

รายงานฉบับที่ 3

ประมวล วิเคราะห์ สังเคราะห์
สถานการณ์และแนวโน้มประเทศไทย
(กรกฎาคม-กันยายน 2542)

**วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี :
สู่สังคมความรู้ และยั่งยืน?**



จัดทำโดย
โครงการข่าวสารทิศทางประเทศไทย
โดยการอุดหนุนของ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
15 ตุลาคม 2542

คำชี้แจง

เอกสารนี้เป็นรายงานการวิเคราะห์สังเคราะห์และประมวลสรุปเหตุการณ์และแนวโน้มด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย และในต่างประเทศที่มีผลกระทบต่อไทย จัดทำทุก 3 เดือน เผยแพร่ทั้งในรูปเอกสาร และทางโฮมเพจของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ทั้งนี้เป็นการดำเนินงานตามโครงการข่าวสารทิศทางประเทศไทย (Thailand Trends Monitoring Project - TTMP) ที่ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ตามหนังสือสัญญาให้ทุนเลขที่ RDG 01/0006/2542

รายงานฉบับนี้เป็นฉบับที่สาม ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2542 ประกอบด้วยรายงาน 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นรายงานการวิเคราะห์ในหัวข้อเรื่อง วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี : สู่วิถีสังคมความรู้และยั่งยืน ? (*Science and Technology: Toward Knowledge and Sustainable Society?*) ส่วนที่ 2 เป็นรายงานการประมวลสรุปเหตุการณ์และแนวโน้มด้านต่างๆ ของประเทศไทยและต่างประเทศที่มีผลกระทบต่อไทย ทั้งนี้โดยทำการประมวลสังเคราะห์ตามกรอบการประมวลข้อมูลที่กำหนดไว้ 7 หัวข้อ มีความหนาทั้งสิ้นประมาณ 200 หน้า

สำหรับผู้สนใจดูรายงานทุกฉบับของโครงการฯ ทางอินเทอร์เน็ต เชิญได้ที่เว็บไซต์ของ สกว. ชื่อ <http://www.trf.or.th/ttmp/index.htm>

คณะผู้ดำเนินงานหวังว่า ท่านจะได้รับประโยชน์จากรายงานฉบับนี้ตามสมควร



นายอนุช อภาภิรม

หัวหน้าโครงการข่าวสารทิศทางประเทศไทย

บทคัดย่อ

รายงานข่าวสารทิศทางการศึกษาไทยฉบับที่ 3 ของโครงการข่าวสารทิศทางการศึกษาไทย ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นบทวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี: สู่สังคมความรู้และยั่งยืน? ส่วนที่สองเป็นภาคการประมวล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เหตุการณ์และแนวโน้มของสังคมไทยระหว่างช่วงเวลาเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2542 จากสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร หนังสือ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้แก่เอกสารจากอินเทอร์เน็ต รายการโทรทัศน์ เป็นต้น โดยมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้นอย่างเห็นชัดในลุ่มน้ำเมโสโพเทเมียและลุ่มน้ำไนล์เมื่อราว 5 พันปีมาแล้ว รวมทั้งลุ่มน้ำอื่นในเอเชีย ในช่วงต้นประวัติศาสตร์อารยธรรมตะวันออกได้เป็นอารยธรรมหลักของโลก การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 - 17 และการปฏิวัติอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมที่ได้เริ่มขึ้นในประเทศอังกฤษในคริสต์ศตวรรษที่ 18 ยังผลให้อารยธรรมตะวันตกได้กลายเป็นอารยธรรมหลักครอบงำโลกอยู่จนถึงปัจจุบัน
2. มีเหตุการณ์ร้ายใหญ่เกิดขึ้นต่อเนื่องในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ได้แก่สงครามโลกครั้งที่ 1 ภาวะเศรษฐกิจตกต่ำในทศวรรษ 1930 สงครามโลกครั้งที่ 2 สงครามเย็น วิกฤตสิ่งแวดล้อม วิกฤตเศรษฐกิจเอเชีย ทำให้ภาพลักษณ์และความเชื่อมั่นในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลง เรียกร้องให้มีการปรับทัศนคติและจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
3. ศูนย์กลางการวิจัยและพัฒนาของโลกในปัจจุบันมีอยู่ 3 ศูนย์ ได้แก่ อเมริกาเหนือ ยุโรปตะวันตก และญี่ปุ่นกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ครอบงำการวิจัยและพัฒนาว่าร้อยละ 80 ของโลก ทั้ง 3 ศูนย์นี้ใช้เงินในการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมหรือเพื่อการผลิตและการค้าเป็นสำคัญ ส่งผลให้ทั้งโลกมีแนวโน้มปฏิบัติตาม ความสัมพันธ์ที่ไม่ได้สมดุลระหว่างประเทศชายขอบกับประเทศศูนย์กลางเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการศึกษาและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. พัฒนาการของการวิจัยและพัฒนาที่มีแนวโน้มจากการลดความสำคัญของนักวิทยาศาสตร์หรือนักประดิษฐ์เดี่ยว ไปสู่การวิจัยและพัฒนาที่มีลักษณะหลายสาขาหรือข้ามสาขา มีการร่วมมือกันกว้างขวางขึ้น แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก้าวจากความคิดเชิงกลไกสู่ระบบซับซ้อนที่ปรับตัว (Adaptive Complex System)
5. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทยอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่องค์ความรู้เดิมและองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งเมื่อใช้อย่างเหมาะสมจะมีบทบาทเสริมกันและกัน องค์ความรู้เดิมที่ถูกกลดเลือนมานาน ควรใช้เป็นฐานสำหรับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของประเทศ
6. การพัฒนาระบบวิจัยและพัฒนาของประเทศ นับแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สอง มีอยู่ 5 ช่วงด้วยกัน ได้แก่ ช่วงการทำการเกษตรให้หลากหลายและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน การสร้างอุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้า การสร้างอุตสาหกรรมส่งออก การแปรรูปให้เป็นของเอกชน และช่วงวิกฤตเศรษฐกิจ การวิจัยและพัฒนาของไทยในภาพรวมยังต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยของโลกค่อนข้างมาก และอยู่ในภาวะเสี่ยงเข้าจากต่างประเทศ
7. วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยอยู่ในภาวะวิกฤติ ซึ่งที่สำคัญเกิดจากการขาดความเป็นวิทยาศาสตร์ของชาติ ซึ่งเป็นปัญหาทางเศรษฐกิจ-การเมือง-วัฒนธรรม
8. ปัญหาหลักของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลกในปัจจุบันมีอยู่ 2 อย่างด้วยกัน ได้แก่ การแปรความรู้ให้เป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อกำไร และการใช้ความรู้ในการก่อสงครามและความรุนแรง ซึ่งก่อผลเสียต่อสวัสดิภาพของมนุษย์และความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อม
9. บทเรียนที่สำคัญของประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่รวมทั้งประเทศไทยก็คือนโยบายไล่ทันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตะวันตกที่ดำเนินมากกว่า 150 ปีด้วยวิธีต่าง ๆ ไม่ประสบผลสำเร็จ
10. ข้อเสนอแนะที่สำคัญคือการเร่งสร้างแนวนโยบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติที่ชัดเจน ยึดหยุ่น เป็นที่ยอมรับและปฏิบัติได้ เพื่อสร้างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประชาชาติ และที่เป็นมิตรกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
11. การปฏิรูปทางเศรษฐกิจ-การเมืองของประเทศดำเนินไปอย่างเชื่องช้า ขาดความร่วมมือรู้สึกกับมิตรขอบ มากด้วยการชิงดีชิงเด่น ทำให้ความเป็นไปได้ในการสร้างความปรองดองในชาติยังอยู่ห่างไกล ปัญหาทางเศรษฐกิจ-สังคมมีแนวโน้มรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะเศรษฐกิจนอกระบบผิดกฎหมาย คุณภาพชีวิตที่ลดลงเนื่องจากภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจ ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมหลายเรื่องยังเรื้อรังไม่ได้ถูกแก้ไข

ABSTRACT

This is the third quarterly report of the Thailand Trend Monitoring Project (TTMP), implemented by contract of the TRF. The report consists of two parts. Part one is an analysis entitled "*Science and Technology: Toward Knowledge and Sustainable Society?*" while part two contains the integration of information gathered from various media including newspapers, magazines, books and electronics media, such as hypertexts from internet web sites and news reports from radio and TV programs.

The result of the study thus far can be summarized as follows:

1. Science and technology was clearly seen developing in the Mesopotamia and Nile valleys as well as in other river valleys throughout Asia around five thousand years ago. Eastern civilization then became the world's forefront civilization. However, the scientific revolution of the 16th - 17th century as well as the industrial and agricultural revolution that began in England during the 18th century resulted in the emergence of Western civilization as the predominant world civilization, a dominance that has lasted till present day.
2. Subsequent negative events in the 20th century - World War I, the 1930's Great Depression, World War II, the Cold War, the environmental crisis, and the Asian economic crisis - have resulted in the declining image and credibility of science and technology, and call for responsibilities and ethics in science.
3. Presently, there are three global centers for research and development (R&D), namely North America, Europe, and Japan and the newly industrialized countries. Together these centers account for 80% of the world's R&D's activities. All three centers utilize R&D funds primarily for industrial or manufacturing and commercial studies. As a result, the trend is for other institutions to follow suit. The unbalanced relationship between the peripheries and countries in the center poses a significant problem for the study and development of science and technology.
4. In the current advancement of R&D, conduction by single scientists or inventors tends to give way to multidisciplinary or transdiscipline R&D. Cooperation between different knowledge domains is more widespread, and there is a paradigm shift in basic scientific thought from mechanic movements to an "Adaptive Complex System".
5. Knowledge of science and technology can be divided into two groups: traditional wisdom and contemporary wisdom. If properly employed, these will function to reinforce one another. Traditional wisdom, which has long been neglected, should be a compact foundation for developing science and technology that is suitable for our country.
6. The postwar advancement of the country's R&D can be divided into 5 phases: the forming of a diverse agriculture and basic structure; the creation of industries to replace imports; the building of export industries; privatization; and the economic crisis. Thailand's overall R&D activities are well below the international standard, and the country must rely heavily on foreign R&D.
7. Due to our unscientific way of thinking, which results mainly from the lingering economic-political-cultural problem, science education in Thailand is doomed to be in crisis.
8. There are currently 2 main issues facing the global development of science and technology. They are the patenting of scientific knowledge for profit seeking and the use of scientific knowledge in warfare and for violent means, both of which have negative impacts on the welfare of humanity and the wealth of the environment.
9. An important lesson for most developing countries, including Thailand, is that a policy of pursuing Western science and technology, one that has been implemented for the last 150 years using various methods, is unsuccessful.
10. An important suggestion is to establish a direction and policy for science and technology that is precise, flexible, comprehensive and feasible in order to create science and technology that is suitable for the nation, and is human- and environmental-friendly.
11. Economic and political reforms are taking place slowly due to a lack of collective responsibility. Competition makes the creation of consensus in the nation seem remote. Economic and social problems have intensified, particularly in respect of the underground economy. The standard of living has declined as a result of the economic crisis, while many environmental and cultural problems remain unsolved.

รายงานย่อเหตุการณ์และแนวโน้มประเทศไทยสำหรับผู้บริหาร

โครงการข่าวสารทิศทางประเทศไทย

กรกฎาคม - กันยายน 2542

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี : สู่อสังคัมความรู้และยั่งยืน?

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเคยเป็นความหวังของมนุษย์ในอันที่จะบรรลุความจริงอันลึกลับ ยกระดับทางปัญญา และแก้ไขปัญหานานัปการ ก้าวขึ้นสู่คริสต์ศตวรรษใหม่ด้วยภาพลักษณ์ที่เสียไปและความเชื่อมั่นที่ลดลง แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังคงเป็นพลังขับเคลื่อนสังคมโลกต่อไป ทว่า จะนำไปสู่อสังคัมความรู้และยั่งยืนจริงหรือ

1. บทนำ เทคโนโลยีหรือความรู้ในการใช้เครื่องมือ พลังงานและวัสดุเพื่อการผลิตเป็นสิ่งที่คู่กับมนุษย์มานานนับล้านปี จากขวานหินถึงยานอวกาศ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในอารยธรรมลุ่มน้ำเมโสโปเตเมียกับลุ่มน้ำไนล์เมื่อราว 5 พันปี กับลุ่มน้ำอื่นในเอเชียได้ช่วยทำให้เทคโนโลยีก้าวหน้าไปครั้งใหญ่ อารยธรรมมนุษย์ก้าวจากชุมชนพราน-นักเก็บของป่าสู่อสังคัมเกษตรอย่างมั่นคง เกิดนครขนาดใหญ่หลายแห่ง กล่าวได้ว่าในระยะแรกของประวัติศาสตร์ อารยธรรมตะวันออกเป็นอารยธรรมหลักของโลก

มีเหตุการณ์หลายอย่างที่นำมาสู่การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ของตะวันตกในคริสต์ศตวรรษที่ 16 และ 17 และการปฏิวัติอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมในคริสต์ศตวรรษที่ 18 ซึ่งเริ่มต้นในอังกฤษ การปฏิวัติทั้ง 2 ได้เพิ่มอำนาจทางการผลิตและการค้า แสวงหาภาพทางทหาร ยังผลให้อารยธรรมตะวันตกเป็นอารยธรรมหลักครอบงำโลกอยู่จนถึงปัจจุบัน

เหตุปัจจัยสำคัญซึ่งนำมาสู่การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ของตะวันตก ได้แก่

- 1) การรับถ่ายโอนเทคโนโลยีจากจีน 3 อย่าง ได้แก่ เข็มทิศ ดินปืน และการทำกระดาษ
- 2) การได้รับการถ่ายโอนทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จากชาวอาหรับ ในระหว่างสงครามครูเสด
- 3) การฟื้นฟูศิลปวิทยาการที่เริ่มต้นในอิตาลี
- 4) การพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างสูง ในแถบเยอรมนีตอนใต้ รวมทั้งการพิมพ์
- 5) การเดินทางสำรวจ พบทวีปใหม่ นำความมั่งคั่งและเงินทอง ช่วยให้เกิดตลาดขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว เกิดแนวคิดการค้าเสรี

การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวและผลสะท้อนที่สำคัญได้แก่

- 1) การแยกให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอิสระจากการขึ้นทางศาสนา
- 2) การเสนอทฤษฎีหรือวิธีการสร้างความรู้แบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้กลายเป็นวิธีการสร้างความรู้แบบฉบับจนถึงปัจจุบัน บางคนกล่าวว่า การค้นพบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นพบที่สำคัญที่สุดของมนุษย์

3) การสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์อย่างรวดเร็ว ตั้งแต่การเสนอเรื่องแรงโน้มถ่วง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ไปจนถึงการประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำของเจมส์ วัตต์ ซึ่งเปิดยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรม

- 4) การตั้งสมมติฐานนักวิทยาศาสตร์นักคิด

5) การปฏิวัติอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ผลสะท้อนและความสำเร็จดังกล่าวก่อให้เกิดความหวังด้านดีอย่างไม่เคยมีมาก่อน ว่ามนุษย์ได้ก้าวสู่ยุคของเหตุผลและแสงสว่างของปัญญา

แต่มีเหตุการณ์ร้ายหลายอย่างที่ประดังเกิดขึ้นในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ได้แก่

- สงครามโลกครั้งที่หนึ่ง
- สงครามเย็นระหว่างโลกเสรีกับโลกสังคมนิยม
- วิกฤติเศรษฐกิจตกต่ำ เริ่ม ค.ศ.1929
- วิกฤตสิ่งแวดล้อม
- สงครามโลกครั้งที่สองและการใช้ระเบิดปรมาณู
- วิกฤติเศรษฐกิจเอเชีย

เหตุการณ์ร้ายเหล่านี้แสดงว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่อาจแก้ไขปัญหาคำคัญของโลก ในบางด้านยังมีส่วนในปัญหาเหล่านี้ด้วย ดังนั้นจึงถึงเวลาที่จะเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ เพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากมันได้ดีขึ้น

2. สถานภาพปัจจุบันและแนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวม

สถานภาพในปัจจุบันพอสรุปได้ดังนี้คือ

1) ช่องว่างทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มขยายตัวยิ่งขึ้นตามการขยายตัวของช่องว่างทางรายได้ ทั้งนี้ได้จากการใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา ผลได้ทางวิทยาศาสตร์ และผลได้ทางเทคโนโลยี โดยพบว่าในปัจจุบันมีศูนย์กลางทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ 3 ศูนย์ ได้แก่อเมริกาเหนือ ยุโรปตะวันตก และญี่ปุ่นกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งควบคุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกว่าร้อยละ 80 ของทั้งโลก การใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาของศูนย์ทั้งสามเน้นหนักในเรื่องอุตสาหกรรมซึ่งเกี่ยวกับการผลิตและการค้า ซึ่งจะทำให้ประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลายมีแนวโน้มต้องจัดการวิจัยและพัฒนาตามโครงสร้างนี้ไปด้วย

- 2) การแข่งขันและการร่วมมือที่มีมากขึ้นระหว่างศูนย์กลางทั้งสามข้างต้น
- 3) มีการเรียกร้องข้อผูกพันใหม่ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับสังคม สิ่งแวดล้อม และจริยธรรม

ในด้านแนวโน้มบางประการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบดังนี้

1) มีแนวโน้มว่าความสำคัญของนักวิทยาศาสตร์หรือนักประดิษฐ์เดี่ยวจะลดลง การวิจัยและพัฒนาจะมีลักษณะหลายสาขาหรือข้ามสาขาวิชา มีการร่วมมือกันกว้างขวาง ใช้เงินทุนและเครื่องมือที่ซับซ้อนขึ้น

2) การวิจัยและพัฒนาโน้มเอียงไปในเรื่องการผลิตและการค้า รวมทั้งการทหารและสงครามค่อนข้างสูง

3) มีการพัฒนาจากความคิดเชิงกลไกสู่ระบบซับซ้อนที่ปรับตัว (Adaptive Complex System)

4) แนวโน้มเนื้อหาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในคริสต์ศตวรรษ ที่สำคัญมี 6 กลุ่มได้แก่

- เทคโนโลยีการสื่อสาร
- นาโนเทคโนโลยีหรือเทคโนโลยีโมเลกุล
- การศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของสมอง เพื่อสร้างเครื่องยนต์เล็กขนาดไวรัส
- คอมพิวเตอร์ ปัญญาประดิษฐ์ และชีวิต
- เทคโนโลยีอวกาศ
- เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
- เทคโนโลยีชีวภาพ

แนวโน้มทั้งหมดกล่าวโดยทั่วไปเอื้อประโยชน์ต่อประเทศพัฒนาแล้วยิ่งกว่าประเทศกำลังพัฒนา

3. สถานภาพและแนวโน้มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทยอาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- 1) องค์ความรู้เดิม
- 2) องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้เดิม องค์ความรู้นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานการผลิตหรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่สำคัญ 5 แบบด้วยกัน ได้แก่

1) การล่าสัตว์และเก็บของป่า 2) การเกษตรดั้งเดิมแบบใช้แรงงานคนและสัตว์ 3) หัตถกรรมและการช่างต่าง ๆ ซึ่ง

เป็นแบบสังคมเกษตร 4) การค้า และอาจรวมถึง 5) การทำสงคราม องค์ความรู้นี้มีลักษณะเชื่อมประสานเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับชีวิตทางสังคมและวัฒนธรรม อิงกับเรื่องจิตวิญญาณ และความเชื่อทางศาสนา โดยได้รับการถ่ายทอดทางความรู้จากอารยธรรมตะวันออก ได้แก่ อินเดียกับจีน เป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังมีความรู้จากตะวันตกโดยเฉพาะในเรื่อง การทหารและสงคราม

องค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญได้รับการถ่ายทอดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากตะวันตกเป็นสำคัญ ซึ่งเกิดขึ้นหลายระลอก ได้แก่ 1) การปรับเป็นแบบตะวันตกครั้งที่ 1 ในสมัยกรุงศรีอยุธยา 2) การปรับเป็นแบบตะวันตกในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ และ 3) การปรับให้เป็นแบบสหรัฐฯหลังจากสงครามโลกครั้งที่สอง องค์ความรู้ใหม่นี้ยังประกอบด้วยความพยายามภายในประเทศในการสร้างระบบวิจัยและพัฒนาของตนขึ้นมาซึ่งจะกล่าวต่อไป

4. การสร้างระบบวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย ได้ชี้ให้เห็นการวิจัยและพัฒนาของไทยที่เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 5 ช่วงด้วยกัน ได้แก่

1) ช่วงการทำการผลิตทางการเกษตรให้หลากหลายและการสร้างโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการพัฒนา ในช่วงนี้มีการตั้งสภาวิจัยแห่งชาติ (พ.ศ.2499) ซึ่งบางท่านถือว่าเป็นการเริ่มยุคการวิจัยและพัฒนาสมัยใหม่ของไทย และสภาพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ (พ.ศ.2502 ซึ่งปรับจากสภาเศรษฐกิจแห่งชาติเดิม)

2) การสร้างอุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้า ในช่วงนี้มีการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ฯ ขึ้น (พ.ศ. 2522) และจัดทำแผนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับแรกขึ้น (พ.ศ. 2520-2524) ใน 2 ช่วงแรกนี้การวิจัยและพัฒนาที่สำคัญทำโดยรัฐและเพื่อรัฐ

3) การสร้างอุตสาหกรรมส่งออก ในช่วงนี้ได้มีแผนพัฒนาเศรษฐกิจฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) ซึ่งเริ่มให้ความสำคัญแก่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เริ่มคำนึงถึงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเอกชนมากขึ้น ในช่วงนี้ได้มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยสำคัญ 3 ศูนย์ได้แก่ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (พ.ศ.2526) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (พ.ศ.2529) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (พ.ศ.2529) การสนับสนุนการส่งออกได้เร่งการลงทุนและเปิดอุตสาหกรรมใหม่หลายอย่าง เช่นการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี

4) การแปรรูปให้เป็นแบบเอกชนซึ่งเป็นความคิดที่โดดเด่นตั้งแต่ พ.ศ.2533 มีการเปิดเสรีทางการค้าและการผลิตมากขึ้น แผนพัฒนาฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539) ได้สนับสนุนให้ภาคเอกชนทำการวิจัยและพัฒนาด้วยตนเอง ในช่วงนี้มีการจัดตั้งสถาบันสำคัญที่เกี่ยวกับการวิจัยได้แก่ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ.2534) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (พ.ศ.2535)

5) สมัยวิกฤติเศรษฐกิจ เริ่มมีการทบทวนเกี่ยวกับสถานภาพการวิจัยและพัฒนาที่ผ่านมา รวมทั้งการปรับยุทธศาสตร์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อการแก้ปัญหาของสังคมด้วย

ในปัจจุบันมีสถาบันที่เกี่ยวข้องหรือดำเนินการวิจัยและพัฒนาสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มที่ดำเนินการวิจัย ได้แก่สถาบันการศึกษาระดับสูง และศูนย์วิจัย 3 ศูนย์ เป็นต้น
2) กลุ่มที่ทำหน้าที่คล้ายศูนย์ผลิตความคิด มีสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้น

3) กลุ่มที่อุดหนุนเงินทุนการวิจัยและพัฒนา ได้แก่สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เป็นต้น

4) กลุ่มที่สนับสนุนด้านข้อมูลต่าง ๆ

มีข้อสังเกตบางประการว่า

1) สถาบันเกี่ยวกับการวิจัยจำนวนมากตั้งขึ้นโดยคำแนะนำและการช่วยเหลือจากสหรัฐฯ ตั้งแต่สภาวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีฯ จนถึงศูนย์วิจัยทั้งสาม

2) งานวิจัยและพัฒนาของชาติกล่าวโดยทั่วไปอยู่ในลักษณะถูกทิ้ง ๆ ขว้าง ๆ

3) การบริหารงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ค่อนข้างขาดแนวทงนโยบาย ขึ้นอยู่กับบุคคลหรือความรู้สึกนึกคิดของเจ้ากระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นต้น

4) บริษัทเอกชนของไทยก็ดูไม่สนใจการวิจัยและพัฒนา

5) การสร้างนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรอยู่ในสัดส่วนค่อนข้างต่ำ ทั้งยังสูญเสียไปเป็นนักบริหารหรือทำงานด้านอื่นจำนวนไม่น้อย

6) ศูนย์กลางการศึกษาการวิจัยและพัฒนากระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพฯ

สถานภาพของการวิจัยและพัฒนาของประเทศในปัจจุบัน มีที่น่าสนใจดังนี้

1) มีการเคลื่อนไหวทางความรู้และทางธุรกิจที่ทำให้เรื่องอาหารและยามีความใกล้ชิดกันยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อประเทศไทยที่เป็นผู้ส่งออกอาหารของโลก และเกิดความสนใจในการวิจัยและพัฒนาทางด้านอาหารและยาสมุนไพรมากขึ้น

2) มีข่าวการเคลื่อนไหวทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารค่อนข้างมาก

3) ภาพรวมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังอยู่ในภาวะสั่งเข้า

สำหรับทิศทางระบบวิจัยและพัฒนาของไทยในอนาคตคงต้องตอบปัญหา 3 เรื่องใหญ่ ได้แก่ 1) ความคิดเรื่องการไล่ทันตะวันตก 2) ความคิดเรื่องการกระโดดข้าม และ 3) ความคิดเรื่องการจับคู่หรือหาพันธมิตร ซึ่งในการตอบปัญหาทั้ง 3 มีข้อสังเกตดังนี้คือ นโยบายไล่ทันซึ่งดำเนินมากกว่า 150 ปีไม่ประสบผลสำเร็จ นอกจากนี้เทคโนโลยีของตะวันตกก็มีจุดอ่อน เช่น ยังเป็นเทคโนโลยีที่ไม่สะอาด และผลพวงจากลัทธิอาณานิคมและการตกเป็นเบี้ยล่างของประเทศกำลังพัฒนา รวมทั้งอาณานิคมทางปัญญา ปัญหาและข้อสังเกตเหล่านี้ควรได้นำมาถกแถลงกันอย่างกว้างขวางจริงจัง

5. วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย วิทยาศาสตร์ศึกษามีความมุ่งหมายที่สำคัญ 3 ประการได้แก่

1) การให้เยาวชนและมหาชน "อ่านออกเขียนได้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"

2) สร้างนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในอนาคต

3) สร้างความตระหนักถึงบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ในระยะหลังมีการเรียกร้องให้เพิ่มจุดมุ่งหมายอีกประการหนึ่งได้แก่ การสร้างความรับผิดชอบและจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยอยู่ในภาวะที่หลายท่านเห็นว่าเป็นวิกฤติทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ทั้งนี้เนื่องด้วยความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติ ซึ่งความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาตินี้เกิดจากเหตุปัจจัยหลายประการด้วยกัน ได้แก่

1) ความไม่เป็นประชาธิปไตยในประเทศ ซึ่งขัดขวางเสรีภาพทางการคิดค้นและความคิดสร้างสรรค์

2) ความเชื่อในโชคลางสิ่งศักดิ์สิทธิ์

3) วัฒนธรรมทางความรู้ที่เห็นว่าความรู้เป็นคัมภีร์ที่ถูกต้องแล้ว นอกจากนี้ยังมีเหตุปัจจัยร่วมกับชาติกำลังพัฒนาอื่น ที่รับเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตะวันตกซึ่งมีลักษณะขาดรากฐานหรือไม่สอดคล้องกับลักษณะทางสังคม และทอดทิ้งองค์ความรู้เดิมของตนไป

ปัญหาสำคัญในการจัดการวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยได้แก่ การขาดนโยบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ ซึ่งหากมีนโยบายที่ค่อนข้างชัดเจนเป็นที่ยอมรับและปฏิบัติได้ ย่อมจะมีแนวทางในการจัดการศึกษาอย่างเหมาะสมขึ้นมา ที่พอจะมองเห็นได้ก็คือการเน้นหนักในการสร้างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของตนขึ้นมา ก่อนเป็นสำคัญ พร้อมกับรับการถ่ายทอดจากประเทศที่พัฒนาแล้ว

6. **สู่สังคมความรู้และยั่งยืน** มีการยอมรับกันมากกว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะนำไปสู่สังคมความรู้ แต่ยังไม่มั่นใจในเรื่องการนำไปสู่สังคมที่ยั่งยืน เนื่องจากมีปัญหาหลายอย่างที่ยากจะแก้ไข เช่น การเสื่อมโทรมทางชีวภาคและมลพิษสิ่งแวดล้อม ช่องว่างระหว่างคนรวยกับคนจนที่ถ่างออก จำนวนประชากรและอัตราการบริโภคที่เพิ่มขึ้น ผู้ด้อยโอกาสยังไม่ได้รับความเป็นธรรมในหลายเรื่อง สงครามและการรบกวนยังคงมีอย่างต่อเนื่อง ข้อสงสัยนี้นำไปสู่การไม่มั่นใจว่าวิทยาศาสตร์จะนำพามนุษย์ไปสู่สังคมความรู้ได้จริงหรือไม่

ปัญหาหลักของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอยู่ 2 อย่างด้วยกัน ได้แก่

1) การแปรความรู้ให้กลายเป็นกรรมสิทธิ์ของเอกชนเพื่อหากำไร ทำให้วาระการวิจัยมันแปรไปตามกำไรมากกว่าความจำเป็น ประเทศกำลังพัฒนาต้องจ่ายเงินสูงสำหรับการใช้หรือถ่ายทอดเทคโนโลยี องค์ความรู้พื้นเมืองถูกมองข้าม และการเสี่ยงในเทคโนโลยีชีวภาพเป็นต้น

2) การใช้ความรู้ในการก่อสงครามและความรุนแรง

แนวทางในการแก้ปัญหาข้างต้นคือการเปลี่ยนจากความร่วมมือ 3 ฝ่าย ได้แก่ภาครัฐ มหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัย กับภาคธุรกิจเอกชน ไปสู่ความร่วมมือ 4 ฝ่าย โดยเพิ่มภาคชุมชนและประชาสังคมเข้ามา

7. สรุปบทเรียนและข้อเสนอแนะ

จากประวัติและพัฒนาการของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีโดยรวมทั้งของประเทศไทย มีบทเรียนที่สำคัญดังนี้

1) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกิจกรรมทางสังคม ย่อมได้รับและมีอิทธิพลต่อกิจกรรมทางสังคมอื่น ไม่มีวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่ "บริสุทธิ์"

2) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือทางสังคม ดังนั้นจึงต้องการจริยธรรมเพื่อสร้างสวัสดิภาพ ศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ และสร้างสิ่งแวดล้อมให้สมบูรณ์

3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนมักถูกมองอย่างหวาดระแวง

4) การทำให้วิทยาศาสตร์กลายเป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อหากำไรและการใช้ความรู้เพื่อการสงครามทำให้ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ตกเป็นเบี้ยล่าง

5) วิทยาศาสตร์ที่ดีต้องมีรากฐานที่มั่นคงทางสังคม

6) ถึงเวลาของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแนวใหม่ โดยเปลี่ยนจากการเน้นผู้สร้างหรือผู้วิจัยสู่สังคมและชุมชน

7) การปรับความสัมพันธ์ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีโดยสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศใหม่

8) การฟื้นฟูภูมิปัญญาท้องถิ่น ปรับปรุงจุดอ่อน ขยายจุดดีนำมาพัฒนาต่อไป

9) วิทยาศาสตร์ศึกษามีบทบาทสำคัญยิ่งในการสอนการอ่านออกเขียนได้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชนและมหาชน

10) การกำหนดวาระการสร้างและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

11) นักวิทยาศาสตร์กับชุมชนพึงรับฟังความเห็นของกันและกันมากขึ้น

12) ความร่วมมือระหว่างประเทศกำลังพัฒนาด้วยกันมีความสำคัญต่อการอยู่รอด

ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีอยู่ 6 ข้อด้วยกัน

- 1) เร่งสร้างแนวทางและนโยบายทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีซึ่งชัดเจน ยึดหยุ่นเป็นที่ยอมรับปฏิบัติได้
- 2) ควรปรับปรุงวิทยาศาสตร์ศึกษาของชาติอย่างจริงจัง
- 3) ควรสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาอย่างเต็มที่
- 4) ควรระวังรักษาทรัพยากรทางชีวภาพ และส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าของภูมิปัญญาท้องถิ่น
- 5) ควรร่วมมือกับประเทศกำลังพัฒนาเพื่อสร้างอำนาจต่อรองกับประเทศอุตสาหกรรมเกี่ยวกับข้อสิทธิบัตรทางปัญญามิให้ตกอยู่ในภาวะเบียดเบียนหรือเสียเปรียบจนเกินไป
- 6) ควรสร้างความเข้มแข็งให้แก่สมาคมหรือสถาบันทางวิทยาศาสตร์ หรือชุมชนนักวิทยาศาสตร์และนักคิด

เรากำลังก้าวสู่สังคมความรู้ แต่เป็นความรู้ที่ยังมีปัญหา ความรู้ที่ยังไม่สามารถสร้างการพัฒนาและสังคมที่ยั่งยืน ความรู้ที่ยังไม่อาจจัดความยากจนและสงคราม เรากำลังสู่สังคมโลกที่ต้องพึ่งพากันและกันมากขึ้น แต่เป็นการพึ่งพาที่ไม่เท่าเทียม ส่วนหนึ่งได้เปรียบ ส่วนหนึ่งเสียเปรียบ ช่องว่างระหว่างผู้มั่งคั่งกับคนยากจน ระหว่างผู้มีโอกาสกับผู้ด้อยโอกาสห่างขึ้นทุกที เราเป็นส่วนหนึ่งของชีวภาค แต่เราก็เป็นส่วนสำคัญในการทำลายชีวิตหรือชีวภาคทั้งระบบ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมโลกมาจนถึงจุดนี้ จำต้องก้าวสูหนทางใหม่ที่เปิดกว้างยืดหยุ่นกว่าที่เป็นอยู่ เป็นทั้งผู้ให้และผู้รับ อนาคตของโลกขึ้นอยู่กับว่าเราจะสร้างและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร คำตอบดูยังไม่ชัดเจน แต่ความมุ่งหวังค่อนข้างแน่นอนว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรเป็นเพื่อสวัสดิภาพ สันติภาพของมนุษย์ และความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ

สารบัญ

	หน้า
คำชี้แจง	1
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	2
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	3
รายงานย่อเหตุการณ์และแนวโน้มประเทศไทยสำหรับผู้บริหาร	4
สารบัญ	10
ส่วนที่ 1 รายงานการวิเคราะห์	
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : สู้สังคมความรู้และยั่งยืน?	13
บทนำ	13
พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลก	13
การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ของประเทศตะวันตก	15
เคราะห์กรรมครั้งใหญ่ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอาจเยียวมาได้	17
สถานภาพปัจจุบันและแนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวม	19
ข้อสังเกตจากการประชุมวิทยาศาสตร์โลก	19
สรุปสถานภาพวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีปัจจุบัน	19
แนวโน้มบางประการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	24
สถานภาพและแนวโน้มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย	29
องค์ความรู้ดั้งเดิมของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีไทย	29
องค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย	32
การพัฒนาระบบวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย	35
ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีโลกในระยะ 50 ปีที่ผ่านมา	35
พัฒนาการของการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย	36
สถานภาพระบบวิจัยและพัฒนาของไทยในปัจจุบัน	40
ทิศทางการวิจัยและพัฒนาของไทยในอนาคต	41
วิทยาศาสตร์ศึกษา (Science Education) ในประเทศไทย	42
เหตุปัจจัยแห่ง "ความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติ"	43
ปัญหาสำคัญและแนวทางการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย	44
สู้สังคมความรู้และยั่งยืน?	45
มุ่งสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อสังคมที่ยั่งยืน	45
จากความร่วมมือ 3 ฝ่ายสู่ความร่วมมือ 4 ฝ่าย	47
สรุปบทเรียนและข้อเสนอแนะ	47
บทเรียนที่ได้จากการพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่ผ่านมา	47
ข้อเสนอแนะ	50
ลำดับพัฒนาการและการเคลื่อนไหวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการวิจัยที่สำคัญ	51
ส่วนที่ 2	
รายงานประมวลสรุปเหตุการณ์และแนวโน้มประเทศไทย	58
ความเคลื่อนไหวด้านการผลิตและการค้า	58

บันทึกความเคลื่อนไหวทางด้านการผลิตและการค้า (ก.ค.-ก.ย. 2542)	60
ประมวลเหตุการณ์ความเคลื่อนไหวด้านการผลิตและการค้า	67
ความเคลื่อนไหวภาครัฐ	67
ความเคลื่อนไหวภาคธุรกิจเอกชนและสถาบันการเงิน	78
ความเคลื่อนไหวเศรษฐกิจต่างประเทศ	83
ความเคลื่อนไหวของนักวิชาการ องค์กรประชาชนและบุคคลวงการต่างๆ	86
ความเคลื่อนไหวด้านประชากรและสิ่งแวดล้อม	87
สถานการณ์และความเคลื่อนไหวด้านประชากร	88
สถานการณ์และความเคลื่อนไหวด้านแรงงานและคุณภาพชีวิตภาครัฐ	88
สถานการณ์และความเคลื่อนไหวภาคองค์กรแรงงาน นักวิชาการ และต่างประเทศ	91
ความเคลื่อนไหวด้านสิ่งแวดล้อม	93
ความเคลื่อนไหวด้านการจัดการทรัพยากรภาครัฐ	93
การจัดสารพิษในสิ่งแวดล้อม	95
การพัฒนาสิ่งแวดล้อมเมือง	96
ความเคลื่อนไหวด้านสิ่งแวดล้อมภาคประชาชน องค์กรเอกชน นักวิชาการ	97
ความเคลื่อนไหวด้านการจัดการทรัพยากรภาคต่างประเทศ	100
ความเคลื่อนไหวด้านการเมืองการปกครอง	101
ความเคลื่อนไหวภาครัฐ	102
ความเคลื่อนไหวด้านการบริหารการปกครองของรัฐบาล	102
ความเคลื่อนไหวด้านการเมืองการปกครองส่วนท้องถิ่น	107
ความเคลื่อนไหวด้านกฎหมาย	110
ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการเลือกตั้ง	110
ความเคลื่อนไหวภาคประชาชนและองค์กรประชาชน	112
ความเคลื่อนไหวขององค์กรประชาชน บุคคล และหน่วยงานต่างๆ	112
ความเคลื่อนไหวภาคต่างประเทศ	114
ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับความมั่นคงของโลก	115
ความเคลื่อนไหวในกลุ่มอาเซียน	117
ความเคลื่อนไหวทางการเมืองการปกครองของประเทศต่างๆ ในเอเชีย	118
ลำดับความเคลื่อนไหวทางการเมืองการปกครอง ก.ค.-ก.ย. 2542	120
ความเคลื่อนไหวด้านการศึกษา	124
ความเคลื่อนไหวภาครัฐ	125
ความเคลื่อนไหวด้านการปฏิรูปการศึกษา	125
ความเคลื่อนไหวด้านการบริหารการศึกษา	127
ความเคลื่อนไหวด้านคุณภาพการศึกษา	129
ความเคลื่อนไหวด้านโอกาสทางการศึกษา	130
ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับปัญหาในการจัดการศึกษา	131
ความเคลื่อนไหวภาคประชาชนและองค์กรประชาชน	133
การเสนอความคิดเห็นทางการศึกษาของบุคคลและองค์กรต่างๆ	133

ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับโรงเรียนทางเลือก	133
ความเคลื่อนไหวภาคต่างประเทศ	135
ความเคลื่อนไหวด้านคุณภาพการศึกษา	135
ความเคลื่อนไหวด้านสาธารณสุข	136
ความเคลื่อนไหวภาครัฐ	137
ความเคลื่อนไหวด้านการแพทย์และสาธารณสุขทั่วไป	137
ความเคลื่อนไหวด้านโรคและยา	140
ความเคลื่อนไหวภาคเอกชนและองค์กรพัฒนาเอกชน	142
ความเคลื่อนไหวด้านการแพทย์และสาธารณสุข	142
ความเคลื่อนไหวด้านการแพทย์ทางเลือก	143
ความเคลื่อนไหวด้านการวิจัยในต่างประเทศ	144
ความเคลื่อนไหวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	146
ความเคลื่อนไหวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย	146
ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการแก้ปัญหา Y2K	146
ความเคลื่อนไหวด้านการวิจัย	148
ความเคลื่อนไหวทางด้านเทคโนโลยี	151
ปัญหาความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย	155
ความเคลื่อนไหวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในต่างประเทศ	157
ความเคลื่อนไหวด้านอาหารและพลังงาน	160
ความเคลื่อนไหวด้านอาหาร	160
ความเคลื่อนไหวด้านพลังงาน	166
ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับหน่วยงานการดำเนินชีวิต	175
พฤติกรรมผู้บริโภค	176
ศาสนา ความเชื่อ และค่านิยมทางสังคม	188
ความเคลื่อนไหวสตรีและเด็ก	190
ปัญหาสังคมและอาชญากรรม	195
ภาคผนวก	196

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : สู่สังคมความรู้และยั่งยืน?

1. บทนำ

เรากำลังอยู่ในช่วง "วันสุกดิบ" ที่จะขึ้นคริสต์คริสต์ศตวรรษใหม่และรอบพันปีที่ 3 พร้อมกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสูงที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนในประวัติศาสตร์ แต่ดูเหมือนว่ามนุษยชาติจะก้าวสู่คริสต์ศตวรรษที่ 21 ด้วยความมั่นใจน้อยกว่าเมื่อก้าวสู่คริสต์ศตวรรษที่ 20 และแม้แต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 ซึ่งในครั้งนั้นโลกยังมองในแง่ดีว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะสามารถแก้ไขปัญหายุ่งยากของมนุษย์ได้ เหตุใดพลังอำนาจอันใหญ่หลวงที่เพิ่มขึ้นโดยตลอดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงกลายมาลงหลังลง หลังจากที่เคยพุ่งขึ้นในช่วงไม่กี่ร้อยปีมานี้

อย่างไรก็ตามมีความเห็นพ้องกันว่าสังคมมนุษย์ปัจจุบันไม่อาจดำรงอยู่ได้โดยปราศจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย และดูเหมือนว่ามีความจำเป็นที่จะต้องพึ่งพาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนสังคมโลกต่อไป โดยในระยะหลังนี้มีการตั้งความหวังหรือข้อผูกพัน(Commitment) ใหม่ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะนำไปสู่สังคมความรู้ (Knowledge Society) และยั่งยืน (Sustainable Society) ได้ แต่ครั้งนี้พร้อมกับเครื่องหมายคำถามอันใหญ่

ปรากฏการณ์ข้างต้นเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อความเข้าใจ เราอาจจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่ลักษณะพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิธีคิดและกระบวนการ ความหวังและคำสัญญา และความเป็นจริงที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีต่อสังคม (เราจะเริ่มต้นที่เทคโนโลยี)

1.1 พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลก

เทคโนโลยีตามคำจำกัดความหนึ่ง หมายถึงความรู้ในการใช้เครื่องมือ พลังงาน และวัสดุเพื่อการผลิต มีนักวิชาการบางท่านใช้คำ "เทคโนโลยี" ในความหมายที่กว้างกว่า โดยให้หมายถึงวิธีการอันมีเหตุผลทั้งปวงในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ตามความหมายนี้ การศึกษา กฎหมาย รวมทั้งการกีฬา เป็นต้น ล้วนเป็นเทคโนโลยี ในที่นี้ใช้ในความหมายแรก ซึ่งเป็นที่รู้จักกันมากกว่า เทคโนโลยีในความหมายนี้จะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ธรรมชาติอย่างมาก

เนื่องจากคนเราต้องผลิตเพื่อบริโภคจึงจะดำรงชีวิตอยู่ได้ เทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งที่คู่กับมนุษย์ (Homo) มานับล้านปี บางท่านเห็นว่าเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของความรู้อื่น ๆ รวมทั้งวิทยาศาสตร์ เมื่อเทคโนโลยีเปลี่ยนทั่วทั้งสังคมก็เปลี่ยนไปด้วย อย่างไรก็ตามความรู้อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ก็มีผลทำให้เทคโนโลยีพัฒนาไปอย่างใหญ่หลวง

เราได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสังคมตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ตั้งแต่ขวานหิน การใช้ไฟ และไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ และยานอวกาศ การใช้วัสดุตั้งแต่ หิน โลหะ ไปจนถึงน้ำมันปิโตรเลียม และวัสดุสังเคราะห์อื่น รูปแบบการผลิตตั้งแต่การใช้เครื่องมือง่าย ๆ สู่เครื่องจักรที่ซับซ้อนขึ้น การผลิตแบบสายพาน และการผลิตที่เป็นแบบอัตโนมัติ กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือจากการผลิตที่เป็นแบบส่วนบุคคลสู่การผลิตที่เป็นแบบสังคม เทคโนโลยีในฐานะที่เป็นความรู้เพื่อการผลิตในการยังชีพก็เป็นแรงขับเคลื่อนสังคมให้เคลื่อนที่ไปด้วย

แต่เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาไปถึงขั้นหนึ่งก็ก้าวต่อไปได้ยากหากไม่ได้รับการช่วยเหลือจากวิทยาศาสตร์ ซึ่งตัววิทยาศาสตร์เองก็อาศัยเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานในการพัฒนา ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีจึงค่อนข้างซับซ้อน ไม่สามารถสรุปได้ง่าย ๆ ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐาน เทคโนโลยีเป็นการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เพราะว่าเทคโนโลยีนั้นเกิดมาก่อนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาเทคโนโลยีบางครั้งก็ทำไปโดยตั้งอยู่บนเทคโนโลยีเดิม เช่นวิชาป็นใหญ่นำไปสู่การยิง

จรวด และความรู้วิทยาศาสตร์ บางทีก็มาจากเทคโนโลยี เช่น การศึกษาเครื่องจักรไอน้ำทำให้เกิดวิชาอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics)

วิทยาศาสตร์ตามชื่อก็แปลว่า "ความรู้" เป็นความรู้จากการสังเกตและการทดลอง และมักจะผ่านการทดสอบจากการปฏิบัติที่เป็นจริงในชีวิตโดยอาศัยเทคโนโลยี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อตัวขึ้นในตะวันออกกลางแถบเมโสโปเตเมียและลุ่มน้ำไนล์ เมื่อราว 5 พันปีมาแล้ว ซึ่งที่สำคัญได้แก่เลขคณิต เรขาคณิต และดาราศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต่อหัตถกรรม วิศวกรรมและการก่อสร้าง การบัญชี การรู้เวลาและฤดูกาล การวัดพื้นที่ และการเกษตร กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือเทคโนโลยีเป็นตัวกระตุ้นสำคัญให้เกิดวิทยาศาสตร์

จากการพัฒนาทางเทคโนโลยี สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพิ่มจำนวนประชากร สร้างเมืองใหญ่ที่เข้มแข็งขึ้น มีความมั่งคั่งและมั่นคงพอที่จะสร้างอาชีพให้แก่คนจำนวนหนึ่งมาศึกษาหาความรู้ในธรรมชาติ เป็นความรู้เพื่อความรู้โดยไม่จำเป็นต้องเกี่ยวกับการผลิตหรือเทคโนโลยีโดยตรง ดังจะเห็นว่าในดินแดนอันเป็นอู่อารยธรรมนี้ในภายหลังมีผู้คิดค้นเกี่ยวกับจำนวนและสมการทางพีชคณิต ซึ่งไม่ได้ใกล้ชิดกับการผลิต วิทยาศาสตร์ได้ถือกำเนิดและเป็นตัวของมันเอง

เรายังพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในอารยธรรมอื่น เช่นจีน อินเดีย และกรีก ซึ่งมีความรู้ด้านเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต และ ดาราศาสตร์ (สำหรับจีนนั้นความรู้ทางเรขาคณิตพัฒนาไปน้อยกว่า) แต่เมื่อเทคโนโลยีมีระดับต่ำ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านตัวเลขและดาราศาสตร์จึงได้ก้าวไปสู่สิ่งเร้นลับ เช่น โหราศาสตร์ เป็นต้น

ที่น่าสนใจได้แก่ความใฝ่ใจในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของชาวกรีก ซึ่งได้พัฒนาเรขาคณิตที่ซับซ้อนต้องใช้วิธีให้เหตุผลอย่างสูง และความพยายามที่จะเข้าใจถึงธรรมชาติของจักรวาลและโลกทางกายภาพ (Physical World) การเสนอหลักวิชาวิธี (Dialectic) และตรรกวิทยา (Syllogistic Logic) เพื่อเข้าถึงความจริง เป็นความก้าวหน้าอย่างสูง แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของกรีกนั้นยังป็นอยู่กับวิชาปรัชญา เนื่องจากว่าเทคโนโลยีและเครื่องมือในการวัดยังไม่ละเอียด นักปรัชญาและนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของกรีก เช่น ดีโมคริตัส (Democritus 470/467- 366/363 BC) ผู้เสนอทฤษฎีว่าธรรมชาติประกอบด้วยอะตอม ยูคลิด (Euclid 300 BC) นักเรขาคณิต ฮิปพอกเรติส (Hippocrates 460-377 Bc) นายแพทย์ผู้ถือว่าเป็น "บิดาแห่งการแพทย์" ตะวันตก อาคิมิดีส (Archimedes 278-212 BC) นักคณิตศาสตร์และวิศวกร อริสโตเติล (Aristotle 384-322 BC) นักปรัชญา นักตรรกศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ ผู้วางรากฐานวิธีการศึกษาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และบางคนถือว่าเป็นบุคคลสำคัญในการวางรากฐานของอารยธรรมตะวันตก เช่น อริสโตเติลเสนอว่า โลกมีสี่ฐานทรงกลม ไม่ใช่แบบอย่างที่เชื่อกันมาตั้งแต่สมัยบาบิโลน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกรีก ผสมผสานกับความสามารถอย่างสูงในการบริหารปกครองและการทหารของอารยธรรมโรมัน ก่อตัวขึ้นเป็นจักรวรรดิโรมันอันยิ่งใหญ่ ขณะเมื่อจักรวรรดินี้ล่มสลายลง แดกออกเป็นดินแดนแว่นแคว้นใหญ่น้อย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตะวันตกยังคงตกอยู่ภายใต้การขึ้นนำของศาสนา เช่นมีการคำนวณว่าอายุโลกมีประมาณเท่าใดจากคัมภีร์ทางศาสนา (แน่นอนว่าย่อมมีอายุไม่กี่พันปี ขณะที่อายุของโลกเท่าที่ประเมินทางวิทยาศาสตร์ตกราว 4.5 พันล้านปี) กล่าวโดยรวมก็คือเป็นการอธิบายกฎธรรมชาติตามการตีความในพระคัมภีร์

ระหว่างที่ยุโรปตกอยู่ใน "ยุคมืด" (Dark Age) หรือที่เรียกอย่างเป็นกลาง ๆ ว่า "สมัยกลาง" (Middle Age) เป็นเวลาราว 1,000 ปีเป็นช่วงที่วิทยาศาสตร์ดับไปอย่างเชื่องช้า ขณะที่เทคโนโลยีมีการพัฒนาไปเรื่อย ๆ ตามการขยายตัวของการค้าเคลื่อนไหวด้านต่าง ๆ ด้านการค้า เช่น การเดินเรือ ด้านการทหาร เช่นการพัฒนาอาวุธ การเดินทัพ และด้านการปกครอง เช่นการก่อสร้างปราสาท จากสภาพดังกล่าวเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์จะก้าวหน้าต่อไปได้ต้องปลีกตัวให้เป็นอิสระจากคำสอนทางศาสนา

ในแถบตะวันออก โดยเฉพาะประเทศจีน ซึ่งมีปรัชญาเน้นเรื่องโลกนี้และความสัมพันธ์อย่างกลมกลืนระหว่างกัน ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีไปอย่างสูง มีการประเมินว่าตลอดสมัยยุคมืดหรือสมัยกลาง เทคโนโลยีของจีนได้ก้าวหน้ากว่าของตะวันตก กล่าวกันว่าเทคโนโลยีสำคัญจากจีน 3 อย่าง ได้แก่ เข็มทิศ ดินปืน และการทำกระดาษ ได้ช่วยให้ยุโรปก้าวขึ้นสู่สมัยใหม่ได้ มีปัญหาว่เหตุใดจีนจึงไม่สามารถปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ได้เหมือนกับยุโรป

บางท่านให้เหตุผลว่า อาจเป็นเพราะประเทศจีนค่อนข้างมั่นคง หรือมีปรัชญาเน้นเรื่องความมั่นคง มีระบบข้าราชการขนาดใหญ่ ซึ่งตำแหน่งการงานไม่ตกทอดอยู่ในวงศ์ตระกูล หากใช้วิธีการสอบคัดเลือก เน้นความสัมพันธ์แบบปรองดองกัน มาก

กว่าการคิดเป็นนามธรรม ซึ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การค้นพบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นมักอยู่ในการควบคุมของระบบราชการ ซึ่งไม่ต่อเนื่อง ผู้ปกครองหรือขุนนางบางแห่งบางรุ่นอาจสนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่อีกกลุ่มอาจไม่สนใจ การค้นพบนั้นก็สูญหายไป นอกจากนี้ปรัชญาของจีนยังเน้นเรื่อง ความมีชีวิต ความสัมพันธ์อันเหมาะสมระหว่างชีวิตมนุษย์ด้วยกัน หรือชีวิตมนุษย์กับกฎของฟ้าดิน แต่ไม่ได้คิดถึงอย่างจริงจังว่าวัตถุอันไร้ชีวิตเช่นดวงดาวก็ดำเนินไปตามกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของแนวคิดกาลิเลโอ (Galileo Galilei ค.ศ. 1564-1642) นักดาราศาสตร์และนักฟิสิกส์ชาวอิตาลี ผู้มีบทบาทสำคัญในการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ของตะวันตก

1.2 การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ของประเทศตะวันตก

การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ของตะวันตกเกิดขึ้นในช่วงคริสต์คริสต์ศตวรรษที่ 16 และ 17 ซึ่งตรงกับประวัติศาสตร์ไทยตั้งแต่ราวสมัยพระบรมไตรโลกนาถมาจนถึงสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นนี้ กล่าวกันว่าเป็นด้วยเหตุปัจจัย 3 ประการด้วยกัน ข้อแรกได้แก่การฟื้นฟูศิลปวิทยาการ (Renaissance) ซึ่งเริ่มขึ้นในอิตาลี ตั้งแต่ราวคริสต์คริสต์ศตวรรษที่ 14 การฟื้นฟูศิลปวิทยาการเป็นการฟื้นฟูศิลปวิทยาการของกรีก-โรมัน ซึ่งอุดมสมบูรณ์ด้วยความรู้ความคิดและประสบการณ์อย่างยิ่ง การฟื้นฟูทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีนี้ยังเกิดจากการที่ตะวันตกได้สัมผัสกับอารยธรรมอิสลามในตะวันออกกลาง ด้วยการค้าขายและทำสงครามศาสนากันในสมัยกลาง

เหตุปัจจัยข้อที่สองเกิดจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างสูงในแถบเยอรมนีตอนใต้ ได้แก่ นูเรมเบิร์ก คราโคว์ (Cracow) ต่อไปถึงแคว้นโรน ซึ่งแถบนั้นมีการพัฒนาทางการทำเหมือง การถลุงโลหะและการค้า และได้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทางการพิมพ์ขึ้น ทำให้สามารถจัดบันทึกวิทยาการความรู้ได้แม่นยำและสามารถเผยแพร่ไปได้อย่างกว้างขวาง

เหตุปัจจัยข้อที่สามได้แก่การเดินทางสำรวจ โดยเริ่มจากชาติสเปนและโปรตุเกส ในค.ศ. 1413 (พ.ศ. 1956 ตรงกับสมัยพระเจ้าอินทราชา และอีกราว 138 ปีต่อมาทูตโปรตุเกสเดินทางถึงพระนครศรีอยุธยาเป็นครั้งแรกในสมัยพระรามาธิบดีที่ 2) ชาวยุโรปได้เข้ายึดครองดินแดนชายฝั่งของทวีปแอฟริกา ยุคแห่งการสำรวจได้เริ่มต้น ซึ่งนำมาสู่การค้นพบโลกใหม่โดยคริสโตเฟอร์ โคลัมบัส ใน ค.ศ. 1492 เป็นการพลิกโฉมหน้ายุโรปจากที่ยังล้าหลังสู่ความมั่งคั่งอย่างรวดเร็ว จากการขยายตลาดการค้า และแนวคิดการค้าเสรีในภายหลัง

ที่เรียกว่าการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์นั้น ประกอบด้วย การเคลื่อนไหวที่สำคัญ 4 ประการด้วยกัน ประการแรก ได้แก่การแยกให้วิทยาศาสตร์เป็นอิสระจากการขึ้นทางศาสนา เริ่มจาก นิโคลัส โคเปอร์นิคัส ใน ค.ศ. 1543 พิมพ์หนังสือ ว่าด้วยการโคจรของดวงดาว อธิบายทฤษฎีของเขาว่าโลกหมุนรอบตนเองและรอบดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของจักรวาล ไม่ใช่โลกดังที่เชื่อกันในสมัยนั้น หนังสือเล่มนี้ถูกทางศาสนจักรประกาศว่าเป็นหนังสือต้องห้าม มีนักวิทยาศาสตร์ที่ขัดแย้งกับศาสนจักรจนเกิดเป็นเรื่องราวที่รู้จักกันดี ได้แก่ กาลิเลโอ ในฐานะที่เป็นผู้สนับสนุนทฤษฎีของโคเปอร์นิคัส งานของกาลิเลโอส่วนใหญ่เป็นการใช้คณิตศาสตร์มาอธิบายเครื่องกลต่าง ๆ

การที่วิทยาศาสตร์สามารถลุกขึ้นมาท้าทายแนวคิดทางศาสนาได้นั้น ด้านหนึ่งเกิดจากความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและการค้า ตลอดจนความคิดในการสร้างรัฐประชาชาติเริ่มก่อตัวขึ้นซึ่งช่วยขับเคลื่อนให้มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปอย่างรวดเร็ว อีกด้านหนึ่งเกิดจากความอ่อนแอในศาสนจักรเองที่มีเรื่องชวนให้เสื่อมศรัทธา ใน ค.ศ. 1517 มาร์ติน ลูเธอร์ นักบวชชาวเยอรมันได้ประกาศปฏิรูปศาสนา และเกิดนิกายโปรเตสแตนต์ขึ้นในที่สุด

การที่วิทยาศาสตร์สามารถปลิดตัวเป็นอิสระจากศาสนาได้เท่ากับช่วยสร้างโลกนอกวัด (Secular World) ขึ้น คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เข้ามาแทนที่คำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่มองจากแง่ของปรัชญาและศาสนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับการยกย่องว่าจะทำให้มนุษย์สามารถเข้าใจและแก้ปัญหาทุกอย่างของมนุษย์ได้ ต่อมาเฟรดริก นิทเช (Friedrich Nietzsche 1844-1900) นักปรัชญาชาวเยอรมันประกาศว่า "พระเจ้าตายแล้ว"

แต่ข้อสรุปนี้อาจจะเร็วเกินไป ทุกวันนี้ยังมีผู้ถือทฤษฎี "ฟ้าสร้าง" (Creationism) ว่าพระเจ้าสร้างมนุษย์ตามแบบพระองค์ ดำเนินการต่อสู้กับทฤษฎีวิวัฒนาการที่เสนอโดยชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin 1809-1882) นักธรรมชาติวิทยาชาว

อังกฤษ อย่างไม่ลดละ จนเมื่อเดือนสิงหาคมนี้ มีข่าวว่าคณะกรรมการการศึกษาในหลายรัฐของสหรัฐฯ ห้ามบังคับให้เปิดการเรียนการสอนทฤษฎีวิวัฒนาการในชั้นเรียน

จากข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ได้ชี้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่หลุดพ้นจากการชี้นำของแนวคิดทางศาสนาเท่านั้น หากยังมีบทบาทสำคัญในการชี้นำทางความคิดด้านต่างๆ และผลักดันให้กิจกรรมทางสังคมทั้งปวงหันเหมาใส่ใจประโยชน์จากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

การเคลื่อนไหวสำคัญประการที่สอง ได้แก่ การเสนอทฤษฎีหรือวิธีการสร้างความรู้แบบวิทยาศาสตร์ขึ้น บุคคลสำคัญในการเสนอวิธีหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในยุคแรกได้แก่ เรอเน เดการ์ต (Rene Descartes 1596-1650) นักปรัชญาและนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ผู้เสนอแนวคิดแบบเหตุผลนิยม (Rationalism) โดยให้กวดความเชื่อที่เคยมีทั้งหมดทิ้งไป แล้วเริ่มหาเหตุผลจากหลักเกณฑ์ที่ถูกต้องที่สุด แนวคิดแบบเหตุผลนิยมโดยไม่อิงความเชื่อนี้ก่อให้เกิดจินตนาการสำหรับการสร้างข้อสมมุติฐาน (Hypotheses) อันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งสำหรับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

บุคคลสำคัญอีกผู้หนึ่งได้แก่ ฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon 1561-1625) นักปรัชญาชาวอังกฤษเสนอ "เครื่องมือใหม่" (Novum Organum - ค.ศ.1620) ได้แก่วิธีการแบบประสบการณ์นิยม (Empiricism) โดยให้เริ่มหาความจริงจากประสบการณ์ สรุปความจริงจากประสบการณ์ (Induction)

แนวคิดทั้ง 2 ต่างมีจุดอ่อนแต่เมื่อใช้ร่วมกันแล้วก็กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างความรู้แบบวิทยาศาสตร์ขึ้น มีนักปรัชญาและนักวิทยาศาสตร์หลายท่านพยายามเพิ่มเติมเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น คาร์ล พอปเพอร์ (Karl Popper) นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรียเสนอว่านักวิทยาศาสตร์ควรคิดหาทางปฏิเสธทฤษฎีหรือข้อสรุปที่ตั้งขึ้นเสมอ เป็นแนวคิดแบบหาข้อพิสูจน์ว่าผิด (Falsificationism) แต่ข้อโต้แย้งเกี่ยวกับปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจหรือสร้างความรู้เกี่ยวกับวัตถุและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้จริงแท้เพียงใด หรือมีวิธีการอะไรบางอย่างยังคงดำรงอยู่จนถึงทุกวันนี้

วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปก็มีการสังเกต การตั้งข้อสมมุติฐาน การทดลอง การสรุปความ และการทดสอบ นักวิทยาศาสตร์บางท่านเห็นว่าจุดเด่นของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสามารถทดสอบและทำซ้ำได้ หลายคนเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ได้แก่การคิดค้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

นักคณิตศาสตร์และนักปรัชญาที่สำคัญอีกผู้หนึ่งได้แก่ ออگุส คอมท์ (Auguste Comte) ชาวฝรั่งเศส ผู้เสนอแนวคิดแบบปฏิฐานนิยม (Positivism) เป็นความพยายามในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาศึกษาปรากฏการณ์ทางสังคม

การเคลื่อนไหวที่สำคัญประการที่สามได้แก่องค์ความรู้ที่เพิ่มพูนขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นเหตุปัจจัยสำคัญยิ่งทำให้ผู้คนยอมรับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ตัวอย่างความรู้ที่สำคัญเช่น เรื่องแรงโน้มถ่วงและกฎการเคลื่อนที่ 3 กฎของนิวตัน (Isaac Newton 1642-1727) การค้นพบแบคทีเรีย การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ของหลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur 1822 - 1895) การประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำของเจมส์ วัตต์ (James Watt 1736-1819) การค้นพบว่าอากาศประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด และคุณสมบัติทางเคมีของก๊าซออกซิเจนโดยลาวัวซิเยร์ (Antoine Lavoisier 1743-1794) เป็นต้น

การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญต่อมาซึ่งเป็นรากฐานกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการดำเนินชีวิตของโลกปัจจุบัน ได้แก่ การค้นพบทฤษฎีวิวัฒนาการของชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin 1809-1882) การค้นพบไฟฟ้าของไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday 1791-1867) การค้นพบทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์ เวลส์ (James Clerk Maxwell 1831-1879) การเสนอทฤษฎีนิวเคลียสในอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford 1871-1937) การค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ (Albert Einstein 1879-1995) การเสนอทฤษฎีควอนตัมของแมกซ์ พลังก์ (Max Planck 1858-1947)

การเคลื่อนไหวที่สำคัญประการสุดท้ายได้แก่การตั้งสมคมนักวิทยาศาสตร์ ที่เด่นได้แก่ ราชสมาคม (Royal Society ค.ศ.1662) ของอังกฤษ ซึ่งได้ตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการภายใต้การสนับสนุนจากรัฐบาลเป็นครั้งแรกโดยพระราชโองการของพระเจ้าชาร์ลส์ที่ 2 (มีสมคมนักวิทยาศาสตร์ที่ตั้งขึ้นก่อนหน้านั้นตั้งแต่ช่วงทศวรรษ ค.ศ.1560 แล้ว แต่เป็นการรวมตัวกันเองในหมู่นักวิชาการ) ราชสมาคมนี้เป็นแบบอย่างในการตั้งสมาคมของนักวิชาการหรือชุมชนนักวิทยาศาสตร์ในประเทศอื่นๆ เช่น ราชสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งปารีส (ค.ศ.1666) สมาคมวิทยาศาสตร์ (ในกรุงเบอร์ลิน เยอรมนี ค.ศ.1700) ราชบัณฑิตยสถานวิทยาศาสตร์

(กรุงเซนต์ปีเตอส์เบิร์ก รัสเซีย ค.ศ.1724) สมาคมปรัชญาอเมริกัน (เมืองฟิลาเดลเฟีย สหรัฐอเมริกามีเบนจามิน แฟรงกลิน เป็นนายกสมาคมคนแรก) สมาชิกของสมาคมนักวิชาการนี้ ประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ นักปรัชญาที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับนับถือในความเก่งกล้าสามารถ ได้ทำงานแบบอุทิศตัวเพื่อเผยแพร่ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่สาธารณชน เป็น การสร้างวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในสังคมตะวันตก

สมาคมนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการนี้มีความสำคัญมากในด้านที่อำนาจรัฐยอมรับความชอบธรรม ในความรู้ เทียบกับสมัยของกาลิเลโอที่ถูกห้ามเผยแพร่ความคิดว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางระบบสุริยะของโคเปอร์นิคัสใน ค.ศ.1616 สมาคมนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ยังได้รับความนิยมอิสระในการศึกษาวิจัยและการติดต่อกับนักวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ ด้วย

สมาคมนักวิทยาศาสตร์นักคิดและนักวิชาการเหล่านี้ มีวิธีการบริหารที่ต่างกันบ้าง แต่มีกิจกรรมที่ตรงกัน ได้แก่ การ สนับสนุนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์โดยให้เงินทุน หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และมักมีวารสารทางวิชาการของตน เป็นสื่อใน การแลกเปลี่ยนทัศนะและเสนอผลงานทางวิชาการ อีกทั้งกระชับความเป็นชุมชนเข้าด้วยกัน สมาคมเหล่านี้มีบทบาทในการเป็นผู้นำ การพัฒนาทางเทคโนโลยีโดยอาศัยที่มีสิทธิบัตรของตนเอง รวมทั้งการจัดตั้งกลุ่มเพื่อสนับสนุนงานอาชีพทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสมาคมเหล่านี้ได้รับการยอมรับเป็นทางการจึงทำให้มีพลังเป็นที่ยอมรับในสังคมขณะเดียวกันรัฐบาลที่สนับสนุนสมาคม เหล่านี้ ก็ได้รับประโยชน์จากการมีชื่อเสียงและความเชี่ยวชาญของกลุ่มนักวิชาการ ซึ่งจะนำความเจริญมาสู่ท้องถิ่นนั้น และอาศัย ความรู้ที่ได้มาใหม่เพื่อการพัฒนาทางการผลิตและการค้าเป็นต้น

ผลสำเร็จของการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ในคริสต์คริสต์ศตวรรษที่ 15 และ 17 เป็นเหตุปัจจัยสำคัญหนึ่งผลักดันให้เกิด การปฏิวัติอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมซึ่งเริ่มขึ้นที่อังกฤษในคริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็นประเทศแรก ได้เปลี่ยนโฉมหน้าของตะวันตกใหม่ทั้งหมดและต่อมาทั่วทั้งโลก และส่งผลให้ตะวันตกหรือประเทศอุตสาหกรรมที่พัฒนาแล้ว ครองความเหนือกว่าในโลกมา จนถึงปัจจุบัน

ด้วยผลสำเร็จของการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ การเกิดขึ้นของยุคแสงสว่างทางปัญญา (Enlightenment) และการปฏิวัติ อุตสาหกรรม ก่อให้เกิดความหวังในด้านดีอย่างไม่เคยมีมาก่อน ทำให้เกิดบรรยากาศความเชื่อมั่นในประเทศอุตสาหกรรมทั้งหลายว่า โลกจะต้องเจริญก้าวหน้าต่อไปไม่หยุดยั้ง ด้วยเหตุผลและปัญญา มนุษย์จะสามารถขยายขอบเขตของความรู้อย่างไม่ ลิ้นสุด และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้หมดสิ้น เรามีการผลิต การแพทย์และสาธารณสุขที่ดีขึ้นอย่างคาดไม่ถึงจากอดีต เกิด เมืองที่มีตึกงามสวยงาม มีไฟฟ้าใช้ โรคระบาดอันน่าสะพรึงกลัวมาช้านานถูกขจัดไป เด็กทารกรอดตายมากขึ้น ผู้คนอายุยืนขึ้น มี ยานยนต์ที่ไปไหนต่อไหนได้รวดเร็ว มีของกินของใช้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้มนุษย์สามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีลักษณะเป็นภววิสัยหรือวัตถุวิสัย (Objective) ไม่เจือปนด้วยอคติหรือความคิดทางอัตวิสัยหรือจิตวิสัย (Subjective) เป็นความรู้บริสุทธิ์ที่สามารถทดสอบหรือทำซ้ำได้

1.3 เคราะห์กรรมครั้งใหญ่ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอาจเยียวมาได้

นับจากการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ ทุกร้อยปีใหม่ดูมีความหวังว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะให้อะไรใหม่แก่เราบ้าง การเติบโต และความก้าวหน้า ได้กลายเป็นคำพูดติดปาก เป็นจุดมุ่งหมายที่จะต้องบรรลุสำหรับบุคคล องค์กร และสถาบันต่าง ๆ แต่เมื่อขึ้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 มีเหตุการณ์หลายอย่างที่ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงไป เหตุการณ์ เหล่านี้ก็คือเคราะห์กรรมครั้งใหญ่ของมนุษย์โลกที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่อาจเยียวหาแก้ไขได้ บางด้านยังเป็นตัวก่อเหตุ เสียด้วยซ้ำ

เริ่มต้นด้วยสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง (ค.ศ.1914-1918) กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีอย่างสูงก่อสงครามใหญ่เป็นครั้งแรก การก่อสงครามนี้มีสาเหตุอย่างหนึ่งจากการแย่งชิงดินแดนและอาณานิคม เพื่อ แหล่งวัตถุดิบและการค้า ซึ่งอาจจะนับเนื่องได้ตั้งแต่ครั้งเยอรมันเข้ายึดครองแคว้นอัลซัส(Alsace) และลอรีเรน (Lorraine) อันอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรแร่ธาตุทางธรรมชาติจากฝรั่งเศส ใน ค.ศ. 1871

เหตุการณ์ต่อมาได้แก่ *ภาวะเศรษฐกิจตกต่ำใหญ่* (The Great Depression) เกิดขึ้นในสหรัฐฯและยุโรปซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่เจริญทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสูง โดยเริ่มในสหรัฐฯก่อนตั้งแต่ปลายปี ค.ศ. 1929 และยืดเยื้อไปจนถึง ค.ศ. 1939 อันเป็นปีเริ่มต้นสงครามโลกครั้งที่สอง ความจริงภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่นั้นได้เกิดขึ้นเป็นระยะแล้ว เช่นระหว่าง ค.ศ. 1872 - 1892 แต่ครั้งนี้ดูเหมือนผลกระทบจะกระจายไปกว้างขวางกว่า ในสหรัฐฯปรากฏว่าคนงาน 1 ใน 4 ไม่มีงานทำ ซึ่งแสดงว่าแม้ในยามปกติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ไม่สามารถประกันความมั่นคงในชีวิตและการทำงานได้

สงครามโลกครั้งที่สอง (1939-1945) เป็นสงครามที่ใหญ่และยืดเยื้อกว่าสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง ผู้เข้าร่วมสงครามสำคัญได้แก่กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมรวมทั้งประเทศญี่ปุ่น เวทีสงครามกระจายไปทั่วโลกรวมทั้งประเทศที่ไม่รู้โอโนอิเหน้อย่างประเทศไทยหรือประเทศจีน ที่น่าตื่นตะลึงก็คือการทิ้งระเบิดปรมาณูที่ประเทศญี่ปุ่น ทำให้ทั้งโลกได้ตระหนักเป็นครั้งแรกว่าอำนาจของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทางทำลายมีสูงเพียงใด และนับตั้งแต่นั้นมาดูเหมือนว่าสาธารณชน แม้จะมีด้านพึงพอใจแต่ก็มีด้านที่หวาดระแวงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเรื่อยมา การค้นพบใหม่ ๆ เช่นการตัดแต่งยีนหรือพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) ก่อให้เกิดความหวังและความกังวลใจไปพร้อม ๆ กัน

สงครามเย็น (ค.ศ.1949 - 1989) ควันสงครามยังไม่ทันหายไ้ สงครามเย็นก็เริ่มเปิดฉากขึ้นระหว่างโลกเสรีที่มีสหรัฐฯเป็นผู้นำ และโลกสังคมนิยมคอมมิวนิสต์ที่มีอดีตสหภาพโซเวียตเป็นผู้นำ จบลงด้วยการพังทลายของค่ายสังคมนิยม เมื่อมีการพังกำแพงเบอร์ลินลง สงครามเย็นได้เปิดเผยให้เห็นชัดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นไม่ใช่ความรู้ที่เป็นแบบภววิสัยหรือวัตถุวิสัย หากแต่ถูกกลั่นกรองหรือเปลี่ยนไปตามอำนาจ ทั้งอำนาจในสังคมใหญ่และในสังคมนักวิชาการด้วยกัน สงครามเย็นยังนำโลกไปเผชิญหายนะในสงครามนิวเคลียร์หลายครั้ง ทุกวันนี้ยังมีการพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์กันต่อไปอีก อำนาจแห่งการทำลายล้างอย่างสิ้นซากของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังคงแขวนอยู่เหนือโลก ไม่รู้ว่วันใดจะหล่นลงมา

วิกฤตสิ่งแวดล้อม ความสำนึกในปัญหาสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และเริ่มต้นตัวมากขึ้นเมื่อหนังสือของ ราเชล คาร์สัน ชื่อ *ฤดูใบไม้ผลิที่ไร้เสียง* (Silent Spring) พิมพ์เผยแพร่ใน พ.ศ.2505 ความก้าวหน้าทางการผลิตและการค้าซึ่งผลักดันโดยการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ได้เข้าทำลายถิ่นที่อาศัยอันแสนวิเศษของเราเอง แปรแม่น้ำเป็นแหล่งระบายน้ำเสีย ผืนป่าเป็นไร่นาและถนนหนทาง ชีวิตในธรรมชาติ เช่น นกกาสงบเสียงหายไป ชีวิตในธรรมชาติของมนุษย์ก็อาจจะสิ้นตามไปด้วย วิกฤตสิ่งแวดล้อมนี้มีทุกด้าน แต่ที่สำคัญได้แก่การทำลายล้างชีวภาค (Biosphere) ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิตจำนวนมากสูญพันธุ์ไป และไม่ว่ามนุษย์จะพ้นจากชะตากรรมนี้ อีกเรื่องหนึ่งได้แก่ *ปัญหาโลกร้อน* เนื่องจากการใช้พลังงานมากขึ้นเรื่อย ๆ ในการผลิต การค้า และการดำเนินชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงถูกเรียกร้องให้เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สะอาด

วิกฤตเศรษฐกิจเอเชีย (ค.ศ.1997 -) หลังสงครามเย็นได้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจทั่วโลกอย่างน่าพึงพอใจ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ มีการพูดถึงว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทำให้ประเทศกำลังพัฒนาหลายแห่งกลายเป็นประเทศอุตสาหกรรม และที่กำลังตามมาติด ๆ อีกหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย มีการพูดถึงโลกไร้พรมแดน เศรษฐกิจเสรีไร้พรมแดน และโลกาภิวัตน์ หมู่บ้านโลกที่จะเกิดขึ้นด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ โลกทั้งโลกจะก้าวหน้าไปอย่างไม่เคยมีมาก่อนด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และการทำงานของสมอง และความรู้ด้านกำเนิดชีวิตและการตัดแต่งยีน กำเนิดจักรวาลและการสำรวจอวกาศ แต่วิกฤตเอเชียซึ่งปะทุขึ้นในประเทศไทยอันมีขนาดเศรษฐกิจค่อนข้างเล็ก กลับแผ่ลามไปยังประเทศตลาดเกิดใหม่อย่างรวดเร็ว แสดงว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแม้ว่าจะจะเป็นสิ่งจำเป็นแต่ไม่ใช่สิ่งเดียวที่จะนำประเทศกำลังพัฒนาสู่ความเจริญก้าวหน้า ยิ่งกว่านั้นความก้าวหน้าที่เกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังอาจนำวิกฤตจากดินแดนหนึ่งไปยังอีกดินแดนหนึ่งอย่างรวดเร็ว กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาจนำความไม่มั่นคงมาสู่สังคมโลก

ภาพลักษณ์ที่เสียไปของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้เกิดจากความจำกัดหลายอย่างในตัวมันเอง ความจริงนั้นทุกสิ่งย่อมมีความจำกัดในตัว แต่ในช่วงหนึ่งเกิดภาวะมอดความไว้วางใจให้แก่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากเกินไปจนความจำกัดนี้ มาถึงปัจจุบันเราคงต้องปรับท่าทีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ เพื่อที่เราจะได้สามารถใช้ประโยชน์จากมันในการเข้าใจโลกและดัดแปลงโลกได้ดีกว่าที่เคยเป็นมา

2. สถานภาพปัจจุบันและแนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวม

2.1 ข้อสังเกตจากการประชุมวิทยาศาสตร์โลก

ระหว่างวันที่ 26 มิถุนายน - 1 กรกฎาคม พ.ศ.2542 มีการประชุมครั้งสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ณ กรุงบูดาเปสต์ ประเทศฮังการี ได้แก่ การประชุมวิทยาศาสตร์โลก (The World Conference of Science) จัดโดยองค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (ยูเนสโก) และองค์กรในเครือ หลังจากที่มีการจัดประชุมในทำนองเดียวกันนี้เมื่อ 20 ปี มาแล้วที่กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย

การประชุมครั้งนี้มีผู้เข้าร่วม 1,800 คน จาก 155 ประเทศ โดยมีตัวแทนจากประเทศไทยเข้าร่วมประชุมด้วย จุดประสงค์การประชุมก็เพื่อวางพื้นฐานสำหรับการเชื่อมโยงชุมชนนักวิทยาศาสตร์ นักการเมือง และประชาสังคมในการสนับสนุน การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การเพิ่มการแบ่งปันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อลดช่องว่างระหว่างประเทศพัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนา และการควบคุมดูแลให้การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างมีความรับผิดชอบ ประกอบด้วยจริยธรรม

เกี่ยวกับการประชุมครั้งนี้มีผู้ตั้งข้อสังเกตอยู่ 3 ข้อด้วยกัน ข้อสังเกตประการแรกก็คือการประชุมนานาชาติแบบแสดงความคิดเห็นทั่วไป ไม่มีมติที่เป็นข้อผูกพันทางกฎหมายนี้ ก็อาจเหมือนกับการประชุมนานาชาติทำนองเดียวกันอื่นๆ นั่นคือเป็นการพูดมากกว่านำไปปฏิบัติจริง เช่น การประชุมวิทยาศาสตร์โลกครั้งก่อนเมื่อ 20 ปีมาแล้วก็มีมติให้ประชาชาติต่าง ๆ พยายามกันเงินสำหรับการวิจัยและพัฒนาไว้อย่างน้อยร้อยละ 1 ของจีดีพี ก็ยังไม่ได้มีการปฏิบัติจริงอย่างทั่วถึง และในการประชุมครั้งนี้มีประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศโดยเฉพาะในแถบแอฟริกามุ่งหวังที่จะให้มีการจัดตั้งกองทุนวิทยาศาสตร์โลกขึ้นเพื่อช่วยการวิจัยและพัฒนา เสริมการร่วมมือกันและการฝึกอบรมในประเทศยากจน ซึ่งก็คิดกันว่าจะไม่บังเกิดผลอะไร และก็เป็นอย่างจริงตามคาด เมื่อประเทศร่ำรวยไม่กระตือรือร้นที่จะตั้งกองทุนเช่นว่า

ข้อสังเกตประการที่สอง มีองค์การสาธารณประโยชน์หรือเอ็นจีโอ เข้าร่วมน้อย และยังไม่มีความเห็นสำหรับขึ้นปราศรัยต่อที่ประชุม ดังนั้นอาจจะได้รับการสนับสนุนจากประชาสังคมน้อย การยอมรับภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ อาจไม่พอเพียง และการรับผิดชอบเช่นต่อสิ่งแวดล้อมก็อาจไม่เด่น

ข้อสังเกตประการที่สาม การประชุมครั้งนี้เป็นการประชุมที่เน้นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ มีคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา เป็นต้น ไม่ได้ให้ความสำคัญแก่วิทยาศาสตร์สังคม (Social Science) ซึ่งความรู้ด้านสังคมศาสตร์นั้นนับว่ามีความสำคัญมาก โดยในตัวของมันเองช่วยให้สามารถเข้าใจลักษณะพลวัตของสังคม และเป็นเครื่องมือในการช่วยแก้ปัญหาทางสังคม การจะให่วิทยาศาสตร์เป็นที่ยอมรับหรือเผยแพร่ในสังคมวงกว้างยิ่งขึ้น หรือการสร้างควมรับผิดชอบที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพึงมีแก่สังคม เหล่านี้ยากที่จะทำให้เป็นจริงได้โดยไม่อาศัยความช่วยเหลือจากสังคมศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า สาขาวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ต้องการความรู้ทางด้านสังคมศาสตร์ เช่น สังคมวิทยา เป็นต้น มาประกอบด้วย ในปัจจุบันก็มีการศึกษาข้ามสาขากันระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์อยู่ไม่น้อย เช่นการใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ร่วมกับวิชาสังคมวิทยาเป็นต้นในการสร้างสังคมประดิษฐ์ (Artificial Society) มีผู้กล่าวคาดการณ์ไว้นานแล้วว่า วิทยาศาสตร์ธรรมชาติกับวิทยาศาสตร์สังคมในที่สุดน่าจะมารวมกัน กลายเป็นวิทยาศาสตร์มนุษย์ (Science of Man)

อย่างไรก็ตาม ปรากฏว่าในการประชุมมีการถกแถลงอย่างจริงจัง และแม้ว่าจะเป็นเพียงการพูด เช่นไม่สามารถทำให้ประเทศพัฒนาแล้วยอมตั้งกองทุนการวิจัยวิทยาศาสตร์โลกขึ้น แต่การประชุมครั้งนี้ ได้ให้ภาพเชิงกว้างเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันของวิทยาศาสตร์โลก หนึ่งในเวลาใกล้กันนั้นยูเนสโกยังได้ออกเอกสารสำคัญอีกชิ้นหนึ่ง ได้แก่ รายงานวิทยาศาสตร์โลก พ.ศ.2541 (World Science Report 1998) ซึ่งจัดทำทุก 2 ปี และโครงการพัฒนาของสหประชาชาติ (UNDP) ได้เผยแพร่เอกสาร "รายงานการพัฒนามนุษย์ พ.ศ.2542" (Human Development Report 1999)

2.2 สรุปสถานภาพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปัจจุบัน

การประชุมและเอกสารรายงานดังกล่าวช่วยสะท้อนให้เห็นสถานภาพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลกและประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งเมื่อประกอบกับข่าวความเคลื่อนไหว บทความและรายงานอื่นๆ อาจสรุปสถานภาพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยทั่วไปได้ดังนี้

1) ช่องว่างทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีระหว่างประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนา ค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มขยายตัวยิ่งขึ้นตามการขยายตัวของช่องว่างทางรายได้

ก. การใช้จ่ายเงินในการวิจัยและพัฒนา

จากรายงานวิทยาศาสตร์โลก ระบุว่าในปี พ.ศ. 2537 ทั่วโลกใช้เงินในการวิจัยและพัฒนาราว 4.7 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งค่าใช้จ่ายจำนวนมากที่สุดอยู่ที่อเมริกาเหนือได้แก่สหรัฐฯและแคนาดาตกกว่าร้อยละ 37.9 รองลงมาได้แก่ยุโรปตะวันตกราวร้อยละ 28 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าศูนย์ความเจริญและการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลกปัจจุบันมีอยู่ 2 ศูนย์ด้วยกัน ศูนย์หนึ่งอยู่ที่อเมริกาเหนือ อีกศูนย์หนึ่งอยู่ที่ยุโรปตะวันตก

นอกจากนี้ยังมีศูนย์เกิดใหม่อีกศูนย์หนึ่ง ได้แก่ประเทศญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่ได้แก่เกาหลีใต้และไต้หวัน เป็นต้น ซึ่งใช้จ่ายเงินในการวิจัยและพัฒนาราวร้อยละ 18.6 ของทั้งโลก รวมทั้ง 3 ศูนย์นี้ใช้เงินในการวิจัยและพัฒนาถึงร้อยละ 84.5 ที่เหลือร้อยละ 15.5 เป็นของภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ได้แก่ประเทศจีน อินเดียและเอเชียใต้ รัสเซีย และกลุ่มประเทศยุโรปตะวันออก แอฟริกา ลาตินอเมริกา เป็นต้น

หากคิดรายจ่ายอย่างเดียว อาจให้ภาพที่ไม่ครบถ้วน เพราะบางประเทศที่ใหญ่มาก เช่น ประเทศจีน หากคิดแต่รายจ่ายในการวิจัยและพัฒนาจะสูงถึงราวร้อยละ 4.9 ของทั้งโลก ดังนั้นจึงควรคิดเป็นส่วนกับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศด้วย ซึ่งหากคิดเทียบอัตราส่วนนี้แล้ว ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาของจีนตกกว่าเพียงร้อยละ 0.5 ใกล้เคียงกับของไทย อัตราส่วนนี้น่าจะนำมาใช้ในการประมาณจำนวนนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ประกอบการทางวิทยาศาสตร์ต่อจำนวนประชากรอย่างคร่าว ๆ ได้

หากคิดเทียบอัตราส่วนนี้จะพบว่าสหรัฐฯใช้เงินในการวิจัยและพัฒนาสูงสุดราวร้อยละ 2.5 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ตามด้วยประเทศญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่ตกราว 2.3 ซึ่งเป็นการพิสูจน์ข้อสมมุติฐานที่ว่า การวิจัยและพัฒนามีส่วนสำคัญในการสร้างความมั่งคั่งให้แก่ประเทศ สำหรับยุโรปตะวันตกมาเป็นปี 3 ตกร้อยละ 1.8 ท้ายสุดได้แก่ประเทศโอเชียเนีย ซึ่งที่สำคัญได้แก่ ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ใช้จ่ายราวร้อยละ 1.5 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

ตัวเลขเฉลี่ยของการใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาของโลกใน พ.ศ. 2538 ตกที่ร้อยละ 1.4 ของผลผลิตมวลรวมโลก ภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาร้อยละ 0.3 สำหรับประเทศไทยตกกว่าร้อยละ 0.22 ห่างจากเกณฑ์เฉลี่ยของโลกไม่น้อย และต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยของภูมิภาคด้วย

ข. ผลได้ทางวิทยาศาสตร์

ถ้าหากดูผลได้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Output) โดยวัดจากผลงานตีพิมพ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ใน พ.ศ. 2538 พบว่าร้อยละ 38.4 เป็นของอเมริกาเหนือ ร้อยละ 35.8 เป็นของยุโรปตะวันตก ประเทศญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่มีส่วนแบ่งร้อยละ 10.1 รวม 3 ศูนย์ตกร้อยละ 84.3 ใกล้เคียงกับตัวเลขค่าใช้จ่าย

เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงเวลา 5 ปีระหว่าง พ.ศ. 2533 - 2538 หลายเขตประเทศได้แก่ญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่ จีน กลุ่มประเทศลาตินอเมริกา มีสัดส่วนในงานพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์ของโลกเพิ่มขึ้น โดยจีนเพิ่มขึ้นสูงสุดร้อยละ 38 ประเทศญี่ปุ่นร้อยละ 19 และกลุ่มประเทศลาตินอเมริการ้อยละ 17 ขณะที่กลุ่มสหภาพโซเวียตเดิมลดลงถึงร้อยละ 44 โดยปัจจุบัน พ.ศ.2538 มีสัดส่วนงานพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับทั้งโลกเพียงร้อยละ 4.0

ถ้าหากพิจารณาในสาขาวิชาของงานพิมพ์เผยแพร่พบว่ายุโรปตะวันตกมีความเข้มแข็งด้านการวิจัยทางการแพทย์ แต่อ่อนด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะที่อเมริกาเหนือแข็งแกร่งทางด้านชีววิทยาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกและอวกาศ แต่อ่อนลงในด้านฟิสิกส์และเคมี ส่วนญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่ รวมทั้งจีน อินเดีย และเอเชียกลางแข็งแกร่งทางด้านฟิสิกส์เคมี วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี แต่อ่อนด้านชีววิทยา

ค. ผลได้ทางเทคโนโลยี

ถ้าดูผลได้ทางเทคโนโลยี (Technological Output) โดยวัดจากการจดทะเบียนสิทธิบัตร ใน 2 ศูนย์ นั่นคือที่ ยุโรป ตะวันตกและสหรัฐอเมริกา พบว่าการจดทะเบียนสิทธิบัตรในเขตยุโรปตะวันตก ใน พ.ศ. 2538 ปรากฏว่าประเทศยุโรปตะวันตกมาจดทะเบียนมากเป็นอันดับหนึ่งตกร้อยละ 47.4 ของภูมิภาค แต่ก็ยังลดลงเมื่อเทียบกับ พ.ศ.2533 ร้อยละ 9 อันดับสองได้แก่ประเทศสหรัฐอเมริกาจดทะเบียนสิทธิบัตรในยุโรปตะวันตกร้อยละ 33.4 เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับพ.ศ. 2533 ร้อยละ 25

อันดับสามได้แก่ญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่จดทะเบียนสิทธิบัตรในยุโรปตะวันตกร้อยละ 16.6 ลดลงเมื่อเทียบกับ พ.ศ. 2533 ร้อยละ 13 รวม 3 อันดับสูงถึงร้อยละ 97.4

ถ้าดูการจดทะเบียนสิทธิบัตรในประเทศสหรัฐ พบว่าประเทศที่มากจดทะเบียนมากที่สุดได้แก่ประเทศในเขตอเมริกาเหนือ สูงถึงร้อยละ 51.5 ของการจดทะเบียนทั้งหมดใน พ.ศ. 2538 เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2533 ร้อยละ 8 อันดับสองได้แก่ญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมใหม่ตกร้อยละ 27.3 เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2533 ร้อยละ 8 อันดับสามได้แก่ยุโรปตะวันตกมีสัดส่วนร้อยละ 19.9 ของการจดทะเบียนทั้งหมดในสหรัฐ ลดลงจาก พ.ศ. 2533 ร้อยละ 22 รวม 3 อันดับสูงถึงร้อยละ 98.7

ดูจากผลได้ทางเทคโนโลยีแล้วพบว่ามีลักษณะผูกขาดอยู่ใน 3 ศูนย์ ถึงราวร้อยละ 98 โดยเฉพาะในอเมริกาเหนือซึ่งมีอัตราการจดทะเบียนสิทธิบัตรสูงขึ้น ขณะที่ของยุโรปตะวันตกกลับลดลง และของญี่ปุ่นและประเทศอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นที่สหรัฐ แต่ลดลงในยุโรป

อย่างไรก็ตามประเทศกำลังพัฒนามากหลายประเทศ เช่น จีน มีการจดทะเบียนสิทธิบัตรในช่วง 5 ปีระหว่าง พ.ศ. 2533-2538 เพิ่มขึ้นมาก ในเขตยุโรปตะวันตกสูงเพิ่มร้อยละ 52 ในเขตสหรัฐเพิ่มร้อยละ 18 กลุ่มประเทศลาตินอเมริกาก็เพิ่มมากกว่าคือในเขตยุโรปตะวันตกเพิ่มร้อยละ 104 ในสหรัฐเพิ่มร้อยละ 22 แต่เนื่องจากว่าฐานการจดทะเบียนของประเทศกำลังพัฒนาดังกล่าวค่อนข้างเล็ก ถึงเพิ่มขึ้นมาก แต่ก็ใช้เวลาานมากกว่าจะไล่ทัน สหรัฐยังคงเป็นผู้นำที่ใครก็ยากจะมาทัดเทียมได้ในแง่ของเทคโนโลยี และการต้องเสียค่าเข้าสิทธิบัตรต่างๆ คงเป็นภาระหนักของประเทศกำลังพัฒนาไปอีกนาน เว้นแต่จะหาทางร่วมกันแก้ไข เช่น ประเทศแอฟริกาได้ออกพระราชบัญญัติฯ ใน พ.ศ. 2540 เพื่อให้ประเทศสามารถซื้อขายที่ราคาต่ำที่สุดในโลก แต่สหรัฐพยายามขัดขวางอย่างเต็มที่กำลัง

ง. ข้อสังเกตและแนวโน้ม

จากตัวเลขค่าใช้จ่าย ผลได้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งวัดจากงานพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์และการจดทะเบียนสิทธิบัตร แสดงว่าศูนย์กลางความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลกมีอยู่ 3 ศูนย์ ได้แก่สหรัฐ สหภาพยุโรป และญี่ปุ่น และในระยะใกล้นี้สถานการณ์ดังกล่าวคงไม่เปลี่ยนแปลง แม้ว่าควรจับตาอยู่ที่ 3 ประเทศใหญ่คือ จีน รัสเซีย และอินเดีย ที่อาจจะเพิ่มบทบาทขึ้นมาบ้าง โดยเฉพาะรัสเซียซึ่งมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสูงอยู่แล้ว หากแก้ไขกฎกติกาและความยุ่งยากภายในสำเร็จ

ถ้าดูการใช้จ่ายเงินในการวิจัยและพัฒนาของ 3 ศูนย์ใหญ่ข้างต้น จะพบว่าสหรัฐใช้จ่ายเงินในการวิจัยและพัฒนาที่สำคัญในด้านอุตสาหกรรมและการทหาร นั่นคือสูงถึงร้อยละ 59 และ 24 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตามลำดับ โดยเฉพาะการวิจัยและพัฒนาทางทหารของสหรัฐนั้นสูงกว่าประเทศใดในโลก สหภาพยุโรปใช้เงินวิจัยและพัฒนาทางทหารสูงเพียงร้อยละ 8.2 ประเทศญี่ปุ่นใช้เงินในการวิจัยและพัฒนาสูงสุดที่อุตสาหกรรม ตกร้อยละ 73.4 ของทั้งหมด ใช้ในทางพลเรือนทั่วไปร้อยละ 25.4 ใช้ทางการทหารเพียงร้อยละ 1.1 สหภาพยุโรปใช้เงินในการวิจัยทางอุตสาหกรรมไม่มากเท่าตกร้อยละ 52.8 แต่ใช้วิจัยทางพลเรือนทั่วไปสูงถึงร้อยละ 32.7 ขณะที่สหรัฐใช้จ่ายทางด้านนี้น้อยมากตกร้อยละ 18.6

ประมาณว่าใน พ.ศ.2537 สหภาพยุโรป 15 ประเทศใช้เงินในการวิจัยและพัฒนา 1.22 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ ประเทศญี่ปุ่นใช้ 1.04 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ สหรัฐใช้ 1.42 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ แต่เมื่อคำนึงถึงว่าญี่ปุ่นใช้เงินทางทหารน้อย ขณะที่สหรัฐใช้เงินทางการทหารสูง เงินที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาทั่วไปในศูนย์นำทั้ง 3 จึงใกล้เคียงกัน

ดูจากกลุ่มของการใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาใน 3 ศูนย์นี้ ก็จะเห็นว่า 1) แนวโน้มของการวิจัยและพัฒนาในประเทศพัฒนาแล้วที่เป็นศูนย์กลางจะเน้นหนักในการอุตสาหกรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผลิตและการค้า ซึ่งหมายถึงว่าการแข่งขันในเรื่องดังกล่าวจะเข้มข้นขึ้นอย่างมาก ประเทศกำลังพัฒนาที่อยู่ชายขอบจะต้องทำตามการวิจัยและพัฒนาในประเทศเหล่านี้รวมทั้งประเทศไทยจึงมีแนวโน้มไปสู่ด้านอุตสาหกรรมมากขึ้น ถ้าหากใช้ของประเทศญี่ปุ่นเป็นต้นแบบ การวิจัยทางด้านนี้ก็จะสูงมาก 2) สหรัฐซึ่งเป็นอภิมหาอำนาจที่ปราศจากคู่แข่งโดยตรง และถือว่าเป็นประเทศที่มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงสุด ใช้จ่ายในการวิจัยด้านทหารสูงถึงร้อยละ 24 เหล่านี้ย่อมก่อแรงกดดันให้ศูนย์กลางอื่น รวมทั้งประเทศขนาดใหญ่หรือที่มีทรัพยากรมั่งคั่ง เช่น รัสเซีย จีน อินเดีย ประเทศในตะวันออกกลาง เป็นต้น เพิ่มความสำคัญในการวิจัยและพัฒนาในด้านนี้ขึ้น อาจก่อให้เกิดภาวะการแข่งขันทางอาวุธขึ้นใหม่อีกครั้งหนึ่งได้

อันหนึ่งเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการวิจัยทางทหารและสงครามนี้ นายเฟเดอริโก เมเยอร์ (Federico Mayer) เลขาธิการยูเนสโกและคณะได้เขียนบทความชื่อ มุ่งสู่ "วีรโลกใหม่?" (Enroute to a "brave new world?" Bangkok Post 220999) ระบุว่าค่าใช้จ่ายทางทหารของทั่วโลกในปัจจุบันสูงถึงปีละราว 7 - 8 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ ขณะที่เงินเพียง 4 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐก็เพียงพอสำหรับจะจัดการศึกษาภาคบังคับ ให้บริการทางอาหาร น้ำสะอาด การสุขภาพีบาลสำหรับคนทั้งโลก ซึ่งเงินจำนวนที่ว่่านี้ตกเพียงราวร้อยละ 4 ของทรัพยากรของคนรวยที่สุดในโลกเพียง 225 คนเท่านั้น

เมื่อเราพิจารณาความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างศูนย์กลางทั้ง 3 กับประเทศอื่นที่เป็นชายขอบ (Periphery) จะเห็นว่าเกิดความเสียเปรียบในประเทศกำลังพัฒนา ความสัมพันธ์นี้สามารถมองใน 3 กลุ่ม นั่นคือ บุคคล ชื่อเสียง และความคิด จะเห็นว่าโดยทั่วไปบุคคล และชื่อเสียงจะไหลจากประเทศกำลังพัฒนาสู่ประเทศพัฒนาแล้ว ส่วนความคิดโดยทั่วไปไหลจากประเทศพัฒนาแล้วสู่ประเทศกำลังพัฒนา

การที่บุคคลไหลจากประเทศกำลังพัฒนาสู่ประเทศพัฒนาแล้ว เป็นการเพิ่มความเสียเปรียบแก่ประเทศกำลังพัฒนาขึ้นไปอีก ดูตัวอย่างจากโครงการสนับสนุนการผลิตงานวิจัยและนักวิจัยระดับปริญญาเอกจำนวน 5,000 คนของไทย (พ.ศ.2540-2554) ต้องใช้เงินในการดำเนินการระยะที่ 1 นี้ถึง 12,394 ล้านบาท มีนักวิทยาศาสตร์อินเดียเสนอให้ประเทศพัฒนาแล้วจ่ายค่าเสียหายแก่ประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องสูญเสียบุคลากรเหล่านั้นไป หนทางหนึ่ง เช่นการช่วยตั้งกองทุนการวิจัยและพัฒนาของโลกเพื่อช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งข้อเสนอนี้ก็ยังไม่ได้รับการตอบสนองจากประเทศพัฒนาแล้ว นักวิทยาศาสตร์ชาวแอฟริกันท่านหนึ่งระบุว่า นักวิทยาศาสตร์แอฟริกันส่วนใหญ่ทำงานอยู่นอกทวีป รายงานการพัฒนามนุษยชาติว่า ใน พ.ศ.2541 มีผู้ชำนาญการชาวแอฟริกันจำนวน 250,000 คนทำงานอยู่ที่สหรัฐฯและยุโรป

การที่ชื่อเสียงไหลจากประเทศชายขอบสู่เขตศูนย์กลางก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเสริมให้บุคคลไหลไปอยู่ที่ศูนย์กลางเพื่อให้ได้รับการยอมรับนับถือและชื่อเสียง

สำหรับความคิดที่ไหลจากศูนย์กลางสู่ชายขอบนั้น มีด้านที่ตืออยู่มากในการกระตุ้นและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วยให้สถานภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับการยอมรับโดยง่าย แต่การไหลเข้ามาของความคิดนั้นก็มีค่าใช้จ่ายสูง เช่นจากการส่งบุคคลไปศึกษาเล่าเรียนในประเทศพัฒนาแล้ว การจ้างผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ การเสียค่าเช่าสิทธิบัตร และอื่น ๆ นอกจากนี้ความคิดที่ไหลเข้ามาบางครั้งไม่สอดคล้องกับสภาพสังคมของประเทศกำลังพัฒนา กระทั่งเกิดเป็นโทษขึ้น เช่นกรณีความคิดเรื่องการเปิดเสรีทางการเงินตามแนวคิดเสรีนิยมใหม่ (Neo-liberalism) หรือ Washington Consensus ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่เร่งให้เกิดวิกฤติใหญ่ทางเศรษฐกิจของไทย

2) การแข่งขันและการร่วมมือที่มีมากขึ้นระหว่าง "ศูนย์กลางทั้ง 3" (สหรัฐฯ ยุโรปตะวันตก ญี่ปุ่น)

ในการปราศรัยเนื่องในโอกาสครบรอบ 150 ปี ของการก่อตั้งสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ (American Association Advancement of Science AAAS) เมื่อ พ.ศ. 2541 และในการปราศรัยครั้งสำคัญต่อประชาชนอเมริกัน ประธานาธิบดีคลินตันมักชี้ด้านที่สดใสจากการเพิ่มพูนทางความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประเมินว่าปัจจุบันเพิ่มขึ้นเท่าตัวทุก 5 ปี เช่นการชนะสงครามมะเร็ง การคิดวัคซีนป้องกันโรคเอดส์ใน 10 ปีข้างหน้า "ในไม่ช้าเด็ก (อเมริกัน) ทุกคนจะสามารถเอื้อมมือไปยังแป้นคอมพิวเตอร์ และสามารถอ่านหนังสือทุกเล่มที่เขียนขึ้นมา ชมภาพทุกภาพที่วาดขึ้น ฟังซิมโฟนีทุกเพลงที่เคยประพันธ์มา" ประธานาธิบดีคลินตันยังเชื่อว่าอเมริกาสหรัฐจะมีรัฐบาลที่เล็กลง มีการลงทุนที่มากขึ้น โดยเฉพาะการลงทุนทางการศึกษา ซึ่งไม่เพียงระดับอุดมศึกษาที่โดดเด่นอยู่แล้ว หากจะลงไปถึงระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษาด้วย เพื่อสร้างประเทศชาติที่แข็งแกร่งขึ้น

ในการประชุมเกี่ยวกับนโยบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของยุโรปในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ได้มีมติซึ่งต่อมาได้ผ่านสภายุโรปเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 มีความตอนหนึ่งว่า "หลังจากสิ้นสุดสงครามเย็น สหรัฐฯได้หันมาเพิ่มการลงทุนในโครงการทางพลเรือนมากขึ้น ดังนั้นทำให้ยุโรปเผชิญกับการท้าทายทางเทคโนโลยียิ่งขึ้น" และยืนยันว่าเงินทุน ที่จะใช้ในการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีในยุโรปยังคงค่อนข้างจำกัดเมื่อเทียบกับของสหรัฐฯและญี่ปุ่นซึ่งจำต้องแก้ไขอย่างจริงจัง

นายชาดาภาส ทวนิกากิ รัฐมนตรีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีญี่ปุ่นได้กล่าวในปี พ.ศ. 2541 ญี่ปุ่นมีนโยบายที่จะให้ประเทศมุ่งสู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใน ปี พ.ศ.2538 ได้ออกกฎหมายแผนการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น ตาม

กฎหมายนี้รัฐบาลจะใช้จ่ายเงินทั้งหมด 17 ล้านล้านเยน (มากกว่า 120 แลนล้านดอลลาร์สหรัฐ) ในช่วง 5 ปี ระหว่าง พ.ศ.2539 - 2543 เพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา

ในท่ามกลางการแข่งขัน ก็มีการพูดถึงการแบ่งปัน (Sharing) ความรู้ ความรู้ข้ามประเทศ และอื่น ๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่เหมาะสม เพราะมีความเห็นพ้องกันว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสมบัติร่วมกันของมนุษยชาติ การแบ่งปันและความร่วมมือย่อมส่งเสริมให้การวิจัยและพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดช่องว่างทางความรู้ระหว่างประเทศกำลังพัฒนากับประเทศพัฒนาแล้ว

แต่ความเป็นจริงจะเป็นอีกทางหนึ่ง โดยเมื่อพิจารณาถึงการใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนานั้นส่วนใหญ่เป็นไปในด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับบรรษัทข้ามชาติหรือบรรษัทขนาดใหญ่ เช่นในการให้ทุนวิจัย ซึ่งมักเก็บผลงานวิจัยเป็นความลับหรือยึดระยะเวลาในการเผยแพร่ผลงานออกไป หน่วยงานรัฐบาลเองก็มีการปฏิบัติทำนองนี้โดยเฉพาะเมื่อเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียกว่าความมั่นคง การปกปิดความลับในการวิจัยมีมากถึงขั้นมีข่าวการจารกรรมความลับทางอุตสาหกรรมเป็นระยะ การแบ่งปันความรู้มักอยู่ในรูปของการเช่าหรือการซื้อสิทธิบัตรหรือความรู้นั้น ๆ มามากกว่า องค์การการค้าโลกได้ทำข้อตกลง "เกณฑ์เกี่ยวกับการค้าของสิทธิทรัพย์สินทางปัญญา" (Trade-Related Aspects of Intellectual Rights หรือ TRIPS) ซึ่งครอบคลุมกว้างทั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การออกแบบแผงวงจร ยา และพืชตัดต่อยีน ซึ่งมีปัญหาสำหรับประเทศกำลังพัฒนามาก และเป็นการกีดกันประเทศเหล่านี้ออกจากวงจรของความรู้ เพราะประเทศพัฒนาแล้วเป็นผู้ถือครองสิทธิบัตรถึงร้อยละ 97 ของทั้งโลก ในประเทศไทยต้องออกกฎหมายรับรองภายใน พ.ศ. 2543 ประเทศใดที่ไม่ปฏิบัติตามสิทธิทรัพย์สินทางปัญญาอาจถูกแทรกแซงทางการค้าซึ่งเป็นเรื่องร้ายแรงมาก

เอมี ครัมตัน ได้ศึกษาเกี่ยวกับความลับทางวิทยาศาสตร์ในอเมริกาเหนือสรุปว่า การเปิดเผยและแบ่งปันข่าวสารกำลังจะกลายเป็นข้อขัดแย้งมากกว่าการปฏิบัติโดยทั่วไปในหมู่นักวิชาการวิทยาศาสตร์ เช่นมีนักวิจัยชาวแคนาดาผู้หนึ่งพบผลข้างเคียงจากการใช้ยาในเด็กเพื่อแก้โรคเลือดจางแบบทาลัสซีเมีย ปรากฏว่าบริษัทผลิดยานี้ซึ่งเป็นผู้ให้ทุนได้เลิกสัญญาให้ทุนและขู่ว่าถ้าหากเธอเปิดเผยผลข้างเคียงดังกล่าวแก่คนไข้จะเป็นการละเมิดสัญญา

นอกจากนี้จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ชีวิต (Life Science) กับอุตสาหกรรมในสหรัฐ พบว่าร้อยละ 20 ของอาจารย์วิทยาศาสตร์ชีวิตจำนวน 2,052 คนระบุว่าต้องยึดเวลาการเผยแพร่ผลงานออกไปมากกว่า 6 เดือนส่วนใหญ่เพื่อป้องกันทางลิขสิทธิ์ ร้อยละ 9 กล่าวว่าตนไม่ต้องการแลกเปลี่ยนผลงานกับนักวิจัยต่างมหาวิทยาลัย ร้อยละ 34 รายงานว่าตนรู้สึกถูกกีดกันไม่ให้เข้าถึงความรู้จากงานวิจัยของต่างมหาวิทยาลัย ร้อยละ 28 ของผู้ตอบคำถามแจ้งว่าตนได้รับการอุดหนุนจากบริษัทอุตสาหกรรม และผู้ที่ได้รับทุนจากบริษัทมีแนวโน้มที่จะไม่แบ่งปันผลงานกับผู้อื่นมากกว่าผู้ไม่ได้รับทุน

สำหรับการวิจัยและพัฒนาทางทหารก็ดูเหมือนยังปิดเป็นความลับมากขึ้น ในระยะใกล้นี้เกิดข่าวดังไปทั่วโลกกรณีสหรัฐกล่าวหาประเทศจีนว่าลักลอบนำความรู้ในการพัฒนาอาวุธไปจากสหรัฐ

3) วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีกับสังคม สิ่งแวดล้อม และจริยธรรม

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในปัจจุบันไม่ได้ถูกกล่าวขานถึงในแง่เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่และการใช้องค์ความรู้นั้นเพื่อดัดแปลงธรรมชาติโดยลำพังตัวมันอีกต่อไป แต่มักจะถูกพูดถึงโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ของมันกับสังคม สิ่งแวดล้อม และจริยธรรม ซึ่งบางทีเรียกรวม ๆ ว่าเป็น "พันธกรณีใหม่" (New Commitment) หรือ "สัญญาประชาคมใหม่" (New Social Contract) ทั้งนี้ที่สำคัญเกิดจากมหานชนในประเทศอุตสาหกรรมเองเกิดการเสื่อมถอยในศรัทธาต่อวิทยาศาสตร์ในแง่ที่เป็นแบบอย่างในการให้เหตุผลของมนุษย์และจะนำพาสังคมไปสู่ความก้าวหน้า จึงได้หันมาพูดถึง 1) วิทยาศาสตร์เพื่อความรู้ ความรู้เพื่อความก้าวหน้า 2) วิทยาศาสตร์เพื่อสันติภาพ 3) วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนา และ 4) วิทยาศาสตร์ในสังคมและวิทยาศาสตร์เพื่อสังคม เหล่านี้เป็นปรากฏการณ์หรือข้อเรียกร้องใหม่ต่อชุมชนนักวิชาการวิทยาศาสตร์ที่จะต้องคำนึงถึงพันธกรณีใหม่หรือสัญญาประชาคมใหม่ต่อสังคม ในอีกด้านหนึ่งมหานชนก็มีข้อพันธกรณีที่จะสนับสนุนและใช้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาอย่างทั่วด้าน เราจะพิจารณาเรื่องนี้โดยละเอียดต่อไป

พันธกรณีใหม่หรือสัญญาประชาคมใหม่นี้จำเป็นต้องเร่งปฏิบัติให้เป็นจริง เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทวีขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ช่องว่างทางความรู้ห่างออกพร้อมกับปัญหาที่รุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่ประชากรโลกส่วนใหญ่อาศัยอยู่ และหากประเทศกำลังพัฒนาอยู่ไม่เป็นสุข ก็ย่อมส่งผลกระทบต่อประเทศพัฒนาแล้วในที่สุด

มีเรื่องที่วิทยาศาสตร์จะต้องเข้าไปช่วยแก้ไข เช่นในทางสังคม มีปัญหาความยากจน สงคราม และการระบาดของโรค เช่นโรคเอดส์ มาลาเรีย โรคหัวใจ ในทางสิ่งแวดล้อมมีปัญหาความเสื่อมโทรมในชีวนาถ (Biosphere) ปัญหาโรคร้อน ในทางจริยธรรมมีปัญหาเกี่ยวกับความรับผิดชอบทางสิ่งแวดล้อมและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ ปัญหาและความล้าสมัยเหล่านี้ไม่ใช่แก้ไขได้ง่ายในเวลาอันรวดเร็ว แต่หากชุมชนนักวิทยาศาสตร์ซึ่งถือว่าเป็นผู้รู้ของโลกหรือของประเทศพยายามปฏิบัติตามข้อสัญญาใหม่นี้ ก็จะช่วยกอบกู้สถานการณ์ของโลกให้ดีขึ้นได้ไม่มากนัก

2.3 แนวโน้มบางประการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีแนวโน้มบางประการเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา แนวคิด สาขาวิชาที่กำลังเป็นที่สนใจหลายประการดังนี้

1) มีแนวโน้มว่าความสำคัญของนักวิทยาศาสตร์หรือนักประดิษฐ์เดี่ยวจะลดลง

เมื่อเทียบกับในคริสต์ศตวรรษที่ 19 จะเห็นได้ชัดว่าความสำคัญของนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์เดี่ยวได้ลดลง เช่น ในทางฟิสิกส์ เรามีนักวิทยาศาสตร์ที่เรารู้จักดีอย่าง ไมเคิล ฟาราเดย์, อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ และจอร์จ โอห์ม ในด้านไฟฟ้า รัทเทอร์ฟอร์ด ในทางเคมี เจมส์ ดัลตัน ผู้เสนอทฤษฎีอะตอม แต่เมื่อเข้าสู่คริสต์ศตวรรษที่ 20 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร มีลักษณะเป็นหมู่คณะมากขึ้น โดยเฉพาะตั้งแต่ช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 มา งานวิจัยและพัฒนาที่มีลักษณะเป็นโครงการ ซึ่งบางทีต้องใช้เงินมหาศาล กำลังคนจำนวนมาก เครื่องมือราคาแพง มีบางคนเรียกลักษณะงานแบบนี้ว่าเป็น "วิทยาศาสตร์ใหญ่" (Big Science)

การที่เกิดแนวโน้มวิทยาศาสตร์ใหญ่ขึ้นมา อาจเป็นด้วยสิ่งที่ศึกษาที่มีความละเอียดซับซ้อนมากขึ้นกว่าเดิม จึงต้องอาศัยเครื่องมือราคาแพง และกำลังคนจำนวนมาก เช่น การศึกษาในวิชาฟิสิกส์พลังงานสูง (High-energy Physics) เพื่อเข้าใจอนุภาคต่าง ๆ ต้องใช้เครื่องมือที่ก่อสร้างเป็นพิเศษ มีขนาดใหญ่และราคาแพงมาก อีกอย่างหนึ่งอาจเนื่องจากการศึกษาต้องอาศัยความรู้ต่างสาขามากขึ้น จึงต้องทำงานเป็นคณะ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับปัญหาประดิษฐ์ ดังที่กล่าววิจัยและวางแผนแห่งสวีเดน ได้รายงานว่าวิธีการวิจัยใหม่ไม่ได้อยู่ในสาขาวิชาหนึ่งอีกต่อไป แต่เป็นการข้ามสาขา (Transdisciplinary) ยิ่งกว่าเป็นสาขาเดียวหรือหลายสาขา (Mono- or multi-disciplinary) รูปแบบองค์กรก็เบนไม่ลำดับชั้น ประกอบด้วยบุคคลหลากหลาย และท้ายสุดที่มีความสำคัญไม่น้อยได้แก่การแข่งขันเพื่อให้เกิดการค้นพบใหม่ได้ในเวลาเร็ว เช่น บริษัทในญี่ปุ่นหลายแห่ง เมื่อจะพัฒนาสินค้าใหม่ที่สำคัญ ก็ระดมนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรจากแผนกต่าง ๆ ของบริษัทมาร่วมทำ เมื่อสำเร็จแล้วก็ย้ายกลับไปยังแผนกเดิม

ตัวอย่างโครงการใหญ่ที่รู้จักกันมาก เช่น โครงการแมนฮัตตันของสหรัฐฯ ที่ตั้งขึ้นใน พ.ศ. 2485 เพื่อสร้างระเบิดปรมาณู ซึ่งได้ระดมนักฟิสิกส์ที่มีชื่อเสียงเกือบทั้งประเทศมาร่วม ศาสตราจารย์ท่านหนึ่งทำหน้าที่คำนวณว่าจะจุดระเบิดสูงจากพื้นดินเท่าใดจึงจะเกิดผลทำลายล้างสูงสุด หรือโครงการอะพอลโลของสหรัฐฯ ก็เช่นกัน ประกาศตั้งขึ้นใน พ.ศ. 2504 เพื่อส่งคนไปดวงจันทร์ ต้องใช้นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรนับจำนวนพัน

โครงการใหญ่ที่มีลักษณะเป็นนานาชาติ แต่ก็เป็นนานาชาติในหมู่ประเทศพัฒนาแล้วได้แก่โครงการยีนมนุษย์ (Human Genome Project) ประกาศตั้งเมื่อ พ.ศ. 2531 ซึ่งประมาณว่าใน 5 ปีแรกจะต้องใช้เงินราว 1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะใช้เวลาราว 15 ปีก็จะสามารถศึกษาชิ้นทั้งหมดประมาณ 8 หมื่นยีนของมนุษย์ได้ โครงการยีนมนุษย์นี้แสดงว่าการวิจัยและพัฒนาที่นำโดยรัฐบาลประเทศหนึ่งอาจจะถูกแทนที่โดยการวิจัยและพัฒนาที่ทำร่วมกันระหว่างรัฐบาลหลายประเทศ

บริษัทข้ามชาติก็มีโครงการวิจัยและพัฒนาขนาดใหญ่ เช่นประมาณบริษัททางเทคโนโลยีชีวภาพต้องใช้เวลาราว 10 ปี และเงิน 300 ล้านดอลลาร์หรือราว 1.2 หมื่นล้านบาทที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ขึ้นมาได้

การวิจัยและพัฒนาที่มีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ใหญ่เช่นว่านี้ ดูจะทำให้ประเทศกำลังพัฒนายากที่จะไล่ทัน (Catch Up) ประเทศพัฒนาแล้วมากขึ้นอีก นโยบายให้ทุนทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสำหรับประเทศกำลังพัฒนาไม่น่าจะให้ได้ผล การสนใจวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่เหมาะสมรวมทั้งการร่วมมืออย่างเข้มข้นระหว่างประเทศกำลังพัฒนาด้วยกันอาจจะดีกว่า

2) การวิจัยและพัฒนานำไปในเรื่องการผลิตและการค้า รวมทั้งทางด้านการทหารและสงครามมากขึ้น

สิ่งนี้ตรงข้ามกับความใฝ่ฝันของนักวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ครั้งตั้งราชสมาคมในประเทศอังกฤษเมื่อกว่า 300 ปีมาแล้วที่ต้องการให้วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นภาววิสัยหรือวัตถุวิสัย (Objective) ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องของศาสนา การเมือง และการค้า เป็นต้น และความใฝ่ฝันนี้เป็นสาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้ภาพลักษณ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในฐานะที่จะแก้ปัญหาให้แก่มนุษย์เสียไป เพราะว่าการผลิตและการค้ารวมทั้งสงครามใหญ่น้อยที่ใช้เทคโนโลยีสูงขึ้นเรื่อย ๆ นั้น เป็นตัวการสำคัญในการทำลายสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ กระทบต่อชีวนภาค (Biosphere) ขยายช่องว่างทางสังคม ก่อให้เกิดความตึงเครียดทั้งทางกายและใจ

การวิจัยและพัฒนาที่โน้มเอียงไปทางการผลิตและการค้านี้ยังทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใกล้ชิดกันยิ่งขึ้น กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือการวิจัยทางวิทยาศาสตร์มีการตั้งเป้าหมายถึงการนำไปใช้ทางเทคโนโลยีพร้อมกันไปด้วย โครงการที่ไม่มีผลได้ที่จะนำไปใช้อย่างเห็นชัดก็จะไม่ได้รับการสนับสนุนมากเป็นต้น

ความโน้มเอียงนี้ย่อมส่งผลกระทบต่อสังคมและประชาชนซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

3) มีการพัฒนาจากความคิดแบบเชิงกลสู่ระบบซับซ้อนที่ปรับตัว (Adaptive Complex System)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เริ่มเกิดขึ้นในสมัยที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับกลไก เช่นการแกว่งตัวของลูกตุ้ม การเคลื่อนที่ของวัตถุขนาดใหญ่ความเร็วต่ำ หรือการเคลื่อนไหวดวงดาวจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทั้งยังต้องต่อสู้กับความเชื่อทางศาสนาอย่างหนักหน่วง วิธีการทางวิทยาศาสตร์จึงเน้นในเรื่องประสบการณ์นิยม (Empiricism) การเป็นภาววิสัยหรือวัตถุวิสัย (Objective) การสรุปจากประสบการณ์ (Induction) หรือจากหลักเกณฑ์ (Deduction)

อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวก็มีผู้ชี้จุดอ่อนตั้งแต่เริ่มขึ้น เช่น ฮูม (David Hume ค.ศ.1711-1776) นักปรัชญาชาวสก็อต เห็นว่าประสบการณ์ของคนเราไม่สิ้นสุด ดังนั้นความรู้ที่สรุปจากประสบการณ์จึงไม่สิ้นสุด และยืนยันไม่ได้ว่าถูกต้อง

นอกจากนี้ก็มีผู้แย้งว่าการอาศัยประสบการณ์ก็ไม่ใช่ว่าการศึกษาจะปลอดจากความคิดทางอัตวิสัย เช่น คานต์ (Immanuel Kant ค.ศ.1724-1804) นักปรัชญาชาวเยอรมันซึ่งว่าความรู้ของคนเราจะต้องผ่านการทำงานของจิตซึ่งอยู่เหนือระดับของประสบการณ์ เช่นเรื่องความคิดทางเวลาและอวกาศ เพราะฉะนั้นจึงมีลักษณะทางจิตวิสัย ฟรอยด์ (Sigmund Freud ค.ศ.1856-1939) ผู้เสนอทฤษฎีจิตวิเคราะห์ ซึ่งว่าพื้นเพจากจิตใจหรือจิตใต้สำนึกมีผลต่อพฤติกรรมของบุคคล ซึ่งเมื่อให้ทฤษฎีนี้ศึกษาการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ ก็พบว่ามีการสอดคล้องกันอย่างน้อยในบางคน

โทมัส คูห์น (Thomas Kuhn 1922-1996) เปิดแนวทางใหม่ในการเข้าใจวิธีการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือ โครงสร้างการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (The Structure of Scientific Revolution 1962) โดยชี้ว่าในสังคมทั้งสังคมทั่วไป และสังคมทางวิทยาศาสตร์นั้นจะมีกระบวนทัศน์ (Paradigm) อยู่จำนวนหนึ่ง กระบวนทัศน์นี้โดยทั่วไปมีผลต่อความคิดและการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ และมักจะมีกระบวนทัศน์ชุดหนึ่งเป็นที่ยอมรับในหมู่นักวิทยาศาสตร์ เป็นความสำนึกหรือพิชานกลุ่ม (Group Consciousness) ซึ่งจะส่งอิทธิพลให้นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการวิจัยตามกระบวนทัศน์นี้ เรียกว่าเป็นวิทยาศาสตร์ปกติ (Normal Science) หรืออาจเรียกให้เข้าใจง่ายว่าเป็นวิทยาศาสตร์กระแสหลักก็ได้ นักวิทยาศาสตร์ใดที่เสนอผลงานขัดกับกระบวนทัศน์ชุดนี้มักจะถูกมองด้วยความสงสัย บางทีผลงานก็มิได้รับการตีพิมพ์ เช่นเมื่อก่อนนี้เชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางจักรวาล ใครเสนอเป็นอย่างอื่นถือว่านอกคอก การเปลี่ยนทางกระบวนทัศน์ (Paradigm Shift) ถือว่าเป็นการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาวิทยาศาสตร์แบบนี้เรียกว่าวิทยาศาสตร์ปฏิวัติ (Revolution Science)

โทมัส คูห์น มีความเห็นด้วยว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้ก้าวหน้าด้วยการปฏิเสธทฤษฎีที่ "ผิด" และสร้างข้อเท็จจริงที่เป็น "จริง" หากเกิดจากการนำกระบวนทัศน์ใหม่มาแทนกระบวนทัศน์เก่า และชัยชนะของกระบวนทัศน์ใหม่นั้นเป็นเรื่องทางสังคม ไม่ใช่เรื่องทางปัญญา

มิเชล ฟูโกต์ (Michel Foucault 1926-1984) นักปรัชญาชาวฝรั่งเศส ผู้มีอิทธิพลต่อการศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ กล่าวถึงอำนาจหรือพลังในการควบคุมทางสังคมว่าเป็นตัวการสำคัญในการกำหนดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นแม้ว่าวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับความจริงทางกายวิสัย แต่มันก็เกี่ยวข้องกับอำนาจด้วย อำนาจซึ่งเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังภายในสังคม

ข้อถกเถียงข้างต้นแสดงให้เห็นว่า เราไม่อาจจะสรุปได้ง่าย ๆ ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการอาศัยประสบการณ์ การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ การคิดหาเหตุผลสรุปเป็นทฤษฎีอย่างเป็นกายวิสัย ไม่ตกอยู่ในอำนาจหรืออิทธิพลใด เพราะว่ามีปัจจัยอื่นได้แก่ ประสบการณ์ที่ผ่านมาของตน จิตสำนึกกลุ่ม จิตสำนึกทางสังคม และการปะทะสังสรรค์ในกลุ่มพลังในสังคม ก็มีอิทธิพลต่อการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน

ในอีกด้านหนึ่งสิ่งที่วิทยาศาสตร์ปัจจุบันศึกษานั้นมีขนาดเล็กลงมากและมีความเร็วสูง เช่นอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเมื่อผู้ศึกษาไปถึงเกณฑ์นั้น ก็จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของอิเล็กทรอนิกส์นั้น ทำให้สามารถศึกษาองค์รวมของมันได้พร้อมๆกันในคราวเดียว วัตถุที่วิทยาศาสตร์เคยเห็นว่ามีด้านที่ปฏิบัติแบบกลไก หรือเป็นเชิงเส้น (Linear) เป็นระเบียบ วิทยาศาสตร์ใหม่หรือกระบวนทัศน์ใหม่ได้เห็นว่าวัตถุเป็นระบบที่ซับซ้อน มีความไร้ระเบียบ (Chaos) และไม่ใช่เชิงเส้น (Non-linear) แม้แต่การเคลื่อนไหวของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่ดูโคจรเป็นระเบียบ จนกระทั่งสามารถทำนายสุริยุปราคาล่วงหน้าได้เป็นต้น แต่ถ้าหากเราศึกษาทางโคจรเหล่านั้นขึ้น เช่น เป็นหมื่นปีก็จะเห็นว่ามันมีลักษณะไร้ระเบียบ

ในปัจจุบันเริ่มมีผลการศึกษาค้นคว้าที่ก่อตั้งเป็นกระบวนทัศน์ใหม่ที่ว่าธรรมชาติมีด้านที่ไร้ระเบียบ โดยในสภาพหรือสถานการณ์หนึ่งเราคาดคะเนไม่ได้ว่าต่อไปจะเกิดอะไรขึ้นมันมีความเป็นไปได้หลายอย่าง แต่ก็มีความเป็นไปได้หนึ่งที่เป็นจริงขึ้น ดังนั้นในการคาดคะเนจึงมีด้านที่เป็นจริงและไม่เป็นจริง มีบางคนกล่าวว่าธรรมชาติอยู่ที่ชายขอบของความไร้ระเบียบ (Edge of Chaos) นอกจากนี้ยังพบว่าความไร้ระเบียบนี้สามารถจัดตัวเองให้เกิดเป็นระเบียบขึ้น สิ่งง่ายก็กลายเป็นสิ่งซับซ้อน ชีวิตเกิดจากสิ่งที่ไม่ชีวิต กล่าวอย่างสั้น ๆ ก็คือ ธรรมชาติเป็นระบบซับซ้อนที่ปรับตัว (Adaptive Complex System)

มีนักวิทยาศาสตร์บางท่านเสนอแบบจำลองความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติว่ามีอยู่ 3 ชั้น ชั้นแรกเป็นเรื่องระบบสุริยะ เน้นเรื่องแรงโน้มถ่วง เป็นการกระทำระหว่างกันหรืออันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างวัตถุจำนวนไม่มาก ชั้นที่สองเป็นเรื่องแสงเลเซอร์หรือการกระตุ้นอะตอมให้เกิดแสงที่เป็นคลื่นเดียวและส่งออกพร้อมกัน เน้นเรื่องการรวมแรง (Synergetics) เป็นอันตรกิริยาระหว่างอะตอมจำนวนมาก และชั้นที่สามเป็นเรื่องของสมอง เป็นเรื่องของระบบซับซ้อนที่ปรับตัว เป็นอันตรกิริยาระหว่างเซลล์ประสาทจำนวนมาก

กระบวนทัศน์ใหม่นี้ช่วยให้มีการยอมรับวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งที่จริงก็เคยใช้มาแล้ว แต่เมื่อเกิดแนวคิดที่จะต้องมีการปรับแบบหนึ่งทีค่อนข้างแน่นอนขึ้น จึงละทิ้งไป วิธีนี้กล่าวรวม ๆ ได้แก่การยอมรับว่าอัตวิสัยหรือจิตวิสัยก็ใช้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้ และเมื่อเป็นเครื่องมือ ไม่ว่าจะเป็นจิตวิสัยหรือวัตถุวิสัยก็ต้องใช้ด้วยความระมัดระวังทั้งนั้น มีนักวิทยาศาสตร์บางท่านชี้ว่าการมองข้ามวิธีการพรรณนา (Description) โดยเห็นว่ามีลักษณะความคิดส่วนตัวมาเจือปน ก็อาจกลายเป็นเรื่องน่าขัน โดยตั้งคำถามว่าถ้าหากชาร์ลส์ ดาร์วินจะขอทุนไปเพื่อศึกษาพรรณนาความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์จากสมาคมวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน ดาร์วินจะได้รับทุนหรือไม่

โดยที่ไม่มีวิทยาศาสตร์ที่บริสุทธิ์ และอำนาจกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมธรรมชาติสูงขึ้นทุกที เช่น ปีเตอร์ ดรักเกอร์ นักคิดทางด้านการบริหารธุรกิจที่มีชื่อเสียงของสหรัฐฯ เห็นว่าเรากำลังมีชีวิตอยู่หลังเขื่อนของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ถ้าหากเขื่อนรั่วหรือเขื่อนแตกก็จะมีผลกระทบมหึมาศตวรรษ Y2K เป็นตัวอย่างหนึ่ง ดังนั้นจึงมีการเรียกร้องเรื่องจริยธรรมและความรับผิดชอบของวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่นมีการเสนอว่าในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ใช่จะสอนแต่องค์ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะต้องเน้นย้ำเรื่องจริยธรรมและความรับผิดชอบในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย

4) แนวโน้มเนื้อหาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในคริสต์ศตวรรษใหม่

มีการคาดคะเนว่าเนื้อหาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในคริสต์ศตวรรษใหม่ที่สำคัญจะมีเนื้อหาอะไรบ้าง ประมวลจากความเห็นที่ตรงกัน และจากภาวะความสัมพันธ์ของกลุ่มพลังในโลกมีแนวโน้มของการศึกษาอยู่ 5 กลุ่มดังนี้

ก. เทคโนโลยีทางการสื่อสาร ที่สำคัญได้แก่อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีผลกระทบอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งต่อการดำเนินชีวิตของพลโลก ทั้งด้านการค้า การเงินการธนาคาร มีนักเศรษฐศาสตร์ญี่ปุ่นบางท่านทำนายว่าศูนย์กลางเศรษฐกิจโลกจะย้ายจากกรุงนิวยอร์กไปสู่โลกเสมือนจริงของไซเบอร์สเปซ (Cyber-space) ส่งเสริมการสื่อสารแบบโต้ตอบได้ทางด้านดนตรีเพลงไปจนถึงความบันเทิงอื่นรวมทั้งการพนันให้สามารถเข้าไปถึงบ้าน จนบางคนกล่าวว่าในอนาคตเศรษฐกิจโลกจะกลายเป็นเศรษฐกิจบันเทิง (Entertainment Economy) จากหนังสือพิมพ์ไปจนถึงนิตยสารและวารสาร มีนักวิทยาศาสตร์บางท่านเสนอว่าวารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านอินเทอร์เน็ต น่าจะทำให้การกระจายความรู้ หรือวิทยาศาสตร์ข้ามพรมแดน (Science Across the Border) เป็นจริงได้ เพราะว่ามีราคาถูก ทั้งช่วยแก้ไขปัญหาคอขวดที่จะต้องรอพิมพ์บทความในวารสารวิชาการที่มีชื่อ และอาจเปิดทางสำหรับวิทยาศาสตร์ปฏิวัติ (Revolution Science) มากขึ้น

กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คืออินเทอร์เน็ตจะปฏิวัติวิธีทำงาน การสร้างและกระจายความรู้ ชีวิตทางสังคมและวัฒนธรรมของทั้งโลก นอกจากนี้อินเทอร์เน็ตยังมีผลกระทบต่อการเมือง ทำให้การปกปิดข่าวสารของรัฐกระทำได้ยากขึ้น และมีผลต่อการจารกรรม การก่อการร้าย และสงครามแบบใหม่

ข. การศึกษาเกี่ยวกับประชานหรือการรู้ (Cognition) ของสมองคอมพิวเตอร์ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และชีวิตประดิษฐ์ (Artificial Life) หรือกลุ่มวิชาไซเบอร์เนติกส์ (Cybernetics) ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมหรือการควบคุมในระบบ การทำให้เป็นแบบอัตโนมัติ การเรียนรู้และการปรับตัว การศึกษาการรู้ของสมอง การปรับปรุงคอมพิวเตอร์ให้คิดและเรียนรู้ได้คล้ายสมองคน หรือเป็นปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงอย่างเช่น โรเจอร์ วิลเลียม คิดว่าเป็นไปไม่ได้

งานวิจัยในกลุ่มนี้ยังพยายามเชื่อมต่อคนกับเครื่องจักรให้ทำงานรวมกัน เป็นรูปแบบหนึ่งของชีวิตประดิษฐ์ หรือกระทั่งคิดสร้างชีวิตประดิษฐ์ขึ้นมาจริง ๆ โดยแทนที่จะมีอินทรีย์ธาตุหรือธาตุคาร์บอน ก็ใช้ธาตุซิลิคอน (Silicon) ความพยายามที่จะให้คนกับเครื่องจักรทำงานร่วมกันนี้ที่สำคัญคือการทำให้สมองมนุษย์ทำงานร่วมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เช่นอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้ความรู้ของมนุษย์ทั้งโลกรวมเข้าด้วยกันเป็นสมองโลก (Global Brain) ซึ่งผู้เสนอที่สำคัญได้แก่ กอตเฟรด เมเยอร์-เครส (Gottfried Mayer-Kress) แห่งศูนย์วิจัยระบบซับซ้อน ประเทศเยอรมนี มีความคืบหน้าในการศึกษาด้านนี้อยู่พอสมควร นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่านี่จะทำให้มนุษย์เป็นอมตะทางไซเบอร์

อนึ่ง เมื่อกว่า 50 ปีมาแล้วมีผู้เสนอแนวคิดที่ว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจากเซลล์เดียวสู่หลายเซลล์ในชีวนาภ (Biosphere) ในที่สุดนำมาสู่การอุบัติขึ้นของมนุษย์ผู้มีจิตและปัญญาอันแข็งแกร่งแล้ว โลกก็ก้าวจากชีวนาภสู่จิตนาภ (Noosphere) แนวคิดเรื่องสมองโลกจึงดูขยายทฤษฎีจิตนาภให้ดูเป็นจริงเป็นจังและกว้างใหญ่ขึ้น

ถ้าหากตัดเรื่องที่อยู่ไกลตัวไป งานวิจัยกลุ่มนี้จะทำให้ความเป็นอัตโนมัติในการผลิต การค้า การขนส่ง และการดำเนินชีวิตประจำวันสูงขึ้น เช่นมีหุ่นยนต์ประเภทต่าง ๆ และเกิดผลิตภัณฑ์ "ฉลาด" ("Smart") ต่าง ๆ ขึ้น เช่นอาคารฉลาด รู้จักปรับการทำงานของเครื่องปรับอากาศเองเป็นต้น บ้านฉลาดรู้จักเปิดปิดไฟทำอาหารเอง หรือเมื่อออกคำสั่ง โทรศัพท์ฉลาด แม้กระทั่งถนนฉลาดที่รู้ตำแหน่งกับรถทุกและความเร็วของรถที่วิ่งไป นอกจากนี้ยังมียาฉลาด เป็นต้น

ค. นาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) หรือเทคโนโลยีโมเลกุล (Molecular Technology) นาโนหมายถึง 1 ในพันล้าน ในที่นี้คือเทคโนโลยีเกี่ยวกับเครื่องจักรซึ่งมีขนาดเล็กมาก ผู้ที่ให้แนวคิดเรื่องนาโนเทคโนโลยีได้แก่ นักฟิสิกส์อเมริกันผู้ได้รับรางวัลโนเบลชื่อ ริชาร์ด ไฟน์แมน (Richard Feynman 1918-1988) ซึ่งกล่าวถึงการเขียนสารานุกรมบริทิชทุกเล่มลงบนหัวเข็มหมุด ซึ่งสามารถทำได้โดยย่อขนาดลงราว 1 ใน 25,000 เท่า ซึ่งเป็นไปได้ โดยดูจากการเขียนสารที่บีบลงในยีนของสิ่งมีชีวิต ผู้ที่ทำให้เทคโนโลยีนี้เป็นที่รู้จักได้แก่ อีริค เดรกซเลอร์ (K. Eric Drexler) ในหนังสือชื่อ เครื่องยนต์แห่งการเนรมิต (Engines of Creation พ.ศ. 2529) เดรกซเลอร์เสนอว่าเทคโนโลยีของมนุษย์มี 2 ขั้นใหญ่ ขั้นแรกเรียกว่าเทคโนโลยีใหญ่ (Bulk Technology) ซึ่งเริ่มตั้งแต่ขวานหินมาจนถึงคอมพิวเตอร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพราะแม้แผ่นความจำคอมพิวเตอร์ที่ขนาดเล็กแล้ว ก็ยังมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ประกอบด้วยอะตอมนับจำนวนล้านล้านอะตอม เทคโนโลยีขั้นต่อไปเป็นเทคโนโลยีขนาดเล็กเป็นนาโนเทคโนโลยีหรือเทคโนโลยีโมเลกุล ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ประกอบด้วยอะตอมจำนวนไม่มาก มีขนาดเท่าไวรัส โปรตีนเป็นตัว

อย่างเครื่องยนต์เช่นว่า แต่ว่าโปรตีนเมื่อโดนความร้อนก็จะสุก เป็นต้น เครื่องยนต์นาโนมีรูปร่างแข็ง ไม่เป็นเช่นนั้น และยังทนต่อการแผ่รังสีอีกด้วย เชื่อกันว่านาโนเทคโนโลยีหรือเทคโนโลยีโมเลกุลนี้จะปฏิวัติโลกใหม่ยิ่งกว่าเทคโนโลยีที่ผ่านมาทั้งหมด

ในระยะใกล้นี้มีรายงานผลสำเร็จเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีเป็นระยะ เช่นการสร้างกล้ามเนื้อเทียมขนาดจิ๋ว การสร้างต้นแบบเครื่องยนต์ที่ทำงานคล้ายโรโบโซมของเซลล์ ซึ่งสามารถทำซ้ำตัวมันเองได้ การสร้าง "มอเตอร์" จี๋วขนาด 78 อะตอม เทคโนโลยีนี้จะช่วยให้มนุษย์สามารถซ่อมแซมอวัยวะภายในหรือรักษาโรคเมะเร็งโดยไม่ยาก ช่วยให้มนุษย์แข็งแรงและมีอายุยืนยาวออกไปอีก สร้างวัสดุใหม่ได้สะดวกอย่างที่คาดไม่ถึง สามารถสร้างคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจิ๋วแต่มีประสิทธิภาพสูงเป็นเครื่องยนต์ที่ฉลาดคิดได้เอง และสามารถเข้าไปเชื่อมต่อกับสมอง ซึ่งจะทำให้มนุษย์ฉลาดขึ้นอีกเป็นเหนือมนุษย์ (Transhuman) รวมทั้งสามารถเชื่อมความรู้สึกของมนุษย์ทั้งโลกเข้าด้วยกัน

ในขณะที่เทคโนโลยีช่วยให้สามารถทำเครื่องยนต์เช่นคอมพิวเตอร์ให้เล็กลงได้เรื่อย ๆ เทคโนโลยีนี้จึงไม่อาจมองข้ามว่าเป็นเพียงการคิดฝัน อย่างไรก็ตามแม้เทคโนโลยีที่น่าอัศจรรย์นี้ *เดรกซ์เลอร์* ก็ยังเห็นว่ามันก็ยังมีความจำกัดอยู่หลายอย่าง เช่น ชีตจำกัดจากทรัพยากร

ง. เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) เป็นสิ่งที่กล่าวถึงกันมาก เนื่องจากได้มีการนำมาใช้ประโยชน์กันแล้ว และส่งผลกระทบต่อความรู้สึคนมนุษย์โดยตรง เช่นทำลายความเชื่อเกี่ยวกับความเป็นตนเองของคน โดยนับตั้งแต่ เจมส์ วัตสัน และ ฟรานซิส คริก ค้นพบโครงสร้างของ DNA ใน พ.ศ. 2493 แล้ว วิชาพันธุศาสตร์ก็ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเทคโนโลยีชีวภาพ ในพ.ศ.2519 มีการตั้งบริษัททางเทคโนโลยีชีวภาพเป็นครั้งแรก ต่อมาก็มีการตัดต่อยีนพืชและสัตว์เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรและการแพทย์ ถึง พ.ศ.2540 สามารถแตกหน่อ (Clone) แกะ "ดอลลี" จากเซลล์ของแม่แกะได้ เมื่อเร็ว ๆ นี้มีข่าวการแตกหน่อโคแก่ที่เพิ่งเสียชีวิตได้สำเร็จ ทั้งยังมีข่าวบริษัทรับจ้างแตกหน่อสุนัขที่ตายไปแล้วแก่เจ้าของที่รักมันมากอีก การแตกหน่อคน (Human Cloning) คงจะทำได้ในไม่ช้า และในปีพ.ศ. 2546 โครงการศึกษายีนทั้งหมดของมนุษย์ก็จะเสร็จสิ้น

บางคนกล่าวว่าคริสต์ศตวรรษที่ 21 จะเป็นคริสต์ศตวรรษของเทคโนโลยีชีวภาพ อย่างไรก็ตามกระแสต่อต้านเทคโนโลยีชีวภาพก็มีไม่น้อย เช่นการคัดค้านการตัดแต่งยีนพืชและสัตว์ ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ โดยชี้ว่าอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตมนุษย์เอง รวมทั้งเป็นการทำลายเกษตรกรรมขนาดเล็ก เสริมการผูกขาด และโจมตีว่าเป็นวิทยาศาสตร์ที่เลว (Bad Science) สำหรับผู้ที่สนับสนุนก็ชี้ให้เห็นว่าการผลิตอาหารสำหรับเลี้ยงดูพลโลกในอนาคตไม่อาจทำอย่างเดิมได้ ต้องอาศัยเทคโนโลยีนี้เข้าช่วย เทคโนโลยีชีวภาพจะช่วยสร้างการเกษตรวิทยาศาสตร์ (Scientific Farming) ซึ่งจะช่วยลดมลพิษด้วย เหมาะสำหรับประเทศกำลังพัฒนา

การถกเถียงที่ยากจะยุตินี้ มีส่วนกระทบต่อภาพลักษณ์ของเทคโนโลยีโดยตรง และต่อภาพลักษณ์ของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีอื่นโดยอ้อม

จ. เทคโนโลยีอวกาศ ยุคอวกาศอาจนับว่าเริ่มต้นใน พ.ศ. 2500 เมื่ออดีตสหภาพโซเวียตส่งยานอวกาศขึ้นสู่วงโคจรรอบโลกสำเร็จ และก็เป็นการเปิดยุคของการแข่งขันกันทางอวกาศด้วย ยุคอวกาศได้ประกาศว่าแรงโน้มถ่วงของโลกไม่อาจกักขังมนุษย์ได้อีกต่อไป มนุษย์มีเสรีดังอะตอมของไฮโดรเจน

เทคโนโลยีด้านอวกาศมีประโยชน์สำคัญอยู่ 3 เรื่องด้วยกัน คือ 1) การใช้ประโยชน์ภายในโลก ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนสูงในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านนี้ ประโยชน์ที่สำคัญได้แก่ การใช้ในกิจการโทรคมนาคม การสื่อสารดาวเทียม ต่อมาได้แก่การสำรวจทางไกล ซึ่งใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งทางการเกษตร การพยากรณ์อากาศ การวางผังเมือง ไปจนถึงการทำเหมืองและขุดเจาะน้ำมัน ท้ายสุดได้แก่ประโยชน์ทางจรรยาบรรณและการทหาร 2) ประโยชน์ในการแสวงหาทรัพยากร การตั้งอาณานิคมในอวกาศ หรือบนดาวเคราะห์อื่น มีรายงานจากนักวิทยาศาสตร์ประเทศแคนาดาว่า คนเราต้องใช้โลกถึง 3 ใบจึงจะสามารถทำให้ทุกคนมีมาตรฐานการครองชีพบริโภคสิ่งต่าง ๆ ในระดับเดียวกับคนอเมริกัน ในเมื่อคนอเมริกันเองก็ดูเหมือนจะไม่ยอมลดการบริโภคลง ในปัจจุบันมีข่าวว่าบริโภคมากขึ้นด้วยซ้ำ และประชากรทั่วโลก โดยเฉพาะในโลกที่สามก็พยายามยกมาตรฐานการครองชีพของตนให้สูงขึ้นเท่าเทียมหรือใกล้เคียงกับชาติที่พัฒนาแล้ว ดังนั้นอวกาศจึงเป็นความหวังที่เหลืออยู่สำหรับการบรรลุจุดมุ่งหมายนั้น การสร้างเมืองอวกาศที่ดี การตั้งอาณานิคมบนดวงจันทร์ ดาวอังคาร และดาวเคราะห์น้อยบางดวงก็ดี เหล่านี้

สามารถมองเห็นได้ว่าจะเป็นจริงในคริสต์ศตวรรษที่ 21 นี้ 3) เพื่อความรู้ความเข้าใจจักรวาลได้ดีขึ้น เช่นการส่งกล้องโทรทรรศน์อวกาศขึ้นสู่อวกาศ ความรู้เหล่านี้จะช่วยให้มนุษย์สามารถใช้ประโยชน์จากอวกาศได้ดีขึ้น

ฉ) เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม จากสถานการณ์ที่ภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติเสื่อมโทรมลงอย่างรุนแรงและรวดเร็ว ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพ และทำลายชีวภาค (Biosphere) โดยตรง จึงได้มีการเรียกร้องจากประชาสังคม (Civil Society) เกิดความตื่นตัวศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่อช่วยกันอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพแวดล้อม การเรียกร้องเหล่านี้ยังมีส่วนกระตุ้นให้มีการคิดเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือเทคโนโลยีที่สะอาด (Clean Technology) ขึ้น เทคโนโลยีที่สะอาดที่สำคัญได้แก่ 1) การรีไซเคิล เช่นรถยนต์ที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ทั้งคัน การรีไซเคิลกระดาษและขยะ เป็นต้น 2) การลดหรือขจัดมลพิษ เช่นใช้รถไฟฟ้าแทนรถเครื่องยนต์สันดาปภายใน การบำบัดน้ำเสียและควันจากโรงงาน การเลิกใช้สารบางชนิด เช่น สารซีเอฟซี 3) การประหยัด เช่น เทคโนโลยีและการออกแบบที่ประหยัดพลังงานและวัสดุ 4) การก้าวสู่การใช้พลังงานที่ไม่หมด โดยเฉพาะพลังงานจากแสงแดด

อย่างไรก็ตามเป็นที่สังเกตว่าเทคโนโลยีเหล่านี้ไม่ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว หรือไม่ได้นำมาใช้เท่าที่ควร เช่นโรงงานมีระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ก็ไม่ได้เปิดเครื่องทำงาน เนื่องจากสิ้นเปลือง ต่างกับเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพราะสามารถทำกำไรได้ และใช้เป็นกำลังทางสงครามได้

จากแนวโน้มของเนื้อหาการวิจัยและพัฒนาทั้ง 6 ข้อ จะเห็นได้ว่า 5 ข้อแรกนั้นเอื้อประโยชน์แก่ประเทศอุตสาหกรรมเป็นสำคัญ และมีการเติบโตก้าวหน้าอย่างค่อนข้างรวดเร็ว แม้แต่เรื่องอินเทอร์เน็ตที่ดูว่าประเทศกำลังพัฒนาจะได้ประโยชน์บ้างก็มีอย่างจำกัด เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องใช้มีราคาแพง ส่วนใหญ่มาจากประเทศอุตสาหกรรม โครงสร้างพื้นฐานเช่นเครือข่ายโทรคมนาคมยังไม่ก้าวหน้า และต้องพึ่งพาสิ่งเข้าจากประเทศอุตสาหกรรม การใช้แต่ละครั้งมีราคาแพง จึงใช้อยู่แต่ในคนระดับกลางถึงระดับสูง นอกจากนี้ยังมีความจำกัดทางภาษา ซึ่งความรู้ที่ผ่านอินเทอร์เน็ตส่วนสำคัญนิยมเขียนอยู่ในภาษาอังกฤษ เช่นการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและเอกของมหาวิทยาลัยมหิดลก็มีกฎให้เขียนเป็นภาษาอังกฤษ ส่วนเทคโนโลยีทางสิ่งแวดล้อมที่ประเทศกำลังพัฒนาจะได้ประโยชน์มาก เพราะว่าเป็นดินแดนที่สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมอย่างเร็วที่สุด ไม่ได้มีการพัฒนาไปเท่าที่ควร การตัดไม้ในป่าฝนเขตร้อนเพื่อส่งออกหรือเพื่อทำการเกษตรสำหรับส่งออกสู่ประเทศอุตสาหกรรมยังดำเนินต่อไป

3. สถานภาพและแนวโน้ม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทยอาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก ได้แก่องค์ความรู้เดิม หมายถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีมาแต่เดิมในสังคมไทย ซึ่งมีอิทธิพลจากอารยธรรมเก่าในเอเชีย ได้แก่อินเดียและจีน นอกจากนั้นยังมีอิทธิพลจากตะวันตกอยู่ด้วยแต่ไม่เด่นชัด และยังมีอิทธิพลจากอาหรับ เปอร์เซียและญี่ปุ่น ระยะเวลาตั้งแต่สมัยสุโขทัยจนถึงปัจจุบัน กลุ่มที่สอง ได้แก่องค์ความรู้ใหม่ ซึ่งส่วนหนึ่งได้มีการพัฒนาขึ้นภายในสังคม แต่ปรากฏอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเห็นได้ชัด ระยะเวลาตั้งแต่ พ.ศ.2398 ถึงปัจจุบัน

องค์ความรู้ทั้ง 2 กลุ่มนี้ในปัจจุบันจึงดำรงอยู่ด้วยกัน บางครั้งเหมือนอยู่ตรงข้าม บางครั้งเหมือนเคียงคู่ แต่มีแนวโน้มว่าจะดำรงอยู่เคียงคู่กันไปมากกว่า โดยต่างฝ่ายต่างรับอิทธิพลจากกันและกัน เช่นองค์ความรู้เดิมมีแนวโน้มที่มองสิ่งต่าง ๆ สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม (Holistic) เป็นทางจิตใจ (Subjective) ขณะที่องค์ความรู้ใหม่มีแนวโน้มที่จะมองสิ่งต่าง ๆ อย่างแยกส่วน (Reductionism) หรือเป็นทางวัตถุ (Objective) ซึ่งเห็นได้ว่าองค์ความรู้ใหม่หากไม่ใช้วิธีการจากองค์ความรู้เดิมก็จะถึงทางตันและไม่เกิดประโยชน์แก่มหาชน ขณะที่องค์ความรู้เดิมถ้าไม่รับวิธีการจากองค์ความรู้ใหม่ก็พลัดเข้าไปสู่ความเร้นลับและไสยศาสตร์ได้ง่าย

3.1 องค์ความรู้ดั้งเดิมของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีไทย

องค์ความรู้เดิมนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานการผลิต หรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจ 4 แบบด้วยกัน ได้แก่ 1) การล่าสัตว์และเก็บหาของป่า 2) การเกษตรดั้งเดิมแบบใช้แรงงานคนและสัตว์ 3) หัตถกรรม และการช่างต่าง ๆ ซึ่งเป็นแบบสังคมเกษตร 4) การค้า นอกจากนี้ยังรวมถึง 5) การทำสงคราม

องค์ความรู้เหล่านี้มักมีลักษณะเชื่อมประสานเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับชีวิตทางสังคมและวัฒนธรรม มีพิธีกรรม อิงกับเรื่องจิตวิญญาณ ความเชื่อทางศาสนา กับความเชื่อเร้นลับที่เรียกว่าไสยศาสตร์ เช่นการหาเหล็กไหล ซึ่งนิยมกันในตอนต้นกรุงรัตนโกสินทร์

1) องค์ความรู้จากการล่าสัตว์และเก็บหาของป่า

การล่าสัตว์หาของป่าเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมาก เป็นที่มาของรายได้หลักของการดำรงชีพในประเทศ เช่นหมังสัตว์ ไหมหอม เครื่องเทศ ทั้งนี้เพราะการค้าระหว่างประเทศสมัยโบราณแลกเปลี่ยนสินค้าพุ่มเฟิยเป็นหลัก นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของอาหาร ยา และวัสดุของใช้ต่าง ๆ สำหรับคนทั้งประเทศ การล่าสัตว์เก็บของป่าก่อให้เกิดองค์ความรู้สำคัญ 2 อย่าง ได้แก่

ก. องค์ความรู้เกี่ยวกับพืชและสัตว์ องค์ความรู้ที่พัฒนาเป็นความรู้เกี่ยวกับอาหารและยา เป็นความรู้ทางด้านสมุนไพร ซึ่งปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจและรื้อฟื้นขึ้นมา ทั้งด้านยาแผนไทยและสมุนไพร อนึ่ง ในส่วนที่เกี่ยวกับยานั้น ดูจะมีอิทธิพลจากอินเดียมาอยู่มาก โดยมองคนประกอบด้วยดิน น้ำ ลม ไฟ เป็นต้น การยอมรับว่าแพทย์ประจำตัวพระพุทธรเจ้าเป็นผู้ให้กำเนิดแพทย์แผนไทย และให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องลมและเลือดในร่างกาย เห็นว่าโรคจำนวนมากเป็นโรคลม แม้แต่ต้องร่วอย่างแรงก็เรียกว่าลมป่วง หรือหิวาตโรค ก็แปลตามตัวว่า โรคลมที่ร้ายแรงดังงูกัด นอกจากนี้โรคหลายโรคก็ถือว่ามาจากเลือดไม่ดี หรือน้ำเหลืองไม่ดี ต่างกับแพทย์ทางจีนที่ถือเรื่อง หยินกับหยาง อย่างไรก็ตามในระยะหลังแนวคิดการแพทย์แบบรักษาสมดุลระหว่างหยินและหยางได้แพร่เข้ามามาก

ข. องค์ความรู้เกี่ยวกับการหาประโยชน์จากป่า คนไทยแต่เดิมและรวมทั้งคนพื้นเมืองจำนวนมากทั่วโลกรู้จักหาประโยชน์จากการล่าสัตว์หาของป่า เพิ่งมาในระยะหลังที่เปิดสัมปทานป่าไม้ให้แก่บริษัทต่างชาติในรัชกาลที่ 5 นี้เองที่แนวคิดการหาประโยชน์จากป่ากลายเป็นเรื่องการค้าไม้ส่งออก การหาประโยชน์จากป่าแบบนี้กระทำกันทั่วโลก และต่อมาเห็นชัดว่าเป็นการหาประโยชน์แบบสายตาสั้นและไม่ยั่งยืน อย่างไรก็ตามการหาประโยชน์จากป่าโดยการล่าสัตว์และหาของป่านั้นเกิดขึ้นในช่วงที่ยังมีผู้คนน้อย เทคโนโลยีต่ำ และระบบตลาดยังไม่พัฒนา การจะฟื้นฟูวิถีหาประโยชน์จากป่าแบบเดิมในปัจจุบันต้องการความเห็นพ้องในการจัดการป่าอย่างยั่งยืน การบรรเทาแรงกดดันจากความยากจน และความกลัวหาญทางการเมือง

2) องค์ความรู้จากการเกษตรดั้งเดิมแบบใช้แรงงานคนและสัตว์

การทำเกษตรดั้งเดิม ซึ่งมักเป็นแบบพอเพียง ได้แก่ทำมาพอลี้ยงชีพ ที่เหลือจึงขาย การปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อขายกันจริงจึงเพิ่งกระทำขึ้นเมื่อลัทธิอาณานิคมแผ่เข้ามา และแบ่งงานให้ประเทศไทยทำหน้าที่ปลูกข้าวเพื่อส่งออก ถึงกระนั้น การเปลี่ยนไปปลูกพืชเศรษฐกิจก็มีไม่มาก การหันไปปลูกพืชเศรษฐกิจอย่างจริงจังนั้นเริ่มขึ้นหลังสงครามโลกครั้งที่สองนี้เอง

การทำเกษตรแบบพอเพียงนั้นเป็นเกษตรกรรมแบบธรรมชาติ ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและสารฆ่าแมลง ปลูกพืชหลายชนิดปนกันเพื่อกินและใช้ เช่นมีทั้งธัญพืช ถั่ว งา พืชผักสวนครัว ไม้ยืนต้น ไม้ผล และพืชให้เส้นใย ความรู้แบบนี้เริ่มมีผู้เห็นว่าเป็นการเกษตรที่ยั่งยืนกว่าการเกษตรแบบใหม่ที่ปลูกพืชชนิดเดียว ในระยะหลังยังเป็นพืชตัดต่อยีนอีก ใช้สารเคมีมาก ซึ่งปนเปื้อนในอาหารและตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็นมลพิษสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรพอเพียงยังเป็นรูปแบบทางเศรษฐกิจที่ค่อนข้างมั่นคง นั่นคือไม่ประสบภาวะผันผวนตามการผันผวนทางเศรษฐกิจซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้งและยาวนานในโลกทุนนิยมปัจจุบัน ขณะนี้มีการตั้งชุมชนทั่วโลกรวมทั้งในประเทศพัฒนาแล้วเป็นชุมชนเกษตรพอเพียง นี่เป็นองค์ความรู้สำคัญอย่างหนึ่ง

การทำเกษตรดั้งเดิมยังให้ความรู้สำคัญอีกอย่างหนึ่งได้แก่การพัฒนาสายพันธุ์พืชและสัตว์ ทั้งที่เป็นพืชพื้นเมืองและที่ได้มาจากต่างประเทศ เช่นการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวซึ่งกล่าวกันว่าเดิมมีนับพันสายพันธุ์ แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นแบบปลูกพืชเศรษฐกิจแข่งขันกันในตลาดโลก สายพันธุ์ก็เหลือไม่กี่ชนิด นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์สัตว์จากป่า เช่นวัวควายหมูไก่ เป็นต้น มาเป็นสัตว์เลี้ยงในบ้าน สายพันธุ์เหล่านี้ในระยะหลังถูกปล่อยปลดละเลย มีแต่ไก่บ้านไทยที่ดูจะรื้อฟื้นกันขึ้นมาใหม่ การพัฒนาสายพันธุ์จากต่างประเทศก็มีหลายชนิด ตั้งแต่มะเขือเทศจนถึงองุ่น ที่เห็นในปัจจุบัน สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ในสมัยก่อน เช่นข้าวโพด ซึ่งชาวโปรตุเกสนำเข้ามาเมื่อราว 500 ปีมาแล้ว

สายพันธุ์พืชและสัตว์ที่หายสูญนั้น ดูจะสูญไปพร้อมกับความรู้และทักษะในการพัฒนาสายพันธุ์พืชและสัตว์ของเกษตรกรไทยด้วย ซึ่งเป็นการทำลายองค์ความรู้ที่มีค่าอย่างน่าเสียดาย ในขณะนี้เกษตรกรชาวบ้านจำนวนมากขาดความรู้ใน

การพัฒนาสายพันธุ์พืชและสัตว์ นากอร์รับพันธุ์พืชและสัตว์จากทางการบ้าง จากบริษัททางเกษตรบ้าง และยังเป็นพืชและสัตว์ที่มีการตัดต่อยีนหรือบำรุงพันธุ์เป็นพิเศษสถานการณ์ก็ดูจะเลวร้ายไปอีก

อีกหนึ่งความรู้เกี่ยวกับการบำรุงสายพันธุ์นี้ยังนำมาใช้เพื่อการพักผ่อนบันเทิงด้วย เช่น การปลูกไม้ดอกไม้ประดับ การทำไม้ตัด การกักปลา ตีไก่

ท้ายสุดอาจนับเทคโนโลยีทางการชลประทานเข้ากับการทำเกษตรดั้งเดิมของไทย ได้แก่การทำเหมืองฝาย การขุดคลอง เป็นต้น ซึ่งยังใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับการบริโภค การขนส่งสื่อสาร และแหล่งสัตว์น้ำด้วย มีบางท่านเห็นว่าเทคโนโลยีการจัดการน้ำนี้มีความสำคัญต่อความมั่นคงและความยิ่งใหญ่ของราชอาณาจักรไทย และอาณาจักรอื่น ๆ ในภูมิภาคนี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำเหมืองฝายและขุดคลองอย่างสม่ำเสมอ

3) องค์ความรู้ด้านการหัตถกรรมและการช่างของไทย

การหัตถกรรมและการช่างของไทยโดยมากมีลักษณะเรียบง่ายเข้ากับลักษณะสังคมเกษตรดั้งเดิม และมีลักษณะศิลปะเฉพาะของไทย เช่นละเอียด ช่างน้อย และดูน่ารักสวยงาม ไม่นิยมของที่ดูน่าเกลียดน่ากลัว

หัตถกรรมและการช่างของไทยที่สำคัญได้แก่ 1) การก่อสร้างบ้านเรือน ทั้งที่ใช้ไม้ไผ่และไม้จริง 2) การผลิตของใช้ในบ้าน เช่นเครื่องจักสานและการประดิษฐ์ของใช้จากวัสดุพื้นบ้าน เช่นกระจ่า การปั่นด้ายทอผ้าและตัดเย็บ การทำแห อวน เครื่องปั้นดินเผา 3) ยานพาหนะ ได้แก่เกวียนและเรือ 4) ของใช้อื่นในการผลิต เช่นคันไถ มีด หัวตาล

อันหนึ่งที่น่าสนใจว่าการผลิตของบางอย่างถ้าทำเป็นหัตถกรรมขนาดเล็กย่อม ไม่ใช่ในครัวเรือนจะเป็นการประหยัดกว่า เช่น การทำเครื่องปั้นดินเผา การผลิตเกลือ การทำน้ำตาล น้ำมันมะพร้าว การทำของใช้ที่เป็นโลหะเช่นมีด หัวตาล หัวกระต่ายขูดมะพร้าว การต่อเรือ เหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับหัตถกรรมขนาดเล็กในเมืองไทย ซึ่งต่อมาหลายชนิดถูกทำลายไป เช่น การผลิตน้ำมันมะพร้าว ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีการนำน้ำมันก๊าดเข้ามา

ในราชสำนักนั้นปรากฏว่ามีช่าง 10 หมู่ ซึ่งสามารถสร้างสิ่งที่ใหญ่และประณีตกว่าของชาวบ้าน เช่น ที่อยู่อาศัยหรือวัง รถ เรือ และตู้ อย่างไรก็ตามสิ่งก่อสร้างของไทยโดยทั่วไปไม่มีขนาดใหญ่โตมโหฬารเหมือนกับราชอาณาจักรอื่น เช่นอาณาจักรขอมที่สร้างนครธมและนครวัด เป็นต้น

ความรู้ทางหัตถกรรมและช่างพื้นบ้านนี้ในระยะหลังนำมาใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมท่องเที่ยว รอการพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในทางอื่นหรือประสานเข้ากับการช่างในปัจจุบัน

4) องค์ความรู้ในด้านการค้า

การค้าน่าจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญไม่น้อยในราชอาณาจักรกรุงศรีอยุธยา มีบทบาทให้กรุงศรีอยุธยาเกิดความมั่งคั่งและทรงอิทธิพลเหนืออาณาจักรอื่นที่อยู่ใกล้เคียง และก่อสังคมที่มีลักษณะเปิดต่อการรับวัฒนธรรมภายนอก การค้าก่อให้เกิดองค์ความรู้สำคัญ 2 อย่างได้แก่

ก. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการทำบัญชีและต้นทุนกำไรเป็นต้น ความรู้ทางเลขคณิตนี้จะได้รับอิทธิพลจากทางอินเดียซึ่งเป็นดินแดนที่คิดเลขศูนย์ขึ้นมา อย่างไรก็ตามดูเหมือนว่าในสังคมไทยไม่ได้ให้ค่านิยมสูงต่อการค้าเสรี ดังที่กล่าวไว้ว่า "สิบพ่อค้าไม่เท่าพระยาเลี้ยง" ไปเน้นความสำคัญด้านความสัมพันธ์ทางสังคม-การเมืองอันดีระหว่างนายกับไพร่ หรือระหว่างเพื่อนฝูงมากกว่า จึงให้ความสำคัญต่อเลขคณิตน้อย ดังคำกลอนว่า "ปากเป็นเอกเลขเป็นโทโบราณว่า" ทุกวันนี้เด็กไทยทั่วไปยังอ่อนเลขคณิตอยู่

เลขคณิตและคณิตศาสตร์ไม่ได้ใช้ในการค้าเท่านั้น ยังใช้ในกิจการอื่น เช่นการก่อสร้าง การก่อสร้างขนาดใหญ่จำเป็นต้องความรู้ทางเลขคณิตและคณิตศาสตร์สูง เช่นพระมิตินิธิยปต์ คณิตศาสตร์ยังใช้เพื่อคำนวณการโคจรของดวงดาวได้ ดังนั้นวิชาดาราศาสตร์ของเราจึงยังต้องพึ่งปมโหรของพวกพราหมณ์ การทำบัญชีโพรพยากรณ์และการตั้งกองทหารประจำการก็ต้องใช้ความรู้ทางเลขคณิตด้วยเช่นกัน กล่าวโดยรวมก็คือเมื่ออ่อนความรู้ทางคณิตศาสตร์ พื้นฐานในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ก็พลอยอ่อนตามไปด้วย

ข. องค์ความรู้ในการต่อเรือและเดินเรือเดินสมุทร องค์ความรู้นี้จะได้รับการถ่ายทอดจากประเทศจีนเป็นสำคัญ จนเมื่อถึงสมัยรัชกาลที่ 3 จึงได้หันไปสนใจต่อเรือตามแบบฝรั่ง เมื่อเรือกลไฟมาถึง ความรู้ในการต่อเรือแบบเดิมก็ดูเหมือนจะสูญหายไปด้วย

5) องค์ความรู้จากการทำสงคราม

มีรายงานว่าใน พ.ศ.2041 สมเด็จพระรามาธิบดีที่ 2 (ครองราชย์ พ.ศ. 2034-2072) ไอร์สมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ โปรดให้ทำตำราพิชัยสงครามขึ้นเป็นครั้งแรก มีการเกณฑ์ไพร่พลมาฝึกซ้อมการยุทธ และในรัชสมัยนี้เองตะวันตกซึ่งก็คือโปรตุเกส ได้เริ่มเข้ามาในภูมิภาคนี้แล้ว โดยใน พ.ศ. 2041 วาสโกดากามา นักเดินเรือชาวโปรตุเกสเดินเรืออ้อมแหลมกู๊ดโฮปข้ามมหาสมุทรอินเดียมาขึ้นที่เมืองกาลิกัตตาชายฝั่งอินเดีย และได้ขยายตัวมาทางตะวันออกเรื่อย ๆ เพื่อซื้อหาเครื่องเทศ ผ้าไหม และเครื่องปั้นดินเผา เป็นต้น ใน พ.ศ.2054 โปรตุเกสได้เริ่มสัมพันธ์กับไทย โดยเข้ายึดมะละกาและแต่งทูตมาแจ้งเรื่อง ใน พ.ศ.2059 ได้มีการทำสัญญาการค้าระหว่างไทย-โปรตุเกส โดยโปรตุเกสรับจัดส่งอาวุธปืนไฟให้แก่กรุงศรีอยุธยา และชาวโปรตุเกสได้รับสิทธิในการค้าในกรุงศรีอยุธยา สามารถถือและปฏิบัติศาสนาของตนได้ นับเป็นสัญญาฉบับแรกที่ไทยทำกับชาติตะวันตก

ความรู้ทางการทำสงครามมีที่ควรกล่าวถึงได้แก่ ก. การคล้องและฝึกช้าง ซึ่งเป็นความชำนาญที่ตกทอดจนทุกวันนี้ ข. การใช้ปืนไฟและโดยเฉพาะการหล่อปืนใหญ่ ซึ่งได้รับการถ่ายทอดจากตะวันตกในราชรัชสมัยพระไชยราชาธิราช (ครองราชย์ พ.ศ.2077-2090) การใช้ปืนไฟและปืนใหญ่นี้เป็นการเปลี่ยนแปลงการรบในภูมิภาคนี้ถึงพื้นฐาน มีการทำกำแพงพระนครใหม่แบบกออิฐถือปูน การหล่อปืนใหญ่ช่วยเสริมหรือขยายความรู้ทางการหล่อโลหะให้ขยายตัวต่อไป เช่นการหล่อพระพุทธรูป และการหล่อโลหะอื่น ค. การฝึกทหารใหม่ หรือการใช้ทหารต่างชาติ เช่นชาวโปรตุเกส และญี่ปุ่นในการสู้รบและรักษาความสงบ

เนื่องจากความรู้ทางการสงครามพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ความรู้ทางการสงครามเดิมจึงถูกแทนที่ด้วยความรู้ใหม่เกือบทั้งหมด ที่ยังคงเหลืออยู่ได้แก่พิธีกรรมบางอย่างซึ่งปรับจากที่กล่าวไว้ในตำราพิชัยสงครามเพื่อช่วยกำลังใจในการสู้รบ เช่น การมอบพระ

3.2 องค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย

องค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญนี้ได้รับการถ่ายทอดจากประเทศตะวันตก โดยมีการปรับเปลี่ยนไปบ้างเพื่อให้เข้ากับลักษณะของสังคมหรือองค์ความรู้เดิม อนึ่งนับตั้งแต่ราว พ.ศ.2499 ได้ปรากฏความพยายามที่จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยตนเองขึ้นมา แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศอุตสาหกรรมได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งประเทศเขตแคว้นอุตสาหกรรมใหม่ มีเกาหลีใต้ ไต้หวัน ดังนั้นจึงปรากฏว่าแม้จนปัจจุบันประเทศไทยก็ต้องพึ่งพาวิทยาศาสตร์ของประเทศที่พัฒนาแล้วค่อนข้างสูงเหมือนเดิม การกำหนดนโยบายและเป้าประสงค์ที่ชัดเจน ปฏิบัติได้และเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไปจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

องค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นแบบตะวันตกนี้ กำหนดให้เริ่มจาก พ.ศ.2398 ซึ่งเป็นปีที่ไทยจำเป็นต้องทำสัญญาเสียเปรียบกับอังกฤษเป็นชาติแรก และกับประเทศตะวันตกอื่นในเวลาต่อมา ตามสัญญาไทยต้องเปิดให้ประเทศตะวันตกมาทำการค้าอย่างเสรี จำกัดอัตราภาษีอยู่ในระดับหนึ่ง และให้คนในบังคับชาติตะวันตกได้รับการพิจารณาคดีตามแบบตะวันตก กล่าวก็คืออำนาจอธิปไตยทางศาลและทางเศรษฐกิจของไทยต้องสูญเสียไป และไม่มีอำนาจใดที่จะยับยั้งการแผ่อำณานิคมของตะวันตกในภูมิภาคนี้ได้ เว้นแต่การปรับตัวตามอย่างรวดเร็ว

องค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยอาจแบ่งได้เป็น 4 ช่วงได้แก่ 1) การปรับเป็นแบบตะวันตกครั้งที่ 1 ในสมัยอยุธยา 2) การปรับเป็นแบบตะวันตกครั้งที่ 2 นับแต่สนธิสัญญาบาวริง พ.ศ.2398 จนถึงสงครามโลกครั้งที่สอง 3) การปรับให้เป็นแบบอเมริกัน ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สองจนถึงปัจจุบัน และ 4) ความพยายามในการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จนถึงปัจจุบัน

1) การปรับเปลี่ยนแบบตะวันตกครั้งที่ 1 ในสมัยอยุธยา

โดยทั่วไปจำกัดวงในหมู่นักชั้นสูง มีลักษณะลุ่ม ๆ ดอน ๆ เพราะตะวันตกในขณะนั้นยังไม่เข้มแข็งพอที่จะบังคับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ให้อยู่ในอำนาจตนได้ อาจถือได้ว่าเหตุการณ์ครั้งนี้เป็นการไหมโรงก่อนที่ตะวันตกจะแผ่อานานิคมเข้ามาอย่างจริงจัง และมีรูปแบบบางอย่างที่ซ้ำกัน

ประเทศไทยได้สัมผัสกับชาติตะวันตกที่สำคัญผ่านโปรตุเกสเป็นประเทศแรกในสมัยพระรามาธิบดีที่ 2 (พ.ศ.2054) ต่อมาเป็นชาติออลันดาในสมัยสมเด็จพระนเรศวรมหาราช (พ.ศ.2144) และอังกฤษในสมัยสมเด็จพระเอกาทศรถ (พ.ศ.2155) ท้ายสุดได้แก่ฝรั่งเศสในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (พ.ศ.2205) และในช่วงท้ายนี้เองที่อาจถือได้ว่ามีความพยายามที่จะปรับเปลี่ยนประเทศไทยให้เป็นแบบตะวันตกเป็นครั้งแรก

รูปแบบการปรับตัวมีที่เด่นในระยะเริ่มแรกอยู่ 3 เรื่อง ได้แก่

ก. ไทยมีแนวโน้มที่จะเปิดรับความรู้หรือวัฒนธรรมใหม่กว้างกว่าประเทศเพื่อนบ้าน เช่นในด้านการถือศาสนา

ข. การรับเทคโนโลยีใหม่ที่สำคัญได้แก่เทคโนโลยีทางทหาร เช่นการรับปืนไฟ การนำทหารตะวันตกมาไว้ในกองทัพ ไปจนถึงการสร้างป้อมปราการหลายแห่งในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ในสมัยรัตนโกสินทร์มีการฝึกทหารแบบตะวันตก และมหาวิทยาลัยแห่งแรกของไทยเป็นมหาวิทยาลัยทางการทหาร ได้แก่โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าที่ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ.2430 มหาวิทยาลัยพลเรือนแห่งแรกได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ.2459

ค. พวกหมอสอนศาสนากลับเป็นบุคคลสำคัญในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ประเทศไทย และรวมทั้งประเทศค่อยพัฒนาอื่น หมอสอนศาสนาเหล่านี้เมื่อเข้ามาแล้วมักตั้งโรงเรียน โรงพยาบาล ศาลาจำหน่ายยา เรียนรู้ภาษาคนท้องถิ่น แต่งหนังสือขึ้น ซึ่งเป็นมาทั้งในสมัยอยุธยาถึงรัตนโกสินทร์ แต่ในสมัยหลังยังได้ตั้งกิจการการพิมพ์ขึ้นในเมืองไทยด้วย

เมื่อฝรั่งเศสส่งคณะทูตและหมอสอนศาสนาไปยังเมืองไทยในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช(ครองราชย์ พ.ศ.2199-2231) วิทยาการของตะวันตกได้พัฒนาไปพอสมควรแล้ว เช่น วิลเลียม ฮาร์วีย์ ค้นพบการไหลเวียนของเลือด และพบว่าหัวใจทำงานคล้ายปั๊ม น้ำ โรเบิร์ต ฮุกใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูโครงสร้างของเซลล์พืช โรเบิร์ต บอยล์ ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับธาตุทางเคมีใหม่ ไอแซก นิวตันเสนอกฎแรงโน้มถ่วง กาลิเลโอค้นพบดาวบริวารหรือดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี ซึ่งยืนยันว่าทฤษฎีของเคเพลอร์ผู้ใช้คณิตศาสตร์คำนวณการโคจรของดาวเคราะห์ว่าถูกต้อง

ในปลาย พ.ศ. 2228 มีการสร้างหอดูดาวขึ้นในกรุงศรีอยุธยา สมเด็จพระนารายณ์ฯได้ชมจันทร์คราสด้วยกล้องโทรทรรศน์ร่วมกับนักบวชชาวฝรั่งเศส ความเข้าใจเกี่ยวกับโลกและดวงดาวแบบใหม่ว่าโลกมีสัณฐานกลม หมุนรอบดวงอาทิตย์ และสามารถใช้คณิตศาสตร์คำนวณทางโคจรได้ จันทรคราสและสุริยคราสเกิดจากอะไร คงจะรู้กันแล้วในหมู่นักชั้นสูง แต่ต้องใช้เวลามากกว่า 150 ปี ความรู้เช่นนี้จึงตกถึงสาธารณชนทั่วไป

พร้อมกับความรู้ทางดาราศาสตร์ก็คือความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ทางการค้าและการก่อสร้างได้ มีการก่อสร้างที่ค่อนข้างใหญ่และเป็นแบบสมัยใหม่ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ฯ ได้แก่พระราชวังนารายณ์ราชนิเวศน์ที่ลพบุรี และป้อมปราการต่าง ๆ ที่บริเวณปากแม่น้ำ อนึ่งในช่วงนี้มีการส่งคนไปศึกษาหาความรู้ที่ประเทศฝรั่งเศสหลายครั้ง แต่ไม่มีหลักฐานที่จะประเมินผลได้

เนื่องจากความรู้ที่นำมาเผยแพร่มีลักษณะกระทบต่อความมั่นคงของแผ่นดิน เมื่อสิ้นสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชทางการไทยได้จำกัดการเคลื่อนไหวของหมอสอนศาสนาเหล่านี้ จนกระทั่งพม่าตีกรุงศรีอยุธยาแตกใน พ.ศ.2310

2) การปรับเปลี่ยนแบบตะวันตกครั้งที่ 2 ในสมัยรัตนโกสินทร์

เมื่อตะวันตกมีความเข้มแข็งทางแสนยานุภาพ การใช้ศาสนานำหน้าก็มีความจำเป็นลดลง และใช้นโยบายเรือปืน แทนการพ่ายแพ้ของจีนในสงครามฝิ่น พ.ศ. 2385 บอกว่ายุคของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้สิ้นสุดแล้ว ใน พ.ศ.2398 ไทยทำสัญญาบวรริงที่เสียเปรียบกับอังกฤษ คล้ายกับจีนที่ถูกบังคับให้ทำ จากนั้นทั่วทั้งประเทศถูกปรับให้ทันสมัยหรือศรัทธาตามแบบตะวันตก ทว่าการวิ่งไล่ถูดกว่า 150 ปีก็ยังคงตามไม่ทัน

การปรับองค์ความรู้ใหม่ในสมัยนั้นมีตั้งแต่เรื่อง ก) การแพทย์และสาธารณสุข เช่น การจัดตั้งโรงพยาบาล การปลูกฝี การผ่าตัด การใช้ยาฝรั่ง การตั้งโรงเรียนหมอและพยาบาล การผลิตน้ำประปา ข) การศึกษา การจัดตั้งโรงเรียนและมหาวิทยาลัย

สำหรับมหาชน ค) การพัฒนาการพิมพ์ การตั้งโรงพิมพ์ โรงหล่อตัวพิมพ์ การนำพิมพ์ติดเข้ามา ง) การส่งคนซึ่งส่วนใหญ่เป็นลูกหลานของชนชั้นสูง และในระบบราชการไปศึกษาต่อในต่างประเทศ ซึ่งเป็นการรับการถ่ายทอดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญจากตะวันตก ปัจจุบันก็ยังทำอยู่ จ) การทหาร มีการฝึกทหารและตั้งกองทหารประจำการแบบตะวันตก การส่งบุคคลไปเรียนวิชาทหารในประเทศตะวันตก เช่นเยอรมนี ฝรั่งเศส อังกฤษ การซื้ออาวุธยุทโธปกรณ์ ฉ) การปรับปรุงการขนส่งและโทรคมนาคม มีการสร้างทางรถไฟ ทางหลวง การใช้เครื่องบิน โทรเลข การไปรษณีย์ วิทยุ โทรศัพท์ ข) รูปแบบการบันเทิงใหม่โดยเฉพาะภาพยนตร์และดนตรี ช) การตั้งโรงงานโดยใช้เครื่องจักรกล ที่สำคัญได้แก่โรงสีข้าว โรงเลื่อย และโรงไฟฟ้า ฉ) การปรับวิธีการทำเกษตรจากแบบธรรมชาติพอเพียงมาเป็นแบบปลูกพืชเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนการทำประโยชน์จากป่ามาเป็นการตัดไม้ส่งออก ญ) การนำเข้าของกินของใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นน้ำมันก๊าด บุหรี่ ไม้ขีดไฟ สบู่ ฯลฯ จากต่างประเทศ

การปรับดังกล่าวเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในปัจจุบัน โดยที่มีเนื้อหาต่างไปบ้าง แต่รูปแบบที่ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยยังคงต้องพึ่งอาศัยตะวันตกหรือประเทศพัฒนาแล้วยังคงดำรงอยู่

ในตะวันตก บางครั้งถือว่าการพิมพ์หนังสือ "ว่าด้วยการโคจรของวัตถุฟากฟ้า" ของโคเปอร์นิคัสใน พ.ศ. 2086 เป็นจุดเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เป็นการประกาศว่าวิทยาศาสตร์ได้บรรลุนิติภาวะ และออกมาเป็นอย่างอิสระโดยไม่ต้องอาศัยการอธิบายหรือตีความตามวิธีการของศาสนาอีกต่อไป สำหรับในเมืองไทย การตีพิมพ์หนังสือชื่อ "แสดงกิจจานุกิจ" ของเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ ใน พ.ศ.2408 ก็อาจนับว่าไทยเริ่มเข้าสู่วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ในหนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึงความรู้เกี่ยวกับโลกและดวงดาว รวมทั้งเรื่องอื่น ๆ ในแง่นี้ โลกไม่ได้แบน และมีปลาอานนท์หนุนอยู่อย่างที่เคยเชื่อ โลกไม่ได้เป็นศูนย์กลางจักรวาล หากเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความรู้ทางพุทธศาสนา

3) การปรับองค์ความรู้เป็นแบบอเมริกัน

หลังสงครามโลกครั้งที่สอง ศูนย์กลางโลกย้ายจากกรุงลอนดอนมาอยู่ที่กรุงนิวยอร์ก ยุคของอเมริกันเริ่มต้นแล้ว การปรับองค์ความรู้ให้เป็นแบบอเมริกันที่สำคัญได้แก่ ก) การทหาร มีการส่งนายทหารไปศึกษาต่อที่สหรัฐฯจำนวนมาก ข) การศึกษามีการปรับการศึกษาจากแนวยุโรปเป็นแนวอเมริกัน เช่นมีข้อสอบแบบปรนัย การส่งคนไปศึกษาต่ออย่างต่างประเทศ นิยมส่งไปที่สหรัฐฯมากขึ้น จนกระทั่งกลายเป็นหลัก มีการรับนโยบาย การจัดตั้งองค์กรและสถาบัน รูปแบบการวิจัยและประเมินผลแบบสหรัฐฯมา ในทางสังคมศาสตร์ก็เป็นเช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างในวิชาเศรษฐศาสตร์ก็รับแนวคิด "ความสมานฉันท์วอชิงตัน" (Washington Consensus) ซึ่งเน้นเรื่องการเปิดเสรี การแปรรูปให้เป็นแบบเอกชน การแก้กฎระเบียบ การรักษาระดับราคาสินค้าไม่ให้สูง การทำงานประมาณให้ได้ดูล เป็นต้น

การปรับเปลี่ยนแบบนี้กระทำกันโดยทั่วไป รวมทั้งในยุโรป ไม่ใช่แต่เมืองไทย อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันตกซึ่งมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีค่อนข้างแข็ง เมื่อแก้ไขความหายนะจากสงครามและฟื้นตัวขึ้นแล้วประเทศสำคัญ (เช่นเยอรมนีรวมกันเป็นอันหนึ่งเดียวยีกครั้ง) ได้รวมกันเป็นสหภาพยุโรป และสร้างเป็นศูนย์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนใหม่ แข่งกับของสหรัฐฯ นอกจากนี้ญี่ปุ่นก็ได้ฟื้นตัวอย่างรวดเร็วหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จนมีขนาดเศรษฐกิจใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากสหรัฐฯ และได้มีบทบาทอย่างมากในภูมิภาคนี้ รวมทั้งในประเทศไทยซึ่งญี่ปุ่นเป็นชาติที่ลงทุนโดยตรงในไทยสูงสุด

การรับถ่ายทอดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากตะวันตก ที่สำคัญจากสหรัฐฯและญี่ปุ่นในเวลาต่อมา ได้ขับเคลื่อนสังคมไทยจากสังคมเกษตรดั้งเดิมแบบพอเพียง ผลิตเพื่อกินเพื่อใช้เป็นสำคัญ กลายเป็นสังคมเศรษฐกิจเงินตรา มีการผลิตเพื่อขาย เพื่อส่งออกต่างประเทศ เกิดพืชเศรษฐกิจใหม่ขึ้น เช่นมันสำปะหลัง การผลิตภาคอุตสาหกรรมก็เพิ่มพูนความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ จนในปัจจุบันมีสัดส่วนถึงกว่าร้อยละ 30 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ขณะนี้การผลิตภาคเกษตรลดลงเหลือราวร้อยละ 10 การผลิตภาคอุตสาหกรรมเริ่มจากเพื่อทดแทนการนำเข้า ก้าวไปสู่เพื่อการส่งออกเมื่อราว พ.ศ.2524 มีอุตสาหกรรมสำคัญใหม่ ๆ เกิดขึ้น เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ พร้อมกับต้องเผชิญกับการแข่งขันที่เข้มข้นขึ้นทุกที การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนเองขึ้น จึงกลายเป็นเรื่องริบด่วนที่มีการพูดกันมากในขณะนี้ เป็นเรื่องที่ยากแต่ก็จำต้องทำให้สำเร็จ

สำหรับข้อที่ 4) ว่าด้วยความพยายามในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนเองขึ้นนั้นจะได้กล่าวในข้อต่อไป

4. การพัฒนาระบบวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย

หนังสือชื่อ "ระบบการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย" (ตีพิมพ์ พ.ศ. 2537) เรียบเรียงโดย ศ.ดร.มนตรี จุฬาววัฒนกุล แห่งมหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ ประเมินจุดอ่อนจุดแข็งของการวิจัยและพัฒนา วิวัฒนาการของนโยบายการวิจัยและพัฒนา และข้อเสนอแนะการปฏิรูปการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย นับเป็นเอกสารสำคัญเล่มหนึ่ง ในหนังสือเล่มนี้เสนอภาพรวมของระบบวิจัยและพัฒนาว่าประกอบด้วย 1) ผู้ต้องการใช้ผลการวิจัยและพัฒนา 2) นักวิจัย 3) สถาบันให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา 4) สิ่งส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา มีห้องสมุดเป็นต้น และเสนอว่าวิวัฒนาการของนโยบายการวิจัยและพัฒนาแบ่งออกเป็น 4 ช่วงด้วยกัน ได้แก่ 1) ช่วงแรกตั้งสภากิจแห่งชาติ พ.ศ. 2499 2) ช่วงตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2522 3) ช่วงตั้งศูนย์วิจัย 3 ศูนย์ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ ศูนย์เทคโนโลยีวัสดุ และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2526 และ 4) นับตั้งแต่เริ่มแผนพัฒนาฉบับที่ 7 พ.ศ.2535

ในหนังสือชื่อ Science and Technology in Thailand : Lessons from a Developing Economy ตีพิมพ์ พ.ศ.2540 มี ดร. ยงยุทธ ยุทธวงศ์และแอนเจลา เอ็ม. วอจคิก (Angela M. Wojcik นักศึกษาปริญญาเอกชาวสหรัฐอเมริกา) ได้เสนอบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อเศรษฐกิจไทยโดยเฉพาะใน 3 ด้านได้แก่อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการแพทย์

หนังสือทั้ง 2 เล่มนี้ช่วยวางพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา วิวัฒนาการของนโยบายการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนสิ่งที่ควรทำต่อไปได้อย่างดี อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยวิกฤติเศรษฐกิจใหญ่ของเอเชีย รวมกับปัญหาอื่น เช่นเรื่องสิ่งแวดล้อมและช่องว่างทางสังคมที่ยาวตัวขึ้น ทำให้เกิดมุมมองและข้อเรียกร้องใหม่บางอย่างต่อการวิจัยและพัฒนา ดังที่ปรากฏในคำประกาศการประชุมวิทยาศาสตร์โลก เมื่อกลางปี พ.ศ.2542

จากการประมวลเรื่องราวต่าง ๆ อาจกล่าวถึงการพัฒนาระบบวิจัยและพัฒนาในประเทศไทยได้เป็น 4 เรื่องดังนี้ 1) ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโลกในระยะ 50 ปีที่ผ่านมา 2) พัฒนาการของระบบวิจัยและพัฒนา 3) สถานภาพระบบวิจัยและพัฒนาไทยในปัจจุบัน และ 4) ทิศทางระบบวิจัยและพัฒนาของไทยในอนาคต

4.1 ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโลกในระยะ 50 ปีที่ผ่านมา

ในช่วงนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว กล่าวกันว่าในช่วงนี้มีนักวิทยาศาสตร์ในโลกมากกว่านักวิทยาศาสตร์ในยุคอื่นรวมกันทั้งหมด

พอล ฮอยนิงเกน-ฮูเเน (Paul Hoyningen-Huene) นักประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงชาวเยอรมันและคณะในเอกสารชื่อวิทยาศาสตร์สำหรับคริสต์ศตวรรษที่ 21 : พันธกิจใหม่ (Science for the Twenty-First Century : A New Commitment) ได้ชี้ว่างานวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนหรือกระทำโดยรัฐเดียวนั้นไม่น่าจะทันกับยุคโลกาภิวัตน์ การวิจัยและพัฒนาที่สำคัญต่อไปจะต้องทำในระดับระหว่างประเทศ กับได้สรุปความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากมุมมองของคริสต์ศตวรรษใหม่ดังนี้

ในด้านคณิตศาสตร์ มีการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ใหม่เพื่อความเข้าใจการก่อรูปแบบของสิ่งมีชีวิต การใช้คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นเพื่อเข้าใจความเคลื่อนไหวที่ปั่นป่วนเช่นลมฟ้าอากาศ และในระยะหลังนี้มีการใช้คณิตศาสตร์และการคำนวณในคอมพิวเตอร์ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ทุกแขนง ทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและสังคมศาสตร์

ในทางฟิสิกส์ ความเข้าใจเกี่ยวกับอนุภาคเพิ่มพูนอย่างรวดเร็ว เราได้รู้จักอนุภาคใหม่นับจำนวนร้อย เข้าใจการดำรงอยู่ของปฏิสสาร (Anti-matter) ในคริสต์ศตวรรษใหม่คาดว่าความพยายามในการรวมทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์กับทฤษฎีควอนตัมคงดำเนินต่อไป พลังงานนิวเคลียร์ การสร้างกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนซึ่งต่อมาได้พัฒนาจนกระทั่งสามารถมองเห็นและเคลื่อนย้ายอะตอมได้ การวิจัยเกี่ยวกับสารตัวนำยิ่งยวด แสงเลเซอร์ สารกึ่งตัวนำ คอมพิวเตอร์ และการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แปลงพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้า เหล่านี้เป็นการค้นพบที่สำคัญ

ในทางดาราศาสตร์และจักรวาลศาสตร์ มีการค้นพบที่ทำให้เปลี่ยนความคิดจากเดิมว่าจักรวาลคงที่ เป็นจักรวาลที่มีการเคลื่อนไหวสูง พบหลุมดำ กำเนิดจักรวาลจากการระเบิดใหญ่เมื่อ 1.5-2 หมื่นล้านปีมาแล้ว มีการส่งกล้องโทรทรรศน์สู่

อวกาศ การเข้าใจระบบสุริยะอย่างลึกซึ้งที่ไม่เคยมีมาก่อน การสำรวจอวกาศ การปล่อยดาวเทียมสังเกตการณ์ลมฟ้าอากาศและอื่น ๆ เหล่านี้จะทำให้อวกาศกลายเป็นบ้านใหม่ของมนุษย์

ในด้านเคมี มีการสร้างวัสดุใหม่ เครื่องปรุงอาหาร ยา สารฆ่าแมลง วิตามินและอาหารเสริม ความก้าวหน้าของเคมีควอนตัม (Quantum Chemistry) ช่วยให้สามารถเข้าใจความเสถียรและคุณสมบัติของโมเลกุลดีขึ้น ในทางชีวเคมีมีการสังเคราะห์ฮอร์โมนขึ้น เช่นอินซูลิน การผลิตยาใหม่ซึ่งให้ผลเฉพาะยิ่งขึ้น สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตดีขึ้น เช่นค่อนข้างแน่ชัดว่าชีวิตกำเนิดบนโลกนี้ด้วยการกระทำทางฟิสิกส์และเคมีเท่านั้น และอยู่ในรูปของ RNA ก่อน ท้ายสุดยังมีการใช้วิชาเคมีในวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ในทางชีวโมเลกุล (Molecular Biology) มีความก้าวหน้าอย่างสูงในการศึกษาเกี่ยวกับยีน การสร้าง DNA เทียม และการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพไปอย่างรวดเร็ว

ในทางการแพทย์ มีการพัฒนาการผ่าตัด เช่นหัวใจ สมอง ไปอย่างมาก รวมทั้งการผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ การคิดวัคซีนที่ป้องกันโรคจากไวรัส การใช้อัลตราซาวด์และอุปกรณ์อื่น เช่นเครื่องกวาดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้เห็นการทำงานของอวัยวะภายใน การรักษาโรคมะเร็งได้หลายชนิด

ในทางชีววิวัฒนาการ (Biological Evolution) มีการใช้วิชาชีวโมเลกุลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีเกมเพื่อเข้าใจวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ดีขึ้น ได้เห็นความลุ่มๆดอนๆของการพัฒนาสิ่งมีชีวิต จนเห็นว่าการอยู่รอดของชีวิตชนิดหนึ่งในระยะยาวขึ้นเป็นเรื่องอุบัติเหตุเสียมากกว่า และที่สำคัญคือทำให้เห็นความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ

ในด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีทฤษฎีแผ่นทวีปเคลื่อน ซึ่งให้คำอธิบายเกี่ยวกับแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด นอกจากนี้ยังรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติอื่น เช่น เฮลิโกล

ในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มีการค้นพบที่สำคัญว่ามนุษย์เป็นตัวการสำคัญในการทำลายชีวภาค และสิ่งแวดล้อมโลก เช่นทำให้โลกร้อน ปัญหาสิ่งแวดล้อมนี้กำลังคุกคามการอยู่รอดของมนุษย์

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับโลกดังกล่าวนี เป็นเรื่องค่อนข้างยากที่สังคมไทยจะไล่ทัน และบางอย่างก็อาจไม่จำเป็นมากสมกับค่าใช้จ่าย เช่นการพัฒนาเครื่องมือทางการแพทย์ที่ซับซ้อนราคาสูง ขณะที่เครื่องมือในการรักษาความป่วยไข้ที่ดีที่สุดอยู่ในตัวของเราเอง

4.2 พัฒนาการของการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย

มีวิธีการกำหนดพัฒนาการของการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทยได้หลายอย่าง เช่น ดูจากการตั้งหน่วยงานที่ดำเนินการหรือเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา นโยบายการวิจัยและพัฒนาของรัฐ การศึกษาและประเมินผลงานวิจัยและพัฒนาที่ทำการ และการกำหนดโดยเชื่อมโยงให้เข้ากับการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น ในที่นี้เลือกใช้แบบหลังเป็นหลักโดยผสมกับแบบอื่น เช่นนโยบายการวิจัยและพัฒนาของรัฐ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพัฒนาทางเศรษฐกิจสังคมจากช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จนถึงปัจจุบัน พร้อมกับตั้งข้อสังเกตบางประการ หนึ่งช่วงของการพัฒนาและวิจัยที่จะกล่าวต่อไปนี้อาจซ้อนเหลื่อมกัน

สรุปพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพัฒนางานวิจัยของไทยและข้อสังเกตบางประการดังนี้

1) ช่วงของการทำการผลิตทางการเกษตรให้หลากหลาย และการสร้างโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการพัฒนา

หลังสงครามโลกครั้งที่สองรัฐบาลมีนโยบายที่จะให้การผลิตทางการเกษตรมีความหลากหลายขึ้น แทนที่จะขึ้นกับสินค้าเกษตรเพียง 2 ตัวคือข้าว ยางพารา และไม้สักจากการทำป่าไม้ ได้มีการทดลองปลูกพืชเศรษฐกิจจำนวนมาก ที่สำคัญในปัจจุบัน เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง พืชเศรษฐกิจอื่นที่เคยส่งเสริม เช่น ปอ เลิกไปเมื่อแข่งขันสู้เส้นใยพลาสติกไม่ได้ มีการตั้งสถานีวิจัยทางการเกษตรหลายแห่งโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับ ข้าวโพด จนกระทั่ง ใน พ.ศ.2516 ได้ออกพันธุ์ข้าวโพด สุวรรณ 1 ขึ้น ในระยะนี้เองได้เกิดการปฏิวัติเขียว การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น

ในทางเลี้ยงสัตว์มีการส่งเสริมการเลี้ยงไก่ มีการนำพันธุ์ไก่ต่างประเทศเข้ามาหลายพันธุ์ ทั้งที่เป็นไก่เนื้อและไข่ ซึ่งต่อมาได้มีการนำพันธุ์ไก่ที่โตเร็วจากสหรัฐฯ การเลี้ยงไก่ได้แพร่หลายกลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ สามารถส่งออกได้ปีละกว่า 1 หมื่นล้านบาทในปัจจุบัน

การส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ที่ควรกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้แก่การส่งเสริมการเลี้ยงสุกร จนกระทั่งมีการแต่งเพลงผู้ใหญ่ลีขึ้น การเลี้ยงสุกรได้แพร่หลายไปมากเช่นกัน สอดคล้องกับการเลี้ยงสัตว์ทั่วโลกที่เลี้ยงไก่และสุกรเพื่อการค้ากันแพร่หลาย เนื่องจากสัตว์เลี้ยงอื่นได้แก่วัว เป็นต้นต้องใช้พื้นที่ในการเลี้ยงมาก และอัตราการแปลงอาหารเป็นเนื้อของวัวก็ต่ำ

การทำเกษตรให้หลากหลายมีผลในด้านที่ทำให้มีอาหารพอเพียง จนเหลือไปขาย และเป็นฐานสำหรับการพัฒนาทางอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามมีส่วนทำให้เกิดการบุกรุกทำลายผืนป่าอย่างรวดเร็ว ผลผลิตทางการเกษตรจนถึง พ.ศ. 2519 ยังสูงถึงราวร้อยละ 30 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ และเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด จนใน พ.ศ. 2536 มีมูลค่าราวร้อยละ 10

ในช่วงก่อนขึ้นพุทธศตวรรษที่ 2500 เริ่มนโยบายส่งเสริมการลงทุน ซึ่งก็คือการลงทุนทางอุตสาหกรรม เมื่อคณะปฏิวัติเข้ายึดอำนาจใน พ.ศ. 2501 ได้มุ่งหน้าที่จะพัฒนาเศรษฐกิจให้เติบโตอย่างรวดเร็ว มีการลงทุนสร้างโครงสร้างพื้นฐานจำนวนมากเพื่อการพัฒนา ตามคำขวัญว่า "น้ำไหล ไฟสว่าง ทางดี มีงานทำ บำรุงความสะอาด" มีโครงการก่อสร้างขึ้น เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการสร้างสาธารณูปโภคครั้งใหญ่ของประเทศ ได้แก่การขนอนน้ำทั้งเพื่อการบริโภคและการเกษตร อุตสาหกรรม การผลิตไฟฟ้า การก่อสร้างทาง การขยายท่าเรือ การปรับปรุงด้านการสื่อสาร ได้แก่โทรศัพท์และโทรทัศน์ เหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาในเวลาต่อมา

ในช่วงนี้มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยที่สำคัญได้แก่สภာวิจัยแห่งชาติ (พ.ศ.2499) และต่อมาได้ตั้งสภาพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ (พ.ศ.2502 จากเดิมที่มีสภาเศรษฐกิจแห่งชาติ ซึ่งตั้งเมื่อพ.ศ. 2493) ซึ่งถือว่าเป็นสภาที่จะดำเนินการควบคุมกันไป บางท่านถือว่าการจัดตั้งสภာวิจัยแห่งชาติ เป็นเส้นแบ่งสำคัญในการเริ่มต้นระบบวิจัยและพัฒนาของเมืองไทย สภာวิจัยแห่งชาตินี้กล่าวกันว่าตั้งขึ้นมาคล้ายกับสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐฯที่ตั้งขึ้นตั้งแต่ พ.ศ.2470 เพื่อจัดเงินรัฐบาลในการวิจัยและพัฒนา แนวคิดเกี่ยวกับนโยบายการวิจัยและพัฒนาและการประเมินผลของไทยกล่าวได้ว่ามีอิทธิพลของสหรัฐฯค่อนข้างสูง สถาบันเกี่ยวกับการวิจัยอีกแห่งหนึ่งที่ตั้งขึ้นในครั้งนั้นได้แก่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (พ.ศ.2506) สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี ต่อมาเปลี่ยนชื่อและฐานะเป็นสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2522) มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ดำเนินการวิจัยและให้บริการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่หน่วยงานทั้งของรัฐและวิสาหกิจเอกชน ซึ่งจากกิจการที่ดำเนินอยู่มีผู้เสนอให้หน่วยงานนี้มีบทบาทเพื่อผลประโยชน์ของภาคเอกชนขนาดเล็กและขนาดกลาง และดำเนินการบริการการทดสอบและมาตรฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หนึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวกิจการของภาคเอกชนยังมีขนาดเล็ก ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาในช่วงนี้จึงดำเนินการโดยภาครัฐและเพื่อภาครัฐเป็นสำคัญ

2) การสร้างอุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้า

ได้มีการส่งเสริมการลงทุนอย่างจริงจัง อุตสาหกรรมในระยะเริ่มแรกนั้นเน้นหนักในด้านการทดแทนการนำเข้า เป็นการผลิตของกินของใช้ทั่วไป หรือเรียกว่าอุตสาหกรรมเบา ซึ่งกลับกันกับประเทศอุตสาหกรรม ซึ่งมีการพัฒนาอุตสาหกรรมหนัก ได้แก่ การถลุงแร่ การสร้างเครื่องจักรกล และต่อมาได้แก่อุตสาหกรรมน้ำมัน การพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศจึงเริ่มต้นด้วยการพึ่งพาเครื่องจักรหรือเทคโนโลยีจากนอกประเทศ ซึ่งทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไม่ได้ก้าวหน้าไปเท่าที่ควร ทั้งที่มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จำนวนมาก

สถาบันที่ตั้งขึ้นในช่วงนี้ได้แก่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน ซึ่งตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ.2522 (ต่อมาเปลี่ยนเป็นกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เมื่อ พ.ศ.2535 เพิ่มหน้าที่เกี่ยวกับด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นมา) แต่ว่าการจัดตั้งกระทรวงได้เตรียมงานมาตั้งแต่ พ.ศ. 2519 โดยสภာวิจัยแห่งชาติได้จัดสัมมนาร่วมกับ สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐฯ และได้มีการสัมมนาร่วมกันอีกครั้งระหว่างสภာวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล และสำนักงานข่าวสารอเมริกัน จากการสัมมนาทั้ง 2 ครั้ง จึงได้เสนอให้มีการตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเมินกันว่าการตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นจุดเริ่มต้นของการมีระบบวางแผนและนโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน

การวิจัยและพัฒนาในช่วงนั้นนอกจากเพื่อสนองภาครัฐยังเริ่มสนองต่อภาควิสาหกิจเอกชนที่เริ่มมีมากขึ้น หนึ่งในช่วงนี้ยังได้เริ่มจัดทำนโยบายและแผนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติฉบับ พ.ศ.2520-2524 ขึ้นด้วย

3) การสร้างอุตสาหกรรมส่งออก

การสร้างอุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้าเมื่อถึงจุดหนึ่งเริ่มอืดตัว และเป็นที่เห็นชัดว่าถ้าต้องการให้เศรษฐกิจยังคงเติบโตต่อไป จำต้องเร่งสร้างอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกขึ้น แผนพัฒนาเศรษฐกิจของสภาพัฒนาฯแผนที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) เริ่มให้ความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างจริงจังขึ้น พยายามกระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนามากขึ้น เพราะได้เห็นชัดว่าการสั่งซื้อเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งเพื่อทดแทนการนำเข้าและการส่งออกในแต่ละปีมีมูลค่ามหาศาล เป็นสินค้าเข้ามูลค่าสูงเป็นอันดับหนึ่งบรรดาเครื่องจักรกลและอุปกรณ์เหล่านี้กล่าวแล้วก็คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกแปรให้เป็นวัตถุนั่นเอง

ในช่วงนี้มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยที่สำคัญได้แก่ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (พ.ศ.2526) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (พ.ศ.2529) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค พ.ศ.2529) การจัดศูนย์ทั้ง 3 นี้โดยได้รับการแนะนำจากที่ปรึกษาของยูเนส โดยประสงค์ให้ประเทศไทยมุ่งสนใจการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเฉพาะทางมากขึ้น และใช้เงินกู้และเงินช่วยเหลือแบบให้เปล่าจากสหรัฐฯในการจัดตั้งขึ้น ปัจจุบันสังกัดสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช. พ.ศ. 2534) กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ซึ่งปรากฏว่าสวทช.และศูนย์ทั้งสาม โดยเฉพาะศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้มีบทบาทที่คึกคักมากในยามที่โลกแห่งอินเทอร์เน็ตเพิ่มความสำคัญขึ้น

ความพยายามสร้างอุตสาหกรรมส่งออกได้เร่งการลงทุนและเปิดอุตสาหกรรมใหม่หลายอย่าง เช่นการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ การเกษตรแปรรูปเป็นแบบใช้เครื่องจักรกลและสารเคมีมากขึ้น และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น เหล่านี้ย่อมแสดงถึงการถ่ายโอนหรือการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล่านี้ไม่มากนัก

อุตสาหกรรมท่องเที่ยวก็เป็นอีกอุตสาหกรรมหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนอย่างมากในช่วงนี้ และต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

4) การแปรรูปให้เป็นแบบเอกชน (Privatization)

ตั้งแต่ พ.ศ. 2533 เป็นต้นมาความคิดที่จะทำให้ประเทศเป็นประเทศอุตสาหกรรมเกิดใหม่ค่อนข้างโดดเด่น มีการเปิดเสรีทางการค้ามากขึ้น เช่นการเปิดเสรีทางการเงิน รวมทั้งการเปิดเสรีในการผลิตยานยนต์ ต่อมายังมีการพูดถึงหมู่บ้านโลก กระแสโลกาภิวัตน์ การแปรรูปรัฐวิสาหกิจให้เป็นของเอกชน ในระยะนี้เองที่เห็นกันชัดว่าองค์กรธุรกิจเอกชนมีความสำคัญต่อการพัฒนาของชาติ แผนพัฒนาฯฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-39) ได้สนับสนุนให้ภาคเอกชนทำการวิจัยและพัฒนาด้วยตนเอง โดยมีมาตรการกระตุ้น เช่นลดภาษีศุลกากรสำหรับเครื่องมือวิจัยบางอย่าง การยินยอมให้บริษัทเอกชนนำเงินลงทุนในการวิจัยและพัฒนามาหักลดหย่อนภาษีได้ สถาบันเกี่ยวข้องกับการวิจัยที่จัดตั้งขึ้นในสมัยนี้ได้แก่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว. พ.ศ.2535) และอาจรวมถึง สวทช. ซึ่งตั้งใน พ.ศ.2534 เพื่อดูแลศูนย์วิจัยทั้งสามและอุดหนุนการวิจัยอื่น

ในช่วงนี้เศรษฐกิจได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว จนอยู่ในภาวะฟองสบู่ การก่อสร้าง การผลิตยานยนต์ เป็นต้นได้เพิ่มขึ้นสูงมาก แต่แล้วลงร้ายก็เกิดขึ้นเมื่อการส่งออกได้ชะลอตัวลง ซึ่งหมายถึงความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกลดต่ำลงด้วยเหตุปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งในนั้นมีเหตุปัจจัยของความอ่อนแอทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมอยู่ด้วย

5) สมัยวิกฤติเศรษฐกิจเอเชีย

ความหวังที่จะเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ความเชื่อมั่นว่าโลกาภิวัตน์จะนำความไพบูลย์มาให้ ได้จางหายไปเหมือนน้ำค้างต้องแดด เมื่อเกิดวิกฤติเศรษฐกิจใหญ่ใน พ.ศ.2540 เริ่มต้นที่ประเทศไทย แล้วระบาดไปทั่วภูมิภาค ข้ามไปถึงแถบลาตินอเมริกา ในช่วงนี้ได้เกิดมีการทบทวนนโยบายต่าง ๆ รวมทั้งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่นเกิดกระแสแพทย์ทางเลือก การหันไปหาสมุนไพรและการดำเนินชีวิตแบบดั้งเดิม มีการส่งเสริมให้กินข้าวกล้อง สภาวิจัยได้กำหนดกรอบแนวการวิจัยที่จะส่งเสริมให้ใช้ความรู้เหล่านั้นนำพาให้พ้นวิกฤติและไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ใน พ.ศ.2541 ได้จัดให้มีการประเมินผลการวิจัยของส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจซึ่งมีจำนวนมากขึ้นทุกที เช่นระหว่าง ปีงบประมาณ 2525-2529 มีจำนวนโครงการวิจัย

7,658 โครงการ ระหว่าง พ.ศ.2530-2534 มี 18,369 โครงการ และระหว่าง พ.ศ.2535-2539 มี 27,925 โครงการ ใช้เงินไปจำนวน ไม่น้อย โดยจะศึกษาให้เห็นภาพรวมผลงานวิจัยของประเทศระหว่างปีงบประมาณ 2535-2539 ซึ่งผลการศึกษายังไม่ออกมา

อย่างไรก็ตาม แม้การมองย้อนหลังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการก้าวไปข้างหน้า แต่การก้าวไปข้างหน้าเพื่อการสร้างองค์ความรู้สำหรับการอยู่รอดและยั่งยืนของสังคมไทยนั้นยังต้องการวิสัยทัศน์ ความกล้าหาญทางการเมืองและจริยธรรมทางการเมืองค่อนข้างสูง

สถาบันที่เกี่ยวข้องหรือดำเนินการวิจัยและพัฒนาในช่วงนี้ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ ได้แก่ 1) **กลุ่มที่ดำเนินการวิจัยที่สำคัญคือ** ก) สถาบันการศึกษาระดับสูงจำนวน 20 แห่ง ข) ศูนย์วิจัยเฉพาะทาง 3 ศูนย์ และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ทั้งหมดสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ค) หน่วยวิจัยหรือสถาบันวิจัยในกระทรวงต่าง ๆ ที่สำคัญปัจจุบันอยู่ใน 3 กระทรวง คือกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงเกษตร และกระทรวงอุตสาหกรรม ง) สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ 2) **กลุ่มที่ทำหน้าที่คล้ายศูนย์ผลิตความคิด (Think Tank)** ได้แก่ ก) สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ข) มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) 3) **กลุ่มที่อุดหนุนเงินทุนการวิจัยและพัฒนา** ได้แก่ ก) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ข) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ค. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ง. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส. ตั้ง พ.ศ.2535) นอกจากนี้ยังอาจรวมสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) ผู้ให้ทุนการศึกษาในระดับอุดมศึกษา และสำนักงานประมาณผู้รับผิดชอบการจัดหาและการดูแลงบประมาณของรัฐ 4) **กลุ่มที่สนับสนุนข้อมูลด้านต่าง ๆ** ได้แก่ ก. ศูนย์สารสนเทศทางเทคโนโลยีและห้องสมุด ข. ส่วนเผยแพร่ผลงาน มีกรมประชาสัมพันธ์ อสมท. และสื่อมวลชนอื่น โดยเฉพาะหนังสือพิมพ์และนิตยสาร

กลุ่มที่ขาดหายไปหรือควรเสริมบทบาทเดิมให้เข้มแข็งขึ้นได้แก่ 1) หน่วยงานที่ดูแลเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบายการวิจัยและพัฒนา ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติทำหน้าที่อยู่ แต่ที่ผ่านมาจะได้รับการเสริมแรงจากรัฐบาลค่อนข้างน้อย 2) หน่วยงานที่ติดตามและประเมินผลการวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ ในปัจจุบัน 3) หน่วยงานที่ศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปรัชญาวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีกับสังคมและวัฒนธรรม

อนึ่งการวิจัยและพัฒนาของประเทศที่ผ่านมา ภาครัฐลงทุนเป็นสำคัญ ในช่วงวิกฤติที่รัฐบาลต้องใช้จ่ายเงินจำนวนมหาศาลเพื่อค้ำจุนค่าเงินบาท สถาบันการเงินและฟื้นฟูเศรษฐกิจ ซึ่งคงกระทบต่อการลงทุนด้านนี้ไม่มากนัก โดยเฉพาะต่อโครงการขนาดใหญ่ เช่นอุทยานวิทยาศาสตร์ ขณะที่ความจำเป็นในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการแข่งขันในตลาดโลกทวีการบีบคั้นต่อภาคเอกชนให้หันลงทุนในด้านการวิจัยและพัฒนามากขึ้น มีแนวโน้มที่จะเกิดความร่วมมือ 3 ฝ่าย ระหว่างภาครัฐ มหาวิทยาลัยหรือวงวิชาการ กับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งได้เกิดขึ้นแล้วในประเทศอุตสาหกรรม ในการประชุมวิทยาศาสตร์โลกก็ได้มีการเสนอในเรื่องนี้เช่นกัน

ข้อสังเกตบางประการ

1) งานวิจัยและพัฒนามักกล่าวโดยทั่วไปอยู่ในลักษณะถูกทิ้ง ๆ ขว้าง ๆ ซึ่งดูได้จากเงินที่ใช้จ่ายในด้านนี้ ว่าต่ำกว่าอัตราเฉลี่ยของโลกมาก กระทั่งต่ำกว่าอัตราเฉลี่ยของภูมิภาคนี้ เช่นมาเลเซียเป็นต้น ดังนั้นที่เรียกว่าแผนวิจัยแห่งชาติที่ดี หรือนโยบายการวิจัยและพัฒนามากดี บางครั้งเขียนขึ้นมาพอให้เห็นว่ามี แต่ขาดรูปธรรมในการปฏิบัติ และไม่ได้มีการติดตามประเมินผลกันอย่างจริงจัง

2) การบริหารงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีค่อนข้างขาดแนวทาง นโยบายถูกชักลากไปตามการเมือง หรือขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพและความรู้สึกนึกคิดของเจ้ากระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เช่น อาจมีการเสนอโครงการใหญ่ใช้เงินเป็นหมื่นล้านบาท หรือมีชาวการแย่งกันเป็นผู้ดูแลโครงการที่มีเงินงบประมาณจำนวนมาก เช่น การบำบัดน้ำเสียและของเสีย เป็นต้น

3) บริษัทเอกชนของไทยเองก็ดูไม่สนใจการวิจัยและพัฒนา ใช้จ่ายเงินน้อยมาก อาศัยการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศเสียมากกว่า และเมื่อเกิดวิกฤติก็คิดแก้ โดยในทางหนึ่ง แสวงหาพันธมิตรทางยุทธศาสตร์ ซึ่งมักเป็นบริษัทต่างประเทศเพื่อรับทุน เทคโนโลยี การจัดการ และอำนาจทางการตลาดจากบริษัทเหล่านี้ เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาของประเทศเกาหลีได้ราวร้อยละ 80 มาจากภาคธุรกิจเอกชน

4) เนื่องจากการวิจัยและพัฒนาที่มีลักษณะลุ่ม ๆ ดอน ๆ ถูกทิ้ง ๆ ขว้าง ๆ ดังนั้นการสร้างนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรเมื่อเทียบกับจำนวนประชากรจึงค่อนข้างน้อย เปรียบกับประเทศที่เพิ่งฟื้นตัวใหม่ ๆ เช่นเกาหลีใต้ ก็จะมีพหุทางกันไกลกว่า 10 เท่า ทั้งยังสูญเสียโดยกลายเป็นักบริหารหรือทำงานด้านอื่นจำนวนไม่น้อย

5) ศูนย์กลางการศึกษาและการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ก็เช่นเดียวกับทางเศรษฐกิจ กระจุยตัวอยู่ในเขตกรุงเทพฯ นั่นคือสถาบันการศึกษาระดับสูงที่เปิดสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปัจจุบันที่สำคัญมีอยู่ 20 แห่ง อยู่ในกรุงเทพฯ (รวมนครปฐม) ถึง 12 แห่ง อยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ทั้งภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้และภาคตะวันออก เพียง 8 แห่ง

4.3 สถานภาพระบบวิจัยและพัฒนาของไทยในปัจจุบัน

นับตั้งแต่เมืองไทยปรับตัวให้เป็นแบบตะวันตกเมื่อเกือบ 200 ปีมาแล้ว การวิจัยและพัฒนาที่สำคัญอยู่ใน 3 กลุ่ม ได้แก่ การแพทย์ วิศวกรรม และการเกษตร ดังจะเห็นการถือป็นค่านิยมจนถึงปัจจุบันว่าเด็กเรียนเก่งทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ควรไปศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยทางแพทยศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ และเป็นสิ่งที่สังเกตว่าบุคคลทั้ง 2 กลุ่มนี้มีบทบาทอย่างสำคัญต่อการก่อตั้งหรือบริหารสถาบันวิจัยของไทย สำหรับทางด้านการเกษตรนั้นคงมีความสำคัญเนื่องจากประชากรส่วนใหญ่อยู่ภาคเกษตร นอกจากนี้ยังเป็นผู้นำรายได้สุทธิเข้าสู่ประเทศอย่างสำคัญ ขณะที่การส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมนั้นแม้จะมีมูลค่าสูงกว่า แต่บริษัทเหล่านี้มักเป็นบริษัทขนาดใหญ่ของต่างชาติ ซึ่งเข้ามาตั้งโรงงานในไทยโดยหวังจ่ายค่าแรงงานราคาถูก เพื่อให้ได้กำไรมากขึ้น ในการผลิตนั้นต้องสั่งเครื่องจักรราคาแพงและวัตถุดิบปริมาณมากเข้ามา สิ่งที่ประเทศไทยได้จริงจึงก็เป็นเพียงค่าแรงงานราคาถูก ต่างกับการเกษตรที่ผลได้นั้นได้มาอย่างค่อนข้างเต็มเม็ดเต็มหน่วย แต่ก็ต้องแลกด้วยการสูญเสียผืนป่าและความอุดมของพื้นดิน

การวิจัยและพัฒนาทั้งสามด้านในปัจจุบันนี้มีการแตกแขนงแยกย่อยและมีรายงานผลการค้นพบใหม่ ๆ อยู่เสมอ จำต้องมีหน่วยงานเฉพาะซึ่งในปัจจุบันยังไม่มี เพื่อทำหน้าที่ในการติดตามประเมินผลงานวิจัยต่าง ๆ ขึ้นมา แม้จะมีรายละเอียดปลีกย่อยมาก แต่เราอาจวาดภาพกว้าง ๆ ถึงสถานภาพปัจจุบันของระบบวิจัยและพัฒนาของเราว่าเราขึ้นอยู่กับตรงไหนได้ดังนี้

1) มีการเคลื่อนไหวทางด้านความรู้และทางธุรกิจ ที่ทำให้เรื่องอาหารและยามีความใกล้ชิดกันยิ่งขึ้น

ความเคลื่อนไหวนี้ดูจะเกิดขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในสหรัฐฯ ที่บริษัทผลิตยาและอาหารเริ่มมาคาบเกี่ยวกันมากขึ้น ความจริงเรื่องอาหารที่ใช้เป็นยาได้นี้เป็นความคิดเก่าตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ และในอารยธรรมของจีน เมื่อเกิดแพทย์ทางเลือกที่มีลักษณะมองสิ่งต่าง ๆ เป็นองค์รวม เช่นมองคนโดยองค์รวมทั้งหมด ไม่ใช่มองแยกว่าอวัยวะส่วนไหนป่วยใช้ ก็เห็นได้ว่าอาหารการกินและการดำเนินชีวิตมีผลโดยตรงต่อสุขภาพของคน ในด้านยานั้นก็มีความสนใจเกี่ยวกับยาสมุนไพร หรือการแพทย์แผนเดิมที่มองคนเป็นองค์รวม ชาวคราวเกี่ยวกับยาสมุนไพรซึ่งมีสรรพคุณไม่แพ้ยาที่เพิ่งค้นพบใหม่ปรากฏขึ้นอยู่เสมอ

การเคลื่อนไหวที่ทำให้อาหารและยามาใกล้กันนี้ มีด้านที่เกิดประโยชน์แก่ไทยที่เป็นผู้ส่งออกอาหารออก และมีองค์ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรมาช้านาน การวิจัยและพัฒนาในด้านนี้จึงมีประโยชน์มากทั้งในด้านบำรุงสุขภาพของผู้คน และในการหารายได้เนื่องจากเป็นกิจกรรมการผลิตและการค้าที่มีมูลค่ามหาศาล ซึ่งในเรื่องนี้มีปัญหาทำให้ต้องตัดสินใจทางนโยบาย เช่นจะทำอย่างไรกับเทคโนโลยีชีวภาพ

2) มีข่าวการเคลื่อนไหวด้านเทคโนโลยีการสื่อสารค่อนข้างมาก

เหตุผลที่มีการเสนอข่าวความเคลื่อนไหวด้านนี้มาก ส่วนหนึ่งเกิดจากว่าเป็นธุรกิจใหม่ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และผู้ที่ จะเข้ามาประกอบการได้ต้องมีความรู้สูง กล่าวได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ฐานความรู้ (Knowledge-based Industry) ทั้งให้ผลตอบแทนสูง ความแพร่หลายของเทคโนโลยีนี้สูงถึงขั้นที่มีการตั้งความหวังว่าเทคโนโลยีนี้จะมีส่วนที่จะช่วยให้ประเทศพ้นจากวิกฤติได้ อย่างไรก็ตาม เป็นที่สังเกตว่าในเทคโนโลยีกลุ่มนี้ ประเทศอุตสาหกรรมคงความเหนือกว่าค่อนข้างสูง เช่นอุปกรณ์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเครือข่าย เหล่านี้อยู่ในการควบคุมของประเทศมหาอำนาจทางเศรษฐกิจ การพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารคงเป็นความจำเป็น แต่จะอย่างไรจึงจะเหมาะสม

3) ภาพรวมด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยียังอยู่ในภาวะสั่งเข้า

แม้จะกล่าวว่าคุณสมบัติของไทย ก้าวถึงขั้นการส่งออก หรือมีการตั้งความหวังว่าจะอาศัยการส่งออกนำเศรษฐกิจให้เติบโตต่อไป แต่ภาพรวมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้วเรายังอยู่ในภาวะสั่งเข้า จากการสำรวจงานวิจัยจำนวนหนึ่ง พบว่าเป็นงานวิจัยเพื่อทดแทนการนำเข้า เช่นการวิจัยทางการแพทย์เพื่อสร้างอุปกรณ์การแพทย์ หรือวัสดุทางการแพทย์ นอกจากนี้ก็มีการวิจัยเพื่อสนับสนุนการผลิตหรือเพื่อใช้เอง เช่น เครื่องทำขนมจีนโฮตเคฯ และมีการทำวิจัยเฉพาะของประเทศ เช่นความหลากหลายทางชีวภาพ อาจจัดอยู่ในกลุ่มทำเพื่อใช้เอง

4.4 ทิศทางระบบวิจัยและพัฒนาของไทยในอนาคต

แนวทางการวิจัยและพัฒนาประเทศควรจะไปทางไหนดี ต่อคำถามนี้มีสิ่งที่เราต้องตอบให้ชัดเจนอยู่ 3 เรื่อง ได้แก่ 1) เราคิดจะไล่ทันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตะวันตกต่อไป หรือว่าเราจะแสวงหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเรา 2) เราสามารถจะกระโดดข้ามจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตะวันตกซึ่งมีการพัฒนามานานไปสู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่โดยไม่ต้องเดินช้ารอยของตะวันตกได้หรือไม่ 3) เราจะจับคู่ทุนการวิจัยและพัฒนากับตะวันตกต่อไป หรือจะหันมาจับคู่กับประเทศกำลังพัฒนาร่วมกันเป็นสำคัญ คำถามและคำตอบทั้ง 3 นี้ควรจะได้มีการถกแถลงกันอย่างกว้างขวางในชุมชนนักวิชาการ ผู้กำหนดนโยบาย รวมทั้งในหมู่สาธารณชนชาวไทย

เพื่อที่จะได้สามารถกำหนดเป็นนโยบายการวิจัยและพัฒนาที่เป็นรูปธรรมขึ้น ในที่นี้ขอเสนอแนวคิดบางประการดังนี้

1) บทเรียนจากความล้มเหลวของนโยบายไล่ทัน

เริ่มเป็นที่พูดกันมากขึ้นว่าความคิดที่แพร่หลายในประเทศกำลังพัฒนารวมทั้งในประเทศไทย ที่พยายามจะไล่ทันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตะวันตกอาจจะไม่ถูกต้อง เพราะว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในสังคม ปรากฏว่าการส่งคนไปศึกษาในต่างประเทศเพื่อไปรับวิทยาการที่ก้าวหน้ามานั้น ในบางครั้งเมื่อจบแล้วก็พบว่าไม่มีงานที่เหมาะสมในประเทศ และที่สำคัญกว่านั้นก็คือการศึกษาศาสตร์และการฝึกฝนนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์โดยยึดเนื้อหาหลักเกณฑ์จากตะวันตกนั้น เมื่อจบแล้วก็พบว่าในดินแดนห่างไกลซึ่งเป็นที่ประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่ หาได้มีการดำเนินชีวิตที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์นั้นไม่ การศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น ทางทางการแพทย์เป็นต้นในช่วงระยะหนึ่งเกิดปัญหาที่กลายเป็นการผลิตเพื่อสนองเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพฯ หรือการได้ไปทำงานในสหรัฐและประเทศตะวันตกอื่น

ดังนั้นแนวทางที่เหมาะสมกว่าน่าจะเป็นการคิดสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบนพื้นฐานของสังคมตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์และองค์ความรู้ที่สะสมไว้มากมายจากตะวันตก

2) บทเรียนจากความล้มเหลวของเทคโนโลยีตะวันตก

เริ่มเป็นที่พูดกันมากขึ้นว่าวิทยาศาสตร์และโดยเฉพาะเทคโนโลยีของตะวันตกที่พัฒนามานาน เป็นเทคโนโลยีที่ไม่สะอาด ก่อนมลพิษ ทำลายชีวภาค และกำลังทำลายมนุษย์เอง ตะวันตกได้เริ่มมองเห็นสิ่งนี้แล้วและกำลังพัฒนาเทคโนโลยีที่สะอาดหรือเทคโนโลยีสีเขียวขึ้น เป็นไปได้หรือไม่ว่าเราจะสามารถเก็บบทเรียนจากตะวันตก และกระโดดข้ามไปโดยไม่ต้องทำความคิดนั้นซ้ำซากอีก เช่นในด้านพลังงาน เริ่มเห็นกันว่าพลังงานที่ใช้ไม่สิ้นเปลือง เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์น่าที่จะได้มีการศึกษาพัฒนาอย่างจริงจัง พลังงานปรมาณูก็เป็นพลังงานที่ดูเหมือนสะอาด แต่ก็มีพิษมาก หรือเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ใช้การตัดแต่งยีนโดยนำยีนของแบคทีเรียและไวรัสมาใส่ในพืชผลหรือพืชเส้นใยก็เป็นเทคโนโลยีที่ไม่สะอาดเช่นกัน มีเสียงต่อต้านมากขึ้นทุกที เหล่านี้เป็นสิ่งที่ควรนำมาถกแถลงกันอย่างกว้างขวาง

อีกเรื่องหนึ่ง การวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในตะวันตกนั้นมีแนวโน้มเป็นสิ่งที่เรียกว่าวิทยาศาสตร์ใหญ่ (Big Science) นั่นคือมีการใช้เงินมาก คนมาก อุปกรณ์ละเอียดราคาแพง หรือใช้เวลานาน ในตอนหลังยังมีการวิจัยในเรื่องใหญ่ ๆ เช่น โลกร้อน การศึกษายีนทั้งหมดของมนุษย์ ร่วมกับประเทศพัฒนาแล้วด้วยกันอีก ซึ่งประเทศกำลังพัฒนาโดยมากไม่มีกำลังเช่นนั้น งานวิจัยและพัฒนาจึงน่าที่จะหันไปหาส่วนที่มีลักษณะเบา ใช้คนน้อย งบประมาณไม่สูงและให้ผลเร็ว ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้จะช่วยสร้างบุคลากรและองค์ความรู้ใหม่ขึ้นได้

3) ผลพวงของลัทธิอาณานิคมและการตกเป็นเบี้ยล่างของประเทศกำลังพัฒนา

เนื่องด้วยลัทธิอาณานิคม ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ที่เพิ่งได้รับเอกราชในระยะเวลาราว 50 ปีมานี้จึงขาดการติดต่อระหว่างกัน โดยประเทศเหล่านี้ต้องติดต่อกับประเทศแม่ หรือติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านใกล้ชิดผ่านประเทศแม่ เมื่อได้รับเอกราชแล้วก็ยังเกิดความขัดแย้งกับเพื่อนบ้าน หรือเกิดความขัดแย้งทางเชื้อชาติเป็นต้น ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลพวงของลัทธิอาณานิคม ในระยะหลังแม้ว่าลัทธิอาณานิคมแบบเดิมหมดไปแล้ว แต่ประเทศพัฒนาแล้วซึ่งเป็นประเทศเจ้าอาณานิคมเดิมยังสามารถควบคุมประเทศกำลังพัฒนาทั่วโลกได้ด้วยกำลังทางเศรษฐกิจและแสนยานุภาพทางทหาร บังคับให้ประเทศเหล่านี้ต้องพึ่งทุน เทคโนโลยีและตลาดจากประเทศพัฒนาแล้ว การร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาต่างประเทศกำลังพัฒนายังมีน้อย แม้ว่าจะในระยะหลังจะเริ่มมีการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน เช่นในทวีปแอฟริกาที่รัฐมนตรีเกี่ยวกับการวิจัย 50 ชาติเตรียมประชุมกันในเดือนมกราคม พ.ศ. 2543 หรือการประชุมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหมู่ประเทศโลกที่สาม

อย่างไรก็ตามดูเหมือนว่าประเทศกำลังพัฒนามีความจำเป็นที่จะต้องร่วมมือกันในการวิจัยด้วยเหตุผลหลายข้อด้วยกัน ได้แก่ 1) เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคนและกำลังเงิน 2) เพื่อช่วยเสริมองค์ความรู้และประสบการณ์ที่ยังมีอยู่น้อย 3) เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถใช้ได้กว้างและคุ้มค่า หรือทำให้การลงทุนผลิตคุ้มค่าหากมีตลาดกว้างขึ้น เช่นการผลิตรถยนต์ในกลุ่มอาเซียน ถ้าร่วมมือกันแทนที่จะหวังหรือแย่งกันเป็นศูนย์การลงทุนของบรรษัทผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ของสหรัฐหรือญี่ปุ่น ก็น่าจะเกิดประโยชน์ทั้งทางเศรษฐกิจและทางความรู้ในภูมิภาคมากกว่า

แต่การปฏิบัติตามนี้ไม่ใช่ง่าย จึงควรเริ่มต้นจากสิ่งที่เป็นไปได้ก่อน เช่นการร่วมกันศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีกันอุดมสมบูรณ์เกือบทุกประเทศในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเห็นชัดว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่เป็นสิ่งที่บริสุทธิ์หรือเป็นของสากลสำหรับทุก ๆ คน เหมือนๆกัน แต่เป็นเรื่องของสังคมและอำนาจ การจำต้องปรับให้เข้าลักษณะทางวัฒนธรรม คำประกาศของการประชุมวิทยาศาสตร์ปีนี้นี้จึงมีหัวข้อหนึ่งที่ว่าด้วยวิทยาศาสตร์และสังคมและวิทยาศาสตร์เพื่อสังคม การเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างทั่วด้านจึงหนีไม่พ้นเรื่องการจัดการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาซึ่งจะกล่าวต่อไป

5. วิทยาศาสตร์ศึกษา (Science Education) ในประเทศไทย

วิทยาศาสตร์ศึกษามีความมุ่งหมายที่สำคัญอยู่ 3 ประการด้วยกันได้แก่ 1) ให้เยาวชนและมหาชน "อ่านออกเขียนได้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" (Science and Technology Literacy) 2) สร้างนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในอนาคต 3) สร้างความตระหนักถึงบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ให้สังคมยอมรับวิทยาศาสตร์ในฐานะเป็นเครื่องมือในการเข้าใจการสร้างองค์ความรู้ใหม่และการดัดแปลงโลกหรือการพัฒนา ในระยะหลังเนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีปัญหาด้านภาพลักษณ์จึงได้มีการเสนอให้เพิ่มจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาขึ้นอีกข้อหนึ่ง ได้แก่การสร้างความรู้รับผิดชอบและจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ศึกษาสามารถกระทำได้ทั้งในระบบ นอกกระบวน และอย่างไม่เป็นทางการ เช่นที่ปรากฏทางสื่อมวลชนต่างๆ การเกิดขึ้นของอินเทอร์เน็ตช่วยเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษาในทุกกระบวน และคาดหวังว่าการแบ่งปัน การกระจาย และการเข้าถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถกระทำได้อย่างสะดวก มีประสิทธิภาพและราคาถูกลง

ในประเทศไทยมีการบรรจุวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ พ.ศ. 2438 และให้วิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้นเป็นวิชาบังคับตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของไทยเมื่อ พ.ศ. 2448 หลังจากที่ได้รับพระราชบัญญัติวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรระดับประถมและมัธยมเพียงราว 20-30 ปี แต่ผลในปัจจุบันต่างกันมากระหว่างสหรัฐที่เป็นมหาอำนาจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และไทยซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลกและของภูมิภาค ความแตกต่างกันมากเช่นนั้นจะกล่าวว่าเป็นความล้มเหลวของวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทยก็ได้ แต่ความจริงอาจอยู่ลึกกว่านั้น ในหนังสือชื่อ *วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย* จัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และ สกว. (พิมพ์ พ.ศ.2541) ใช้คำว่า "ความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติ"

5.1 เหตุปัจจัยแห่ง "ความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติ"

1) เหตุปัจจัยอันเกิดจากลักษณะประจำชาติที่ตกทอดมา

ความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติหรือของสังคม ไม่ได้เกิดขึ้นในห้องเรียน หากเกิดภายนอกแล้วส่งอิทธิพลสู่การเรียนการสอนในห้องเรียน มีเหตุปัจจัยอยู่ 3 ประการที่มีผลต่อความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติ อย่างแรกได้แก่การไม่เป็นประชาธิปไตยหรือการเพิกพัฒนาประชาธิปไตยขึ้นภายหลัง นักวิชาการหลายท่านตั้งข้อสังเกตว่าความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินควบคู่ไปกับการพัฒนาของประชาธิปไตยอันได้แก่เสรีภาพและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ของประชาชน ทั้งนี้เพราะว่าวิทยาศาสตร์มีลักษณะค้นหาความเป็นจริงที่ทดสอบและทำซ้ำได้ ต้องการเสรีภาพทางวิชาการ ชุมชนนักวิชาการ และการถกอภิปรายในเรื่องต่าง ๆ แต่ในสังคมที่ไม่เป็นประชาธิปไตยนั้นมักปิดกั้นเสรีภาพในการวิจารณ์ การแสดงความคิดเห็น มีจุดที่ห้ามพูดถึงและวิจารณ์ ซึ่งเป็นจุดที่มีขนาดใหญ่และสำคัญ การคิดค้น การเฝื่อนหาความรู้จึงยากที่จะเกิด เพราะในสังคมที่ไม่เป็นประชาธิปไตยนั้นผลได้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเงิน อำนาจ และฐานะทางสังคมมักจะตกอยู่ในมือของชนชั้นนำจำนวนน้อย

อย่างที่สองเกิดจากความเชื่อในโชคลางสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ซึ่งด้านหนึ่งก็คือขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ในอำนาจทางความคิดและการให้เหตุผลของตนเองว่าจะสามารถเข้าถึงความจริงหรือกฎของการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ ได้ อีกด้านหนึ่งเป็นการไม่เชื่อในหลักเหตุและผล คิดว่ามีอำนาจอื่นสามารถดลบันดาลให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถบันดาลให้เป็นอย่างอื่นได้ หากอ้อนวอนหรือบนบานได้เหมาะสม ความเชื่อเหล่านี้มีส่วนที่สะท้อนความไม่เป็นประชาธิปไตยในสังคมที่มักเน้นศักดิ์ศรีของผู้นำ ไม่ใช่ของพลเมือง จะเห็นว่าหากยังมีความเชื่อมงายว่าสุริยคราสเกิดจากราหูมาอมดวงอาทิตย์ เป็นลางร้าย ต้องบนบานด้วยของดำ 7 อย่าง ก็ยากที่จะศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาตินี้ด้วยจิตใจที่ผ่องใส

อย่างที่ได้กล่าวถึงวัฒนธรรมทางความรู้ เห็นว่าความรู้เป็นคัมภีร์ที่ถูกต้องแล้ว มีแต่จะต้องท่องบ่นจดจำให้แม่นยำ และป้อนกลับคืนมาให้เหมือนเดิม ศิษย์จึงจำต้องเชื่อฟังและปฏิบัติตามครูเสมอ เพราะครูเป็นผู้มีความรู้ที่ถูกต้อง ใครไม่ปฏิบัติเช่นนั้นอาจถูกกล่าวหาว่าเป็น "ลูกศิษย์คิดล้างครู" ได้ ซึ่งสิ่งนี้เป็นจริงสำหรับสังคมประเภทที่เปลี่ยนแปลงช้า มีการคิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาน้อย ส่วนสำคัญใช้องค์ความรู้เดิมที่ตกทอดกันมาจึงจำต้องท่องบ่นจดจำให้แม่นยำ แต่วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการสังเกต การทดลอง การทดสอบ จึงสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ได้มากกว่ามหาศาล ประณานิธิบดีคลินตันของสหรัฐฯกล่าวว่าในปัจจุบันคนเราสามารถเพิ่มพูนความรู้ได้เท่าตัวภายในเวลาเพียง 5 ปี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่สิ่งที่จะต้องท่องบ่นจดจำ หากเป็นสิ่งที่จะต้องหักล้าง หาทางพิสูจน์ว่าไม่เป็นจริงอย่างไร การปรับกระบวนการทัศน์จากที่ว่าความรู้ต้องจดจำเป็นความรู้ต้องหักล้าง จะต้องอาศัยการมีความรู้มาก มีศรัทธาในความจริงและหลักของเหตุผล อย่างไรก็ตามมีความรู้บางอย่าง โดยเฉพาะทางจริยธรรม ซึ่งอาจจะสามารถอภิปรายถกเถียงถึงความควรไม่ควรในเงื่อนไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เพื่อให้เกิดความสำนึกทางจริยธรรม ไม่ใช่เพื่อการหักล้าง เช่นการโกหก หรือการเอาผู้อื่นเป็นทาส เป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสม

2) เหตุปัจจัยที่เป็นลักษณะร่วมของชาติกำลังพัฒนา

ความไม่เป็นวิทยาศาสตร์ของชาติอีกอย่างหนึ่งเป็นลักษณะร่วมของประเทศกำลังพัฒนาซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศอาณานิคมหรือกึ่งอาณานิคมในการสัมพันธ์กับประเทศเมืองแม่ วิทยาศาสตร์ที่สอนในประเทศกำลังพัฒนาเป็นวิทยาศาสตร์สั่งเข้าจากตะวันตก มีรากฐานทางสังคมและการศึกษาค้นคว้าในประเทศเหล่านั้น จึงไม่ใช่วิทยาศาสตร์ของชาติ เพราะขาดรากฐานทางสังคม-วัฒนธรรม รวมทั้งด้านเศรษฐกิจซึ่งมีรูปแบบการผลิตที่ต่างกัน กล่าวอย่างสั้นก็คือวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนกันตามโรงเรียนไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงทางเศรษฐกิจสังคมและวัฒนธรรม การเรียนการสอนจึงเบี่ยงเบนไป เช่นเพื่อการสอบ ตัวอย่างเนื้อหาที่ไม่สอดคล้อง เช่นการศึกษาเรื่องพืชและสัตว์ เป็นของพืชเขตอบอุ่น ส่วนพืชเมืองร้อน โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจ เช่นข้าว ไม่ได้มีการศึกษาอย่างละเอียด การเรียนคณิตศาสตร์ก็เรียนไปโดยไม่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับกิจกรรมในชีวิตจริง หรือองค์ความรู้พื้นฐานถูกปฏิเสธว่าไม่เป็นวิทยาศาสตร์และทอดทิ้งไป ทั้งที่ความรู้เรื่องนี้ได้ผ่านการทดสอบทำซ้ำมาในคนหลายรุ่นแล้ว หรือในทางประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ก็รู้ว่าวิทยาศาสตร์สมัยใหม่เกิดขึ้นเมื่อใด แต่หนังสือที่อาจถือได้ว่าเป็นหนังสือวิทยาศาสตร์เล่มแรก

ของไทยไม่ได้รับการกล่าวถึงในชั้นเรียน ปรากฏการณ์เช่นนี้บางคนเรียกว่าการเป็นอาณานิคมทางวิชาการ ปัญหาสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงอยู่ที่การสร้างวิทยาศาสตร์ของชาติขึ้นมา

เหตุปัจจัยดังกล่าวข้างต้นนี้เมื่อรวมกันขึ้นมาแล้วก็ก่อให้เกิดการเบี่ยงเบนในการเรียนการสอนในชั้นเรียน หลายอย่างเป็นต้นว่า กลายเป็นการเรียนแบบท่องจำ ไม่คิดหาเหตุผล การทดลองและการทดสอบทำอย่างจำกัด ศิษย์นั่งฟังการถ่ายทอด ไม่ได้แย้ง หรือการขาดประชาธิปไตยในชั้นเรียน หรือบางทีกลายเป็นการสอนเน้นแต่เด็กเก่งเพื่อให้เป็นนักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในอนาคตไม่ใช่เพื่อปูความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

5.2 ปัญหาสำคัญและแนวทางการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย

ปัญหาสำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาทั้งทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำ ซึ่งเป็นมาหลายสิบปีแล้ว เช่น มีรายงานการทดสอบการสัมฤทธิ์ผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนม.6 ยังไม่น่าพอใจ อัตราการผลิตนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต่ำ นี่ยังไม่กล่าวถึงปัญหาด้านคุณภาพ แนวทางแก้ไขก็จะอยู่ใน 4 เรื่องสำคัญได้แก่ หลักสูตรและการเรียนการสอน ครูผู้สอน นักเรียน และสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน เช่น อุปกรณ์หรือห้องทดลอง ปมเงื่อนสำคัญได้แก่หลักสูตรการเรียนการสอนและครูผู้สอน ซึ่งจำต้องมีการ "ยกเครื่องใหม่" เหล่านี้ได้มีข้อเสนอแนะไว้พอสมควรในหนังสือวิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย

แต่วิทยาศาสตร์ศึกษายังขึ้นกับนโยบายทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีของชาติด้วย ก่อนอื่นต้องรู้ว่าคุณภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศเป็นอย่างไร มีความเป็นมาอย่างไร มีโครงสร้างและเนื้อหาอย่างไร สังคมปัจจุบันถูกขับเคลื่อนด้วยอำนาจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร และจะก้าวต่อไปในทิศทางใด ถ้าหากในส่วนนี้ไม่ชัดเจนแล้วก็ยากที่จะกำหนดหลักสูตรการเรียนการสอนที่เหมาะสมได้ และยากที่จะฝึกอบรมครูอาจารย์วิทยาศาสตร์ขึ้นมาใหม่ เช่นถ้าหากคิดว่าประเทศไทยยังคงหรือควรเป็นประเทศเกษตรกรรมต่อไป การสอนก็ควรเน้นในด้านชีววิทยา หรือเคมีชีววิทยา เทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีอาหาร มีการศึกษาค้นคว้าทดลองกันอย่างจริงจัง ถ้าหากคิดว่าจำต้องอยู่ในโลกไซเบอร์สเปซ ก็ต้องเพิ่มเติมในด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร เช่นในมาเลเซียและโดยเฉพาะในสิงคโปร์มีแผนที่จะสร้างประเทศให้เป็นสังคมข่าวสาร มีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อบ้านและโรงเรียนทั่วประเทศ หรือการคาดว่าในอนาคตอันใกล้ประชากรส่วนใหญ่จะเข้ามาอยู่ในเมือง ก็ต้องเริ่มการสอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือนิเวศวิทยาเมือง การทำผังเมือง เป็นต้น

ภาระข้างต้นก็มากพอแล้ว แต่วิทยาศาสตร์ศึกษาปัจจุบันยังต้องมีจุดมุ่งหมายทางจริยธรรมด้วย ปัญหาจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมีอยู่ 3 เรื่อง ว่าเป็นไปเพื่อสิ่งเหล่านี้หรือไม่ ได้แก่ 1) การพัฒนาที่ยั่งยืนหรือไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งบางทีกล่าวว่า เป็นจริยธรรมทางสิ่งแวดล้อม 2) การแก้ปัญหาความยากจนหรือช่วยลดช่องว่างในสังคม และ 3) สันติภาพ ดังนั้นจริยธรรมจึงเป็นเสมือนกรอบอ้างอิงในการประเมินค่าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อมองจากจุดของสังคม การยกระดับคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่มองจากจุดของอำนาจหรือความยิ่งใหญ่ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่ด้านเดียว เนื่องจากอำนาจหรือความยิ่งใหญ่เหล่านั้นสามารถถูกอำนาจทางเศรษฐกิจและการเมืองนำไปใช้เพื่อประโยชน์ส่วนตนของคนเพียงหยิบมือเดียว ขณะที่ปล่อยให้โลกทั้งโลกจมปลักอยู่กับความยากจน ความรุนแรง และเจ็บไข้

หากนำเรื่องจริยธรรมเข้ามาจับ วิทยาศาสตร์ศึกษาในชั้นเรียนจำต้องให้ความสำคัญแก่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เอื้อต่อปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้น ไม่เห็นด้วยกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ไม่ดีหรือไม่สะอาด หรือการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีไปใช้อย่างไม่เหมาะสม

วิทยาศาสตร์ศึกษานั้นมักแบ่งเป็น 3 ระดับ ตามระดับการศึกษา ได้แก่ระดับต้น ระดับกลาง และระดับสูง ซึ่งต้องจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกันกับวัย ความรับรู้ ความพร้อม และจุดมุ่งหมาย โดยทั่วไปในระดับสูงนั้นมีความมุ่งหมายที่จะให้มีความรู้ทางด้านนี้ค่อนข้างมาก และเตรียมผู้ศึกษาบางส่วนให้เป็นนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรต่อไป ซึ่งมักต้องลงทุนในระดับนี้สูงมาก เมื่อเทียบกับระดับที่ต่ำกว่า สิ่งนี้เป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับประเทศกำลังพัฒนาในการสร้างนักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ยังอาจออกไปทำงานในประเทศที่เป็นศูนย์กลางทางวิชาการ ซึ่งให้ผลตอบแทนและชื่อเสียงที่ดีกว่า วิทยา

ศาสตร์ศึกษาจึงไม่ได้หยุดอยู่ที่หน้าสถานศึกษา หากจำเป็นต้องมีสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์และชุมชนทางวิทยาศาสตร์เป็นต้นมาช่วยรองรับ เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้ใหม่ต่อไปสำหรับการพัฒนาประเทศ

วิทยาศาสตร์ศึกษาแบบไม่เป็นทางการ เช่นที่ปรากฏในสื่อมวลชนก็เป็นสิ่งสำคัญ การสร้างบุคลากรทางด้านนี้ทั้งในแง่ความรู้ความเข้าใจและทักษะในการเขียนเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นในวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงน่าจะได้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับทักษะการแสดงออกทางงานเขียนทางวิทยาศาสตร์ เช่น การรายงาน บทความ สารคดี และอาชญากรรมไปถึงการเขียนเรื่องสั้นทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้สนใจ ทักษะเหล่านี้จะช่วยทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสื่อสารกับสังคมและมหาชนโดยตรง หรือผ่านบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในการเขียนเรื่องทางวิทยาศาสตร์ ถ้าหากปราศจากการสื่อสารกับมวลชนทำนองนี้ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีก็จะโดดเดี่ยว ถูกเข้าใจผิด หรือถูกมองในด้านร้ายหรือในด้านดีเกินไป ไม่เห็นพลังอำนาจและขีดจำกัดที่แท้จริงของมัน

กล่าวสำหรับประเทศกำลังพัฒนารวมทั้งประเทศไทย วิทยาศาสตร์ศึกษาคควรมุ่งเน้นหนักในการสร้างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนขึ้นมา และจุดรองอยู่กับการถ่ายโอนจากประเทศตะวันตก เพราะการคาดหวังที่จะถ่ายทอดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากตะวันตกจนสามารถไล่ทันนั้นทำกันมาเกือบ 200 ปีแล้วไม่สำเร็จ และกลับดูว่าช่องว่างทางความรู้ยังกลับถ่างออกอีก การเสริมจิตใจวิทยาศาสตร์ในเรื่องประชาธิปไตย การเชื่อตนเอง พึ่งตนเอง กล้าคิดริเริ่ม กล้าทดลองสิ่งใหม่ กล้าเดินเข้าไปในความไม่รู้หรือสิ่งซับซ้อน จะช่วยสร้างปัญญาในการพัฒนาสังคมและตนเองขึ้นได้

6. สู่อสังคมนวัตกรรมที่ยั่งยืน ?

ดูเหมือนยอมรับกันทั่วไปว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนอารยธรรมมนุษย์ การกำหนดยุคอารยธรรมสำคัญตั้งแต่ ยุคหิน การปฏิวัติอุตสาหกรรม มาจนถึงยุคข่าวสารล้วนกำหนดขึ้นจากพัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระบายนั้น ๆ อาจกล่าวได้ว่าถ้ามิใช่เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาก้าวหน้าขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประวัติศาสตร์มนุษย์ก็คงสืบคลานไปอย่างเชื่องช้าดังเช่นสมัยหิน ที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระยะหลายหมื่นปี อาจกล่าวได้ว่าถ้ามิใช่เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ระบบความรู้ขึ้นของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นศาสนา ปรัชญา ศิลปะ และรวมถึงองค์ความรู้พื้นบ้าน จะอยู่ในภาวะชะงักงันและมีแนวโน้มพลัดเข้าไปสู่เรื่องไร้สาระลึกลับลึกลับที่หาเหตุปัจจัยมิได้ หรือขึ้นอยู่กับการอธิบายตีความของผู้มีอำนาจจำนวนน้อยนิด ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ทำให้ความรู้ในแขนงอื่นทั้งหมดต้องปรับตัวตาม เช่นตีความหมายใหม่ สร้างคุณค่าใหม่ และก็อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เปิดโลกทางความมีเหตุมีผลเสรีภาพทางปัญญา และอุดมมนุษย์ขึ้นมาจากความยากจน ความป่วยไข้ และความไม่รู้ เปิดเผยให้เห็นศักยภาพและโอกาสอันกว้างใหญ่ของมนุษย์ ที่ไม่จำกัดอยู่แต่ในพิภพนี้ แต่ยังกว้างไกลสู่อวกาศ

กล่าวกันมากว่าโลกได้ก้าวสู่สังคมข่าวสารและกำลังลัดสู่อสังคมนวัตกรรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งในสังคมแบบนี้ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) มีความสำคัญในการผลิตความรู้ใหม่ขึ้น ที่กล่าวว่าสังคมข่าวสารหรือสังคมความรู้นั้นก็มักหมายถึงว่าสินค้าหรือผลผลิตสำคัญได้แก่ข่าวสารหรือความรู้ ในสังคมความรู้ (Knowledge Society) องค์กรในสังคมก็เป็นแบบองค์กรเรียนรู้ (Learning Organization) การผลิตก็เป็นการผลิตที่ใช้ฐานความรู้ (Knowledge-based Industry) ปรากฏการณ์นี้ได้เป็นจริงในบางพื้นที่แล้ว เช่นประมาณว่าค่าครึ่งหนึ่งของผลผลิตมวลรวมในประเทศอุตสาหกรรมสำคัญมาจากการใช้ฐานความรู้

จากที่กล่าวนี้จึงเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่จะขับเคลื่อนสังคมโลกสู่อสังคมนวัตกรรม ซึ่งความรู้จะเป็นสินทรัพย์ที่สำคัญ การสร้างความรู้ใหม่ การกระจายเผยแพร่ การแบ่งปัน การถ่ายโอน การจารกรรม และสงครามข่าวสาร (Information War) จะกลายเป็นสิ่งที่ขึ้นชั้ตายของโลกและของประชาชาติหรือกลุ่มประชาชาติต่าง ๆ ดังนั้นโลกทั้งโลกจึงมีแนวโน้มมุ่งสู่การวิจัยและพัฒนา ซึ่งเป็นวิธีการสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

6.1 มุ่งสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อสังคมที่ยั่งยืน

1) ปัญหาสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก่อนอื่น

วิทยาศาสตร์จะนำไปสู่สังคมเรียนรู้หรือไม่ คำตอบน่าจะเป็นเชิงบวก แต่วิทยาศาสตร์จะนำไปสู่สังคมที่ยั่งยืน (Sustainable Society) หรือไม่ คำตอบยังเป็นที่สงสัย เมื่อคำนึงถึงปัญหาต่อไปนี้ ได้แก่ 1) การเสื่อมโทรมทางชีวภาคและมลพิษ

สิ่งแวดล้อมมีเรื่องโลกร้อนเป็นต้น 2) ช่องว่างระหว่างคนจนกับคนรวยกว้างขึ้นทุกที ทั้งระหว่างประเทศร่ำรวยกับประเทศยากจน และภายในประเทศร่ำรวยเอง 3) ผู้ด้อยโอกาส เช่นสตรี เด็ก ขนส่วนน้อยและชนพื้นเมือง ยังคงไม่ได้รับความเป็นธรรมในหลายเรื่อง 4) จำนวนประชากรและโดยเฉพาะอัตราการบริโภคเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มีการบริโภคพลังงานเป็นต้น จนเกินขีดความสามารถในการรองรับของโลก 5) มีสงครามและการรบเกิดขึ้นราว 60 ครั้งหลังสงครามเย็น 6) ปัญหาทางจริยธรรมใหม่ ๆ เช่นการเป็นเจ้าของชีวิต การจดทะเบียนกรรมสิทธิ์ชีวิต ปัญหาเหล่านี้ดูเหมือนเป็นเรื่องที่ยากต่อการแก้ไข และดูเหมือนว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเองจะไม่ได้เตรียมตัว หรือมีความพร้อมที่จะแก้ปัญหาข้างต้น ขณะที่เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาเอง เช่น พบว่ายิ่งวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีพัฒนาไป ช่องว่างระหว่างความยากจนและความร่ำรวยยิ่งเพิ่มมากขึ้น

เมื่อวิทยาศาสตร์อาจจะไม่สามารถนำไปสู่สังคมยั่งยืนได้ ก็จำเป็นต้องกลับมาย้อนถามปัญหาเดิมอีกว่าวิทยาศาสตร์จะสร้างสังคมความรู้จักหรือ วิทยาศาสตร์ช่วยให้เราเรียนรู้เรื่องสำคัญ ๆ อะไรบ้างในการที่จะเลี่ยงสงคราม แก้ไขความยากจน และสร้างโลกอันชะลุมสมบูรณ์ หากวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำเช่นนั้นจะอ้างได้อย่างไรว่าเป็นปัญญาของมนุษย์ในอันที่จะแก้ปัญหาทั้งปวง บางทีวิทยาศาสตร์อาจต้องการความช่วยเหลือจากระบบความรู้อื่น

2) ปัญหาหลักของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

ปัญหาหลักของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอยู่ 2 อย่าง ซึ่งกระทบต่อผลดีทั้งปวงอันเกิดจาก ความพยายาม วิธีการ และเจตนาคิดของนักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ทำให้ภาพลักษณ์ซึ่งครั้งหนึ่งเป็นความหวังเต็มเปี่ยมของมนุษยชาติต้องมัวหมองไป ปัญหาหนึ่งได้แก่การแปรความรู้ให้เป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อหากำไร อีกปัญหาหนึ่งได้แก่การใช้ความรู้เพื่อการทำสงครามซึ่งรุนแรงขึ้นทุกทีตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางทหาร ซึ่งก็คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีถูกใช้เพื่อการบังคับ เบียดเบียน และหากำไรทั้งระหว่างกันเองและจากธรรมชาติ ขึ้นกลบลดด้านดีในส่วนที่ทำให้มนุษย์พ้นจากความมั่งงาย มีอายุยืนยาว อยู่อาศัยในบ้านที่สะดวกสบาย มีบรรยากาศประชาธิปไตย มีน้ำสะอาด ไฟฟ้าใช้ มีการแพทย์ที่ดี สามารถติดต่อสื่อสารกันได้รวดเร็ว

ก) การแปรความรู้ให้กลายเป็นกรรมสิทธิ์ของเอกชนเพื่อหากำไร

การแปรความรู้ให้เป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อหากำไรนี้ เป็นความขัดแย้งพื้นฐานที่แก้ไขยาก เพราะกรรมสิทธิ์เอกชนถือว่าเป็นสิทธิพื้นฐานที่ไม่ควรละเมิด ขณะเดียวกันก็ถือกันว่าความรู้เป็นสมบัติร่วมของมนุษย์ นอกจากนี้การแบ่งปันก็ไม่ได้ทำให้ตัวเองสูญเสียความรู้กันไป เหมือนกับการแบ่งปันที่ดิน เมื่อความรู้ที่เป็นสมบัติร่วมในความหมายที่ว่ามนุษย์ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน และทุกเผ่าพันธุ์ช่วยกันสร้างขึ้น ถูกทำให้เป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อหากำไร ก็เท่ากับเป็นการผูกขาดความรู้นั้น ทำให้ความรู้นั้นกลายเป็นของเอกชน ขณะที่ยังมีพลังทางสังคมอยู่อย่างมหาศาล เป็นเงื่อนไขให้คนที่ครอบครองความรู้สามารถก้าวขึ้นมาควบคุมสังคม ในที่สุดอาจกลายเป็นการทำลายประชาธิปไตยเสียเอง

ในรายงานว่าด้วยการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ 1999 ของโครงการพัฒนาสหประชาชาติ (UNDP) ระบุว่าสภาพการณ์เช่นนี้ก่อผลกระทบต่อประชาชน 4 ประการด้วยกัน ได้แก่ 1) ทำให้เมื่อกำหนดวาระการวิจัย เงินจะพุ่งดังกว่าความต้องการอันจำเป็น เช่นจะมีการทุ่มเงินลงทุนด้านผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง หรือมะเขือเทศที่สุกช้าไม่เน่าเร็วเมื่อขึ้นวางชั้นขาย มากกว่าที่จะลงทุนในการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตวัคซีนป้องกันไข้มาลาเรียสำหรับคนยากจน 2) ความเข้มงวดในเรื่องทรัพย์สินทางปัญญา จะยังทำให้ประเทศกำลังพัฒนาต้องซื้อหาความรู้ในราคาแพงขึ้น และเป็นการกีดกันประเทศกำลังพัฒนาออกจากภาคความรู้สำคัญ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และยารักษาโรค 3) กฎหมายสิทธิบัตรโดยทั่วไปจะมองข้ามความรู้ของชนพื้นเมือง เช่นโดยอ้างว่าไม่เป็นวิทยาศาสตร์ ทำให้ความรู้เหล่านี้สามารถถูกลืมหรือเข้ามาจดทะเบียนได้ง่ายด้วยการค้นคว้าเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อย เกิดกรณีความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพถูกขโมยอย่างลับๆ จากประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งมีทรัพย์สินทางธรรมชาติเหล่านี้สูง โดยประเทศพัฒนาแล้ว ประมาณว่าประเทศกำลังพัฒนามีทรัพยากรทางชีวภาพสูงถึงร้อยละ 90 ของทั้งโลก 4) แม้ว่ามีความเสี่ยงจากความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพสูง แต่ก็มีแรงกดดันทางด้านนี้เพื่อผลทางการค้า เป็นการให้ความสำคัญแก่กำไรมากกว่าประชาชน

ยิ่งกว่านั้นยังเป็นที่สังเกตว่า เนื่องจากช่องว่างกว้างขึ้นทุกที คนรวยจำนวนร้อยละ 20 ที่อยู่ส่วนบนของสังคมโลกเป็นเจ้าของทรัพย์สินของสังคมโลกถึงราวร้อยละ 86 ที่เรียกว่าระบบตลาดโลกนี้จึงรับใช้คนเพียงราว 1 ใน 3 ที่เหลืออีก 2 ใน 3 มีกำลังซื้อ

น้อย ให้ทำไร่น้อยจึงไม่เป็นที่สนใจของบรรษัทธุรกิจ ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่การวิจัยและพัฒนา และการผลิตของโลกจะรับใช้คนจำนวนน้อยลง เห็นได้ชัดในเรื่องรถยนต์ บ้านใหญ่ การแพทย์ เช่นการปลูกถ่ายอวัยวะ หรือมีบริการแทนหน่อ (Clone) สุนัขที่ตายไปแล้วให้ฟื้นคืนมาสำหรับผู้ที่มีงั่ง และเมื่อใดที่การแทนหน่อคนทำสำเร็จซึ่งคงอีกไม่นานนัก ก็อาจทำเช่นนี้กับคนด้วย หรือในขณะนี้เริ่มมีการคิดให้บริการท่องเที่ยวทางอวกาศ เป็นต้น ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงมิได้ใช้เพื่อมวลมนุษยชาติ แต่กลายเป็นเครื่องมือรับใช้ของคนบางส่วนไปอย่างน่าเสียดาย

ข) การใช้ความรู้ในการก่อความรุนแรง

ในด้านการสงครามรบพุ่งก็เป็นเรื่องใหญ่อีกเรื่องหนึ่ง มีทั้งการใช้อาวุธธรรมดาที่เคยใช้ ไปจนถึงอาวุธชีวเคมี อาวุธนิวเคลียร์ และต่อไปจะมีอาวุธทางข่าวสาร เช่น ไวรัสดคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันเป็นต้น และแม้ว่าจะมีความพยายามที่จะลดอาวุธทว่านับแต่สงครามโคโซโวเป็นต้นมา ดูกระแสนี้จะให้ความรุนแรงเพื่อบรรลุผลทางการเมืองจะสูงขึ้น น่าห่วงเกรงว่าจะเกิดการแข่งขันทางอาวุธครั้งใหม่ขึ้น นอกจากนี้องค์กรอาชญากรรมโลก (Global Organized Crime) ยังเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอาศัยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ใน ค.ศ.2000 องค์การสหประชาชาติกำหนดให้เป็นปีสากลเพื่อวัฒนธรรมแห่งสันติภาพ (International Year for the Culture of Peace) เพื่อร่วมการนี้กลุ่มผู้ได้รางวัลโนเบลได้ร่วมกันเขียน "ประกาศ 2000" (Manifesto 2000) ขึ้น เรียกร้องให้ทุกคน มีการปฏิบัติตัว 4 ประการ ได้แก่ 1) การนับถือชีวิตและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ของทุกคน 2) ปฏิเสธการใช้ความรุนแรง 3) แบ่งปันกับผู้อื่น 4) ฟังเพื่อรับรู้เข้าใจ 5) อารักขาพิภพ 6) สร้างความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันอีกครั้ง วัฒนธรรมแห่งสันติภาพนี้จำเป็นต้องสอดแทรกไว้ในการศึกษาทั่วไป และในวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยเฉพาะ

6.2 จากความร่วมมือ 3 ฝ่ายสู่ความร่วมมือ 4 ฝ่าย

เพื่อให้ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาอย่างยั่งยืน ก่อสันติภาพ ขจัดความยากจน และสังคมแห่งการเรียนรู้ก็ควรที่จะได้ขยายความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาจากที่เคยเป็นหรือเคยเสนอให้มี 3 ฝ่าย ได้แก่ ภาครัฐ มหาวิทยาลัยหรือวงวิชาการ และภาคธุรกิจเอกชน สู่ความร่วมมือ 4 ฝ่าย ได้แก่ ภาครัฐ มหาวิทยาลัยหรือวงวิชาการ ภาคธุรกิจเอกชน และประชาสังคม ซึ่งรวมทั้งชุมชน เอ็นจีโอ และองค์กรประชาชน ถ้าปราศจากความร่วมมือ 4 ฝ่ายแล้ว การวิจัยและพัฒนา ก็จะกลายเป็นเครื่องมือของการบีบบังคับ เบียดเบียน และหากำไรกันมากขึ้นเรื่อย ๆ

กล่าวสำหรับเมืองไทย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนาควรจะได้กำหนดวาระอย่างได้สมดุลระหว่าง 1) การปฏิรูปการเมืองให้มีรัฐบาลที่มีประสิทธิภาพโปร่งใสและประชาชนมีส่วนร่วม 2) การเพิ่มความเข้มแข็งในการผลิตและความสามารถในการแข่งขันทางการค้าโลก 3) สร้างชุมชนที่เข้มแข็ง มีระบบเครือข่ายความมั่นคงสำหรับมหาชน อย่างไรก็ตามสิ่งที่ดูดีมีปฏิบัติได้ยาก แต่ทางออกอื่นก็ดูจะไม่มากนัก

7. สรุปบทเรียนและข้อเสนอแนะ

จากการทบทวนประวัติและพัฒนาการของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีโดยรวมทั้งของประเทศไทย จากการระดมสมองในการประชุมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับโลกหลายครั้ง จากรายงานสถานภาพของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในประเทศทั่วโลก จากรายงานการพัฒนาคนุสยที่ต่อเนื่องกันมานาน 10 ปี และจากกระแสข่าวที่เกิดขึ้น อาจสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาและแนวโน้มของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีได้ดังนี้

7.1 บทเรียนที่ได้จากการพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่ผ่านมา

1) ถือว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ("วท") เป็นกิจกรรมทางสังคมอย่างหนึ่งของมนุษย์

ดังนั้นจึงไม่อาจลอยตัวดำรงอยู่อย่างบริสุทธิ์ได้ หากแต่ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมทางสังคมอื่น เช่น ทางเศรษฐกิจ-การเมือง และทางศาสนา-ปรัชญา หรือทางสังคม-วัฒนธรรม ขณะเดียวกัน"วท"ก็ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางสังคมอื่นด้วย มีการศึกษาที่ทำให้เห็นว่า บุคลิก ความเชื่อส่วนตัวเป็นต้นของนักวิทยาศาสตร์ ความสำนักกลุ่มหรือกระบวนทัศน์ อำนาจหรือการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มในสังคมล้วนมีผลต่อการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก

2) ถือว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเข้าใจโลกและดัดแปลงโลก

หรือบางท่านเรียกว่าเป็นปัจจัยในการผลิตอย่างหนึ่ง ในฐานะที่เป็นเครื่องมือ "วท" จึงเป็นอันตรายมาก หากมีการสร้างและการใช้อย่างไม่เหมาะสม ดังนั้น "วท" ที่ปราศจากจริยธรรมจะกลายเป็นเครื่องมือที่สาธารณชนปฏิเสธในที่สุด จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้แก่ 1) การมุ่งสร้างสวัสดิภาพของมวลมนุษยชนองความจำเป็นพื้นฐาน จัดความยากจน 2) มุ่งสร้างศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ เป็นผู้เข้มแข็งทั้งสติปัญญาความรู้ ความมั่นคงปลอดภัย และการได้รับนับถือ 3) การสร้างโลกแวดล้อมที่สมบูรณ์น่าอยู่

3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนมักถูกมองอย่างหวาดระแวง

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีแนวโน้มก้าวจากความเข้าใจและควบคุมสิ่งง่าย ๆ แบบกลไก สู่สิ่งที่ยากเป็นระบบซับซ้อนที่ปรับตัวได้ (Adaptive Complex System) เช่นการทำงานของสมอง วิวัฒนาการของชีวิต และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ เป็นการเพิ่มอำนาจอย่างใหญ่หลวงแก่ผู้เป็นเจ้าของหรือกุมความรู้เหล่านี้ ในการที่จะควบคุมมหาชนและประเทศอื่นที่มีความรู้น้อยกว่า เหล่านี้ทำให้สาธารณชนมอง "วท" ด้วยความหวาดระแวงมากขึ้นทุกที

4) การทำให้ "วท" กลายเป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อหากำไรและการใช้ความรู้ในการสงครามทำให้ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ตกเป็นเบี้ยล่าง

การวิจัยและพัฒนาที่สำคัญในคริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการผลิตทางอุตสาหกรรมและเรื่องทางทหาร ในการด้านการผลิตทางอุตสาหกรรม พบว่าบรรษัทข้ามชาติได้มีบทบาทในการวิจัยและพัฒนามากขึ้นเรื่อย จนแทนที่บทบาทของรัฐในประเทศอุตสาหกรรมทั้งเก่าและใหม่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกทำให้เป็นกรรมสิทธิ์เอกชนเพื่อหากำไร เป็นสิ่งผูกขาด เป็นความลับ เข้าถึงยาก และมีราคาแพงมากโดยเฉพาะสำหรับประเทศกำลังพัฒนาเมื่อต้องการจะถ่ายโอนมา ในด้านการวิจัยและพัฒนาทางทหารก็สร้างกำลังไฟในการทำลายล้างอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน มีการสร้างอาวุธและยุทธโศปกรณ์ที่ละเอียดซับซ้อนและราคาแพงมากขึ้นทุกที จนเกินกำลังของประเทศกำลังพัฒนาจะจัดหาได้ ต้องตกเป็นเบี้ยล่างทางทหารอย่างสิ้นไม่หลุด จากแนวโน้ม 2 ด้านนี้ก็เป็นเหตุปัจจัยเพิ่มเติมที่ทำให้สาธารณชนมอง "วท" ด้วยความหวาดระแวง

อนึ่งเป็นที่สังเกตว่ากลุ่มประเทศในยุโรปซึ่งเกือบทุกประเทศพ่ายแพ้ในสงครามหรือไม่ก็ประสบความพินาศย่อยยับจากสงครามที่รบกันด้วยเทคโนโลยีทันสมัย และเนื่องจากยุโรปได้ทำการปฏิวัติอุตสาหกรรมก่อนใคร พบว่ามีปัญหามลพิษจากสิ่งแวดล้อมสูง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเคยช่วยให้ยุโรปผงาดขึ้นเป็นศูนย์กลางโลก ได้ส่งผลด้านกลับทำให้มีอิทธิพลลดลง ปรากฏจากการสำรวจความคิดเห็นพบว่าประชาชนยุโรปมีความเชื่อมั่นใน "วท" ลดลง ขณะที่สหรัฐฯซึ่งได้ขึ้นมาเป็นผู้นำโลกด้วยพลังทาง "วท" จะมีความเชื่อมั่นมากกว่า ดังที่ปรากฏข่าวชาวยุโรปที่ต่อต้านคัดค้านสิ่งมีชีวิตดัดแปลงยีนสูงกว่าที่ในสหรัฐฯ

5) วิทยาศาสตร์ที่ดีต้องมีรากฐานที่มั่นคงทางสังคม

ซี. เอ็น. อาร์. ราว (C. N. R. Rao) นักวิทยาศาสตร์ชาวอินเดียซึ่งจะมารับตำแหน่งเป็นประธาน บัณฑิตยสถานวิทยาศาสตร์แห่งโลกที่สาม (Third World Academy of Science) สรุปบทเรียนว่า "วิทยาศาสตร์ระดับสูงไม่ช่วยให้ประเทศพัฒนาขึ้น และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไม่อาจดำรงบนพื้นฐานที่สันถวไมตรี" และว่าวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องตั้งบนพื้นฐานของความรู้และตอบสนองความจำเป็นพื้นฐาน เช่น "การมีน้ำสะอาดสำหรับกิน และที่สำคัญกว่านั้นเมื่อประชาชนเห็นความสำคัญของการมีน้ำสะอาด"

6) ถึงเวลาของ "วท" แนวใหม่ จากผู้สร้างสู่สังคมและชุมชน

ในประเทศพัฒนาแล้ว โดยเฉพาะที่ยุโรปได้เริ่มมีความเห็นว่าจะต้องปฏิบัติวิทยาศาสตร์ในแนวใหม่แล้ว เซอร์ ลีลีย์ วิลเลียมส์ นักการเมืองสตรีชาวอังกฤษที่ได้รับการยอมรับนับถือมากที่สุดผู้หนึ่ง ได้เขียนบทความเตือนเมื่อเกือบ 30 ปีมาแล้วว่า "งานเลี้ยงได้เลิกไปแล้ว" สำหรับนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสาธารณชนมีความรู้สึกไม่สบายใจต่อผลกระทบจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์แนวใหม่หมายถึงว่าการเผยแพร่ "วท" จะไม่เป็นทางเดียวอีกต่อไป นักวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่แล้วส่งต่อไปบนสายพานจนถึงมหาชน แต่จะต้องมีการสื่อสารสองทางจากสังคมและมหาชนสู่ชุมชนนักวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งก็คือเป็นการเปลี่ยนจากการยึดผู้ผลิตหรือผู้สร้างความรู้เป็นหลัก สู่การยึดผู้ใช้ได้แก่สังคมและชุมชนเป็นหลัก

7) ปรับปรุงความสัมพันธ์ด้าน "วท" โดยสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศแบบใหม่

วิทยาศาสตร์มีการพัฒนาไปอย่างไม่สม่ำเสมอ เช่นเดียวกับเรื่องทางเศรษฐกิจ-สังคม ทำให้เกิดการสัมพันธ์แบบศูนย์กลาง-ชายขอบขึ้น โดยในปัจจุบันศูนย์กลางทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมี 3 ศูนย์ได้แก่สหรัฐฯ-แคนาดา ยุโรปตะวันตก และญี่ปุ่น โดยที่ชายขอบได้แก่ประเทศกำลังพัฒนา นโยบายทาง "วท" ของทั้ง 2 ส่วนนี้จึงต่างกันไป เช่น ในศูนย์กลางเน้นเรื่องการแข่งขัน ในชายขอบเน้นเรื่องการไล่ทันหรือเลียนแบบศูนย์กลาง การสร้างความร่วมมือทางวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศหมายถึงการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างประเทศด้วย

8) พื้นภูมิปัญญาท้องถิ่น ปรับปรุงจุดอ่อน ขยายจุดดีนำมาพัฒนาต่อไป

ความรู้พื้นเมืองหรือความรู้ในท้องถิ่นเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญและหยั่งรากลึกอยู่ในสังคม เนื่องด้วยการมองที่ค่อนข้างแข็งตัวของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ซึ่งได้รับการเชื่อกันว่า ความรู้หรือภูมิปัญญาท้องถิ่นถูกมองข้าม เห็นว่าล้าหลัง ไม่มีประสิทธิภาพ และบางครั้งมลาย เป็นความจริงอยู่ความรู้หรือภูมิปัญญาพื้นเมืองย่อมมีจุดอ่อน เช่น ลักษณะติดยึดแบบแผนหรือความเชื่อเดิมซึ่งบางครั้งขาดการอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลจนเข้าลักษณะมลาย แต่ไม่ใช่ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่จะไม่มีจุดอ่อน

ความรู้และภูมิปัญญาพื้นเมืองนั้นเป็นทรัพย์สินที่มีค่า ซึ่งประเทศเจริญแล้วชอบขโมยไปจากประเทศกำลังพัฒนา เป็นสิ่งที่จะต้องปกป้องรักษาและพัฒนาต่อไป ความรู้เหล่านี้ที่สำคัญได้แก่ 1) การอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน 2) ความรู้เกี่ยวกับพืชและสัตว์ทั้งในพงไพรและได้ทะเลซึ่งสามารถใช้เป็นตัวยาสารับรักษาโรคและเป็นเครื่องสำอาง 3) ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรธรรมชาติ 4) ความรู้ในการสร้างผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ การบริโภคตามความจำเป็นและตามฤดูกาล 5) ความรู้ด้านหัตถกรรมและการช่าง ความรู้เหล่านี้ในการประชุมวิทยาศาสตร์โลก พ.ศ.2542 ได้ยอมรับว่าได้ช่วยการพัฒนาของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ดังนั้นการพัฒนา "วท" ของชาติใด โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา ถ้าหากละเลยมองข้ามหรือไม่ใช้ประโยชน์จากภูมิปัญญาพื้นบ้านก็ยากที่จะสร้างวิทยาศาสตร์ที่ดีมีพื้นฐานทางสังคมที่มั่นคงได้

9) วิทยาศาสตร์ศึกษามีบทบาทสำคัญยิ่งในการสอนการอ่านออกเขียนได้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชนและมหาชน

สร้างความเชื่อมั่นของสังคมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สร้างนักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรในอนาคต และสร้างจริยธรรมและความรับผิดชอบทางวิทยาศาสตร์ขึ้น สังคมใดจะใช้วิทยาศาสตร์มากหรือใช้น้อยขึ้นอยู่กับวิทยาศาสตร์ศึกษานี้เอง และความเข้มแข็งหรือความอ่อนแอของสังคม มักขึ้นอยู่กับว่าสังคมนี้ใช้วิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

เนื้อหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาย่อมได้มาจากการศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ การประเมินผลงานวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีกับสังคมและวัฒนธรรม

การปรับปรุงวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศกำลังพัฒนา รวมทั้งในประเทศไทยจำต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ได้แก่ 1) การสร้างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติขึ้น 2) การสร้างนโยบาย "วท" ซึ่งเป็นที่ยอมรับและปฏิบัติได้ 3) การปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอน 4) การปรับปรุงทางด้านบุคลากรทางการศึกษา 5) การสร้างสิ่งแวดล้อมทางสังคม เช่น วัฒนธรรมที่ว่าการศึกษากระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ไม่ยึดติดเรื่องการถือฤกษ์ยาม และสิ่งแวดล้อมทางการศึกษาได้แก่ศูนย์ความรู้และอุปกรณ์การทดลอง

10) กำหนดวาระการสร้างและใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่เหมาะสม

แนวทางและนโยบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดวาระการสร้างและการใช้ "วท" และแนวโน้มของมัน กล่าวสำหรับประเทศกำลังพัฒนามีปัญหาด้านแนวทางและนโยบายที่สำคัญได้แก่ จะไล่ทันหรือเลียนแบบประเทศพัฒนาแล้วดี หรือจะกระโดดข้ามและคิด "วท" ที่เหมาะสมสำหรับตนเองขึ้นมา

บทเรียนสำหรับประเทศไทยก็คือ ความหวังในการถ่ายโอน "วท" จากประเทศพัฒนาแล้ว การคิดที่จะได้รับการแบ่งปันทางความรู้ การเลียนแบบการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้สามารถไล่ทันประเทศตะวันตกนั้นได้กระทั่มานานเกือบ 200 ปีแล้วโดยไม่มีวิ้ววว่าจะประสบความสำเร็จ ดังนั้นจึงน่าจะลองทางอื่น เช่น การกระโดดข้ามและการสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสมบนพื้นฐานหรือรากทางปัญญาของความรู้พื้นบ้าน

11) นักวิทยาศาสตร์กับชุมชนรับฟังความเห็นกันมากขึ้น

นักวิทยาศาสตร์และชุมชนนักวิทยาศาสตร์นักคิดมักมีอิทธิพลต่อสังคมเสมอ เช่น การตื่นตัวเรื่องโลกร้อน หรือรู้โอโซนก็เกิดจากการร่วมกันสร้างความรู้ขึ้นมาของนักวิทยาศาสตร์ ประสานกับการเคลื่อนไหวของกลุ่มประชาสังคม ในขณะที่มีการเรียกร้องให้วิทยาศาสตร์กับชุมชนรับฟังความเห็นกันมากขึ้น เพราะว่า "ต้องมี 2 คนในการเดินแทงโก" นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องถือว่าตนเป็นพลเมืองโลก พร้อมกับการเป็นสมาชิกของชุมชนนักวิชาการ

12) ความร่วมมือระหว่างประเทศกำลังพัฒนาด้วยกันมีความสำคัญต่อการอยู่รอด

เนื่องจากการติดต่อระหว่างกัน การพึ่งพากันและกันระหว่างประชาชาติมีสูงขึ้น วิทยาศาสตร์ข้ามพรมแดน การร่วมมือกันในการวิจัยและพัฒนาจะมีความสำคัญขึ้น สำหรับประเทศกำลังพัฒนา การร่วมมือระหว่างพวกกันเองอาจจะยังมีความสำคัญขึ้นอีก เพื่อการอยู่รอดของตน

7.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะมีที่สำคัญอยู่ 6 ข้อด้วยกันได้แก่

1) **เร่งสร้างแนวทางและนโยบายทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีซึ่งเป็นที่ยอมรับ ปฏิบัติได้** การสร้างแนวทางนโยบายดังกล่าวนี้ควรเกิดขึ้นจากการระดมสมอง 4 ฝ่าย ได้แก่ ภาครัฐและนักการเมือง ธุรกิจเอกชน มหาวิทยาลัยและชุมชนนักวิทยาศาสตร์นักคิด และสังคม ชุมชน ประชาสังคม ควรถือว่าปฏิบัติการครั้งนี้เป็นการเปิดวิทยาศาสตร์ศึกษาครั้งใหญ่ของประเทศ มากกว่าเป็นผลงานของบุคคล สถาบันหรือองค์กรใด แนวทางนโยบายที่ได้ี้ควรมีลักษณะยืดหยุ่นปรับตัวได้

2) **ควรปรับปรุงวิทยาศาสตร์ศึกษาของชาติอย่างจริงจัง** โดยปรับปรุงทั้งในด้านนโยบาย การจัดการ เงินทุน หลักสูตรการเรียนการสอน การฝึกอบรมและการสร้างบุคลากร การมีส่วนร่วมของชุมชน

3) **ควรสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาอย่างเต็มที่** โดยสนับสนุนทั้งในด้านเงินทุน การยกเว้นภาษี การร่วมมือระหว่างประเทศ การสร้างโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการวิจัย การบริหาร การประเมินผล โดยเปิดให้ธุรกิจเอกชน ชุมชนและประชาสังคมมีส่วนร่วมมากขึ้น

4) **ควรระวังรักษาทรัพยากรทางชีวภาพ และส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าของภูมิปัญญาท้องถิ่น** การระวังรักษาที่ดีที่สุดคือการอนุรักษ์ธรรมชาติและศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพอย่างจริงจัง โดยอาศัยความรู้และความร่วมมือจากท้องถิ่น

5) **ควรร่วมมือกับประเทศกำลังพัฒนาเพื่อสร้างอำนาจต่อรองกับประเทศอุตสาหกรรม** โดยอำนาจต่อรองนี้ที่สำคัญเกี่ยวกับข้อสิทธิบัตรทางปัญญาให้ตกอยู่ในภาวะเบียดเบียนหรือเสียเปรียบจนเกินไป นอกจากนี้ยังเป็นการต่อรองเพื่อให้ประเทศอุตสาหกรรมให้การอุดหนุนและการถ่ายทอดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มากขึ้น

6) **ควรสร้างความเข้มแข็งให้แก่สมาคมหรือสถาบันทางวิทยาศาสตร์ และชุมชนนักวิทยาศาสตร์และนักคิด** ทั้งนี้โดยให้สมาคมเหล่านี้มีกิจกรรมมากขึ้น ทั้งต่อสาธารณะ และต่อผู้บริหารหรือการตัดสินใจครั้งสำคัญ

เรากำลังก้าวสู่สังคมความรู้ แต่เป็นความรู้ที่ยังมีปัญหา ความรู้ที่ยังไม่สามารถสร้างการพัฒนาและสังคมที่ยั่งยืน เป็นความรู้ที่ยังไม่อาจจัดความยากจนและสงคราม เรากำลังสู่สังคมโลกที่ต้องพึ่งพากันและกันมากขึ้นแต่เป็นการพึ่งพาที่ไม่เท่าเทียม ส่วนหนึ่งได้เปรียบ ส่วนหนึ่งเสียเปรียบ ช่องว่างระหว่างผู้มั่งคั่งกับคนยากจน ระหว่างผู้ได้โอกาสด้วยโอกาสห่างขึ้นทุกที เราเป็นส่วนหนึ่งของชีวภาคแต่เราก็เป็นส่วนสำคัญในการทำลายชีวิตหรือทำลายชีวภาคทั้งระบบ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมโลกมาจนถึงจุดนี้ จำต้องก้าวสูหนทางใหม่ที่เปิดกว้างยืดหยุ่นกว่าเดิม ที่เป็นทั้งผู้ให้และผู้รับความรู้ อนาคตของโลกขึ้นอยู่กับว่าเราจะสร้างและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร คำตอบดูยังไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีความมุ่งหวังที่ค่อนข้างแน่นอนว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรเป็นไปเพื่อสวัสดิภาพ สันติภาพของมนุษย์ และความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ

**ลำดับพัฒนาการและการเคลื่อนไหวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการวิจัยที่สำคัญ
(พ.ศ.1796 -ปัจจุบัน)**

สมัยสุโขทัย (พ.ศ.1796-1981)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
1826	- พ่อขุนรามคำแหงทรงประดิษฐ์แบบลายสือไทยขึ้นเป็นครั้งแรก
1835	- พ่อขุนรามคำแหงสร้างหลักศิลาจารึก
1843	- พ่อขุนรามคำแหงเสด็จประพาสเมืองจีนเป็นครั้งที่สองได้นำช่างปั้นเคลือบดินเผาจากเมืองจีนและโปรดสร้างโรงงานขึ้นที่เมืองสวรรคโลก
สมัยอยุธยา (พ.ศ. 1893-2310)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2054	- ชาวโปรตุเกสเข้ามาติดต่อการค้าเป็นชาติแรก นำความรู้เรื่องการทหาร วิทยาศาสตร์การแพทย์ตะวันตกมาสู่ไทย
2199-2231	- สมเด็จพระนารายณ์มหาราช ทรงโปรดคบค้ากับชาวต่างประเทศ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เริ่มเจริญก้าวหน้าอย่างจริงจังในศตวรรษที่ 17 ได้เริ่มแพร่หลายถ่ายทอดเข้าสู่ไทยในช่วงนี้ เช่น การแพทย์ ศัลยกรรม ระบบประปา ดาราศาสตร์ การพิมพ์ ฯลฯ - มีการเผยแพร่จินตนิพนธ์ หนังสือฉบับแรกของไทย - ตั้งโรงเรียนศรีอยุธยา สมัยพระนารายณ์ - ส่งคนไปศึกษาที่ประเทศฝรั่งเศส - ตั้งโรงเรียนตำราพระโสมภพพระนารายณ์ - ทำแผนที่ประเทศไทยโดยชาวฝรั่งเศส - เกิดเทคโนโลยี (ปืนใหญ่) สมุนไพรและยาโบราณ
สมัยธนบุรี (พ.ศ. 2310-2325)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2310-2322	- นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ Johann Gerhand Koenig เข้ามาสำรวจพันธุ์ไม้ในประเทศไทยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา อยุธยา และจันทบุรี
สมัยรัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2325-ปัจจุบัน)	
รัชกาลพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 3 พ.ศ. 2367-2394)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2367-2394	- สมัยรัชกาลพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว ไทยได้รับความรู้จากพวกสอนศาสนาทั้งโรมันคาทอลิกและโปรเตสแตนท์ รวมทั้งคณะมิชชันนารี ซึ่งได้เผยแพร่วิชาการความรู้ต่างๆ ทั้งด้านการศึกษา การแพทย์ และวิชาการใหม่ ๆ เช่น ความรู้ในการทำและซ่อมนาฬิกา การต่อเรือ การทำกวี วิชาจักรกล วิทยาศาสตร์กายภาพ เคมี ไฟฟ้า ฯลฯ
2378	- หมอบริดเลย์เดินทางมาถึงสยาม และได้นำวิทยาการทางการแพทย์เข้ามาเผยแพร่
2384	- มีการจารึกความรู้ในแผ่นศิลาที่วัดเชตุพน - หมอบริดเลย์พิมพ์ "สยามจดหมายเหตุ" มีแทรกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น เคมี ฟิสิกส์
2386	- การปลูกฝ้ายครั้งแรก
รัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 4 พ.ศ. 2394-2411)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2394	- สมัยรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวมีการสร้างเรือกลไฟพระที่นั่งขึ้นเป็นลำแรก
2403	- ตั้งโรงกลาปน

	- โปรดเกล้าฯให้สำรวจเส้นทางรถไฟสายเหนือ
2404	- พิมพ์ปฏิทิน
2406	- พระบาทสมเด็จพระปิ่นเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงต่อเรือรบที่ทันสมัยแบบยุโรปโดยฝีมือชาวไทย
2408	- ตั้งโรงสีไฟโดยชาวอเมริกัน
2411	- พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงทำนายสุริยุปราคาเต็มดวงเห็นได้ชัดที่ตำบลหน้ากอ จ.ประจวบคีรีขันธ์ อย่างถูกต้องแม่นยำ
รัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5 พ.ศ. 2411-2452)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2414	- มิชชันนารีอเมริกันส่งนายเทียนฮี้ สารสินไปเรียนวิชาแพทย์ที่สหรัฐฯ ต่อมามีการส่งนักเรียนหลวงหลายรุ่นไปเรียนที่ยุโรป
2415	- ตั้งโรงเรียนพิเศษในกรมทหารมหาดเล็ก ต่อมาใน พ.ศ. 2429 ตรา พ.ร.บ. จัดการทหาร พ.ศ. 2430 เปิดสอนโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
2418	- ตั้งโรงเรียนบำรุงสตรีวังหลัง โรงเรียนราษฎร์สำหรับเด็กหญิง
2424	- วางสายโทรศัพทขึ้นครั้งแรกระหว่างกรุงเทพฯ กับสมุทรปราการ
2425	- ตั้งกรมแผนที่ทหาร
2426	- ตั้งกรมโทรเลข ดูแลการโทรเลขทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ
2427	- ตั้งโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ
2429	- เปิดใช้โทรศัพท์ภายในประเทศ
2430	- ตั้งกรมศึกษาธิการ
2431	- แผนที่ประเทศไทยฉบับแมคคาธิสมัยรัตนโกสินทร์ - จำหน่ายไฟฟ้าผูกขาดในเขตพระนครโดยบริษัทไฟฟ้าสยามจำกัด
2432	- ขุดคลองทำประตุน้ำและประตูระบายน้ำบริเวณทุ่งรังสิตเพื่อการชลประทาน - ตั้งโรงเรียนแพทย์ ที่โรงพยาบาลศิริราช
2433	- ประกาศใช้แผนการศึกษาของไทย - ตั้งกรมรถไฟ เปิดกิจการรถไฟ เริ่มสร้างทางรถไฟสายแรกจากกรุงเทพฯ ถึง นครราชสีมา - เปิดกิจการไฟฟ้า - ตั้งกรมราชโลหกิจและภูมิวิทยา
2435	- ตั้งโรงเรียนฝึกหัดอาจารย์ - ตั้งกระทรวงธรรมการ
2436	- เปิดเส้นทางรถไฟสายกรุงเทพฯ - สมุทรปราการ
2437	- เริ่มใช้รางไฟฟ้า
2438	- เริ่มมีวิชาวิทยาศาสตร์บรรจุในหลักสูตรการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2439	- เปิดการรถไฟหลวงสายแรก กรุงเทพฯ - อโยธยา - ตั้งกรมป่าไม้
2441	- เริ่มมีโรงเรียนที่จัดสอนวิชาชีพทางช่าง เช่น โรงเรียนวังวัดแผนที่
2443	หนังสือการตีความความฝัน ของ Freud ถูกพิมพ์ออกจำหน่าย (ค.ศ. 1900) Planck ค้นพบทฤษฎีควอนตัมของพลังงาน (ค.ศ.1900) - ตั้งโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน โรงเรียนราษฎร์สำหรับเด็กชาย
2444	Marconi ได้รับสัญญานวิทยุข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก (ค.ศ. 1901) - ตั้งโรงเรียนบำรุงสตรีวิชาของกรมวิชาการ - เปิดเส้นทางเดินรถไฟสายกรุงเทพฯ-นครราชสีมา
2445	- ตั้งโรงเรียนขนาดเล็กหลวง

	- ออกธนบัตรใช้เป็นครั้งแรก
2446	พี่น้องตระกูลไท์บินด้วยเครื่องบินติดเครื่องยนต์เป็นครั้งแรก (ค.ศ. 1903)
2448	Einstein ตีพิมพ์เผยแพร่ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (ค.ศ. 1905) - เริ่มให้วิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้นเป็นวิชาบังคับตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
2451	- เริ่มมีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครั้งแรกในประเทศไทย
2452	- ตั้งการประปาขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย
รัชกาลพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6 พ.ศ. 2453-2468)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2453	- เปลี่ยนโรงเรียนมหาดเล็กหลวง เป็นโรงเรียนข้าราชการพลเรือน - ตั้งโรงเรียนราชแพทยาลัย
2455	- ตั้งการไฟฟ้าหลวงสามเสน เริ่มเดินเครื่อง พ.ศ. 2456 และจำหน่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2457 - Wegener เสนอความคิดเรื่องการเคลื่อนตัวของทวีป (ค.ศ. 1912)
2456	- ตั้งโรงงานปูนซีเมนต์เป็นโรงงานแรกที่บางซื่อ - เปิดโรงเรียนวิศวกรรมที่หอวัง - ตั้งกรมท่อน้ำ Ford ตีตั้งระบบประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์ในโรงงานเป็นครั้งแรก (ค.ศ. 1913) Rutherford and Bohr อธิบายโครงสร้างอะตอม (ค.ศ. 1913)
2457	- เปิดใช้การประปาสำหรับนครหลวง
2458	- Einstein ประกาศทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป (ค.ศ. 1915)
2459	- ยกฐานะโรงเรียนข้าราชการพลเรือนเป็นจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อแรกมี 4 คณะคือ คณะแพทยศาสตร์ คณะรัฐประศาสนศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ คณะอักษรศาสตร์และวิทยาศาสตร์
2460	- สำรวจพบถ่านหินลิกไนต์ ที่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง
2461	- ตั้งกรมศาลาแยกธาตุ และยกฐานะเป็น "กรมวิทยาศาสตร์" ในปี พ.ศ. 2474
2463	- เปิดสายการบินพลเรือน
2464	- หลักสูตรมัธยมศึกษาใช้ศัพท์ "วิทยาศาสตร์" เป็นครั้งแรก
2466	- ฉายภาพยนตร์เรื่อง "นางสาวสุวรรณ" กำกับการแสดงโดยนายเฮนรี แมคเรย์ - เปิดหลักสูตรปริญญาเป็นหลักสูตรแรกของไทย คือ แพทยศาสตรบัณฑิต
2468	- เริ่มใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ
รัชกาลพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 7 พ.ศ. 2468-2477)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2469	- มีการพัฒนา โทรศัพท์ขึ้น (ค.ศ. 1926)
2470	- มีการนำเสนอทฤษฎี Big bang (ค.ศ. 1927) Heisenberg ประกาศหลักการว่าด้วยความไม่แน่นอน (ค.ศ. 1927)
2471	- Fleming ค้นพบยาเพนิซิลลิน (ค.ศ. 1928) - ไทยใช้รถจักรดีเซลเป็นประเทศแรกในเอเชีย
2472	Hubble พบข้อพิสูจน์ว่าจักรวาลขยายตัว (ค.ศ. 1929)
2474	Lawrence ประดิษฐ์เครื่องแยกอะตอม (ค.ศ. 1931) - เปิดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2476	- ตั้งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และการเมือง - นายเลื่อน พงษ์โสภณประดิษฐ์รถสามล้อ

รัชกาลพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดล (รัชกาลที่ 8 พ.ศ. 2477-2489)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2477	- เปิดสอนหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ตั้งชุมชนวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลายเป็นสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในเวลาต่อมา
2481	- สร้างเครื่องอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้เองเป็นครั้งแรก - ตั้งโรงเรียนช่างชลประทาน สังกัดกรมชลประทาน ก.เกษตรวิธีการ
2485	- ตั้งกระทรวงสาธารณสุข - ตั้งมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ สังกัด ก. สาธารณสุข และเปลี่ยนเป็น ม.มหิดลในปี พ.ศ. 2512
2486	- ตั้งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มี 4 คณะ คณะเกษตรศาสตร์ คณะสหกรณ์ คณะวนศาสตร์ และคณะประมง)
2489	- ตั้งมหาวิทยาลัยศาสตร์
รัชกาลพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (รัชกาลที่ 9 พ.ศ. 2490-ปัจจุบัน)	
พ.ศ.	ความเคลื่อนไหว
2490	- มีการประดิษฐ์ทรานซิสเตอร์ (ค.ศ.1947)
2491	- เริ่มโครงการสำรวจทางเทคนิคและเศรษฐกิจเพื่อจัดตั้งโรงงานไฟฟ้าพลังน้ำ โดย ก.อุตสาหกรรมร่วมกับเอกชน - ตั้งสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
2492	- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2492 บัญญัติว่า "รัฐพึงสนับสนุนการค้นคว้าในทางศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์"
2493	- รัฐบาลเริ่มดำเนินการกิจการการไฟฟ้าเอง - สำรวจแหล่งลิกไนต์ที่จังหวัดกระบี่ - ประกาศใช้ พ.ร.บ. สภาเศรษฐกิจแห่งชาติ
2494	- ประกาศใช้แผนการศึกษาแห่งชาติ - เปลี่ยนโรงเรียนช่างชลประทาน เป็นคณะวิศวกรรมชลประทาน สังกัด ม. เกษตรศาสตร์ และเปลี่ยนชื่อเป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ในปี พ.ศ. 2509
2495	Salk ผลิตวัคซีนโปลิโอ (ค.ศ.1952)
2496	Watson และ Crick อธิบายโครงสร้างของ DNA (ค.ศ.1953) มีการสร้างกรดอะมิโนขึ้นได้ในห้องทดลอง (ค.ศ.1953) - ตรา พ.ร.บ.การพลังงานแห่งชาติ ให้มีหน้าที่เกี่ยวกับการวางนโยบายพลังงานทั่วประเทศ
2497	ประสบความสำเร็จในการปลูกถ่ายไตครั้งแรก (ค.ศ.1954) - เปิดสถานีออกอากาศโทรทัศน์
2498	- ตั้งวิทยาลัยวิชาการศึกษาบางแสน และเปิดคณะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ต่อมาปี 2517 วิทยาลัยวิชาการศึกษาบางแสน กลายเป็น ม.ศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางแสน และเปลี่ยนชื่อคณะเป็น คณะวิทยาศาสตร์
2499	- ตั้งสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) - ตั้งสมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย
2500	- ตั้งการไฟฟ้าอันไฮเพื่อผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าในภาคเหนือและภาคกลาง - ตั้งคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ขึ้นในมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ (ต่อมาเป็นคณะวิทยาศาสตร์ ม.มหิดล)
2502	- ตั้งสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (เอไอที) - ประกาศใช้ พ.ร.บ. สภาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2502 และ พ.ร.บ. สภาวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2502 - "สภาเศรษฐกิจแห่งชาติ" ที่ตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2493 เปลี่ยนชื่อเป็น "สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจแห่งชาติ" ในปี พ.ศ. 2502 ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น "สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ"
2503	- ตั้งมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แต่เปิดรับนักศึกษาในปี พ.ศ. 2507 มี 5 คณะ คือ มนุษยศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และแพทยศาสตร์ - ประกาศใช้หลักสูตรฉบับ พ.ศ. 2503 ซึ่งเป็นผลการปรับปรุงวิทยาศาสตร์ครั้งใหญ่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2

	- เปิดศาลาวันเด็ก ซึ่งต่อมากลายเป็นพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ใน พ.ศ. 2518
2504	- ตั้งศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย เป็นหน่วยงานหนึ่งในสภาวิจัยแห่งชาติ - ตั้งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เน้นการพัฒนาพลังงานปรมาณูเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศด้านต่างๆ
2505	- เริ่มเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย และเริ่มการวิจัยและพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์เพื่อพัฒนาประเทศ - ตั้งสถาบันเทคนิคขอนแก่น ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต่อมาปี พ.ศ. 2508 เปลี่ยนชื่อเป็นมหาวิทยาลัยขอนแก่น
2505-2517	- มูลนิธิโรคกีฬาลูเธอร์ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ (มหิดล) จัดโครงการศึกษาวิจัยระดับปริญญาโทและเอกด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพขึ้นในคณะวิทยาศาสตร์
2506	- ตั้งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (วท.) สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี เพื่อนำเอาผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาการพัฒนาประเทศ โอนศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย มาสังกัดสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย
2507	- นำเข้าคอมพิวเตอร์เครื่องแรกมาตั้งที่คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2508	Penzias และ Wilson ค้นพบรังสีคอสมิกไมโครเวฟ แสดงว่าจักรวาลเกิดการระเบิดใหญ่ (ค.ศ. 1965) - จัดตั้งมหาวิทยาลัยขอนแก่น มี 3 คณะ คือ คณะวิทยาศาสตร์และอักษรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ แต่เปิดเพียง 2 คณะคือ คณะเกษตรศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์
2509	- ตั้งคณะวิทยาศาสตร์และอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2524 ภาควิชาเกี่ยวกับอักษรศาสตร์แยกออกไปและเปลี่ยนเป็นคณะวิทยาศาสตร์
2511	รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2511 มาตรา 61 บัญญัติว่า "รัฐพึงสนับสนุนการวิจัยทางศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์"
2512	นักบินอวกาศยานอพอลโลขึ้นไปเหยียบบนดวงจันทร์ (ค.ศ. 1969) - ตั้งพิพิธภัณฑ์สัตว์และสถาบันเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม ม.ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน - ตั้งมหาวิทยาลัยมหิดล (จากโรงเรียนแพทย์ศิริราช)
2514	- ตรา พ.ร.บ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า - ตั้งคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการประสานงานสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม และเข้าร่วมโครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของโลกของนาซา
2515	- ตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2516	- ตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมี ก.พ. เป็นฝ่ายเลขานุการ - ตั้งศูนย์ประสานงานวิจัยตามโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม
2517	- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2517 มาตรา 74 บัญญัติว่า "รัฐพึงสนับสนุนการวิจัยทางศิลปะและวิทยาการต่างๆ พึงส่งเสริมการสถิติและพึงใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศ" - ตั้งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - ตั้งสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2518	เริ่มอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (ค.ศ. 1975) - ตั้งสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี - ตั้งคณะกรรมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกองวางแผนเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.)
2519	มีการเสนอทฤษฎีว่าด้วยโยคอสมิก จุดกำเนิดจักรวาล (ค.ศ. 1976) - สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จัดให้มีรางวัลผลงานคิดค้นหรือประดิษฐ์ - สภาวิจัยแห่งชาติและ ม.มหิดล จัดสัมมนาเรื่อง "การวางแผนนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์"
2520	ค้นพบสิ่งมีชีวิตโกลีธรอยแยกใต้ทะเลลึก เป็นระบบนิเวศใหม่ ใช้ความร้อนจากใต้พิภพ (ค.ศ. 1977)
2521	- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2521 มาตรา 61 บัญญัติว่า "รัฐพึงสนับสนุนการวิจัยทางศิลปะและวิทยาการต่างๆ พึงส่งเสริมการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศ"

	- มาตรา 65 บัญญัติว่า "รัฐพึงบำรุงรักษาความสมดุลของสภาพแวดล้อมและพึงจัดสิ่งเป็นพิษที่ทำลายสุขภาพและอนามัยของประชาชน" - ตรา พ.ร.บ. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย - ตรา พ.ร.บ. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน - ตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.)
2522	- ตั้ง กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน (วทพ.) - ย้ายสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย มาสังกัด ก. วิทยาศาสตร์ฯ เปลี่ยนชื่อเป็นสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)
2523	- ตั้งศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล และยกระดับเป็นสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลในปี 2528 - องค์การอนามัยโลกประกาศว่า โรคไข้ทรพิษ (ฝีดาษ) ถูกกำจัดไปแล้ว (ค.ศ.1980)
2524	- ยอมรับโรคเอดส์อย่างเป็นทางการ (ค.ศ.1981) - แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 มีบทซึ่งระบุให้มีการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศ - ตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่ดินจากดาวเทียม โดยใช้พื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - ม. มหิดลตั้งศูนย์อนุพันธุศาสตร์และพันธุวิศวกรรมศาสตร์และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ
2525	- ก.วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน โดยความเห็นชอบของ ครม. เติบโตพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเป็น "พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์" และกำหนดวันที่ 18 ส.ค. ของทุกปีเป็นวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (ต่อมาได้เปลี่ยนเป็นสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ตั้งแต่ปี 2529) - ตั้งศูนย์วิจัยและอบรมพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2526	- ตั้งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ - ตั้งสถาบันพันธุวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2527	- ประชุมสมัชชาวิทยาศาสตร์แห่งชาติครั้งที่ 1 - ตั้งมูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ)
2528	- ตั้งโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา - ตั้งสภามาศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย - ตั้งคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กพวท.)
2529	- ตั้งโครงการศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กับ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ภายใต้ ก. วิทยาศาสตร์ฯ
2530	- ก.วิทยาศาสตร์ฯ จัดทำเอกสารแสดงสถานภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย
2531	- ตั้งโครงการศึกษายีนทั้งหมดของมนุษย์
2533	- ตั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) จ.นครราชสีมา - ตั้งสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล
2534	- ตั้งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ตาม พ.ร.บ. พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2534 โดยรวม 4 องค์การ คือ คณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ - ตั้งสถาบันคีนันแห่งชาตินวัตกรรมและอุตสาหกรรมและการเกษตร ม. เกษตรศาสตร์
2535	อินเทอร์เน็ต ก่อให้เกิดเครือข่ายเชื่อมโยงทั่วโลก (ค.ศ.1992) - ปรับโครงสร้าง ก.วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน เพื่อให้สามารถดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น เปลี่ยนชื่อเป็น "กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม" - ตั้งสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)
2536	- ตั้งสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

2537	มีการค้นพบบรรพบุรุษของมนุษย์อายุ 4.4 ล้านปี (ค.ศ. 1994)
2541	- ตรา. พ.ร.บ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2541 ให้เป็นองค์กรอิสระ
2542	- UNESCO ICSU จัดการประชุมระดับโลกทางด้านวิทยาศาสตร์ (World Conference on Science :WCS) 26 มิ.ย. - 1 ก.ค. ปี พ.ศ. 2542 ณ ประเทศอังกฤษ - จัดตั้งสถาบันพลังงานเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม (เปิดสถาบัน 9 ก.ย. 2542)

ที่มา : ประมวลจาก 1). วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, กระทรวง. เอกสารแสดงสถานภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย. 2530 2). กองทุนสนับสนุนการวิจัย, สำนักงาน. บทบาทของต่างประเทศในการสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทย เอกสารประกอบการสัมมนา วันที่ 5-6 สิงหาคม 2537 ณ โรงแรมออดิต เซอรادتน์, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สร้างสรรค์ปัญญาเพื่อพัฒนาประเทศ, 2537 3). รายงานประจำปีของหน่วยงานและสถาบันต่างๆ 4). A science : People and Discoveries : Discoveries. 5) สัมฤทธิ์ มีวงศ์อุโฆษ (บรรณาธิการ). สยามฮอลมาแนค 2527 กรุงเทพฯ : บริษัทสยามบรรณ จำกัด, 2527 6) สงวน ชั่นคง. สิ่งแรกในเมืองไทย . พิมพ์ครั้งที่ 3 , กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพรวพิทยา เล่ม 1-4, 2529. 6). Peter Lafferty and Julian Rowe. *The Dictionary of Science*. NewYork : Helicon Publishing Limited, 1993.

รายงานประมวลสรุปเหตุการณ์และแนวโน้มประเทศไทย

(กรกฎาคม-กันยายน 2542)

ความเคลื่อนไหวด้านการผลิตและการค้า

นำเรื่อง

จากการติดตามความเคลื่อนไหวทางด้านการผลิตและการค้าในรอบ 3 เดือน (ก.ค. - ก.ย. 2542) นี้ มีเหตุการณ์ที่ถือว่าการก่อความสั่นสะเทือนฐานอำนาจของฝ่ายบริหารบ้านเมืองมากที่สุด ก็คือกรณีการรั่วไหลออกสู่สาธารณะชนของเอกสารรายงานการตรวจสอบปัญหาด้านการบริหารงานในธนาคารกรุงไทย ที่จัดทำโดยบริษัทที่ปรึกษาที่มีชื่อเสียง 1 ใน 5 ของโลก ในช่วงต้นเดือน ส.ค. 42 ซึ่งฝ่ายรัฐบาลพยายามชี้ว่าเป็นเรื่องทางการเมือง เป็นเรื่องที่ "ฝ่ายตรงข้าม" พยายามจะเล่นงานรัฐบาลและรัฐมนตรีบางคน แต่สาธารณชนกลับได้เห็นชัดเจนว่า นี่คือการตอบปัญหาที่แท้จริงที่ฝ่ายบริหารพยายามจะซ่อนเร้นปิดบังเอาไว้ ดังที่นายสิงห์ ตังทศสวัสดิ์ กรรมการผู้จัดการใหญ่ ธ.กรุงไทยได้ออกมายอมรับว่า ข้อมูลตัวเลขที่เปิดเผยออกมานั้น เป็นข้อมูลธนาคารจริง (ไทยรัฐ 060942) และนายจิรายุทธ์ วสุรัตน์ ประธานคณะกรรมการบริหารฯ ออกมาแถลงอย่างน่าเชื่อถือเกี่ยวกับสถานการณ์ที่น่าห่วงของ ธ.กรุงไทย พร้อมกับกล่าวอีกว่า รายงานของบริษัทที่ปรึกษา เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ ไม่ใช่รายงานเบื้องต้นดังที่พยายามจะป้ายเบี่ยง

ความหนักหน่วงจริงจังของปัญหา ธ.กรุงไทย เห็นได้จากความเคลื่อนไหวของฝ่ายรัฐบาล ที่พยายามจะสอบสวนหาต้นตอที่นำข้อมูลเผยแพร่ออกมา การปลดคนระดับบริหารของธนาคารชนิดสายฟ้าแลบ แต่งตั้งคนที่ตนไว้วางใจ และผู้ไม่มีประสบการณ์เข้ามาแทนที่ กับทั้งต้องระดมกำลังเงิน ที่ข่าวรายงานว่า เป็นของบรรดาพรรคพวก ส.ส. ฝ่ายรัฐบาลเองเข้าค้ำจุนหุ้นของ ธ.กรุงไทยไม่ให้หลุดจนจุดดัชนีพังลงทั้งตลาดในการซื้อขายหุ้นวันที่ 25 ส.ค. 42 ที่ดัชนีตลาดหุ้นพุ่งขึ้นถึง 22.15 จุดอย่างไร้เหตุผล (โปรดดูรายละเอียดในภาครายงานความเคลื่อนไหว และบันทึกเหตุการณ์กรณี ธ. กรุงไทย, บันทึกความเคลื่อนไหวด้านเศรษฐกิจ ก.ค.-ก.ย. 42 ทำยรายงานบทนี้)

เหตุการณ์ที่เป็นจุดสนใจในรอบสามเดือนเรื่องถัดมา คือความพยายามอย่างมากในการสร้างกระแสเศรษฐกิจฟื้นตัว เพื่อสร้างความมั่นใจให้นักลงทุน และชักจูงให้ผู้บริโภคเริ่มหันมาจับจ่ายใช้สอยมากขึ้น ด้วยความมุ่งหวังผลักดันกลไกเศรษฐกิจให้เริ่มหมุนใหม่อีกครั้ง เช่น กรณีสภาพัฒน์ฯ เสนอตัวเลขอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (จีดีพี) ไตรมาสแรกของปี 2542 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.9 โดยระบุว่าภาวะเศรษฐกิจได้ผ่านจุดต่ำสุดแล้วกำลังเผยหัวขึ้น พร้อมด้วยรายงานตัวเลขประกอบที่ดูดีหลายตัว ไม่ว่าจะเป็นตัวเลขการส่งออก ดัชนีการบริโภค เงินสำรองระหว่างประเทศ ฯลฯ ทำเอาหลายฝ่าย แม้แต่คณะรัฐมนตรีเองซึ่งอยากเห็นการฟื้นตัวที่สุด ยังไม่แน่ใจว่าจะเชื่อได้หรือไม่ ขณะที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น เช่น ธนาคารแห่งประเทศไทยแถลงข้อมูลและการวิเคราะห์ที่ขัดแย้งกันออกมา อย่างไรก็ตาม สำหรับตัวเลขไตรมาสสองที่ออกมาในเดือน ก.ย. ก็ได้ถูกไอเอ็มเอฟ ตะล่อมให้เหลือเพียงร้อยละ 3.5 ทั้งๆ ที่มีข่าวก่อนหน้านี้ว่าจะเป็นร้อยละ 8 ซึ่งตัวเลขนี้กลับทำให้ตัวเลขสภาพัฒน์ฯเอง ถึงกับตกตะลึงอยู่ร่วมกับ ขณะที่หลายฝ่ายยังตั้งข้อสังเกตว่าตัวเลขที่ตะล่อมลงมาแล้วนั้นจะยั่งยืนหรือไม่?

นอกจากการเล่นตัวเลขแล้วอีกกระบวนการหนึ่งก็คือ การเคลื่อนไหวผลักดันการฟื้นตัวของภาคเศรษฐกิจที่แท้จริง เพื่อเสริมความพยายามผลักดันกระแสฟื้นตัวเศรษฐกิจให้เป็นจริงขึ้น ที่สำคัญคือการที่ ครม. ได้ผ่านแผนกระตุ้นเศรษฐกิจรอบ 3 ออกมาเมื่อวันที่ 10 ส.ค. ช่วงก่อนจะถึงวันครบรอบ 1 ปีของการดำเนินงานตามแผนกระตุ้นเศรษฐกิจรอบแรกในวันที่ 14 สิงหา ซึ่งกำลังอยู่ระหว่างมีการทบทวนและประเมินผลกันว่าเป็นแผนที่ได้ผลหรือไม่เพียงใด กระแสข่าวในช่วงนี้จึงมีทั้งการวิจารณ์โจมตีว่ามาตรการ 14 สิงหาคมนั้นล้มเหลวไม่เป็นท่า และมาตรการ 10 สิงหาคมที่มาใหม่นี้ก็ "อุ้มนายทุนนักธุรกิจ คนจนไม่มีส่วนแม้สักลิ้ง" เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม สำหรับภาครัฐแล้ว การออกมาตราการ 10 สิงหาคม นอกจากเป็นการหันมาเน้นการแก้ปัญหาที่จุดใหม่แล้ว ดูเหมือนยังตั้งใจจะให้มาตรการนี้เป็นขั้นตอนสำคัญ อันจะนำไปสู่อีกจังหวะก้าวหนึ่งที่ใคร่ครวญไว้ก่อน นั่นคือการออกจดหมายแสดงเจตจำนง (แอลไอโอ) ฉบับที่ 8 “ประกาศอิสรภาพจากไอเอ็มเอฟ” ในวันที่ 21 ก.ย. เดือนถัดมา โดยข้ออ้างที่ว่า ดัชนีชี้วัดทางเศรษฐกิจหลายตัวบ่งชี้ว่าเศรษฐกิจกำลังฟื้นตัวแล้ว ไม่มีความจำเป็นต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของไอเอ็มเอฟอีกต่อไป แต่ทว่าก็มีความเคลื่อนไหวหลายอย่างที่บ่งบอกว่า นี่เป็นการบอกลาเป็นพิธีเท่านั้น เช่นการที่ยังคงลงหนังสือในการเบิกเงินกู้ไว้ และการที่ยังมีเจ้าหน้าที่ระดับสูงของไอเอ็มเอฟออกมากล่าวว่า ตนไม่คิดว่าการตัดสินใจของไทยครั้งนี้จะลดบทบาทของไอเอ็มเอฟในการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจของไทย เป็นต้น (ไทยรัฐ 230942)

ความพยายามเพื่อผลักดันภาคเศรษฐกิจที่แท้จริงอีกกระแสหนึ่ง ที่กำลังทวีความเข้มข้นมากขึ้นเรื่อยๆ คือการเคลื่อนไหวอย่างคึกคักของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (บีโอไอ) ไม่ว่าจะเป็นการวางนโยบายเน้นส่งเสริม 5 กลุ่มอุตสาหกรรมหลัก จัดโครงการ “เชื่อมั่นเมืองไทย บีโอไอแฟร์ 2000” การส่งเสริมกิจการ ศูนย์จัดหาจัดซื้อ และการส่งคายน่าปรับปรุงเขตส่งเสริมการลงทุนใหม่ที่จะเริ่มใช้อย่างเป็นทางการในต้นศตวรรษใหม่นี้ นอกจากนี้ยังมีการเคลื่อนไหวทำงานของเดียวกันของหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

การเคลื่อนไหวภาครัฐที่น่าจะจับตามองไปก็คือการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวกับ “หนี้” กระทรวงการคลังเสนอตัวเลขหนี้ ณ เดือนมิ.ย. 42 ประเภทต่างๆ ออกมามากมาย สรุปเฉพาะหนี้สาธารณะก็ประมาณ 1.7 ล้านล้านบาท เป็นหนี้ที่ก่อใหม่ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาประมาณ 7.7 แสนล้านบาท ไม่นับหนี้ ก.คลัง หนี้กองทุนฟื้นฟู หนี้ธนาคารแห่งประเทศไทย ฯลฯ หนี้ของกองทุนฟื้นฟู ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ต้องคอยไปลุ่มสถาบันการเงินเอกชนที่ล้มและเนา ณ เดือนมิ.ย. นี้มีอยู่ 9.2 แสนล้านบาท ทั้งนี้หนี้ภาครัฐเบ็ดเสร็จ ณ เดือน มิ.ย. 42 สูงถึงร้อยละ 34.3 ของจีดีพี เพิ่มขึ้นจากเพียงร้อยละ 15 เมื่อปี 2539 วันที่ 13 ก.ย. กรมฝ่ายเศรษฐกิจมีมติเห็นชอบแนวทางการจัดตั้งสำนักงานบริหารหนี้สาธารณะขึ้น เพื่อทำหน้าที่เสนอแนะและวางแผนการก่อหนี้และบริหารหนี้สาธารณะ พร้อมๆ กันก็มีการเคลื่อนไหวเพื่อส่งเสริมและจูงใจให้ ธนาคารเอกชนจัดตั้ง บริษัทบริหารสินทรัพย์สถาบันการเงิน (เอเอ็มซี) เพื่อกันเอาหนี้เน่าออกจากระบบสถาบันการเงินอย่างเต็มที่

การเคลื่อนไหวของภาคเอกชน ที่ขึ้นเป็นกระแสที่สุดก็เป็นการเคลื่อนไหวของกลุ่มสถาบันการเงิน ที่มาพร้อมๆ กับ “เอ็นพีแอล” ที่ยังอยู่แถวๆ ร้อยละ 47 ของสินเชื่อในระบบ ซึ่งโยงไปถึงปัญหาการปรับโครงสร้างหนี้ว่าแท้จริงยังไม่ไปถึงไหน (และก็โยงไปถึงว่าแท้จริงเศรษฐกิจยังไม่เงยหัว มีการโยงปัญหาต่อๆ ไปเป็นลูกโซ่ จนล่าสุดได้โยงไปถึงปัญหาการเมืองแล้ว!) อย่างไรก็ตาม กลุ่มสถาบันการเงินเอกชนก็มีการเคลื่อนไหวรักษามลประโยชน์และอาณาจักรของตนเองเต็มที่ เช่น ไม่ยอมเข้าโครงการฟื้นฟูสถาบันการเงินตามมาตรการ 14 สิงหาคม เพราะเกรงว่าจะถูกลดหุ้นปรับการบริหารตนเองและกลุ่มของตนต้องหลุดไปจากองค์กร เคลื่อนไหวผลักดันให้รัฐช่วยเหลือในการจัดตั้งบริษัทบริหารหนี้เน่า โดยส่งผลกระทบต่อผลประโยชน์ของตนเองน้อยที่สุด ฯลฯ นักการเมืองคนหนึ่งได้ตั้งข้อสังเกตว่า ตัวเลขหนี้ต่างประเทศของภาครัฐดูมีแนวโน้มสูงขึ้น ขณะที่หนี้ต่างประเทศของภาคเอกชนกลับลดลง และชี้ว่า “มีกระบวนการถ่ายเทหนี้ต่างประเทศจากภาคเอกชนไปให้ภาครัฐอยู่ตลอดเวลา” (ไทยรัฐ 220742)

ส่วนการขยายตัวภาคการผลิตของไทยที่มีรายงานว่ามียอดราเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในระยะใกล้นี้นั้น ส่วนใหญ่ก็มาจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์เสียกว่าร้อยละ 60 รองลงมาก็เป็นอุตสาหกรรมเครื่องดื่มร้อยละ 28.1 อุตสาหกรรมอาหารร้อยละ 21.7 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้า เพิ่มร้อยละ 18.1 วัสดุก่อสร้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.3 ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ซึ่งตัวเลขติดลบมาก

ที่น่าจับตามองอีกเรื่องหนึ่งก็คือ ความเห็นของบรรดานักเศรษฐศาสตร์ต่างประเทศที่มีชื่อหลายคนที่มีมองเศรษฐกิจในประเทศไทย และเศรษฐกิจในจุดที่สำคัญๆ ทั่วโลก ประเด็นสำคัญก็คือ การมองการฟื้นตัวของเศรษฐกิจในเอเชีย สรุปได้ว่าการฟื้นตัวยังประมาทไม่มั่นคง อาจจะทรุดตัวลงไปใหม่อีกเมื่อใดก็ได้ แม้เพียงแค่การวิเคราะห์ในทางร้ายของพวกนักเก็งกำไรในตลาดหุ้นหรือตลาดเงินก็อาจทำให้เศรษฐกิจทรุดตัวในรูปตัว “ดับเบิลยู” ได้

อย่างไรก็ตามที่ควรจับตามองมากก็คือภาวะเศรษฐกิจในสหรัฐ ซึ่งความเป็นไปที่นั่นอาจส่งผลกระทบต่อการณ์ฟื้นตัวของเศรษฐกิจในประเทศเราด้วย