.40 | -0.40 | -0.12 | 0.05  | 0.01  | -0.13 | -0.22 | -0.28 | -0.32 | -0.21 | -0.14 | 0.03  | 1.00  |       |      |       |      |    |
| 19.Gross savings (% of GDP)                                            | 0.51  | 0.53  | 0.43  | 0.40  | 0.22  | 0.55  | 0.57  | -0.17 | 0.12  | -0.50 | 0.33  | 0.45  | 0.09  | 0.61  | 0.15  | 0.70  | 0.00  | -0.30 | 1.00  |      |       |      |    |
| 20.Mineral rents (% of GDP)                                            | -0.22 | -0.20 | -0.10 | -0.11 | -0.13 | -0.04 | -0.02 | -0.13 | -0.05 | -0.22 | 0.23  | 0.10  | -0.09 | -0.12 | 0.14  | 0.09  | -0.34 | -0.08 | -0.04 | 1.00 |       |      |    |
| 21.Unemployment, total (% of total labor force)                        | -0.32 | -0.26 | -0.33 | -0.30 | -0.13 | -0.51 | -0.40 | 0.01  | -0.03 | 0.21  | -0.09 | -0.16 | -0.12 | -0.35 | -0.36 | -0.32 | 0.20  | 0.23  | -0.60 | 0.03 | 1.00  |      |    |
| 22.Civil liberties                                                     | 0.05  | -0.13 | 0.10  | 0.10  | -0.07 | -0.04 | 0.06  | 0.16  | -0.17 | 0.40  | -0.05 | -0.15 | 0.18  | -0.22 | -0.17 | -0.35 | -0.03 | -0.01 | -0.43 | 0.18 | 0.28  | 1.00 |    |
| 23.Economic freedom                                                    | 0.37  | 0.26  | 0.10  | 0.17  | -0.11 | 0.38  | 0.54  | 0.03  | -0.37 | -0.27 | 0.51  | 0.66  | 0.20  | 0.65  | 0.25  | 0.39  | 0.15  | -0.54 | 0.47  | 0.28 | -0.25 | 0.08 | 1  |

## ภาคผนวก ข

สถิติพื้นฐาน (basic statistic) ของข้อมูลประเทศไทยที่ใช้ในการศึกษา

| Description                                              | Count | Mean           | S.D.           | Min           | Max             |
|----------------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| GDP (Current USD and Constant 2015 USD)                  | 41    | 3834.07        | 1596.72        | 1428.14       | 6617.54         |
| GDP per capita (Current USD and Constant 2015 USD)       | 40    | 3.82           | 3.99           | -8.74         | 11.34           |
| Patent request, residence                                | 42    | 490.50         | 402.20         | 8.00          | 1077.00         |
| Patent request, non-residence                            | 42    | 3593.05        | 2335.37        | 15.00         | 7160.00         |
| Total patent request                                     | 42    | 4083.55        | 2680.71        | 23.00         | 8079.00         |
| Patent registration, residence                           | 39    | 48.08          | 46.45          | 1.00          | 204.00          |
| Patent registration, non-residence                       | 39    | 846.90         | 925.88         | 3.00          | 3693.00         |
| total patent registration                                | 39    | 894.97         | 965.61         | 4.00          | 3819.00         |
| R&D expenditure (GERD % of GDP)                          | 19    | 0.40           | 0.35           | 0.10          | 1.14            |
| R&D expenditure (Baht: Performed by Government)          | 16    | 5224947384.69  | 2522532779.32  | 1833280697.00 | 9123827320.00   |
| R&D expenditure (Baht: Performed by Higher Education)    | 16    | 11233562927.38 | 9988664929.78  | 1219471694.00 | 30664182962.00  |
| R&D expenditure (Baht: Performed by Public Enterprise)   | 16    | 1174498312.69  | 881129568.49   | 176939330.00  | 2756675068.00   |
| R&D expenditure (Baht: Performed by Business Enterprise) | 16    | 40121191414.19 | 54518020318.28 | 200430463.00  | 150702775166.00 |
| R&D expenditure (Baht: Performed by Private non-profit)  | 16    | 382816178.75   | 318487421.03   | 30586572.00   | 1107672875.00   |
| R&D expenditure (Baht: Funded by Government)             | 14    | 9499879142.14  | 6957709651.32  | 2182683769.00 | 22559717182.00  |
| R&D expenditure (Baht: Funded by Higher Education)       | 14    | 4944590516.29  | 4775862183.17  | 374411566.00  | 14692398995.00  |
| R&D expenditure (Baht: Funded by Public Enterprise)      | 14    | 1397217263.07  | 1247056921.63  | 153954440.00  | 4022679202.00   |
| R&D expenditure (Baht: Funded by Business Enterprise)    | 14    | 43265596408.43 | 57501614900.33 | 212399591.00  | 149244000000.00 |
| R&D expenditure (Baht: Funded by Private non-profit)     | 14    | 260955897.07   | 244816802.76   | 34707472.00   | 777014375.00    |
| R&D expenditure (Baht: Funded from Abroad)               | 14    | 629169940.57   | 471236623.02   | 102019045.00  | 1310405756.00   |

| Description                                                                          | Count | Mean           | S.D.           | Min            | Max             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| R&D expenditure (Baht: Funded from Others)                                           | 13    | 899824060.77   | 1424288375.85  | 0.00           | 5001285406.00   |
| Total R&D personnel (headcounts)                                                     | 18    | 100165.22      | 78378.78       | 15721.00       | 247135.00       |
| Researchers (headcounts)                                                             | 18    | 62830.72       | 61146.52       | 9752.00        | 180524.00       |
| Researchers (headcounts): Government                                                 | 13    | 9616.77        | 4022.63        | 5343.00        | 15704.00        |
| Researchers (headcounts): Higher Education                                           | 13    | 41682.85       | 25807.87       | 7046.00        | 74570.00        |
| Researchers (headcounts): Public Enterprise                                          | 13    | 1019.00        | 593.42         | 425.00         | 2193.00         |
| Researchers (headcounts): Business Enterprise                                        | 13    | 29942.62       | 32363.23       | 584.00         | 90994.00        |
| Researchers (headcounts): Private non-profit                                         | 13    | 411.69         | 377.59         | 50.00          | 1002.00         |
| Total R&D Personnel (headcounts): Government                                         | 13    | 28153.23       | 11053.85       | 18035.00       | 62641.00        |
| Total R&D Personnel (headcounts): Higher Education                                   | 13    | 54557.15       | 30168.90       | 8639.00        | 94979.00        |
| Total R&D Personnel (headcounts): Public Enterprise                                  | 13    | 1742.69        | 850.49         | 762.00         | 3071.00         |
| Total R&D Personnel (headcounts): Business Enterprise                                | 13    | 43433.62       | 42393.54       | 1544.00        | 122997.00       |
| Total R&D Personnel (headcounts): Private non-profit                                 | 13    | 1813.54        | 1679.98        | 116.00         | 5027.00         |
| Scientific and technical journal articles (World Bank)                               | 19    | 6058.59        | 3246.06        | 1659.32        | 12513.75        |
| Scientific and technical journal articles (TCI: Domestic Journals)                   | 30    | 4492.23        | 3313.46        | 884.00         | 10221.00        |
| Scientific and technical journal articles (TCI: International Journals)              | 25    | 7769.36        | 5379.38        | 1111.00        | 18169.00        |
| Gross fixed capital formation (% of GDP)                                             | 41    | 28.20          | 6.41           | 20.41          | 41.65           |
| Gross fixed capital formation (constant 2010 US\$)                                   | 41    | 68440155431.36 | 27836400046.21 | 22423596205.48 | 110759533753.50 |
| General government capital stock in billions of constant 2011 international dollars. | 36    | 511.93         | 244.56         | 167.73         | 894.77          |



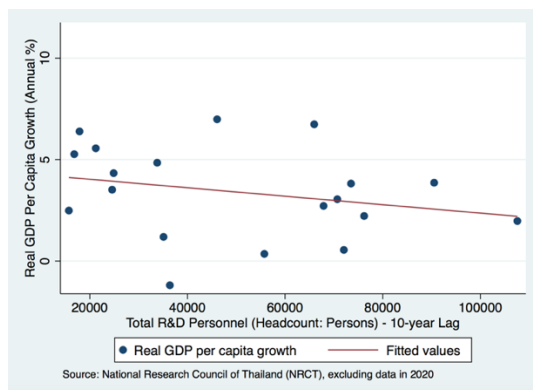
| Description                                                                                               | Count | Mean           | S.D.           | Min           | Max            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Private capital stock, in billions of constant 2011 international dollars.                                | 36    | 1013.07        | 428.59         | 346.33        | 1604.57        |
| Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+)                                    | 42    | 72.35          | 3.08           | 66.99         | 79.73          |
| Population ages 15-64 (% of total population)                                                             | 41    | 67.62          | 4.52           | 56.82         | 71.92          |
| Population, total                                                                                         | 41    | 61336132.93    | 6791657.25     | 47374463.00   | 69799978.00    |
| Labor force, total                                                                                        | 31    | 36144318.32    | 3233188.38     | 29752290.00   | 40107525.00    |
| Enrolment in tertiary education, all programmes, both sexes (number)                                      | 31    | 1720948.10     | 693631.12      | 361400.00     | 2503572.00     |
| Gross enrollment ratio                                                                                    | 29    | 45.23          | 12.40          | 23.18         | 59.90          |
| Tertiary enrollment ratio                                                                                 | 31    | 33.20          | 14.53          | 7.67          | 52.26          |
| Gross graduation ratio from first degree programmes (ISCED 6 and 7) in tertiary education, both sexes (%) | 11    | 22.77          | 6.25           | 13.80         | 31.02          |
| General government final consumption expenditure (% of GDP)                                               | 41    | 13.49          | 2.34           | 9.22          | 17.69          |
| General government final consumption expenditure (annual % growth)                                        | 41    | 4.69           | 3.25           | -0.69         | 14.93          |
| General government final consumption expenditure (current US\$)                                           | 41    | 30806323694.27 | 27332376539.17 | 3976919771.05 | 88789213164.31 |
| Investment in transport with private participation (current US\$)                                         | 13    | 647240769.23   | 1000548119.75  | 4900000.00    | 3356000000.00  |
| Government expenditure on education, total (% of GDP)                                                     | 31    | 3.72           | 0.71           | 2.50          | 5.25           |
| Domestic general government health expenditure (% of GDP)                                                 | 19    | 2.43           | 0.40           | 1.66          | 2.93           |
| External balance on goods and services (% of GDP)                                                         | 41    | 2.17           | 6.53           | -7.52         | 15.63          |
| Inward FDI, flow (% of GDP)                                                                               | 41    | 2.06           | 1.53           | -1.22         | 6.59           |
| Inward FDI, flow (current million USD)                                                                    | 41    | 4100.98        | 4196.62        | -6099.73      | 15493.03       |
| Inward FDI, stock (% of GDP)                                                                              | 41    | 24.41          | 16.95          | 2.92          | 54.40          |

| Description                                                | Count | Mean     | S.D.     | Min    | Max       |
|------------------------------------------------------------|-------|----------|----------|--------|-----------|
| Inward FDI, stock (current million USD)                    | 41    | 74011.57 | 84307.90 | 980.63 | 271827.48 |
| Communications, computer, etc. (% of service imports, BoP) | 41    | 26.87    | 9.61     | 10.66  | 40.37     |
| ICT goods imports (% total goods imports)                  | 20    | 15.91    | 3.85     | 11.30  | 23.56     |
| Trade (% of GDP)                                           | 41    | 98.36    | 31.32    | 47.38  | 140.44    |
| Mobile cellular subscriptions (per 100 people)             | 41    | 53.05    | 66.46    | 0.00   | 186.16    |
| Fixed broadband subscriptions (per 100 people)             | 19    | 6.32     | 5.21     | 0.00   | 16.62     |
| Central Government Debt (Percent of GDP)                   | 40    | 53.04    | 12.99    | 36.10  | 80.55     |
| Total Debt to GDP                                          | 36    | 38.05    | 11.84    | 12.22  | 55.31     |
| General government gross debt                              | 25    | 43.28    | 8.61     | 15.19  | 57.83     |
| General government net lending/borrowing                   | 26    | -0.77    | 2.82     | -9.02  | 3.05      |
| Inflation, consumer prices (annual %)                      | 41    | 3.59     | 3.69     | -0.90  | 19.70     |
| Gross savings (% of GDP)                                   | 41    | 29.47    | 4.06     | 20.85  | 35.94     |
| Mineral rents (% of GDP)                                   | 40    | 0.10     | 0.16     | 0.00   | 0.74      |
| Unemployment, total (% of total labor force)               | 42    | 4.34     | 8.96     | 0.47   | 37.33     |
| Corruption perception index                                | 25    | 33.48    | 2.79     | 28.00  | 38.00     |
| Civil liberties                                            | 40    | 0.55     | 0.09     | 0.34   | 0.64      |
| Civil liberties index                                      | 25    | 3.80     | 0.76     | 3.00   | 5.00      |
| Economic freedom index                                     | 26    | 65.76    | 2.68     | 62.30  | 71.30     |
| Rule of law index                                          | 22    | 0.05     | 0.25     | -0.23  | 0.58      |

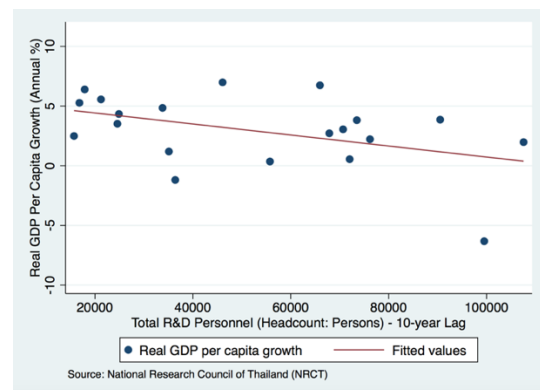
## ภาคผนวก ข

แผนภาพการกระจายระหว่างตัวแปรกลุ่มบุคลากรและนักวิจัยของภาค R&D อื่น ๆ และอัตราการเติบโตของ GDP ต่อหัวที่แท้จริง

รูปที่ ข-1 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบรายหัว โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2001 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020

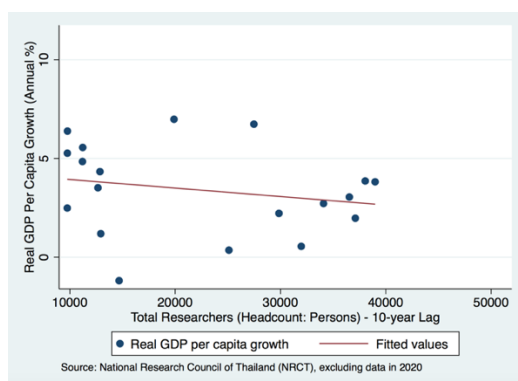


(ก)

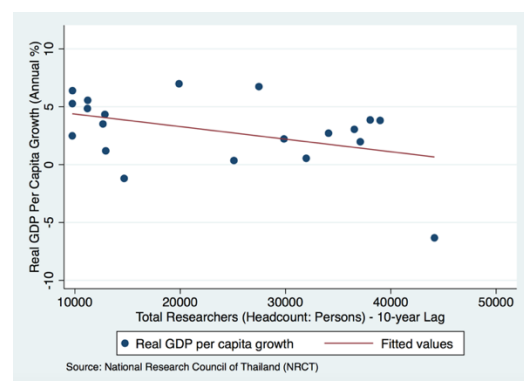


(ข)

รูปที่ ข-2 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนนักวิจัยแบบรายหัว โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2001 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020

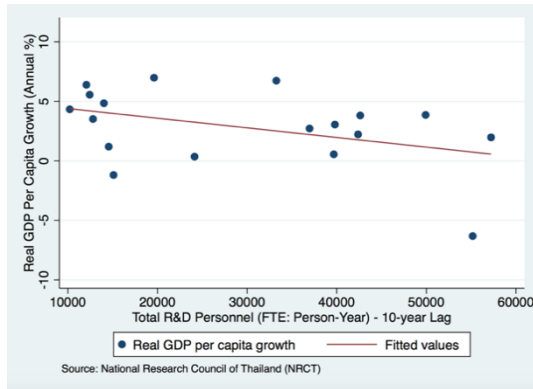


(ก)

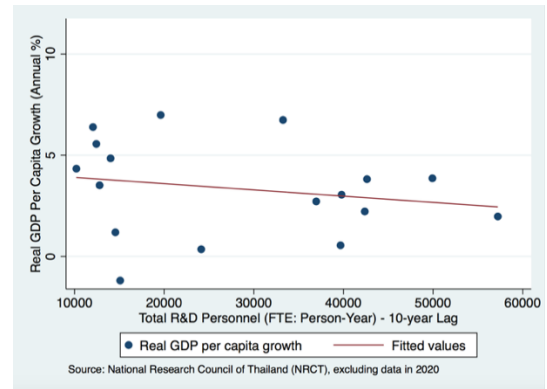


(ข)

รูปที่ ช-3 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาแบบเทียบเท่าเต็มเวลา โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2003 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020

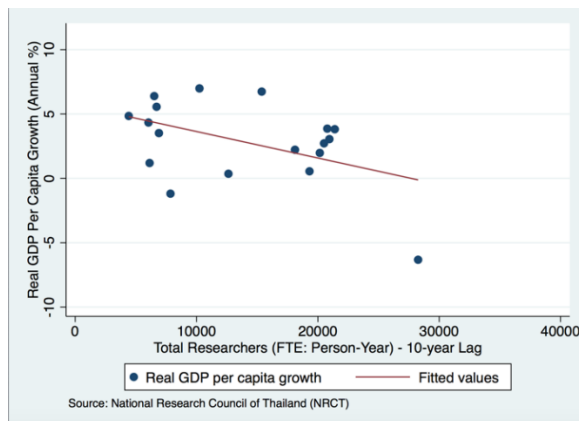


(ก)

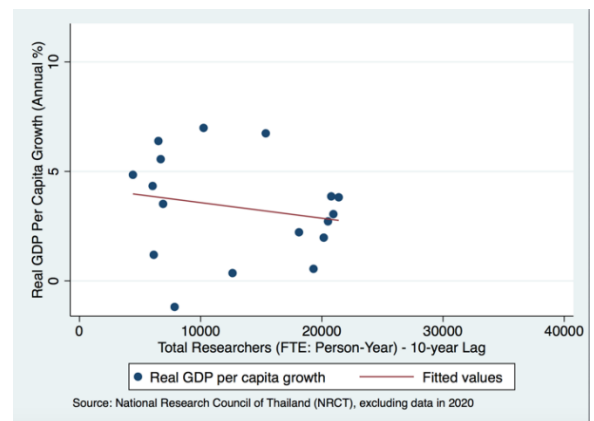


(ข)

รูปที่ ช-4 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนนักวิจัยแบบเทียบเท่าเต็มเวลา โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2003 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020

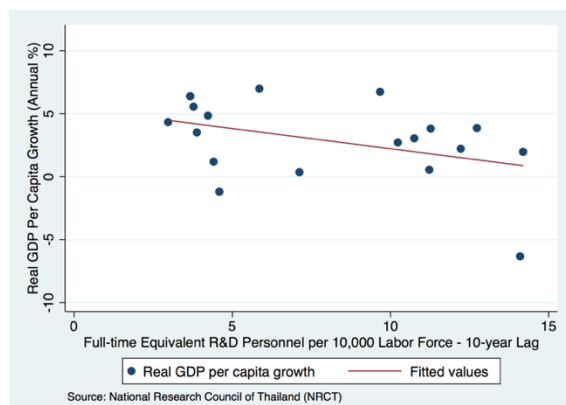


(ก)

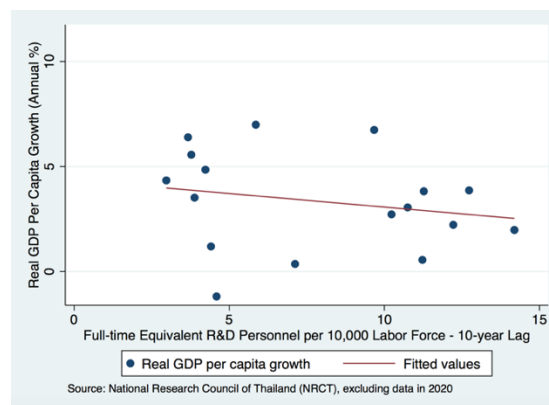


(ข)

รูปที่ ๕-5 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาเทียบเท่าเต็มเวลาต่อกำลังแรงงาน 10,000 คน โดยใช้ค่าความล่าช้า 10 ปี ระหว่างปี 2003 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 2020



(ก)

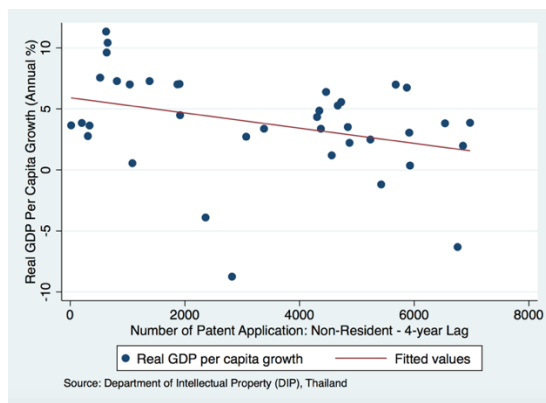


(ข)

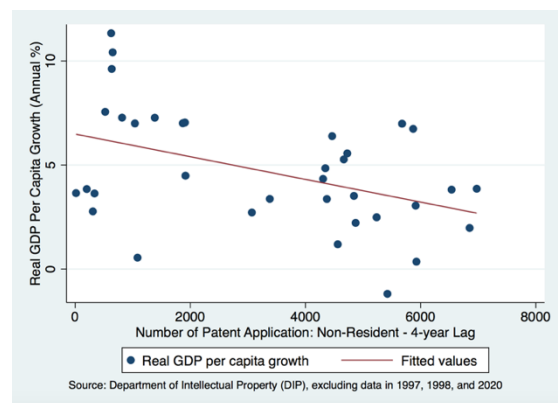
## ภาคผนวก ณ

แผนภาพการกระจายระหว่างตัวแปรกลุ่มการยื่นคำขอจดทะเบียน และการขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรอื่น ๆ  
และอัตราการเติบโตของ GDP ต่อหัวที่แท้จริง

รูปที่ ณ-1 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียน  
สิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวต่างชาติ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1983 ถึงปี 2020  
โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020

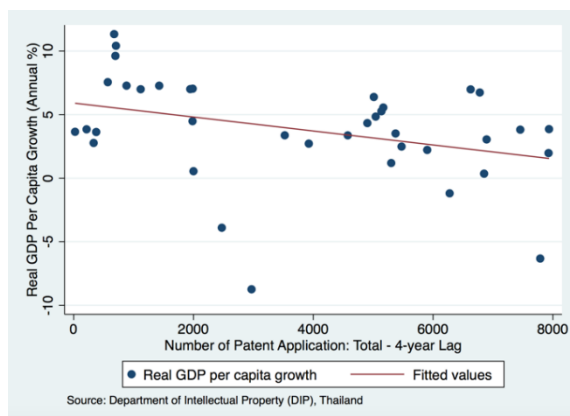


(ก)

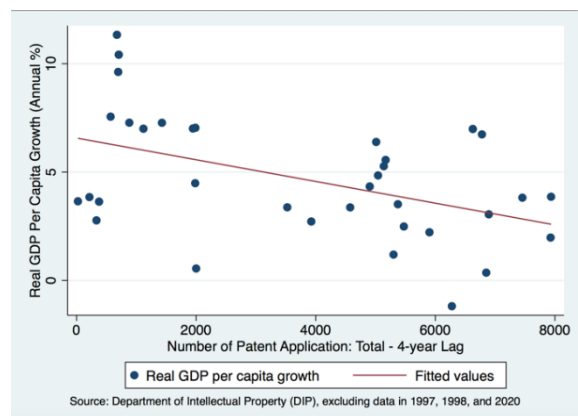


(ข)

รูปที่ ณ-2 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนการยื่นคำร้องขอจดทะเบียน  
สิทธิบัตรในประเทศไทยรวมของชาวไทยและชาวต่างชาติ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี  
1983 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020

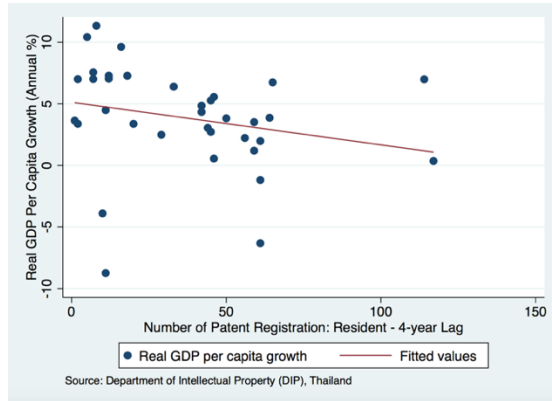


(ก)

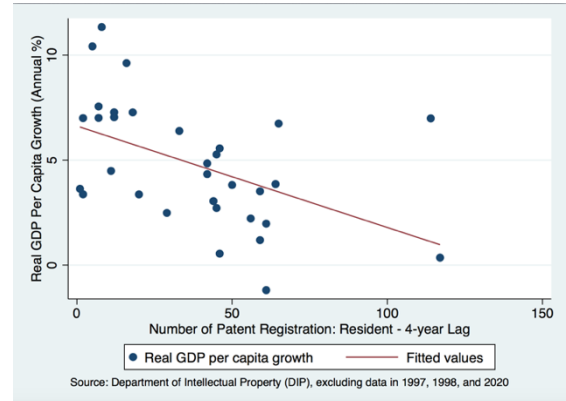


(ข)

**รูปที่ ฌ-3** แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวไทย โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1986 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020

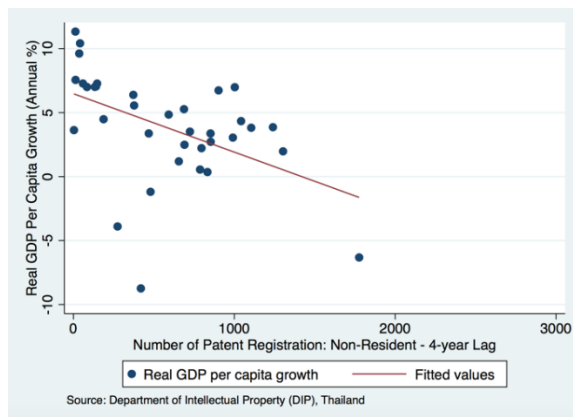


(ก)

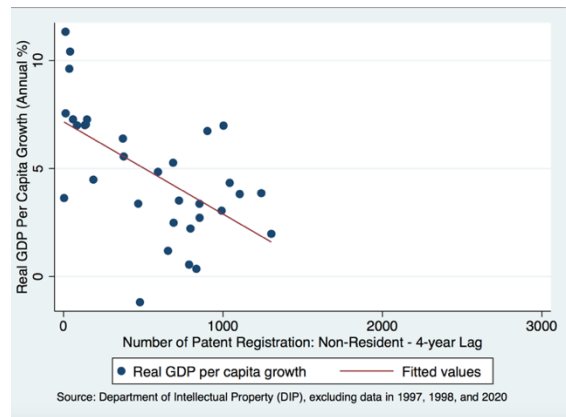


(ข)

**รูปที่ ฌ-4** แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยของชาวต่างชาติ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1986 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020

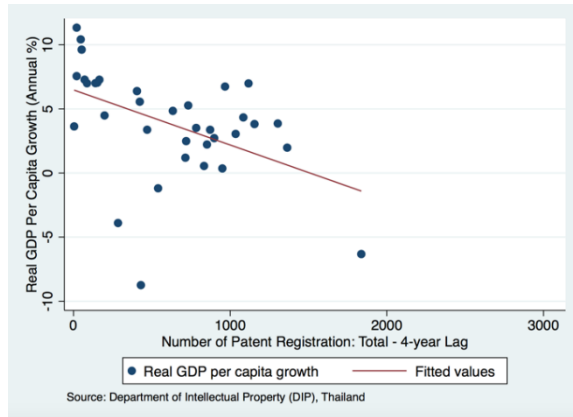


(ก)

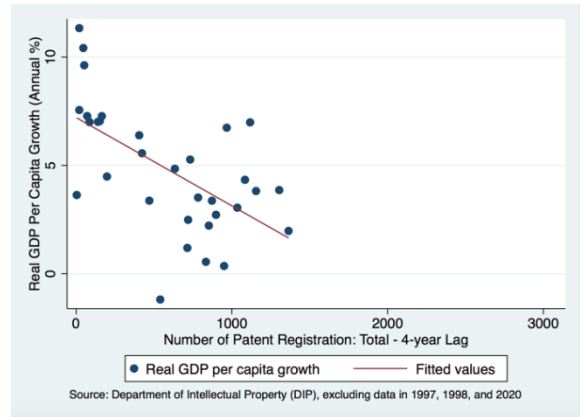


(ข)

รูปที่ ฅ-5 แผนภาพการกระจายของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และจำนวนการอนุมัติจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศไทยรวมของชาวไทยและชาวต่างชาติ โดยใช้ค่าความล่าช้า 4 ปี ระหว่างปี 1986 ถึงปี 2020 โดย (ก) รวมทุกปี (ข) ยกเว้นข้อมูลปี 1997, 1998 และ 2020



(ก)



(ข)



## ภาคผนวก ญ

สัมประสิทธิ์จาก VAR System ใน VECM ที่ใช้ข้อมูลในช่วง 1984-2017

| (a) VAR System + Total<br>Patent<br>Model | DL_GDP                     | DL_TFP                     | DL_Patent                 | DL_FDI_stock                |
|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Long Run Adjustment                       |                            |                            |                           |                             |
| CE1                                       | -0.0503222<br>[0.0506781]  | -0.0091013<br>[0.0488992]  | 0.3829518<br>[0.469201]   | 0.6241787***<br>[0.2305961] |
| CE2                                       | -0.1085765<br>[0.193976]   | -0.218232<br>[0.1871668]   | 3.375476*<br>[1.795917]   | -1.665986*<br>[0.8826313]   |
| Short Run Adjustment                      |                            |                            |                           |                             |
| DL_GDP (-1)                               | 0.7193278**<br>[0.3260838] | 0.501952<br>[0.3146372]    | -1.520313<br>[3.019031]   | 1.81078<br>[1.483749]       |
| DL_TFP (-1)                               | -0.2498983<br>[0.336138]   | -0.2495342<br>[0.3243385]  | 1.869708<br>[3.112117]    | -3.257739**<br>[1.529498]   |
| DL_Patent (-1)                            | -0.0025846<br>[0.0185979]  | 0.0046942<br>[0.017945]    | -0.1023749<br>[0.1721876] | -0.1376187<br>[0.0846243]   |
| DL_FDI_stock (-1)                         | 0.0929883**<br>[0.0380988] | 0.0849611**<br>[0.0367614] | -0.4011983<br>[0.3527362] | -0.3918161**<br>[0.1733577] |
| Constant                                  | -0.0092327<br>[0.0164947]  | 0.0135076<br>[0.0159157]   | 0.0012141<br>[0.1527158]  | 0.0012923<br>[0.0750545]    |
| R-sq.                                     | 0.8208                     | 0.4994                     | 0.4398                    | 0.6404                      |
| RMSE                                      | 0.030702                   | 0.029624                   | 0.284253                  | 0.1397                      |

| (b) VAR System + Patent<br>(Resident) Model | DL_GDP                      | DL_TFP                     | DL_Patent<br>_Resident      | DL_FDI_stock               |
|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Long Run Adjustment                         |                             |                            |                             |                            |
| CE1                                         | -0.0499463*<br>[0.0267702]  | 0.0053128<br>[0.0263903]   | 0.7178974<br>[0.7476958]    | -0.2600385*<br>[0.1472855] |
| CE2                                         | 1.22051<br>[0.7600247]      | -0.4483685<br>[0.7492386]  | -17.43453<br>[21.22759]     | 7.421897*<br>[4.181535]    |
| Short Run Adjustment                        |                             |                            |                             |                            |
| DL_GDP (-1)                                 | 0.8740333***<br>[0.2567639] | 0.5900011**<br>[0.2531199] | -1.975156<br>[7.171449]     | 0.8137842<br>[1.412674]    |
| DL_TFP (-1)                                 | -0.3815371<br>[0.2917866]   | -0.3625844<br>[0.2876456]  | 1.387739<br>[8.149638]      | -3.334279**<br>[1.605363]  |
| DL_Patent_resident (-1)                     | -0.0090211<br>[0.0064422]   | 0.0001194<br>[0.0063507]   | 0.4764663***<br>[0.1799307] | -0.0515162<br>[0.0354438]  |
| DL_FDI_stock (-1)                           | 0.0941728***<br>[0.0318723] | 0.0911699***<br>[0.03142]  | 0.2757518<br>[0.8901972]    | -0.2950598*<br>[0.1753562] |
| Constant                                    | 0.0111327<br>[0.0209196]    | 0.0494771**<br>[0.0206228] | 0.0055522<br>[0.5842885]    | 0.0142008<br>[0.1150966]   |
| R-sq.                                       | 0.8607                      | 0.5938                     | 0.3113                      | 0.5913                     |
| RMSE                                        | 0.02707                     | 0.026686                   | 0.756064                    | 0.148934                   |

## ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

| วัตถุประสงค์                                                                                                                                                                                                 | กิจกรรม (ตามแผน)                                                                                                             | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                                                                                                                                                                    | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | หมายเหตุ*                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เพื่อศึกษา<br>วรรณกรรมปริทัศน์<br>ที่มีความเกี่ยวข้องกับ<br>งานวิจัยทั้งเชิง<br>ทฤษฎีและเชิง<br>ประจักษ์ที่วิเคราะห์<br>ความสัมพันธ์<br>ระหว่างการวิจัย<br>และพัฒนา (R&D)<br>และการขยายตัว<br>ทางเศรษฐกิจ | 1.1 ทบทวนวรรณกรรมที่<br>เกี่ยวข้องกับการลงทุนด้าน<br>การวิจัยและพัฒนา (R&D)<br>และอัตราการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจทางด้านทฤษฎี | 1. ได้ชุดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง<br>กับความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัย<br>และพัฒนา (R&D) และการ<br>ขยายตัวทางเศรษฐกิจทั้งเชิง<br>ทฤษฎีและเชิงประจักษ์ ซึ่งจะ<br>ช่วยให้เกิดความเข้าใจในบทบาท<br>ของการลงทุนในการวิจัยและ<br>พัฒนาชัดเจนมากยิ่งขึ้น | 1.1 ได้มีการทำวรรณกรรมปริทัศน์ด้านการลงทุนด้าน<br>การวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจทางด้านทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจจากภายใน (endogenous growth theory),<br>ทฤษฎีการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากภายในที่มีพื้นฐาน<br>จาก R&D รุ่นที่สอง (Second generation of R&D-<br>based theories), ทฤษฎี Semi-endogenous และ<br>ทฤษฎี fully endogenous “Schumpeterian” |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                              | 1.2 ทบทวนวรรณกรรมที่<br>เกี่ยวข้องกับการลงทุนด้าน<br>การวิจัยและพัฒนา (R&D)<br>และอัตราการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจเชิงประจักษ์ |                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.2 ได้มีการทำวรรณกรรมปริทัศน์ด้านการลงทุนด้าน<br>การวิจัยและพัฒนา (R&D) และอัตราการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจเชิงประจักษ์ของกลุ่ม<br><br>ประเทศพัฒนาแล้ว ทั้งในทวีปยุโรป เอเชีย และอเมริกา<br>เหนือ เนื่องจากกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วมีการเก็บ<br>รวบรวมข้อมูลที่มีความหลากหลายเป็นระยะ<br><br>เวลานาน                                                                                             | งานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ<br>กำลังพัฒนา มีปริมาณน้อยกว่า<br>งานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ<br>พัฒนาแล้วมาก นอกจากนี้ ยังเป็น<br>งานวิจัยที่รายงานเป็นภาษาอื่น ๆ<br>เช่น จีน อารบิก ฯลฯ ทำให้การ<br>สืบค้นในส่วนนี้ใช้เวลานานมาก และ<br>มีขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่าการทำ<br>วรรณกรรมปริทัศน์โดยทั่วไป |

| วัตถุประสงค์                                                                                                                                                                                                                                                                               | กิจกรรม (ตามแผน)                                                                                              | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                                 | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | หมายเหตุ*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำ meta regression analysis (MRA) และ สร้าง criteria เพื่อการทำ (MRA) | 2. ได้ชุดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำ meta regression analysis (MRA) และ ได้ criteria เพื่อการทำ MRA | 1.3 ได้มีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำ meta regression analysis (MRA) และ สร้าง criteria เพื่อการทำ (MRA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | งานวิจัยที่ใช้ MRA ส่วนใหญ่จะอยู่ในแขนงการแพทย์และวิทยาศาสตร์ ทำให้ MRA ยังค่อนข้างจะเป็นศาสตร์ใหม่ในสายสังคมศาสตร์ และ ยังมีความไม่นิ่งอยู่มาก                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2. เพื่อวิเคราะห์ห่อภิ<br>มาน (meta<br>regression<br>analysis)<br>วรรณกรรมปริทัศน์<br>ที่มีความเกี่ยวข้อง<br>กับการศึกษาเชิง<br>ประจักษ์ใน<br>ความสัมพันธ์<br>ระหว่างการวิจัย<br>และพัฒนา (R&D)<br>และการขยายตัว<br>ทางเศรษฐกิจของ<br>กลุ่มประเทศนอก<br>โลกตะวันตก (non-<br>western world) | 2.1 สืบค้น ประเมิน และคัดเลือก<br>งานวิจัยที่จะนำมาใช้เป็น<br>ฐานข้อมูลในการทำ meta<br>regression analysis    | 3. ได้ฐานข้อมูลงานวิจัยที่จะ<br>นำมาใช้เป็น inputs ในการทำ<br>MRA                                            | 2.1 ได้จำนวนงานศึกษาปฐมภูมิทั้งสิ้น 79 บทความ ใน<br>จำนวนนี้เป็นงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ใน<br>วารสารวิชาการ 62 บทความ ที่เหลือเป็น Working<br>paper หรือวิทยานิพนธ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Paper ที่ค้นหาและคัดเลือกมา<br>บางส่วน<br>ไม่ตรงตาม criteria ทำให้จำนวน<br>paper ที่นำมาใช้จริงมีลดลงจากที่<br>คัดเลือกมาในขั้นแรก                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.2 วิเคราะห์ราย paper และ<br>สร้าง data set ตาม<br>criteria ที่กำหนดในข้อ 1.3                                | 4. ได้ data set ตาม criteria ที่<br>กำหนดในข้อ 2                                                             | 2.2 ได้มีการทำ Coding protocol โดยศึกษาบทความ<br>วิจัยแต่ละบทความโดยละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะ<br>จำเพาะของแต่ละบทความ ประกอบด้วย ลักษณะของ<br>การตีพิมพ์ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ ลักษณะเฉพาะของ<br>กลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่า ประเภตัวแปรตาม<br>และตัวแปร R&D ที่สนใจ ขนาดของผลกระทบ (Effect<br>size) ความแม่นยำ (Precision) ตัวแปรควบคุม และ<br>คุณภาพของงานวิจัย จาก 79 บทความดังกล่าว ได้ค่า<br>ผลกระทบของการลงทุนด้าน R&D ต่อการขยายตัวทาง<br>เศรษฐกิจจำนวน 680 estimates และจำแนกตัวแปร<br>R&D ออกเป็น 2 ด้าน คือ R&D input ประกอบด้วย | Paper จำนวนหนึ่งไม่มีข้อมูลของ<br>ลักษณะจำเพาะที่จำเป็นต้องใช้ในการ<br>การทำ coding เพื่อไม่ให้ต้องเสีย<br>paper นั้นไปจากกลุ่มตัวอย่าง<br>ผู้วิจัยได้พยายามติดต่อไปยังผู้เขียน<br>บทความนั้น ๆ อย่างไรก็ดี การตอบ<br>กลับค่อนข้างน้อย หรือไม่มีการตอบ<br>กลับเลยภายในช่วงระยะเวลาที่ตั้งไว้<br>(เนื่องจากระยะเวลาในการทำวิจัย<br>ส่วน MRA มีเพียง 3 เดือน ทำให้<br>ผู้วิจัยไม่สามารถรอการตอบกลับได้ |

| วัตถุประสงค์                                                              | กิจกรรม (ตามแผน)                                                                                                                                                                             | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | หมายเหตุ*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ค่าใช้จ่ายในภาค R&D บุคลากรวิจัยในภาค R&D ตัวแปร R&D input อื่นๆ และตัวแปร R&D ด้าน output ประกอบด้วย นวัตกรรม การตีพิมพ์งานวิจัย และตัวแปร R&D output อื่นๆ เช่น การส่งออกสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เป็นต้น ทั้งนี้ตัวแปรด้าน R&D input อื่นๆ และด้านการตีพิมพ์งานวิจัยมีจำนวนน้อยเกินไป จึงไม่ถูกใช้ในการวิเคราะห์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | จึงต้องตัดบางบทความออกไปจากกลุ่มตัวอย่าง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                           | 2.3 วิเคราะห์ห่อถัก (meta regression analysis) พร้อมเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของผลกระทบของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว | 5. ได้ผลการวิเคราะห์ห่อถักที่ทันสมัยของวรรณกรรมปริทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาเชิงประจักษ์ในความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยและพัฒนาและการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศนอกโลกตะวันตก (non-western world) ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศเกิดใหม่ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน<br><br>6. ได้ข้อสรุปความเหมือนและความต่างของผลกระทบของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของกลุ่ม | 2.3 ได้ผลวิเคราะห์ที่ได้จากการใช้ Funnel plot คือ อาจเกิด Publication bias เพื่อให้ได้ผลการศึกษที่ชัดเจน ได้มีการวิเคราะห์ห่อถักด้วยสมการถดถอยหลายตัวแปร (Multiple meta-regression analysis) กล่าวคือ มีการควบคุมลักษณะจำเพาะของการศึกษาตาม Coding protocol ซึ่งเมื่อจำแนกตัวแปร R&D รายประเภท พบว่าทิศทางของผลกระทบของการวิจัยและพัฒนาต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศแตกต่างกันไปตามนิยามของ R&D โดยหากงานวิจัยนั้นเลือกใช้ตัวแปรเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายด้าน R&D และ R&D output อื่นๆ จะได้ว่าผลกระทบเฉลี่ยเป็นบวกต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจและมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การเลือกใช้ตัวแปรบุคลากรวิจัยในภาค R&D และ นวัตกรรมมีผลกระทบเฉลี่ยเป็นลบ (แต่ไม่มีนัยสำคัญ | การทำ Meta-regression analysis ให้คำตอบเบื้องต้นว่าการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาที่มีผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศกำลังพัฒนาจริง หลังจากมีการจัดปัญหาความเอนเอียงในการตีพิมพ์ (Publication bias) แล้ว แม้ว่าทิศทางของผลกระทบจะแตกต่างกันตามนิยามของ R&D และแม้ขนาดผลกระทบโดยรวมจะมีเล็กกว่าขนาดที่ได้ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว และอาจจะถือว่ามีนัยทางเศรษฐกิจ (economic significance) น้อย แต่มักไม่ได้รับผลกระทบจากความเอนเอียงในการ |

| วัตถุประสงค์                                                                                            | กิจกรรม (ตามแผน)                                                       | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                           | หมายเหตุ*                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         |                                                                        | ประเทศกำลังพัฒนาและกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ทางสถิติ) นอกจากนี้ยังพบความเอนเอียงในการตีพิมพ์เป็นลบ แม้ว่าส่วนใหญ่จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ                                                                                                                                             | ตีพิมพ์เท่างานศึกษาของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ที่มักพบความเอนเอียงในการตีพิมพ์เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญ                                                     |
| 3. เพื่อสร้างฐานข้อมูลระดับมหภาคที่มีความเกี่ยวข้องกับการลงทุนใน R&D ของประเทศไทย และกลุ่มประเทศที่สนใจ | 3.1 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลตัวแปร Inputs และ Outputs ของ R&D ในประเทศไทย | 7. ได้ฐานข้อมูลของตัวแปรเกี่ยวกับการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาทั้งภาครัฐและภาคเอกชนในระดับมหภาค รวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ อาทิ ด้านเศรษฐกิจ สังคม ที่พร้อมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่ออัตราการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ และประเด็นอื่นๆเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ระดับมหภาคได้ | 3.1 ได้มีการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลตัวแปร Inputs และ Outputs ของ R&D ในประเทศไทยจากแหล่งข้อมูล ได้แก่ National Research Council of Thailand (NRCT), Department of Intellectual Property (DIP) และ Thai Journal Citation Index Centre (TCI) | - จำนวนปีจัดเก็บข้อมูลของแต่ละหน่วยงานมีระยะเวลาแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทำให้ช่วงระยะเวลาที่สามารถใช้ได้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติสั้นลงอย่างมีนัยสำคัญ |
|                                                                                                         | 3.2 รวบรวมข้อมูลตัวแปรที่เป็น Control variables                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3.2 ได้มีการรวบรวมข้อมูลตัวแปรที่เป็น Control variables จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น World Bank, National Statistical Office (NSO), IMF และอื่นๆ                                                                                            | - การเก็บข้อมูลในบางตัวแปรค่อนข้างยาก เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลได้จากช่องทางสาธารณะและการติดต่อโดยตรงกับหน่วยงานนั้น ๆ ค่อนข้างใช้เวลานาน            |
|                                                                                                         | 3.3 สร้าง Database ของ R&D ระดับมหภาค                                  | 8. ได้ Database ของ R&D ระดับมหภาค และได้ข้อเสนอแนะต่อการเก็บข้อมูล                                                                                                                                                                                                                                                               | 3.3 ได้มีการสร้าง Database ของ R&D ระดับมหภาค                                                                                                                                                                                            | - ข้อมูลบางตัวมีลักษณะการเก็บแบบปีเว้นปี ทำให้เกิด missing จำเป็นต้องทำการคำนวณข้อมูลที่หายไปเพิ่มเติมเอง แม้จะพยายาม                                 |

| วัตถุประสงค์                                                                                                                                                                                      | กิจกรรม (ตามแผน)                                                             | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                   | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                      | หมายเหตุ*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                              | เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาในอนาคต                                               |                                                                                                                                     | ทำตามหลักการทางสถิติที่สุด แต่การใช้ข้อมูลที่แท้จริงจะเป็นการดีกว่ามาก                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4. เพื่อหาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ                                                                                                                                | 4.1 ประมาณการฟังก์ชันการผลิตที่ใช้ในงานวิจัย                                 | 9. ได้ฟังก์ชันการผลิตที่ใช้ในงานวิจัย                                          | 4.1 ได้มีการประมาณการฟังก์ชันการผลิตของ R&D Outputs                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                   | 4.2 หาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ               | 10. ได้ข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ          | 4.2 ได้มีการหาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐทั้งด้านเม็ดเงินและบุคลากร                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านนวน. ของประเทศไทย เพื่อประมาณการอัตราการขยายตัวของผลผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่น่าจะเป็นผลมาจากการ | 5.1 ออกแบบแบบจำลอง ทำนายการเติบโตทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านนวน. ของประเทศไทย | 11. ได้แบบจำลองทำนายอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านนวน. ของประเทศไทย | 5.1 ได้มีการออกแบบแบบจำลอง ทำนายการเติบโตทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านนวน. ของประเทศไทย โดยใช้ตัวแปรที่คัดเลือกจากข้อ 3.1 และ 3.2 ด้วย | จากการทำ meta-regression analysis ในส่วนที่ 1 ทำให้งานวิจัยนี้ได้วรรณกรรมปริทัศน์ที่เป็นระบบและเข้มข้นมาก ส่งผลให้เกิดการรวบรวมรายการข้อมูลตัวแปร Inputs และ Outputs ของ R&D และ Control variables ต่าง ๆ อย่างครบถ้วนในทุกมิติที่เป็นไปได้ ในการทำการวิเคราะห์ระดับมหภาค ซึ่งงานวิจัยอื่นๆในอนาคตสามารถนำรายการข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดได้ทันที |

| วัตถุประสงค์                                                                   | กิจกรรม (ตามแผน)          | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                                            | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | หมายเหตุ*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลงทุนใน R&D ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนของประเทศไทยและกลุ่มประเทศที่สนใจในระดับมหภาค | 5.2 วิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ | 12. ได้ผลวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างการลงทุนด้านวน. และการขยายตัวของผลผลิตภาพการผลิตและอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ | 5.2 ได้มีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติผ่านวิธีต่าง ๆ โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Panel ของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและประเทศเกิดใหม่ในส่วนที่สอง ด้วยวิธี Fixed Effect model, Random Effect model, และ GMM (ใช้ Pooled OLS เพื่อเป็น benchmark) และการวิเคราะห์แบบ time series ด้วยแบบจำลอง Vector Error Correction Model (VECM) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่าง 4 ตัวแปรมหภาค ได้แก่ อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจ (GDP growth) ของประเทศไทยในส่วนที่สาม         | ด้วยเหตุที่งานวิจัยส่วน panel เลือกวิเคราะห์เฉพาะกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งมีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนจำนวนมาก ทำให้จำนวน observation ในท้ายสุดที่ลดทอนไปมาก และยิ่งกว่านั้นเมื่อทำการวิเคราะห์ time series ของประเทศไทย ยิ่งประสบปัญหาความไม่เพียงพอของข้อมูล แต่ผู้วิจัยได้พยายามวิเคราะห์และแปลผลให้ได้จากข้อมูลเท่าที่มีให้ถูกต้องตามหลักการที่สุด |
|                                                                                | 5.3 เขียนสรุปงานวิจัย     | 13. ได้รายงานงานวิจัย เรื่องผลกระทบของการลงทุนใน R&D ที่มีต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย                          | 5.3 ได้มีการเขียนผลงานวิจัยทั้งหมดรวม 11 บท โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การทำ meta regression analysis เพื่อยืนยันความสัมพันธ์ระหว่าง R&D กับการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของประเทศกำลังพัฒนาว่าความสัมพันธ์ทางบวกดังกล่าวอยู่จริงและไม่บิดเบือน<br><br>ส่วนที่ 2 การทำวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูล panel ของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา 23 ประเทศ และส่วนที่ 3 การทำวิเคราะห์เชิงประจักษ์โดยใช้ข้อมูล time series ของประเทศไทย | เนื้อหาของงานวิจัยมากกว่าที่คาดไว้ ก่อนเริ่มโครงการ กล่าวคือ การทำ meta regression analysis ใช้ทรัพยากรเวลาและแรงงานมากกว่าที่คาดไว้อย่างมาก กล่าวคือ การทำวิเคราะห์ในส่วนดังกล่าวสามารถแยกเป็นโครงการวิจัยเดี่ยวที่ใช้ระยะเวลาการศึกษา 1 ปีเต็มได้ ดังนั้นเล่มรายงานวิจัยฉบับนี้จึงค่อนข้างใหญ่มาก เพราะเสมือน                                  |



| วัตถุประสงค์ | กิจกรรม (ตามแผน)                                                                | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                               | ผลการดำเนินงาน                                                                           | หมายเหตุ*                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                 |                                                                                                            |                                                                                          | บรรจุ 2 รายงานวิจัยไว้ในรายงานวิจัยฉบับเดียว นั่นคือ การทำ meta regression analysis และการทำ empirical analysis ทั้งรูปแบบ panel และ time series                                                                                       |
|              | 5.4 จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย การประชุมสัมมนาทางวิชาการ                         | 14. ได้แนวทางในการจัดสรรทรัพยากรของภาครัฐไปสู่การลงทุนใน R&D ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย                     | 5.4 ได้มีการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย แบ่งเป็นด้าน GERD, ด้าน Patent, และ ด้าน Scientist | เนื่องด้วยความกระชั้นของระยะเวลาวิจัย ทำให้ผู้วิจัยไม่มีโอกาสได้ระดมสมองกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับภาค R&D ของประเทศเมื่อได้ผลวิเคราะห์แล้ว อย่างไรก็ตามได้มีการบันทึกข้อคิดเห็นจากที่เคยมีการประชุมเมื่อเริ่มโครงการจำนวน 2 ครั้งในปี 2021 |
|              | 5.5 การจัดพิมพ์ผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เพื่อเผยแพร่ต่อวงการวิชาการและประชาชนทั่วไป | 15. ผู้ใช้ประโยชน์จากการวิจัยในวงการวิชาการ หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ตลอดจนสื่อมวลชนรับทราบผลสรุปการศึกษา | 5.5 ได้มีการจัดพิมพ์ผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เพื่อเผยแพร่ต่อวงการวิชาการและประชาชนทั่วไป     | จะได้จัดทำและเผยแพร่ต่อไป                                                                                                                                                                                                              |
|              | 5.6 การจัดพิมพ์ผลการวิจัยเพื่อนำเสนอแนวคิดและยุทธศาสตร์ต่อที่ประชุมระดับนโยบาย  | 16. รูปเล่มผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์เพื่อเผยแพร่ต่อวงการวิชาการและประชาชนทั่วไป                                | 5.6 ได้มีการจัดพิมพ์ผลการวิจัยเพื่อนำเสนอแนวคิดและยุทธศาสตร์ต่อที่ประชุมระดับนโยบาย      | จะได้จัดทำและเผยแพร่ต่อไป                                                                                                                                                                                                              |

| วัตถุประสงค์ | กิจกรรม (ตามแผน) | ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)                                                                   | ผลการดำเนินงาน | หมายเหตุ* |
|--------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
|              |                  | 17. รูปเล่มผลการวิจัยฉบับย่อ<br>เพื่อ นำเสนอแนวคิดและ<br>ยุทธศาสตร์ต่อที่ประชุมระดับ<br>นโยบาย |                |           |