

รายงานฉบับสมบูรณ์



สัญญาเลขที่ ORG67OC005

โครงการ “การจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)
ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมทั้งหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ”

สารบัญ

	<u>หน้าที่</u>
บทที่ 1	บทสรุปผู้บริหาร 3
บทที่ 2	บทนำ 4
บทที่ 3	รายงานผลการดำเนินงานการจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบ ววน. ด้านเทคโนโลยี ดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมทั้งหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ 10
บทที่ 4	สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 47
	ภาคผนวก A A1
	ภาคผนวก B B1

ส่วนที่ 1 รายละเอียด

1. บทสรุปผู้บริหาร

เศรษฐกิจดิจิทัลมีมูลค่าของการเติบโตอย่างต่อเนื่องทั่วโลก โดยมีประเด็นของงานวิจัยและนวัตกรรมที่ประกอบด้วย ดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญ ประเทศไทยมีศักยภาพและโอกาสที่จะสามารถออกแบบและสร้างนวัตกรรมดิจิทัลฯ รวมไปถึงการเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมดิจิทัล ด้วยศักยภาพของการ adaptation เทคโนโลยีดิจิทัลของคนไทย จะสามารถถูกใช้เป็นกลไกสำคัญในการทดสอบและสร้างปริมาณของการทำงานในระบบแพลตฟอร์มดิจิทัลต่างได้เป็นอย่างดี การวางระบบและกลไกของ ววน. อย่างเหมาะสมเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง จะเร่งรัดและกระตุ้นให้เกิดผลสัมฤทธิ์จากการใช้งานวิจัยและนวัตกรรม

ประเด็นโจทย์วิจัยด้านเทคโนโลยีที่มีความโดดเด่นในปัจจุบันไปจนถึง ค.ศ. 2030 และสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ในวงกว้างกับประเทศไทยประกอบด้วย 3 เรื่องใหญ่ ได้แก่ 1) การใช้ AI, Robotic and Automation ในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมอาหาร อิเล็กทรอนิกส์และเกษตรมูลค่าสูง 2) เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุน national digital platform ที่ทำให้ประชาชนไทยสามารถเข้าถึงบริการด้านสุขภาพการแพทย์อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม 3) การผลักดันให้เกิด AI as a services การใช้ประโยชน์จาก Generative AI ในด้านการเงินการธนาคาร บริการภาครัฐ และธุรกิจบริการ นอกจากประเด็นของชุดโจทย์วิจัยจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งเสริมให้มีการขับเคลื่อนทั้งระบบนิเวศที่เกี่ยวข้อง ในด้านการพัฒนากำลังคน การสร้างโอกาสให้กับผู้สูงอายุมาพัฒนาเทคโนโลยี รวมถึงกลุ่มผู้พิการที่จะมีศักยภาพพิเศษในการพัฒนาโปรแกรมมากกว่าคนทั่วไป และสุดท้ายด้านการสร้างโอกาสความร่วมมือกับเอกชนชั้นนำในต่างประเทศ รวมถึงการสร้างกลไกเพื่อให้ Tech startup สัญชาติไทยได้รับเงินลงทุนจากนักลงทุนต่างประเทศ

ในปัจจุบันกระทรวง อว. ให้ความสำคัญกับประเด็นของการพัฒนากำลังคนทักษะสูงในกลุ่มอุตสาหกรรม Semiconductor & advanced electronics ที่ถูกมองว่าเป็นโอกาสและความท้าทายของประเทศ ดังนั้นทิศทางแนวโน้มและประเด็นของการวิจัยพัฒนาทั้งในไทยและต่างประเทศจะถูกสรุปไว้ในรายงานฉบับนี้

2. เนื้อหาผลของการดำเนินงานวิจัย

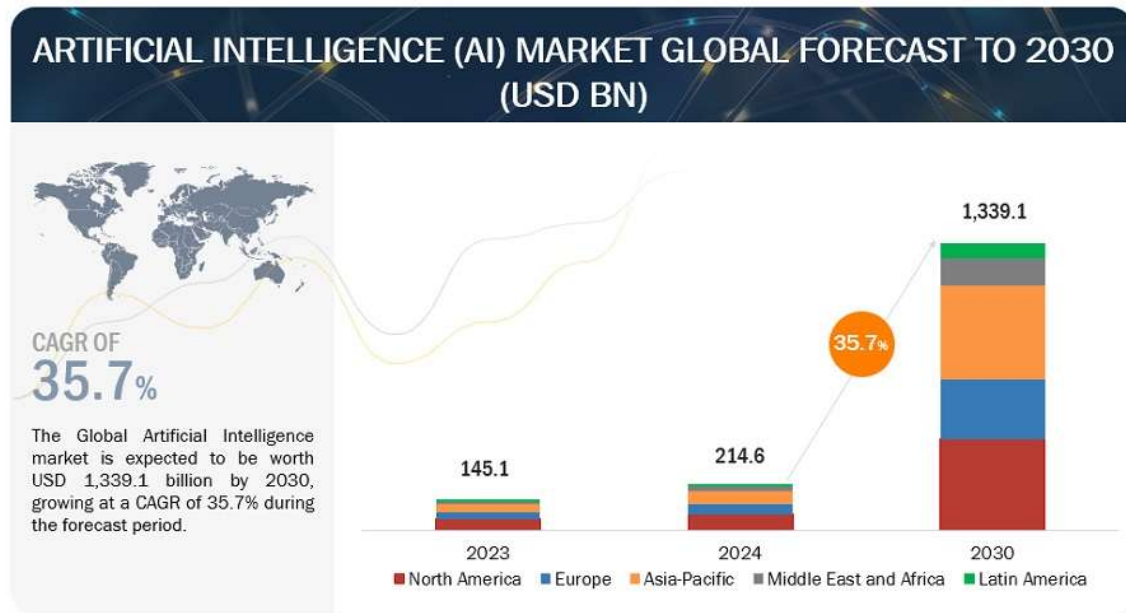
บทที่ 2 บทนำ

หลังจากที่ประเทศไทยก้าวข้ามสถานะการณ์วิกฤตจากการแพร่ระบาดของโควิด-19 และสามารถผ่านช่วงแรกของการพยายามพลิกฟื้นสถานะทางเศรษฐกิจ ด้วยการกระตุ้นอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ช่วงของการปรับตัวใหม่ในแบบ new normal มาจนถึง ณ ปัจจุบันที่เข้าสู่การดำเนินชีวิตแบบปกติใหม่ ทั้งนี้ แผนการฟื้นฟูเศรษฐกิจทั้งแบบระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ปัจจัยจากโควิดและสภาวะความท้าทายจากสงครามระหว่างประเทศรัสเซียและยูเครน ส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนของราคาเชื้อเพลิง ต้นทุนทางด้านพลังงานสูงขึ้น การขาดแคลนวัตถุดิบของภาคอุตสาหกรรม และรวมถึงอาหารในบางภูมิภาคของโลก และประเด็น Geo-politic ระหว่างสองประเทศใหญ่อย่างสหรัฐอเมริกาประเทศจีนที่ส่งผลกระทบโดยตรงอย่างรุนแรงกับอุตสาหกรรม semiconductor และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงในอนาคต สิ่งเหล่านี้ทำให้แนวทางของการขับเคลื่อนประเทศให้ก้าวข้ามไปสู่กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วต้องมีการปรับเปลี่ยน และอาจจะเกิดการชะลอตัว เนื่องจากสภาพทางเศรษฐกิจชะลอตัว และถดถอย

ประเทศไทยใช้แนวทางของการกระตุ้นเศรษฐกิจในระยะสั้นด้วยการเร่งนโยบายการเปิดประเทศ และทุ่มลงไปกับการดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาในประเทศจำนวนมาก ทำให้เกิดเม็ดเงินหมุนเวียนและมีบางพื้นที่ที่สามารถฟื้นตัวได้ ในขณะที่ในหลายพื้นที่ยังคงไม่ดีขึ้น ในขณะที่เงินงบประมาณมีความล่าช้า แน่แน่นอนว่าทำให้แผนการสำหรับการลงทุนหรือการพัฒนาประเทศในแนวทางของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะทำให้คนในประเทศมีศักยภาพสูงขึ้น และก่อให้เกิดรายได้ตัวหัวประชากรที่สูงขึ้นนั้นอาจจะต้องชะลอตัวลงอีกครั้ง หลังจากที่ต้องชะลอตัวในช่วงการแพร่ระบาดของโควิด ดังนั้นปัจจัยในสถานะการณ์ปัจจุบันเช่นนี้ทำให้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกกลยุทธ์ หรือแนวทางของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรมนั้นจะต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกัน ในความเปลี่ยนแปลง ในข้อจำกัดทางด้านเศรษฐกิจยุคนี้ยังมีอุตสาหกรรมดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์กลับมีทิศทางของการเติบโตแบบก้าวกระโดด ซึ่งการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาทางด้านนี้ก็จะไม่สูงเท่าอุตสาหกรรมอื่น

สิ่งที่สำคัญและจำเป็นหลังจากนี้คือวางแผน กำหนดแนวทางการขับเคลื่อน และสร้างความชัดเจนของหัวเรื่องของงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางด้านดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมทั้งหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ซึ่งถือเป็น cross cutting technologies ที่ช่วย enabler ให้ศาสตร์ทางด้านอื่นสามารถ breakthrough ข้อจำกัดในอดีต นำไปสู่การค้นพบ สร้างผลของนวัตกรรมที่เหมาะสมในสายงานนั้น สามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจใหม่ (New economy) และทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนไทยดีขึ้นในท้ายที่สุด จากข้อมูลการคาดการณ์มูลค่าตลาดของ AI ไปจนถึงปี ค.ศ. 2030 ในแต่ละทวีปของโลกแสดงไว้ในรูปที่

2.1 พบว่าอัตราการเติบโตของมูลค่า AI ในภูมิภาค Asia pacific เพิ่มขึ้นสูงหลายเท่าตัว ซึ่งมีนัยยะสำคัญทั้งเป็นโอกาสและความท้าทายของประเทศไทย



รูปที่ 2.1 แนวโน้มมูลค่าของ AI ในตลาดโลก

อ้างอิง: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html>

ในทุกวงการทุกอุตสาหกรรมจำเป็นที่จะต้องใช้เทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และความต้องการจะเพิ่มมากขึ้น ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ที่ชัดเจนว่า productivity ของเทคโนโลยีสูงมากกว่ามนุษย์มากขึ้นนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 เรื่อยมาจนถึงปี ค.ศ. 2020 และจะยังคงทิ้งห่างออกไปมากขึ้นเรื่อย ในขณะที่วิวัฒนาการของปัญญาประดิษฐ์ก็ขยับไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ดังนั้นต้นทุนที่สำคัญสำหรับทุกอุตสาหกรรมนับตั้งแต่วันนี้ไปจะเป็นเรื่องของการลงทุน และปรับตัวเพื่อใช้เทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ก็มีมูลค่าสูง ดังนั้นจึงส่งผลกระทบต่อโดยตรงในทุกธุรกิจและอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยที่มีจำนวนเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีที่จำเป็นอื่นๆ ทางด้านนี้ของตนเองน้อยมาก ต้องนำเข้าและใช้เงินจำนวนมหาศาล กลุ่มธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีศักยภาพก็สามารถทยอยปรับตัวแต่ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะทำให้ต้นทุนของธุรกิจสูงขึ้น ในขณะที่กลุ่มธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดกลางและเล็กจะพบกับปัญหาที่เงินลงทุนไม่เพียงพอ จึงทำให้ศักยภาพในการแข่งขันลดน้อยลง ซึ่ง Gap ในเรื่องโอกาสของการเข้าถึงเทคโนโลยีที่จำเป็นก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ฉะนั้นประเทศควรจะต้องสนับสนุน

ส่งเสริมและให้ความสำคัญกับการออกแบบ พัฒนาเทคโนโลยีที่จำเป็นเหล่านี้ขึ้นมาใช้งานเองภายในประเทศเพื่อลด Gap อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างความมั่นคงของประเทศในทุกมิติ การพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศทำให้ประเทศสามารถเข้าไปอยู่ในสถานะการณ์ที่มีความเสี่ยงสูงหากเกิดปัญหาระหว่างประเทศ ตัวอย่างเช่น เรื่องความขัดแย้งทางภูมิรัฐศาสตร์ การกีดกันทางการค้า หรือแม้แต่ในช่วงวิกฤตโควิดที่ผ่านมา

Information technology: Investment and labor productivity around the development of previous milestone technologies

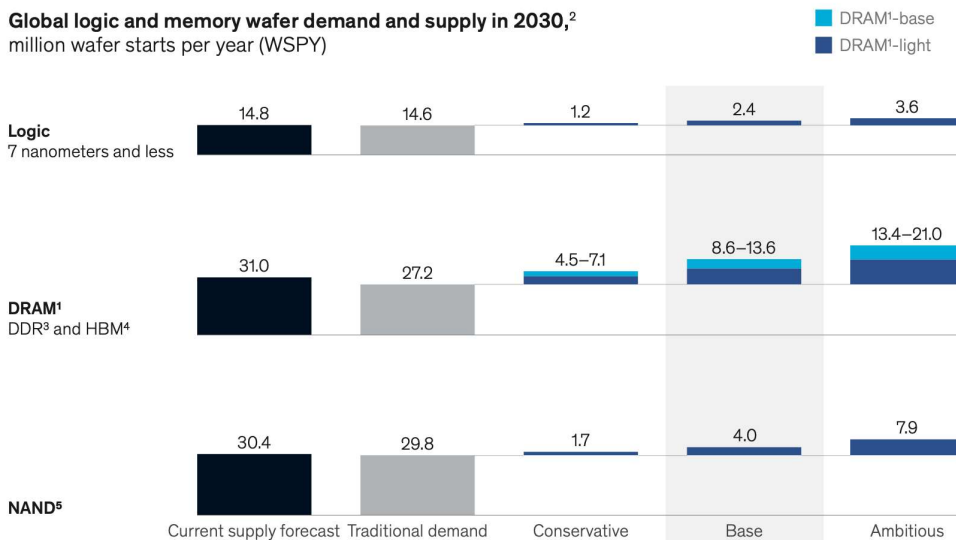


รูปที่ 2.2 สัดส่วนของ Productivity ระหว่างการใช้แรงงานกับเทคโนโลยี

ในขณะที่ความต้องการ AI เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย และอัตราการพัฒนาเทคโนโลยี AI ก็เพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดด เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องต่อเนื่องกันคือส่วนของความต้องการ Hardware ทั้งเพื่อการหน่วยประมวลผล การ train model การทำงานของ software/platform รวมไปถึงการเก็บข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ปัญญาประดิษฐ์เหล่านี้พัฒนามาบนพื้นฐานของอุตสาหกรรม Semiconductor จากการสังเกตตัวเลขความต้องการ wafers (แผ่นบางของผลึกซิลิคอน ที่ใช้ผลิตวงจรรวม) จากสถาบัน McKinsey แสดงในรูปที่ 2.3 พบว่า จากการยอมรับ Generative AI ของผู้คนบนโลกช่วงปีที่ผ่านมาทำให้ความต้องการ wafer เพิ่มสูงขึ้น ทั้งในส่วนของกลุ่มประเภท logic (สำหรับการประมวลผลดิจิทัล) กลุ่มของหน่วยงานความจำทั้งแบบ DRAM และ NAND

By 2030, generative AI will increase demand for wafers significantly.

Global logic and memory wafer demand and supply in 2030,²
million wafer starts per year (WSPY)



¹Dynamic random-access memory.

²Two DRAM demand scenarios are considered. DRAM base case: AI accelerators and CPU+GPU systems have same memory content per server. DRAM light case: CPU+AI accelerator systems have lower memory content per server (50% less) than CPU+GPU systems.

³Double data rate memory.

⁴High-bandwidth memory.

⁵NAND = "not-and," a type of memory.

Source: World fab forecast, SEMI, December 12, 2023; McKinsey analysis

McKinsey & Company

รูปที่ 2.3 ความต้องการของ Wafer ในอุตสาหกรรม Semiconductor

เมื่อความต้องการ AI เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดจาก Generative AI (GAI) นั้นส่งผลให้ความต้องการของการขยายตัว Data center (DC) เครื่องประมวลผลเฉพาะทาง GPU เครื่องแม่ข่ายสมรรถนะสูง (HPC) เป็นที่ต้องการเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อุตสาหกรรม semiconductor ในกลุ่มมีความต้องการนอกเหนือจากข้างต้น เช่น Chip-on-Wafer-on-Substrate (CoWoS) สำหรับ advanced packaging ซึ่งหากไม่สามารถพัฒนาได้ทันท่วงทีกับความต้องการใช้งาน ก็มีโอกาสที่จะเกิด solution ทางเลือกอื่นในอนาคตได้ ในช่วงเวลานี้ทุกประเทศจึงมองเรื่องการสร้างเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์นี้เป็นประเด็นเรื่องความมั่นคง และการทำให้สามารถมี Economic of scale ที่เหมาะสม เนื่องจากในกระบวนการของการผลิต (Fabrication) มีต้นทุนที่สูงมาก จึงจำเป็นที่จะต้องใช้จำนวนการผลิตเป็นตัวหารต้นทุน เพื่อให้สินค้าเทคโนโลยีมีราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภค

สำหรับในโครงการนี้ ได้ตั้งเป้าหมายที่จะศึกษาและรายงาน ประเด็นหัวข้อการวิจัยและพัฒนาที่สำคัญเพื่อเติมเต็มส่วนของอิเล็กทรอนิกส์มูลค่าสูงในอุตสาหกรรมของไทย และประเด็น ววน. ที่เหมาะสมกับประเทศตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่าใน semiconductor โดยเฉพาะประเด็นที่สำคัญของทิศทางการเติบโตของ 2 อุตสาหกรรมหลักคือ AI และ Semiconductor ที่มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจน

2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1.1 ทบทวนนโยบายและทิศทางการพัฒนาประเทศ รวมถึง ศักยภาพรวมของสถานการณ์ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้าน semiconductor รวมทั้ง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อบ่งชี้ช่องว่างทางความรู้ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับ ววน.
- 2.1.2 เพื่อทราบถึงการมองภาพอนาคต (Foresight) ในมุมมองของ ววน. ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้าน semiconductor รวมทั้ง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ของประเทศ และภาพรวมของอุตสาหกรรมในอนาคต ที่เน้นความสำคัญของเทคโนโลยีและนวัตกรรม
- 2.1.3 เพื่อพัฒนาแผนงานสำคัญด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ในการปิดช่องว่างด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้าน semiconductor รวมทั้ง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ให้ประเทศไทยสามารถพัฒนา เทคโนโลยีที่มีศักยภาพในระดับสากล และตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกลุ่มอุตสาหกรรม การแพทย์และสุขภาพ การเกษตรและอาหาร ยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์อัตโนมัติ รวมถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการให้บริการภาครัฐ และยกระดับภาคการศึกษาไทย โดยการใช้ผลงานวิจัย องค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และบูรณาการข้อมูล อย่างรอบด้าน ในบทบาทของ ววน.
- 2.1.4 เพื่อทราบถึง อุปสรรค ปัญหา ในทางปฏิบัติ และแนวทางการแก้ปัญหา จากมุมมองของผู้ประกอบการ และผู้ใช้ประโยชน์ขององค์ความรู้ ผลงานวิจัยและนวัตกรรมในด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้าน semiconductor รวมทั้ง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
- 2.1.5 เพื่อสร้างเครือข่าย และประสานงานเครือข่ายให้ได้ข้อเสนอแนะต่อแผนด้าน ววน. โจทย์วิจัยที่มีการจัดลำดับความสำคัญ ชี้ทิศทาง และแนวทางการสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม แนวทางการจัดสรรงบประมาณ ววน. และแนวทางสนับสนุนการนำประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้าน semiconductor รวมทั้ง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ กับหน่วยงานรัฐ และภาคเอกชน ที่นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศและลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
- 2.1.6 เพื่อหารือและประสานงานเครือข่ายในการขับเคลื่อนแผนงาน ววน. ในด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้าน semiconductor รวมทั้ง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ให้บรรลุเป้าหมาย (objective) และเกิดผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (Key results) กับหน่วยบริหารและจัดการทุนวิจัยและนวัตกรรม (Program Manager Unit : PMU) รวมถึงผลักดันให้

เกิดกลไกการทำงานร่วมกับแผนงานระดับชาติ กับภาคีและเครือข่ายความร่วมมือ (stakeholder) ที่เกี่ยวข้อง

3. Research methodology

ในการดำเนินงานของทางทีม SAT นั้นจะใช้หลักแนวคิด กระบวนการของการทำงานดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 Foresight Methodology

- Horizon scanning ดูสัญญาณของอนาคตที่เกี่ยวข้องกับ AI
- ตั้งสมมุติฐาน ของการจำลองอนาคตของ AI sector นั้นๆ
- แล้วพัฒนากลยุทธ์ ที่จะทำให้ไปถึงจุดนั้น
- จากนั้นเก็บข้อมูลจากการระดมสมองผู้เชี่ยวชาญ, Trend analysis, backcasting และ รับฟังผู้มีส่วนได้เสีย

3.2 Technology assessment

การประเมินผลกระทบ จะเน้นในส่วนของ Economic impact ซึ่งสอดคล้องกับแผนโปรแกรม P5 ที่อยู่ในยุทธศาสตร์ด้านเศรษฐกิจ

3.3 Stake holder engagement

ผู้มีส่วนได้เสียในของ ววน. คือ นักวิจัย ผู้แทนภาครัฐ และภาคเอกชน

ทั้งนี้ในกรอบงบประมาณที่ได้รับจะไม่ได้เน้นในส่วนของการจัดเวที หรือจัดงานเอง แต่จะไปเข้าร่วมกับการขับเคลื่อนของภาพรวมของ สกสว. หรือ สอวช. เป็นสำคัญเพื่อนำข้อมูลต่างๆ วิเคราะห์และจัดทำข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ของโครงการ

บทที่ 3

รายงานผลการดำเนินงานการจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบ ววน. ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ รวมทั้งหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

3.1 ประมวลสถานะภาพความรู้ทั้งในและต่างประเทศ emerging technologies ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ semiconductor รวมทั้งหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ปี ค.ศ. 2025 บริษัท Gartner ได้นำเสนอทิศทางของ Strategic Technology 10 อันดับแรกเพื่อให้ทราบ
ว่าเทคโนโลยีอะไรบ้างที่เราควรจะต้องให้ความสนใจเพื่อการวางแผนธุรกิจ โดยแบ่งเป็น 3 หมวดคือ 1) AI
Imperative and risks ข้อบังคับและความเสี่ยงใน AI ที่จะเกิดขึ้น 2) กลุ่มที่เป็น computing ขั้นสูง (New
frontiers) เหมาะสำหรับถูกใช้ในการกำหนดโจทย์วิจัยขั้นแนวหน้า และ 3) Human-machine synergy การ
ทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องจักรกลและมนุษย์ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กระแสของ Strategic Technology ในปี ค.ศ. 2025 โดย Gartner

1) AI Imperative and risks

ในกลุ่มนี้กระแสการใช้งาน **Agentic AI** หรือเข้าใจได้โดยง่ายว่าคือ Automatic AI ที่จะช่วยในกลไกทางธุรกิจ รวมถึงสร้างความท้าทายใหม่ที่จะเกิดขึ้น ซึ่ง Agentic AI จะเป็น key technology ที่ช่วยลดภาระงานของมนุษย์ตั้งแต่การวางแผน การปฏิบัติงาน การประเมินผล ทั้งนี้ความสำเร็จนั้นจะขึ้นกับว่า AI ที่ออกแบบมานั้นเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้และผู้ให้บริการ

กลุ่มที่สองคือ **AI Governance Platform** หรือแพลตฟอร์มธรรมาภิบาล AI ที่ช่วยให้สามารถบริหารจัดการเชิงกฎหมาย จริยธรรม และประสิทธิภาพในการใช้งานระบบ AI ต่างๆ มีการบังคับใช้ Policy ต่างๆ เพื่อให้มั่นใจว่าจะใช้งาน AI อย่างมีความรับผิดชอบ และสามารถอธิบายได้ว่าระบบ AI นั้นทำงานอย่างไร

กลุ่มที่สามคือ **Disinformation Security** เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสำคัญ ถูกใช้ในการตรวจจับและตอบสนองกับชุดข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง หรือชุดข้อมูลที่หลอกลวง เทคโนโลยีจะต้องทราบการตรวจสอบอัตลักษณ์ (Identity) การป้องกันไม่ให้บัญชีผู้ใช้ถูกยึดครองหรือขโมย หรือทำให้ทราบว่าข้อมูลที่กำลังใช้งานนั้นเป็นข้อมูลจริงหรือไม่

2) New Frontiers of computing

งานวิจัยขั้นแนวหน้าหรือ new frontiers ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่เราจำเป็นต้องทราบเนื่องจากจะเป็นทิศทางของโลกที่กำลังเกิดขึ้น ซึ่งวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์เป็นรากฐานที่สำคัญของโลก ถูกใช้งานในทุกมิติ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงในโลกดิจิทัลในอนาคตจะเป็นไปในรูปแบบดังนี้

Post-Quantum Cryptography (PQC) เป็นเทคโนโลยีที่จะต้องได้รับการพัฒนาเพื่อป้องกัน และสร้างให้โลกดิจิทัลทนทานต่อความเสี่ยงเมื่อเทคโนโลยีควอนตัมมาถึง เนื่องจากเทคโนโลยีควอนตัมที่จะเปลี่ยนรูปแบบของการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์แตกต่างจากเดิม ความรวดเร็วในการทำงานจะสูงขึ้นอย่างยิ่งยวด ทำให้การถอดรหัส (Decryption) สามารถทำได้ภายในเพียงไม่กี่เสี้ยววินาทีแม้ว่าการเข้ารหัสข้อมูลจะมีความซับซ้อนมากที่สุดในปัจจุบัน ทั้งนี้แล้วจำเป็นที่จะต้องมีการเร่งพัฒนาอัลกอริทึมของการเข้ารหัสรูปแบบใหม่

Ambient Invisible Intelligence เทคโนโลยีเซนเซอร์มีราคาถูกลงทำให้สามารถตรวจวัดค่าทางกายภาพเพื่อเชื่อมโยงโลกจริงกลับเข้าสู่โลกดิจิทัลทั้งแบบ real-time หรือเก็บเป็นฐานข้อมูลสิ่งเหล่านี้จะสามารถถูก feedback เข้าสู่โลกเสมือนจริง รวมถึงข้อมูลย้อนกลับสู่ระบบ AI เพื่อปรับการเรียนรู้ได้อีกทาง

Energy-efficiency computing เมื่อเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นแกนหลักในทุกมิติของการขับเคลื่อนไปตามพลวัตรของโลกดังนั้นส่วนของการคำนวณประมวลผลที่มีความซับซ้อนมากขึ้นจึงกินพลังงานเป็นจำนวนมากมหาศาลเช่นกัน โดยเฉพาะการประมวลผลทางด้าน AI ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะช่วย harvest พลังงานจากธรรมชาติ พลังงานหมุนเวียน จะเป็นการช่วยส่งเสริมนโยบายลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและทำให้โลกได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ (Climate change) น้อยลง และทำให้โลกน่าอยู่ขึ้น

Hybrid computing การใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลทำงานในส่วนงานต่างๆ การใช้สิ่งแวดล้อมของระบบคอมพิวเตอร์แบบ cloud จะมีข้อจำกัดในส่วนของการเครือข่าย (Networking) รวมไปถึงความปลอดภัย และความมั่นคงด้านข้อมูล นอกจากนี้การสร้างความสมดุลระหว่างหน่วยประมวลผลสำหรับ AI แบบ onsite หรือ on cloud นั้นเป็นสิ่งจำเป็นทั้งมิติของ ต้นทุน ระยะเวลาในการตอบสนองต่อระบบ ความปลอดภัย ด้านไซเบอร์ และอื่นๆ

3) Human-machine synergy

ในส่วนของ Theme ที่ 3 นี้จะเน้นงานที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมโยงระหว่างโลกเสมือนและการทำงานของมนุษย์ในโลกความเป็นจริง ประกอบด้วย

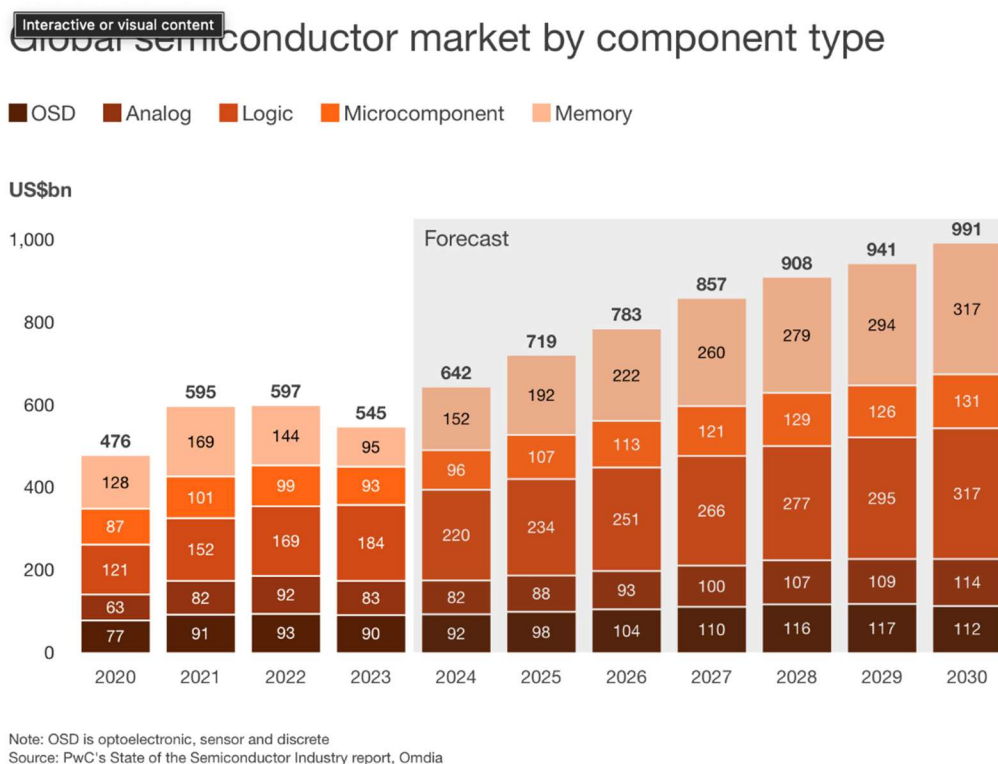
Spatial Computing เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนให้การเชื่อมต่อระหว่างโลกเสมือนจริงกับโลกความจริงเกิดขึ้นได้อย่างไร้รอยต่อเช่น Augmented Reality (AR) หรือ Virtual Reality (VR) นำไปใช้กับงานด้านการศึกษา Entertainment รวมถึงด้านอื่นๆที่จะช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ดีและเหมาะสมมากขึ้น

Polyfunctional Robot ที่ผ่านมาหุ่นยนต์จะถูกออกแบบและพัฒนาเพื่องานจำเพาะเรื่องเช่น หุ่นยนต์ทำความสะอาดบ้าน หุ่นยนต์บริการ หุ่นยนต์ขนส่ง เป็นต้น การมีแนวคิดที่ทำให้หุ่นยนต์มีความสามารถได้หลากหลาย รองรับการทำงานในหลายฟังก์ชันทำให้สามารถลดภาระของต้นทุนในการใช้งานหุ่นยนต์ และก่อให้เกิดการ scalable ตามมา

Neurological Enhancement เป็นส่วนการพัฒนาแบบของการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ด้วยการมีทักษะของการรับรู้เข้าใจ (Cognitive abilities) ศักยภาพที่ AI จะเพิ่มขึ้นคือการบันทึกสิ่งที่ผ่านการประมวลผลกลับไปสู่ระบบสมอง รวมไปถึงความสามารถของการสกัดข้อมูลจำพวกความคิด หรืออารมณ์ความรู้สึก (emotion) จากชุดข้อมูลทั้งนี้ ส่วนของงาน Neurological นั้นยังคงอยู่ในระดับของการวิจัยและพัฒนาสักช่วงระยะเวลาพอสมควรจึงจะสามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ได้จริง

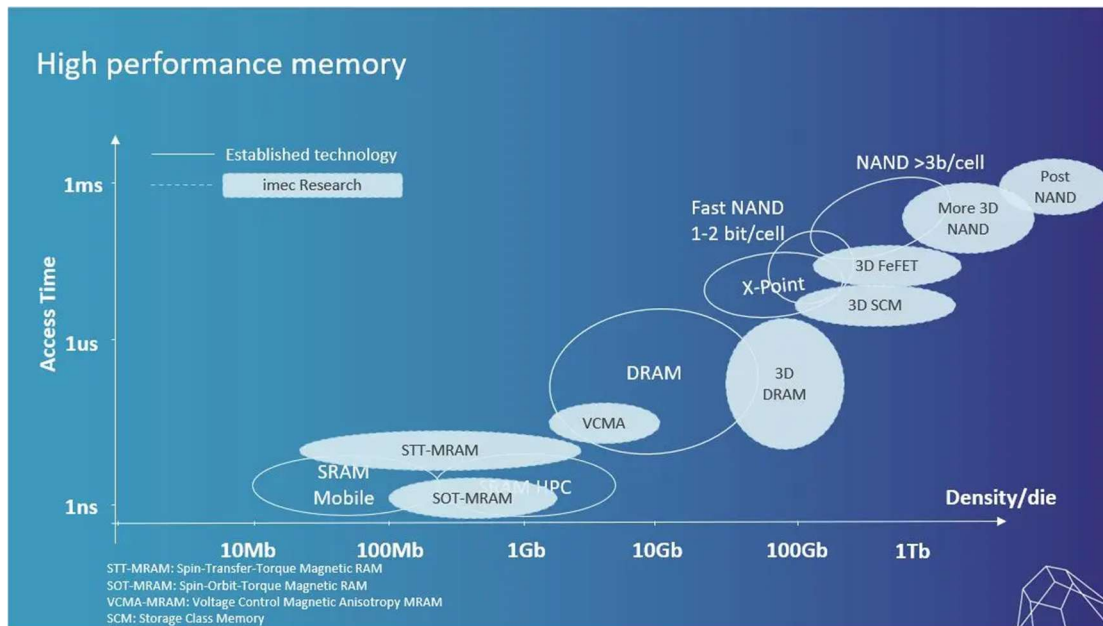
จะพบว่าแนวโน้มของเทคโนโลยีที่จะขับเคลื่อนทั้งโลกจะมีคำว่า AI เป็นทิศทางที่ชัดเจน ในขณะที่เทคโนโลยีอื่นๆที่มีจะปรับตัวเข้ากับทิศทางของ AI โดยเฉพาะในส่วนและเทคโนโลยีทางด้าน Semiconductor และ Advanced electronics ที่เป็นส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์สำหรับทำงานร่วมกับ AI ในทุกมิติ Component หรือผลผลิต product ที่สำคัญในอุตสาหกรรม Semiconductor แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มก่อนสำคัญคือ 1) หน่วยความจำ (Memory) 2) Micro component (ส่วนประกอบที่มีการทำงานจำเพาะโมดูล) 3) Logic (ส่วนของการประมวลผล) 4) Analog และ 5) OSD (optical, sensor และ discrete) ซึ่งความต้องการของแต่ละ component ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นการคาดการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากโลกเจอกับภาวะวิกฤตโควิด-19 มาแล้ว ดังนั้นจะพบว่า ตลาดส่วนที่มีการเติบโตมีมูลค่าสูงจะอยู่ที่ส่วนของ logic หรือการประมวลผล ตัวอย่างที่เด่นชัดคือ AI Chip

อย่างเช่น NVIDIA หน่วยประมวลผล CPU อย่าง ARM, AMD, Intel เป็นต้น ในขณะที่ส่วน component ที่มีการขยายตัวและมูลค่าครองลงมาคือหน่วยความจำ ในขณะที่ component อื่นๆ มีสัดส่วนมูลค่าที่เกือบจะเท่าเดิม



รูปที่ 3.2 แนวโน้มของอุตสาหกรรม Semiconductor

ทั้งนี้ในโลกดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์นั้นสิ่งสำคัญ 2 component หลักคือหน่วยประมวลผลแบบ CPU และ GPU กับ ส่วนของหน่วยความจำ ทั้งนี้ความท้าทายสำหรับเทคโนโลยีของทั้งสองส่วนจะอยู่บนเทคโนโลยีการผลิต Semiconductor แบบเดิม ทั้งนี้จะมีความท้าทายใน 2 เรื่องสำคัญคือ 1) Low power หรือ power efficiency เนื่องจากปัจจัยสำคัญหลักของการทำงานด้าน AI จะส่งผลโดยตรงกับการใช้พลังงานหรือเรียกว่า Power consumption กับ 2) ส่วนของความเร็วที่จะต้องประมวลผลให้ทันกับความต้องการของการใช้งาน รวมไปถึงการพัฒนาให้ Latency ของหน่วยความจำสามารถบันทึกและอ่านได้ทันกับความเร็วของการประมวลผล 3) Density ความหนาแน่น คือจำนวนทรานซิสเตอร์ที่มีปริมาณสูงขึ้นในพื้นที่บนซิลิคอน



รูปที่ 3.3 ทิศทางของเทคโนโลยีหน่วยความจำ

สำหรับแนวโน้มและทิศทางของเทคโนโลยีหน่วยความจำแสดงไว้ดังรูปที่ 3.3 ในอุตสาหกรรม semiconductor สำหรับส่วนของหน่วยความจำ ที่มีเป้าหมายให้มีความหนาแน่นต่อพื้นที่ Die size และมีความสัมพันธ์ของความเร็วในการเข้าถึงหน่วยงานความจำ จะประกอบด้วยเทคโนโลยีแบบ DRAM (ประกอบด้วย 3D DRAM และ VCMA) แบบ X-point (3D SCM) แบบ Fast NAND 1-2bit/cell (3D FeFET) และ NAND>3b/cell (3D NAND) และ Post NAND ที่ถูกคาดหวังด้วย access time ที่ 1ms และมีความจุมากกว่า 1TB/die

สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีกลุ่มของ logic เพื่อนำไปสู่การพัฒนาให้ logic มีความเร็วในการประมวลผลน้อยลงเพื่อใช้พลังงานน้อยลง หรือการทำเทคนิคของ functional partitioning of System-on-Chip (SoC), การพัฒนาให้มี high-bandwidth และ สำหรับหน่วยความจำ (HBM stacks) เป็นต้น

3.2 การวิเคราะห์ภาพรวมความคืบหน้าในการสนับสนุนด้านดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์มูลค่าสูง semiconductor หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ (AI, automation และ Robotics) ทั้งจากภาครัฐ และภาคเอกชนในประเทศ

สำหรับความคืบหน้าของการสนับสนุนงานด้าน ดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ และ อิเล็กทรอนิกส์มูลค่าสูง รวมถึงหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (AI, automation & robotics) ประเทศไทยมีแผนปฏิบัติการปัญญาประดิษฐ์ ตั้งแต่ปี 2565 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 ประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์ 1) ด้านจริยธรรมและกฎระเบียบ AI 2) โครงสร้างพื้นฐานสำหรับ AI 3) กำลังคนด้าน AI 4) วิจัยพัฒนาและนวัตกรรม AI 5) ส่งเสริมธุรกิจและการใช้ AI มีกรอบระยะเวลาของการดำเนินงาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 – 2570 ปัจจุบันเหลือระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี



รูปที่ 3.4 ภาพรวมของแผนปฏิบัติการปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย พ.ศ. 2565-2570

พบว่าภาพรวมในปัจจุบันปัจจัยที่เคยมองไว้สำหรับการชี้วัดความสำเร็จที่ประกอบด้วย

- 1) ด้านจริยธรรมและกฎระเบียบ AI พบว่าจำนวนคน ที่ระบุไว้ 600,000 คน ที่สามารถทราบและตระหนักด้านจริยธรรม AI ยังไม่มีปรากฏผลหรือรายงานผลสัมฤทธิ์ของแผนงาน ในขณะที่จำนวนกฎหมายและข้อบังคับด้าน AI ยังไม่มีปรากฏ พบเพียง guideline สำหรับ AI Ethic และ AI Act. ของทาง ETDA
- 2) โครงสร้างพื้นฐานสำหรับ AI ที่ประกอบด้วยโครงการพื้นฐานด้านการประมวลผล ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จะพบเพียงบริษัทเอกชนไทย Siam AI Cloud ที่ได้ประกาศการลงทุน Partnership กับ NVIDIA อย่างเป็นทางการเมื่อเดือน ธันวาคม 2567 ที่ผ่านมา ด้วยความร่วมมือกับเครือข่ายมหาวิทยาลัย AI Engineering

Institute (AIEI) ดังรูปที่ 3.5 ด้วยศักยภาพของ GPU รุ่นใหม่ H100 และ H200 ที่พร้อมให้บริการเชิงพาณิชย์ทั้งภายในและภายนอกประเทศ สำหรับส่วนของการเชื่อมโยงของข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับนักพัฒนา มีผลของการดำเนินงานในการ MOU ความร่วมมือกัน โดยมีกระทรวง DE เป็นเจ้าภาพ และมีเครือข่ายมหาวิทยาลัย AIEI จากกระทรวง อว. เข้าร่วมลงนามความร่วมมือ



รูปที่ 3.5 บรรยากาศการงานเปิดตัวการลงทุนของ Siam AI cloud & NVIDIA และ เครือข่ายมหาวิทยาลัย AIEI

- 3)ด้านการพัฒนากำลังคนที่มีเป้าหมาย 30,000 คน ภายในปี 2570 หรือเฉลี่ยปีละ 5,000 คน นั้น ปัจจุบัน มี กำลังคนผลิตวิศวกรรมปัญญาประดิษฐ์หลักสูตร AI Engineering ระยะเวลาเรียน 3 ปี ภายใต้ Sandbox ของ NXPO อยู่ที่ 1,900 คน (3 ปีที่ผ่านมา คิดเป็นร้อยละ 60 ของกำลังคนการผลิตทั้งประเทศ) มี บุคลากร อาจารย์ ในเครือข่ายอยู่ที่ประมาณ 80 ท่าน นอกเหนือจากนั้นจะยังมีหลักสูตรที่เกี่ยวข้องเช่น วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งยังตัวเลขบุคลากรที่จะสามารถพร้อมทำงานได้ต่ำกว่าเป้าหมายอยู่อีกจำนวน มาก ทั้งนี้ไม่นับรวมการกิจกรรมประเภท อบรม (training) หรือกิจกรรมเตรียมความพร้อมนักเรียน นักศึกษา สำหรับในปีงบประมาณ 2568 มีแผนการพัฒนากำลังคนทักษะด้าน AI in workforce ของ กองทุน ววน. ซึ่งมีเป้าหมายอยู่ที่ 625 คน (สิ้นปีงบประมาณ 2568)

- 4)ด้านการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรม AI มีเป้าหมายที่จะเกิดนวัตกรรม AI 100 ผลงาน หรือสร้าง Impact อยู่ที่ 48,000 ล้านบาทโดยประมาณ ภายในปี 2570 ในปัจจุบันเกิดผลงานนวัตกรรมภายในการดำเนินงานของกองทุน ววน. ไม่ต่ำกว่า 60 ผลงาน แต่ยังไม่มีการประเมินตัวเลข Impact ทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้แผนงาน ววน. ปี 2566-2570 มีกรอบงบประมาณสนับสนุนการพัฒนางานวิจัยทางด้านนี้อยู่ปีละ 150 – 200 ล้านบาท นอกจากนี้ยังมีแผนของการผลักดันเพิ่มเติมไม่รวมกับแผนงาน AI ปกติ (P5) ผ่านกลไกแผนมุ่งเป้าด้าน AI ของกองทุน ววน. ในปี 2569 – 2570 อีกปีละ 500 ล้านบาทโดยประมาณ สำหรับกองทุน DE สำหรับ AI ที่ชัดเจน
- 5)ด้านส่งเสริมธุรกิจและการใช้งาน AI ที่มีเป้าหมาย 600 หน่วยงานที่ใช้ AI ปัจจุบันยังไม่ได้มีการรายงานตัวเลขผลการดำเนินงานที่ชัดเจน สำหรับผลงานการนำ AI ไปใช้ประโยชน์ในกองทุน ววน. ได้มีแผนงานที่ชัดเจนของ ววน. ภายใต้โปรแกรม P5 แผนงานย่อย N10 รวมถึง แผน RU ที่เกิดขึ้นในปี 2568 ทั้งนี้มีจำนวนหน่วยงานที่รับการส่งเสริมการใช้งาน AI สัญชาติไทยอยู่ไม่น้อยกว่า 30 หน่วยงาน ณ ตัวเลขของปี 2567 ทั้งนี้จะต้องมีการจัดทำรายงาน ด้วยกลไกของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

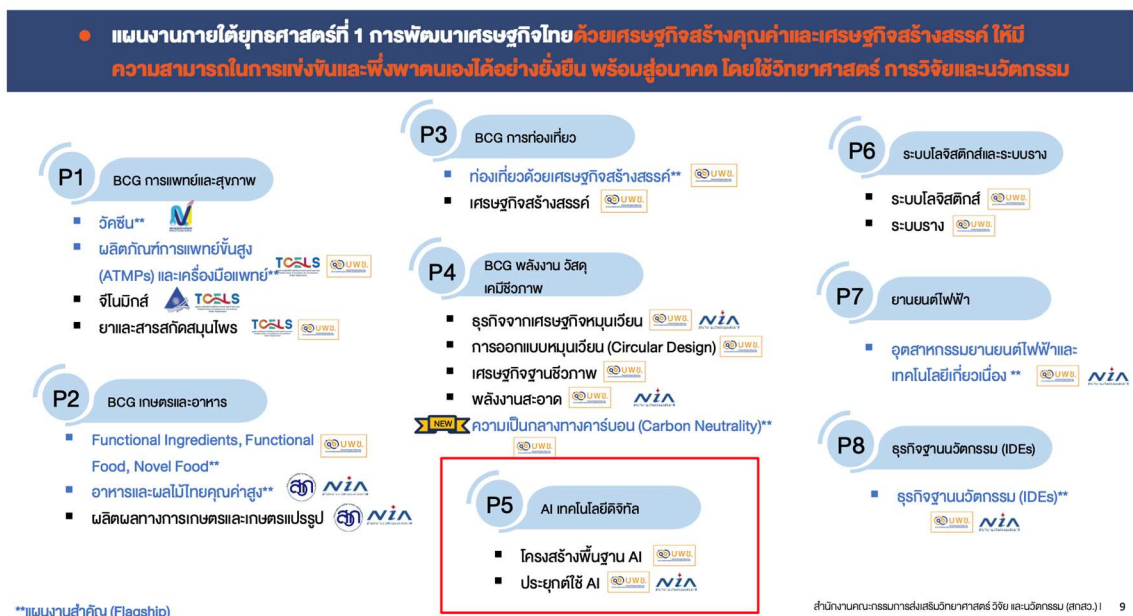
สำหรับแผนงานด้าน Semiconductor and advanced electronics ยังไม่มีแผนงานระดับชาติที่ชัดเจน มีเพียงคณะกรรมการชาติที่มีนายกเป็นประธานและมุ่งเน้นเฉพาะในด้านการพัฒนากำลังคน ปัจจุบันมีเพียงการเริ่มต้นจัดทำ MOU ของมหาวิทยาลัยในการขับเคลื่อนหลักสูตร Semiconductor ภายใต้ Sandbox ของ NXPO สำหรับแผนงาน ววน. ที่สนับสนุนงานวิจัยพัฒนาในด้าน Semiconductor and advanced electronics นั้นมีกลไกของการสนับสนุนผ่านแผนงาน P5 ด้วยกรอบงบประมาณ 1,200 ล้านบาท ร่วมกับสภาอุตสาหกรรม (FTI) รวมเป็น 1,500 ล้านบาท ระยะเวลา 3 ปี (ปี 2568 – 2570) ปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลการดำเนินงาน

3.2.1 กลไกของการสนับสนุนจากภาครัฐ

การสนับสนุนงานด้านการวิจัยและนวัตกรรมด้านดิจิทัล โดยเฉพาะ AI และ Advanced Electronics จะมีหน่วยงานระดับกระทรวงที่เกี่ยวข้องด้วยกัน 2 หน่วยคือ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) และกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE) โดยสามารถจัดแบ่งรายละเอียดได้ดังนี้

กองทุน วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

กลไกของการสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับกระทรวง อว. ประกอบด้วย ด้านการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรม กับสร้างกำลังคน ทั้งนี้ในกองทุน ววน. ที่เน้นภารกิจทางด้านวิจัยและพัฒนานวัตกรรม รวมถึงกำลังคนทักษะสูง (ปริญญาโท หรือ เอก) และกลุ่ม non-degree (Workforce development) นั้นมีรูปแบบของการส่งเสริมและพัฒนาเป้าหมายของสาขาเทคโนโลยีทางด้าน AI, Semiconductor และ advanced electronic ตลอดจนกลุ่มงานด้าน Robotic & Automation ในแผนงาน P5 ซึ่งได้ออกแบบให้มีแผนงานย่อย N9 สำหรับเน้นระดับการพัฒนา งานวิจัย และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับการวิจัยเพื่อสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมให้สามารถแข่งขันได้ และแผนงานย่อย N10 รวมถึงแผนงานพิเศษ RU ที่เน้นการส่งเสริมให้มีการใช้งานนวัตกรรมของคนไทย เพื่อทำให้เกิด Impact และสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจจากนวัตกรรมคนไทย ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนงาน ววน. ปี 2566 – 2570 ภายใต้กองทุน ววน. กระทรวง อว.

สนับสนุนการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม

นอกจากด้านวิจัยและพัฒนานวัตกรรมแล้ว สำหรับการส่งเสริมทางด้านพัฒนากำลังคน ประกอบด้วยงาน ส่วนของ กองทุน ววน. คือสนับสนุนโครงการเตรียมความพร้อมเยาวชน ในการอบรมค่าย Super AI Engineer โดยสมาคมปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นสมาคมทางวิชาการ และโครงการ Reskill/Upskill ผ่านกลไกของ หน่วยทุน PMU B สำหรับการผลิตกำลังคนแบบ degree ภายใต้หลักสูตร Sandbox (ระยะเวลาเรียน 3 ปี) ของสถาบัน AI Engineering (AIEI) ประกอบด้วย 9 มหาวิทยาลัยนั้น สามารถผลิตวิศวกรปัญญาประดิษฐ์ได้ 1,900 คน โดยประมาณ (ในระยะเวลา 3 ปี) ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนงาน ววน. ปี 2566 – 2570 ภายใต้กองทุน ววน. กระทรวง อว.
สนับสนุนการพัฒนากำลังคน

กองทุน DE

กองทุนที่สามารถถูกนำมาใช้ในการขับเคลื่อน AI อีกกองทุนคือ กองทุน DE ของกระทรวง DE ซึ่งมีกรอบงบประมาณจำเพาะทางด้านดิจิทัลอยู่ที่ปีละ 5,000 ล้านบาทโดยประมาณ โดยเน้นการส่งเสริมธุรกิจดิจิทัลและการประยุกต์ใช้งาน ทั้งนี้ยังไม่มีแผนงานที่ระบุชัดเจนสำหรับเรื่อง AI โดยที่ผ่านมามีกลไกของการส่งเสริมในเรื่องของ Smart City, IoT และ Big Data

กองทุน กทปส.

กองทุนเพื่อสนับสนุนการวิจัยมีส่วนหนึ่งคือ กองทุน กทปส. โดย กสทช. มีการสนับสนุนหน่วยงานภาครัฐในการดำเนินงานวิจัย การจัดแข่งขันทรัพย์สินทางปัญญาในงานด้าน Information Communication Technology (ICT) ปัจจุบันมีส่วนของงานด้าน AI ด้วยเช่นกัน

ETDA

เป็นหน่วยงานภาครัฐที่มีบทบาทในยุทธศาสตร์ที่ 1 คือส่วนของ Ethic, Law and Regulation ปัจจุบันถึงแม้ว่าจะยังไม่ได้มีกฎหมายข้อบังคับด้าน AI ที่ชัดเจน แต่มี Guideline และแนวทางของ Ethic & Law ทางด้าน AI ออกมาเป็นระยะๆ ทั้งนี้กลไกของ Law และ regulation จะต้องเชื่อมโยงกับหน่วยงานหลักอื่นๆเช่น ฝ่ายนิติบัญญัติ หรือส่วนของ regulation ที่เป็นทางการยาและเครื่องมือแพทย์ ก็จะมีองค์การอาหารและยา(อย.) เป็น regulator

โดยภาพรวมของกลไกภาครัฐพบว่ามี Role ที่ชัดเจนและกรอบแผนงานสนับสนุนที่ค่อนข้างจะชัดเจน ยังขาดในส่วนของกองทุน DE และยังไม่มีส่วนของแผนปฏิบัติการระดับชาติด้าน Semiconductor and advanced electronics

3.2.2 กลไกของการสนับสนุนจากภาคเอกชน

การขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลด้านปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเช่น Semiconductor and advanced electronics นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการมีภาคเอกชนและอุตสาหกรรมเป็นแกนนำ ส่วนงานภาครัฐถือเป็นกำลังเสริมหรือเป็น enabler tools หนึ่งในระบบนิเวศน์ ทั้งนี้จะมีส่วนงานภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีหลักที่สำคัญด้าน AI และ Semiconductor and advanced electronics ดังต่อไปนี้

สมาติดิจิทัล (DCT)

สมาติดิจิทัลหรือ DCT ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นผู้ประกอบการธุรกิจดิจิทัลทั้งส่วนด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์และโทรคมนาคม ที่ผ่านมาทางสมาติดิจิทัลได้มีการลงนามบันทึกข้อตกลงร่วมกันกับหน่วยงานของหน่วยบริหารจัดการทุน บพข. และมี สกสว. เป็นสักขีพยาน เพื่อผลักดันและขับเคลื่อนงานด้านพัฒนานวัตกรรมที่ส่งเสริมให้กับเอกชน นอกจากนี้ส่วนของสมาติดิจิทัลเองมีความร่วมมือในการขับเคลื่อนการพัฒนาทักษะกำลังคนด้าน AI โดยมีสถาบัน AI Engineer (AIEI) ของกระทรวง อว. เข้าร่วมดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ส่งเสริมการสร้างกำลังคนทักษะ AI

ทั้งนี้ความต้องการกำลังคนด้าน AI ก็ยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ภาคอุตสาหกรรมอื่น หรือผู้ซื้อ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เทคโนโลยี AI เป็นส่วนหนึ่งของการประกอบกิจการ อย่างไรก็ตามความต้องการด้านกำลังคนในสายงาน AI ควรจะมุ่งเน้นที่คุณภาพ หรือ productivity มากกว่าจำนวน และเน้นการใช้ Automated tools สำหรับการพัฒนาในส่วนงานที่เน้น labor (งาน coding) ส่วนงานทางด้านการออกแบบ และ System engineer ควรต้องเร่งในการเสริมสร้างให้เข้ากับยุคสมัยของปัญญาประดิษฐ์ ดังนั้นรูปแบบการ Re/Up skills ใน workforce หรือคนที่ทำงานในสายงานนี้จึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วน ในขณะที่กำลังการผลิตบัณฑิตจบใหม่นี้ก็กำลังทยอยเข้าสู่ความต้องการของตลาดในปีนี้ และด้วยการพัฒนาคนในหลักสูตร Sandbox ที่เน้นปฏิบัติ ทำงานร่วมกับภาคเอกชนตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ดังนั้น บัณฑิตที่จบใหม่จึงจะพร้อมเข้าสู่ระบบงานได้ทันที และดีกว่า Developer รุ่นเก่า

ช่องว่างที่ยังมีคือ ภาคเอกชนไม่มีการลงทุนในงานวิจัยและนวัตกรรมด้าน AI เชิงลึก ทำให้ส่วนใหญ่เน้นการซื้อเทคโนโลยีมาและขายไป หรือเน้นการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบดั้งเดิม ด้วยต้นทุนของ AI Models ที่จะต้องใช้ทั้งชุดข้อมูล เครื่องประมวลผลจำเพาะทาง GPU ทำให้เอกชนไทยไม่สามารถเป็นเจ้าของหรือสร้าง AI Models ที่เหมาะสมสำหรับความต้องการของผู้ซื้อในอุตสาหกรรมอื่นๆ

ในช่วงที่ผ่านมาการลงทุนจากเอกชนต่างชาติเน้นการเข้ามาสร้าง Data center (ที่เก็บข้อมูลและ High performance computing; HPC) แบบดั้งเดิม มีเพียงการลงทุน AI Data center จำเพาะที่เพิ่งจะเริ่มต้นในช่วงปี 2567 และศักยภาพของการใช้งานก็ยังไม่แพร่หลาย เพราะปัญหาข้างต้นคือไม่มี AI Models ที่จะนำไปประกอบรวมเป็น AI Solution สำหรับผู้ใช้งาน ในขณะที่หลายประเทศก็ยังเน้นการลงทุนใน AI มากกว่าการสร้างรายได้จากการประยุกต์ใช้งาน AI ในธุรกิจตนเอง ดังนั้นยังคงเป็นโอกาสของประเทศไทยที่ยังเข้าสู่อการเป็นผู้เล่น Stakeholder ใน Ecosystem เหล่านี้ทั้งภายในและภายนอกประเทศ (พึงตระหนักว่า ตลาดและมูลค่าของ AI เป็นระบบ Global ecosystem ความต้องการของตลาดเฉพาะภายในประเทศไม่เพียงพอต่อการสร้าง Impact ที่แท้จริง)

สภาอุตสาหกรรม (FTI)

สภาอุตสาหกรรมมีกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับทั้งส่วนของดิจิทัล AI และ Semiconductor and advanced electronics รวมทั้งยังมีกลุ่มอุตสาหกรรมที่เป็นลูกค้าหรือคนซื้อเทคโนโลยีเหล่านี้รวมอยู่ในสภาฯ ทำให้รูปแบบของการขับเคลื่อนจะเป็นไปได้เบ็ดเสร็จสมบูรณ์ ในช่วงเวลาที่ผ่านมาทางสภาอุตสาหกรรมได้มีส่วนร่วมสำคัญในการขับเคลื่อนร่วมกับกองทุน ววน. ในหลากหลายมิติ ทั้งในส่วนการผลักดันเชิงนโยบายทางด้าน AI,

Semiconductor & advanced electronics, EV เป็นต้น ร่วมในส่วนของส่งเสริมผู้ประกอบการในแผนงาน IDE, การขับเคลื่อนแผนมุ่งเป้าในด้านพัฒนากำลังคนทักษะ AI, EV และ Semiconductor และมีการร่วมทุนกับ กองทุน ววน. จัดตั้งกองทุน Innovation One เพื่อลงทุนสนับสนุน Entrepreneur อีกด้วย

สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมด้าน Semiconductor & advanced electronics พบว่าใน จำนวนของภาคอุตสาหกรรมไทยคือกลุ่มของผู้รับจ้างผลิต หรือเน้นการร่วมทุนกับผู้เล่นในอุตสาหกรรม semiconductor ของโลกเดิม เช่น บริษัท ปตท. + Hana เป็นบริษัท FT1 ที่กำลังลงทุนในการผลิต (Fabrication) power devices ด้วยเทคโนโลยี Silicon carbide ซึ่งคาดว่าจะสามารถดำเนินการผลิตได้จริง ในอีก 2 ปีข้างหน้า นอกจากนั้นก็เป็นบริษัทรับจ้างผลิตแผงวงจร (PCB) เช่นบริษัท KCE, Team Precision เป็นต้น ที่เหลือเป็นบริษัท ขนาดเล็กทางด้าน IC design อย่างบริษัท ซิลิคอนกราฟ และบริษัท Design gateway ที่เน้นทำ IP module ขาย ต่อไปยังกลุ่มผู้พัฒนา advanced electronic product

ทั้งนี้ในมุมมองของภาคอุตสาหกรรมหรือประเทศจะเน้นมองเรื่องของการเข้ามาลงทุนของต่างชาติที่จะใช้ ประเทศไทยเป็นฐานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มูลค่าสูง ซึ่งที่ผ่านมาเจ้าของสินค้าชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เช่น Microchip, NXP, Infineon, ADI หรือรายอื่นๆ เข้ามาลงทุนโรงงานในประเทศเพื่อทำการทำ packaging ซึ่งเป็น กระบวนการหลังจากที่เกิดการทำ die cut แล้วนำมาประกอบลงใน package ของไอซี และทำการทดสอบ ก่อนที่จะส่งออกไปยัง ผู้ประกอบการรายอื่นๆที่ผลิตหรือทำ Electronic modules หรือ ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีที่ใช้ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ ทำให้ที่ผ่านมาประเทศไทยมีมูลค่าของการส่งออกชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นลำดับ ต้นๆของภูมิภาค

จะพบว่ามูลค่าที่เกิดขึ้นใน value chain ของอุตสาหกรรม Semiconductor & advanced electronics ที่เป็นของคนไทยถือเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก ดังนั้นความท้าทายของประเทศคือ หากต้องการผลักดันที่จะให้ประเทศ สร้างมูลค่าให้กับผู้ประกอบการไทยในอุตสาหกรรมนี้ ควรจะต้องลงทุนอย่างไร ในส่วนงานใด สำหรับผู้วิจัยขอให้ ความคิดเห็นว่า ส่วนของการลงทุนสำหรับการผลิต (Fabrication) ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่จะต้องมีวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยาวนาน การลงทุนในการผลิตสูงมาก และมี supplier ที่จำเพาะทั้งส่วนของ rare earth หรือเครื่องจักรสำหรับการผลิต รวมถึง supply ของกำลังการผลิตในโลก ณ ปัจจุบันมีมากกว่า demand จากผู้ที่จะจ้างผลิตชิป ดังนั้นจึงเป็นส่วนที่ไม่ควรในการเลือกลงทุน

สำหรับส่วนที่ลงทุนต่ำกว่าส่วนอื่นๆ คือ การออกแบบ (IC Design) มีองค์ประกอบเรื่องคนผู้เชี่ยวชาญ และเครื่องมือในการออกแบบ แบ่งเป็นซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบ EDA Tools และเครื่องมือวัดสำหรับการทดสอบ

ต้นแบบชิป ทั้งนี้ยังสามารถหา Gap ในตลาดที่ไม่ใช่ red ocean หรือนอกกลุ่ม consumer ในขณะที่สิ่งสำคัญของห่วงโซ่คุณค่าในกลุ่มอุตสาหกรรมนี้คือการเป็นเจ้าของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ Advanced electronics เพราะมีส่วนต่างของมูลค่าที่สูงมากกว่า เจ้าของชิป ยกเว้นเป็นชิป จำเพาะ ที่มีความเก่งเช่น NVIDIA หรือบริษัท Soft Bank เจ้าของ ARM microcontroller เป็นต้น กลุ่มของเจ้าของผลิตภัณฑ์ advanced electronics เช่นเจ้าของมือถือ อุปกรณ์ IoT คอมพิวเตอร์ การ์ดเกมส์ เป็นต้น ที่จะสามารถสร้างรายได้ในระยะเวลาที่สั้นกว่าและกำหนดเลือกใช้ IC chips ได้เอง

สมาคมผู้ประกอบการปัญญาประดิษฐ์ไทย (AI-EAT)

กลุ่มเอกชนทางด้านปัญญาประดิษฐ์สัญชาติไทยได้รวมตัวมีการจัดตั้งเป็นสมาคมผู้ประกอบการปัญญาประดิษฐ์ไทยหรือ AI-EAT ที่ผ่านมามีตัวแทนรับทุนสนับสนุนจากกองทุน ววน. ผ่านกลไกของ บพข. เพื่อสนับสนุนการสร้าง LLM Model ภาษาไทย มีฐานตั้งต้นจาก lama model เพื่อให้เป็น Model ด้ายภาษาไทยสำหรับชุมชนนักพัฒนาของไทย

3.2.3 เครือข่ายความร่วมมือจากต่างประเทศและทิศทางของต่างประเทศทางด้าน AI, Semiconductor & advanced electronics

พบว่าการลงทุนในด้าน AI เกิดขึ้นจำนวนมากในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก เนื่องจากผลจาก Geo-politic ที่เกิดมาในช่วงระยะเวลา 3-4 ปีที่ผ่านมา ประเทศเวียดนามเป็นหนึ่งในประเทศที่ได้รับความสนใจจากบริษัทเทคโนโลยีชั้นนำของต่างประเทศ มีการลงทุนทั้งส่วนของ AI, Semiconductor & advanced electronics สำหรับการลงทุนจำนวนมากที่เด่นชัดของฝั่ง Semiconductor คือการลงทุนในประเทศญี่ปุ่น ที่ร่วมมือกับบริษัท TSMC ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อผลิตชิปสำหรับอนาคตในงานด้าน AI และตอบโต้ให้กับกลุ่มอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นคือยานยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้า ในขณะที่ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีน แต่พบว่าไม่เกิดประโยชน์ให้กับ local supply chain ในประเทศ อีกทั้งตัวเลขของกรมพัฒนาธุรกิจ กลับพบว่าจำนวนเม็ดเงินที่เข้ามาเปิดบริษัทกิจการลงทุนในประเทศไทยมูลค่าสูงที่สุด (2 แสนล้านบาท) เป็นกลุ่มธุรกิจจากประเทศญี่ปุ่น และอยู่ในหมวดเรื่องทางด้านระบบ automation

ทั้งนี้ในปี 2568 ภูมิภาคนี้ยังคงได้รับผลกระทบจากแนวโน้มนโยบายใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา (ประธานาธิบดีทรัมป์) ที่มีการเพิ่มกำแพงภาษีนำเข้า USA เพิ่มขึ้นจากกลุ่มประเทศที่ได้ดุลการค้ากับ USA หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะส่งผลกระทบทางอ้อมกับประเทศไทยในวงจำกัด เนื่องจากคู่ค้าของประเทศไทยรายหลักเป็น

ประเทศจีน ส่วนชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะถูกส่งไปประกอบที่ไต้หวัน หรือส่วนอื่นๆ ในทางตรงกันข้ามผู้ที่ได้รับผลกระทบสูงสุดจากนโยบายใหม่ของทรัมป์ 2.0 จะเป็นประชาชนใน USA ที่ต้องเสี่ยงต่อการมีสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีราคาสูงขึ้น เพราะนำเข้าหลักจากที่อื่น แม้ว่า USA จะเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์เหล่านั้น

หากวิเคราะห์ในมุมมองทางธุรกิจที่ประธานาธิบดีทรัมป์มองคือ การพยายามสร้างเงื่อนไขของการเจรจาเศรษฐกิจระดับโลกใหม่ ต้องการปรับพลวัตสมดุลใหม่ๆ ดังนั้นการเปิดตัวด้วยกำแพงภาษีที่สูงขึ้นจึงเป็นเพียงการเร่งกระตุ้นให้ประเทศต่างๆ เข้าหา USA เพื่อเจรจาและทำให้ USA มีความได้เปรียบมากขึ้น ในขณะเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนถ่ายให้ USA มีอุตสาหกรรมภาคการผลิตขึ้นในประเทศจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาและมีกลยุทธ์ที่ค่อยเป็นไป การเจรจาเพื่อให้ประเทศที่มีกำลังได้ดุลการค้ากับ USA ร่วมทุนและสร้างงานสร้างอาชีพในประเทศจึงเป็นแนวทางที่ฝ่ายบริหารกำลังดำเนินการ

สำหรับประเทศไทยด้านเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และอุตสาหกรรม Semiconductor & advanced electronics นั้น นับว่าเราเป็นผู้บริโภคเทคโนโลยีและมีส่วนใน business value chain ในทั้งสองด้านนี้น้อยมาก (เทียบกับมูลค่าโดยรวมของทั้งระบบ) ทั้งนี้การวางยุทธศาสตร์เพื่อขับเคลื่อนประเทศในโลกยุคปัจจุบันที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ จึงจำเป็นที่จะต้องวางแผนและแนวทางของการสร้างความสมดุลที่เหมาะสม และจะต้องสร้างความร่วมมือกับเอกชนชั้นนำของโลก ไปพร้อมกับทิศทางในการพัฒนาตนเองอย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง ในส่วนของ แผนงานวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ของกระทรวง อว. จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลโดยตรงกับทิศทางการขับเคลื่อนประเทศในยุคใหม่เพื่ออนาคตของไทยที่ไม่เหมือนเดิม

แนวทางการร่วมมือด้านเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

- สำหรับด้านการวิจัยในทุกระดับชั้น ควรแสวงหาความร่วมมือทางวิชาการกับมหาวิทยาลัยชั้นนำทางด้าน AI จะมีมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon University (CMU) USA ที่ Rank อันดับ 1 ด้าน AI หรือจะเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำทางด้านวิศวกรรม เช่น Berkeley University (USA), Stanford University (USA), University of Oxford (UK), National University of Singapore (NUS), ETH Zurich (Germany), University of Toronto (Canada) Tsinghua University (China), และ University of Cambridge (UK) เป็นต้น
- สำหรับด้านพัฒนานวัตกรรม ควรมุ่งแสวงหาความร่วมมือกับภาคเอกชนชั้นนำของโลก เช่น NVIDIA, Amazon (AWS), Google (Tensor flow), Microsoft (Azure) เป็นต้น

ทั้งนี้เราสามารถสร้างแรงดึงดูดความร่วมมือด้วยโจทย์วิจัยหรือการพัฒนานวัตกรรมที่มีความเป็นอัตลักษณ์ของไทย หรือความถนัดในด้านอื่นๆ เช่นสายงานด้านการแพทย์ ด้าน Creative หรือในความได้เปรียบของการร่วมพัฒนาเชิงการประยุกต์ใช้งาน ในส่วนงานที่เกี่ยวกับเกษตรอาหาร และสิ่งแวดล้อม สำหรับงานวิจัยเชิงลึกในสายงานด้าน BioTech ซึ่งมีการใช้งานเทคโนโลยีและวิวัฒนาการทางด้านดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เข้าไปมีส่วนในการทำให้งานด้าน BioTech สามารถทำลายกำแพงไปสู่งานขั้นสูง ทำให้นักวิจัยสามารถเข้าใจสิ่งมีชีวิตมากขึ้น ควรมีความร่วมมือในรูปแบบที่ได้รับประโยชน์ร่วมกัน อาศัยความหลากหลายทางชีวภาพของไทย ร่วมมือกับความก้าวหน้าในเทคโนโลยีขั้นสูงของต่างประเทศ จะทำให้สังคมชุมชนการวิจัยได้รับการยกระดับไปแบบก้าวกระโดด

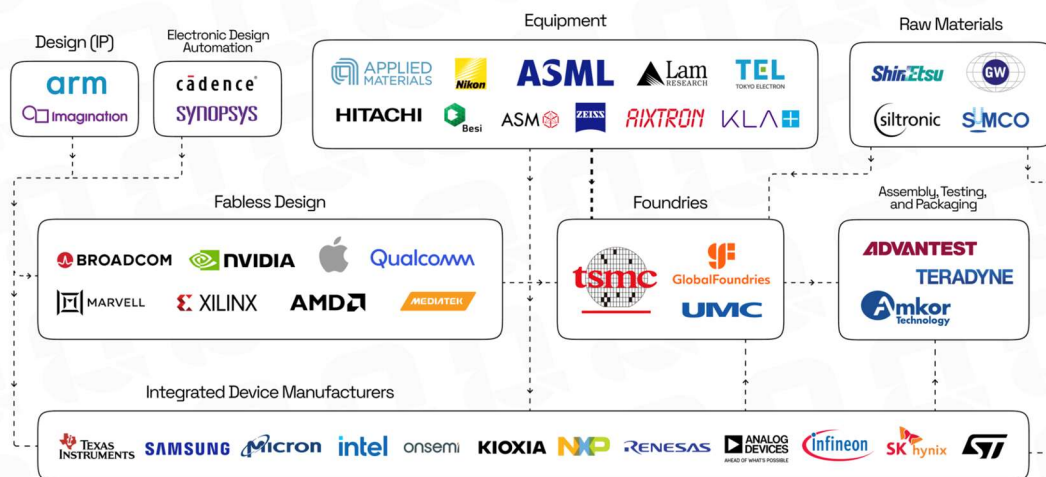
แนวทางความร่วมมือด้าน Semiconductor & Advanced electronics

งานการวิจัยในด้านนี้ของไทย มีผลงานการตีพิมพ์ทางวิชาการจำนวนมาก ในขณะที่ยังมีกำแพงที่สูงที่จะนำไปสู่ของการสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์จริงใน business value chain ดังนั้นภาพรวมเรามี Gap ที่จะต้องเชื่อมโยงศักยภาพทางด้านวิจัยให้นำไปสู่ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งทรัพยากรมนุษย์ในส่วนของ Translational research ไปสู่ commercial นั้นไม่มี จำเป็นที่จะต้องสร้างความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมต่างชาติที่มีส่วนใน ecosystem ระหว่างกัน

ในด้าน Semiconductor & Advanced electronics นั้นควรมุ่งเน้นในส่วนที่มีโอกาสความเป็นไปได้สำหรับประเทศสูงสุด เนื่องจากงบประมาณของการลงทุนด้านการวิจัยสูง ทั้งนี้ Stake holder ที่อยู่ใน global ecosystem ในอุตสาหกรรมนี้แสดงตัวอย่างไว้ดังรูปที่ 3.8

The Semiconductor Value Chain

Created by Quartr



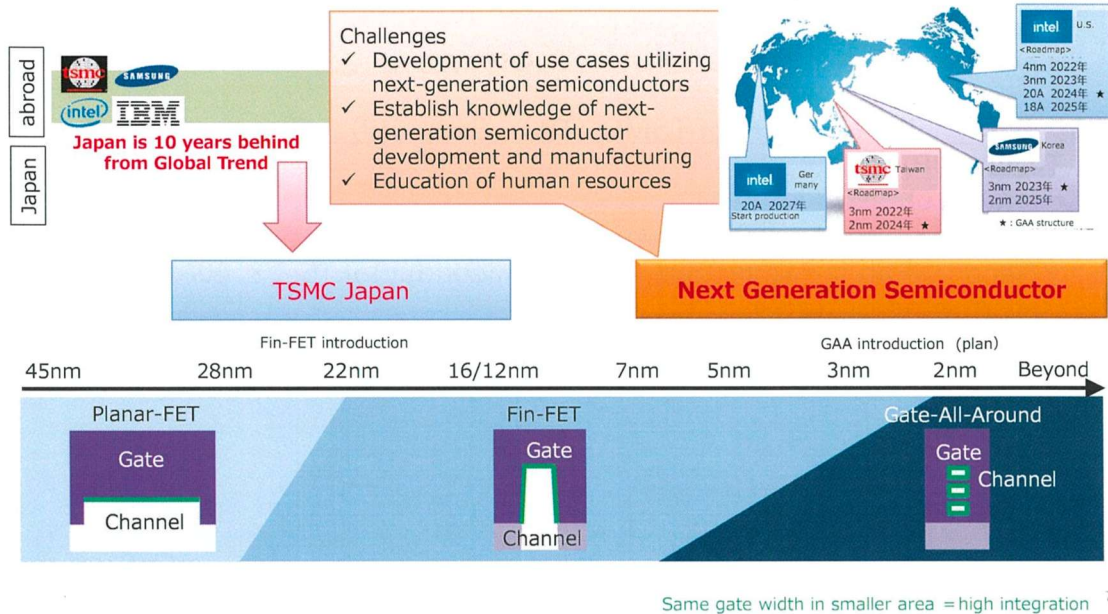
Note: The exact flows might differ between companies (subsidiaries, hybrid business models, etc) | Created by Quartr_App

รูปที่ 3.8 ภาพรวมของ Semiconductor Value chain

จากกลไกและระบบนิเวศน์ที่ซับซ้อนรวมถึงจำนวนผู้เกี่ยวข้องในแต่ละส่วนตลอดห่วงโซ่ที่มีความจำเพาะอย่างมาก ประเทศไทยเป็นเพียงผู้รับจ้าง หรือให้เช่าพื้นที่สำหรับทำโรงงาน ตลอดจนไม่สามารถเข้าไปเป็นส่วนของ supplier ที่มีมาตรฐานหรือคุณภาพสูงในกระบวนการผลิตได้

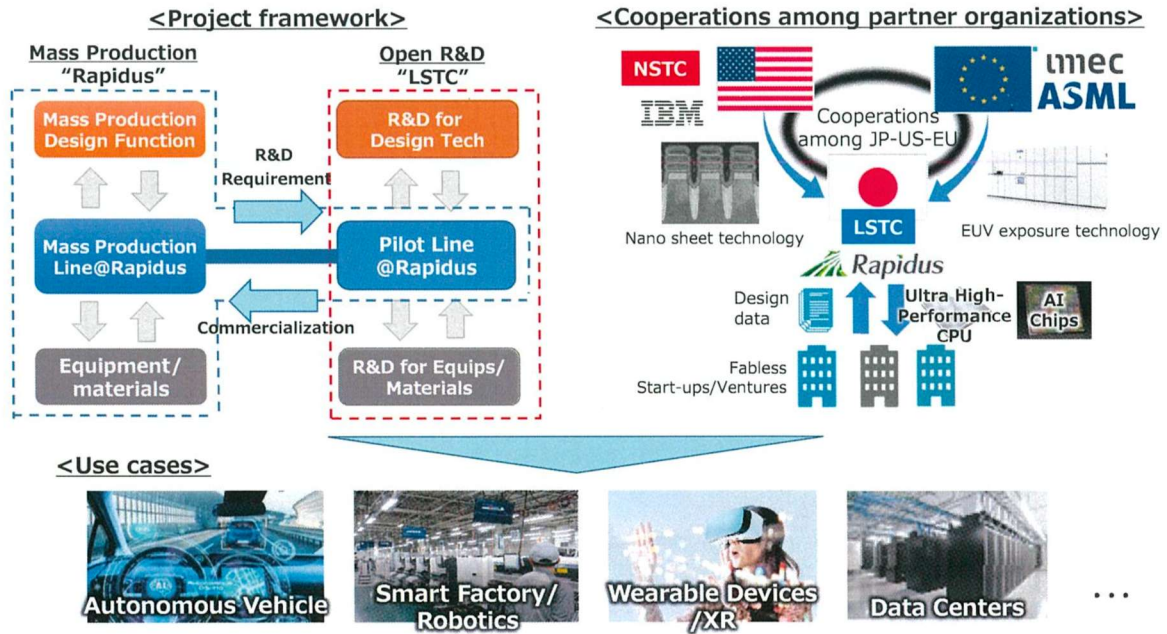
ตัวอย่างของกลไกและทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรม Semiconductor & Advanced Electronics ของประเทศญี่ปุ่น ที่เป็นเจ้าของสินค้า High Tech หลายรายการได้แก่ ยานยนต์ หุ่นยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มูลค่าสูงอื่นๆ ยังมีรูปแบบแนวทางของการยกระดับอุตสาหกรรมที่อาศัยความร่วมมือกับ TSMC ของประเทศไต้หวันและร่วมลงทุนในการสร้างโรงงานผลิตหรือ Fabrication Factory ขึ้นในประเทศญี่ปุ่นจำนวน 3 แห่ง และวางแผนความร่วมมือต่อเนื่องกับ Intel, IBM, Samsung ด้วย ทราบดีว่าประเทศญี่ปุ่นยังมีศักยภาพสูงกว่าประเทศอื่นอยู่ 10 ปี มุ่งหวังการปรับเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์จาก Fin-Fet ไปสู่ GAA ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์ที่ขนาดความกว้างของทรานซิสเตอร์เดิมแต่เวลาเข้าสู่การผลิตจะใช้พื้นที่น้อยกว่าเดิม ที่เป็นทิศทางของทรานซิสเตอร์ที่จะมีขนาดเล็กลงไปสู่ระดับของ 2 นาโนเมตรหรือเล็กกว่านั้นดังรูปที่ 3.9

Drastic Technology Change from Fin-Fet to GAA



รูปที่ 3.9 แนวทางการขยับเปลี่ยนเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์สู่ GAA ของประเทศญี่ปุ่น

เมื่อเกิดความร่วมมือกับผู้นำระดับโลกในอุตสาหกรรม Semiconductor ทางประเทศญี่ปุ่นมีแผนงานของการพัฒนาต่อเนื่องด้วย Framework ดังรูปที่ 3.10 สำหรับงานการวิจัยและพัฒนาจะใช้กลไกของ “LSTC” (ประกอบด้วย R&D design tech, Pilot line เตรียมเข้าสู่ Rapidus และสุดท้าย R&D for equipment/materials) ในขณะที่ห้องผ่านการพัฒนาต้นแบบแล้ว จะเข้าสู่ระบบกลไกของ “Rapidus” (ประกอบด้วย mass production design function, mass production และการจัดหา equipment/materials) เพื่อทำ mass production ระบบนิเวศน์เช่นนี้ทำให้ผู้ประกอบการใหม่ / Startup ในอุตสาหกรรม Semiconductor ของประเทศญี่ปุ่น สามารถมีกลไกสนับสนุนอย่างเหมาะสม รวมทั้งรัฐบาลและภาคอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นก็มีการสร้าง use cases ที่เหมาะสมไว้รองรับประกอบด้วย Autonomous vehicle, Smart factory/robotics, Wearable devices/XR, Data centers เป็นต้น



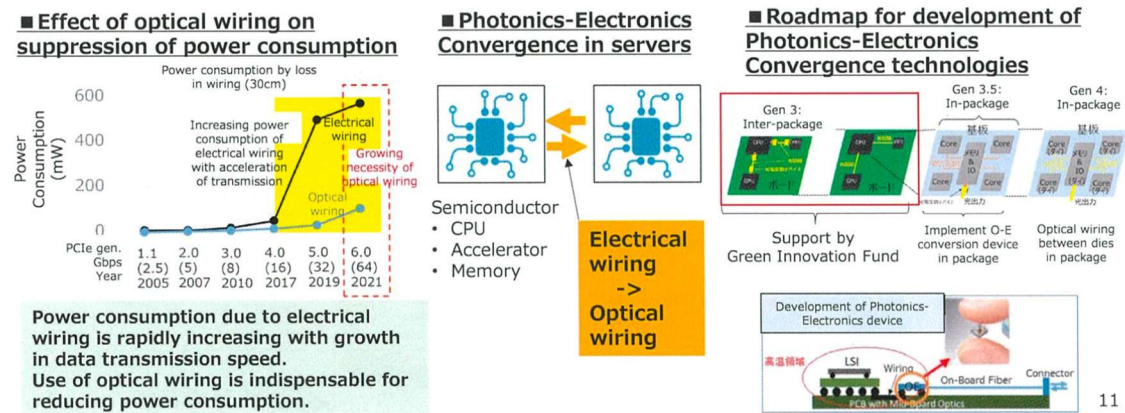
รูปที่ 3.10 ภาพรวมของแนวทางการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม Semiconductor ในอนาคตของประเทศญี่ปุ่น

ทั้งนี้ในโอกาสของการตั้งคณะทำงานขับเคลื่อนในส่วนของภาค R&D ในอุตสาหกรรม Semiconductor หรือ Framework “LSTC” (Leading-edge Semiconductor Technology Center: Japan NSTC) จะใช้ องค์ประกอบของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละส่วนตลอดห่วงโซ่อุตสาหกรรม Semiconductor ดังนี้

- Chip design
- Physical Transistor design
- Productization technology
- Materials technology
- Advanced packaging
- Use-case creation
- Human resource development

สำหรับประเด็นการวิจัยและพัฒนาที่มุ่งเป้าของทางฝั่งประเทศญี่ปุ่นจะเป็นเทคโนโลยี Photonics-electronics เพื่อตอบทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (Energy efficiency) เพราะการประมวลผล สำหรับปัจจุบันและอนาคตมีแนวโน้มของการใช้พลังงานสำหรับการประมวลผลที่สูงขึ้น ดังนั้นเทคโนโลยีของ

Photonics-electronics จะนำไปสู่การพัฒนาและมี AI Chips ของประเทศญี่ปุ่นในงาน autonomous vehicle, industrial robot และ based station ดังแสดงในรูปที่ 3.11



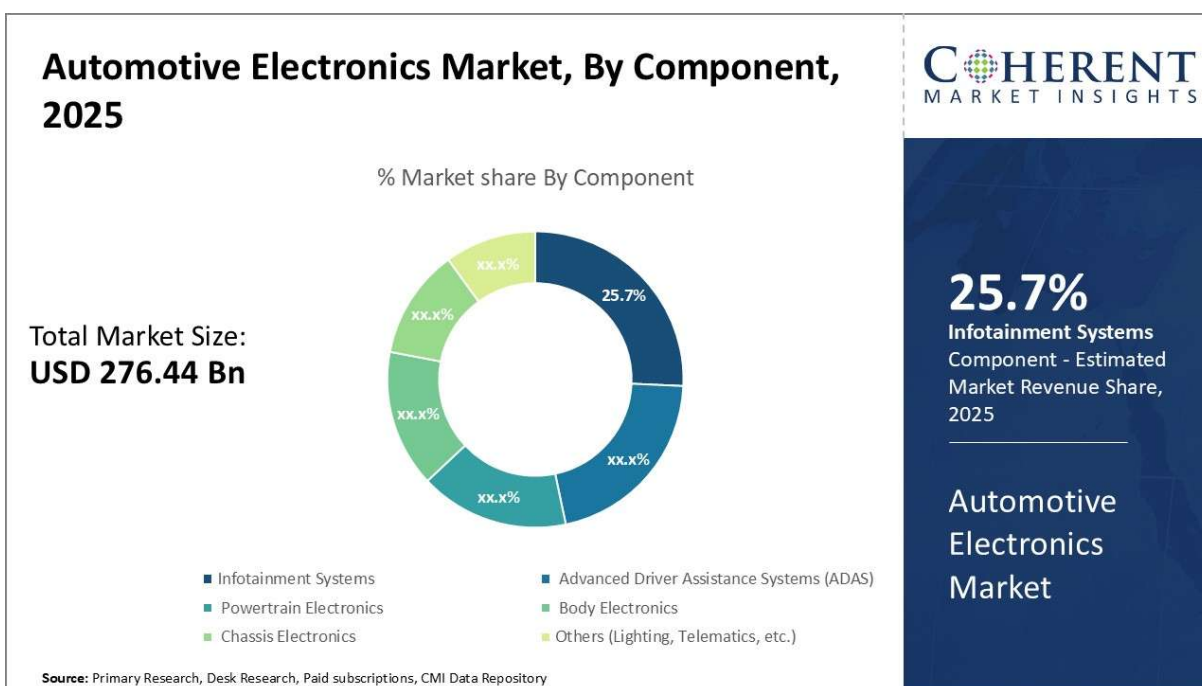
รูปที่ 3.11 การพัฒนา Photonics-electronics convergence technology

3.3 สรุปผลการวิจัยเชิงลึก (Special Research) โดยมีข้อเสนอแนะถึงแนวทางการพัฒนาโจทย์วิจัยที่ชัดเจน และผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายจากการลงทุนในด้านนั้น

เบื้องต้นสำหรับการสำรวจและ literature review เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปสู่การแนะนำแนวทางการพัฒนา โจทย์วิจัยที่ชัดเจนและมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายแบ่งออกเป็น 4 หัวเรื่องย่อยประกอบด้วย AI x Semiconductor, AI-Advanced electronics in Smart City, AI for the future และ High value industries driven by AI Technologies

3.3.1 AI x Semiconductor โอกาสกับทิศทางของ ววน. ในทั้งสองอุตสาหกรรมที่กำลังเติบโต

สำหรับประเด็นของโอกาสในด้านการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ AI x Semiconductor มีความน่าสนใจทั้งส่วนของค่าคาดการณ์ของตลาดดังแสดงในรูปที่ 3.12 และเห็นได้จากแผนการขับเคลื่อนด้าน Semiconductor industry ของประเทศญี่ปุ่น ทำให้ประเด็นของการผสมผสานระหว่างงานวิจัยทางด้าน AI x Semiconductor จึงควรมุ่งเป้าไปยังส่วนของ Advanced Driver Assistance System (ADAS) และ Infotainment systems ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ hardware และ software ภายในรถที่ดูแลส่วนของ Information & Entertainment ให้กับผู้ใช้ ซึ่งมีมูลค่าของสัดส่วนสูงสุดใน part electronics ของยานยนต์



รูปที่ 3.12 ภาพรวมการเติบโตของกลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรมยานยนต์

แนวทางของการพัฒนา AI ในงานด้าน Semiconductor & Advanced electronics จะมุ่งสำหรับใช้ใน Autonomous Vehicle และ ADAS ซึ่งสามารถแยกประเด็นของการหัวข้องานวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้าน AI ออกได้เป็นส่วนต่างๆดังนี้

- (1) การพัฒนา AI Chip สำหรับใช้ในยานยนต์ยุคใหม่ มิติของการวิจัยนอกเหนือจากการนำ AI Model ลงไปสู่ชิปให้มีสมรรถนะสำหรับการประมวลผลที่เร็วตอบสนองแบบ hard real-time ตามหลักการของ Real-time embedded system สำหรับยานยนต์ ในขณะที่จำเป็นจะต้องมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องด้วยการประมวลผลงาน AI กินกำลังไฟจำนวนมาก ซึ่งยานยนต์ยุคใหม่ได้พลังงานจากแบตเตอรี่ ประเด็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ “Design for Energy Efficiency”
- (2) การพัฒนาเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์ รวมถึง Materials เพื่อทำให้ Integrated circuits ประหยัดพลังงานและทำงานประมวลผลตอบสนองได้ตามที่ต้องการ
- (3) การพัฒนา AI Low power embedded software เนื่องจากระบบช่วยอย่าง ADAS หรือ Autonomous vehicle ยังต้องมีส่วนของซอฟต์แวร์ที่ทำงานอยู่บน ฮาร์ดแวร์ประเภท Embedded System ซึ่งมี resources ที่จำกัด ดังนั้น software stack สำหรับ AI จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้มีศักยภาพสูงสุดที่จะทำงานบน Hardware ดังกล่าวได้
- (4) การ Update AI Models ที่เหมาะสม ทันสมัยตลอดเวลา ในระบบของ ADAS และ AV ในโลกปัจจุบัน โมเดลรถยนต์อย่างเช่น TESLA มีระบบของ ADAS / AV ที่ทันสมัย Level 4 แต่ก็ยังไม่ได้รับอนุญาตให้สามารถปล่อยให้ AV เหล่านี้ทำงานตามลำพัง เนื่องจากสภาพของสิ่งแวดล้อม สถานการณ์และสิ่งที่จะต้องประมวลผลเพื่อตัดสินใจในการควบคุมให้ยานยนต์สามารถขับเคลื่อนไปได้แบบอัตโนมัติและปลอดภัยสูงสุด นั้นจำเป็นจะต้องมีการนำเข้า AI Models ใหม่ หรือ Update AI Models อยู่ตลอดเวลา ประเด็นของการสร้างศักยภาพในการ feed back ข้อมูลจากรถเพื่อนำเข้าไป fine tune models และทำให้ AI แม่นยำขึ้นอยู่ตลอดเวลา
- (5) การสร้าง AI Model / Multimodal model สำหรับ fleet management กลไกของการบริหารจัดการและทำงานร่วมกับ Autonomous Vehicle คือระบบที่ใช้บริหารจัดการถนน (สำหรับยานยนต์) จัดการทางอากาศ (โดรน) เป็นต้น การบริหารการทำงานระหว่างยานยนต์ หรือโดรน ซึ่งระบบที่จะทำให้ยานพาหนะทำงาน Synchronize ระหว่างกัน รวมไปถึงการบริหารจัดการทางแยก
- (6) AI algorithms for AV เช่น perception (CNNs, path planning), decision-making (Autonomous decision making, motion planning), safety reliability (edge computing, cybersecurity), ethical consideration และ human-computer interaction (HMI Design)

3.3.2 AI-Advanced electronics in Smart City

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูงส่งผลต่อการยกระดับหรือ transform เมืองอัจฉริยะได้หลายมิติ ได้แก่

(1) เพิ่มประสิทธิภาพและ optimization

ส่วนนี้จะมีการพัฒนาการวิจัยที่เกี่ยวกับ Traffic management ปัญญาประดิษฐ์สามารถสังเคราะห์และจับ traffic pattern และส่งผลให้เกิดการบริหารจัดการ traffic มีประสิทธิภาพดีที่สุด การจัดการที่จืด ทำให้ภาพรวมของเวลาที่ใช้ในการเดินทางลดลง Energy / Waste management ระบบปัญญาประดิษฐ์ช่วยให้เกิดระบบอัตโนมัติในการเฝ้าติดตามและการวางแผนเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด การใช้ optimization algorithms เพื่อใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการวางแผนเส้นทางการเก็บขยะ ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับโมดูลอิเล็กทรอนิกส์ในถังขยะอัจฉริยะ

(2) Improved Public Safety and Security

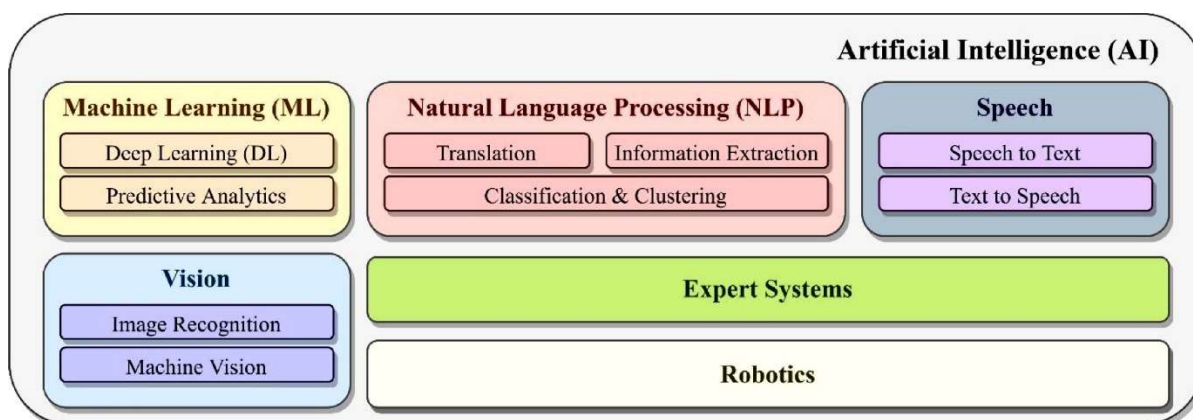
ระบบที่จะใช้งาน AI มากที่สุดในเมืองอัจฉริยะ ซึ่งใช้เป้าหมายของ Surveillance

(3) Enhanced Citizen Services นอกจากการนำเสนอ personalized services ยังใช้ Generative AI ในการมาเป็นผู้ช่วยอัตโนมัติ 24/7 ทำให้เมืองสามารถให้ข้อมูลได้ตรงกับความต้องการประชาชนมากขึ้น

(4) Data-driven decision making การนำข้อมูลไปใช้ในการทำ Prediction model เพื่อให้สามารถคาดการณ์ได้แม่นยำ ได้แก่ Model เพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำ เป็นต้น

(5) Smart Transportation

(6) Sustainable Urban Development

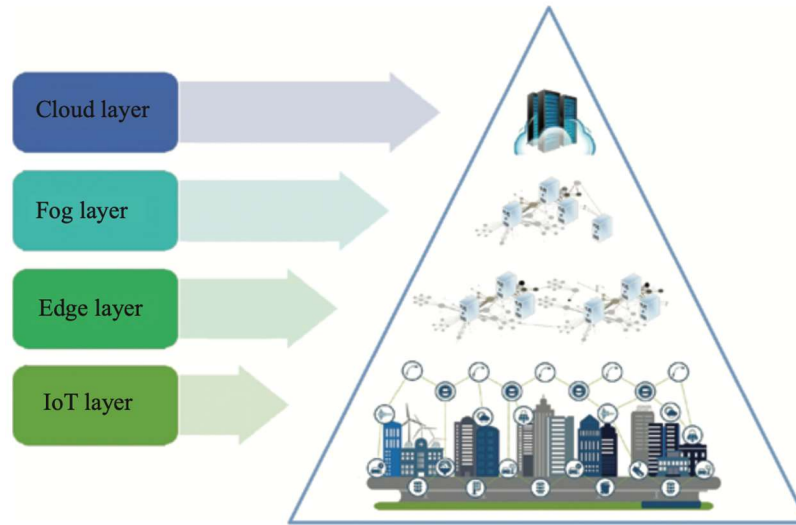


รูปที่ 3.13 ภาพรวม AI Technology stack[1] ที่ประยุกต์ใช้ในเมืองอัจฉริยะ

ในรูปที่ 3.13 แสดงถึง AI technologies 6 ด้านที่ประยุกต์ใช้ในเมืองอัจฉริยะที่ทันสมัย ประกอบด้วย (1) กลุ่ม machine learning มีทั้งส่วนของ deep learning และ predictive analytics (2) กลุ่มงาน vision (3) กลุ่มงาน Natural Language Processing (NLP) (4) กลุ่มงานเกี่ยวกับ Speech (5) Expert systems และ (6) Robotics ซึ่งเผยแพร่ใน International Journal of Information Management Data Insight ปี 2022 ทั้งนี้ในปัจจุบันมีกลุ่มของ AI ที่เป็น Generative AI และ Agentic AI ที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มเติมในงานด้านเมืองอัจฉริยะ

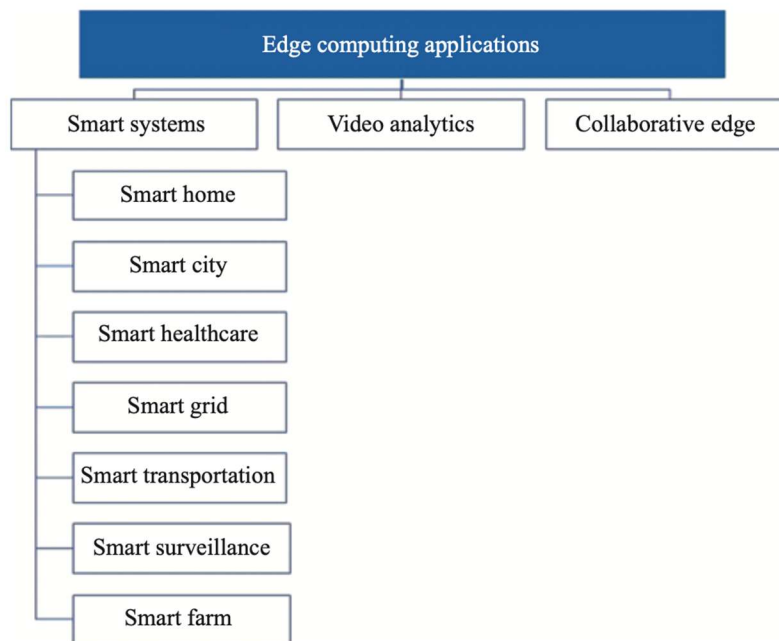
Edge Computing

ระบบคอมพิวเตอร์ในยุคใหม่มีรูปแบบของสถาปัตยกรรมและระบบคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างจากยุคก่อนหน้าไปตามวิวัฒนาการของขนาดของทรานซิสเตอร์ที่เล็กลง ปัจจุบัน transistor process technology ที่มีใช้งานเชิงพาณิชย์จะอยู่กันที่ระดับ 22 นาโนเมตร (nm) ทำให้ขนาดของส่วนที่ใช้ประมวลผล (computing unit) มีขนาดเล็กลง ราคาถูกลง ประสิทธิภาพสูงขึ้น ในขณะที่วิวัฒนาการของเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีความเร็วสูงขึ้น ราคาถูกลง จึงทำให้ระบบ cloud system จึงสามารถเกิดขึ้นและใช้งานเชิงพาณิชย์ได้ ทำให้เกิดสถาปัตยกรรมของ edge computing ขึ้นดังรูปที่ 14 แนวคิดหลักของ edge computing [11-12] คือการมีอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลให้อยู่ใกล้แหล่งข้อมูล (data source) ซึ่งเมื่อหน่วยประมวลผลอยู่ใกล้กับข้อมูลจะทำให้ลดภาระของการส่งข้อมูลกลับไปประมวลผลบน cloud system ในแต่ละระยะทางที่หน่วยประมวลผลอยู่ห่างจากข้อมูลก็จะมีแนวคิดของการออกแบบและพัฒนา edge computing ที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็น edge computing ที่อยู่ติดกับเซนเซอร์ใน IoT เรียกว่า gateway หรือ edge layer เมื่อตัวแทนของแต่ละกลุ่มของเซนเซอร์รวบรวมข้อมูลมาแล้วจะนำไปสู่การประมวลผลข้อมูลจากกลุ่มของ cluster ตนเอง เรียกว่า Fog Layer ซึ่งหน่วยประมวลผลเหล่านี้จะเป็น Fog gateway ซึ่ง edge computing devices ในชั้นนี้จะอยู่ร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายการสื่อสารก่อนที่ข้อมูลจะรวบรวมเข้าสู่ cloud layer ต่อไป



รูปที่ 14 สถาปัตยกรรมของ edge computing

คุณลักษณะของ edge devices แตกต่างกันไปตาม layer ของแนวคิดการกระจายหน่วยประมวลผลเข้าไปใกล้แหล่งข้อมูลเพื่อลดภาระของการสื่อสารใน network ทั้งนี้จะสามารถแบ่งกลุ่มของการประยุกต์ใช้งาน edge computing แสดงไว้ในรูปที่ 15



รูปที่ 15 edge computing applications

ใน [13] ได้รวบรวมจัดแบ่ง edge computing applications ออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) Smart systems 2) Video analytics และ 3) Collaborative edge

- 1) กลุ่ม Smart systems หรือเรียกว่า Smart X ประกอบด้วย กลุ่มของ smart home เน้นประมวลผลข้อมูลทางกายภาพภายในบ้าน เช่น น้ำ แสงสว่าง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า, smart healthcare จะเป็นกลุ่มชุดข้อมูลแบบต่อเนื่องเช่นสัญญาณชีพ จากอุปกรณ์ wearable devices, smart city จะประมวลผลและจัดการข้อมูลที่มีจำนวนมากขึ้นซึ่งอาจจะนำไปสู่การออกแบบ edge computing ในแบบของ geographical location, smart transportation ที่อาจจะหมายรวมถึงกลุ่มของ autonomous vehicle จำเป็นที่จะต้องมียศภาพในการประมวลผลสูง ตอบสนองได้แบบ real-time กลุ่มนี้จะต้องใช้ edge computing ไว้ที่ยานยนต์ อาจจะมี edge มากกว่า 1 unit เป็นต้น
- 2) Video analytics สำหรับกลุ่มของการประมวลผลภาพแบบ streaming จะใช้ศักยภาพของหน่วยประมวลผลที่สูงอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งในปัจจุบันมีการใช้รูปแบบการประมวลผลแม่นยำหรือ AI ภาระงานของการคำนวณทางคณิตศาสตร์แบบเข้มข้นจึงจะเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ cloud system ไม่สามารถรองรับความต้องการได้ทันทั่วทั้งที่
- 3) Collaborative edge ในปัจจุบัน cloud system เป็นที่รู้จักและใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งการจัดวางหน่วยประมวลผลไว้ที่ layer นี้จะไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของพลังงานหรือทรัพยากรที่จำเป็น ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก ทั้งนี้ collaborative edge [14] อาจจะถูกมองว่าเป็นจุดรวบรวมการประมวลผลในแต่ละภูมิภาค ก่อนที่จะถูกเชื่อมต่อกลับไปยังศูนย์รวมกลาง ทั้งนี้ในปัจจุบันการออกแบบและเลือกรูปแบบจะคำนึงถึง ราคา ความเร็ว และพลังงาน

3.3.3 AI for the future

งานวิจัยทางด้านปัญญาประดิษฐ์สำหรับการแพทย์ได้รับความสนใจในทุกระดับมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยชั้นนำระดับโลก เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในกลไกของมนุษย์ การทำให้มนุษย์มีอายุเฉลี่ยสูงขึ้น ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค รวมไปถึงการสามารถรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเกิดโรค เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในด้าน Responsible, Explainable และ Fair หรือเรียกว่า (REF-AI)[2] ถูกนำมาผสมผสานเพื่อให้ Medical Solution ทางด้าน AI Imaging สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมตามมาตรฐาน

Responsible AI [3] ในภาพถ่ายทางการแพทย์ (medical image) หมายถึงเครื่องมือ AI นี้สามารถทำงานสอดคล้องกับจริยธรรมทางการแพทย์ fairness, equity, regulation, ความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย และมาตรฐานความปลอดภัย ทั้งนี้ topics ที่น่าสนใจสำหรับงานวิจัยในส่วน Responsible AI in digital health ประกอบด้วย

- “AI” จะสามารถแข่งกับ medical professionals ในระหว่างกระบวนการตัดสินใจของการวินิจฉัยโรค, การผสมผสานระหว่างผลที่ได้จาก AI กับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ
- ทำอย่างไรเพื่อให้ส่วนที่ “AI” ให้ผลว่าไม่สามารถวินิจฉัยได้ ยังคงมีความปลอดภัยและสามารถอธิบายเหตุผลได้
- จะผสมผสาน accountability, responsibility, transparency เข้าไปในกลไกของการพัฒนา “AI” อย่างไร
- ข้อผิดพลาดหรือ misguided evidence ที่เกิดจากขาด data จะสามารถช่วยในการนำเข้าสู่ข้อคิดเห็นหรือการตัดสินใจจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญกลับเข้าสู่ “AI” อย่างไร และ “AI” ควรจะต้องตอบสนองกับ bias ของการตัดสินใจอย่างไร
- สำหรับกลุ่ม Unfair outcomes ที่เกิดมาจาก “AI” จะวัดและดำเนินการอย่างไร
- การตรวจสอบย้อนกลับ (traceability) หลักปฏิบัติ ศีลธรรม ของ “AI” ที่เกิดขึ้นหากมีผลของ “AI” และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญไม่สอดคล้องกัน

ประเด็นการวิจัยด้าน AI ในทางการแพทย์ที่น่าสนใจคือ “Explainable AI” หรือ XAI [4] ในกลไกของการสร้างระบบ learning ให้ AI จะประกอบด้วยทั้งส่วนที่เป็น White box, Gray box และ Black box ซึ่งกลไกของกระบวนการให้ AI เรียนรู้และมีความแม่นยำสูงที่นิยมใช้ในปัจจุบันจะเป็นแบบเสมือน Black box ทำให้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ของ XAI ที่ซับซ้อนมากขึ้น และผู้ใช้ในกลุ่ม การทหาร สุขภาพการแพทย์ และการเงินการ

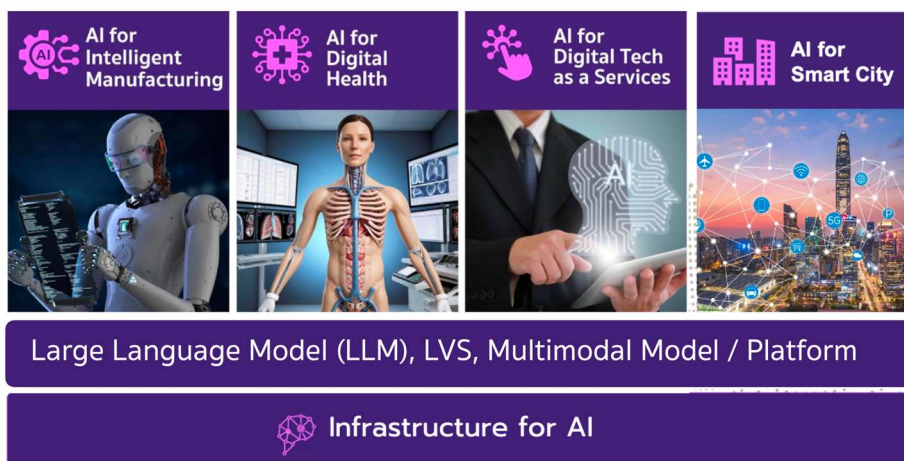
ธนาคารนั้นต้องการ XAI เพื่อทำให้เกิด Trustworthy model ซึ่งสามารถศึกษา XAI methodology เพิ่มเติมได้จาก [5] และ XAI taxonomy ได้ใน [4]

หัวข้อประเด็นการวิจัยที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบันอีก 2 ส่วนคือ Generative AI [6] หรือเรียกว่า GAI และ Agentic AI [7] ส่วนแรกคือ GAI มีต้นกำเนิดขึ้นตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1950 – 1960 เริ่มต้นจากการมี generative models เช่น speech recognition, image processing และ NLP เป็นต้น ในยุคปัจจุบันใช้ Deep learning (DL) GAI-based large language models (LLM) ถูกนำมาใช้ได้แก่ Custom GPTs, Conversation AI (CAI) และสุดท้ายคือส่วนของ Agentic AI นำส่วนของ GAI ไปใช้งานร่วมกับ prompting engineer ทำให้เกิดการบูรณาการใช้ระบบในการตัดสินใจ และดำเนินงานแบบอัตโนมัติ แบ่งแยกออกเป็นงานหลักงานย่อย รวมถึงนำไปสู่การบริหารจัดการงานด้วย AI [9]

3.3.4 High value industries driven by AI Technologies

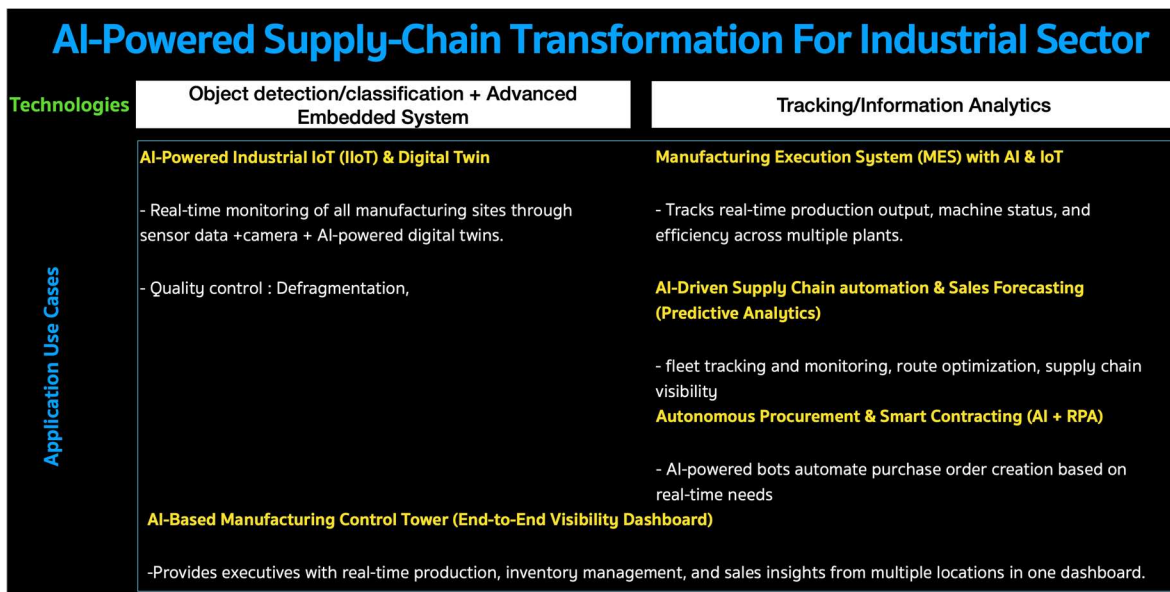
นอกจากข้อเสนอแนะสำหรับหัวข้อการวิจัยแล้ว ส่วนงานด้านการพัฒนานวัตกรรมสำหรับอุตสาหกรรมมูลค่าสูงด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งควรดำเนินการในช่วงระยะเวลา 1-3 ปีแสดงดังรูปที่ 3.17 ด้วยกลไกการสนับสนุนในแต่ละเฟสของการพัฒนาเทคโนโลยี AI นั้นๆ กลุ่มงานมุ่งเป้า หรือ กลุ่มผู้ซื้อเทคโนโลยี AI ประกอบด้วย Manufacturing, Digital healthcare, Digital as a services และ Smart city ในส่วนของนวัตกรรมทางด้าน AI ของคนไทย ที่จะนำไปสู่การสร้างมูลค่าในกลุ่มผู้ซื้อข้างต้นนั้นประกอบด้วย Software หรือ Platform ที่มีองค์ประกอบของ AI Models คนไทยไม่ว่าจะเป็นกลุ่มของ LLMs, LVS หรือ MMM เป็นต้น ทั้งนี้สามารถสร้างความร่วมมือไปพร้อมกับผู้ให้บริการ GPU cloud หรือ GPU near server เป็นต้น

High value industry driven by AI Technologies



รูปที่ 3.17 โอกาสใน high value industry ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี AI

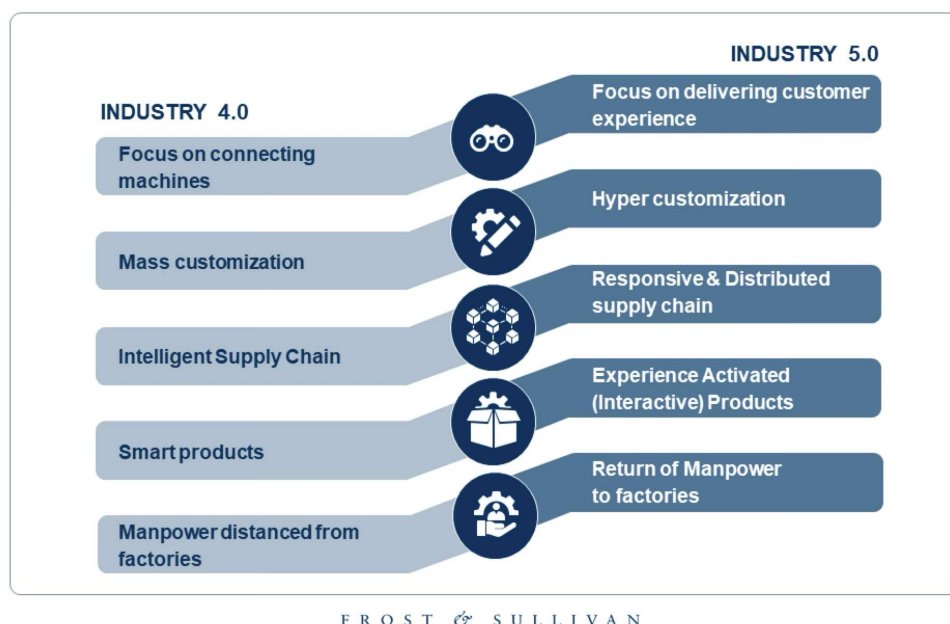
สำหรับในส่วนของงานในกลุ่มผู้ใช้ในห่วงโซ่ของภาคอุตสาหกรรมประกอบด้วยส่วน Technologies และแนวทางของการนำไปใช้งานได้ดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 AI-Powered Supply Chain Transformation for Industrial Sector

กลุ่มของชุดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งส่วนของ AI ในด้าน Computer vision หมวดเรื่อง object detection/classification และการทำ tracking/tracing รวมไปถึงการ Analytics for decision-making สามารถนำไปสร้างเป็น Applications สำหรับการใช้งานในห่วงโซ่ของภาคอุตสาหกรรมได้หลากหลาย เช่น Quality control, real-time monitoring using cameras + sensors เชื่อมโยงกับ Augmented reality (AR) ได้ เชื่อมโยงไปสู่การนำเสนอ real-time production, inventory management หรือ sales insights from multiple locations. สำหรับควบคุมดูแล performance เครื่องจักรที่นำไปสู่การ track real-time production output, การทำพยากรณ์หรือการคาดการณ์ คำนวณและ optimization สำหรับ fleet tracking, route optimization และการทำ Robotic Process Automation (RPA) เป็นต้น

Highlights of Industry 5.0 compared to Industry 4.0



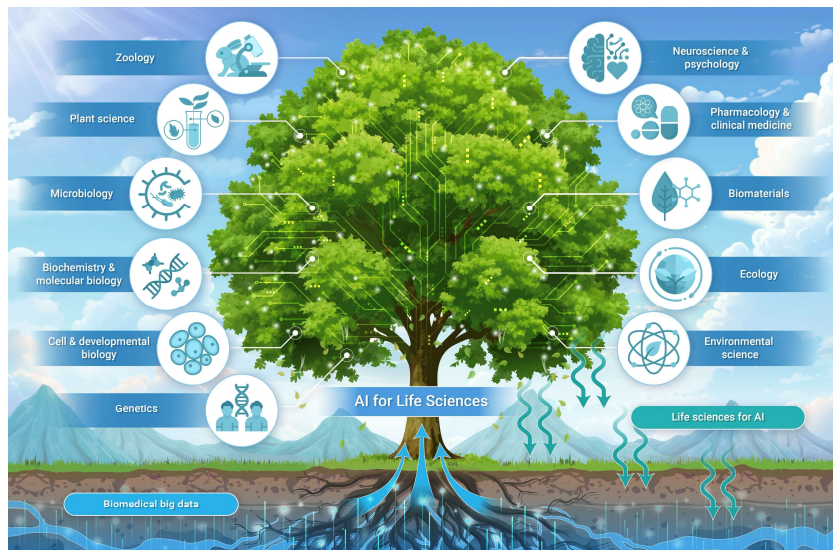
รูปที่ 3.19 แนวทางการ transform จาก Industry4.0 สู่ยุคของ Industry5.0 (AI Era)

ความพร้อมของเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยี semiconductor ที่ถูกลง ทำให้ศักยภาพของการภาคอุตสาหกรรมสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูงได้ดีขึ้นทั้งในมิติความเป็นไปได้ของการลงทุนและความเข้าใจของการประยุกต์ใช้งานจริง หลังจากยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมใหม่ 4.0 ที่ทำให้เครื่องจักรสามารถสื่อสารให้ข้อมูลผ่านเทคโนโลยี IoTs และการเชื่อมต่อทำให้เกิด connected machines มีศักยภาพของการผลิตแบบจำนวนมาก มีระบบการบริหารจัดการ supply chain ได้อย่างชาญฉลาด ส่งผลให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพ และมีต้นทุนในด้านแรงงานลดลงอย่างเด่นชัด เมื่อปี 2024 การเปิดตัว AI Agent และ Generative AI นั้นทำให้ทิศทาง และโอกาสความเป็นไปได้ของ อุตสาหกรรมใหม่ 5.0 ยุค AI ชัดเจนมากขึ้น โดยมีพารามิเตอร์ในการประเมินสำหรับการปรับสู่อุตสาหกรรมใหม่ 5.0 ดังรูปที่ 3.19 จะสามารถสรุปประเด็นได้ 3 pillar คือ human-centric (human-machine collaboration, enhance creativity and innovation, worker well-being and safety), sustainability (environmental responsibility, energy efficiency, renewable energy, waste reduction, resource optimization and climate neutrality goals) และ resilience (adaptive system, supply chain flexibility, crisis response capability, distributed operations) มีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

- Focus on delivering customer experiences จากเดิมใน Industry4.0 ที่มุ่งเน้นการทำให้เครื่องจักรสื่อสารกันได้ ไปสู่การมุ่งเน้นประสบการณ์ที่ดีของการจัดส่งสินค้าไปให้ผู้บริโภค
- Hyper customization เปลี่ยนจากการผลิตซ้ำจำนวนมาก ไปสู่การผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคทำให้สายการผลิตสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสินค้าที่เป็นที่ต้องการ
- Responsive & distributed supply chain จากการเน้นการบริหารจัดการ supply chain ที่เน้น profit สูงสุด
- Experience activated products ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ดีขึ้นทำให้สามารถเข้าสู่การมี smart product ในยุคใหม่นี้ นำไปสู่การเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคสามารถ interact กับสินค้าเหล่านั้นได้เช่น AR/VR หรือมี sensor ที่ฝังตัวในสินค้าเมื่อผู้บริโภคตอบสนองการใช้งานก็จะสามารถสื่อสารไปยังผู้ผลิตได้
- Return of manpower to factory ไม่เน้นการใช้ fully automation แล้วดึงคนออกจากโรงงาน ไปสู่ augmentation (not replacement) เน้น human-machine collaboration

3.3.5 AI Frontier in Life Science

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มีส่วนสำคัญในการวิจัยเชิงลึก (Frontier research) สำหรับงานในแต่ละด้านของกลุ่ม Life Science ดังแสดงในรูปที่ 3.20 ประกอบด้วยสายงาน Zoology, Plant Science, Microbiology, Biochemistry & molecular biology, Cell & developmental biology, Genetics, Neuroscience & Psychology, Pharmacology & Clinical medicine, Biomaterials, Ecology และ Environmental science

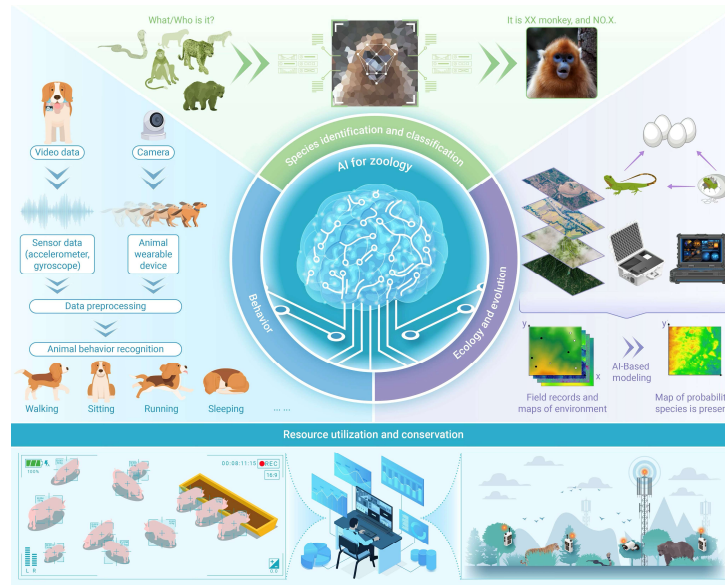


รูปที่ 3.20 AI for Life Science Frontier

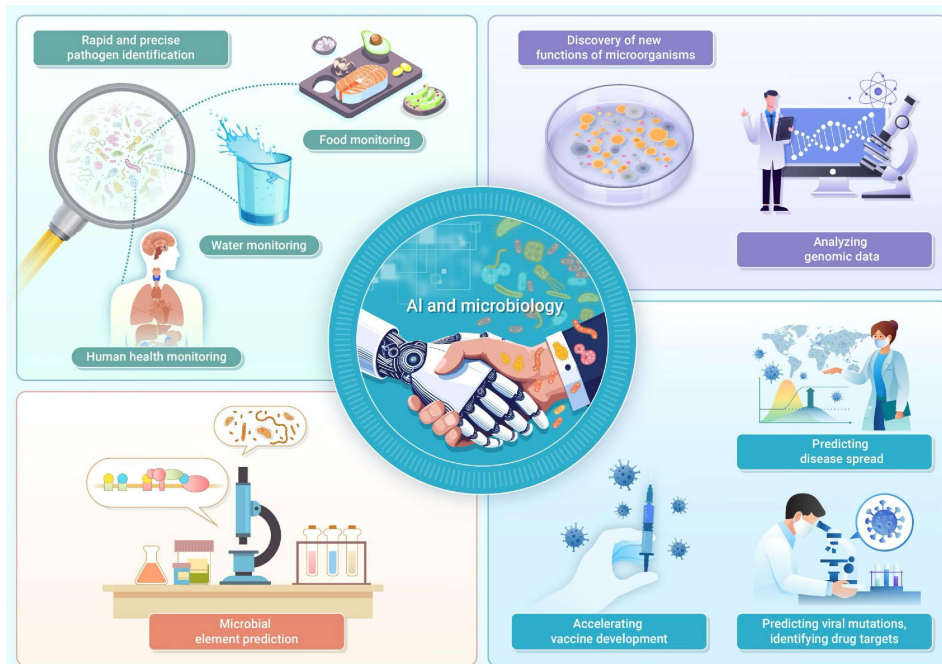
ความท้าทายที่นักวิจัยในสาขา AI จะต้องเผชิญคือการนำไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต คือ การอธิบายกระบวนการตัดสินใจของ AI ที่ยังไม่ชัดเจน หรือเรียกว่าปัญหา “AI black-box” และข้อกังวลด้านจริยธรรม รวมไปถึงการบูรณาการข้ามศาสตร์ระหว่างเทคโนโลยีชีวภาพ กับ สารสนเทศคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างของการใช้ AI ในงานวิจัยทางด้าน Life science เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมจำนวนมหาศาลเพื่อระบุการกลายพันธุ์หรือความผิดปกติในการทำงานของยีนที่ส่งผลให้เกิดโรคต่างๆเช่น มะเร็ง โรคทางพันธุกรรม หรือโรคหัวใจ เป็นต้น รวมไปถึงสามารถนำไปสู่การพัฒนา drug target (โมเลกุลหรือโปรตีน เอนไซม์ หรือยีน ในร่างกายที่ยาสสามารถจับหรือออกฤทธิ์เพื่อรักษาโรคได้)

ความท้าทายของการวิจัย Frontier ในหลากหลายสาขาของ Life Science หลีกเลียงไม่ได้ที่จะต้องใช้อ AI เป็นเครื่องมือสำคัญ การลงทุนในด้านการวิจัยของกลุ่ม Life science จึงจะต้องมีส่วนของการลงทุนใน AI Infrastructure ได้แก่ GPU สำหรับประมวลผลอัลกอริธึม AI เช่น CNN, Generative AI หรือ Explainable AI ที่จะช่วยแก้ปัญหาของ AI black-box การมีข้อมูลที่มีคุณภาพและการแบ่งปัน การใช้งานวิจัยอย่างมีจริยธรรม และ

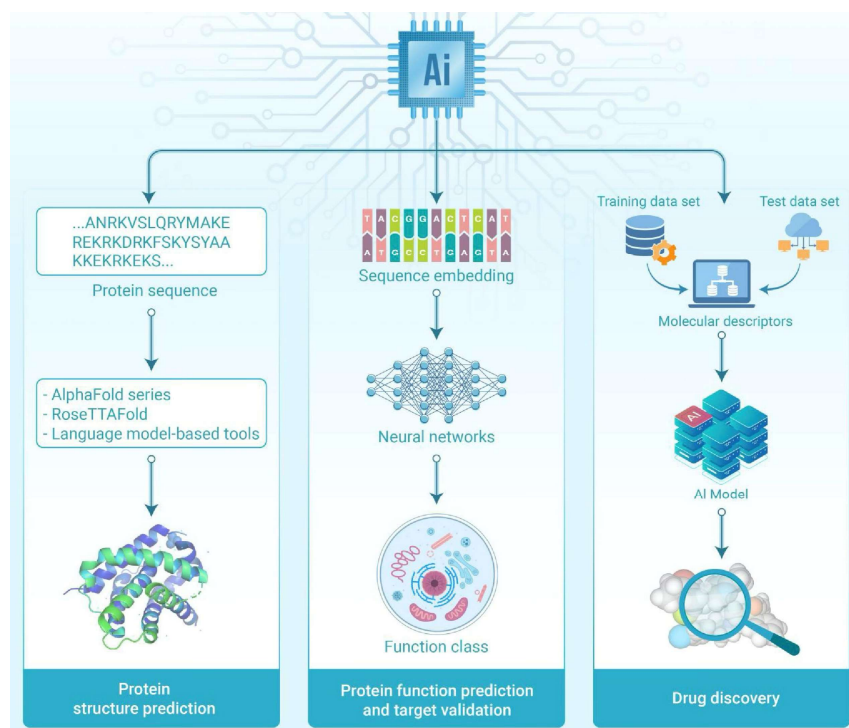
การทำงานร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จะทำให้มีความก้าวหน้าของ วิทยาศาสตร์และการวิจัยขั้นสูงในศาสตร์ต่างๆ เช่น Zoology, microbiology, workflow in molecular biology, from protein sequence to drug discovery, cell and developmental biology และ neuroscience & Psychology ดังรูปที่ 3.21 – 3.25



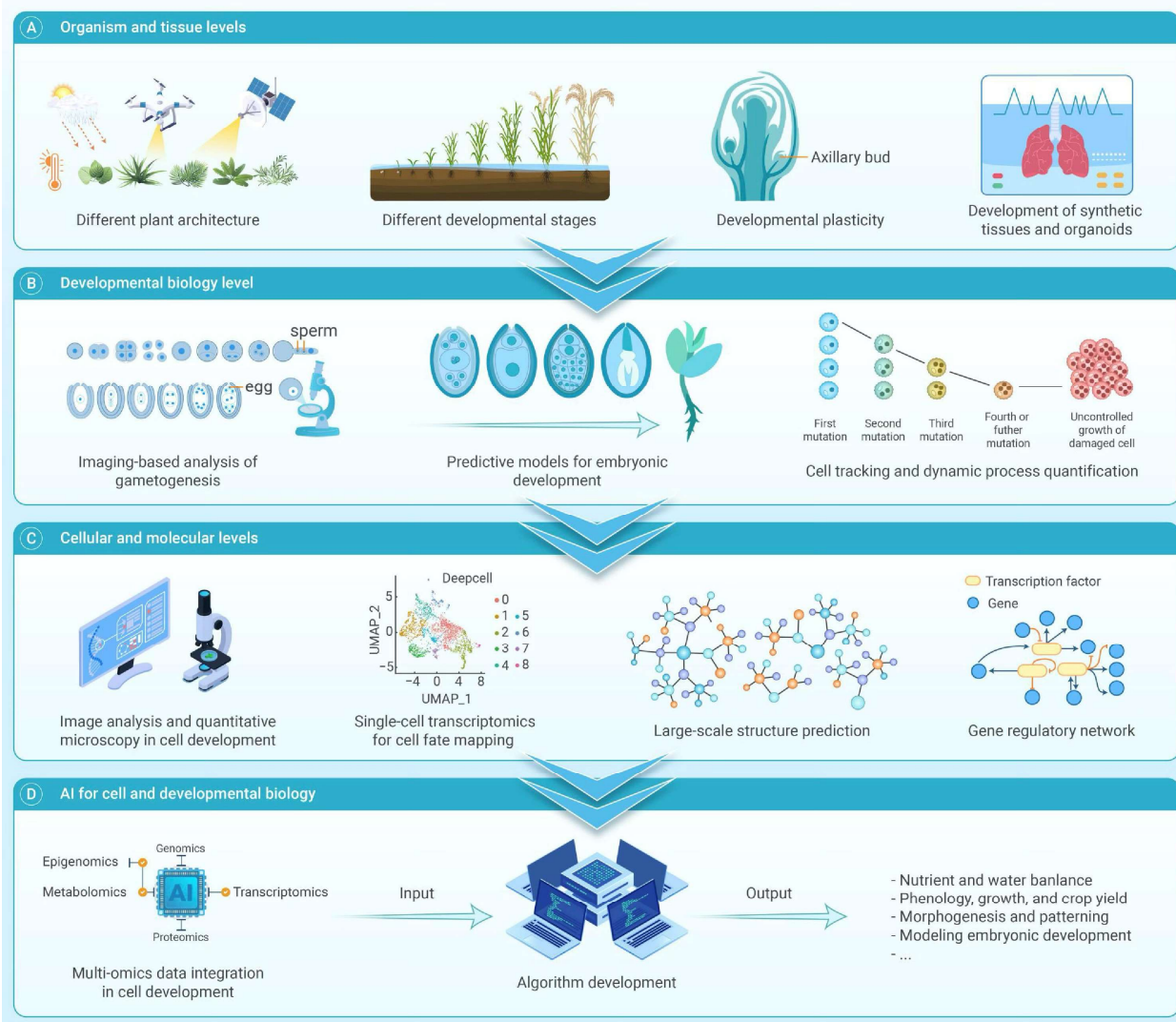
รูปที่ 3.21 AI in Zoology



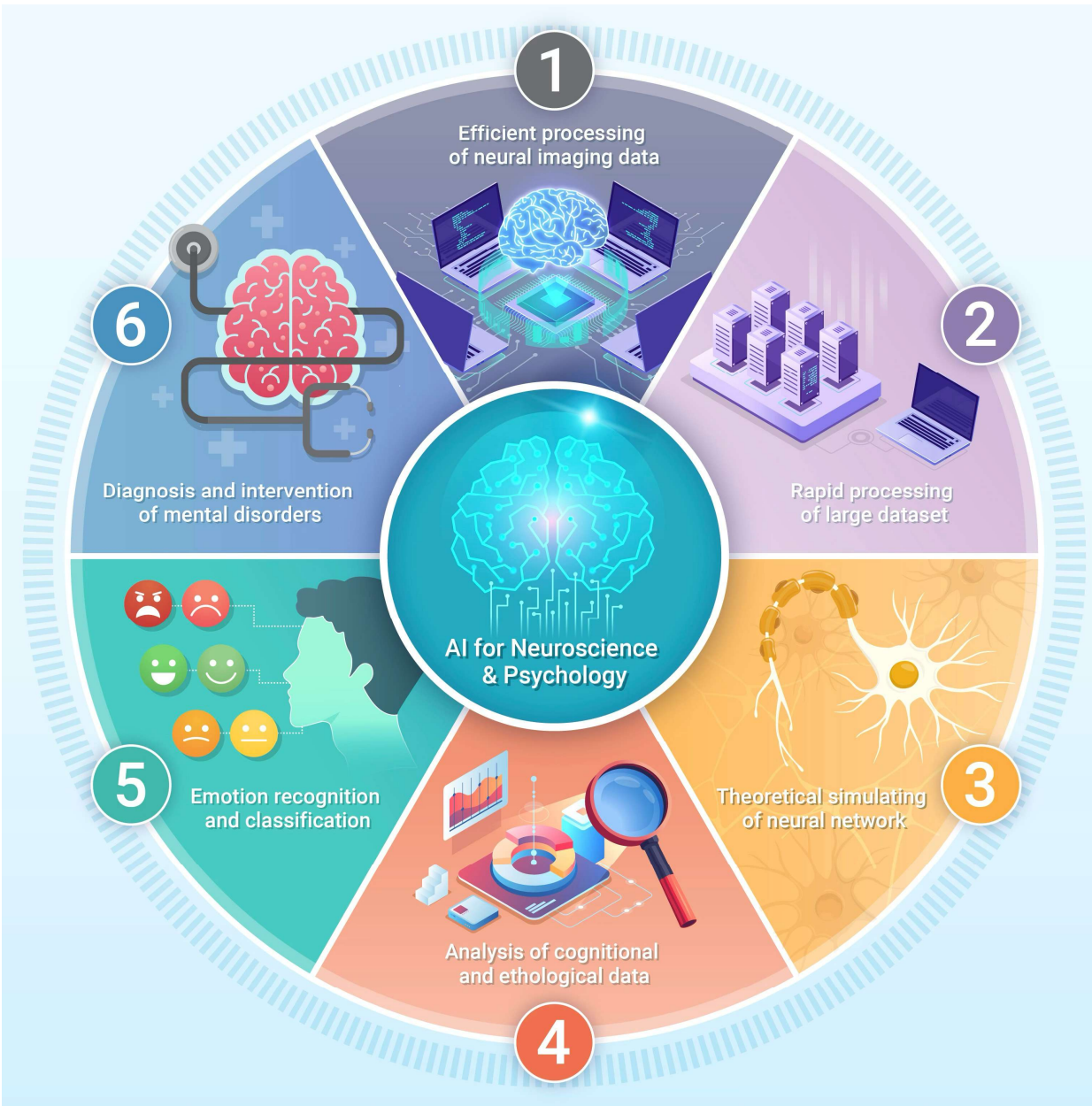
รูปที่ 3.22 AI and microbiology



รูปที่ 3.23 AI-driven workflow in molecular biology, from protein sequence to drug discovery



รูปที่ 3.24 AI for cell and developmental biology



รูปที่ 3.25 AI Applications in neuroscience & Psychology

บทที่ 4

สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

ประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงระบบการวิจัยและการจัดตั้งกองทุน ววน. ภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) เพื่อให้ทิศทางและการขับเคลื่อนประเทศด้วยวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมสามารถส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างมีนัยยะสำคัญ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึงปัจจุบัน เกิดผลสัมฤทธิ์ในกิจการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมที่ชัดเจนเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าการพัฒนาจะทำให้ปัจจัยต่างๆ เข้าอยู่ในแนวทางที่มุ่งไปข้างหน้าได้ดีขึ้นแต่ยังคงต้องการการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป้าหมายที่จะทำให้ประเทศสามารถหลุดพ้นกับดักรายได้ปานกลางด้วยอุตสาหกรรมมูลค่าสูง รวมไปถึงทำให้ภาคเอกชนไทยสามารถมีศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ มีสภาพสังคมที่มีคุณภาพในสภาพของความหลากหลายทางวัฒนธรรมด้วยประเทศไทยมีนักท่องเที่ยวและผู้ที่อยู่อาศัยจากหลากหลายเชื้อชาติ สิ่งแวดล้อมที่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสมและยั่งยืน

ทั้งนี้การพึ่งพาอุตสาหกรรมดั้งเดิมหรือกลุ่มของ new s-curve ในสมัยปี ค.ศ. 2018 นั้น ไม่สะท้อนกับยุคสมัยและทิศทางของการพัฒนาทางเศรษฐกิจในโลกปัจจุบัน เทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มีความสำคัญในลำดับแรกและมนุษย์ไม่สามารถปฏิเสธการใช้งานเทคโนโลยีนี้ได้ ทั้งในชีวิตประจำวันและการสร้างรายได้ AI จึงถือเป็นโอกาสของการสร้าง New economic engine ตัวใหม่ของประเทศไทย ทั้งนี้ความซับซ้อนและความลึกของ AI Technology Stack มีทั้งส่วนของซอฟต์แวร์ (AI algorithm, AI Model, Platform และ Solution ต่างๆ) และส่วนของฮาร์ดแวร์ ที่ประกอบประกอบด้วยส่วนของ Advanced electronics ไปตลอดจนเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรม Semiconductor

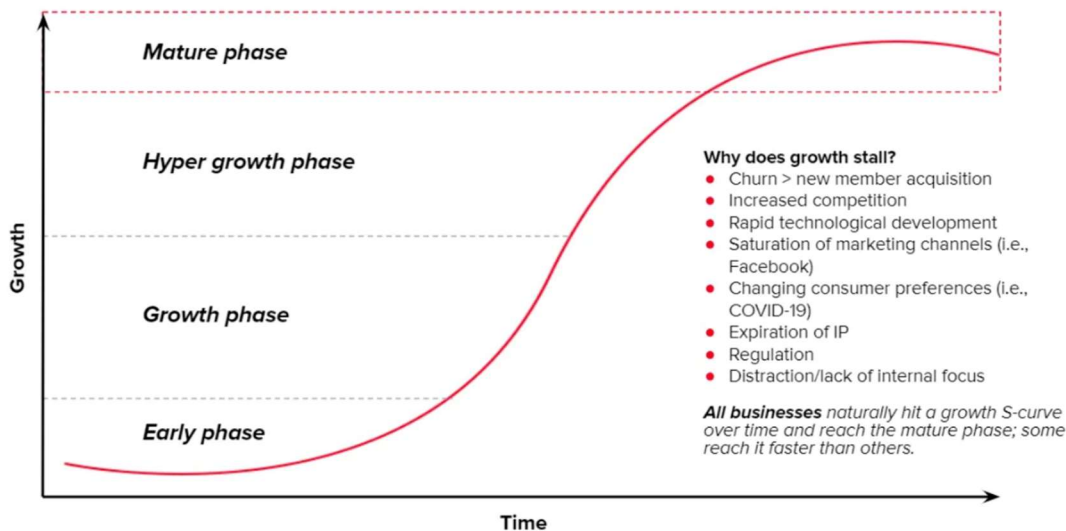
ดังนั้นข้อเสนอแนะจากผลสรุปขั้นต้นในช่วงของครึ่งปีแรกที่เกี่ยวข้องกับ AI และ Semiconductor and advanced electronics ที่เกี่ยวข้องกับ กลไก ภาระงานของ ววน. มีดังนี้

- 1) ความต่อเนื่องของแผนงาน ววน. ปี 2566 – 2570 ตลอดจนงบประมาณการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา ที่สอดคล้องกับภารกิจหลักของกองทุนฯ คือการสนับสนุนงานวิจัยของคนไทยในทุกระดับ ตั้งแต่ Frontier Research ที่มีเป้าหมายในการผลิตผลงานทางวิชาการที่ได้มาตรฐานสากล งานวิจัยและพัฒนาตามลำดับ TRL ไปจนถึงการพัฒนาไปสู่เชิงการใช้งานจริงเชิงพาณิชย์ (นวัตกรรม) ในด้าน

- ดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ Semiconductor & advanced electronics ตลอดจนสนับสนุนเทคโนโลยีประยุกต์ในต่อยอดจากทั้งสองเรื่องนี้คือ Robotic และ Automation
- 2) กลไกและกระบวนการที่ชัดเจนในการส่งเสริมและสนับสนุน สังคมนักวิจัยของไทย ทั้งภาครัฐและเอกชน การยกระดับศักยภาพของการดำเนินงานวิจัยในภาคเอกชน และกระตุ้นให้เกิดการลงทุนสำหรับงานด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของเอกชนเพิ่มสูงขึ้น
 - 3) ส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ ในศาสตร์ทางด้าน AI, Advanced Electronics ตลอดจน Semiconductor เนื่องจากมีความลึกและมีระบบนิเวศน์ที่จำเพาะในแต่ละกลุ่มเรื่อง ในขณะที่มีความสัมพันธ์ไปด้วยกัน
 - 4) วางแนวทาง กลยุทธ์ของการบูรณาการ Technology stack นี้ไปสู่อุตสาหกรรมมุ่งเป้าของประเทศอย่างเหมาะสม โดยให้พิจารณาความยั่งยืน ที่จะสามารถนำไปสู่กลไกของการสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์ เมื่อเกิดรายได้จะทำให้งานที่เกิดจากผลลัพธ์ของวิจัยสามารถมีเงินไปทำให้คงอยู่ รวมไปถึงการลงทุนในการ R&D ของระยะถัดไปได้เอง เช่นนี้ก็จะทำให้งบประมาณการวิจัยของรัฐบาลมีสัดส่วนน้อยลง มีการลงทุนเพิ่มจากภาคเอกชน
 - 5) ความโปร่งใส และการดำเนินงานตามระบบ กรอบแผนงานที่เป็นไปเพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่ถูกกำหนดวางแผนไว้ร่วมกัน
 - 6) ลด ละ เลิก การซื้อหรือพึ่งพาเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ และ advanced electronics จากต่างประเทศ หรือผลักดันให้เทคโนโลยีของไทยเป็นส่วนหนึ่งใน global ecosystem

ความเข้าใจในคำ buzz word อย่างเช่น “AI”, “Semiconductor”, “new S-curve” เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ถูกใช้ด้วยผู้ที่มีความเข้าใจไม่รอบด้านทั้งในมิติเชิงลึกและมุมกว้าง เพื่อให้แผนงานถูกมองว่าเป็นสิ่งที่เข้ากับยุคสมัย ส่งผลให้เกิดคณะทำงานที่ไม่ครบองค์ประกอบที่ถูกต้อง บิดเบี้ยว และส่งต่อให้แผนงาน แนวทางที่จะนำไปใช้ปฏิบัติโดยคนหมู่มากผิดเพี้ยนไป

วิวัฒนาการแบบ dynamic ในการเติบโตของเทคโนโลยีมักจะเติบโตเป็นไปตามรูปแบบของ S-curve นั้นหมายถึงสิ่งใดที่ไม่ใช่เทคโนโลยีลักษณะรูปแบบการเติบโตก็จะไม่ใช่เรียกว่า S-curve แน่นอนว่าหลายคำนิยามในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ประเทศมักเรียกว่า S-curve บางตัว ไม่ได้มีลักษณะการเติบโตเป็น S-curve ที่แท้จริง ดังนั้นจึงขออธิบายรูปแบบเพื่อให้เข้าใจรูปแบบการเติบโตในลักษณะเช่นนี้จากรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Life cycle ของวัฏจักรนวัตกรรมแบบ s-curve[8]

ช่วงของการเติบโตของเทคโนโลยี หรือเทคโนโลยีเกิดใหม่จะเริ่มจากมหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการหรือ ศูนย์วิจัย (เน้นย้ำว่าจุดเริ่มต้นมาจากตรงจุดนี้) แล้วลองพิจารณาย้อนกลับไปที่นิยามว่า S-curve หรือ new s-curve ปัจจุบันคือใช้เทคโนโลยีเกิดใหม่จริงหรือใหม่ หรือเป็นเพียงการสร้าง วลี เกิดใหม่ ในช่วงต้นนั้นเทคโนโลยี มักจะถูกมองว่ายังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ต้องลองผิด ลองถูก ปรับแต่งให้เหมาะสม แต่มีแนวโน้มของทิศทางที่ ถูกคาดการณ์ด้วยหลักการว่าจะเติบโตแบบก้าวกระโดด (Early phase) ซึ่งหน้าที่และบทบาทของ ววน. คือการมุ่ง เป้าในจุดนี้ มันคือหน้าที่และบทบาทของนักวิจัยที่อยู่ในมหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยต่างๆ และต้องการ กลไกของการสนับสนุนจากภาครัฐในช่วงระยะ (phase) นี้ ดังนั้นแผนงานใน ววน. หรือผลลัพธ์จากกลไก ววน. คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการลองผิด ลองถูก ทำสิ่งที่มีอนาคตและยัง ineffective ยังมี error ยังต้องการ trial cases ให้ได้ เร็ว หากทำให้เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าคนอื่นก็จะทำให้เรามีโอกาสเข้าสู่ช่วงระยะของการเติบโตได้ก่อน (Growth phase) นั้นหมายถึงจะมีโอกาสเข้าสู่ตลาดก่อนผู้อื่นๆ

กลไกในบางแผนงานที่ฝังกลไกการสนับสนุน early phase ของ emerging technology development เหล่านี้มักจะมีสิ่งที่จะไปผลักดันทำให้สามารถเข้าสู่จุด tipping point ได้เร็วขึ้นซึ่งจะถือเป็นการเร่งการเติบโตที่ มักจะถูกเรียกว่า accelerated growth จนเกิดเป็นรูปแบบการโตแบบ s-curve เมื่อมองย้อนกลับไปในเป้าหมาย ของแผนประเทศที่มักเรียกว่า s-curve กลับไม่พบกลไกการ accelerated growth ที่เหมาะสม หรือในบาง แผนงานไม่ได้รับความสนใจ และส่วนใหญ่จะถูกเรียกใช้ในทางที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถมองเห็นผลสัมฤทธิ์ของ การ growth และเกิด Impact อย่างที่ต้องการ จะพบว่าจุดหัวเลี้ยวหัวต่อในการจะหลุดออกจาก early phase ใน

s-curve มักจะใช้เวลา 3-4 ปี (หากเป็นการสร้างเทคโนโลยีขึ้นเอง ไม่ใช่การไปเอาเทคโนโลยีคนอื่นแล้วมาต่อยอดหรือใช้งาน ที่มักถูกเข้าใจว่า นั่นคืองานวิจัย) และหากผลงานหรือสิ่งที่ดำเนินการไม่สามารถถูกกระตุ้นด้วยกลไกที่เหมาะสม นั่นหมายถึง emerging technology ที่ทำมาก็จะเข้าสู่สภาวะถูก leave behind

ความเข้าใจที่ผิดมาตลอดสำหรับประเทศไทยคือ เข้าใจว่าเทคโนโลยีดิจิทัล หรือ AI นั้นเปลี่ยนแปลงเร็ว ทั้งที่จริงเป็นคำกล่าวที่รื่องลอย ไม่เข้าใจวัฏจักรวิวัฒนาการของเทคโนโลยีเหล่านั้นจริงๆ ความซับซ้อน (Complexity) หรือมักเรียกว่า Technology convergence ที่ประกอบกันขึ้นมาจากหลากหลายส่วนจำนวนมาก ทั้งส่วนของ computing, communication, และอื่นๆ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดของศาสตร์จำเพาะตัว (ไม่นับรวมของการประยุกต์ใช้งาน) แผน ววน. ให้ความสำคัญในกลไกของการสนับสนุน early phase ในด้านนี้น้อยมาก และเข้าใจว่าการไปถึงของต่างประเทศคือการทำวิจัย หรือการมองกลไกของการเร่งให้เข้าสู่ growth phase เป็นเพียงการประยุกต์เทคโนโลยีของต่างชาติ และเข้าใจผิดตลอดว่า การเขียน/พัฒนาโปรแกรม นั่นคืองานวิจัย สิ่งที่ยั่วยุมากที่สุดคือ งบประมาณของประเทศในด้านนี้มีจำกัดและมักจะถูกใช้ผิดทาง ไม่ตรงวัตถุประสงค์

สำหรับปัจจัยที่จะทำให้การเติบโตของเทคโนโลยีที่จะสร้างมูลค่าในตลาดจะลดลงมักจะเกิดจากตลาดเข้าสู่ red ocean ช่องทางทางการตลาดนิ่ง (ตัวอย่างที่ชัดเจนคือ Meta หรือ Facebook) การสิ้นสุด IP หรือทรัพย์สินทางปัญญา ระบบกลไกของ regulation (เป็นจุดอ่อนของกลุ่มงานวิจัยทางด้านการแพทย์ ยา และอาหาร) และสุดท้ายคือไม่ได้รับความสนใจอย่างถูกต้องจากกลไกของผู้ดำเนินงานเอง

เทคโนโลยี AI ไม่ใช่เข้ากับรูปแบบการเติบโตแบบ S-curve แต่เทคโนโลยีเกือบทั้งหมดมีรูปแบบการเติบโตแบบนี้ เริ่มตั้งแต่ยุคแรกของการถือกำเนิด Personal Computer (PC) เป็นต้น หวังว่าประเทศไทยจะสามารถ put the right man on the right jobs และสามารถกลับเข้าสู่เส้นทางบนหลักการ และแนวปฏิบัติสากล นำพาประเทศไทยให้สามารถเกิด new economy ด้วยอุตสาหกรรมมูลค่าสูง และทำให้ระบบเศรษฐกิจของประเทศหลุดพ้นกับดักรายได้ปานกลาง สร้างสังคมที่มีความสุข ประชาชนมีรายได้ และมีคุณภาพชีวิตที่ดี

4.1 วิเคราะห์บทเรียนของแผนงาน Semiconductor & Advanced Electronics

จากประสบการณ์ของคณะผู้วิจัยฯ ที่เป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตด้านกำลังคนทางด้าน IC Design ในยุคสมัย ปี พ.ศ. 2541 ที่ในสมัยนั้นประเทศมีนโยบายของการขับเคลื่อนด้าน Semiconductor โดยคาดหวังว่าจะเกิดโรงงาน Fabrication ในประเทศ นอกจากนั้นยังมีการสนับสนุน อาชีพและงานทางด้าน IC Design, Process Engineer รวมถึงส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง พบว่าไม่มีการลงทุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง ด้วยข้อมูลของทางผู้วิจัยฯ พบว่าเกิดการลงทุนและจัดทำ Foundry factory ของทางศูนย์ NECTEC ภายใต้หน่วยงาน TMEC ตั้งอยู่บริเวณ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว นอกจากนั้นยังมีโครงการสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาทางด้านนี้ผ่านทาง สวทช. ไปยัง นักวิจัยภายในศูนย์ NECTEC และคณาจารย์มหาวิทยาลัยต่างๆ

จนกระทั่งปัจจุบัน (ผ่านมา 27 ปี) พบว่าประเทศไทยมีบริษัท IC Design 1 บริษัท บริษัททางด้านการ ออกแบบและพัฒนาต้นแบบด้วย FPGA หรือ embedded system 1 บริษัท และเป็นบริษัทขนาดเล็กด้าน embedded system อีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งนับว่าเป็นต้นน้ำของ Semiconductor เพียง 1 บริษัท + 1 (บริษัทที่ mixed ในส่วนการออกแบบต้นน้ำด้วย FPGA และก็มีส่วนงานของบริษัทไปเกี่ยวกับ embedded system) ทั้งนี้ embedded system ถือเป็นงานในส่วนของ advanced electronics เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องจาก Semiconductor แต่ไม่ได้อยู่ในห่วงโซ่ของ Semiconductor โดยตรง

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ประเทศไทยมีผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการในส่วนของ Semiconductor โดยตรง และกลุ่มของงานที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของ electronics module design, embedded system เป็นต้น อยู่จำนวนมาก ทั้งในระดับนานาชาติ และเป็น Journal อันดับต้นๆของโลก

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริง ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ทำให้สามารถคาดการณ์ข้อเท็จจริง ข้อคำถามต่างๆ และทางที่ผู้วิจัย สามารถสรุปเท่าที่มีข้อมูล พบว่า

- 1) งบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาทางด้านนี้สูง และต้องต่อเนื่อง
 - สิ่งที่เกิดขึ้นในประเทศไทย คือ ขาดความต่อเนื่อง (ลงทุนให้ TMEC 1 ครั้ง แล้วหายไป โดยไม่มีความต่อเนื่อง) ขาดความอดทนในการวิจัยและพัฒนา (มีแค่งาน Quick win) สิ่งเหล่านี้เกิดจาก ผู้บริหารระดับประเทศ - ผู้บริหารระดับสูงของหน่วยงานภาครัฐ ที่ไม่มีนโยบาย งบประมาณ และทิศทางที่ชัดเจนมั่นคง ซึ่งปัจจัยความไม่ต่อเนื่อง ก็คงต้องวิเคราะห์ในความเป็นจริงว่าเกิดจากสิ่งใด และจะสามารถขจัดปัญหา หรือบรรเทาสิ่งเหล่านี้อย่างไร เชื่อว่าไม่ได้เกิดเฉพาะกับงานทางด้าน Semiconductor เท่านั้น

- มีงบประมาณจำกัด ข้อเท็จจริงด้านงบประมาณจะมี 2 ส่วน คือ 1) เงินลงทุนการวิจัยและพัฒนาจากภาครัฐ ซึ่งมีจำกัด และมีเรื่องที่ทำหลากหลาย ทำให้ไม่มีจุด focus ที่ชัดเจน (สักเรื่อง) ใช้การกระจายเฉลี่ยโดยทั่ว เลยทำให้ไม่คาดหวังผลได้จริงจัง 2) เงินลงทุนการวิจัยและพัฒนา จากภาคเอกชน รวมไปถึง การลงทุนทางการดำเนินธุรกิจ ของคนไทย มีจำกัด หรือแทบไม่มี นั่นเกิดได้จาก เอกชนไทย ไม่ได้เป็นผู้เล่นในห่วงโซ่ของ Semiconductor หรือ เอกชนไทยไม่ได้สนใจประเด็นด้านการวิจัยและพัฒนา (เช่นพอใจในการทำธุรกิจเฉพาะให้บริการพื้นที่ น้ำ ไฟ หรือ material ในส่วนที่ไม่ได้มีมูลค่าสูง) 3) เงินลงทุนจากภาคเอกชนต่างชาติ ในส่วนนี้จะต้องเกิด win-win situation (เขาลงทุนแล้วทำให้ต้นทุนเขาดีขึ้น หรือ เรามีสิ่งที่เขาต้องการด้านสมอง หรือ raw material หรืออื่นๆ) หรือได้รับการสนับสนุนผลประโยชน์บางส่วนจากภาครัฐร่วมด้วย เช่นมาตรการจาก BOI

2) คนไทยมีศักยภาพ มีจำนวนเพียงพอหรือไม่ ?

เป็นประเด็นปัญหาโต้แย้งเสมอ และเกิดกับทุกอุตสาหกรรมใหม่ พบว่า กำลังคนทักษะสูงขาดแคลน ทั้งนี้ไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนมากนักว่า นิยามของคำว่าขาดแคลนก็ไม่เคยชัดเจน ตัวอย่างเช่น ปริมาณเท่าใด ขาดแคลนในด้านไหน แล้ว สิ่งที่ต้องการนั้นคืออะไร หรือคำว่าขาดแคลนจะมีความหมายที่ลึกลงไป ในมิติของ Business player ผู้เล่นในประเทศ

ตัวอย่างคำกล่าวที่ว่า**ขาดแคลนกำลังคน** ในอุตสาหกรรม Semiconductor ส่วนของ Fabrication (Foundry factory) ไม่นับรวมกลุ่ม PCB/PCBA ซึ่งก็เป็นอุตสาหกรรมต่อเชื่อมจาก ปลายน้ำของ Semiconductor **ไม่ใช่ value chain ของ Semiconductor โดยตรง** หากวิเคราะห์ลงไป พบว่า กระบวนการใน Fabrication process นั้นประกอบด้วยการใช้เครื่องจักรขั้นสูง ระบบที่ซับซ้อน และจำเพาะ เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิต semiconductor นั้นถือเป็น High Technology ฉะนั้น กระบวนการผลิตจึงใช้ High / advanced automation machinery สิ่งแวดล้อมถูกควบคุมจำเพาะ (Clean room) ไม่ได้ใช้คนจำนวนมาก เพียงวิศวกรชำนาญการ / เฉพาะทาง สำหรับดูแลและแก้ปัญหา หากเจอ error ดังนั้นคำว่าขาดแคลนกำลังคน ในส่วนนี้ จึงไม่ใช่ **ปริมาณ** หากแต่**ขาดคนที่มีคุณภาพจำเพาะ** (ขั้นสูง) ซึ่งเหมือนกันในทุกอุตสาหกรรม high tech และยังชัดเจนในยุคของ Robotic & Automation ที่มีความฉลาดจาก AI ยุค 2025

สิ่งที่สำคัญที่จะดึงดูดนักลงทุน ต่างชาติ หรือการทำให้เอกชนไทยสนใจในกลุ่มธุรกิจเหล่านี้คือ จำนวนของผู้เล่น หรือ business partner รวมถึง demand จากคู่ค้าในประเทศหรือภูมิภาคนี้ หากมีสิ่ง

เหล่านี้ การลงทุนของกลุ่มเอกชนจึงเกิดขึ้น สำหรับในอุตสาหกรรม High Tech ส่วนใหญ่รวมถึง Semiconductor นี้ เกิดศักยภาพของเอกชนไทย ที่จะต้องมีองค์ความรู้ชั้นสูง เข้าใจ business ecosystem มีกลไกการสนับสนุนที่จริงจังจากภาครัฐ ด้วยปัจจัยที่ไม่เอื้ออำนวยเหล่านี้ จึงทำให้ไม่สามารถเกิดเอกชนไทยที่จะมีบทบาทใน semiconductor value chain

เมื่อสันนิษฐาน ความเข้าใจ คลาดเคลื่อน การวางแผนทางแก้ไขปัญหา จึงไม่ตรงจุด ส่งผลกระทบที่เกิดขึ้นตั้งแต่เมื่อ 20 กว่าปีก่อน มาจนถึงปัจจุบัน ยิ่งเวลาผ่านไป ความก้าวหน้าของ high technology เหล่านี้ยิ่งทิ้งห่างไปมากเกินกว่าที่จะตามได้ทัน ไม่ใช่เฉพาะประเทศไทย แต่หากสังเกตจะพบว่าจำนวนผู้เล่นทั้งโลกก็จำกัดอยู่ในเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

3) การพัฒนาและส่งเสริมใน Ecosystem อื่นๆที่เชื่อมโยงกับ Semiconductor ถูกทางหรือไม่

จากประเด็นข้างต้น จึงส่งผลต่อข้อคำถามในชุดที่ 3 นี้ว่า แล้วประเทศดำเนินการมาถูกทางจริงหรือไม่ ตรงจุดไหม ด้วยข้อคิดเห็นเฉพาะตนของนักวิจัยโครงการ มองว่าด้วยข้อจำกัดมากมายของประเทศที่ไม่สามารถแก้ไขเชิงระบบได้ง่ายหรือรวดเร็ว ดังนั้นประเทศไทยจึงไม่เหมาะสมสำหรับลงพัฒนาต้นน้ำของอุตสาหกรรมใดๆ (ไม่ว่าจะอุตสาหกรรม High Technology ใด)

อุตสาหกรรม semiconductor ถือเป็นต้นน้ำมากๆ ของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีอื่นๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ประกอบด้วย subset – digital, subset – AI, subset - สารสนเทศ (Information communication) อุตสาหกรรม EV อุตสาหกรรมไฟฟ้า หรืออุตสาหกรรมการบิน เป็นต้น ประเทศไทย เหมาะสำหรับ **ส่วนกลาง หรือปลายน้ำ** ทั้งนี้แนะนำว่า ประเทศไทย ควรจะต้องมีพันธมิตรที่จริงจัง จริงใจสำหรับการวิจัยและพัฒนาในแต่ละอุตสาหกรรมเป็น Globalization

4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับ ววน.

1. ด้านระบบ ววน.

ควรมีความชัดเจนของแผนระดับปฏิบัติการในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ และการวิจัยสำหรับงานในด้าน ดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ที่ด้านขอบเขต บทบาท และหน้าที่ของ กองทุน ววน. ในบริบทของ การสนับสนุนการวิจัยขั้นสูง การวิจัยต่อยอด และการมีกลไกส่งเสริมให้นวัตกรรมที่ต่อยอดมาจากงานวิจัยนำไปสู่การใช้งานเชิงพาณิชย์ (ขายได้) หรือนำไปสู่การใช้งานในวงกว้าง (social impact)

ความชัดเจน โปร่งใส และการตรวจสอบติดตาม กลไกการสนับสนุนของ กองทุน ววน. ให้สอดคล้องกับ พรบ. ที่กำหนดไว้ อาทิเช่น ขอบเขตความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน ตั้งแต่ กสว., สกสว. และ PMU ทั้ง ภายใต้กระทรวง อว. หรือ กระทรวงอื่น ที่ใช้งบประมาณจากกองทุน ววน. นี้

งานที่ไม่ใช่ภารกิจหน้าที่ตามคำนิยามของการ “วิจัย” และ “พัฒนานวัตกรรม” ไม่ควรได้รับการสนับสนุนผ่านกลไกของ ววน. ขอให้ใช้กลไกการสนับสนุนจากภาครัฐ จากหน่วยงาน หรือ กระทรวง อื่นที่มีหน้าที่รับผิดชอบได้แก่

- ววน. ไม่ควรลงทุนจัดหาของหรือระบบ ให้กับหน่วยงานภาครัฐ หรือ เอกชน ผลลัพธ์ของการวิจัยที่พร้อมขอให้ใช้กลไกตามการจัดซื้อจัดจ้าง หรือใช้เงินของหน่วยงานรัฐ – เอกชน จัดหาเอง
- ววน. ไม่มีหน้าที่หลัก สำหรับการจัดกิจกรรมใดๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการวิจัย เป็นต้น

วิเคราะห์บทบาทของ สกสว. จากมุมมองของนักวิจัยของโครงการนี้

เพื่อประโยชน์สูงสุดของการวางแผน บริหารและจัดสรรงบประมาณให้สอดคล้องกับภารกิจของ ววน. เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จากมุมมองของนักวิจัยในโครงการที่เคยผ่านประสบการณ์ของการรับทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทั้งจากภาครัฐและเอกชนตลอดช่วง 25 ปี ในสายอาชีพอาจารย์ นักวิชาการและนักวิจัย รวมถึงมีโอกาสในการเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานภายใต้หน่วยบริหารจัดการทุนในห้วงระยะเวลา 4 ปี พบว่า

หน่วยงานที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนเลขาของกองทุน ววน. อย่าง สกสว. นั้น ควรมีภาระหน้าที่หลักดังรูปที่ 4.2 คือ

- 1) สร้างแผนปฏิบัติการ สำหรับงานวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ที่สอดคล้องกับ นโยบาย ววน. ที่ในระดับ สภานโยบายฯ หรือ สอวช. รับผิดชอบ

- 2) เมื่อมีแผนปฏิบัติการที่สอดคล้องกับนโยบาย ก็สามารถ allocate งบประมาณไปยังหน่วยบริหารและจัดการทุน หรือ funding level พร้อมทั้งมอบ KPI/KR ที่หน่วยบริหารและจัดการทุนจะต้องรับไปดำเนินการ
- 3) ติดตาม KPI/KR จากหน่วยบริหารและจัดการทุนตามที่จัดทำข้อตกลง - คำรับรอง
- 4) รับฟัง และดำเนินการให้แต่ละหน่วยบริหารและจัดการทุน ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
- 5) ทั้งนี้ภารกิจที่จะต้องดำเนินการต้องตั้งอยู่บนความโปร่งใส ความชัดเจน และมุ่งเน้นเพื่อทำให้งบประมาณสำหรับ ววน. ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพประสิทธิผล ตามหลักการที่กำหนดไว้



รูปที่ 4.2 ภาพรวม Framework ของ ววน.

สิ่งที่จะต้องดำเนินการในบทบาทการส่งเสริมสนับสนุน (Facilitator)

- 1) สร้างความเข้าใจประชาคมนักวิจัย เข้าใจ ทิศทาง กรอบแนวทางของ แผนงาน ววน. รวมถึงรับทราบถึง ประสิทธิภาพของการใช้งบประมาณของ ววน. อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานระดับชาติ ทั้งภายในและภายนอกประเทศ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภายนอก กระทรวง ภาคเอกชน
- 3) เป็นสะพานความรู้ทางวิชาการ เชื่อมโยงระหว่าง ประชาคมนักวิจัย กับภาคสังคม และภาคเอกชน เพื่อให้ บรรลุเป้าหมายของแผนงาน ววน.

สิ่งที่พึงระวัง

- 1) การดำเนินตามหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส ชัดเจน
- 2) หลีกเลี่ยงสิ่งที่เรียกว่า Conflict of Interested (COI) ทุกมิติ
- 3) ปราศจากการแทรกแซงทางการเมือง การดำเนินงานจะต้องอยู่บนหลักการ หลักเกณฑ์ เพื่อเป้าหมายของ ประเทศและประชาชน เป็นสำคัญ

2. ด้านประเด็นของทิศทางการวิจัยในโปรแกรม P5

ควรดำเนินการสังเคราะห์ผลการดำเนินงานของ ววน. ในแผนปี 2566 – 2570 ที่ผ่านมา และนำไปสู่การปรับปรุงหัวข้อสำหรับการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในแผนโปรแกรม P5 ประจำปี 2571 – 2575

3. ด้านกลไกของการสนับสนุนระบบนิเวศน์ที่เกื้อกูล

- ววน. ควรร่วมมือกับหน่วยงานภาคเอกชนหรืออุตสาหกรรมที่จะเชื่อมโยงไปสู่การนำผลลัพธ์จากงานวิจัยไปใช้งานจริงเชิงพาณิชย์ ด้วยกลไกของการมีบริษัทหรือดำเนินธุรกิจจริงจัง
- การลงทุนขั้นพื้นฐาน หรือ infrastructure ควรจะสนับสนุน เอกชนรายเล็ก เป็นในลักษณะของเครื่องมือพื้นฐาน หรือ ให้สิทธิเอกชนรายเล็กในการ license ผลลัพธ์งานวิจัยก่อนในราคาที่เข้าถึงได้
- สนับสนุนในส่วนของการพัฒนากำลังคนในกลุ่ม high technology ผ่านกลไกของ PMU ที่เกี่ยวข้อง โดยมีสัดส่วน portion ของงบประมาณภาพรวมใน ววน. ที่ชัดเจน (ขอให้สมดุล)

4. ด้านการติดตามและประเมินผล

การติดตามและประเมินหน่วยบริหารและจัดการทุนสามารถดำเนินการได้หลากหลายรูปแบบ สำหรับส่วนของแผนงานโปรแกรม P5 ในยุทธศาสตร์ที่ 1 มุ่งเน้นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ สามารถประเมินติดตามผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ Economic Impact ได้ดังนี้

- 4.1 ประเมิน Economic impact จาก รายได้จาก Product / Solution / Systems / Devices ของเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ IoT รวมทั้งหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ
- 4.2 ประเมิน Economic impact จากกลุ่มผู้ใช้งานจาก P5 ไปประยุกต์ใช้งาน (ประเมินจาก Adopter) ซึ่งจัดกลุ่มออกเป็น

- 4.2.1 ผู้ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม – เอกชน : ประเมินจากมูลค่าที่เกิดจากการนำ เทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้งาน แล้วทำให้เกิด การเพิ่มประสิทธิภาพ (Increase productivity), ลดต้นทุน (Cost reduction), ลดความเสี่ยง (Risk reduction) และเกิดรายได้จากธุรกิจใหม่ เป็นต้น
- 4.2.2 ผู้ใช้งานในภาครัฐราชการ: ประเมินมูลค่าจากที่เกิดจากผลของการนำเทคโนโลยีไปใช้แล้วช่วยลดผลเสียหาย ได้แก่ การนำเทคโนโลยี AI ทางด้านการแพทย์ ช่วยลดระยะเวลาของผู้เชี่ยวชาญ นักรังสี ในการอ่านฟิล์ม X-ray ทำให้ผู้ป่วยสามารถรับการรักษา – วินิจฉัยได้เร็วขึ้น X% ลดความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดที่อาจจะส่งผลกระทบต่อ ค่ารักษาพยาบาล ค่าเสียโอกาส และอื่นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถประเมินย้อนกลับเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] H.M.K.K.M.B. Herath, Mamta Mittal, Adoption of artificial intelligence in smart cities: A comprehensive review, *International Journal of Information Management Data Insights*, Volume 2, Issue 1, 2022.
- [2] SOHEYLA AMIRIAN, FENGYI GAO, NICKOLAS LITTLEFIELD, (Graduate Student Member, IEEE), JONATHAN H. HILL, ADOLPH J. YATES JR., JOHANNES F. PLATE, LIRON PANTANOWITZ, HOOMAN H. RASHIDI AND AHMAD P. TAFTI “State-of-the-Art in Responsible, Explainable, and Fair AI for Medical Image Analysis”, in *IEEE Internet of Things Magazine*, vol. 13, pp. 58229-58263, 27 March 2025.
- [3] C. Trocin, P. Mikalef, Z. Papamitsiou, and K. Conboy, “Responsible AI for digital health: A synthesis and a research agenda,” *Inf. Syst. Frontiers*, vol. 25, no. 6, pp. 2139–2157, Dec. 2023.
- [4] Sajid Ali, Tamer Abuhmed, Shaker El-Sappagh, Khan Muhammad, Jose M. Alonso-Moral, Roberto Confalonieri, Riccardo Guidotti, Javier Del Ser, Natalia Díaz-Rodríguez, Francisco Herrera, Explainable Artificial Intelligence (XAI): What we know and what is left to attain Trustworthy Artificial Intelligence, *Information Fusion*, Volume 99, 2023.
- [5] Goodman B., Flaxman S., European union regulations on algorithmic decision-making and a “right to explanation” *AI Mag.*, 38 (3) (2017), pp. 50-57.
- [6] P. Vyas, G. Vyas, "Generative Artificial Intelligence: Current Trends, Issues, and Challenges," in *IT Professional*, vol. 27, no. 1, pp. 20-26, Jan.-Feb. 2025.
- [7] D. B. Acharya, K. Kuppan and B. Divya, "Agentic AI: Autonomous Intelligence for Complex Goals—A Comprehensive Survey," in *IEEE Access*, vol. 13, pp. 18912-18936, 2025
- [8] URL Link: <https://medium.com/parsa-vc/jumping-s-curves-building-a-high-performance-startup-80e4410466a5>, last accessed: 21 Apr. 2025.
- [9] B. Marr, “Agentic AI: The next big breakthrough that’s transforming business and technology,” *Forbes*, Sep.6, 2024. Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available:

<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2024/09/06/agent-ai-the-next-big-breakthrough-that-transforming-business-and-technology/>

- [10] Chang C, Srirama S, and Buyya R. Internet of things (IoT) and new computing paradigms In: Buyya R, Srirama S, editors. *Fog and Edge Computing: Principles and Paradigms*. Wiley. 2019. pp. 1–23.
- [11] Shi W, Cao J, Zhang Q, Youhuizi L, and Lanyu X. Edge computing: vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*. 2016;3(5):637–646.
- [12] Cao J, Zhang Q, and Shi W. Introduction. In: Cao J, Zhang Q, Shi W, editors. *Edge Computing: A Primer*. Springer; 2018. pp. 1–9
- [13] Yu W, Liang F, He X, *et al.* A survey on the edge computing for the Internet of things. *IEEE Access*. 2018;6:6900–6919.
- [14] Bonomi F, Milito R, Zhu J, and Addepalli S. Fog computing and its role in the Internet of things. In: *Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing*. MCC'12. New York, NY, USA: ACM; 2012. pp. 13–16.
- [15] Luo M., Yang W., Bai L., et al., (2024). Artificial intelligence for life sciences: A comprehensive guide and future trends. *The Innovation Life* **2(4)**: 100105.

ภาคผนวก ก. รายชื่อบริษัทที่ต้องการกำลังคนด้าน AI พร้อมชื่อตำแหน่งงาน

รายชื่อบริษัท	ตำแหน่งงาน
1. KPMG Phoomchai Audit Ltd.	Data Scientist (AI Engineer)
2. บริษัท แอสเซนด กรุ๊ป จำกัด	AI Solution Manager/Data Scientist Lead
3. Mitr Phol Sugar Corp., Ltd.	AI Engineer - LLM & Generative AI (Fix Term Contract)
4. SCBX Public Company Limited	AI Researcher Scientist
5. Eureka Automation Co., Ltd.	AI Vision Engineer
6. Arise by INFINITAS Co., Ltd.	Data Engineer + Data Analyst
7. Lotus's	Senior Data Scientist
8. Gear Inc.	Software Developer / Programmer (AI Model Training)
9. Cathcart Associates Asia Recruitment Ltd.	AI Pipeline Engineer (Python)
10. O S D Co., Ltd.	Machine Learning Engineer
11. Krung Thai Bank PCL	Data & AI Engineer
12. AIS Public Company Limited	Data Scientist (Onsite)
13. TMBThanachart Bank or ttb	AI/ML Engineer
14. บริษัท ดี.ที.ซี. เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด (มหาชน)	AI Developer, นักพัฒนาระบบ AI
15. บริษัท แอดไวซ์ ไอที อินฟินิท จำกัด (มหาชน)	Robotic AI Specialist
16. บริษัท แบร็นรัน จำกัด	Data Scientist
17. บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด	Production Supervisor(Data Analyst) – Manufacturing
18. บริษัท แก้วพันธุ์ จำกัด	AI Researcher, AI Tester
19. บริษัท แมกเนคอมพ์ พรินซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)	Senior Data Engineer (IT)
20. บริษัท ไบโอฟาร์ม เคมิคัลส์ จำกัด	Senior Data Analyst & Application Specialist

ภาคผนวก