การสัมมนาวิชาการประจำปี 2547

เรื่อง

เหลียวหลังแลหน้า: ยี่สิบปีเศรษฐกิจสังคมไทย

กลุ่มที่ 1

การเปลี่ยนแปลงของคนไทยและสภาพแวดล้อม

1.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย

โดย

ฝ่ายวิจัยนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ร่วมจัดโดย

มูลนิธิชัยพัฒนา

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

และ

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

วันที่ 27-28 พฤศจิกายน 2547 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน ชลบุรี

จัดทำโดย

ฝ่ายวิจัยนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประกอบด้วย

1. นายพีรพล สิทธิวิจารณ์
2. นายสิทธิรัตน์ เทพาหุดี
3. นายพลากร บุปผาธนากร
4. นางสาวนุชจรินทร์ รัชชุกูล
5. ดร. กิดิพงศ์ พร้อมวงศ์
6. ดร. ภัทรพงศ์ อินทรกำเนิด
7. นางสาวดารารัตน์ รัชดานุรักษ์
8. นางสาวสิริพร พิทยโสภณ
9. นางสาวทิพวรรณ ตั้งจิตพิบูล
10. ดร. ชาตรี ศรีไพพรรณ

สารบัญ

หน้า

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับประวัติศาสตร์การพัฒนาประเทศไทยในอดีต 1

2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศไทย ในช่วงตั้งแต่ทศวรรษ 1960 ถึงปัจจุบัน 2

3. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศไทยในปัจจุบัน 4

   3.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจโลกและผลกระทบต่อประเทศไทยในปัจจุบัน 4

   3.2 ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย 6

   3.3 ความจำเป็นและความพยายามของประเทศไทยในการยกระดับความสามารถ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 12

   3.4 เทคโนโลยีหลักที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน 15

   3.5 ยุทธศาสตร์และแนวทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย 22

4. การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับอนาคตของประเทศไทย 28

   4.1 สังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเมือง ระดับโลก 30

   4.2 อนาคตระดับภูมิภาค 31

   4.3 อนาคตระดับประเทศ 31

5. บทสรุปถึงปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของประเทศไทย 33

สารบัญตารางและรูป

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสถานะการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศต่าง ๆ ปี 2542-2544 9

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาจำแนกตามระดับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ปี 2542-2544 10

รูปที่ 1 พัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจในยุคต่าง ๆ 5

รูปที่ 2 การจัดอันดับความสามารถทางด้านโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ IMD 6

รูปที่ 3 ขีดความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเทียบกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่โดย IMD 7

รูปที่ 4 ขีดความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเทียบกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่โดย WEF 7

รูปที่ 5 ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ ปี 2542 - 2545 8

รูปที่ 6 สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านวิจัยและพัฒนาของประเทศต่อ GDP 9

รูปที่ 7 จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา (FTE) ของประเทศไทย ปี 2542 - 2544 10

รูปที่ 8 ดัชนีด้านสิทธิบัตรและผลงานตีพิมพ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศต่าง ๆ โดย IMD ปี 2546 11

รูปที่ 9 การคาดการณ์การเติบโตของตลาดสินค้าเทคโนโลยี 16

รูปที่ 10 แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ 23

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีกับ การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย

ฝ่ายวิจัยนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับประวัติศาสตร์การพัฒนาประเทศไทยในอดีต

ราชบัณฑิตยสถานได้ให้คำนิยามของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "ความรู้ที่ได้โดยการสังเกตและค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติหรือวิชาที่ค้นคว้าโดยใช้หลักฐานและเหตุผล แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ" ส่วนเทคโนโลยีและวิศวกรรม นั้นหมายถึง "วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและการผลิตในภาคอุตสาหกรรม" ซึ่งจากคำนิยามดังกล่าวข้างต้นจะทำให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ รวมทั้งในวัฒนธรรมของประเทศไทยมาเป็นเวลาช้านานแล้วตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ เพียงแต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสมัยก่อนนั้นมีรูปแบบการได้มาและการใช้งานที่แตกต่างกันไปจากรูปแบบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากทางตะวันตก เช่น ในยุคของวัฒนธรรมบ้านเชียงที่มีความเจริญในช่วงประมาณเจ็ดพันปีมาแล้วก็มีการใช้เทคโนโลยีทางด้านโลหะเพื่อนำมาทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เป็นต้น[1]

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในสมัยอดีตตั้งแต่สมัยสุโขทัย สมัยกรุงศรีอยุธยา กรุงธนบุรี จนกระทั่งถึงสมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น ประเทศไทยมีลักษณะเศรษฐกิจแบบพึ่งพาการเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยพืชเศรษฐกิจหลักได้แก่ ข้าว ในส่วนของการติดต่อค้าขายกับประเทศตะวันตกเริ่มเข้ามามีบทบาทกับประเทศไทยตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 16 และ 17 ซึ่งตรงกับรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราชและเป็นยุคการเกิดใหม่ (Renaissance) ของประเทศแถบตะวันตกที่เริ่มมีความรุ่งเรืองในด้านของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไรก็ตามบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบตะวันตกก็ยังไม่ได้เข้ามามีบทบาทในประเทศไทยมากนักจนกระทั่งในช่วงกรุงรัตนโกสินทร์ ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

จากสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในสมัยนั้นซึ่งเป็นระบบเศรษฐกิจแบบพอเพียงที่พึ่งพาตัวเองเป็นหลักตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ได้ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทใน

---

[1] ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2543) "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย จากอดีตสู่อนาคต" สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ มูลนิธิบัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ส่วนสำคัญ 4 ส่วนหลักในระบบสังคมและเศรษฐกิจของประเทศไทย คือ ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการเกษตร ด้านที่อยู่อาศัย และด้านการทหาร

2.
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศไทย ในช่วงตั้งแต่ทศวรรษ 1960 ถึงปัจจุบัน

สำหรับในส่วนของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้วนั้นตั้งแต่ปี 2500 เป็นต้นมาอาจถือได้ว่าเป็นยุคแห่งการเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์แผนใหม่ของประเทศไทยอย่างแท้จริง โดยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสังคมและมีบทบาทเป็นอย่างมากต่อวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย ประชาชนทั่วไปสามารถที่จะใช้ผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ๆ ที่เกิดจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ง่ายขึ้น เช่น โทรทัศน์ วิทยุทรานซิสเตอร์ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เพื่อที่นำมาใช้ในการรองรับกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีของประเทศในขณะนั้น โดยมีการจัดตั้งสภาพัฒนาการเศรษฐกิจแห่งชาติ สภาการศึกษา สำหรับทางด้านการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีการจัดตั้งสภาวิจัยแห่งชาติขึ้นในปี พ.ศ. 2499

นโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยอีกด้านหนึ่งที่ไม่ปรากฏเป็นลายลักษณ์อักษร แต่ได้สะท้อนออกมาในรูปของการจัดตั้งองค์กร โดยมีสภาวิจัยแห่งชาติซึ่งทำหน้าที่กำหนดนโยบายและสนับสนุนด้านการวิจัยอย่างเดียว ต่อมาได้มีการตั้งคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติในปี พ.ศ. 2504 เพื่อทำหน้าที่ในการกำหนดนโยบายและส่งเสริมสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานปรมาณูเพื่อสันติในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2506 ได้มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ขึ้นเพื่อใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในการเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และได้เปลี่ยนชื่อเป็นสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยในปี พ.ศ. 2522

ต่อมาในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 ได้มีการจัดตั้งคณะอนุกรรมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2516 และกองวางแผนเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมขึ้นในสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในปี พ.ศ. 2518 เพื่อทำหน้าที่ประสานงานในการวางแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวม และได้มีการให้ความสำคัญกับนโยบายการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้นในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 จนกระทั่งถึงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 ได้เพิ่มความสำคัญโดยกำหนดเป็นบทหนึ่งของแผนพัฒนาฯ

ในปี พ.ศ. 2522 ได้มีการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงานขึ้น และถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการมีระบบวางแผนและกำหนดนโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยได้เกิดขึ้นในช่วงปลายแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) เมื่อมีการจัดตั้งโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการ

พัฒนา ซึ่งเป็นความร่วมมือทางวิชาการกึ่งเงินกู้ระหว่างประเทศกับประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อสนับสนุนการวิจัยพัฒนา และวิศวกรรมในภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบเป็นอย่างมากต่อการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยในขณะนั้น องค์การยูเสดของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้คำแนะนำแก่รัฐบาลไทยในปี พ.ศ. 2526 ว่าประเทศไทยควรมุ่งเน้นการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสาขาเฉพาะทางมากขึ้น ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์

พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้านหนึ่งก็คือ การจัดตั้งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติขึ้นในปี 2526 เพื่อเป็นหน่วยงานสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพในมหาวิทยาลัยและสถาบันต่างๆ ประสานความเชื่อมโยงและให้ข้อมูลกับภาคเอกชน ต่อมาในปี พ.ศ. 2529 ก็ได้มีการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติขึ้น ในที่สุดจึงได้มีการนำเอาหน่วยงานทั้งหมดมารวมกันและได้จัดตั้งเป็นสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ขึ้นในปี พ.ศ. 2534 โดยมีหน้าที่หลักในการสนับสนุนด้านการวิจัย พัฒนา และวิศวกรรม การพัฒนากำลังคน ดำเนินการวิจัย พัฒนา และวิศวกรรม และการให้บริการทางเทคนิค การให้การสนับสนุนภาคเอกชนในการดำเนินการซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ รวมทั้งการกำหนดนโยบายและวางแผนในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับชาติด้วย[2]

จากการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านมาในอดีตทำให้เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับบทเรียนบางประการ โดยในอดีตนั้นคนส่วนใหญ่โดยเฉพาะผู้ประกอบการทั้งในภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมซึ่งเป็นภาคการผลิตที่สำคัญของประเทศมองว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อน เข้าใจยาก รวมทั้งเป็นสิ่งที่ต่างชาติทำได้ดีและเก่งกว่าเรา ทำให้การวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกมองว่าเป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและสามารถที่จะนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศได้

แม้แต่ผู้กำหนดนโยบายเองก็มีทัศนคติว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเพียงวิทยาการแขนงหนึ่งเท่านั้น และไม่เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการที่เป็นรากฐานของการพัฒนาในทุกๆ ด้านถึงแม้ว่าจะมีการกำหนดนโยบายในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้อย่างจริงจังตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 ในปี พ.ศ. 2520 แต่การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านมาก็เป็นไปในลักษณะที่ทำกันไปเท่าที่จำเป็น ทั้งในด้านการจัดสรรงบประมาณเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น การพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสนับการทำวิจัยและพัฒนาในภาครัฐและเอกชน และการส่งเสริมการรับและการถ่ายทอดเทคโนโลยี ก็เป็นการดำเนินการเพียงเท่าที่ทรัพยากรจะเอื้ออำนวยให้

---

[2] ธนพล วีราสา และ กิตติวัฒน์ อุชุปาละนันท์ (2543) "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย จากอดีตสู่อนาคต" สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ มูลนิธิบัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

นอกจากนี้ การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอดีตที่ผ่านมายังถูกแยกออกจากการพัฒนาด้านอื่นๆ ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาในทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็นการเกษตร อุตสาหกรรม พลังงานและสิ่งแวดล้อม การแพทย์และสาธารณสุข การศึกษา หรือแม้แต่กระทั่งในส่วนของการเมืองการปกครอง ก็ยังต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนา การวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอดีต ส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาที่อยู่นอกภาคการผลิต โดยที่งานวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่อยู่ในมหาวิทยาลัยและขาดการเชื่อมโยงกับภาคเศรษฐกิจต่างๆ ทำให้ไม่สามารถที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศได้อย่างแท้จริง[3]

3.
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศไทยในปัจจุบัน

3.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจโลกและผลกระทบต่อประเทศไทยในปัจจุบัน

Christopher Meyer และ Stan Davis ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับระบบเศรษฐกิจโลกไว้ในหนังสือ "It's alive" ว่าในความเป็นจริงแล้วการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจโลกในแต่ละช่วงมีแรงผลักดันสำคัญมาจากรูปแบบการพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วงนั้น โดยอาจแบ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงได้เป็น 4 ช่วงด้วยกัน คือ ช่วงเริ่มต้น (gestation) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการค้นพบความรู้ใหม่ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภาคการผลิตได้ ช่วงขยายตัว (growth) เป็นช่วงที่มีการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้นั้นมาแปลงให้เป็นเทคโนโลยีและนำมาใช้ในภาคการผลิต ช่วงโตเต็มที่ (maturity) มีการพัฒนาระบบการผลิตที่มีพื้นฐานมาจากเทคโนโลยีในช่วงนั้นๆ อย่างต่อเนื่อง และนำมาผสมผสานเข้ากับวิธีการบริการจัดการแบบใหม่ ระบบเศรษฐกิจในช่วงนี้จะมีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ในระดับประเทศและระดับโลก ช่วงเสื่อมถอย (decline) เป็นช่วงที่เทคโนโลยีนั้นมีการอิ่มตัว ระบบเศรษฐกิจโดยเทคโนโลยีนั้นจะเป็นแบบ oligopoly ซึ่งผูกขาดโดยบริษัทขนาดใหญ่จำนวนไม่กี่บริษัท และการเติบโตของระบบเศรษฐกิจในช่วงนี้จะเกิดขึ้นจากอำนาจการต่อรองของผู้ประกอบการรายใหญ่และความสามารถทางด้านการบริหารจัดการ

จากหลักการดังกล่าวของ Meyer และ Davis ทำให้เราสามารถเห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจของโลกในแต่ละช่วงได้ (รูปที่ 1) โดยเริ่มต้นตั้งแต่ยุคของระบบเศรษฐกิจอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีการผลิตเป็นตัวผลักดันที่สำคัญ มาสู่ยุคของระบบเศรษฐกิจข่าวสารที่มีเทคโนโลยีสารสนเทศ

[3] อานันท์ ปันยารชุน (2542) "วิสัยทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย 2020" สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

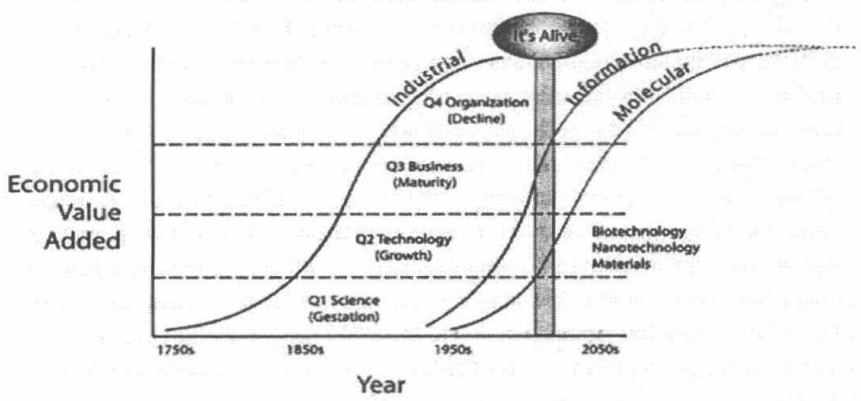
(information and communication technology) เป็นเทคโนโลยีหลัก จนมาถึงในยุคปัจจุบันที่เป็นยุคของระบบเศรษฐกิจโมเลกุล (Molecular Economy) ซึ่งมีเทคโนโลยีที่สำคัญในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจที่สำคัญ 3 ประเภท ได้แก่ นาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) และ เทคโนโลยีวัสดุ (material technology) และมีลักษณะที่สำคัญคือเป็นระบบเศรษฐกิจที่เน้นการใช้องค์ความรู้เป็นส่วนสำคัญในภาคการผลิตและบริการ (knowledge Intensive), การผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ามากขึ้น (customization), เน้นตลาดในระดับโลกมากขึ้น (globalization)[4]

กระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกข้างต้นมีผลกระทบต่อทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทยเราด้วย เนื่องจากประเทศไทยมีระบบเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงและผูกติดค่อนข้างแน่นกับระบบการค้าและการเมืองของโลก จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบจากกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกได้อย่างแน่นอน และหากประเทศไทยต้องการมีส่วนแบ่งสำคัญในตลาดโลก จำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมของประเทศให้สามารถรับมือกับสภาวะแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วให้ได้ นั่นคือต้องพัฒนาประเทศไปสู่ระบบเศรษฐกิจฐานที่ใช้ความรู้เป็นฐานในการสร้างขีดความสามารถของประเทศ โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งอัตราการพัฒนาให้สูงขึ้นอย่างน้อยให้สามารถแข่งขันได้กับประเทศที่มีความก้าวหน้าในภูมิภาค เช่น จีน อินเดีย ไต้หวัน สิงค์โปร์ และเกาหลีใต้ เป็นต้น และในบางสาขาที่ประเทศไทยมีข้อได้เปรียบและศักยภาพเป็นทุนเดิมอยู่แล้ว เช่น ทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (life science) ควรตั้งเป้าหมายและเร่งอัตราพัฒนาให้ได้สูงกว่าประเทศเหล่านี้ เพราะหากพัฒนาในความเร็วที่ช้ากว่า ในที่สุดช่องว่างที่ประเทศไทยล้าหลังประเทศอื่นๆ จะกว้างขึ้น เรื่อยๆ ซึ่งทำให้การที่จะก้าวให้ทันประเทศเหล่านี้ยากยิ่งขึ้นไปอีก

รูปที่ 1 พัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจในยุคต่าง ๆ

THE NEXT TEN YEARS

FIGURE 1-5 The Next Ten Years



(ที่มา: หนังสือ "It's alive" โดย Stan Davis และ Christopher Meyer)

[4] Suvit Maesincee (2546) การบรรยายเรื่อง "R&D and The Nation's Competitiveness"

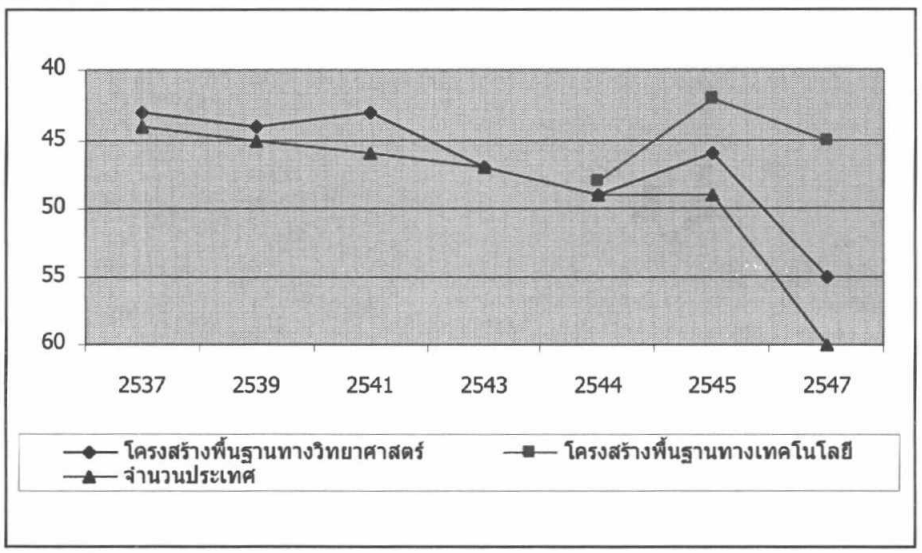
3.2 ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

3.2.1 อันดับความสามารถในการแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

อันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย โดย IMD ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาโดยภาพรวมแล้วนับว่าไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก กล่าวคืออันดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยยังคงอยู่ในกลุ่ม 10 เปอร์เซ็นต์ไทล์สุดท้ายมาโดยตลอด อีกทั้งในบางปียังมีอันดับตกลงไปอยู่ในลำดับสุดท้ายก่อนที่จะค่อยกระเตื้องขึ้นมาเล็กน้อย (รูปที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่อื่นๆ เช่น เกาหลี ไต้หวัน และสิงคโปร์ จะพบว่า ประเทศไทยยังมีขีดความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่ำกว่าประเทศเหล่านั้นเป็นอย่างมาก กล่าวคือกลุ่มประเทศดังกล่าวจะมีอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในอันดับสูงกว่าอับดับที่ 30 มาโดยตลอด ในขณะที่ประเทศไทยจะอยู่ในกลุ่ม 5 ประเทศที่ได้ลำดับสุดท้ายมาโดยตลอด (รูปที่ 3)

รูปที่ 2 การจัดอันดับความสามารถทางด้านโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ IMD

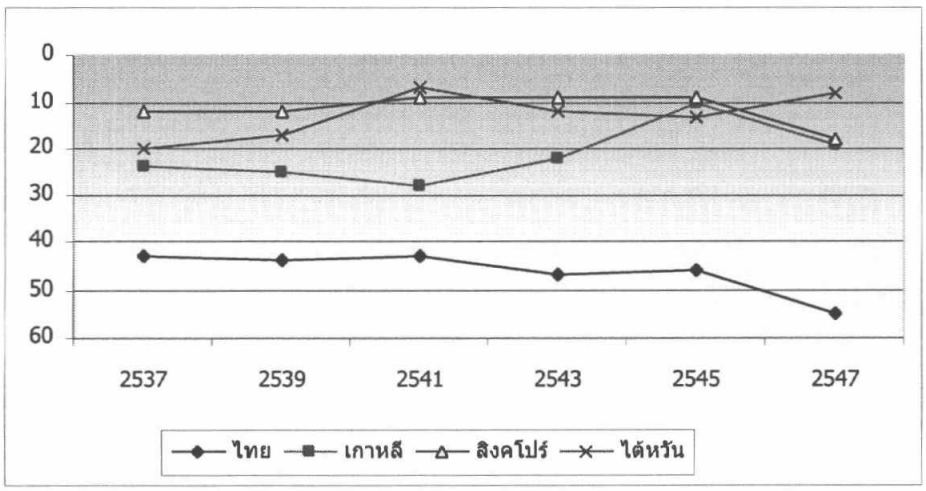


(ที่มา: IMD. The World Competitiveness Yearbook 1994 - 2004.)

หมายเหตุ: 1. ในปี 2001 IMD ได้มีการเปลี่ยนแปลงอันดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แยกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี

2. การจัดอันดับความสามารถในปี 2546 ได้แบ่งประเทศออกเป็น 2 กลุ่มตามจำนวนประชากร จึงไม่มีอันดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เทียบกับประเทศทั้งหมด

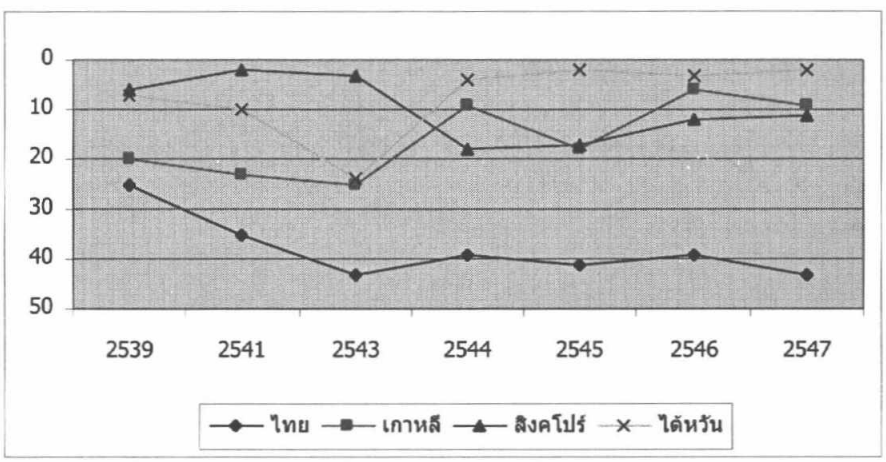
รูปที่ 3 ขีดความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเทียบกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่โดย IMD



(ที่มา: IMD. The World Competitiveness Yearbook 1994 - 2004.)

ผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย IMD ดังกล่าวข้างต้น นับว่ามีความสอดคล้องกับผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันโดย WEF กล่าวคือ ในช่วงที่ผ่านมา 10 ปีที่ผ่านมาอันดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยมีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ประเทศอุตสาหกรรมใหม่ส่วนใหญ่จะมีพัฒนาการของอันดับความสามารถขึ้นไปอยู่ในอันดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้ประเทศไทยมีอันดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่แตกต่างจากประเทศเหล่านั้นมากขึ้น ดังจะเห็นได้จาก (รูปที่ 4)

รูปที่ 4 ขีดความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเทียบกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่โดย WEF



(ที่มา: WEF 1996 – 2004)

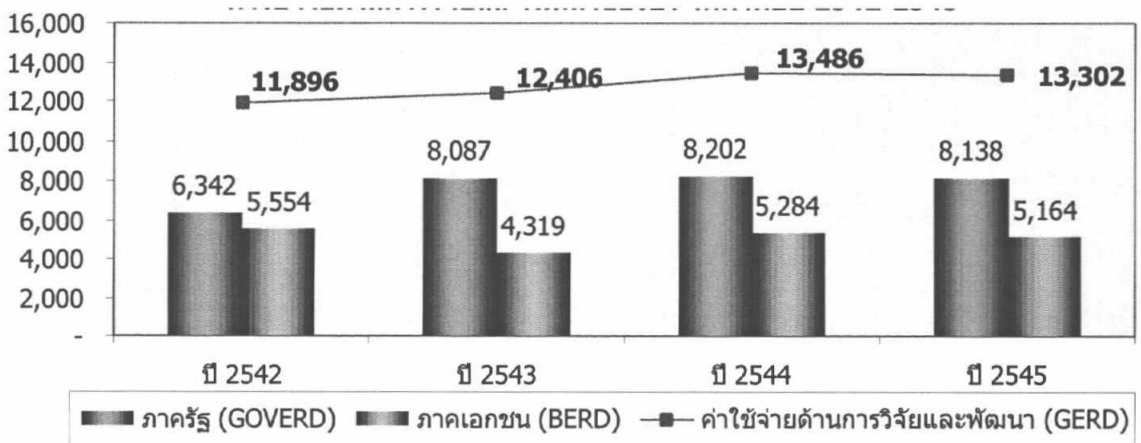
ข้อมูลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยโดย IMD และ WEF ข้างต้นสะท้อนให้เห็นประเด็นที่สำคัญประการหนึ่งที่ตรงกันคือ ประเทศไทยยังคงมีความอ่อนแอของโครงสร้างพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยอย่างมาก ซึ่งแม้ว่าในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยจะได้มีการปรับตัวอยู่ในอันดับที่ดีขึ้นจากอันดับสุดท้ายแล้วก็ตาม แต่เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่อื่นๆ แล้วนับได้ว่าประเทศไทยยังล้าหลังกว่าประเทศเหล่านั้นอยู่อีกมาก

ทั้งนี้ สาเหตุหลักที่ทำให้อันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยอ่อนแอ มาจากความอ่อนแอของปัจจัยที่นำมาใช้ในการวัดความสามารถดังกล่าว ซึ่งประกอบด้วย 2 กลุ่มปัจจัยหลักได้แก่ 1. กลุ่มปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ค่าใช้และบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา และ 2. กลุ่มปัจจัยผลลัพธ์ ได้แก่ จำนวนสิทธิบัตร และ จำนวนผลงานตีพิมพ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2.2 ปัจจัยนำเข้า : ค่าใช้จ่ายและบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา

ในส่วนของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนานั้นจะเห็นได้ว่า ตั้งแต่ปี 2542 เป็นต้นมาประเทศไทยมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาเฉลี่ยประมาณปีละ 13,000 ล้านบาท ทั้งนี้ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศส่วนใหญ่ หรือประมาณร้อยละ 60 ยังคงอยู่มาจากภาครัฐ (รูปที่ 5)

รูปที่ 5 ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ ปี 2542 - 2545

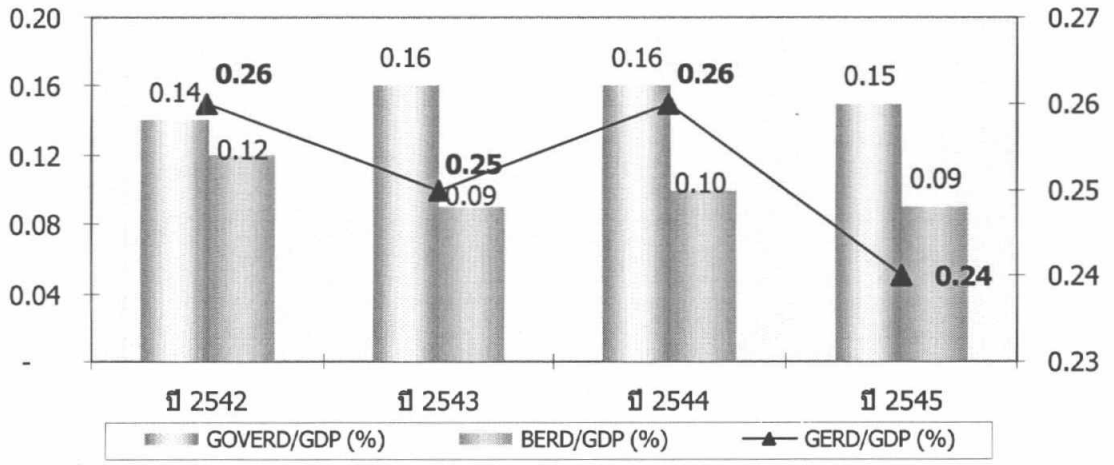


ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

แม้ว่าค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศโดยรวมในรูปของจำนวนเงินในช่วงปี 2542 - 2545 จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายดังกล่าวยังไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้ทันกับอัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2545 ซึ่งมีอัตรา

เพิ่มขึ้นของ GDP ค่อนข้างมากกว่าปีอื่นๆ ส่งผลให้สัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดต่ำลงมาอยู่ในระดับร้อยละ 0.24 ต่อปี (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านวิจัยและพัฒนาของประเทศต่อ GDP



ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยกับประเทศกลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ เช่น เกาหลี ไต้หวัน และสิงคโปร์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาเท่ากับ ร้อยละ 2.92 2.16 และ 2.12 ตามลำดับ จะพบว่าประเทศไทยยังคงมีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่ำกว่าประเทศเหล่านั้นอีกมาก (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสถานะการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศต่าง ๆ ปี 2542-2544

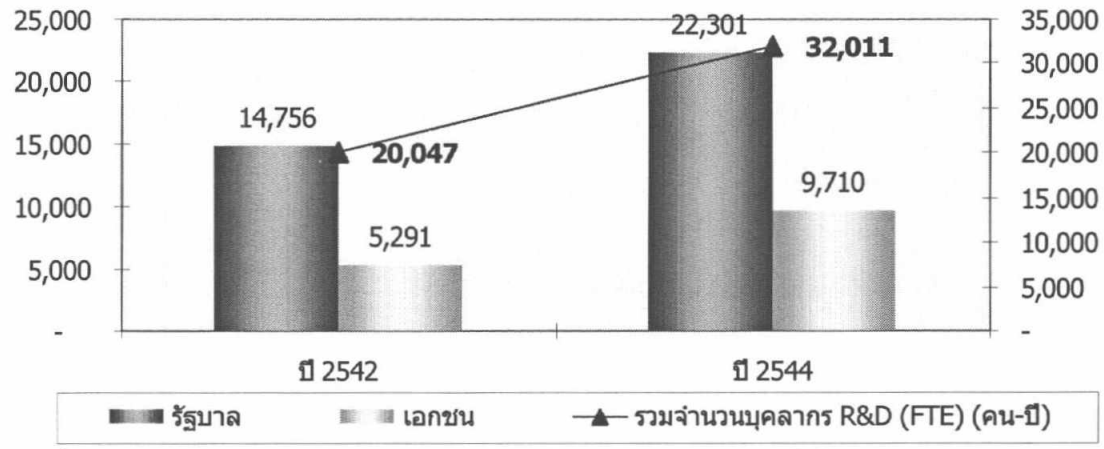
ระดับการพัฒนาเศรษฐกิจ/ประเทศ		(%) GDP/GERD		
		ปี 2542	ปี 2543	ปี 2544
ประเทศพัฒนาแล้ว	สวีเดน	3.67	3.78	3.65
	ฟินแลนด์	3.09	3.32	3.39
	ญี่ปุ่น	3.15	3.12	2.98
	สหรัฐอเมริกา	2.62	2.69	2.80
ประเทศอุตสาหกรรมใหม่	เกาหลี	2.47	2.65	2.92
	ไต้หวัน	2.05	2.04	2.16
	สิงคโปร์	1.87	1.88	2.12

ที่มา : World Competitiveness Yearbook 2001-2003, IMD

ในส่วนของบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนานั้น ในปี 2544 ประเทศไทยมีจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาจำนวน 32,011 คน หรือคิดเป็น 5.14 คนต่อประชากร 10,000 คน โดยบุคลากรดังกล่าวประกอบด้วย นักวิจัย 17,710 คน (คิดเป็นร้อยละ 55 ของจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาทั้งหมด) ช่างเทคนิคจำนวน 7,110 คน (คิดเป็นร้อยละ 22) และพนักงานสนับสนุนจำนวน 7,191 คน (คิดเป็นร้อยละ

23) ทั้งนี้ บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 70) อยู่ในภาครัฐ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิจัยและพัฒนาของประเทศโดยส่วนใหญ่ยังคงดำเนินการอยู่ในภาครัฐมากกว่าภาคเอกชน ดังแสดงใน (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา (FTE) ของประเทศไทย ปี 2542 - 2544



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เมื่อเปรียบเทียบบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ จะพบว่าประเทศไทยยังคงมีจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาต่ำกว่าประเทศอุตสาหกรรมใหม่เหล่านั้นอีกมาก กล่าวคือ ประเทศเกาหลี ไต้หวัน และสิงคโปร์ มีบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาเท่ากับ 29.20 47.67 และ 47.10 คนตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าประเทศไทยประมาณ 6 - 10 เท่า (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาจำแนกตามระดับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ปี 2542-2544

ระดับการพัฒนาเศรษฐกิจ/ประเทศ		บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา (FTE) ต่อประชากร 10,000คน	
		ปี 2542	ปี 2544
ประเทศพัฒนาแล้ว	สวีเดน	74.01	75.25
	ฟินแลนด์	90.32	101.55
	ญี่ปุ่น	73.22	70.69
ประเทศอุตสาหกรรมใหม่	เกาหลี	27.71	29.20
	ไต้หวัน	47.21	47.67
	สิงคโปร์	38.22	47.10

ที่มา : World Competitiveness Yearbook 2001-2003, IMD

* สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

** World Competitiveness Yearbook 2002

3.2.3 ปัจจัยผลลัพธ์ : จำนวนสิทธิบัตรและผลงานตีพิมพ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลลัพธ์ของการวิจัยและพัฒนา สามารถวัดได้ใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1. จำนวนสิทธิบัตร และ 2. จำนวนผลงานตีพิมพ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยในส่วนของสิทธิบัตรนั้น จะพบว่า ประเทศไทยมีจำนวนการจดสิทธิบัตรเพียง 65 รายการ ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับ ประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างญี่ปุ่น อเมริกา เกาหลี และไต้หวันที่มีจำนวนการจดสิทธิบัตรมากถึง 123,978 83,090 34,052 และ 20,094 รายการตามลำดับ

ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาจำนวนผลงานตีพิมพ์ของประเทศไทยเทียบกับประเทศอื่นๆ จะพบว่า ประเทศไทยยังมีจำนวนผลงานตีพิมพ์น้อยมมาก โดยมีจำนวนเพียง 470 บทความ ในขณะที่อเมริกา ญี่ปุ่น จีน และอินเดีย มีการตีพิมพ์บทความมากถึง 163,526 47,826 11,675 และ 9,217 บทความตามลำดับ (รูปที่ 8)

รูปที่ 8 ดัชนีด้านสิทธิบัตรและผลงานตีพิมพ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศต่าง ๆ โดย IMD ปี 2546

PATENT		PUBLICATION	
JAPAN	123,978	USA	163,526
USA	83,090	JAPAN	47,826
KOREA	34,052	CHINA	11,675
TAIWAN	20,094	INDIA	9,217
CHINA	3,742	KOREA	6,675
INDIA	408	TAIWAN	5,655
THAILAND	**65**	**THAILAND**	**470**
MALAYSIA	28	MALAYSIA	416
PHILIPPINES	6	PHILIPPINES	164
INDONESIA	5	INDONESIA	142

ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

จากปัจจัยที่นำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้ง 4 ประการข้างต้น ได้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีความอ่อนแอในทั้ง 4 ปัจจัย กว่าประเทศอุตสาหกรรมใหม่เป็นอย่างมาก ดังนั้น จึงไม่ใช่เรื่องน่าแปลกใจที่อันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยจึงยังคงอยู่ในอันดับท้ายๆ

3.3 ความจำเป็นและความพยายามของประเทศไทยในการยกระดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้นว่าความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อระบบเศรษฐกิจของโลก นอกจากนี้ในปัจจุบันที่โลกกำลังก้าวเข้าสู่ยุคของระบบเศรษฐกิจโมเลกุลที่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นตัวผลักดันสำคัญ หากประเทศไทยต้องการที่จะรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันไว้ก็จำเป็นที่จะต้องมีการปรับตัวให้สามารถก้าวทันความเปลี่ยนแปลงของโลกดังที่กล่าวมาแล้วได้ สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่ประเทศไทยจำเป็นจะต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อที่จะรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันไว้ให้ได้ ก็คือ การพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสามารถนำเอาความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับภาคการผลิตและการบริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้

ในสมัยก่อนแนวความคิดในการพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปในรูปแบบที่ว่าหากต้องการให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น สิ่งที่ต้องดำเนินการก็คือการเพิ่มปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา อย่างไรก็ตามในปัจจุบันแนวคิดดังกล่าวได้เปลี่ยนไปโดยที่การเพิ่มปัจจัยนำเข้าดังกล่าวนั้นไม่เพียงพอที่ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ให้เกิดผลทางต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศอย่างแท้จริง เพื่อที่จะให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้นั้นจำเป็นที่จะต้องทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Linkage) ระหว่างส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนด้วยกันได้แก่ สถาบันการศึกษา (Universities) สถาบันวิจัยภาครัฐ (Government Research Institutes) และ ภาคอุตสาหกรรม (Industry) นอกจากนี้ยังมีความพยายามที่จะกระตุ้นให้ภาคเอกชน ซึ่งเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในภาคการผลิตและบริการของประเทศ

ในปัจจุบันรัฐบาลได้ดำเนินการมาตรการหลายๆ มาตรการด้วยกันเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น โดยสามารถที่จะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ มาตรการทางด้านการเงิน การคลังและภาษี และมาตรการสนับสนุนทางด้านเทคนิค

3.3.1 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ

โครงสร้างพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน 2 ส่วนด้วยกัน คือ ทำให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอีกส่วนหนึ่งคือการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์ในภาคอุตสาหกรรม โครงสร้างพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้มีการดำเนินการไปแล้วโดยรัฐบาลในปัจจุบัน ได้แก่

- อุทยานวิทยาศาสตร์ (science park) ซึ่งหมายถึงโครงสร้างพื้นฐานที่ถูกจัดตั้งขึ้น เพื่อส่งเสริมให้มีเกิดระบบนวัตกรรมและการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหลัก ซึ่งจะมีวิธีการดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้โดยการทำให้เกิดการไหลเวียนขององค์ความรู้ระหว่างมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยและพัฒนา และผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ในปัจจุบันได้มีการจัดตั้งอุทยานวิทยาศาสตร์ขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศไทยที่บริเวณถนนพหลโยธิน กิโลเมตรที่ 42 ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย โดยได้เปิดดำเนินการอย่างเป็นทางการเมื่อปี พ.ศ. 2545 ในวงเงินประมาณ 3,000 ล้านบาท และมีแนวทางที่จะจัดตั้งอุทยานวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในระดับภูมิภาคที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้

3.3.2 *มาตรการทางด้านการเงิน การคลัง และภาษี*

มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อที่จะกระตุ้นให้ภาคเอกชนหันมาลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

- โครงการทุนสนับสนุนผู้ปฏิบัติการวิจัยในภาคอุตสาหกรรม โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ซึ่งอยู่ในรูปของการสนับสนุนเงินทุนวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสนับสนุนการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม เพื่อช่วยผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMI) ให้เพิ่มขีดความสามารถทางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการผลิต การจำหน่าย การจัดการและการบริการเพื่อปรับปรุงหรือยกระดับของเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ให้มีประสิทธิภาพ สามารถผลิตสินค้าที่ได้มาตรฐาน ลดการสูญเสียในสายการผลิต ตลอดจนการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของการทำงานให้ทันสมัย โดยในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2541-2545 ได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเป็นจำนวนทั้งสิ้น 32 โครงการ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 44.97 ล้านบาท
- โครงการกองทุนนวัตกรรมแห่งชาติ ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติซึ่งถูกจัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม โดยเป็นการปรับเปลี่ยนแนวทางการบริหารของสำนักงานคณะกรรมการบริหารกองทุนพัฒนานวัตกรรม และทำหน้าที่บริหารจัดการกองหมุนเวียนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้วย โดยสำนักงาน ฯ จะมีกรอบภารกิจหลักในการยกระดับความสามารถด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม การให้การสนับสนุนจะมีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อการนำผลงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ โดยมีรูปแบบในการให้การสนับสนุน 3 ลักษณะ คือ เงินอุดหนุนแบบให้เปล่า เงินอุดหนุนในรูปเงินกู้ในระยะเวลาหนึ่ง การร่วมลงทุนร่วมกับสถาบันร่วมลงทุน ผลการดำเนินงานในช่วงระหว่างปี 2543-2547 สำนักงานฯ ได้ให้การสนับสนุนโครงการไปทั้งสิ้นจำนวน 25 โครงการ โดยมีวงเงินสนับสนุน 58.15 ล้านบาทและมีมูลค่าโครงการรวม 938.55 ล้านบาท
- โครงการสนับสนุนการวิจัย พัฒนา และวิศวกรรมของภาคเอกชนด้วยมาตรการด้านการเงิน (CD) มีสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบ มี

วัตถุประสงค์ในการดำเนินการเพื่อให้การช่วยเหลือด้านการเงินแก่เอกชนในภาคอุตสาหกรรมเพื่อการค้นคว้า วิจัย และพัฒนา เพื่อใช้เทคโนโลยีในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตตามความต้องการของบริษัทในรูปของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และเงินให้เปล่า โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือขนาดกลาง เงินจดทะเบียนไม่เกิน 100 ล้านบาทหรือมีพนักงานไม่เกิน 200 คน ในช่วงปี 2531-2547 ได้ให้ความสนับสนุนโครงการในรูปของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำทั้งสิ้น 107 โครงการ และเงินให้เปล่าทั้งสิ้น 17 โครงการ คิดเป็นมูลค่าโครงการทั้งสิ้นประมาณ 2595.93 ล้านบาท โดยเป็นเงินที่ได้รับการสนับสนุนจาก สวทช. จำนวน 822.22 ล้านบาท

- โครงการศูนย์ลงทุน โดยมีสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นหน่วยงานรับผิดชอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการลงทุน และร่วมทุน ในกิจการที่มีศักยภาพทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อุตสาหกรรม ธุรกิจและการตลาด มีรูปแบบและขอบเขตการดำเนินการโดยจะดำเนินการในรูปแบบหน่วยงานโฮลดิ้งกับบริษัทเอกชน โดยมีหลักการว่าจะถือหุ้นร่วมทุนไม่เกินร้อยละ 50 และมอบให้บริษัทเอกชนรับผิดชอบในด้านการผลิต จำหน่าย หรือให้บริการและการบริหารทั่วไป ภาพรวมการลงทุน ณ วันที่ 30 กันยายน 2545 มีการลงทุนร่วมทั้งสิ้นจำนวน 9 บริษัท คิดเป็นต้นทุน 78.66 ล้านบาทในสัดส่วนสินทรัพย์ของบริษัทร่วมทุนเท่ากับ 111.36 ล้านบาท
- มาตรการส่งเสริมการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนา ซึ่งรับผิดชอบโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน โดยกำหนดให้กิจการวิจัยและพัฒนา กิจการบริการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ กิจการบริการสอบเทียบมาตรฐาน กิจการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เป็นกิจการที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ และให้ได้รับสิทธิพิเศษทางด้านภาษีอากร โดยให้ได้รับการยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักร ให้ได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นระยะเวลา 8 ปี การดำเนินการในช่วงปี 2529-2547 ให้การสนับสนุน กิจการวิจัยและพัฒนาจำนวน 55 บริษัท กิจการบริการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 บริษัท กิจการบริการสอบเทียบมาตรฐาน จำนวน 6 บริษัท กิจการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ จำนวน 2 บริษัท
- มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งรับผิดชอบโดยกรมสรรพากร โดยให้หักค่าสึกหรอและค่าเสื่อมราคาเบื้องต้นของทรัพย์สินประเภทเครื่องจักรและอุปกรณ์ของเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการวิจัยและพัฒนาในอัตราร้อยละ 40 ของมูลค่าต้นทุน และการยกเว้นภาษีเงินได้สำหรับเงินได้ของบริษัทและห้างหุ้นส่วนนิติบุคคลเป็นจำนวนร้อยละ 100 ของรายจ่ายที่ได้จ่ายไปเป็นค่าจ้างเพื่อทำการวิจัยและพัฒนา โดยมีคณะกรรมการรับรองโครงการวิจัยและพัฒนาพิจารณาโครงการที่ภาคเอกชนเสนอมาว่าเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาหรือไม่ การดำเนินการในช่วงปี 2545-2547 ได้มีบริษัทที่ได้รับการรับรองโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทั้งหมด 143 โครงการ มีมูลค่าโครงการทั้งสิ้น 362.69 ล้านบาท
- การหักค่าใช้จ่ายสำหรับโครงการฝึกอบรม โดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงานได้ร่วมกับกรมสรรพากรอนุญาตให้บริษัทและห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล สามารถหักภาษีร้อยละ 150 จากค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม โดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานจะทำหน้าที่เป็นหน่วยงานที่ให้การรับรองโครงการ ที่ผ่านมามีผลการดำเนินงานโดยในระหว่างปี 2539-2545 มีบริษัทที่ยื่นขอลดหย่อนภาษีเป็นจำนวน 1,293 บริษัท มี

จำนวนบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมจำนวน 1,054,780 คน และมีค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมดเป็นจำนวน 1,451.35 ล้านบาท

3.3.3 มาตรการสนับสนุนทางด้านเทคนิค

การสนับสนุนทางด้านเทคนิคทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญได้แก่ การทดสอบ การวิเคราะห์คุณภาพ และการให้บริการมาตรวิทยา ซึ่งหากมีการบริการสนับสนุนทางด้านเทคนิคดังกล่าวอย่างเพียงพอ จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถที่จะพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งขั้นตอนการผลิตให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในปัจจุบันรัฐบาลได้มีความพยายามที่จะจัดตั้งศูนย์บริการทางด้านเทคนิคทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะกับกลุ่มอุตสาหกรรมหลักของประเทศ (strategic sectors) ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ อุตสาหกรรมไมโครชิป อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว อุตสาหกรรมสุขภาพ และอุตสาหกรรมชีวภาพ แต่ในบางกลุ่มอุตสาหกรรมก็ยังคงไม่เพียงพอกับความต้องการ เช่น อุตสาหกรรมสุขภาพ เป็นต้น

3.4 เทคโนโลยีหลักที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน

ในปัจจุบันรูปแบบของเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาระบบเศรษฐกิจของโลกได้เปลี่ยนไปจากเดิมที่เคยเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบทั่วๆ ไป มาเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบเฉพาะทางมากขึ้น มีความซับซ้อนมากขึ้น และอยู่ในระดับโมเลกุล เทคโนโลยีหลักดังกล่าวได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ นาโนเทคโนโลยี และเทคโนโลยีด้านวัสดุ นอกจากนั้น วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สาขานี้กำลังถูกนำมาผนวกกันและบวกกับเทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นตัวผลักดันการเปลี่ยนแปลงโลกให้เป็นไปอย่างรวดเร็วอยู่แล้ว ก็จะยิ่งเร่งวิวัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงให้เร็วขึ้นไปอีก

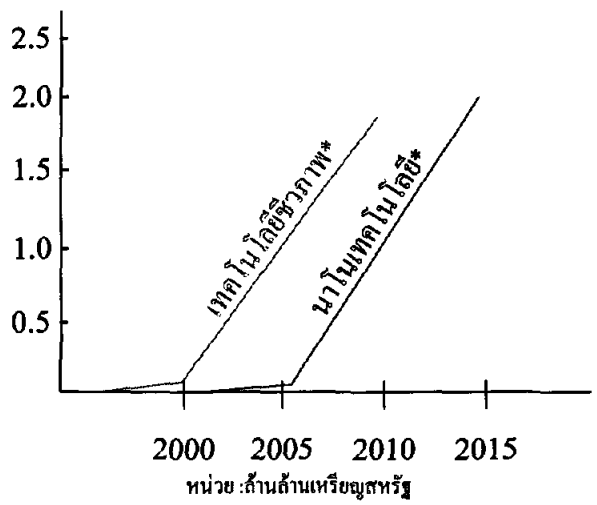
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทำให้ประชาชนและธุรกิจสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ความรู้จากแหล่งสารสนเทศทั่วทุกมุมโลกในราคาที่ถูกลงทุกวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นทั้งแหล่งความรู้และสื่อกลางในการทำธุรกรรมทางการค้าและบริการแบบใหม่ที่เรียกว่า พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (E-education) การลดความเหลื่อมล้ำของประชาชนในการเข้าถึงสารสนเทศและความรู้ (digital divide) เพื่อให้สังคมมีความเท่าเทียมกันมากขึ้น (E-society) การเสริมสร้างขีดสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม (E-industry) และการเพิ่มความแข็งแกร่งในการดำเนินการของภาครัฐ (E-government)

เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และนาโนเทคโนโลยี จะเป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญในการสร้างนวัตกรรมสำหรับอนาคต เช่น ความก้าวหน้าในความรู้ทางด้านพันธุกรรมระดับโมเลกุลจะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ที่สามารถต้านทานโรคและเพิ่มผลิตภาพการเพาะปลูกและการเลี้ยง หรืออาจนำมาใช้ในทางด้านการแพทย์สำหรับการปลูกถ่ายยีนเพื่อรักษาโรคทางพันธุกรรมที่ร้ายแรง เป็นต้น

นอกจากนี้ความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีระดับนาโนเมตรจะทำให้ต่อไปสามารถผลิตหุ่นยนต์ขนาดเล็กมากระดับโมเลกุลมาใช้ในการนำยาไปรักษาในจุดที่เป็นโรคโดยไม่ต้องผ่าตัด

เทคโนโลยีชีวภาพและนาโนเทคโนโลยี นับเป็นสองเทคโนโลยีที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจโลกในระยะ 10 ปี ข้างหน้าสูงกว่าเทคโนโลยีอื่นๆ โดยเทคโนโลยีชีวภาพจะมีมูลค่ารวมในตลาดโลกถึง 2 ล้านล้านเหรียญสหรัฐภายใน2 - 3 ปีข้างหน้า ในขณะที่นาโนเทคโนโลยีจะมีมูลค่ารวมถึงระดับดังกล่าวในอีกประมาณ 5 ถัดไป (รูปที่ 9)

รูปที่ 9 การคาดการณ์การเติบโตของตลาดสินค้าเทคโนโลยี



ที่มา : แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556)

3.4.1 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology, ICT)

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT) เป็นการบรรจบพบกันระหว่างเทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคม กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และซอฟท์แวร์ การใช้ข้อมูลสารสนเทศกับสื่อที่มีความเร็วสูงได้ทำให้ชีวิตของเรามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีผลกระทบต่อวิธีการทำงาน การศึกษา และการสร้างความบันเทิง และจะยังมีผลต่อเนื่องไปถึงอนาคตด้วย

การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT) เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ยุคที่มีโทรเลข โทรศัพท์พื้นฐาน ไปจนถึงมีโทรศัพท์ไร้สาย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ผนวกเข้ากับการใช้ดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร ในขณะที่เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน และในที่สุดเทคโนโลยีทั้งสองด้านก็ถูกประสานเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อติดต่อสื่อสาร เช่น การควบคุมใช้งานแบบโทรศัพท์ โทรสาร และอินเตอร์เน็ต ทำให้เกิดวิวัฒนาการเป็นยุคๆ เริ่มจากยุค 1Gในปี 1996 ที่มีการใช้งานแบบโทรศัพท์ทั่วไป จนมีการผนวกเทคโนโลยีให้ส่งข้อความถึงกันได้เข้าไป (compound messaging) ส่วนในยุค 2G คือ มีการใช้งานด้านรับส่งข้อมูลมากขึ้น ทำให้ต้องพัฒนาเครือข่ายให้มี

ความเร็วสูง (broadband) และปัจจุบันกำลังก้าวสู่ยุค 3G โดยมีการทำให้รับส่งข้อมูลภาพวิดีโอได้แบบ realtime

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT) ที่มีความสามารถสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังกล่าวนี้ มีผลกระทบอย่างมหาศาลต่อการสื่อสารระหว่างผู้คนที่อาศัยอยู่ในแต่ละมุมของโลก ทำให้ติดต่อการได้ง่ายขึ้นและรวดเร็วขึ้นภายในเพียงเสี้ยววินาที ทำให้อุปสรรคเรื่องพื้นที่ทางกายภาพเกือบหมดความสำคัญไป โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันทั่วโลก มีผู้ใช้มากกว่า 500 ล้านคน มีการใช้จ่ายด้าน ICT ทั่วโลกรวมกันได้ประมาณ 2.4 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ[5]

หากพิจารณาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้านอื่น ได้แก่ เศรษฐกิจ การเมือง และสังคม เราสามารถมองเห็นผลกระทบที่มีความต่อเนื่องได้ไปถึงระดับโลกที่เชื่อมโยงกันได้มากขึ้น โดยเรียกว่า โลกาภิวัฒน์ (globalization) ตลาดของ ICT ทั้งโลกในปี 2002 มีมูลค่าสูงถึง 2,066 พันล้านเหรียญสหรัฐ คิดเป็น 6.6 % ของผลิตภัณฑ์ประชาชาติทั้งโลก[6]

สำหรับประเทศไทยในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา **โลกาภิวัฒน์ คือคำตอบที่ดี** สำหรับการตอบคำถามว่าเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT) มีผลกระทบอย่างไรต่อเศรษฐกิจและสังคมไทย เป็นอย่างมาก

ในภาคธุรกิจเอกชน มีความตื่นตัวในการยกระดับศักยภาพ และความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจทั้งในระดับประเทศ และนานาชาติ ในช่วงเริ่มแรกของการใช้ ICT ในภาคธุรกิจเอกชนเป็นการเน้นเพื่อลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต แต่ในระยะหลังนี้การแข่งขันทางธุรกิจมีความเข้มข้นมากขึ้น ICT ถูกใช้ในการเสริมกลยุทธ์ทางธุรกิจที่มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น การติดต่อลูกค้า การตลาดและประชาสัมพันธ์ การสร้างเครือข่ายทำให้มีความรวดเร็วและตอบสนองความต้องการต่างๆได้มากขึ้น

ในทางสังคม ICT เริ่มต้นบทบาทสำคัญด้วยการกระจายข่าวสารข้อมูล เพื่อลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงข้อมูลความรู้ด้านต่างๆ มีการพัฒนาไปสู่เรื่องการติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่มคนต่างๆ ในสังคม โดยเฉพาะกลุ่มผู้ด้อยโอกาส และประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกล และที่สำคัญ คือ ด้านการศึกษา ICT มีบทบาทเป็นอย่างมากในการเพิ่มโอกาสการเรียนรู้ ทำให้มีการพัฒนาการศึกษาขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง โดยเฉพาะการที่สถาบันการศึกษาสามารถเปิดการเรียนการสอน หรือเปิดหลักสูตรฝึกอบรมได้ทางอินเทอร์เน็ต

สภาพความเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของสังคมในปัจจุบัน ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT) ทำเศรษฐกิจของโลกหมุนเข้าสู่ยุคที่ต้องใช้ความรู้ (knowledge) และนวัตกรรมมากขึ้น (innovation) เช่นในปัจจุบัน เป็นพลังให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (productivity) สูงขึ้น และเป็นเครื่องมือในการแข่งขันทางเศรษฐกิจตั้งแต่ระดับองค์กรธุรกิจ ไปจนถึงการแข่งขันระหว่างประเทศ

---

[5] World Information Technology and Service Alliance (WISTA). Digital Planet 2002 Report.

[6] ITU World Telecommunication Indicators Database

โดยสรุปเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT) ในปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดผลการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดยผลกระทบเหล่านี้ล้วนแต่มีนัยถึงความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสิ้น

3.4.2 เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)

เทคโนโลยีชีวภาพอาจมีคำนิยามแบบกว้างๆ หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการนำสิ่งมีชีวิต และผลผลิตมาใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายความว่ามนุษย์ได้รู้จักกับการใช้เทคโนโลยีชีวภาพมาเป็นระยะเวลานานแล้ว เช่น เทคโนโลยีการหมัก การบ่ม ต่างๆ เทคโนโลยีการผสมพันธ์พืชและสัตว์ เป็นต้น

เทคโนโลยีชีวภาพตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้นเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามจุดเปลี่ยนที่สำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพที่ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของเทคโนโลยีชีวภาพแผนใหม่และมีผลกระทบเป็นอย่างมากต่ออุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ ก็คือ การค้นพบเกี่ยวกับชีววิทยาโมเลกุล ซึ่งเป็นความรู้ที่จะทำให้เราสามารถเข้าใจกลไกการสืบพันธ์ และการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตอย่างละเอียดลึกซึ้ง และทำให้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ เทคนิคที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพก็คือการโคลน (cloning) ซึ่งก็คือการผลิตเซลล์หรือส่วนของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ

สำหรับประเทศไทยนั้นเริ่มที่จะมีการให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพอย่างจริงจังเมื่อประมาณ 20 ปีที่ผ่านมานี้ โดยได้มีการจัดตั้งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพขึ้นเพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักของประเทศในการทำวิจัยและพัฒนา รวมทั้งกำหนดนโยบายการพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

เทคโนโลยีชีวภาพได้เข้ามามีส่วนอย่างมากต่อภาคการผลิตของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเกษตรหรืออุตสาหกรรม เทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้กับด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมของไทยในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่ยังเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบเก่า อย่างไรก็ตามก็ได้มีความพยายามเป็นอย่างมากในการทำวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพแผนใหม่ เพื่อที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตทั้งทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม

ทางด้านการเกษตรเทคโนโลยีชีวภาพถูกนำในเรื่องของการพัฒนาพันธ์พืชและสัตว์เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงทำให้มีอัตราการสูญเสียระหว่างการเพาะเลี้ยงน้อยลง ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น การผลิตตรวจสอบโรคติดต่อ และพัฒนาวัคซีนและชีวภัณฑ์อื่นๆ เช่น ในกรณีของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ได้มีการพัฒนาชุดตรวจโรคไวรัสหัวเหลืองที่มีการแพร่ระบาดในปี พ.ศ. 2539 ทำให้ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคดังกล่าวไม่มากนัก การพัฒนาเอ็นไซม์และ probiotic เพื่อใช้ในอาหารสัตว์ การใช้เทคโนโลยีด้านระบบสืบพันธ์ เช่น การผสมเทียม การย้ายฝากตัวอ่อน การผสมเทียมนอกมดลูก การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเกษตร เช่น การป้องกันกำจัดศัตรูพืช การจัดการสภาพแวดล้อมบ่อเลี้ยงกุ้ง การกำจัดของเสียในคอกปศุสัตว์

สำหรับทางด้านอุตสาหกรรมนั้น โดยส่วนมากเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทยจะถูกนำมาใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร โดยนำมาใช้ในเรื่องต่างๆ ได้แก่ การจัดระบบดูแลความปลอดภัยของอาหารที่สามารถตรวจวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ เพื่อรับรองคุณภาพและมาตรฐานสินค้าอาหารได้ การใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (post harvesting technology) และบรรจุภัณฑ์ เพื่อยืดอายุผลผลิตทางการเกษตร การประเมินความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งออก และสามารถตอบสนองต่อมาตรการกีดกันทางด้านการค้าของประเทศอื่นๆ เช่น มาตรการตรวจย้อนผลิตภัณฑ์อาหารของสหภาพยุโรป การพัฒนาและปรับปรุงหัวเชื้อบริสุทธิ์ น้ำย่อยและส่วนของจุลินทรีย์ รวมทั้งวัตถุดิบทางชีวภาพ มาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ

นอกจากนั้นเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทยยังถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในสังคมและสภาพแวดล้อมด้วย เช่น การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้เพื่อพัฒนาทางด้านการแพทย์และสาธารณสุขเพื่อเป็นการลดความจำเป็นในการนำเข้าสินค้าทางด้านการแพทย์ต่างๆ เช่น วัคซีน ชุดตรวจวินิจฉัยโรค ยาต่างๆ เป็นต้น และทำให้คนไทยสามารถใช้สินค้าต่างๆ เหล่านี้ได้ในราคาที่ถูกลง ในส่วนของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมนั้นได้มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วยในการผลิตวัตถุดิบชีวมวลซึ่งนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ การผลิตสารเชื้อเพลิงชีวภาพต่างๆ และการแปรสภาพของเสียจากภาคอุตสาหกรรมให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง เป็นต้น

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทย อาจจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบในหลายๆ ด้านด้วยกัน ได้แก่ การแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ในตลาดโลก นโยบายการกีดกันทางด้านการค้าที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศต่างๆ และการยอมรับของประชาชนต่อเทคโนโลยีชีวภาพ

ในปี พ.ศ. 2543 มูลค่าของสินค้าทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพในตลาดโลกมีมูลค่าประมาณ 2,339 พันล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอัตราประมาณร้อยละ 12-20 ต่อปี นอกจากนี้ยังพบว่าในปัจจุบันหลายประเทศในโลกโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และญี่ปุ่น ได้กำหนดให้การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเป็นยุทธศาสตร์สำคัญของประเทศเพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการเพิ่มขีดความสามารถภาคการผลิตและอุตสาหกรรมของประเทศ รวมทั้งช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในประเทศด้วย นอกจากนี้ประเทศในภูมิภาคเอเชียซึ่งถือได้ว่าอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพก็ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพและได้ให้การสนับสนุนส่งเสริมเป็นอย่างมากเช่น ประเทศสิงคโปร์ได้จัดสรรงบประมาณจำนวนมากกว่า 2,000 พันล้านเหรียญสหรัฐในการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ มีการจัดตั้ง BioPolis และสถาบันหลักเฉพาะทางเพื่อเป็นศูนย์กลางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศ[7] อันที่จริงแล้วหากจะแบ่งกลุ่มประเทศที่สามารถจะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพอาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มประเทศมหาอำนาจที่เป็นผู้คิดค้นนวัตกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรปสำหรับกลุ่มประเทศอีกกลุ่มหนึ่งจะเป็นกลุ่มประเทศที่ยังไม่มีความสามารถในการคิดค้นนวัตกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพได้เอง แต่ก็มีขีดความสามารถและมีนโยบายที่มีความพร้อมในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีชีวภาพเหล่านั้นและพัฒนาต่อ

[7] Normile Dennis (2002), "Can money Turn Singapore Into a Biotech Improvement", Science; vol.297

ได้จนเป็นเทคโนโลยีของตนเอง เช่น ญี่ปุ่น สิงคโปร์ อินเดีย จีน และมาเลเซีย สำหรับประเทศไทยนั้นอาจจะยังไม่สามารถที่จะพัฒนาให้เป็นประเทศในกลุ่มแรกได้ แต่ก็มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพได้ตามแบบของกลุ่มประเทศแบบหลัง

ปัจจุบันหลายๆ ประเทศได้มีความพยายามในการกีดกันทางด้านการค้าระหว่างประเทศ โดยใช้ข้ออ้างเกี่ยวกับความปลอดภัยของสินค้าและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีชีวภาพ ตัวอย่างเช่น ประเทศสหภาพยุโรปอ้างว่าสินค้า GMOs อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมได้ และตั้งแต่ปี 2540 ได้มีการออกมาตรการกำกับการนำเข้าสินค้า GMOs ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าของหลายประเทศ จากมาตรการกีดกันทางด้านการค้าดังกล่าว ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากมาตรการ GMOs ในหลายกรณีเนื่องจากเป็นผู้ส่งออกอาหารรายใหญ่ของโลก โดยส่งออกสินค้าที่มีส่วนประกอบของถั่วเหลือง(อาจคาดประมาณได้ว่า 1 ใน 3 มี GMOs) และข้าวโพด (มี GMOs พอสมควร) เป็นมูลค่าประมาณ 40,000 ล้านบาท ต่อปี ดังนั้นไทยจึงควรสนับสนุนให้มีการจัดทำกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการค้าสินค้า GMOs ที่ชัดเจนและยึดอยู่พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (scientific based) โดยจะต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะมีต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมด้วย และการที่จะต้องดำเนินการตามมาตรการติดฉลากหรือการออกหนังสือรับรอง (certificate) ในการส่งสินค้าไปยังบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น สหภาพยุโรป และตะวันออกกลาง ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยได้สร้างความสามารถทางเทคโนโลยีในการตรวจ DNA ถึงระดับที่ให้บริการได้แล้ว จึงช่วยให้คลี่คลายปัญหาไปได้ในระดับหนึ่ง ขณะนี้กำลังเร่งขยายเครือข่ายของห้องปฏิบัติการดังกล่าวให้เพียงพอและให้มีมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ เพื่อรับมือกับสภาวะกดดันทางการค้าดังกล่าว

ปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทยก็คือความเข้าใจและการยอมรับของประชาชน เนื่องจากหากไม่สามารถทำให้ประชาชนเข้าใจ ตระหนักถึง และยอมรับความสำคัญและการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพได้ ก็จะทำให้เกิดการต่อต้านจากประชาชน และไม่สามารถนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มศักยภาพ เช่นในกรณีของพืชดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs Plant) ที่ได้รับการต่อต้านเป็นอย่างมากจากประชาชน เนื่องจากไม่มีการประชาสัมพันธ์และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ประชาชน ก่อนที่จะมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการดำเนินการดังกล่าว โดยในปัจจุบันศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติก็มีแผนงานและโครงการต่างๆ ที่จะสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพให้แก่ประชาชน

3.4.3 เทคโนโลยีวัสดุและนาโนเทคโนโลยี (Material Technology and Nanotechnology)

ว่ากันว่าสาขาเกือบทุกสาขาของวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมมีความเกี่ยวข้องกับวัสดุในทางใดทางหนึ่ง อันที่จริงแล้ว ความต้องการในวัสดุครอบคลุมกว้างขวางเช่นเดียวกับความต้องการในพลังงาน คาดการณ์ว่างานของวิศวกรหนึ่งในสามคนจะเป็นงานเกี่ยวข้องกับวัสดุโดยตรง ในขณะที่กว่าครึ่งของวิศวกรทั้งหมดอย่างน้อยจะคำนึงถึงอย่างอ้อมๆ ถึงคุณสมบัติของวัสดุ

ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางด้านโลหะและวัสดุสมัยใหม่ที่เริ่มมีในช่วงทศวรรษที่ 1950 อาจสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนการผลิต โครงสร้าง และคุณสมบัติ ซึ่งทำให้มนุษย์สามารถประดิษฐ์semiconductor composite superalloys high-tech ceramics ได้ และทำให้โลกเริ่มก้าวเข้าสู่ยุคของอิเล็กทรอนิกส์หรือยุคไมโครเทคโนโลยี

ในปัจจุบันเทคโนโลยีวัสดุกำลังเข้าสู่ช่วงของการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอีกครั้งหนึ่ง ก็คือ การเกิดขึ้นและเข้ามามีบทบาทของ "นาโนเทคโนโลยี" ซึ่งคำว่า "นาโน" หมายถึงหนึ่งในพันล้านส่วน (10^{-9}) ดังนั้น นาโนเทคโนโลยีจึงหมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้าง การสังเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักรหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งมีขนาดเล็กมากในระดับนาโนเมตร หรือเทียบเท่ากับระดับอนุภาคของโมเลกุลหรืออะตอม รวมถึงการออกแบบหรือการใช้เครื่องมือสร้างวัสดุที่อยู่ในระดับที่เล็กมาก หรือการเรียงอะตอมและโมเลกุลในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง ทำให้โครงสร้างของวัสดุหรือสสารที่มีคุณสมบัติพิเศษ ไม่ว่าในทางเคมี ฟิสิกส์ หรือชีวภาพ และทำให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ตามต้องการ

เนื่องจากการพัฒนาการของนาโนเทคโนโลยีของโลกได้มีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของมนุษย์ในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการแพทย์ ระบบอุตสาหกรรม การสื่อสาร เครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้มีการกล่าวกันว่าในอนาคตนาโนเทคโนโลยีจะเป็นเทคโนโลยีการผลิตของโลก มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation, NSF) ได้ประมาณการว่าในอีก 10 ปีข้างหน้าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีของโลกจะมีมูลค่ารวมมากกว่า 40 ล้านล้านบาท โดยมีสัดส่วนสูงสุดในส่วนของผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับวัสดุประมาณร้อยละ 31[8]

กระแสการพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทำให้ประเทศต่างๆ ในโลก โดยเฉพาะกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา กลุ่มสหภาพยุโรป ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน ตื่นตัวเป็นอย่างมากต่อการลงทุนเพื่อการพัฒนางานวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยี เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดพระราชบัญญัติวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีแห่งศตวรรษที่ 21 โดยกำหนดให้รัฐบาลมีหน้าที่ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยีเพื่อเป็นผู้นำของโลกและกำหนดให้มีการลงทุนเป็นจำนวนเงิน 150,000 ล้านบาท ภายในปี 2548-2551 คิดเป็นจำนวนเงินประมาณ 37,000 ล้านบาทต่อปี นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่เป็นผู้นำทางด้านนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบัน ประเทศในสหภาพยุโรป และแม้แต่ในเอเชีย เช่น ประเทศญี่ปุ่นก็มีความก้าวหน้าทางด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างมาก ทั้งในด้านมาตรฐานการวัดและวิเคราะห์ที่มีความละเอียดสูง โครงการวิจัยขั้นสูงต่างๆ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ ท่อนาโนคาร์บอน นาโนไบโอเซ็นเซอร์

สำหรับในประเทศไทยแล้วนั้น นาโนเทคโนโลยียังเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่มากและอยู่ในขั้นเริ่มต้นของการพัฒนาเท่านั้น ในปัจจุบันพบว่างบประมาณการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยยังอยู่ในระดับที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ เช่น สิงคโปร์และมาเลเซีย

---

[8] Christopher Meyer and Stan Davis (2003), "IT's Alive" Crown Business New York

เป็นต้น จากการสำรวจโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ทราบว่าในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีนักวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีประมาณ 130 คน ใน 3 สาขาหลัก คือ วัสดุนาโน นาโนชีวภาพ และนาโนอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีจำนวนมากที่สุดในสาขาของนาโนอิเล็กทรอนิกส์ มีห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ 23 ห้องปฏิบัติการ สำหรับในภาคอุตสาหกรรมนั้น ได้เริ่มมีการนำนาโนเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ อุตสาหกรรมประกอบอุปกรณ์เก็บหน่วยความจำแบบดิสก์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลไฟฟ้าจุลภาคเพื่อใช้ในเครื่องมือแพทย์ โรงงานผลิตฟิล์มบางสำหรับอุตสาหกรรมประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

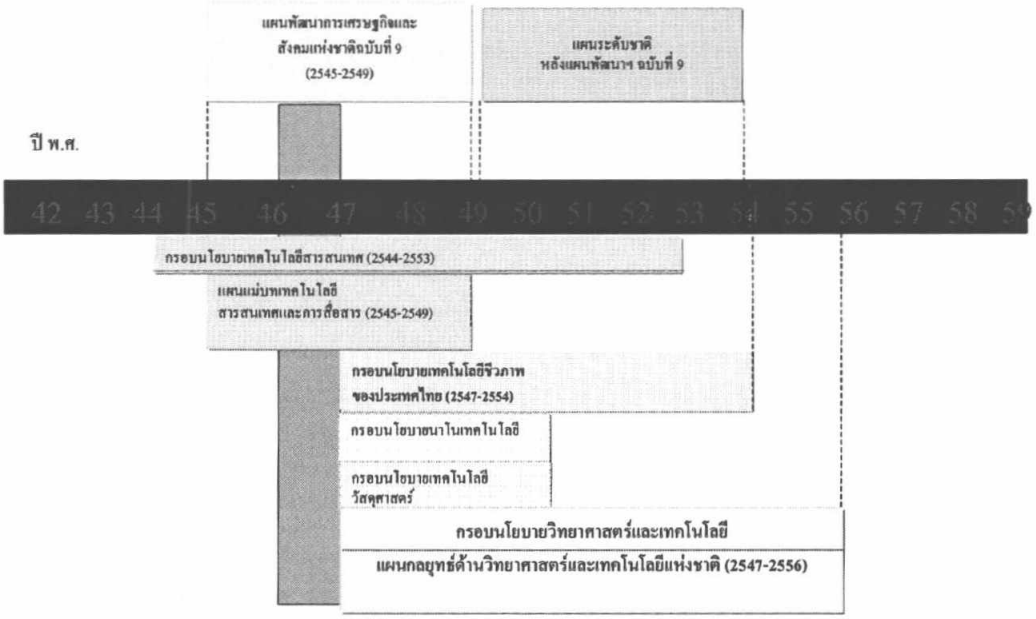
จากที่ได้กล่าวถึงความเป็นไปของนาโนเทคโนโลยีของโลกและประเทศไทยข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าเนื่องจากประเทศไทยในปัจจุบันมีทรัพยากรและความสามารถในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศที่ค่อนข้างต่ำ และคงจะแข่งขันกับประเทศที่พัฒนาแล้วได้ยาก ดังนั้นยุทธศาสตร์ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศที่เหมาะสมก็คือ การเลือกลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเฉพาะทางที่เหมาะสมกับการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของประเทศเฉพาะบางเรื่องเท่านั้น จึงจะทำประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากการพัฒนานาโนเทคโนโลยีได้สูงสุด

3.5 ยุทธศาสตร์และแนวทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

รัฐบาลในยุคปัจจุบันได้เปลี่ยนแนวคิดในการพัฒนาประเทศและได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้มีการกำหนดนโยบายและแผนงานการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ทำให้มีความชัดเจนและเชื่อมโยงกันมากขึ้น โดยมีการแบ่งนโยบายและแผนงานออกเป็นลำดับชั้นต่างๆ ที่มีความเชื่อมโยงกัน (รูปที่ 10) ดังนี้

- แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2553)
- แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย (พ.ศ. 2545-2549)
- กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ (พ.ศ. 2544-2553)
- กรอบนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ. 2547-2554)
- กรอบนโยบายเทคโนโลยีวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี (พ.ศ. 2547-2556)

รูปที่ 10 แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ



(ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ)

3.5.1 แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556)

วัตถุประสงค์หลักของแผนกลยุทธ์ฯ ก็เพื่อพัฒนาขีดความสามารถของประเทศไทยให้สามารถรับมือกับกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกในยุคโลกาภิวัตน์และสามารถแข่งขันได้ในระยะยาว โดยมีความสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศของรัฐบาลที่ต้องการเห็นประเทศไทยสามารถแข่งขันได้อย่างยั่งยืน มีเศรษฐกิจชุมชนเข้มแข็ง เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ มีสิ่งแวดล้อมที่ดี และประชาชนมีคุณภาพชีวิตสูงขึ้น โดยในการดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่วิสัยทัศน์ดังกล่าวได้ให้ความสนใจเป็นพิเศษกับปัจจัยที่เป็นเงื่อนไขพื้นฐานของการพัฒนา 4 ประการคือ

1) ความเข้มแข็งของระบบนวัตกรรมแห่งชาติ

2) ความเข้มแข็งทางด้านทรัพยากรมนุษย์

3) บรรยากาศการพัฒนาที่เอื้ออำนวย

4) ความสามารถใน 4 สาขาเทคโนโลยีเพื่ออนาคต ซึ่งได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และนาโนเทคโนโลยี

แผนกลยุทธ์ได้กำหนดเป้าหมายที่จะยกระดับความสามารถของประเทศโดยเน้น 3 เรื่องหลักคือ

(1) ปรับเปลี่ยนโครงสร้างอุตสาหกรรมไปเน้นการผลิตและบริการที่ใช้ความรู้เข้มข้นและการสร้างนวัตกรรม ซึ่งได้ตั้งเป้าไว้ภายใน 10 ปี ให้มีสัดส่วนสถานประกอบการที่มีนวัตกรรมเพิ่มขึ้นเป็น 35%

ของสถานประกอบการทั้งหมด และสัดส่วนของมูลค่าเพิ่มจากสาขาอุตสาหกรรมที่มีความรู้เป็นฐาน (knowledge-based industries) ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ไม่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศสมาชิก OECD

(2) เพิ่มความสามารถในการจัดการตนเอง คุณภาพชีวิต และเศรษฐกิจให้แก่ท้องถิ่น

(3) ยกระดับอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยให้สูงกว่าจุดกึ่งกลางของ IMD

กลุ่มเป้าหมายหลักที่จะได้รับผลกระทบโดยตรงสามารถแบ่งออกเป็น 3 ภาคส่วนด้วยกัน ได้แก่ **(ก) ภาคอุตสาหกรรม** ซึ่งได้ยึด 5 อุตสาหกรรมเป้าหมายที่รัฐบาลได้เลือกไว้ ได้แก่ อาหาร ยานยนต์ ไมโครชิปและซอฟต์แวร์ สิ่งทอ และการท่องเที่ยวและสุขภาพ ให้เป็นอุตสาหกรรมที่มีอันดับความสำคัญสูง **(ข) ภาคเศรษฐกิจชุมชน** ซึ่งจะเน้นการยกระดับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และขีดความสามารถในการจัดการตนเองของท้องถิ่น และ **(ค) ภาคสังคม**ซึ่งครอบคลุมการพัฒนาสิ่งแวดล้อม เยาวชน และผู้ด้อยโอกาส เป็นต้น

แผนกลยุทธ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. 2547 - 2556 ได้นำเอาแนวคิดการพัฒนาในรูปเครือข่ายวิสาหกิจหรือคลัสเตอร์ (cluster) มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนายกระดับและเพิ่มความสามารถของภาคส่วนเหล่านี้โดยมีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญซึ่งถือเป็นจุดเด่นที่สำคัญประการหนึ่งของแผนนี้ ข้อดีของคลัสเตอร์คือเป็นรูปแบบที่มองการพัฒนาอย่างเป็นระบบให้ความสำคัญกับการสร้างความร่วมมือและเชื่อมโยงกันระหว่างผู้มีบทบาทสำคัญ (key actors) ของระบบ ซึ่งได้แก่ ผู้ผลิต ซัพพลายเออร์ (suppliers) สถาบันวิจัย/สถาบันการศึกษาขั้นสูง สถาบันทางการเงิน หน่วยงานสนับสนุนของภาครัฐ และองค์กรที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ทั้งในภาครัฐและเอกชน ทั้งนี้อยู่บนสมมุติฐานหรือความเชื่อว่าการร่วมมือหรือเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายที่เข้มแข็งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาทั้งในแง่ของการลดต้นทุน ความเสี่ยง และเพิ่มการไหลเวียนของข้อมูล ข่าวสาร และความรู้ระหว่างผู้มีบทบาทสำคัญเหล่านี้ ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มผลิตภาพ นวัตกรรม และขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมในที่สุด

แผนกลยุทธ์ฉบับนี้ได้กำหนดกลยุทธ์การพัฒนาไว้ 5 กลยุทธ์ ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วจะนำไปสู่การบรรลุถึงเป้าหมายหลักของแผนกลยุทธ์ในภาพรวม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- กลยุทธ์ที่ 1. พัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจ (คลัสเตอร์) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีและผลิตภาพภาคการผลิต ยกระดับเศรษฐกิจชุมชนและคุณภาพบริการทางสังคม ซึ่งมีเป้าหมายให้เกิดคลัสเตอร์ที่เป็นรูปธรรมในสาขาอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ อาทิ กุ้ง ยานยนต์พาณิชย์ ซอฟต์แวร์ ไมโครชิป สิ่งทอ การท่องเที่ยว และบริการด้านสุขภาพ เป็นต้น
- กลยุทธ์ที่ 2. พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ตอบสนองความต้องการของภาคเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีเป้าหมายให้มีนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวนมากพอในการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอนาคต มีบัณฑิตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีคุณภาพสูงตรงตามความต้องการ

ของตลาด และให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับภูมิภาคอินโดจีนและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

- กลยุทธ์ที่ 3. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน แรงจูงใจ และสถาบันเพื่อกระตุ้นและสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ซึ่งมีเป้าหมายให้ผู้ประกอบการเข้าถึงบริการโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และมีสภาพแวดล้อมทางนโยบายและการบริหารจัดการที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของผู้ประกอบการ และวัฒนธรรมผู้ประกอบการนักเทคโนโลยี (technopreneur)
- กลยุทธ์ที่ 4. สร้างความตระหนักในความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดแรงสนับสนุนจากสาธารณชนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีเป้าหมายให้ประชาชนส่วนใหญ่ มีความตระหนัก และมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการประกอบอาชีพและยกระดับคุณภาพชีวิต และให้ประชาชนทุกตำบลมีแหล่งเรียนรู้ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสามารถผลิตเนื้อหาข้อมูลจากท้องถิ่นของตนเองได้
- กลยุทธ์ที่ 5. ปรับระบบบริหารจัดการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีเอกภาพและประสิทธิภาพสูง โดยมุ่งเน้นพัฒนาความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานระดับนโยบายกับระดับปฏิบัติทั้งในภาครัฐและเอกชน ให้มีการประสานงานกันอย่างใกล้ชิด ผ่านกลไกผู้บริหารวิทยาศาสตร์ระดับสูงและการแลกเปลี่ยนบุคลากรระหว่างหน่วยงาน พัฒนาระบบการติดตามประเมินผลการดำเนินงาน และพัฒนาฐานข้อมูลและดัชนีวิทยาศาสตร์ให้มีความทันสมัย ครบถ้วน ได้มาตรฐานสากล

3.5.2 *กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ (พ.ศ. 2544-2553) และ แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย (พ.ศ. 2545-2549)*

กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ (พ.ศ. 2544-2553) ได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศในประเทศไทยไว้ ดังนี้

- เพื่อขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศ โดยมีเป้าหมายในการเลื่อนสถานภาพของประเทศไทยจากกลุ่มประเทศผู้ตามที่มีพลวัต (dynamic adopters) ในลำดับต้นๆ ไปสู่กลุ่มประเทศที่มีศักยภาพเป็นผู้นำ (potential leaders)
- เพิ่มจำนวนแรงงานความรู้ของไทยจากที่มีอยู่ 12% ของแรงงานทั้งหมด ให้เป็น 30% ซึ่งเท่ากับค่าเฉลี่ยของจำนวนที่มีอยู่ในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว OECD ในปี 2001
- พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยเพิ่มสัดส่วนมูลค่าอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้เป็นพื้นฐานในการผลิตให้มีมูลค่าถึง 50% ของผลิตภัณฑ์รวมประชาชาติ (GDP)

สำหรับแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทย (พ.ศ. 2545-2549) นั้น ได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาไว้ ดังนี้

- การพัฒนาอุตสาหกรรม ICT ให้เป็นผู้นำในภูมิภาค ประกอบด้วย การเพิ่มขนาดอุตสาหกรรมซอฟท์แวร์ในประเทศให้มีขนาด 9 หมื่นล้านบาท ภายในปี 2006 การเพิ่มจำนวนนักวิจัยและนักพัฒนาซอฟท์แวร์ให้มีจำนวนไม่น้อยกว่า 60,000 คน การใช้โครงการของรัฐสร้างตลาดซอฟท์แวร์ในประเทศจำนวนไม่ต่ำกว่า 5 พันล้านบาท ภายในปี 2006 การผลักดันให้ใช้ open source software ให้มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 50% ของที่ใช้อยู่ในแต่ละปี และการจัดตั้ง SIPA ซึ่งได้ดำเนินการแล้ว
- การใช้ ICT เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต ประกอบด้วย การเปิดบริการเครือข่ายความเร็วสูง (broadband service) ในทุกจังหวัด ภายในปี 2006 การทำให้ทุกตำบลสามารถสร้างเนื้อหาข่าวสารภูมิปัญญาท้องถิ่นขึ้นเผยแพร่ได้ ภายในปี 2004 และการช่วยให้ผู้ด้อยโอกาสจำนวนมากกว่า 70% สามารถเข้าถึงบริการสารสนเทศได้ทั่วถึง ภายในปี 2006
- การสร้างศักยภาพการวิจัยและพัฒนา ICT ได้แก่ การเพิ่มปริมาณการลงทุนด้าน ICT ให้สูงขึ้นไม่น้อยกว่า 3% ของมูลค่าอุตสาหกรรม ICT
- การยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศด้วย ICT ได้แก่ การเพิ่มจำนวนแรงงานความรู้ให้ได้ไม่ต่ำกว่าปีละ 1.5 แสน ภายในปี 2006
- การพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการ ได้แก่ การเพิ่มจำนวนการจ้างงานในอุตสาหกรรม ICT ให้ได้จำนวน 6 แสนคน (1% ของจำนวนแรงงานทั้งหมด) ภายในปี 2006 การเพิ่มมูลค่าธุรกรรมพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ให้ได้ไม่น้อยกว่า 20% ต่อปี และการเพิ่มมูลค่าอุตสาหกรรม ICT ให้สูงขึ้น 10% ภายในปี 2004
- การส่งเสริม SME ด้วย ICT ประกอบด้วย การส่งเสริมให้ผู้ประกอบการ SME จำนวนไม่ต่ำกว่า 100,000 สามารถใช้ ICT ในการบริหารจัดการภายในได้ ในปี 2006 และ 40% จากจำนวนนี้ สามารถพัฒนาไปสู่การใช้สนับสนุนกิจกรรมหลักได้ เช่น งานวิศวกรรมและออกแบบ
- การนำ ICT ไปใช้เพื่อการบริหารงานภาครัฐ ประกอบด้วย การพัฒนาระบบให้หน่วยงานสามารถเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลและสารสนเทศระหว่างกันได้ ภายในปี 2006 การให้บริการพื้นฐานของรัฐสามารถทำผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ไม่น้อยกว่า 90% และการจัดทำโครงการ e-Citizen จำนวนไม่น้อยกว่า 100 บริการ และการจัดซื้อจัดจ้างทำผ่านระบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ล้านบาทภายในปี 2006

3.5.3 กรอบนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ. 2547-2554)

ยุทธศาสตร์และนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในอีก 6 ปีข้างหน้าของประเทศไทยจะเน้นที่การนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เช่นอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ด้านการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ลดอัตราการสูญเสียจากการผลิต และสามารถตอบสนองต่อ

ความต้องการของผู้บริโภคได้มากขึ้น ด้านการแพทย์และสาธารณสุขเพื่อให้ประเทศไทยสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านการแพทย์ได้เองและช่วยลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตพลังงานและเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีคุณภาพและลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ

นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดเป้าหมายการดำเนินการของกรอบนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพไว้ ดังนี้

- ธุรกิจชีวภาพสมัยใหม่มีการเติบโตและพัฒนา โดยตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะต้องมีบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่เกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 100 บริษัท และมีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพจากภาคเอกชนไม่น้อยกว่า 5,000 ล้านบาท/ปี
- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อช่วยให้ประเทศไทยเป็นครัวของโลก เพื่อให้ประเทศไทยสามารถรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร โดยตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะขยายมูลค่าการส่งออกให้เพิ่มขึ้นเป็น 1.2 ล้านล้านบาท และเพิ่มการส่งออกสินค้าเกษตรแปรรูปให้เพิ่มขึ้นจากอันดับที่ 12 เป็น 1 ใน 5 ของโลก
- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อช่วยให้ประชาชนมีสุขภาพดีและเป็นศูนย์กลางธุรกิจทางด้านสุขภาพแห่งเอเชีย
- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการผลิตพลังงานทดแทนและรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประเทศไทยสามารถผลิตพลังงานและเชื้อเพลิงชีวภาพได้ด้วยตัวเอง และเป็นการเพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงาน รวมทั้งใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการบำบัดและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม
- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อเป็นการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นและเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์และมูลค่าของท้องถิ่น และสามารถบรรลุถึงหลักการของเศรษฐกิจพอเพียง
- การพัฒนาระบบการสร้างกำลังคนที่มีคุณภาพทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ โดยตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะต้องมีบุคลากรวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทั้งในภาครัฐและภาคธุรกิจรวมกันไม่ต่ำกว่า 5,000 คน บุคลากรด้านบริหารจัดการเทคโนโลยีชีวภาพไม่ต่ำกว่า 500 คน และบัณฑิตในระดับปริญญาตรี-เอกด้านเทคโนโลยีชีวภาพไม่ต่ำกว่า 10,000 คน

3.5.4 กรอบนโยบายเทคโนโลยีวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี (พ.ศ. 2547-2556)

เป้าหมายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยภายในระยะเวลา 10 ปี ที่ถูกกำหนดไว้ในกรอบนโยบายเทคโนโลยีวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี มีดังนี้

- ประเทศไทยจะผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้นาโนเทคโนโลยีคิดเป็นร้อยละ 1 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ซึ่งคิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยประมาณ 120,000 ล้านบาท
- ประเทศไทยสามารถยกระดับสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของคนไทยให้อยู่ในระดับมาตรฐานโลก โดยการพัฒนาวัสดุ อุปกรณ์ และระบบที่เกี่ยวกับการแพทย์และสุขภาพด้วยนาโนเทคโนโลยี
- ประเทศไทยจะอยู่ในระดับแกนนำการศึกษาและวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

จากเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์ในการดำเนินการได้ ดังนี้

- กลยุทธ์ที่ 1 การผลักดันนาโนเทคโนโลยีเข้าหนุนการพัฒนากลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยมาตรการที่สำคัญคือ การสร้างกลไกเชื่อมโยงอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ การส่งเสริมอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดดโดยการดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศ การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างธุรกิจใหม่
- กลยุทธ์ที่ 2 การพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี โดยมีมาตรการที่สำคัญคือ เร่งสร้างบุคลากรโดยใช้หลักการที่ว่าสร้างคนมาเป็นอาจารย์เพื่อสร้างบุคลากรเพิ่มแบบทวีคูณ การส่งเสริมการเรียนการสอนด้านนาโนเทคโนโลยี การส่งเสริมความร่วมมือกับต่างประเทศเพื่อพัฒนาบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยี การยกระดับความรู้บุคลากรเชิงปฏิบัติทั้งในภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม
- กลยุทธ์ที่ 3 การลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี โดยมีมาตรการที่สำคัญคือ การให้ความสนับสนุนวงเงินลงทุนวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการสนับสนุนการจดสิทธิบัตรและการตีพิมพ์วารสาร การใช้กลไกตลาดภาครัฐผลักดันให้เกิดการวิจัยและพัฒนา
- กลยุทธ์ที่ 4 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยี โดยมีมาตรการที่สำคัญคือ การพัฒนาขีดความสามารถการบริการห้องปฏิบัติการและเครื่องมือ การพัฒนาศูนย์แห่งความเป็นเลิศ การสร้างกลไกขยายผลการวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยีไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์
- กลยุทธ์ที่ 5 การสร้างความตระหนักในความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง โดยมีมาตรการที่สำคัญคือ การส่งเสริมการสื่อสารและให้การศึกษาแก่สังคม การให้ความรู้และสร้างกลไกการดูแลความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี

4.
การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับอนาคตของประเทศไทย

ฝ่ายวิจัยนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ร่วมกับสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทยได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการการเขียนภาพอนาคตประเทศไทยใน 20 ปีข้างหน้าขึ้น เมื่อวันที่ 29 – 30 ตุลาคม 2547 ที่ผ่านมา ณ โรงแรมโรสการ์เดน สวนสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งภาพอนาคตนี้จะเป็นตัวช่วยให้คณะผู้วิจัยกลุ่มต่างๆ มีภาพอนาคตของประเทศไทยในยี่สิบปีข้างหน้าร่วมกัน อันจะนำไปสู่บูรณาการในการเสนอแนะแนวทางการพัฒนาประเทศ โดยประกอบไปด้วยกลุ่มผู้วิจัยคณะต่างๆ และผู้ทรงคุณวุฒิ โดยได้มีการร่วมกันวาดภาพของประเทศไทยในอีก 20 ปีข้างหน้า (scenarios) ที่สามารถเป็นจริงได้

การมองอนาคต (foresight) คือ กระบวนการคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตและจัดการกับการเปลี่ยนแปลง เป็นวิธีการคิดที่เป็นระบบ เน้นการมีส่วนร่วม สร้างเครือข่ายเพื่อพัฒนา นโยบาย แผนกลยุทธ์และแผนปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับอนาคตระยะกลางถึงระยะยาว หัวใจของความสำเร็จขึ้นอยู่

กับความรู้อย่างลึกซึ้งของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้เสียที่เข้าร่วมในกระบวนการมองอนาคตที่ไม่แน่นอน ไม่มีใครทำนายได้ เป็นปัญหาซับซ้อนไม่ชัดเจน และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องคำตอบเดียว ผู้มีส่วนร่วมเป็นเจ้าของมีหลากหลาย และอาจมีผลประโยชน์ขัดแย้งกัน รวมทั้งต้องการวิธีการแหวกแนวในการแก้ไขปัญหาเดิม

ภาพอนาคต (scenario) คือภาพรวมเหตุการณ์ในอนาคตที่เป็นจริงได้และเกี่ยวข้องกับประเด็นที่อยู่ในความสนใจ โดยโครงเรื่องของภาพอนาคตมาจากปัจจัยความไม่แน่นอน (uncertainties) และแนวโน้ม (trends) เป็นการดำเนินเรื่องเล่าที่ไม่มีการขัดแย้งภายใน มีทั้งเหตุการณ์ที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ ภาพอนาคตดังกล่าวต้องเป็นภาพที่เป็นจริงได้ จึงไม่ใช่การทำนายหรือการพยากรณ์อนาคต (prediction or forecasting) และไม่ใช่นิยายวิทยาศาสตร์ (science fiction)

การวาดภาพอนาคตทำให้เราได้ภาพอนาคตหลายภาพ ที่มีโครงเรื่องแตกต่างกัน เพื่อครอบคลุมเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตให้มากที่สุด กระตุ้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ทำให้กล้าคิดนอกกรอบปัจจุบัน เป็นการซักซ้อมอนาคต ให้เข้าใจถึงผลลัพธ์ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงผลักดันต่างๆ ที่อาจเสริมกันหรือหักล้างกัน ชักนำให้เกิดการตัดสินใจที่ดั่งค้างมานาน และทำให้สามารถวางแผนกลยุทธ์ที่น่าเชื่อถือกว่าเดิม

ภาพอนาคตมีประโยชน์ทำให้ลดสิ่งขวางกั้นการคิดอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับอนาคต ได้เรื่องราวชุดหนึ่งเป็นพื้นฐานข้อมูลในการตัดสินใจ เพื่อวางกลยุทธ์ที่เหมาะสม สามารถรับมือสถานการณ์ในเรื่องต่างๆ ได้หากเกิดขึ้นจริง เพื่อใช้ตรวจสอบโครงการหรือการตัดสินใจที่ได้กระทำลงไปแล้ว เพื่อหาโอกาสในการสร้างอนาคต เพื่อก้าวกระโดดสู่ความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

ในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ มีการพัฒนา scenario สี่หัวข้อโดยพัฒนาจาก scenario logic ซึ่งเลือกมาจาก uncertainties ซึ่งที่ประชุมได้ระดมความคิดร่วมกัน โดยประกอบด้วย

กลุ่มที่ 1 Scenario logics

- ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางเศรษฐกิจของภูมิภาค
- เกิดวิกฤติทางศาสนาพุทธ
- เกิดผลกระทบจาก global warming อย่างรุนแรง
- การขาดแคลนพลังงานจะมีผลต่อรูปแบบของโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง

กลุ่มที่ 2 Scenario logics

- ประเทศไทยเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว
- มีความขัดแย้งในการบริหารจัดการทรัพยากรสูง
- เกิดโรคระบาดร้ายแรง
- คนส่วนใหญ่อยู่ในสังคมเมือง

กลุ่มที่ 3 Scenario logics

- ประเทศในเอเชียตะวันออกจะมีความเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจเสมือนเป็นเขตเศรษฐกิจเดียวกัน
- ประเทศไทยไม่สามารถแข่งขันกับจีนด้านสินค้าอุตสาหกรรม
- ผลกระทบของโลกาภิวัตน์ทำให้ชุมชนหันมาผนึกกำลังเพื่อพึ่งพาตนเองมากขึ้น
- ความก้าวหน้าของ ICT ทำให้สามารถตรวจสอบการทุจริตคอรัปชั่นได้มากขึ้น

กลุ่มที่ 4 Scenario logics

- มากกว่าร้อยละ 50 ของผู้มีสิทธิเลือกตั้งจะจบการศึกษาระดับมัธยม
- Biotechnology ทำให้ความได้เปรียบทางการเกษตรหมดไป
- SME เข้มแข็งและเชื่อมโยงกับ MNC
- แรงกดดันจากการค้าระหว่างประเทศทำให้ธุรกิจไทยรวมตัวเป็นเครือข่ายมากขึ้น

ผลจากการระดมความคิด วาดภาพอนาคต แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และข้อแนะนำที่ได้จากที่ประชุม ทำให้สามารถสรุปประเด็นที่มีการพิจารณากันในภาพอนาคตทั้ง 4 ได้ว่า

4.1 สังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเมือง ระดับโลก

การเปลี่ยนแปลงขั้วอำนาจ ภายหลังการทำลายกำแพงเบอร์ลินในปี 1989 หลังจากนั้นสองปีเกิดการล่มสลายของสหภาพโซเวียตในปี 1991 ขั้วอำนาจในสมัยสงครามเย็นซึ่งมีสหภาพโซเวียตและสหรัฐอเมริกา จึงกลายเป็นขั้วอำนาจเดียวของโลกคือสหรัฐอเมริกา

จีนและอินเดีย ด้วยประชากรนับพันล้านและขนาดตลาดมหึมา รวมทั้งกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวนมาก จึงมีการคาดการณ์มากว่าจีนรวมทั้งอินเดียจะพัฒนาประเทศตนจนกลายเป็นมหาอำนาจใหม่

บริษัทข้ามชาติ ซึ่งมีผู้ถือหุ้นทั่วโลก ลงทุนในที่ต่างๆ ทั่วโลก และมีลูกค้าอยู่ทั่วโลก จึงเป็นการยากที่จะชี้ชัดถึงสัญชาติของบริษัทเหล่านี้ วัตถุประสงค์ของบริษัทข้ามชาติเหล่านี้เป็นไปเพื่อสร้างผลตอบแทนสูงสุดแก่ผู้ถือหุ้น โดยไม่สนใจสัญชาติ นอกจากนี้หลายบริษัทยังมีขนาดใหญ่กว่าหลายประเทศอีกด้วย

ลัทธิผู้ก่อการร้าย ปัญหาผู้ก่อการร้ายจะเป็นปัญหาเรื้อรังระดับโลกไปอีกนาน

สิ่งแวดล้อม พลังงานมีราคาแพง ในขณะที่ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดจะขาดแคลน สภาพปรากฏการณ์เรือนกระจกซึ่งทำให้โลกร้อนขึ้น จะมีผลต่อดินฟ้าอากาศ เช่น พายุ ฝนแล้ง ซึ่งจะกระทบถึงผลผลิตทางการเกษตรอย่างรุนแรง

4.2 อนาคตระดับภูมิภาค

ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องร่วมมือและรวมกลุ่มกับประเทศเพื่อนบ้านมากขึ้นและยังต้องพึ่งพาความร่วมมือเป็นพันธมิตรกับประเทศจีนและประเทศอินเดีย อาเซียนจะรวมตัวเข้าเป็นเขตเศรษฐกิจเดียวกันและร่วมมือกับประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงและเอเชียใต้ ในขณะที่การเปิดเขตการค้าเสรีทวิภาคีก็จะดำเนินการไปพร้อมกัน

อัตราการเคลื่อนย้ายแรงงานต่างด้าวมีสูงขึ้น ในขณะที่มีโรคระบาดใหม่และแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว

4.3 อนาคตระดับประเทศ

4.3.1 สังคม

● **สังคมเมืองขยายตัว** ภายในยี่สิบปีข้างหน้าในประเทศไทยคนส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในเมือง ในขณะที่เทคโนโลยีทั้งการสื่อสารและการเดินทางจะทำให้โลกใกล้ชิดกันมากขึ้น ประเทศไทยจะเป็นประเทศสากล มีชาวต่างชาติมากและมีความจำเป็นต้องใช้การสื่อสารโดยภาษาสากลได้ การศึกษาภาคบังคับ 12 ปีจะทำให้กลุ่มชนชั้นกลางมีการศึกษาอย่างน้อยระดับมัธยม ชนชั้นกลางที่มีการศึกษาสูงขึ้น เพิ่มมากขึ้นนี้ เป็นพลังสำคัญที่จะผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประเทศในทุกด้านทั้งเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองแบบ Paradigm Shift วิวัฒนาการด้านการแพทย์และสาธารณสุขที่ดีขึ้นและผลจากการควบคุมจำนวนประชากร ทำให้ค่าเฉลี่ยอายุคนมีสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดอีกมิติหนึ่งของเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต นอกจากนี้การที่ปัจจุบันมีแรงงานต่างด้าวในประเทศถึง 1.7 ล้านคน จะมีผลกระทบอย่างมากต่อการจ้างงาน การศึกษา สาธารณสุข ตลอดจนการเมืองในอนาคต ด้วยความเป็นชุมชนเมืองผู้คนจะมีปัจเจกชนมากขึ้น คนเมืองที่ "ไม่มี" ศาสนาจะมีสูงขึ้น โดยรวมทั้งประเทศคนไทยมีแนวโน้มเสื่อมศรัทธามากขึ้น และไกลวัดมากขึ้น ประเด็นถกเถียงคือในขณะที่ประเทศไทยมีความตื่นตัวและพัฒนาตนเองในลักษณะ modernization ตนเองให้สามารถก้าวทันประเทศพัฒนาแล้ว แต่การพัฒนาในแง่ civilization จะสามารถตาม modernization ได้หรือไม่

● **สังคมชุมชนพัฒนา** สังคมชุมชนจะสามารถแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ สังคมชุมชนชนบท และชุมชนเมือง ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วมีการอาศัยอยู่ในเมืองมาอย่างยาวนาน มีพัฒนาการด้านชุมชนมาก แต่ประเทศไทย ใช้เวลาอันสั้นในการที่ประชากรเข้ามาอาศัยอยู่ร่วมกันในเมือง พัฒนาการของชุมชนเมืองจึงเป็นอยู่อย่างจำกัด มีลักษณะต่างคนต่างอยู่มาก ในอนาคต มีสองแนวทางคือ มีการแตกสลายของชุมชนและการรวมตัวของชุมชน ทั้งนี้ย่อมเป็นเป็นไปตามเหตุปัจจัยทั้งภายในและภายนอก ชุมชนที่รวมตัวกันได้จะเพิ่มความสามารถในการจัดการทรัพยากรและบริหารท้องถิ่น

4.3.2 *เทคโนโลยี*

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่อาจจะทำให้ความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบของประเทศไทยในภาคการเกษตรหมดไป ดังนั้นประเทศไทยความเร่งพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่เพื่อเป็นพื้นฐานของภาคเกษตรในอนาคต

4.3.3 *เศรษฐกิจ*

มีการคาดหมายว่ามูลค่ารวมเศรษฐกิจไทยจะสูงขึ้น ขณะเดียวกันช่องว่างรายได้ระหว่างคนรวยและคนจนสูงขึ้น ระบบสวัสดิการจะมีมากขึ้น สัดส่วนผลผลิตมวลรวมจะเคลื่อนจาก เกษตรกรรม มาขึ้นอยู่กับ อุตสาหกรรม และ บริการ มากตามลำดับ มีประเด็นว่าเนื่องจากอุตสาหกรรมในประเทศไทยยังต้องอาศัยเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก วิวัฒนาการของประเทศไทยจะกระโดดทันจากการเกษตรกรรมสู่ภาคบริการที่คนไทยอาจจะมีความถนัดมากกว่าหรือไม่ ในขณะที่ความเข้มแข็งของระบบการเงินจะพร้อมเพียงใดสำหรับสภาพเศรษฐกิจระหว่างประเทศที่ทวีความซับซ้อนขึ้น และ *ภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมจะได้รับผลกระทบจากการเจริญเติบโต* ของประเทศจีน

4.3.4 *สิ่งแวดล้อมและสุขภาพ*

ตามแนวโน้มปัจจุบันและคาดว่าจะส่งผลไปยังอนาคตคือ พลังงานมีราคาแพง มีความต้องการในพลังงานราคาถูกสะอาด ปลอดภัย *ทรัพยากรธรรมชาติขาดแคลน เช่น น้ำ อากาศบริสุทธิ์ สถานท่องเที่ยว* เชิงนิเวศน์ อาจเกิดโรคร้ายระบาดซึ่งมีความซับซ้อนและระบาดอย่างรวดเร็วทั่วโลก

4.3.5 *การเมือง*

นโยบายการเมืองแบบประชานิยมจะเข้มข้นมากขึ้น ขณะเดียวกัน นโยบายที่เป็นกระแสรองจะเด่นชัดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นนโยบายแบบอนุรักษ์นิยม หรือแบบ Radical *โดยมีการตรวจสอบการเมืองมากขึ้น* สื่ออาจจะมีเสรีภาพในการนำเสนอข้อมูลมากขึ้นหรือควบคุมไม่ได้มากขึ้น ซึ่งอาจมาจากพัฒนาการทางเทคโนโลยีรวมถึงความกว้างไกลครอบคลุมของสื่อ การปฏิรูปการเมืองครั้งที่ 2 อาจเกิดขึ้นในอนาคต นิติรัฐจะเป็นสิ่งจำเป็นที่จะชี้ว่าสังคมไทยจะเป็นสังคมอารยะ (civilized society) หรือไม่ ท่ามกลางความไม่มั่นคงทางการเมืองที่จะมีมากขึ้นเนื่องจากมีความขัดแย้งทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ท้ายที่สุด ดร. ฉลองภพ สุสังกร์กาญจน์ ประธาน TDRI ได้สรุปว่า นักวิชาการ TDRI ซึ่งเป็นนักเศรษฐศาสตร์เป็นส่วนใหญ่มักวิเคราะห์อนาคตในกรอบของแนวโน้ม (trend) ที่มีฐานจากปัจจุบัน ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ในอนาคตในหลายกรณีได้ เช่น การล่มสลายของลัทธิคอมมิวนิสต์ การก่อการร้าย เป็นต้น ผลสำเร็จจากการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ก็คือการทำให้นักวิชาการ TDRI ได้มีโอกาสวิเคราะห์

อนาคตในกรอบของความไม่แน่นอน (uncertainty) ซึ่งพอจะเทียบได้กับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในกรอบดุลยภาพหลายดุลยภาพ (multiple equilibrium) ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน

5.
บทสรุปถึงปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

จากการวิเคราะห์ถึงสถานภาพและข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด พอจะสรุปได้ว่าปัญหาหลักของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยมี ดังนี้

- การที่ภาคเอกชนยังมีขีดความสามารถทางเทคโนโลยีต่ำ และมีการทำงานแบบแยกส่วน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเท่าที่ควรและไม่มีปฏิสัมพันธ์กับมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย สมาคมการค้า และสมาคมอุตสาหกรรมมากเท่าที่ควร โดยเฉพาะในเรื่องของการแลกเปลี่ยนความรู้ นอกจากนี้ยังมีแนวคิดและพฤติกรรมที่เน้นการซื้อเทคโนโลยีจากต่างชาติมากกว่าการเสริมสร้างขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของตนเอง
- เศรษฐกิจชุมชนโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนและการเพิ่มรายได้ของครัวเรือนยังมีปัญหาในการเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากมีปัญหาด้านมาตรฐานและประสบความยากลำบากในการยกระดับผลิตภัณฑ์และสร้างมูลค่าเพิ่ม
- กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศยังไม่เพียงพอทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ที่จะก่อให้เกิดมวลวิกฤติในการผลักดันให้เกิดการยกระดับขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของประเทศในภาพรวมอย่างรวดเร็ว
- โครงสร้างพื้นฐานและโครงสร้างเชิงสถาบัน (เช่น แรงจูงใจ ระบบทรัพย์สินทางปัญญา) ยังไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ
- ประชาชนทั่วไปยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญและไม่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ไม่มีฐานสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง
- ระบบบริหารจัดการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไม่มีเอกภาพ มีประสิทธิผลต่ำ และขาดระบบการประเมินผลที่ชัดเจน

ปัญหาข้างต้นจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างรวดเร็วและจริงจัง มิฉะนั้นแล้ววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยก็ไม่สามารถที่จะถูกนำมาใช้ในการผลักดันประเทศไทยให้บรรลุวิสัยทัศน์ตามที่กำหนดไว้ได้ แนวคิดหลักในการแก้ปัญหาดังกล่าว อาจสามารถสรุปได้ ดังนี้

- ประเทศไทยต้องเร่งแก้ปัญหาแบบคู่ขนาน คือ ต้องกระตุ้นให้ภาคเอกชนเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยมีกลไกและแรงจูงใจที่สามารถผลักดันให้ภาคเอกชนเปลี่ยนพฤติกรรมจากการพึ่งพาการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศไปสู่การพัฒนาขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนเอง

และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และกับภาครัฐและมหาวิทยาลัย ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้างความเข้มแข็งให้กับเศรษฐกิจชุมชนโดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียกระดับมาตรฐานและคุณภาพผลิตภัณฑ์ชุมชน

- การพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเรื่องสำคัญ โดยในระยะยาวจะต้องเร่งสร้างบุคลากรขึ้นในประเทศพร้อมกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทั้งในเชิงการภาพและในเชิงสถาบันที่จำเป็นต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสร้างความตระหนักของประชาชนในเรื่องนี้เพื่อให้ประชาชนส่วนใหญ่เป็นฐานในการผลักดันการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง
- การที่ประเทศไทยจะก้าวทันประเทศที่พัฒนาแล้วและมีความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืนมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างความรู้จริงและความเป็นเลิศในเทคโนโลยีที่สำคัญ ได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีโลหะและวัสดุ และเทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งต้องมีการนำความรู้จากเทคโนโลยีเหล่านี้ไปสร้างความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ที่รัฐบาลกำหนดได้ด้วย