รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต

จฬ
วศ 15
008409

รายงานผลการวิจัย
เรื่อง
พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประยูร เชียววัฒนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริทรรศน์ พันธ์บรรยงก์
ดร.เลอสรร ธนสุกาญจน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการจัดทำแผนอุดมศึกษาระยะยาว กบวงมหาวิทยาลัย
สำนักบริการวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มิถุนายน 2532

I16977282

สารบัญ

หน้า

รายละเอียดโครงการวิจัย ..... (5)

บทที่ 1 สถานภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน 1
1.1 กำลังคน 1
1.2 โครงสร้างพื้นฐาน 3
1.3 บริการข้อมูลข่าวสารเทศ 4
1.4 งบประมาณเพื่อวิจัยและพัฒนา 5
1.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี 6

บทที่ 2 สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการวางแผนอุดมศึกษา 9
2.1 สภาพการลงทุนและแนวโน้มการลงทุนในภาคเอกชน 9
2.2 สภาพการลงทุนและแนวโน้มภาครัฐวิสาหกิจและโครงการระดับชาติ 23
2.3 สภาพและแนวโน้มพัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27

บทที่ 3 ผลการวิจัยที่เป็นตัวบ่งชี้เชิงนโยบาย 42
3.1 ผลกระทบต่อสังคมไทย 42
3.2 ผลกระทบต่ออุดมศึกษา 42
3.3 ผลกระทบของเทคโนโลยีการสื่อสารต่ออุดมศึกษา 42
3.4 บทบาทของอุดมศึกษาที่จะสนองตอบในเชิงรุก-รับ 43

สารบัญตาราง ..... (3)

บรรณานุกรม 44

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ จม
วส 15
เลขทะเบียน 008409
วัน,เดือน,ปี 31 ส.ค. 38

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 กำลังคานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1
ตารางที่ 1.2 ตัวเลขบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเทียบกับสายสังคม 2
ตารางที่ 1.3 งบประมาณการวิจัยและสำรวจที่ได้รับจากงบประมาณแผ่นดินเทียบกับ
ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP) และงบประมาณแผ่นดิน 5
ตารางที่ 1.4 แสดงงบประมาณการวิจัยและพัฒนาของประเทศเกาหลีและประเทศไทย
ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมแห่งชาติ 6
ตารางที่ 1.5 การจ่ายเงินเป็นค่าธรรมเนียมเทคโนโลยีของประเทศไทย (2525-2528) 7
ตารางที่ 2.1 ISIC Classification ของบางประเภทของกิจการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ 10
ตารางที่ 2.2 โครงการด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI 11
ตารางที่ 2.3 มูลค่าสินค้าขาออกเกษตรกรรม 15
ตารางที่ 2.4 สรุปกิจการที่น่าจะมีแนวโน้มเพิ่มการลงทุน 16
ตารางที่ 2.5 พัฒนาการของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย 18
ตารางที่ 2.6 ขอบข่ายความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีสื่อสารกับประเด็นทางเทคโนโลยีที่สำคัญ 40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดโครงการวิจัย

1. ชื่อโครงการ พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต (Future Development in Science and Technology)

2. คณะผู้วิจัย

ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร.นลิน นิลอุบล
หัวหน้าโครงการ ผศ. ประยูร เชี่ยววัฒนา
นักวิจัย ผศ.ดร.ปริทรรศ์ พันธุบรรยงก์
ดร.เลอสรร ธนสุกาญจน์

3. วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อสรุปสถานการณ์ด้านการลงทุน ทั้งในภาครัฐบาลและเอกชนที่จะมีผลต่ออุปสงค์ด้านกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 เพื่อเข้าใจแนวโน้มการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศอุตสาหกรรม โดยเฉพาะใน 3 สาขาสำคัญ ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ และวัสดุศาสตร์ พร้อมกับประเมินผลกระทบของการพัฒนาดังกล่าวที่จะมีต่อพัฒนาการทางอุตสาหกรรม ตลอดจนถึงอุปสงค์ด้านกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.3 เพื่อพยากรณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในหัวข้อ 3.2 ต่อพัฒนาการทางอุตสาหกรรม ตลอดถึงอุปสงค์ด้านกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

3.4 เพื่อสรุปผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับเป็นประเด็นสำคัญในการวางแผนอุดมศึกษาเชิงรุก (พ.ศ.2531-2545)

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 พัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กล่าวถึงจะเน้นหนักเฉพาะใน 3 สาขาสำคัญ อันได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ และวัสดุศาสตร์

4.2 จะทำการศึกษาและรวบรวมสภาวะการณ์การลงทุนของภาครัฐบาลและเอกชน ซึ่งจะมีผลต่ออุปสงค์ด้านกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระยะใกล้ (2-5 ปี) การศึกษานี้จะพยายามชี้ให้เห็นประเภทของทักษะ (skill) ของกำลังคนทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นที่ต้องการเพิ่มมากขึ้น

4.3 ศึกษาจากเอกสารและรายงานภายในและต่างประเทศถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อให้เกิดอุปสงค์ต่อกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีทักษะใหม่ๆ ในการศึกษาจะพยายามชี้โยงให้เห็นว่าพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเหล่านั้นจะก่อให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ๆ อะไรได้บ้าง

ในการศึกษาพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น จะครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

4.3.1 เทคโนโลยีชีวภาพ:เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมด้านทรัพยากรธรรมชาติ อุตสาหกรรมด้านอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้นได้แก่ Synthetic seed, Biomass, Bacteria Leaching, Biosensor ฯลฯ

4.3.2 เทคโนโลยีอิเลคทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เทคโนโลยี Optoetectronics, Mechatronics, Integrated Serveces Digital Network Intelligence (AI) ตลอดถึงการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM) และ Computer Aided Engineering (CAE)

4.3.3 เทคโนโลยีวัสดุศาสตร์ ได้แก่ Fine Ceramics (ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ Ceremics สำหรับทำเครื่องยนต์จนถึง

Ceramics ที่ใช้ทำ Superconductor), Compound Semiconductor, Amorphous Metal/ Alloy, High Temperature Super Condective Material เป็นต้น

5. วิธีวิจัย

5.1 ใช้วิธีการศึกษาและวิจัยเอกสารและรายงานเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของกลุ่มเอกสารและรายงานที่สำคัญ ได้แก่

5.1.1 เอกสารและรายงานเกี่ยวกับสภาพการลงทุนและแนวโน้มการลงทุนทางอุตสาหกรรมในภาคเอกชนในประเทศ เพื่อทราบขนาดของการลงทุน ชนิดของการลงทุน และความต้องการด้านกำลังคน

5.1.2 เอกสารและรายงานเกี่ยวกับโครงการลงทุน และแนวโน้มการลงทุนในภาครัฐบาล เพื่อทราบขนาด ชนิดของการลงทุน และความต้องการด้านกำลังคน

5.1.3 เอกสารและรายงานในและต่างประเทศ เกี่ยวกับสภาวการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดถึงการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงในช่วง 15-20 ปีข้างหน้า เพื่อทราบแนวโน้มของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดถึงโอกาสของการเกิดสาขาวิชา (Disciplines) ใหม่ๆ

5.1.4 เอกสารและรายงานด้านการวิจัยเชิงนโยบายในและต่างประเทศ ซึ่งคาดคะเนผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อาจจะมีต่ออุตสาหกรรมและความต้องการด้านกำลังคน

5.2 ทำการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้น โดยเน้นในประเด็นที่สำคัญได้แก่ ทักษะใหม่ (Skill) ของกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาวิชาใหม่ที่จะเกิดขึ้นภายในประเทศและอุปสงค์ด้านกำลังคนที่จะตามมา

5.3 ทำการปรึกษาหารือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องเพื่อวิจารณ์ ให้คำปรึกษาหรือข้อคิดเห็นต่อรายงานเบื้องต้นที่จัดทำขึ้น

5.4 จัดสรุปประเด็นสำคัญอันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนเชิงรุกด้านอุดมศึกษา

5.5 จัดทำรายงานเบื้องต้นจากข้อมูลต่างๆ และข้อวิเคราะห์ของนักวิจัย

5.6 จัดการสัมมนาโดยเชิญผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องเพื่อวิจารณ์ ให้คำปรึกษาหรือข้อคิดเห็นต่อรายงานเบื้องต้นที่จัดทำขึ้น

5.7 สรุปทำรายงานขั้นสุดท้าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
สถานภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน

สถานภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันและแนวโน้มที่ผ่านมา จะแบ่งพิจารณาออกเป็น 5 หัวข้อ ตามลักษณะของทรัพยากรหรือความพยายามที่รัฐบาลทุ่มเทให้กับกิจกรรมส่วนนี้ ทั้งนี้ หัวข้อดังกล่าวได้แก่ ปัจจัยด้านกำลังคน ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐาน ปัจจัยด้านข้อมูลข่าวสนเทศ ปัจจัยด้านงบประมาณเพื่อวิจัยและพัฒนา และการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.1 กำลังคน

ทรัพยากรกำลังคนด้ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนับเป็นดัชนีสำคัญที่สุดตัวหนึ่งบ่งชี้สภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม ตารางที่ 1.1 ทำการรวบรวมตัวเลขกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศอุตสาหกรรม ประเทศอุตสาหกรรมใหม่และประเทศกำลังพัฒนาโดยเปรียบเทียบกับของไทย จากตัวเลขดังกล่าว จะเห็นได้ชัดเจนว่าดัชนีกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก แม้เมื่อเทียบกับประเทศที่กำลังพัฒนาด้วยกันเอง เช่น มาเลเซีย

ตารางที่ 1.1 กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

	ไทย (2519)		มาเลเซีย (2531)		สิงคโปร์ (2521)		เกาหลีใต้ (2521)		ฮ่องกง (2521)		ไต้หวัน (2525)	
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
จำนวนประชากร (ล้านคน)	45.1	-	13.0	-	2.3	-	37.0	-	4.6	-	18.5	-
สังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์	20,692	74.5	8,118	73.7	2,088	35.5	32,469	40.6	4,215	55.2	18,284	56.9
วิทยาศาสตร์	1,359	4.9	298	2.7	501	8.5	3,294	4.1	513	6.7	5,963	18.6
วิศวกรรมศาสตร์	2,131	7.7	1,065	9.7	3,111	52.8	25,123	31.4	2,645	34.6	7,855	24.5
วิทยาศาสตร์การแพทย์	2,750	9.9	185	1.7	189	3.2	8,267	10.3	163	2.1	รวมอยู่ใน	
เกษตรศาสตร์	846	3.0	1,323	12.0	-	-	8,089	10.1	-	-	วิทยาศาสตร์	
อื่น ๆ	-	-	21	0.2	-	-	2,705	3.4	100	1.3	-	-
รวม	27,778	100	11,010	100	5,889	100	79,947	100	7,636	100	-	100

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Science and Technology in Countries of Asia and the Pacific UNESCO, 1985 เฉพาะข้อมูลของไต้หวัน ได้จาก Raising Productivity, APO, Tokyo, 1985.

* ตัวเลขวิศวกรของสิงคโปร์รวมระดับอนุปริญญาด้วย

สภาพปัญหากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดูน่าวิตกยิ่งขึ้น เมื่อเราพิจารณาประกอบกับแนวโน้มในอดีตที่ผ่านมา ตารางที่ 1.2 ได้รวบรวมตัวเลขจำนวนบัณฑิตทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เปรียบเทียบกับตัวเลขของบัณฑิตทางด้านสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยา จากตารางที่ 1.2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าสัดส่วนของบัณฑิตด้ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ขณะที่บัณฑิตทางสังคมศาสตร์และมนุษยวิทยากลับเพิ่มขึ้นรวดเร็วอย่างไม่สมดุลกัน

ตารางที่ 1.2 ตัวเลขบัณฑิตสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเทียบกับสายสังคม

ปี	ผู้สำเร็จการศึกษาทั้งหมด	ผู้สำเร็จการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		ผู้สำเร็จการศึกษาสาขาสังคมศาสตร์	
		จำนวน	%ของทั้งหมด	จำนวน	%ของทั้งหมด
2510	7,363	2,787	37.9	4,576	62.1
2511	8,057	2,681	33.3	5,376	66.7
2512	10,023	3,239	32.3	6,784	67.7
2513	12,544	3,821	30.5	8,723	69.5
2514	10,965	2,980	27.2	7,985	72.8
2515	13,670	3,724	27.2	9,946	72.8
2516	15,886	3,896	24.5	11,990	75.5
2517	18,986	4,715	24.8	14,271	75.2
2518	21,416	4,810	22.5	16,606	77.5
2519	23,575	6,130	26.0	17,445	74.0
2520	29,686	7,656	25.8	22,030	74.2
2521	33,198	8,311	25.0	24,887	75.0
2522	35,707	8,572	24.0	27,135	76.0
2523	38,028	8,925	23.5	29,103	76.5
2524	52,023	8,527	16.4	43,496	83.6

ที่มา : สถานภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยีของประเทศไทย,ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี 2528

ประเด็น 'ปัญหา' เกี่ยวกับกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็มิใช่สิ่งใหม่ที่เพิ่งพูดถึงกัน หากได้มีการกล่าวถึงปัญหานี้อย่างปริวิตกในแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมทั้งฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 เฉพาะในช่วงเวลาเพียง 3-4 ปีที่ผ่านมา มีการศึกษาเกี่ยวกับปัญหากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญอย่างน้อย 4 เรื่อง ได้แก่

- การสำรวจและวางแผนกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นโครงการร่วมระหว่างสถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน โดยได้สรุปเป็นรายงานขั้นสุดท้ายในปี พ.ศ. 2529
- การวางแผนพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และการจ้างงานในระยะแผน 6 โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สรุปทำเป็นรายงานเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เมื่อกรกฎาคม 2529
- The S&T Manpower Situation in Thailand : An Analysis of Supply and Demand Issues เป็นการศึกษาโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ซึ่งได้รวบรวมเป็นรายงาน เมื่อเมษายน 2531
- การศึกษาของสถาบันพัฒนาปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ทำการศึกษาความต้องการกำลังคนอันเนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมปิโตรเลียม โดยสรุปเป็นรายงานเบื้องต้น เมื่อพฤษภาคม 2531

รายงานการศึกษาทั้ง 4 ฉบับ ได้ข้อสรุปที่ตรงกันว่า ปัญหาการขาดแคลนกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเกิดขึ้น หากไม่มีการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตบัณฑิตให้สูงกว่าที่เป็นอยู่ อย่างไรก็ตาม แทบไม่มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใดๆ

ให้ความสนใจกับข้อสรุปดังกล่าว ทั้งนี้เห็นได้จากข้อเท็จจริงที่ว่า ไม่มีการจัดสรรงบประมาณพิเศษใดๆ เพื่อจะรับมือกับสภาพขาดแคลนที่คาดว่าจะเกิด

มาตรการเร่งรัดการผลิตบัณฑิตทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะเริ่มให้มีขึ้นในปีการศึกษา 2532 เป็นต้นไป นับเป็นการแก้ปัญหาที่ช้าไปถึง 4-5 ปี ทั้งนี้ก็เพราะบัณฑิตใหม่ที่จะจบการศึกษาโดยโครงการเร่งรัดดังกล่าว จะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 2 ปีครึ่ง และส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาถึง 4 ปี ในช่วงเวลา 2 ปีครึ่ง-4 ปีนี้ สภาพการยื้อแย่งวิศวกร จะขยายความรุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็ว วิกฤตการณ์ที่กำลังเกิดอยู่อันเป็นผลจากความผิดพลาดในการวางแผนกำลังคน จะสร้างความเสียหายอย่างมาก ไม่เฉพาะแก่ภาคอุตสาหกรรม หากจะยังผลต่อรัฐวิสาหกิจและมหาวิทยาลัยที่ถูกยื้อแย่งบุคลากรด้านนี้ออกไปด้วย

1.2 โครงสร้างพื้นฐาน

โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะการให้บริการทางเทคนิคและการให้บริการในรูปข้อมูลข้อสนเทศ ช่วยบ่งบอกให้เราถึงความคึกคักและขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะการให้บริการทางเทคนิค ขณะที่บริการข้อมูลข้อสนเทศจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

หน่วยงานสำคัญที่ให้บริการทางเทคนิคแก่ภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานของรัฐ ได้แก่

กรมวิทยาศาสตร์บริการ	กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม	กระทรวงอุตสาหกรรม
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	กระทรวงสาธารณสุข

ลักษณะของบริการทางเทคนิคที่หน่วยงานเหล่านี้จัดให้มีขึ้น ได้แก่ กิจการทดสอบ การสอบเทียบเครื่องมือวัด และการให้คำปรึกษาทางเทคนิค กิจการทดสอบ ครอบคลุมตั้งแต่การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ น้ำเสีย เชื้อเพลิง หรือกระทั่งผลิตภัณฑ์สุดท้าย หน่วยงานที่ให้บริการ ก็ได้แก่ กรมวิทยาศาสตร์บริการที่ทำการทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์แก่ภาคอุตสาหกรรมและรัฐวิสาหกิจ สถาบันวิจัยฯ มีการให้บริการทดสอบคุณภาพเหล็กและโลหะ ส่วนกรมวิทยาการแพทย์นั้น มักเน้นการทดสอบด้านอาหารและยาเป็นสำคัญ

ส่วนกิจการสอบเทียบนั้น เป็นการให้บริการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือวัด โดยนำมาสอบเทียบกับมาตรฐานที่มีอยู่ หน่วยงานหลักที่ดำเนินการอยู่ ได้แก่กรมวิทยาศาสตร์บริการและสถาบันวิจัยฯ นอกเหนือจากนี้ ยังมีหน่วยงานเอกชน ได้แก่สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีและรัฐวิสาหกิจ ได้แก่ การบินไทย ที่ให้บริการสอบเทียบทำนองนี้ โดยได้รับความเชื่อถือวางใจจากภาคเอกชนค่อนข้างสูง

ในด้านการให้คำปรึกษาทางเทคนิคนั้น กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมเป็นหน่วยงานสำคัญที่มีบริการด้านนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังการก่อตั้งสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหการ (MIDI) ขึ้นภายในกรมนี้ กิจการด้านการให้คำปรึกษาทางเทคนิคก็มี การขยายตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ กรมส่งเสริมยังจัดให้มีการฝึกอบรมในด้านเทคนิคการชุบ การทำแม่พิมพ์ ฯลฯ แก่ภาคอุตสาหกรรม ในส่วนต่างๆ ของประเทศอีกด้วย เฉพาะในปีงบประมาณ 2532 กรมส่งเสริมได้วางแผนที่จะฝึกอบรมดังกล่าวประมาณ 50 ครั้ง

ในอดีต งานบริการทางเทคนิคไม่ค่อยได้รับความสนใจจากภาคอุตสาหกรรมมากนัก ในระยะหลังๆ สถานการณ์ทางการตลาดและการลงทุนได้เปลี่ยนแปลงไปมาก อุตสาหกรรมที่ผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าต้องพัฒนาผลิตภาพ (Productivity) และคุณภาพเพื่อแข่งขันกับสินค้าต่างประเทศมากขึ้น ขณะเดียวกับที่การลงทุนใหม่ๆ มุ่งผลิตเพื่อส่งออกซึ่งทำให้ต้องให้ความสนใจปัญหาคุณภาพและผลิตภาพ ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ภาคอุตสาหกรรมต้องหันมาใช้บริการทางเทคนิคจากหน่วยงานของรัฐเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

โครงสร้างพื้นฐานที่เป็นอยู่ยังไม่สามารถสนองตอบต่ออุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ดีนัก จุดบกพร่องที่สำคัญประการหนึ่งของบริการทางเทคนิค และการสอบเทียบ ได้แก่ ความล่าช้าของการบริการ นอกจากนี้ บริการที่มีอยู่มักไม่สามารถครอบคลุมความต้องการของภาคอุตสาหกรรมทั้งหมดได้เป็นต้น

ในปัจจุบัน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยกำลังดำเนินการจัดสร้างศูนย์ทดสอบและสอบ

เทียบใหม่ภายใต้ความช่วยเหลือของประเทศญี่ปุ่น เช่นเดียวกับ สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมก็ได้รับความช่วยเหลือจากแหล่งเงินเดียวกันในการจัดตั้งศูนย์ทดสอบมาตรฐานและเพิ่มขีดมาตรฐาน นอกจากนี้ กรมวิทยาศาสตร์บริการยังได้รับการจัดสรรงบประมาณพิเศษเพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านบริการให้ดีขึ้น โครงการใหม่ๆ เหล่านี้ คงมีส่วนช่วยบรรเทาความขาดแคลนแหล่งบริการทางเทคนิคในอนาคตลงได้บ้าง

1.3 บริการข้อมูลข้อสนเทศ

หน่วยงานซึ่งด้านข้อมูลและข้อสนเทศแก่ภาครัฐและอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่

- ศูนย์บริการเอกสารทางวิจัยแห่งประเทศไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน
- ห้องสมุดมหาวิทยาลัยต่างๆ เช่น AIT, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น

นอกจากนั้น ในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีก็ได้เปิดกิจกรรมให้บริการข้อมูลข้อสนเทศขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีชื่อว่าศูนย์ข้อมูลทางเทคโนโลยี

ห้องสมุดของกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นแหล่งข้อมูลข้อสนเทศด้านสิทธิบัตร (Patent) ที่สำคัญที่สุดของประเทศ ทั้งนี้สามารถสืบค้นได้จากเอกสารที่เก็บรวบรวมไว้ในห้องสมุดและอาจสืบค้นผ่านฐานข้อมูลในต่างประเทศได้ ข้อจำกัดของห้องสมุดเหล่านี้และซึ่งเป็นจุดอ่อนร่วมกันของหน่วยงานบริการด้านนี้ก็คือ การสืบค้นไม่สามารถทำผ่านคอมพิวเตอร์ได้ ทำให้เสียเวลาและมักสืบค้นได้ไม่ครบถ้วน

ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย นับว่ามีวารสารทางด้านเทคโนโลยีที่สมบูรณ์ที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศในยุคต้นๆ ของสถาบันวิจัยศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ศูนย์บริการเอกสารทางวิจัย เป็นแหล่งข้อมูลข้อสนเทศที่มีบทบาทมากที่สุดแห่งหนึ่ง แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณ ที่ทำให้วารสารเฉพาะทางหลายรายการต้องถูกตัดไป ทำให้ความคึกคักและบทบาทของศูนย์บริการเอกสารทางวิจัยลดลงไป

ห้องสมุดต่างๆ มีการจัดเก็บเอกสาร วารสารและตำรา แต่มุ่งให้บริการกับนิสิตนักศึกษาและคณาจารย์เป็นหลัก มีห้องสมุดบางแห่ง ได้แก่ AIT,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยมหิดลที่สามารถสืบค้นข้อมูลข้อสนเทศจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ชื่อ Dialoque ของสหรัฐฯ โดยผ่านระบบสื่อสารดาวเทียมได้ อย่างไรก็ตาม การใช้บริการยังไม่คึกคักเท่าที่ควร

ในระยะ 4-5 ปีที่ผ่านมานี้ มีความพยายามจัดตั้งระบบสารนิเทศแห่งชาติขึ้น โดยหน่วยงานต่างสังกัดกัน ดังมีโครงการที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. คณะกรรมการบริหารระบบสารนิเทศแห่งชาติ คณะกรรมการชุดนี้มีรองนายกรัฐมนตรีเป็นประธานโดยตำแหน่ง ตั้งเป้าหมายที่จะจัดตั้งศูนย์ประสานงานสารนิเทศต่างๆ 6 สาขา โดยจัดทำเครือข่ายแหล่งข้อสนเทศขึ้นภายในสาขานั้นๆ สาขาของศูนย์ประสานงานดังกล่าวได้แก่ สาขาเกษตรศาสตร์,สาขาแพทยศาสตร์,สาขามนุษยศาสตร์,สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สาขาเศรษฐศาสตร์ และสาขาสังคมศาสตร์

ข. โครงการศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศทางวิทยาศาสตร์ของกระทรวงวิทยาศาสตร์ โครงการนี้มีการกล่าวถึงในแผนพัฒนาฉบับที่ 5 และ 6 โดยเป้าหมายของศูนย์ฯ จะทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานเครือข่ายของแหล่งข้อมูลข้อสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ นอกจากนั้นยังมุ่งจะเชื่อมระบบเครือข่ายข้อมูลข้อสนเทศ กับระบบสารนิเทศดังกล่าวข้างต้นรวมทั้งกับโครงการ Technical Information Access Center (TIAC) ของคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STDB)

ค. Technical Information Access Center (TIAC) เป็นโครงการของคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STDB) ในตอนก่อตั้งคณะกรรมการโครงการนี้มีเป้าหมายที่จะจัดเครือข่ายข้อมูลสนเทศ เพื่อที่จะสามารถให้บริการสารสนเทศแก่นักวิจัยและภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้โดยให้มีเทอร์มินัลที่สมาคมอุตสาหกรรมไทย กับที่ศูนย์บริการเอกสารการวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทยอย่างไรก็ตาม ในการดำเนินการจริงได้มีการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายไปจากเดิมพอสมควร

สถานภาพของบริการข้อมูลสนเทศ ภายในประเทศยังมีการเปลี่ยนแปลงจากเมื่อ 5-10 ปีที่ผ่านมาน้อยมาก มูลเหตุสำคัญอยู่ที่จิตสำนึกและการให้ความสำคัญต่อสารสนเทศของทั้งผู้บริหารและผู้ใช้บริการที่ยังไม่ถูกต้องนัก กล่าวคือทั้งสองฝ่ายยังมองค่าใช้จ่ายในการจัดหาสารสนเทศในแง่ของ 'ค่าใช้จ่าย' มากกว่า 'การลงทุน'

อย่างไรก็ตาม ความตื่นตัวในประโยชน์ของข้อมูลข้อสนเทศที่อาจจะมีต่อการผลิตการควบคุมคุณภาพสินค้า การประหยัดพลังงาน การตลาด ฯลฯ นับว่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะไม่กี่ปีนี้ หน้าที่สำคัญที่สุดของหน่วยงานบริการด้านนี้ คงอยู่ที่การพยายามสร้างสำนึกดังกล่าวให้แพร่กระจายไปอย่างกว้างขวางและโดยรวดเร็ว ทั้งนี้เพื่อขยายตลาดและผู้ใช้บริการให้กว้างขึ้น

1.4 งบประมาณเพื่อวิจัยและพัฒนา

มูลค่าของงบประมาณเพื่อวิจัย และพัฒนาเป็นดัชนีที่ช่วยบ่งบอกขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศนั้นๆ ได้ กรณีประเทศไทยมูลค่าของงบประมาณและสัดส่วนของมูลค่าต่องบประมาณแผ่นดินจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ตารางที่ 1.3 แสดงมูลค่างบประมาณวิจัยและสำรวจของไทยที่ได้รับจากงบประมารแผ่นดินเทียบกับ GNP และงบประมาณแผ่นดิน

ตารางที่ 1.3 งบประมาณการวิจัยและสำรวจที่ได้รับจากงบประมาณแผ่นดิน เทียบกับผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP) และงบประมาณแผ่นดิน

หน่วย:ล้านบาท

งบประมาณ	ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP)	งบประมาณแผ่นดิน	งบวิจัยและสำรวจ[1] รวม	ร้อยละของ(GNP)	ร้อยละของงบประมาณแผ่นดิน
2518	298,676	48,000	1,191	0.398	2.48
2519	336,472	62,650	1,166	0.346	1.86
2520	391,115	68,790	1,277	0.326	1.86
2521	464,549	81,000	1,468	0.316	1.81
2522	546,549	92,000	1,331	0.243	1.45
2523	672,420	109,000	1,507	0.224	1.38
2524	764,401	140,000	2,549	0.333	1.82
2525	819,750	161,000	3,271	0.399	2.03
2526	899,543	177,000	1,656[2]	0.183	0.94
2527	957,087	192,000	2,104	0.219	1.09
2528	1,000,435	209,000	2,416	0.241	1.15
2529	1,055,762	218,000	2,020	0.191	0.93

หมายเหตุ : 1. งบวิจัยและสำรวจด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ของหน่วยราชการและรัฐวิสาหกิจ
2. กองทัพบกซึ่งเคยมีงบวิจัยและสำรวจมากที่สุดของกระทรวงกลาโหม ไม่สามารถให้รายละเอียดของงบวิจัยและสำรวจในปีนี้ได้ ดังนั้นงบที่แสดงจึงไม่รวมส่วนของกองทัพบก

ที่มา : 1. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

จากตารางที่ 1.3 ดังกล่าว เราจะเห็นว่ามูลค่างบประมาณเพื่อวิจัยและพัฒนาของไทยเมื่อเทียบกับ GNP มีแนวโน้มลดลงมาตลอด โดยในปี พ.ศ.2518 ตัวเลขนี้เป็นร้อยละ 0.40 ของ GNP และลดเป็นประมาณ 0.22 ในปี พ.ศ. 2523 และเป็นเพียง 0.19 ในปีพ.ศ.2529 ตัวเลขดังกล่าวแตกต่างจากกรณีของประเทศพัฒนาโดยสิ้นเชิง ทั้งนี้ตัวเลขในปี 2528 ของประเทศอุตสาหกรรมที่

สำคัญนั้น เป็นดังนี้

ญี่ปุ่น	3.49 ของ GNP
เยอรมันตะวันตก	3.25 ของ GNP
อเมริกา	3.16 ของ GNP
ฝรั่งเศส	2.04 ของ GNP

จะเห็นว่าสัดส่วนมูลค่างบประมาณเพื่อวิจัยและพัฒนาของไทยต่ำกว่าประเทศอุตสาหกรรมเหล่านี้ตั้งแต่ 10-20 เท่า แม้เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอุตสาหกรรมใหม่เช่นเกาหลี ความแตกต่างของทรัพยากรที่จัดสรรสำหรับกิจกรรมด้านนี้ก็ยังแตกต่างอย่างเห็นชัด ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 แสดงงบประมาณการวิจัยและพัฒนาของประเทศเกาหลี และประเทศไทยต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมแห่งชาติ

ประเทศ \ ปี	2521	2522	2523	2524	2525	2526
เกาหลี (1)	0.63	0.56	0.58	0.65	0.90	1.05
ไทย (2)	0.32	0.24	0.22	0.33	0.39	0.18

ที่มา : (1) Ministry of Science and Technology,Korea Statistical Handbook 1986.
National Bureau of Statistics Economic Planning Board,Republic of Korea.P 131
(2) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สำหรับ กิจกรรมวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชนนั้น เคยมีการสำรวจค่าใช้จ่ายวิจัยและพัฒนา ของโรงงานอุตสาหกรรม 105 แห่ง ในปี 2525 ผลจากการสำรวจพบว่าโดยเฉลี่ยโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ ลงทุนเพื่อกิจกรรมด้านนี้มีมูลค่าเพียงร้อยละ 0.11 ของยอดขายรายปี ซึ่งต่ำมากเมื่อเทียบกับตัวเลขทำนองเดียวกันในประเทศอุตสาหกรรมซึ่งอยู่ระหว่างร้อยละ 2-3 จนถึงร้อยละ 10

ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงบางประการเกิดขึ้นเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายเพื่อวิจัยและพัฒนาทั้งในภาครัฐและเอกชน ในภาครัฐบาลได้มีการจัดตั้งหน่วยศูนย์แห่งชาติขึ้นมา 3 ศูนย์ ได้แก่

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

นอกจากนี้ ยังได้จัดตั้งคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น ทั้งนี้หน่วยงานทั้งสี่จะมีหน้าที่สำคัญอันหนึ่งในการจัดสรรงบประมาณวิจัยใน 3 สาขาที่มีความสำคัญ งบประมาณที่เพิ่มขึ้นในส่วนนี้คงตกประมาณ 200 ล้านบาทต่อปี

ในส่วนของภาคเอกชน ความจำเป็นที่ต้องแข่งขันกับสินค้าต่างประเทศในตลาดโลกทำให้อุตสาหกรรมขนาดกลาง/ใหญ่จำนวนหนึ่งเริ่มให้ความสนใจกับกิจกรรมการวิจัยและพัฒนามากขึ้น กลุ่มบริษัทในเครือซีเมนต์ไทย มีโครงการที่จะจัดตั้งศูนย์วิจัยขึ้น 4 แห่ง สำหรับพัฒนาเทคโนโลยีที่จำเป็นขึ้นใช้ นอกจากนี้ กลุ่มบริษัท ซี.พี.บริษัท ซี.พี.บริษัทเนชั่นแนลไทย บริษัทไทยโตชิบา,บริษัทเซรามิกส์ ฯลฯ ได้เริ่มจัดสรรงบประมาณและกำลังคนเพื่อทำการวิจัยและพัฒนาเป็นการเฉพาะ

ดังนั้น เราคงจะได้เห็นความคึกคักในกิจกรรมวิจัยและพัฒนามากขึ้นในอนาคต ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน

1.5 การถ่ายเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ นับเป็นกลไกที่มีความสำคัญที่สุดอันหนึ่งสำหรับประเทศกำลังพัฒนา เพื่อ

พัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ และยกระดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้ดีขึ้น เราอาจแยกกล่าวถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีออกเป็นสองส่วน ได้แก่ การถ่ายทอดเทคโนโลยีข้ามชาติ กับการถ่ายทอดหรือการกระจายเทคโนโลยีภายในประเทศ

ในส่วนของการถ่ายทอดเทคโนโลยีข้ามชาติ จากการสำรวจโดยธนาคารแห่งประเทศไทย พบว่า มีการนำเข้าเทคโนโลยีในรูปแบบต่างๆ เช่น จ่ายค่าโรแยลตีเพื่อสิทธิในการใช้เทคโนโลยี ค่าธรรมเนียมทางวิชาการ ค่าเครื่องหมายการค้า เป็นต้น โดยมีมูลค่าค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 การจ่ายเงินเป็นค่าธรรมเนียมเทคโนโลยีของประเทศไทย (2525-2528)

หน่วย:ล้านบาท

ปี / อุตสาหกรรม	2525	2526	2527	2528
ยาง	72.306	37.785	82.163	74.915
สิ่งทอ	89.840	111.737	119.690	158.135
อาหารและเครื่องดื่ม	150.164	222.209	247.913	257.410
ยา	133.111	100.990	108.557	109.198
น้ำมัน	37.558	56.546	11.962	47.849
เครื่องสำอาง	157.188	143.097	154.224	138.006
สี	9.060	16.063	12.009	26.886
เคมี	48.870	42.035	50.896	68.067
แบตเตอรี่	6.911	10.395	10.466	7.481
เครื่องไฟฟ้า	132.414	124.276	194.597	178.143
รถยนต์และอะไหล่	167.810	170.862	280.088	259.999
อื่น ๆ	487.897	534.442	721.259	718.740
รวม	1,493.135	1,570.407	1,993.830	2,044.835

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย รวบรวมโดยศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี

ข้อจำกัดที่สำคัญของการถ่ายทอดเทคโนโลยีข้ามชาติ ดังกล่าวอาจสรุปได้เป็น

1 เนื่องจากไม่มีนโยบายอุตสาหกรรมของประเทศชัดเจน จึงไม่สามารถกำหนดนโยบายในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสนองตอบการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าว ดังนั้น การซื้อเทคโนโลยีจึงไม่มีทิศทางที่ชัดเจน และมักขึ้นกับความต้องการของผู้ลงทุนต่างชาติ ด้วยเหตุนี้กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงไม่สามารถสร้างผลกระทบอย่างมีประสิทธิภาพต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมภายในประเทศได้เท่าที่ควร

2. ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทำให้มีการดึงตัววิศวกรระดับกลางระหว่างบริษัทต่างๆ เป็นจำนวนมาก การที่เกิดการเปลี่ยนงานของบุคลากรในลักษณะดังกล่าว ทำให้กระบวนการสะสมความรู้ทางเทคโนโลยี อันเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดในการถ่ายทอดเทคโนโลยีต้องชะงักงัน

3. ระบบข้อมูลข่อสนเทศทางเทคโนโลยีของประเทศยังล้าหลังจึงไม่สามารถสนองข้อมูลข่อสนเทศที่เป็นประโยชน์ในการเลือกซื้อเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการภายในประเทศได้

ในส่วนของการถ่ายทอดหรือกระจายเทคโนโลยีภายในประเทศนั้น เราอาจจำแนวกลไกในการถ่ายทอดหรือกระจายดังกล่าวออกเป็น

ก. หน่วยงานในกระทรวงอุตสาหกรรม หน่วยงานสำคัญที่ดำเนินการเพื่อถ่ายทอดหรือกระจายเทคโนโลยีโดยการฝึกอบรม การบริการข่าวสารและข้อมูลทางเทคนิค การให้คำปรึกษาทางวิชาการ ที่สำคัญได้แก่ กองบริการอุตสาหกรรม และศูนย์เพิ่มผลผลิตแห่งประเทศไทย

กองบริการอุตสาหกรรม มีบริการฝึกอบรมหลักสูตรด้านอุตสาหกรรมวิศวการประมาณปีละ 4,000-5,000 คน-วัน นอกจากนี้ทางกองยังได้จัดตั้งสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมวิศวการ เพื่อมุ่งถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านโลหะและเครื่องจักรกลลงสู่อุตสาหกรรมขนาดกลางและย่อยของประเทศ

สำหรับศูนย์เพิ่มผลผลิตแห่งประเทศไทยนั้น มุ่งเน้นการอบรมทางด้านการจัดการโดยมีกิจกรรมปีละประมาณ 15,000 คน-วัน

ข. หน่วยงานในกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน หน่วยงานที่สำคัญได้แก่ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี ศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย และศูนย์แห่งชาติ 3 ศูนย์

ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีเน้นหนักทางด้านการให้บริการข้อมูล ข้อสนเทศเกี่ยวกับเทคโนโลยี ส่วนงานด้านวิเคราะห์และประเมินผลนั้นยังไม่สามารถทุ่มเทให้ได้มากนัก

ส่วนศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ยังไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

สำหรับศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย ได้รับการจัดตั้งขึ้นเป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวง เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้มีการนำเทคโนโลยีเข้าไปช่วยปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิต โดยมุ่งเพื่อให้สามารถประหยัดพลังงาน

สำหรับศูนย์แห่งชาติ 3 ศูนย์ที่ประกอบด้วย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาตินั้น นอกจากการจัดสรรงบประมาณเพื่อการวิจัยแล้ว ยังมีการจัดอบรมสัมมนา และเผยแพร่ผลงานวิจัย เพื่อกระจายเทคโนโลยีไปสู่ผู้ใช้อีกด้วย

ค. สมาคมวิชาชีพ สมาคมวิชาชีพที่มีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ได้แก่ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี หรือสสท. และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยหรือวสท. หน่วยงานทั้งสองเน้นการจัดสัมมนาและฝึกอบรม เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีแก่ช่างเทคนิคและวิศวกรในโรงงาน ทั้งนี้โดยเน้นเกี่ยวกับด้านคิวซี เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีพลังงาน และการศึกษาทางไปรษณีย์ เป็นต้น นอกจากนี้ สสท. ยังมีบริการด้านข้อมูลข้อสนเทศเทคโนโลยี เพื่อบริการต่ออุตสาหกรรมโดยเน้นข้อมูลที่มีแหล่งจากประเทศญี่ปุ่น

ง. อื่นๆ นอกจากนี้มหาวิทยาลัยและสถานบันการศึกษาอื่นๆ ก็ได้ให้ความสำคัญกับกิจกรรมฝึกอบรมมากขึ้น ทำให้มีบทบาทในด้านการกระจายเทคโนโลยีใหม่ๆ สู่บุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างคึกคักขึ้น

ข้อจำกัดที่สำคัญของการถ่ายทอดหรือกระจายเทคโนโลยีภายในประเทศ อาจสรุปได้เป็น

1. หน่วยงานที่ให้บริการด้านฝึกอบรมและสัมมนายังมีจำกัด ทั้งๆ ที่ความต้องการเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
2. กิจกรรมบริการข้อมูลข้อสนเทศ ยังไม่สามารถพัฒนาไปได้เท่าที่ควร โดยเฉพาะศูนย์ข้อสนเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการกล่าวถึงตั้งแต่แผนพัฒนาฉบับที่ 5 (2525-2529)
3. บุคลากรในหน่วยงานของรัฐยังขาดแคลนทั้งแง่ปริมาณและคุณภาพ ดังเช่น ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีซึ่งกิจกรรมหลักเน้นที่การให้ข้อมูลข้อสนเทศ แต่ไม่สามารถจัดสรรบุคลากรมาให้บริการด้านการวิเคราะห์และประเมินผล เป็นต้น

บทที่ 2
สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการวางแผนอุดมศึกษา

2.1 สภาพการลงทุนและแนวโน้มการลงทุนในภาคเอกชน

2.1.1 อุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

การวิเคราะห์แนวโน้มของการลงทุนระยะยาวในภาคเอกชน เป็นการคาดคะเนที่ค่อนข้างลำบากเนื่องจากความเกี่ยวเนื่องกับปัจจัยหลายอย่างในการทำธุรกิจ เช่น สภาพของตลาด สภาพการแข่งขันทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ สภาพของเงินทุนจากแหล่งเงินกู้และนโยบายกับมาตรการต่างๆ ของรัฐ ทั้งของไทยและต่างประเทศ ฯลฯ ซึ่งก็มีสาเหตุเกี่ยวโยงไปถึงปัจจัยอื่นๆ อีกมาก อีกทั้งเอกชนยังถือว่าแนวทางและยุทธศาสตร์ของการแข่งขัน จัดเป็นความลับทางการค้า ดังนั้น ข้อมูลที่หาได้จากแหล่งต่างๆ ก็อาจจะมีความถูกต้องน้อยกว่าที่ควร อย่างไรก็ตาม วิธีการคิดของผู้ประกอบการขนาดย่อมและปานกลาง ส่วนใหญ่พอจะสรุปได้ว่าการตัดสินใจลงทุนขึ้นอยู่กับการประเมินการคุ้มทุนในช่วง 2-4 ปี ซึ่งนับว่าสั้นมาก ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของตลาดอย่างใกล้ชิด

ลักษณะที่น่าสังเกตของการลงทุนด้านเทคโนโลยีชีวภาพนั้น มีด้วยกันสามประการคือ หนึ่ง วงเงินลงทุนของผู้ประกอบแต่ละรายมักจะไม่สูงนัก แต่มีจำนวนผู้ประกอบการมากราย ทำให้การลงทุนมีค่าสูงไม่แพ้การลงทุนประเภทอื่นๆ สอง ไทยมีประวัติค่อนข้างเสีย ในการเห่อหรือตื่นตลาดใหม่ๆ จนไม่ค่อยได้เอาใจใส่กับอุปสงค์อุปทานที่เปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิเคราะห์เพื่อการส่งเสริมการลงทุนอันจะทำให้กิจการที่เห่อทำกันมากๆ ต้องขาดทุน และปิดกิจการไปมากราย เป็นต้นว่าโครงการส่งเสริมการปลูกสะระแหน่ในภาคเหนือ สาม ขอบเขตของการศึกษาการลงทุนขึ้นกับนิยามของเทคโนโลยีชีวภาพค่อนข้างมาก ในที่นี้จึงขอใช้นิยามอย่างกว้าง คือนอกจากจะหมายถึงกิจการแปรรูปผลิตผลทางชีวภาพ หรือกิจการแปรรูปที่ใช้วัสดุชีวภาพเป็นผู้แปรรูปแล้ว ยังหมายถึงกิจการที่เกี่ยวข้องกับชีวิต เช่น กิจการแพทย์ด้วย

การลงทุนของภาคเอกชนเทคโนโลยีชีวภาพนั้น มีวิธีการแบ่งได้หลายอย่าง เช่น อาจแบ่งตามเวลา เป็นเทคโนโลยีชีวภาพยุคเก่ากับเทคโนโลยีชีวภาพยุคใหม่ หรืออาจจะจำแนกชนิดของผลผลิตออกเป็นหมวดหมู่ ตามวิธีแจกแจงของนักเศรษฐศาสตร์ก็ได้

เทคโนโลยีชีวภาพยุคเก่าส่วนใหญ่ได้แก่ การคัดเลือกพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ และ กระบวนการหมักทางชีวภาพ เช่น การหมักซีอิ้ว เป็นต้น เทคโนโลยีพวกนี้เรารู้จักกันมานานในลักษณะเทคโนโลยีพื้นบ้าน และมีการถ่ายทอดกันมาเป็นรุ่นๆ หลายต่อหลายชั่วอายุคน เทคโนโลยีชีวภาพยุคเก่าเอง ปัจจุบันก็ยังมีที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทย เช่น เทคโนโลยีการผสมและคัดเลือกพันธุ์พืช

ส่วนเทคโนโลยีชีวภาพยุคใหม่ ประกอบด้วยเทคโนโลยีที่ส่วนใหญ่ถือกำเนิดขึ้นในช่วง 10-20 ปีที่ผ่านมา เช่น วิศวกรรมพันธุศาสตร์, โมโนโคลนัลแอนติบอดีเทคโนโลยี ฮัยบริโดมาเทคโนโลยี, และเทคโนโลยีกระบวนการที่ทันสมัยต่างๆ ซึ่งมีอยู่มากมายเกินกว่าจะแจกในที่นี้ได้ แต่พอจะสรุปได้ว่าเทคโนโลยีใหม่ๆ เหล่านี้ มีพื้นฐานอยู่บนความรู้ด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล (Molecular Biology) ปัจจุบันเทคโนโลยีเหล่านี้มีนักวิทยาศาสตร์ไทยในมหาวิทยาลัยที่มีความรู้ความสามารถอยู่บ้างเหมือนกัน และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน ก็ได้จัดตั้งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพขึ้น เพื่อเป็นศูนย์กลางในการสนับสนุนการวิจัย และพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพแต่ความรู้ในสาขาเหล่านี้ยังจำกัดอยู่ในวงแคบ

อีกวิธีหนึ่ง อาจจำแนกประเภทกิจการตามประมวล ISIC ก็จะได้รายการทำนองเดียวกับที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

สำหรับตารางที่ 2.2 เป็นการรวบรวมตัวเลขจากตัวอย่างของบางโรงงานที่ยื่นคำขอส่งเสริมการลงทุนจาก BOI หรือได้รับอนุมัติคำขอจาก BOI ให้ตั้งโรงงาน หรือเริ่มเปิดดำเนินกิจการมาแล้ว ซึ่งมีข้อสังเกตว่าสำหรับโรงงานที่ยังไม่ได้เปิดดำเนินการนั้น ในอนาคตอาจจะเปิดหรือไม่เปิดดำเนินการก็ได้

ส่วนตารางที่ 2.3 เป็นข้อมูลการส่งออกผลิตผลทางการเกษตรกรรมจากศูนย์สถิติการเกษตร ในช่วงปีเพาะปลูก 2525-2528

จากข้อมูลในตารางที่ 2.2, 2.3 และจากการคาดคะเนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี พอจะประมาณการลงทุนของเอกชนได้

ดังสรุปกิจการที่น่าจะมีแนวโน้มเพิ่มการลงทุนไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.1 ISIC Classification ของบางประเภทของกิจการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ

Major Division 1 : Agriculture, hunting forestry, and fishing	
1111	Friield crop farming, cultivating
1112	Fruit and vegetables farming
1113	Rubber plantation and tapping
1114	Livestock farming
1119	Other farming
1120	Agriculture services, horticulture services, animal husbandry
1130	Hunting, trapping, game propagation for commerical purpose
1210	Forestry, nursery, planting, replanting, conservation
1220	Logging
1301	Ocean & coastal fishing
1302	Other fishing
Major Division 3 : Maunfacturing	
3111	Slaugthering, preparing, and preserving of meat and poultry
3112	Dairy product: oream, butter, cheese, milk powder, condensed milk
3113	Fruit and vegetable canning
3114	Seafood canning and preserving
3115	Vegetable and animal oils and fats
3116	Grain mill products
3117	Baked and stemed products: bread, cakes, cookies, noodles, vermicelli
3118	Sugar
3119	Cocoa, chocolate, and sugar confectionery
3121	Other food products
3122	Animal feds
3131	Distilling, rectifying, bleading sprits
3132	Wine
3133	Breweries
3134	Solf drink
3141	Tobacco drying
3142	Tobacco products
3211	Textile shinning and weaving
3511	Basic industrial chemical
3512	Fertillizer and pesticide
3513	Synthetic resin and artificial fiber
3522	Drugs and medicine
3523	Soap, perfume, cosmetics & toilet preparations
3529	Chemical products, unclassifed

แนวโน้มของการลงทุนนั้น จากข้อมูลที่มีอยู่ยังไม่สามารถประมาณเป็นตัวเลขได้แน่นอน แต่มีข้อน่าสังเกตว่า กิจการที่มีการลงทุนเพิ่มมาก ในระดับรวมเป็นพันล้านบาทขึ้นไปน่าจะมีดังนี้

1. การปลูกสวนป่า

เนื่องจากนโยบายป่าของรัฐบาลยังไม่อยู่ตัวนักในขณะที่ทำการศึกษา จึงเพียงคาดคะเนได้ว่าหากรัฐบาลจะเอาจริงกับการปลูกสวนป่าแล้ว กิจการปลูกสวนป่าและการเพาะกล้าไม้จะเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงปลายปี 1987 มีผู้ขอรับการส่งเสริมการลงทุนทำสวนไม้ยูคาลิปตัสเพียงสองรายเป็นเนื้อที่รวม 6,000 ไร่ และเป็นเงินลงทุนประมาณ 50 ล้านบาท แต่ถ้ามีการปลูกสวนป่ากันเป็นล่ำเป็นสัน วงเงินลงทุนจะเพิ่มมากกว่านี้ได้อีกหลายสิบเท่า

2. การเลี้ยงกุ้ง

ในปัจจุบันการเลี้ยงกุ้ง โดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นกิจการที่มีผู้ประกอบการและขอรับการส่งเสริมการลงทุนเป็นจำนวนมาก เฉพาะระหว่างตุลาคม 87 ถึง เมษายน 88 มีผู้ขอและได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนเป็นวงเงินรวมระหว่าง 900-1,000

ตารางที่ 2.2 โครงการด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI

Firm's Activities or Products	Country	Status	Investment
Field crop farming and cultivating (1111)			
Seed (#21)		Op 86	11
Corn (#22)		Op 86	5
Cashew nut (#25)		Op 86	10
Multiplication of vegetable seed (Pacific#48)		Op 86	6
Silo and crop drying 400 tons/hr, 24 hr	Th	St Oct 87	20.7
Silo and drying 15,000 tons	Th	St Nov 87	22.4
Soya bean cultivation etc	Th	Ap Mar 88	85
Livestock farming (1114)			
Chicken (#26)		Op 86	0.98
Forestry and Plantation (1210)			
Wood (#1)		Op 86	110
Rubber (#2)		Op 86	28
Rubber (#8)		Op 86	4
Wood (#20)		Op 86	10.41
Oil palm plantation (#41)		Op 86	319.26
Large scale plantation of oil plam (#65)		Op 86	-
Eucalyptus cultivation 3,000	Th	Is Oct 87	23.15
Eucalyptus cultivation 3,000	Th	Is Dec 87	23.15
Aquaculture (1301, 1302, some of 3122)			
Tiger prawn 300 tons	Th	Ap Oct 87 Is Mar 88	59.89
Tiger prawn 360 tons	Th	Ap Oct 87 Is Dec 87	30
Prawn 22 tons, post larva, prawn feed	Th+Hk+US	Is Oct 87	5.6
Prawn, post larva	Th	Is Oct 87	73.19
Prawn 1,080 tons, fry 96 million	Th	Is Dec 87	97
Tiger prawn 100 tons	Th	Is Jan 88	10
Tiger prawn 937 tons, prawn fry	Th+E+US	Ap Jan 88	25
Tiger prawn fry 60m fry	Th+Taiw	Ap Jan 88	8
Prawn aquaculture 100 tons	Th	Ap Jan 88	8.5
Nauplius 88 m fry	Th+Taiw	Ap Jan 88 Is Apr 88	7
Tiger prawn 225 tons/51 m fry	Th+Taiw	Ap Jan 88	18
Post larva 200 m	Th+Taiw	Ap Jan 88 Is Apr 88	6.8
Post larva 40m	Th+Aust	Ap Jan 88 Is Apr 88	10.5
Tiger prawn 700 tons	Th	Ap mFeb 88	80.3
Tiger prawn 720 tons	Th	Ap Feb 88	120
Tiger prawn 90 tons	Th++	Ap Feb 88	4
Tiger prawn 240 tons	Th	Ap Feb 88	40
Post larva 120m fry	Th++	Ap Feb 88 Is Apr 88	52
Tiger prawn 426 tons	Th++	Ap Mar 88	79.1
Post larva prawn 200 m+	Th+Cana	Ap Apr 88	20
Tiger prawn 600 tons, poa\st larva+	Th	Ap Apr 88	115
Prawn 538 tons	Th	Ap Apr 88	58.9
Tiger prawn 53.33 tons	Th	Ap Apr 88	8.3
Tiger prawn 6m, post larva 100.8 m	Th+Tawi	Ap Apr 88	14.9
Shrimp 175 tons	Th+Bur+	Ap Apr 88	40.3
Post larva 43.2 m	Th+Taiw	Ap Apr 88	8
Aquatic animal feed 20,000 tons	Taiw	Ap Jan 88	54
Aquatic animal feed 7,200 tons	Th+Taiw	Ap Feb 88	30
Aqutic animal feed 4,800 tons	Th+taiw	Ap Feb 88	22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 โครงการด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI (ต่อ)

Firm's Activities or Products	Country	Status	Investment
Aqotic animal feed 7,200 tons	Th+Taiw	Ap Apr 88	18
Slaughterhouse/ meat processing (3111)			
Livestock raising or meat processing(#32)		Op 86	15
Chicken (#33)		Op 86	44.4
Disembowel chicken (#34)		Op 86	20
Slaughter/ dismbowel chicken (#38)		Op 86	77.7
Livestock raising or meat processing (#39)		Op 86	3.3
Chicken (#45)		Op 86	9.2
Disembowel chicken (#57)		Op 86	80.74
Chicken 29,500 tons	Th	Ap Oct 87	200
Chicken 29,500 tons	Th	Ap Oct 87	200
Gelatin 1,800 tons	Th	Is Nov 87	43.3
Sausage/ Ham/ Bacon/ Chicken...(Oscar)	TH+US	Ap Dec 87 Is Feb 88	64.8
Chicken 10,157 tons	Th+chin	Is Jan 88	50
Hog carcass 131,040	Th	Ap Mar 88	43
Hog carcass 240,000	Th	Ap Mar 88	45
Ducts, parts, food	Th+G	Ap Apr 88	29
Dairy product (3112)			
Food processing (Nong Pho Dairy # 46)		Op 86	9.81
Condensed evap milk (Thai Dairy #59)		Op 86	43
UHT fresh milk 12,106 tons	Th	Ap Oct 87	27
Cattle husbandry	Th	Is Oct 87	610.5
Instant milk 7,500 tons	Th	Is Oct 87	516.5
Pasteurized fresh milk 32,500 tons	Th+Irish	Ap Dec 87	188
Fresh raw milk 10,000 tons	Th	Ap Dec 87	233
Raw milk 1,000 tons	Th	Ap Feb 88 Is Apr 88	11.69
Infant formula 4,000 ton & milk power	Th+Ausl	Is Feb 88	190.8
Fruit and vegetable canning and preserving (3113, some 3114)			
Dried fruits (#5)		Op 86	10
Canned pineapple (#19)		Op 86	51.25
Dehydrated fruit & veg (#55)		Op 86	15
Dehydrated pineapple (#62)		Op 86	-
Coffee products (#63)		Op 86	182.43
Spirulina for food (Chem#3)		Op 86	0.04
Canned vegetable and fruit 6,000	Th	Ap Oct 87	11.6
Frozen vegetable and fruit 1,200 tons etc	Th	Ap Oct 87 Is Apr 88	24
Canned vegetable & fruit 12,850 tons	Th++	AP Dec 87	87.48
Canned paste sauce 2,490 tons	Th+Jap	Ap Jan 88 Is Apr 88	64
Surimi 3,470 tons, froz seafood & fruits	Th	Ap Jan 88	131
Froz vegetable & fruit 16,500 tons +	Th+Jap	ap Jan 88	75
Canned straw mushrm, asparagus, etc	Th	Ap Feb 88	-
Canned fruit and vegetable	Th	Ap Feb 88 Is Apr 88	35
Coconut, dessicated & canned 600 tons	Th	Is Feb 88	23
Canned straw mushrm, bamboo shoot etc	Th	Ap Mar 88	18.7
Canned bamboo shoot, canned fruits	Th+Jap	Ap Mar 88	10
Canned bamboo shoot & canned veg.	Th++	Ap Mar 88	29
Canned Vegetable 1,960 tons	Th	Ap Apr 88	12.3
Seafood canning and preserving (3114, some 3112)			
Frozen seafood (#14)		Op 86	5

ตารางที่ 2.2 โครงการด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI (ต่อ)

Firm's Activities or Products	Country	Status	Investment
Frozen seafood (Pan Asia #49)		Op 86	20
Canned shrimp, crab, tuna (#50)		Op 86	265.82
Imitration crabmeat 288 tons	Th	Ap Oct 87	21.88
Frozen seafood 4,000	Th	Ap Oct 87	25
Frozen Shrimp 800 tons/frozen squid	Th	Ap Oct 87 Is Mar 87	19.8
Canned tuna 26,000 tons/canned cat feed	Th+Chi	Ap Oct 87 Is Dec 87	126.23
Canned tuna 22,000 tons/canned cat feed	Th	Ap Oct 87	117
Canned tuna 22,000 tons/canned sea food	Th	Ap Oct 87	110.5
Canned tuna 12,600 tons/canned sea food	Th	Ap Oct 87 Is Apr 88	79.61
Canned tuna 16,000 tons/canned sea food	Th+Aust	Ap Oct 87 Is Dec 87	95
Canned sea food 10,760 tons/canned fruit	Th	Ap Oct 87	87.6
Canned tuna 24,000 tons	Th	Ap Oct 87 Is Apr 88	64
Frozen seafood 4,700 tons	Th	Ap Nov 87 Is Mar 88	28
Frozen seafood 4,700 tons	Th	Ap Nov 87	30
Frozen seafood 12,360 tons/veg & fruit	Th	Ap Dec 87	35
Canned seafood 7,000 tons/froz veget	Th+taiw	Ap Dec 87 Is Mar 88	35
Frozen seafood 4,200 tons	Th	Is Dec 87	21.5
Canned sardine 263,500 tons/etc	Th	Ap Jan 88	112
Frozen seafood 3,000 tons	Th+Mal	Ap Feb 88	42
Canned tuna 580,000 cartons + food	Th	Is Feb 88	82.5
Shrimps & squids, many lines	Th+Jap	Ap Mar 88	120
Frozen seafood 915 tons	Th++	AP Mar 88	36
Frozen cooked seafoods	Th+Jap	Ap Mar 88	6
Frozen seafood 5,000	Th	Is Mar 88	17.5
Cold storage, frozen seafood	Th	Is Apr 88	56.3
Vegetable and animal oil and fat (3115)			
Caster oil (#7)		Op 86	120
Plam oil (#9)		Op 86	30
Plam Oil (#10)		Op 86	210
Vegetable and seed oil (#24)		Op 86	274.70
Non-dairy creamer product (#35)		Op 86	50
Plam oil (337)		Op 86	91.8
Plam oil (#51)		Op 86	126.05
Plam oil (#54)		Op 86	83.67
Plam oil (#56)		Op 86	157
Crude plam oil 9,600 tons	Th	Is Nov 87	57.59
Crude plam oil 36,000 tons	Th	Is Nov 87	150
Crude plam 7,200 tons	Th	Is Dec 87	60
Plam kernal and oil i8,000 tons	Th	Is Feb 88	70
Caster oil 7,500 tons	Th+Germ	Ap Mar 88	58.8
Curde rice barn oil 5,700 tons	Th+Jap	Is Apr 88	80
Grain, flour, and starch (3116, 6117)			
Soybean milk (#29)		Op 86	100
Rioe oraokers (#43)		Op 86	23.09
Sweet potato noodles 2,250 tons	Th	Ap Oct 87	9.85
Rice vermicelli 1,700 tons	Japan	Ap Oct 87	24.55
Sticky rice	Th+Jap	Is Oct 87	15
Modfied starch	Th+Jap	Is Oct 87	60
Flavored malt extract 3,500 tons	Th+Sw	Is Nov 87	350

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 โครงการด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI (ต่อ)

Firm's Activities or Products	Country	Status	Investment
Rice and sticky rice flour 18,000 tons	Th	Ap Dec 87 Is Mar 88	23.5
Rice/sticky rice flour/noodle 22,500 tons	Th+Sing	Ap Dec 87	22
Chemically modifiea strach/Dextrin	US	Is Jan 88	52.4
Corn cob meal 4,000 tons, pellet 2,000 tons	Th	Ap Feb 88	6
Preservead egg noodle 96,000 cases	Th	Ap Feb	15
Cashew nut shelled 439.5 tons	Th	Is Mar 88	25
Animal Feed (3122, see aquaculture and canned seafood)			
Animal feed mill (#6)		Op 86	89
Animal feed (#11)		Op 86	4
Animal feed (#13)		Op 86	77
Animal feed mill (#15)		Op 86	117
Animal feed mill (#16)		Op 86	154
animal feed (318)		Op 86	14
Animal feed (#23)		Op 86	48.43
Tapioca pellets (#27)		Op 86	60
Tapioca pellets (#28)		Op 86	13
Animal feed (#30)		Op 86 175	25
Animal (#44)		Op 86 175	25
Animal feed (CP Feedmill #47)		Op 86	59
Animal feed (Thai Feed Mill #61)		Op 86	70
Animal feed 24,000 tons	th+Hk	Is Mar 88	40
Drinks (3131, 3132, 3133, 3134)			
Wine and brandy (Suwannaphoome #58)		Op 86	180
Concentrated pinapple juice 12,000 tons	Th+	Ap Oct 87	50
Fruit wine (Seagram Cooler) 2 million L	Th+Brith	St Dec 87	46.5
Conc pineapple juice 12,000 tons	Th+	is Dec 87	50
Tobacco (3114, 3142)			
Tobacco leaf curing for export (#31)		Op 86	4
Tobacco leaf curing		Op 86	5
Unmanufactured tobacco (#42)		Op 86	4.52
tobacco leaf curing (Thai Am #64)		Op 86	107
Other Food Products			
Fresh plam fruit 10 tons	Th	St Oct 87	18.4
Fish extract 750 tons	Th	Ap Nov 87	40
Surimi 900 tons	Th+Jap	St Dec 87	18.2
Ingredients for instant food 1,320 tons	Th+Chi	Ap Jan 88	174
Health food products 100m units	Th++	Ap Mar 88	16.88
Coconut bars & nougat appox 1,000 tons	Th+Cana	Ap Mar 88	19.8
Surimi products 1,200 tons	Th+Jap	Is Mar 88	64
Rice sauce semi products 1.5 mL	Th+Jap	Ap Apr 88	45
Bromelain enzyme 45 tons	Th+Chi	Is Mar 88	15
Bio-based material (3211)			
Natural fiber (Thai Elastics #60)		Op 86	13.5
Duck feather 620 tons	Th	Is Dec 87	12.5
Washed Feather/down comforter 341 ton	Th+	Is Dec 87	16
Chemicals (3511, 3512, 3513)			
Ethamol (Chem # 16)		Op 86	142
Medical & Pharmaceutical (3522, and hospitals)			
Hospital 70 beds (Bkk Dusit Med Services)	Th	Ap Oct 87 Is Jan 88	65.73

ตารางที่ 2.2 โครงการด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI (ต่อ)

Firm's Activities or Products	Country	Status	Investment
Hospital 350 beds (Phyathai2)	Th	St Oct 87	453.9
Hospital 50 beds (Bkk concer Detection)	Th	Is Nov 87	30
Hospital 30 beds (Rachburi)	Th	Is Nov 87	10
Hospital 50 beds (Nonthaburi Patna)	Th	Ap Feb 88	35
Hospital 49 beds (Rajadamnoen)	Th	Ap Feb 88	70
Hospital 82 beds (Nakon Sawan)	Th	Ap Feb 88	42
IV bag plastic tube/ syringes/ etc	Th+Brit	Ap Jan 88	42.3
Medical capsule (Chem #14)		Op 86	133.81
Menthol crystals, peppermint oil (Chem#20)		Op 86	20
Phramaceutical prod (Meiji, Chem#20)		Op 86	261.35
Anit-tuberculosis, anit-bacterial, etc	Th+Ind	Is Jan 88	86.8
Dextrose etc 2,880+4,320 tons	Th	Ap Mar 88	174.4

The ones that are in operation (Op) are from summary of filled BOI questionnaire by firms in 1986. (Not all the firms returned the questionnaire.) The ones that are marked with "Ap", "Is", or "St" are summarized from BOI publication during October 1987 ISIC code numbers.

Ap = BOI approved, Is = BOI certificate issued, St = start operation,

Op = already in operation during the year indicated, value of investment in million baht, Number (#) indicate reference to BOI questionnaire summary (not shown)

ตารางที่ 2.3 มูลค่าสินค้าขาออกเกษตรกรรม (จากศูนย์สถิติการเกษตร)

รายการสินค้า	2525	2526	2527	2528	2529
ข้าว	22,509	20,157	25,931	22,524	20,314
พืชอาหาร	11,840	11,451	13,463	11,888	12,087
ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง	19,751	15,386	16,600	14,966	19,086
น้ำตาลและผลิตภัณฑ์	13,806	7,878	6,111	7,059	8,354
พืชน้ำมัน	602	246	361	425	940
น้ำมันพืช	293	262	400	570	209
พืชเส้นใย	3,969	3,258	4,696	5,128	5,327
พืชสวนผักและผลิตภัณฑ์	506	667	720	953	1,262
พืชอื่นๆ	1,016	1,092	1,175	2,076	2,449
ยาสูบ	2,559	1,836	1,070	1,143	938
ยางและผลิตภัณฑ์	10,060	12,406	13,891	14,807	16,909
สัตว์มีชีวิต	108	107	112	200	145
อาหารสัตว์	1,584	1,861	1,831	1,970	2,479
ผลิตภัณฑ์จากสัตว์	2,360	2,015	3,004	3,354	5,488
ผลิตภัณฑ์นม	207	166	122	101	251
ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช	41	66	65	77	95
ผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ	10,054	11,213	13,449	16,759	24,716
กระดาษและผลิตภัณฑ์	236	225	280	613	1,192
ไม้และผลิตภัณฑ์	1,423	1,483	1,732	2,237	2,816

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 สรุปกิจการที่น่าจะมีแนวโน้มเพิ่มการลงทุน

กิจการ	เหตุผลของแนวโน้มการลงทุนที่เพิ่มขึ้น	บุคลากร R&D	บุคลากร Production
การปลูกสวนป่า	นโยบายรัฐบาลที่จะส่งเสริมการปลูกสวนป่า	นักบำรุงพันธ์พืช	lab techician นักประชาสัมพันธ์
การสร้างเมล็ดพันธุ์	การลงทุนของบริษัทข้ามชาติและของบริษัทคนไทย	นักบำรุงพันธ์พืช genticist	labtechnician
การเลี้ยงกุ้ง	กุ้งกุลาดำราคาดี ตลาดยังไม่อิ่มตัว คุ้มทุนเร็ว	นักวิจัยสัตว์น้ำ marine biologist biochemist	
การฆ่าและชำแหละสัตว์	ตลาดต่างประเทศยังขยายตัวอยู่		sanitary eng
อุตสาหกรรมนม	เพิ่มขึ้นช้าๆ เพราะการเปลี่ยนทรรศนคติและนิสัยในการดื่มนมของคนไทย	biochemist	industrial eng. mechanical eng.
อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง	ผลไม้กระป๋องมีแนวโน้มส่งออกมากขึ้นอย่างมาก อาหารทะเลกระป๋อง ยังมีลู่ทางตลาดดี	food tech&biochem	industrial eng. mechanical eng.
อุตสาหกรรมน้ำมันพืช		food tech&biochem	industrial eng. mechanical eng.
อุตสาหกรรมแป้ง	strach และการแปรรูป strach ยังมีทำกันน้อย	food tech&biochem	industrial eng. mechanical eng.
อุตสาหกรรมอาหาร	ก๋วยเตี๋ยวและบะหมี่สำเร็จรูปมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่ม surimi แนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้น enzyme ต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตอาหาร	food tech&biochem	industrial eng. mechanical eng.
การผลิตแอลกอฮอล์	จะเพิ่มขึ้นอีกมาก เนื่องจากการบริโภคสุรา และโดยเฉพาะหากมีการใช้ gascohol แทนน้ำมัน	genetic engineer food tech	industrial eng. mechanical eng.
อาหารสัตว์			
ยาสูบ	อาจยังขยายตัวบ้างในช่วง 5 ปีแรก แต่ในที่สุดจะหดตัวลง เนื่องจากนโยบายต่อต้านการสูบบุหรี่/โรงพยาบาลเอกชนในต่างจังหวัดยังเพิ่มอีกมาก		
โรงพยาบาล		medical scientist	physicians nurses
เครื่องมือแพทย์	มีการแข่งขันน้อย ปัญหาใหญ่คือขาดบุคลากร	medicalscientist mechanical engineer electrical engineer physicist	technicans merchanical eng. electrical eng.
เภสัชกรรม	จำนวนของโรงงานขนาดเล็กอาจลดลง เนื่องจากการแก้กฎหมายที่เกี่ยวข้อง การการลงทุนในกิจการขนาดใหญ่มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้น แต่ลักษณะของกิจการยังเป็น assembly & packagingn อยู่	medicinal chemist biochemist	industrialpharm pharmaceutics mechanical eng. industrial eng.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ล้านบาท โดยที่แต่ละรายมีการลงทุนตั้งแต่ 4-120 ล้านบาท จึงเห็นได้ว่า กิจการเลี้ยงกุ้งเป็นกิจการที่อาจมีขนาดกิจแตกต่างกันได้มาก และเข้าลักษณะที่ถึงแม้จะมีการลงทุนไม่สูงนักในแต่ละราย แต่มีจำนวนผู้ประกอบการรายเล็กรายน้อยได้มากราย ในปัจจุบันถึงแม้จะมีผู้เตือนว่านักลงทุนรายใหม่อาจขาดทุนก็ตาม รายงานการวิเคราะห์ตลาดยังไม่พบจุดอิ่มตัวของตลาดกุ้ง จึงเป็นไปได้ว่าการเพาะเลี้ยงกุ้งยังจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะลูกกุ้ง ซึ่งนอกจากจะมีความสำคัญในการป้อนฟาร์มกุ้งแล้ว ยังเป็นกิจการที่มักจะใช้กำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือนักชีววิทยา หรือนักวิชาเคมีเป็นผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด ในขณะเดียวกันการวิจัยและการพัฒนาในด้านนี้จะต้องการกำลังคนเพิ่มอีก

3. การถนอมอาหารทะเล

วงเงินลงทุนด้านการถนอมอาหารทะเล จากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ขอหรือได้รับบัตรส่งเสริมในช่วงเวลาที่สำรวจมีกว่า 1,300 ล้านบาท ซึ่งยังมีแนวโน้มอยู่ว่าจะเพิ่มขึ้นเพราะตลาดส่งออกยังดีอยู่

4. อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร

อุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทยมีลู่ทางที่จะเติบโตได้อีกมา โดยเฉพาะการผลิตเพื่อส่งออก ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขอีกหลายประการ เป็นต้นว่า ความสามารถในการทำภาชนะบรรจุให้ล่อใจลูกค้ารายย่อย และการควบคุมคุณภาพ (เช่น เนื้อปลาแช่แข็ง) นอกจากนั้นการที่คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนเริ่มส่งเสริมการลงทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนา ก็น่าจะเป็นการกระตุ้นการวิจัยและพัฒนาทางอุตสาหกรรมอาหารให้เพิ่มขึ้นในระยะเวลาอันใกล้นี้ บุคลากรที่จะได้รับผลกระทบคือ Food Technologist, Food Engineer, Biochemist, วิศวกรรมอุตสาหการ และวิศวกรรมเครื่องกล

5. การผลิตแอลกอฮอล์

อุปสงค์ของแอลกอฮอล์อาจจะเพิ่มขึ้นได้อย่างมากและรวดเร็วจนผลิตไม่ทันหากรัฐบาลตัดสินใจเปลี่ยนจากน้ำมันเบนซินที่ผสมตะกั่ว มาเป็นเบนซิลผสมแอลกอฮอล์ที่เรียกว่าแกสโซฮอล์ (GASOHOL) ในกรณีนี้ การลงทุนผลิตแอลกอฮอล์จะพุ่งพรวดขึ้นทันทีผลที่ตามมาก็คือจะเพิ่มความต้องการบุคลากรทางชีวเคมี เคมีอุตสาหการ วิศวกรรม อุตสาหกร และวิศวกรรมเครื่องกล ขึ้น

6. โรงพยาบาล

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในช่วงเวลาที่สำรวจ มีโรงพยาบาลเอกชนหลายแห่งขอรับการส่งเสริมการลงทุนหรือได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุน ในระยะต่อไปน่าจะมีโครงการโรงพยาบาลเอกชนในต่างจังหวัดมากขึ้น ทั้งที่ขอรับและไม่ได้ขอรับการส่งเสริมการลงทุน บุคลากรที่จะได้รับผลกระทบ คือ แพทย์ พยาบาล และเทคนิคเซียนของโรงพยาบาลในระดับต่างๆ ซึ่งหากไม่ผลิตเพิ่มให้พอเพียง และพยายามรักษาบุคลากรในโรงพยาบาลของรัฐไว้แล้ว โรงพยาบาลเอกชนจะซื้อตัวบุคลากรเหล่านี้จากโรงพยาบาลของรัฐไป ทำให้การพยาบาลชาวบ้านผู้มีรายได้น้อยเกิดปัญหาขึ้นได้

7. การผลิตอาหารสัตว์

การผลิตอาหารสัตว์พอจะแบ่งออกได้เป็นสองส่วน (1) ส่วนหนึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการถนอมอาหารทะเล ซึ่งมักจะออกมาในรูปของอาหารสัตว์เล็ก เช่น ลูกปลา และ แมว อันมีตลาดใหญ่อยู่ในประเทศตะวันตก ในส่วนนี้ตัวเลขของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนมีอยู่ว่า ระหว่างไตรมาสสุดท้ายของปี 1987 ถึงเดือนเมษายน 1988 มีผู้ลงทุนในกิจการถนอมอาหารทะเลรวมประมาณ 1,300 ล้านบาท ซึ่งประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตเป็นอาหารสัตว์ (2) อีกส่วนหนึ่งเป็นการนำผลผลิตการเกษตรมาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ เพื่อการส่งออก ซึ่งมีตลาดอยู่ทั้งในประเทศอเมริกาและในตลาดร่วมยุโรป ส่วนนี้ตัวเลขของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนมีอยู่ว่า ในปี 1986 มีโรงงานที่เปิดดำเนินการแล้วด้วยเงินทุนประมาณ 1,000 ล้านบาท

สำหรับชนิดของบุคลากรที่ต้องการนั้น จากการวิเคราะห์ข้างต้นพอจะสรุปได้ว่าเนื่องจากกิจการหลายอย่างมีลักษณะของโรงงานมีใช้กรรมวิธีทางชีวภาพหรือจักรกลแปรรูปวัตถุดิบ ดังนั้น จึงหลีกเลี่ยงไม่พ้นที่จะต้องการวิศวกรโรงงาน คือ ด้านวิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมเครื่องกล และอาจมีสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมสุขาภิบาล ด้วย

สำหรับด้านการวิจัยและพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพนั้น ก็หนีไม่พ้น ชีวเคมี (โดยเฉพาะวิศวกรรมพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ) ชีววิทยา (เช่น ชีววิทยาทางทะเล) เทคโนโลยีอาหาร แพทยศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เทคนิคการแพทย์

เท่าที่กล่าวมานี้ เป็นการมองเชิงคุณภาพ ส่วนวิเคราะห์เชิงปริมาณนั้นจะต้องการข้อมูลประกอบมากกว่านี้

2.1.2 อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ก. สถานภาพที่เป็นมา

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ของไทยตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ซึ่งเปิดดำเนินการแล้วมีจำนวน

ประมาณ 102 แห่ง ตารางที่ 2.5 ได้รวบรวมตัวเลขของอุตสาหกรรมนี้ แสดงให้เห็นผลิตภัณฑ์สำคัญ ตลอดถึงเป้าหมายการลงทุน โดยจำแนกเป็นยุคต่างๆ ตามจุดเด่นของการลงทุนในแต่ละยุคเหล่านั้น

ตารางที่ 2.5 พัฒนาการของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

	จำนวนโรงงานที่ก่อตั้ง	ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานใหม่	เป้าหมายการลงทุน
ยุคเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้	11	วิทยุ	ทดแทนการนำเข้า
ในบ้าน (2503-2513)	(72.7%)[1]	โทรทัศน์	ทดแทนการนำเข้า
ยุคอุตสาหกรรมไอซี	10	ไอซี	ส่งออก
(2514-2517)	(70.0%)	โทรศัพท์	ทดแทนการนำเข้า
		วิทยุรับส่ง	ทดแทนการนำเข้า
		วิทยุติดรถยนต์	ทดแทนการนำเข้า
ยุคขยายตัว (2518-2524)	31	เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในบ้าน	ทดแทนการนำเข้า
	(41.9%)	ตัวเก็บประจุ	ส่งออก
		ชิ้นส่วนโทรทัศน์	ส่งออก
ยุคขยายตัวของชิ้นส่วน	37	แบริงก์ขนาดเล็ก	ส่งออก
อิเล็กทรอนิกส์ (2525-2529)	(64.9%)	มอเตอร์ขนาดเล็ก	
		ฮาร์ดดิสก์	ส่งออก
		แผ่นวงจรพิมพ์	ส่งออก
		ไอซี	ส่งออก
		ไมโครคอมพิวเตอร์	ทดแทนการนำเข้า
ยุคเงินเยนแข็งตัว	13	เตาไมโครเวฟ	ส่งออก
(2530-ปัจจุบัน)	(100.0%)	ชิ้นส่วนไมโครเวฟ	ส่งออก
		โทรศัพท์	ส่งออก
		ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ	ส่งออก

ที่มา : TDRI (1989) หน้า 1-47

หมายเหตุ : 1 ตัวเลขในวงเล็บ เป็นร้อยละของโรงงานที่ได้รับการส่งเสริมจากบีโอไอ

(1) ยุคของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในบ้าน (2503-2513) การลงทุนในช่วงนี้จะเน้นหนักการผลิต เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในบ้าน อันได้แก่ วิทยุ, โทรทัศน์, เป็นต้น มูลเหตุสำคัญของลักษณะการลงทุนดังกล่าว เนื่องจากมีการก่อตั้งสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ขึ้นในปี พ.ศ.2505 และเน้นนโยบายส่งเสริมการลงทุนเพื่อทดแทนการนำเข้า

(2) ยุคของอุตสาหกรรมไอซี (2514-2517) ช่วงนี้มีการลงทุนเพื่อประกอบไอซีภายในประเทศ ของบรรษัทข้ามชาติจากสหรัฐฯถึง 3 บริษัท ในยุคนี้นโยบายส่งเสริมการลงทุนของรัฐบาลเริ่มเปลี่ยนจุดเน้น เพื่อการส่งออกมากขึ้น

(3) ยุคขยายตัวของอุตสาหกรรม (2518-2525) ในช่วงนี้เป็นการขยายตัวของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการลงทุนในอุตสาหกรรมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในบ้าน และอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อาทิ ตัวเก็บประจุชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับโทรทัศน์ ชิ้นส่วนนาฬิกา เป็นต้น ทั้งนี้การผลิตของกิจการส่วนหลังมุ่งเพื่อส่งออกเป็นสำคัญ

(4) ยุคขยายตัวอุตสาหกรรมชิ้นส่วน (2526-2529) ในช่วงนี้มีการเปิดดำเนินการของโรงงาน 37 แห่ง ซึ่งในจำนวนนี้

16 แห่ง ทำการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อันได้แก่ ลูกปืน (Bearing) ขนาดเล็ก มอเตอร์ขนาดเล็ก สเตรนเกจ (Strain Gauge) คีย์บอร์ด ลำโพงขนาดเล็ก ฮาร์ดวิสค์ ไอซี แผ่นวงจรพิมพ์ เป็นต้น

(5) ยุคเงินเยนแข็งตัว (2530-ปัจจุบัน) กิจการที่ได้เริ่มดำเนินการแล้วในช่วงนี้มี 13 แห่ง และทำการผลิตเพื่อส่งออกทั้งหมด ในจำนวนนี้ 8 แห่งเป็นกิจการที่ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ที่สำคัญได้แก่ ชิ้นส่วนไมโครเวฟ, ทรานซิสเตอร์ แม่เหล็กเฟอร์ไรต์ ผลึกออสซิลเลเตอร์ เป็นต้น

ข. แนวโน้มการลงทุน การลงทุนในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีแนวโน้มซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการของอุตสาหกรรมนี้ในอนาคต แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญได้แก่

1) ปริมาณการลงทุน การลงทุนทางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วยิ่งตั้งแต่กลางปี พ.ศ.2529 จากสถิติโครงการด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากบีโอไอ พบว่าจำนวนโครงการตั้งแต่ก่อตั้งบีโอไอ จนถึงปี 2529 มีทั้งสิ้น 50 โครงการ ตัวเลขเดียวกันเฉพาะปี พ.ศ.2530 มีถึง 49 โครงการ ขณะที่เพียงครึ่งแรกของปี พ.ศ.2531 มีถึง 31 โครงการ

2) โครงสร้างการลงทุน ในยุคแรกของอุตสาหกรรมอิเล็กทริคทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ การลงทุนส่วนใหญ่เน้นหนักด้านอุตสาหกรรมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในบ้านจนถึงปลายปี 2513 ยอดเงินลงทุนของโครงการด้านอุตสาหกรรมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในบ้านที่ได้รับการส่งเสริมจากบีโอไอมีสูงถึงร้อยละ 98 สัดส่วนนี้มีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการลงทุนของบริษัทข้ามชาติ เพื่อประกอบไอซีภายในประเทศ แนวโน้มการลงทุนในช่วงหลังทำให้สัดส่วนยอดเงินลงทุนด้านอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สูงขึ้นจนถึงปลายปี 2531 สัดส่วนดังกล่าวนี้ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วน เป็นร้อยละ 70 ส่วนอุตสาหกรรมเครื่องใช้ในบ้านเป็นร้อยละ 20 ที่เหลือเป็นอุตสาหกรรมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในอุตสาหกรรม

3) เป้าหมายการลงทุน จนถึงปลายปี 2513 ยอดเงินทุนทางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่ได้รับการส่งเสริมจากบีโอไอ เป็นการลงทุนเพื่อทดแทนการนำเข้าสัดส่วนค่อยๆ เปลี่ยนแปลงไป เมื่อรัฐบาลให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกมากขึ้น การขยายตัวของการลงทุนในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา เป็นการลงทุนเพื่อการส่งออกแทบทั้งหมด ดังนั้นทำให้สัดส่วนยอดเงินลงทุนของอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกเพิ่มสูงเป็นถึงร้อยละ 86 ขณะที่อุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้าเหลือร้อยละ 14

เราอาจสรุป ผลกระทบจากแนวโน้มการลงทุนด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้

ก. การลงทุนด้านอุตสาหกรรมชิ้นส่วนมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ซึ่งเคยเป็นอุตสาหกรรมประกอบเป็นหลัก มีองค์ประกอบของการผลิตและแปรสภาพวัตถุดิบสูงขึ้น

ข. การมุ่งผลิตเพื่อส่งออก ทำให้ความจำเป็นในการเน้นด้านคุณภาพสินค้าและผลิตภาพ (Productivity) มีสูงขึ้น

ค. ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายมากขึ้น แทนที่จะเป็นการประกอบวิทยุโทรทัศน์เท่านั้น การผลิตคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ห่วง อุปกรณ์โทรคมนาคม ฯลฯ มีมากขึ้นทำให้มีเนื้อหาทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมสูงขึ้น

ค. ผลกระทบทางด้านเทคโนโลยีที่สำคัญ

ผลกระทบด้านเทคโนโลยีที่สำคัญอาจประเมินได้จากลักษณะการลงทุนที่กล่าวข้างต้น กล่าวคือ

1. **มีการลงทุนด้านชิ้นส่วนอิเล็ทรอนิกส์เพิ่มขึ้น** อาทิ โครงการผลิตหลอดภาพสีโทรทัศน์ โครงการผลิตและประกอบแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) โครงการผลิตตัวเก็บประจุชนิดต่าง, โครงการผลิตชิ้นส่วนและประกอบดิสก์ชนิดต่างๆ เป็นต้น โครงการดังกล่าวเป็นโครงการที่มียอดเงินลงทุนพันล้านบาททั้งสิ้น นอกเหนือจากนี้ยังมีโครงการขนาดกลาง/ใหญ่จำนวนมากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ เหล่านี้ จะไม่จำกัดตัวอยู่เฉพาะการประกอบ (Assembly) เท่านั้น แต่หากยังครอบคลุมถึงการแปรสภาพวัสดุ (Material Processing) และการผลิต (Manufacturing) ด้วย เทคโนโลยีซึ่งต้องใช้ครอบคลุมไปถึงเทคโนโลยีด้านเคมี เทคโนโลยีวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีเครื่องกลซึ่งมีความละเอียดสูง เทคโนโลยีด้านการออกแบบ เป็นต้น

2. **เนื่องจากการการผลิตในอุตสาหกรรมเหล่านี้มุ่งเน้นการส่งออกเพิ่มขึ้น** ดังนั้นการควบคุมคุณภาพสินค้าและการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) จึงมีความจำเป็นอย่างเห็นได้ชัด เทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับเป้าหมายดังกล่าว ได้แก่ เทคโนโลยีด้านการควบคุมอัตโนมัติ เทคโนโลยีการวัดและทดสอบ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการก้าวเข้าสู่ระบบอัตโนมัติในโรงงาน

3. **แนวโน้มการลงทุนจะเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ขึ้น** นอกเหนือจากชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมโดยมีโครงการขนาดใหญ่ อาทิ การผลิตโทรศัพท์และตู้ชุมสายโทรศัพท์

การผลิตอุปกรณ์ สำหรับระบบอัตโนมัติในที่ทำงาน (OA) เครื่องแปรรูปโลหะความแม่นยำสูง, คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พ่วงต่อต่างๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีเนื้อหาทางเทคโนโลยีที่สลับซับซ้อนขึ้น อาทิ เทคโนโลยีสื่อสารและสื่อสารข้อมูล เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ เป็นต้น

4. นอกเหนือจากนี้ มีกิจการที่กำลังดำเนินการหลายแห่ง แสดงความสนใจที่ขยายกิจการผลิตให้ครอบคลุมไปถึงส่วนของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ทั้งในแง่รูปแบบภายนอก การออกแบบเชิงกล การออกแบบวงจร การออกแบบระบบและการพัฒนาซอฟต์แวร์จึงน่าจะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

ง. ผลกระทบทางด้านกำลังคน ผลกระทบทางด้านกำลังคนอันเนื่องจากการลงทุนทางอุตสาหกรรมข้างต้นเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของบัณฑิตกล่าวในเชิงปริมาณ ความต้องการบัณฑิตด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์พื้นฐานจะเพิ่มสูงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง กล่าวในเชิงคุณภาพความต้องการบัณฑิตที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มสูงขึ้น ขณะเดียวกันความต้องการบัณฑิตระดับปริญญาโทและเอกก็จะเพิ่มทวีขึ้นเช่นเดียวกัน

1. วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ ด้านวัสดุศาสตร์ เพื่อรองรับการลงทุนของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หลอดภาพโทรทัศน์สี การประกอบไอซีอุตสาหกรรมเจือสารไอซีทีจะมีการก่อตั้งในอนาคต เป็นต้น

2. นักวิทยาศาสตร์ด้านฟิสิกซ์และเคมี เพื่อเป็นนักทดสอบและนักวิจัยในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนซึ่งมีการแปรสภาพวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการผลิต เช่น การผลิตตัวเก็บประจุ โรงงานหลอดแก้ว สำหรับหลอดภาพโทรทัศน์ เป็นต้น

3. วิศวกรสาขาเครื่องกล เพื่อทำงานในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจำเป็นต้องมีการแปรรูปโลหะ และวัตถุดิบ ซึ่งต้องมีความแม่นยำสูง นอกจากนั้นเนื่องจากกระบวนการผลิตโดยส่วนรวม เน้นการแปรรูปและการผลิตเพิ่มขึ้น วิศวกรสาขานี้จึงมีความจำเป็นเพิ่มขึ้น

4. วิศวกรคอมพิวเตอร์ เพื่อทำงานด้าน OA FA ซึ่งจะเพิ่มขยายมากขึ้นนอกจากนั้น งานด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่อาศัย CAD/CAM งานด้านการจัดการฐานข้อมูล ก็จะมีเพิ่มขึ้น

5. วิศวกรอิเล็กทรอนิกส์ จะมีความต้องการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะวิศวกรเหล่านี้จะต้องมีพื้นฐานด้าน ดิจิตัลเป็นอย่างดี มีความสามารถในการพัฒนาซอฟแวร์เพื่อทำงานในอุตสาหกรรมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ใช้ในอุตสาหกรรม

6. วิศวกรอิเล็กทรอนิกส์ด้านสื่อสาร เพื่อทำงานในอุตสาหกรรมผลิตโทรศัพท์และตู้ชุมสาย ตลอดถึงผลิตภัณฑ์ OA อื่นๆ นอกจากนี้ แม้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปความจำเป็นในการเชื่อมโยงระบบการควบคุม ระบบการวัด ระบบสินค้าคงคลัง ฯลฯ เข้าด้วยกัน เพื่อพัฒนาไปสู่ระบบ FA ทำให้วิศวกรด้านนี้มีความต้องการสูงขึ้น

7. วิศวกรอุตสาหการ เพื่อเป็นบุคลากรหลักในการจัดวางระบบภายในโรงงานในการสร้างหลักประกันด้านคุณภาพสินค้า และเพิ่มพูนผลิตภาพ ความเมื่อต้องวิศวกรสาขานี้จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อความจำเป็นในการปรับปรุงคุณภาพและผลิตภาพเพื่อแข่งขันในตลาดโลกมีมากขึ้น

8. วิศวกรด้านวัดคุมทางอุตสาหกรรม (Industrial Instrumentation) วิศวกรด้านนี้ จะมีความจำเป็นมากขึ้นในการสร้างหลักประกันด้านการวัดและตรวจสอบเพื่อสร้างหลักประกันด้านคุณภาพสินค้า

9. วิศวกรสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนหนึ่งต้องใช้สารเคมีในการแปรรูปวัตถุดิบ สารเคมีเหล่านี้จะเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมถ้าไม่มีการกำจัดที่เหมาะสม ความจำเป็นทางด้านสิ่งแวดล้อมจะทำให้ความต้องการวิศวกรด้านนี้เพิ่มขึ้น

10. ความต้องการวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาโทและเอกจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุตสาหกรรมเหล่านี้ขยายตัว ทั้งนี้เพราะเริ่มมีความจำเป็นที่ต้องทำการวิจัยพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ภายในประเทศมากขึ้น

2.1.3 อุตสาหกรรมโลหะและวัสดุ

ก. สถานภาพที่เป็นมา

อุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโลหะและวัสดุที่นับเป็นอุตสาหกรรมหลักเพื่อการส่งออกและจำหน่ายภายในประเทศ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ประเภทกระป๋องบรรจุอาหาร อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมแร่และโลหะ อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมของเด็กเล่นประเภทโลหะและพลาสติก

ในบรรดาอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ดังกล่าวในช่วงระยะ 2527-2528 เป็นระยะที่ไม่มีการขยายตัวมากนัก เนื่องจาก

สภาวะเศรษฐกิจและการเมืองไม่เอื้ออำนวยต่อการลงทุน นอกจากอุตสาหกรรมดอดไม้ประดิษฐ์อุตสาหกรรมเซรามิกส์และอุตสาหกรรมของเด็กเล่นประเภทโลหะและพลาสติก ตลอดจนอุตสาหกรรมเซรามิกส์ซึ่งมีการลงทุนและเริ่มผลิตประมาณ 6, 3, 10 และ 3 รายตามลำดับ

จากค่าของเงินเยนและเงินสกุลยุโรปประเภทเงินมาร์คและเงินปอนด์ที่แข็งตัวขึ้นมากในช่วงปี 2529-2531 ประกอบกับสภาวะเศรษฐกิจและการเมืองที่มีความมั่นคงยิ่งขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโลหะและวัสดุก่อสร้างดังกล่าวข้างต้นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลการส่งเสริมการลงทุนในปี 2530 และ 2531 พบว่า อุตสาหกรรมประเภทแร่โลหะและเซรามิกส์มีการขอส่งเสริมการลงทุนจำนวน 76 และ 26 ราย ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์เคมีมีการขอส่งเสริม 88 และ 44 ราย อุตสาหกรรมและเครื่องไฟฟ้ามีการขอส่งเสริม 115 และ 48 ราย ตามลำดับ และอุตสาหกรรมสิ่งทอและปั่นด้านมีการขอส่งเสริม 5 ราย และ 2 ราย ในปี 2530 และ 2531 ตามลำดับ

อุตสาหกรรมที่มีลักษณะเด่นมีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นจนสังเกตได้ ได้แก่ อุตสาหกรรมถุงมือยาง มีผู้สนใจลงทุนเป็นจำนวนมากรายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ อุตสาหกรรมอีกประเภทหนึ่ง คือ โครงการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนและรีดเย็น ซึ่งมีผู้สนใจขอส่งเสริมการลงทุนถึง 6 ราย รวมเงินลงทุนประมาณ 29,000 ล้านบาท

ช. แนวโน้มการลงทุนใหม่

แนวโน้มการลงทุนใหม่ในช่วงระยะ 5 ปีนับจากนี้ไปคาดว่าจะมีการลงทุนด้านอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากโครงการปิโตรเคมีแห่งชาติระยะที่ 1 เริ่มเสร็จสมบูรณ์ อุตสาหกรรมนี้เป็นต้นแบบของอุตสาหกรรมพลาสติกใยสังเคราะห์ สิ่งทอ และวัสดุสังเคราะห์ประเภทอื่นๆ อีกมาก

สำหรับประเทศไทยนั้น อุตสาหกรรมนี้นับเป็นสิ่งที่น่าสนใจในวิวัฒนาการเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเมื่อ 15 ปีก่อน อุตสาหกรรมนี้เป็นเพียงโรงงานผลิตพลาสติกเล็กๆ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปป้อนตลาดภายในประเทศ จากผลสำเร็จในการสำรวจขุดเจาะแหล่งก๊าซธรรมชาติเอราวัณของบริษัทยูโนแคล จำกัด ในปี 2523 ทำให้เกิดแผนการพัฒนา Petrochemical Complex โดยใช้อีเธนและโปรเพนจากก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ จากแผนการดังกล่าวทำให้การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ก่อสร้างโรงแยกก๊าซที่ระยองในปี 2525 เพื่อแยกเอาอีเธนและโปรเพนออกมาใช้ประโยชน์ จากนั้น Complex ซึ่งใช้เงินลงทุน 1,000 ล้านเหรียญสหรัฐ จึงได้มีการก่อสร้างขึ้นประกอบด้วยหน่วยผลิตต้นสาย 1 หน่วย (โรงงานโอเลฟินส์) ทำการเปลี่ยนก๊าซอีเธน และโปรเพนให้เป็นเอธิลีนและโปรพิลีน ส่วนหน่วยผลิตปลายสาย 4 หน่วย ทำหน้าที่ผลิต High Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE), Linear Low Density Poly Ethylene (LLDPE). Poly Propylene (PP), Vinyl Choloride Monomer (VCM) และ Polyvinyl Chloride (PVC) หน่วยปลายสายทั้ง 4 นี้ จะดำเนินการโดยบริษัทเอกชน 4 บริษัท คือ TPE, TPI, HMC และ TPC ตามลำดับโครงการ Complex นี้ จะเสร็จสมบูรณ์ในปี 2532 ซึ่งโครงการดังกล่าวได้วางแผนให้กำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการของโรงงานพลาสติกประมาณ 1,000 โรง ที่จะมีขีดความต้องการสูงสุดในปี 2534 แต่ทว่าจากอัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมพลาสติกในปัจจุบันพบว่า ปริมาณการส่งออกได้เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับจากปริมาณ 203.2 ล้านบาท ในปี 2521 เป็น 1,297.4 ล้านบาท ในปี 2527 และ 2,212.2 ล้านบาท ในปี 2531 ซึ่งถ้าเป็นไปในลักษณะประมาณ 20% ต่อปีเช่นนี้ กำลังก็ผลิตจาก Complex อาจถึงขีดสูงสุดในปี 2532 นี้

ดังนั้น จึงมีโครงการที่จะขยาย Complex ในระยะที่ 2 โดยจะเริ่มดำเนินการผลิตในปี 2536 หรือ 2537 ซึ่ง Complex นี้จะเป็นฐานในการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมพลาสติกเพื่อสนองความต้องการภายในและอุตสาหกรรมส่งออกในอนาคต

โครงการ Complex ระยะที่ 2 หรือNPC-2 คณะกรรมการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกได้อนุมัติเข้าเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกมาแล้ว และได้มีข้อผู้ขอเสนอการลงทุนถึง 54 ราย เมื่อต้นปี 2531 ผลจากการพิจารณาปรากฏว่าได้รับอนุมัติ 13 โครงการ เป็นเงินลงทุนประมาณ 27,000 ล้าน ซึ่งจะเป็น Complex ที่มุ่งสาร aromatics เป็นหลัก บริษัทเอกชนที่ได้รับอนุมัติโครงการทั้งหมดประมาณ 11 บริษัท ซึ่งจะผลิตเอธิลีน 280,000 ตัน/ปี โปรพิลีน 163,000 ตัน/ปี เบนซิน 116,000 ตัน/ปี โทลูอีน 52,000ตัน/ปี ที-โซลีน 138,000 ตัน/ปี โอ-ไซลีน 28,000 ตัน/ปี และ มิกซ์-ไซลีน 15,500 ตัน/ปี

โครงการใหญ่อีกโครงการหนึ่งซึ่งมีการลงทุนภายในปี 2532-2533 นี้ ได้แก่ โครงการ Iron and Steel Complex จากที่มีการขอส่งเสริมการลงทุนถึง 6 รายในปี 2531 คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนจะได้ทำการพิจารณาตัดสินงบประมาณกลางปี 2532 นี้ โครงการนี้จะประกอบด้วยโรงงานเหล็กรีดเย็น โรงงานเหล็กรีดร้อนและโรงงานหลอมเหล็ก ซึ่งเป็นโรงงานต้นสาย แนวโน้มที่จะมีการลงทุนในขั้นแรกคือโครงการเหล็กรีดร้อนและโครงการเหล็กรีดเย็น ผลจากการผลิตและการขายผลิตภัณฑ์จาก

โครงการทั้งสองดังกล่าวจะสะท้อนไปสู่การลงทุนโรงงานหลอมเหล็ก ซึ่งเป็นโรงงานต้นสายในที่สุด

จากทั้ง 2 โครงการนี้ จะเป็นจุดกำเนิดการลงทุนในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ ทั้งทางด้านพลาสติก สิ่งทอ และโลหะ เช่นบรรจุภัณฑ์พลาสติกอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์โลหะ ท่อ โครงสร้างชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ สำหรับยานพาหนะ เครื่องจักรกลต้นแบบต่างๆ และเครื่องจักรกลหนัก ซึ่งอุตสาหกรรมนี้มีแนวโน้มการขยายตัวค่อนข้างสูง กล่าวคือ 2531 ขยายตัว 60% และปี 2532 คาดว่าขยายตัว 25% คิดเป็นยอดขายถึง 20,000 ล้านบาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสหรัฐอเมริกา ดำเนินการอย่างเข้มงวดในเรื่อง GSP และกฎหมายสิทธิพิเศษ เพื่อกีดกันทางการค้าต่างๆ ซึ่งจะมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมส่งออกทั้งหลายที่จะต้องเร่งลงทุนทางด้านการผลิตต้นสายเน้นการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับ Country of Origin ให้หมดไปก่อนจะเกิดปัญหา เช่น อุตสาหกรรมตลับลูกปืน และอุตสาหกรรมผลิตท่อเหล็ก รวมทั้ง Fitting ต่างๆ กำลังประสบอยู่

ค. ผลกระทบทางด้านเทคโนโลยีที่สำคัญ

จากโครงการ Complex ทางด้านปิโตรเคมีทั้งระยะที่ 1 และ ระยะที่ 2 จะมีผลกระทบทางด้านเทคโนโลยีที่สำคัญ คือ เทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมเคมีและเคมีเทคนิคในสาขาที่เกี่ยวข้องกับปิโตรเคมี และวิศวกรรมปิโตรเลียม เทคโนโลยีที่สำคัญและจำเป็นต้องมีการพัฒนาขึ้น ได้แก่ เทคโนโลยีการแยกสกัดก๊าซธรรมชาติ และการนำเอาผลมาจากการสกัดที่ได้มาใช้ผลิตภัณฑ์ปลายสายต่างๆ เทคโนโลยีทางด้านพลาสติก ได้แก่ การพัฒนาปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติกต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ประกอบด้วยเทคโนโลยีทางด้านวัตถุดิบ และเทคโนโลยีทางด้านการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ทางด้านการขึ้นรูปพลาสติก เทคโนโลยีที่สำคัญ ได้แก่ การสร้างแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปพลาสติกต่างๆ ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการผลิตแม่พิมพ์พลาสติกในประเทศไทยยังคงอยู่ในขั้นเริ่มต้นเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านนั้นตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบแม่พิมพ์ การสร้างแม่พิมพ์ และการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ทางด้านการออกแบบและการสร้างนั้น เพื่อที่จะลดเวลาในการผลิตแม่พิมพ์ให้สั้นที่สุด จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบ CAD/CAM และ CAE สำหรับแม่พิมพ์ให้เกิดขึ้นซึ่งจะเป็นผลกระทบให้เกิดความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้าน Hardware และ Software Computer ขึ้น

การสร้างแม่พิมพ์ยังเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับเทคโนโลยีเครื่องมือกลในการขึ้นรูปต่างๆ ได้แก่เครื่องกัดขึ้นรูปแม่พิมพ์ด้วยไฟฟ้า(EDM และ Wire Cut) ซึ่งได้มีผู้ลงทุนตั้งโรงงานประกอบขึ้นแล้วในประเทศไทย (เงินลงทุน 80 ล้านบาท เริ่มดำเนินการปลายปี 2532) การประกอบเครื่องจักรกลขึ้นรูปดังกล่าวจะเป็นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีการสร้างเครื่องจักรกลเช่นนี้ในอนาคต ข้อสังเกตของเครื่องจักรกลขึ้นรูปในปัจจุบันนี้จะอาศัยเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า Mechatronics ซึ่งเป็นการรวมความรู้ทางด้านวิศวกรรมเครื่องจักรกลและวิศวกรรมไฟฟ้า เทคโนโลยีทางด้านนี้ยังไม่เป็นที่รู้จักในประเทศไทยเช่นเดียวกัน

โครงการผลิตเหล็กรีดร้อนและรีดเย็น จะมีผลกระทบต่อเทคโนโลยีในการควบคุมและปรับปรุงคุณภาพของเหล็กรีด เทคโนโลยีการหลอมเหล็ก เทคโนโลยีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้า หรือเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมโลหการในระดับต้นสายและปลายสาย ตลอดจนเทคโนโลยีแม่พิมพ์โลหะ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีด้านอื่นๆ ในลักษณะเดียวกับโครงการทางด้านปิโตรเคมีและพลาสติกที่กล่าวถึงข้างต้น

เทคโนโลยีอีกด้านหนึ่งที่จะมีบทบาทสำคัญในอนาคต ได้แก่ เทคโนโลยีพลังงาน เนื่องจากอุตสาหกรรมที่กล่าวถึงข้างต้นมีแนวโน้มการใช้พลังงานมาก สถานการณ์ทางด้านพลังงานมีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้น ดังนั้นในอนาคตอันใกล้เทคโนโลยีการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานจะมีบทบาทสำคัญมากขึ้นอย่างแน่นอน

ง. ผลกระทบทางด้านกำลังคน

จากแนวโน้มการลงทุนและผลกระทบทางด้านเทคโนโลยีจะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมโลหะและวัสดุอยู่ในช่วงของการขยายตัวอย่างมาก อันเป็นผลให้ความต้องการทางด้านกำลังคนเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับทางด้านโลหะและวัสดุ ของอุตสาหกรรมทั้งต้นสายและปลายสายจะมีความต้องการกำลังคนทางด้านนี้ในปริมาณที่สูง กำลังคนในสาขาที่จะมีความต้องการสูงมีดังต่อไปนี้

1. วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ สาขาปิโตรเคมี วิศวกรรมปิโตรเลียม เพื่อทำงานในด้านการออกแบบและควบคุมกระบวนการต้นสายทางด้านโครงการ NPC1 และ NPC 2

2. วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ สาขาพลาสติก เพื่อทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมปลายสายโครงการ NPC 1 และ NPC 2 บุคลากรทางด้านนี้จะต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ การควบคุมกระบวนการผลิต การตรวจสอบ

และการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์พลาสติก

3. วิศวกรสาขาวิศวกรรมโลหการและเครื่องกล เพื่อทำงานทางด้านการสร้างแม่พิมพ์โลหะและพลาสติก บุคลากรทางด้านนี้ควรมีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบแม่พิมพ์ การสร้าง การควบคุมคุณภาพ และการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพการทดลองตลอดจนการบำรุงรักษาแม่พิมพ์โลหะและพลาสติก

4. วิศวกรคอมพิวเตอร์ เพื่อทำงานด้าน CAD/CAM/CAE ของอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์โลหะและพลาสติก บุคลากรด้านนี้ควรมีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านคุณสมบัติของโลหะและพลาสติก เมื่อมีการแปรรูปต่างๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงกายภาพและขนาดอย่างไร เพื่อให้สามารถออกแบบแม่พิมพ์ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

5. วิศวกรเครื่องกล เพื่อทำงานทางด้านการออกแบบและการผลิตเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ รวมทั้งเครื่องอุปกรณ์การผลิตทางด้านอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโลหะและวัสดุต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมพลาสติกอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมรองเท้า เป็นต้น

6. วิศวกรพลังงาน เพื่อทำงานทางด้านการจัดการพลังงาน และการอนุรักษ์ พลังงานด้านต่างๆ ในอนาคต จะมีความต้องการผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการพลังงานที่นับวันจะมีการขาดแคลนมากขึ้น

7. วิศวกรเมคาทรอนิกส์ เนื่องจากในอนาคตแนวโน้มการใช้เครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องกลร่วมกันจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจากเศรษฐกิจที่ขยายตัวทำให้ค่าแรงงานเพิ่มสูงขึ้น อุตสาหกรรมจะหันมาใช้ระบบอัตโนมัติที่ใช้ความรู้ทางด้านเมคทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น หุ่นยนต์ที่อุตสาหกรรมจะเริ่มเข้ามาทดแทนแรงงานคนในงานที่ต้องอาศัยความแม่นยำสูงและงานที่เสี่ยงอันตรายต่างๆ

8. วิศวกรโยธาพัฒนาโครงสร้างและการพัฒนาจราจร การใช้ที่ดินจะมีแนวโน้มสู่การใช้พื้นที่แนวดิ่งเพิ่มขึ้น ตึกสูงจะเป็นสิ่งที่จำเป็นในจังหวัดใหญ่ๆ ต่างๆ ทำให้ต้องใช้วิศวกรที่มีความชำนาญด้านการออกและควบคุมการก่อสร้างอาคารสูง การจราจรจะมีปัญหามากยิ่งขึ้น จึงต้องใช้วิศวกรระบบการจราจรเข้าช่วยในการวางแผนออกแบบ และ ดำเนินการควบคุมการก่อสร้างเส้นทางต่างๆ

9. วิศวกรสิ่งแวดล้อม เป็นอีกสาขาหนึ่งที่จะมีความจำเป็นมากขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้เกิดมลภาวะทั้งทางอากาศ น้ำ และมลภาวะของแข็งต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมปิโตรเคมีซึ่งมีก๊าซและของเหลวที่มีอันตรายมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสม

10. วิศวกรสิ่งทอ เป็นสาขาซึ่งประเทศยังไม่มีการผลิตขึ้นอุตสาหกรรมสิ่งทอมีแนวโน้มขยายตัวสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งทางด้านการปั่นด้าย การทอผ้า และการผลิตเสื้อผ้าต่างๆ ความจำเป็นในการใช้วิศวกรสาขานี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เช่น ประเทศเกาหลีและไต้หวันที่มีการผลิตวิศวกรประเภทนี้ ในปริมาณนับหมื่นคนต่อปี

11. นักวิทยาศาสตร์ สาขาวัสดุประเภทโลหะ และวัสดุจากธรรมชาติต่างๆ

กล่าวโดยสรุป ผลกระทบทางด้านกำลังคน และวิศวกรรมศาสตร์ที่มีความรู้ความชำนาญ ทางด้านการวิจัยพัฒนาและการออกแบบ และการควบคุมคุณภาพในลักษณะของ Hardware หรือ Professional มากยิ่งขึ้นในระยะ 5-10 ปี ข้างหน้านี้

2.2 สภาพการลงทุนและแนวโน้มในภาครัฐวิสาหกิจและโครงการระดับชาติ

รัฐวิสาหกิจเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและมีบทบาทมากในระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าการรวบรวมข้อมูลจากแผนรัฐวิสาหกิจค่อนข้างมีปัญหา เพราะรัฐวิสาหกิจหลายแห่งได้แจ้งว่า แผนรัฐวิสาหกิจกำลังอยู่ในระหว่างการเขียนหรือปรับปรุง ดังนั้น การรวบรวมข้อมูลในบทนี้ ส่วนใหญ่จึงใช้แหล่งข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และจากเอกสารโครงการต่างๆ ของรัฐเท่าที่สามารถรวบรวมได้ หลังจากการรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจว่าควรจะประมวลและนำเสนอข้อมูลให้ออกมาในเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ เนื่องจากยังไม่สามารถหาตัวเลขหลายตัวได้

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า รัฐวิสาหกิจต่างๆ ที่สำรวจ กำลังอยู่ในระหว่างการทำแผนควบคุมจำนวนบุคลากรไม่ให้เพิ่มเฉลี่ยเกินกว่าร้อยละ 2 ต่อปี ระหว่างปีงบประมาณ 2531-2534 ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่รัฐวิสาหกิจไม่ได้ให้ความสนใจต่อการคาดประเมินกำลังคนเท่าที่ควร คือคิดแต่เพียงว่าถึงต้องการก็คงไม่สามารถจัดหาได้เนื่องจากถูกจำกัดอัตราเพิ่มของบุคลากรดังกล่าว

สำหรับแนวโน้มของการลงทุนโดยสรุป ก็คือเพิ่มขึ้นในแทบทุกรัฐวิสาหกิจ ส่วนที่น่าจะเพิ่มมากนั้นก็คือแห่งที่มีโครงการขนาดใหญ่ เช่นในด้านโทรศัพท์ และในรายที่เป็นโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ เช่น โครงการประมวลสารสนเทศ (DPZ) ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยจะไม่พยายามแสดงรายละเอียดของการลงทุนไว้ แต่พยายามจะกล่าวถึงแนวโน้มของชนิดของบุคลากรที่จำเป็นในโครงการต่างๆ

ในจำนวนรัฐวิสาหกิจประมาณ 66 แห่งนั้น การศึกษานี้ได้ให้ความสนใจกับรัฐวิสาหกิจเพียงบางแห่ง ที่น่าจะมีความต้องการบุคลากรทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากเป็นพิเศษ ซึ่งพอจะสรุปตามลักษณะประเภทของรัฐวิสาหกิจได้ดังนี้

1. ประเภทที่หารายได้ให้รัฐ

รายงานฉบับนี้ไม่ได้ให้ความสนใจกับสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล และโรงงานยาสูบ เนื่องจากแนวโน้มของการลงทุนด้านยาสูบค่อนข้างไม่แน่นอน คืออาจเพิ่มขึ้นหากรัฐบาลไม่คิดการณ์ไกล หรืออาจลดลงหากการรณรงค์งดบุหรี่ประสบความสำเร็จ

2. ประเภทสาธารณูปโภค

รายงานฉบับนี้ให้ความสนใจเฉพาะด้านการไฟฟ้าทั้งฝ่ายผลิต การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยพิจารณาว่าเป็นกิจกรรมด้านพลังงาน แต่สำหรับด้านการประปานั้น ถึงแม้คาดว่าการขยายตัวในทั้งกรุงเทพฯ และแหล่งท่องเที่ยวในต่างจังหวัดจะมีมากก็ตาม ยังไม่สามารถหาโครงการและแผนกำลังคนที่แน่นอนได้

3. ประเภทสาธารณูปการ

ถึงแม้การทางพิเศษแห่งประเทศไทยจะมีโครงการทางด่วน ซึ่งจะต้องการวิศวกรโยธาสำหรับตรวจแบบและควบคุมงานก็ตาม วิศวกรที่ใช้ก็ไม่น่าจะมีจำนวนมากโดยเฉพาะเมื่อกิจการก่อสร้างอื่นๆ อาจจะไม่ขยายตัวมากในอนาคต ส่วนองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศและการสื่อสารแห่งประเทศนั้น เป็นแหล่งที่น่าจะต้องการกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกเป็นจำนวนมาก

4. ประเภทสถาบันการเงิน

รัฐวิสาหกิจประเภทนี้ไม่น่าจะต้องการกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากนัก

5. ประเภทอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติ

การปิโตรเลียมแห่งประเทศ เป็นแหล่งที่น่าสนใจว่าจะต้องการกำลังวิศวกรเพิ่มอีก

6. ประเภทเกษตรกรรมและพาณิชยกรรม

ประเภทนี้มีรัฐวิสาหกิจหลายแห่ง แต่ที่น่าสนใจคือ องค์การเภสัชกรรม

7. ประเภทส่งเสริม ประเภทนี้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

8. ประเภทที่ตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เดิมเพื่อความมั่นคงของประเทศ

เช่น องค์การแก้ว ฯลฯ รัฐวิสาหกิจประเภทนี้ไม่น่าจะต้องการกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมาก

9. ประเภทที่ตั้งหรือได้มาด้วยวัตถุประสงค์อื่น เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล ฯลฯ รัฐวิสาหกิจประเภทนี้ไม่น่าจะต้องการกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมาก

ต่อไปนี้จะแบ่งกิจกรรมรัฐวิสาหกิจต่าง ๆ ออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านอาหาร ฯลฯ

(องค์การผลิตอาหารสำเร็จรูป องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย องค์การสุรา)

แนวโน้มของการลงทุนในภาครัฐวิสาหกิจเกี่ยวกับอาหาร เป็นไปในทางเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เพื่อสนองความต้องการในประเทศเป็นส่วนใหญ่ และต่างประเทศเป็นส่วนน้อย ส่วนแนวโน้มของการผลิตสุราและแอลกอฮอล์ อาจจะเพิ่มสูงได้มากเป็นหลายสิบเท่าตัว หากเริ่มมีการใช้ Gasohol แทนน้ำมันเบนซิลเพื่อลดปัญหามลพิษจากตะกั่ว

บุคลากรที่จำเป็นส่วนหนึ่งจะเป็นพวกที่จบมาทางเทคโนโลยีอาหาร ชีวเคมีและเคมี แต่ในขณะเดียวกันโรงงานก็ต้องการบุคลากรในสาขาวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมอุตสาหการเป็นจำนวนมาก

2. ด้านสาธารณสุข

(องค์การเภสัชกรรม)

คงจะไม่เป็นที่น่าสงสัย ความต้องการใช้ยาของมนุษย์แต่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มจำนวนของประชากร ดังนั้น

องค์การเภสัชกรรมจะต้องขยายตัวเพื่อรองรับประชากรที่เพิ่มขึ้นให้ได้มีโอกาสซื้อยาที่มีราคาค่อนข้างถูกได้

ตามแผนการผลิตยาและเวชภัณฑ์รักษาโรคขององค์การเภสัชกรรม นอกจากจะเน้นด้านคุณภาพแล้ว องค์การเภสัชกรรมจะเพิ่มปริมาณผลิตยารวมแล้วร้อยละ 8 ต่อปีโดยเพิ่มชนิดของยาที่ผลิตใหม่ปีละ 10 รายการ ในช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 ดังตารางสรุป ข้างล่างนี้

รายการ		2531	2534	หน่วย
ยาสามัญประจำบ้าน	ยาเม็ด	47.29	59.57	ล้านเม็ด
	ยาน้ำ	665,214.10	837,978.10	ลิตร
	ยาผง	99,363.50	125,169.39	กิโลกรัม
ยาชุด	ยาเม็ด	44.43	55.79	ล้านเม็ด
	ยาน้ำ	209,563	364,765	ลิตร
	ยาผง	14,504.50	18,271.40	กิโลกรัม
	เป็ดเตล็ด	583,000	734,412.10	ถุง ชิ้น ม้วน
ยารักษาโรค	ยาเม็ด	1,796.21	2,262.70	ล้านเม็ด
	ยาน้ำ	2,407,773	3,191,263.70	ลิตร
	ยาผง	252,300	317,825.34	กิโลกรัม
	ยาหลอด	11,992,000	16,660,000	หลอด
สำลี		2,765,000	3,483,104	ถุง ชิ้น ม้วน

สำหรับโครงการผลิตยาป้องกันโรคนั้น ไม่ได้เกณฑ์การขยายตัวเท่ากันหมดทุกโรค ส่วนมากจะไม่ขยายตัวหรือหดตัวเล็กน้อย เนื่องจากการคาดคะเนของกรมควบคุมโรคติดต่อ ว่าอัตราระบาดของโรคติดต่อหลายโรคจะไม่มากขึ้นกว่าในปัจจุบัน ยกเว้นบางโรค เช่น โรคไข้สมองอักเสบจากเชื้อไวรัส JE ซึ่งจะมีอัตราการขยายตัวของโครงการผลิตแวคซีนสูงถึงเท่าตัวในเวลาสองปี คือ จาก 20,000 เป็น 40,000 มล. ระหว่าง พ.ศ.2532-2534

ในด้านการวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรมมีเป้าหมายในช่วงห้าปีข้างหน้าที่จะวิจัยเพื่อผลิตยาตามบัญชีหลักฯ ให้ได้อีก 190 ขนาน วิจัยเพื่อผลิตยาสามัญประจำบ้านอีก 63 ขนานและคิดผลิตยาที่คาดว่าจะได้รับความนิยมอีก 10 ขนาน

บุคลากรที่ต้องการมีหลายประเภท ตั้งแต่ระดับนักวิจัยทางชีวภาพ ไปจนถึงวิศวกรประเภทต่างๆ ในโรงงาน นอกจากนั้นยังจะต้องการเทคนิคเซียนเพิ่มขึ้นอีกด้วย

3. ด้านการสาธารณูปโภคประเภทพลังงาน

(การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย)

การเติบโตทางอุตสาหกรรมของไทย จำเป็นต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็นอันมาก พลังงานนี้ได้มาจากไฟฟ้า น้ำมันและแกสธรรมชาติ และจากถ่านหิน

ในด้านไฟฟ้า ภายในปี 2534 กำลังผลิตไฟฟ้าจะขยายตัวเพิ่มขึ้นตามความต้องการในภาคอุตสาหกรรม เป้าหมายก็คือจะต้องมีกำลังผลิตสำรองร้อยละ 15-20 ของความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยจะต้องขยายกำลังผลิตไฟฟ้าเพิ่มปริมาณ 1,100 เมกกะวัตต์ และใช้เงินลงทุนเพิ่มขึ้นกว่าที่กะประมาณไว้เดิมในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 ประมาณ 20,000 ล้านบาท โดยเฉพาะในเขตชายฝั่งภาคตะวันออก จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนร่วมเพิ่มขึ้นอีกสามโรง นอกจากนั้น อาจจะมีการขยายโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่เขื่อนภูมิพล และอาจมีการขยายการขุดเมืองถ่านหินในทำเลต่างๆ เช่น ที่แม่เมาะเพื่อป้อนโรงไฟฟ้า ส่วนในด้านระบบจ่ายและจำหน่ายพลังไฟฟ้านั้นก็จะมีการขยายตัวเช่นกัน ด้านทรัพยากรน้ำมันและแกส จากการขยายตัวของการสำรวจ ขุดเจาะ สำเลียง และแปรรูป ผลผลิตทางปิโตรเลียม โดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย และโดยโครงการต่างๆ ของบริษัทปิโตรเคมีแห่งชาติ ซึ่งมีการปิโตรเลียมฯเป็นผู้ถือหุ้นรายใหญ่ ทำให้มีการคาดประมาณว่า จะก่อให้เกิดความต้องการวิศวกร 500-600 คนในปี 2531 และ 1,500-2,000 คนในปี 2533 ซึ่งสูงกว่ากำลังผลิตปัจจุบันมากและวิศวกรเหล่านี้อาจจะต้องมาจาก

หลายสาขา โดยมีการฝึกอบรมภาคปฏิบัติทางปิโตรเลียมระยะสั้น

บุคลากรที่ต้องการ คือ วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรเครื่องกล วิศวกรปิโตรเลียม ฯลฯ ซึ่งจะต้องได้รับการฝึกงานด้านนี้โดยเฉพาะ

4. ด้านการคมนาคม

(การท่าอากาศยาน, บริษัทการบินไทย, บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย, บริษัทขนส่งจำกัด, บริษัทไทยเดินเรือทะเลจำกัด, การรถไฟแห่งประเทศไทย, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย)

ในด้านการขนส่งทางบก มีโครงการขนาดใหญ่อยู่หลายโครงการอยู่ภายในแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 เช่น โครงการก่อสร้างทางหลวงวงแหวนรอบนอก โครงการยกระดับถนนวิภาวดีรังสิต และโครงการทางด่วนยกระดับ เป็นต้น รวมการขยายตัวของงบประมาณเพิ่มในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 จากที่ประมาณไว้เป็นเงินถึงราว 25,000 ล้านบาท ส่วนด้านการขนส่งโดยรถไฟนั้น การรถไฟแห่งประเทศไทยก็มีโครงการยกระดับรางรถไฟพื้นที่กรุงเทพมหานคร โครงการก่อสร้างสถานีขนส่งสินค้าคอนเทนเนอร์ที่บางซื่อ ฯลฯ ที่ได้รับการอนุมัติจากรัฐบาลแล้ว

ในด้านการขนส่งทางน้ำ รัฐบาลมีทั้งแนวทางการปรับปรุงท่าเรือคลองเตยโดยไม่ทำเป็นโครงการ เช่น การให้เอกชนมีบทบาทในท่าเรือมากขึ้น และการสนับสนุนให้เอกชนทำ Inland Container Deport เพื่อการส่งออก นอกจากนั้น รัฐบาลยังมีโครงการท่าเรือน้ำลึกขนาดใหญ่ และท่าเรือชายฝั่งในภาคใต้ ซึ่งคาดว่าจะต้องใช้งบ-ประมาณหลายหมื่นล้านบาท และใช้บุคลากรประเภทต่างๆ เป็นจำนวนมาก แต่โครงการนี้ยังไม่มีรายละเอียดมากนัก

ในด้านการขนส่งทางอากาศ รัฐมีโครงการขนาดใหญ่หลายโครงการ ทั้งในด้านการปรับปรุง ขยาย หรือเพิ่มเติมท่าอากาศยาน และในการซื้อเครื่องบินเพิ่มเติม ซึ่งรวมทั้งการขยายขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงตัวเครื่องบิน และตัวเครื่องยนต์สำหรับเครื่องบินด้วย

ในส่วนของการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทยนั้น ได้ตั้งเป้าหมายไว้ว่าเมื่อสิ้นปีงบประมาณ 2534 จะต้องมีอัตราส่วนพนักงานต่อผู้โดยสารไม่ต่ำกว่า 1 : 1,400 คน ทั้งนี้ อัตราเพิ่มต้องไม่เกินร้อยละ 2 ต่อปี สำหรับบริษัทการบินไทย ก็มีโครงการขนาดใหญ่หลายโครงการ เช่น โครงการซื้อเครื่องบินใหม่ ใช้งบประมาณประมาณ 30,000 ล้านบาท ซึ่งจะรวมการเพิ่มขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงด้วย จึงทำให้เกิดอุปสงค์ด้านกำลังคนทางด้านวิศวกรรม ส่วนโครงการระบบสำรองที่นั่งระหว่างประเทศด้วยคอมพิวเตอร์นั้นในชั้นต้นจะต้องใช้งบประมาณราว 1,000-2,000 ล้านบาท แต่ยังอยู่ในระหว่างการเจรจา ซึ่งในที่สุด จะต้องการกำลังบุคลากรด้านคอมพิวเตอร์นับร้อยๆ คน นอกจากนั้นบริษัทการบินไทย ยังมีโครงการอื่นๆ อีกหลายโครงการแต่ยังไม่สามารถหาข้อมูลได้ครบ

การขยายตัวของการลงทุนในด้านคมนาคม จะทำให้เกิดอุปสงค์ของกำลังคนในด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ทั้งในระดับปริญญาและอนุปริญญา

5. ด้านการสื่อสารโทรคมนาคม

(การสื่อสารแห่งประเทศไทย, องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, องค์การสื่อสารมวลชนแห่งประเทศไทย)

ภายในปลายแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่หก จะมีการติดตั้งโทรศัพท์เพิ่มขึ้นประมาณ 200,000 เลขหมาย (โครงการขยายบริการโทรศัพท์เร่งด่วยขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย กำลังรับการอนุมัติจากรัฐบาล) และโทรศัพท์เคลื่อนเพิ่มอีกประมาณกว่า 60,000 เลขหมาย เพื่อทำให้สัดส่วนการให้บริการเพิ่มเป็น 3.4 เลขหมาย ต่อประชากรหนึ่งคน การขยายตัวของการให้บริการโทรศัพท์ดังกล่าวนี้ จะส่งผลให้เกิดการขยายตัวของกิจการผลิตอุปกรณ์โทรศัพท์ในภาคเอกชน ซึ่งรวมทั้งโทรศัพท์ธรรมดาและวิทยุโทรศัพท์อีกด้วย (ดังเช่นโครงการสร้าง Cellular Phone ของศูนย์ NECTEC)

ในด้านการโทรคมนาคมนี้ การสื่อสารแห่งประเทศไทยมีโครงการระยะยาวอยู่หลายโครงการที่เริ่มงานไปแล้ว หรือจะเริ่มโครงการในปี 2532 นี้ ซึ่งแบ่งคร่าวๆ ได้เป็น โครงการปรับปรุงอุปกรณ์เก่าเพื่อทดแทนอุปกรณ์เดิมที่ชำรุดหรือมีปัญหา กับโครงการขยายกิจการเพื่อสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้น เช่น โครงการระบบเคเบิลใต้น้ำอาเซียน นอกจากนั้น ยังมีโครงการและแผนการระยะสั้น และระยะกลางอีกหลายอย่าง เช่น แผนการขยายบริการเทเล็กซ์ ประมาณ 2,600 เครื่อง แผนการปรับปรุงข่ายเชื่อมโยงเพื่อขยายบริการเทเล็กซ์และบริการโทรคมนาคมอื่น แผนการปรับปรุงสถานีวิทยุติดต่อเรือทะเล แผนการตั้งศูนย์โทรคมนาคมมาบตาพุด แผนการจัดตั้งศูนย์โทรคมนาคมแหลมฉบัง โครงการชุมสายโทรศัพท์ระหว่างประเทศระบบ SPIC! เป็นต้น

นอกจากนี้ รับบาลยังได้ดำริจัดตั้งโครงการประมวลและพัฒนาสารสนเทศแห่งชาติ ที่เรียกย่อๆ ว่าโครงการ DPZ

อันเป็นโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีผลกระทบในการขยายตัวของกิจการโทรคมนาคม และกิจการประมวลสารสนเทศ (กิจการคอมพิวเตอร์) อย่างมาก

การขยายตัวด้านโทรคมนาคมจะทำให้เกิดอุปสงค์ของความชำนาญด้านวิศวกรรมอีเล็กทรอนิกส์ ทั้งในระดับปริญญาและอนุปริญญา สำหรับจำนวนของอุปสงค์นั้น ยากต่อการประมาณ เนื่องจากโครงการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ยังอยู่ในระหว่างรอการอนุมัติและโครงการ DPZ ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาว่าจะมีการขยายตัวมากเพียงใด นอกจากนั้น หากมีการเปลี่ยนแปลงภายในองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยในแง่วัตถุประสงค์ ที่จะทำการวิจัยและพัฒนานอกเหนือไปจากการให้บริการอย่างเดียว ดังเช่นที่ทำอยู่ในปัจจุบันแล้ว คงจะส่งผลมาเพิ่มความต้องการกำลังคนอีกด้วย อย่างไรก็ตามคาดว่าวิศวกรอีเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการเพิ่มขึ้นคงจะไม่ต่ำกว่าหลายร้อยคนในสามปีข้างหน้านี้

6. ด้านโครงการอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

(โครงการ Eastern Seaboard, Southern Seaboard, นิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ฯลฯ)

โครงการอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่รัฐบาลริเริ่มในช่วงสองสามปีที่ผ่านมาและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จะต้องคำนึงถึงอยู่เสมอว่า การขาดบุคลากรทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจจะเป็นปัญหาคอขวด (Bottleneck) ที่ถ่วงให้โครงการต่างๆ หยุดชะงักได้

2.3 สภาพและแนวโน้มพัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3.1 เทคโนโลยีชีวภาพ

ภาพฉายที่สำคัญ

เทคโนโลยีชีวภาพในที่นี้หมายถึงเทคโนโลยีที่ใช้เปลี่ยนแปลงหรือเกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีชีวิต นิยามอย่างกว้างเช่นนี้ทำให้เทคโนโลยีชีวภาพกินความรวมถึงเทคโนโลยีการเกษตรตั้งแต่เมล็ดพันธุ์ไปจนถึงเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว (Post-harvest Technologies) และเทคโนโลยีที่ใช้แปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น เทคโนโลยีการหมัก (Fermentation Technology) และเทคโนโลยีสมัยใหม่ทางชีวภาพ เช่นเทคโนโลยีพันธุกรรม (Genetic Engineering) ซึ่งมีที่ใช้มากในเภสัชอุตสาหกรรม สำหรับผลิตยา และปัจจัยอื่นๆ ในทางการแพทย์

ภาพฉายของผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพในช่วงสิบห้าปีข้างหน้า สามารถแบ่งได้เป็นสามช่วงเวลา คือ ระยะใกล้อยู่ในช่วงปี 1988-1990 ระยะกลางอยู่ในช่วงปี 1990-1995 และระยะไกลอยู่ในช่วงปี 1995-2001 ซึ่งในด้านเทคโนโลยีชีวภาพแล้ว การแบ่งช่วงเวลานี้ทำกันอย่างคร่าวๆ และอาจมีความเหลื่อมล้ำกันบ้าง ส่วนในแง่ของกลุ่มผลิตผลที่เกิดจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพแล้วก็อาจแบ่งได้เป็นสี่ประเภท คือ (1) เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม (2) อุตสาหกรรมเคมี (3) การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม และ (4) การแพทย์และสาธารณสุข ภาพฉายโดยสรุปของกลุ่มผลิตมีข้อที่น่าสังเกตว่า ในวงการแพทย์และเภสัชกรรมนั้นผลผลิตอาจจะตามหลังเทคโนโลยีอยู่ค่อนข้างนาน ส่วนในวงการอื่นผลผลิตอาจตามเทคโนโลยีค่อนข้างรวดเร็ว เนื่องจากมี regulation จากรัฐน้อยกว่า อนึ่ง การคาดคะเนช่วงเวลาของภาพฉายนี้ คณะผู้วิจัยได้พยายามวิเคราะห์จากเอกสารที่หาได้ และจากประสบการณ์ของคณะผู้วิจัยเอง ซึ่งคงจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างตามสมควร

1. เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมการเกษตร

ก. ระยะใกล้

1. ในทางเกษตรกรรม จะมีผลผลิตทางเกษตรกรรม ที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ด้านพันธุกรรม ตัดต่อเปลี่ยนแปลงยีนเดี่ยวในพืชหรือสัตว์บางชนิดซึ่งอาจจะยังอยู่ในห้องทดลองในปัจจุบัน ออกมาเป็นเชิงพานิชย์ เช่น สัตว์เศรษฐกิจที่เสริมด้วยยีนของ Growth Hormone หรือ วัวนม ที่เสริมด้วยยีนของ somatotropin ซึ่งทำให้ปริมาณเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 เป็นต้น
2. นอกจากนั้น ไม้ผลอีกหลายชนิดที่ออกเป็นฤดูในปัจจุบันก็จะออกสู่ตลาดได้ก่อน และหลังฤดูปกติ เนื่องจากการใช้สารเคมีช่วยกระตุ้นและควบคุมการเจริญเติบโตของดอกและผล
3. ในด้านอุตสาหกรรมการเกษตร จะมีวิธีการใหม่ๆ ถนอมผลผลิตผลทางเกษตร หลังการเก็บเกี่ยว และเทคโนโลยีในการหมัก จะได้รับการนำไปประยุกต์ในกิจการ

ข. ระยะกลาง

1. จะเริ่มมีการผลิตพืชพันธุ์ที่ได้รับการตัดต่อหลายยีนเป็นการค้า เช่นพืชที่มีปริมาณโปรตีนมากกว่าปกติ และมีความทนทานต่อโรคและแมลง ในขณะเดียวกัน
2. วัคซีนที่ผลิตด้วยกรรมวิธีทางพันธุวิศวกรรมสำหรับสัตว์ก็จะผ่านการทดสอบความปลอดภัย ออกมาสู่ตลาด

ค. ระยะยาว

1. ในด้านเกษตรกรรม คงจะเริ่มมีการสร้างพืชที่มีหลายคุณลักษณะในต้นเดียวกันได้ เช่น มีคุณค่าทางอาหารสูง มีผลผลิตสูง ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศและศัตรูพืชนอกนั้นยังอาจตรึงไนโตรเจนเพื่อสร้างปุ๋ยได้เองด้วย
2. ในด้านอุตสาหกรรมการเกษตร คงจะมีการแปรรูปผลผลิตทางเกษตรกรรมด้วยวิธีใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูง
3. นอกจากนั้น ผลผลิตบางอย่าง อาจสามารถเตรียมขึ้นได้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น น้ำผลไม้อาจเตรียมได้โดยต่างจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของผลไม้

2. อุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเคมี

ก. ระยะใกล้

1. การใช้จุลชีพที่แยกได้หรือสร้างขึ้นใหม่ เพื่อสร้างสารเคมี จะเริ่มมีที่ใช้มากขึ้นเรื่อยๆ
2. จะเริ่มมีการนำผลผลิตจาก Post-translational Protein Engineering มาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น เอนไซม์ที่ทนความร้อนและชอบสภาพ PH ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดทางอุตสาหกรรม

ข. ระยะกลาง

1. เริ่มมีการใช้ Genetically Engineered Microorganisms ในการสังเคราะห์ Functional Groups อย่างแพร่หลาย เช่น Indoles จาก Anthanailici acids หรือ Biphenol จาก Anthrnailic acids หรือ Biphenol จาก biphenyl (ส่วนหนึ่งนำไปใช้แก้ไขมลภาวะ)
2 มีการสร้างเอนไซม์ใหม่จาก Genetic Protein Engineering, Site-directed Mutagenessis และ Artificial Active Site Design

ค. ระยะยาว

1. คงจะมีการสังเคราะห์สารเคมีประเภท Iron และ Sulfur ด้วย Micro-organisms
2. อาจมีการนำความรู้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) มาใช้ประโยชน์ในการเก็บเกี่ยวพลังงานเพื่อใช้ในทางอุตสาหกรรม
3. นอกจากนั้น คงจะมีการนำสารชีวโมเลกุลมาใช้ในการประมวล สารสนเทศ เช่น ในลักษณะของ Biochips

3. การอนุรักษ์สภาวะแวดล้อม

ก. ระยะใกล้

1. วิธีการใช้จุลชีพกำจัดสิ่งปฏิกูลจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมก่อนที่จะส่งเข้าสู่ระบบน้ำเสียของชุมชน จะได้รับความนิยมแพร่หลาย โดยมีการคัดเลือก ชนิดของจุลชีพให้เหมาะสมกับสภาพของน้ำเสียนั้นๆ
2. จะเริ่มการใช้ระบบทำความสะอาดโรงงานอาบน้ำยาไม้ ซึ่งจะต้องมีการกำจัด Creosote, Polynuctear Aromatic Hydrocarbons(PAHs), PCP, Dioxin ฯลฯ

ข. ระยะกลาง

1. เริ่มมีการใช้จุลชีพอย่างแพร่หลายในการทำลาย Polychlorinated Biphenyls
2. จะมีการใช้ Metal-binding Proteins ที่ได้มาจาก Geneticengineered Microorganisms ในการกำจัดโลหะที่ความเข้มข้นน้อยๆ จากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

ค. ระยะยาว

1. น่าจะมีการใช้ Microorganisms ในการย่อยสลาย Small Chlorinated Solvents เช่น Methylene Chloride ฯลฯ

4. การแพทย์และการสาธารณสุข

ก. ระยะใกล้

1. มีการใช้ Rapid Diagnostic Kits ในการ Screen โรคระบาดหลายชนิด

2. เริ่มมีการใช่ผลผลิตทางเภสัชกรรมที่ได้จากกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพกันอย่างแพร่หลาย เช่น Interleukin 2, Lymphokine

ข. ระยะกลาง

1. ยาหลายอย่างจะผลิตมาจากสารชีวภาพในพืช เช่นจากสมุนไพร
2. การตรวจวินิจฉัยโรคจะทำด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Expert Systems) มากขึ้น
3. จะมีวิธีช่วยตรวจสอบดูแลความปลอดภัยให้แก่คนในโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น
4. มีความก้าวหน้าในการนำตัวยาเข้าสู่ร่างกาย (Drug Deliver System) ชนิดใหม่ๆ เช่น การนำ Microcapsule Made of Cross-linked Proteins นำใช้ในการนำตัวยาเข้ามาสู่ร่างกายโดยทางปอด

ค. ระยะยาว

1. ยาใหม่ๆ ที่ใช้รักษามะเร็งและโรคหัวใจจะออกสู่ตลาดมากขึ้น
2. มียาบรรเทาปวดเพิ่มขึ้น
3. Drug Delivery System ใหม่ๆ จะมีมากขึ้นอีก
4. เริ่มมีการใช้ Somatic Ceil Gene Therapy ในการรักษาโรคบางชนิด
5. อาจจะมีการเชื่อมโยงระบบทางชีวภาพเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง

ปัจจัยหลักที่กำหนดให้เกิดความเปลี่ยนแปลง

นอกจากตลาดจะเป็นปัจจัย ในลักษณะของ Demand Pull แล้ว ระดับความก้าวหน้าและขีดความสามารถทางเทคโนโลยีก็ยังเป็นปัจจัยหลักอีกประการหนึ่ง ที่จะเป็นข้อกำหนดว่า อุปสงค์ดังกล่าวจะได้รับการตอบสนองเพียงใด

สำหรับในด้านเทคโนโลยีนั้น พอจะแบ่งอย่างกว้างๆ ได้เป็นเทคโนโลยีชีวภาพทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในกิจกรรมต่างๆ อย่างกว้างขวางกับเทคโนโลยีชีวภาพเฉพาะสาขา ซึ่งมักจะเป็นเทคโนโลยีแกนหลัก (Core Technology) ของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพเฉพาะแขนงๆ ไป

ตัวอย่างของเทคโนโลยีภาพทั่วไพ คือ เทคโนโลยีการตัดต่อยีน (Genetic Engineering หรือ Recombinant DNA Technology), เทคโนโลยีชีวภาพทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กิจกรรมต่างๆ อย่างกว้างขวางกับเทคโนโลยีชีวภาพเฉพาะสาขา ซึ่งมักจะเป็นเทคโนโลยีแกนหลัก (Core Technology) ของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพเฉพาะแขนงๆ ไป

ตัวอย่างของเทคโนโลยีชีวภาพทั่วไป คือ เทคโนโลยีการตัดต่อยีน (Genetic Engineering) หรือ Recombinant DNA techonology) เทคโนโลยีแอนติบอดีเอกพันธุ์ (Monoclonal Anitibody Technology) เทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (Bioprocessing technology) เทคโนโลยีการทำนายการม้วนตัว (Folding) ของชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ ฯลฯ

1. เทคโนโลยีการตัดต่อยีน (Recombinant DNA Techology)

Recombinant DNA Technology (rDNA) เป็นเทคโนโลยีการตัดต่อยีนซึ่งเป็นแม่แบบทางพันธุกรรม โดยสามารถตัดยีนจากสิ่งที่มีชีวิตชนิดหนึ่ง นำไปต่อเข้ากับยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง และทำให้สิ่งมีชีวิตหลังสร้างโปรตีนโดยมีแบบมาจากสิ่งมีชีวิตชนิดแรกได้ เทคโนโลยีมีประโยชน์มากในการผลิตโปรตีนต่างๆ เช่น นักวิทยาศาสตร์ สามารถนำยีนของโปรตีนบางอย่างของคน เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน ไปในแบคทีเรีย เช่น E.coli แล้วให้แบคทีเรียสร้างฮอร์โมนอินซูลินของมนุษย์ออกมาทีละมากๆ ในถังหมักจากนั้น ก็แยกเอาฮอร์โมนอินซูลินออกจากแบคทีเรีย ทำให้สะอาดบริสุทธิ์ แล้วนำไปบรรจุขวดขายสำหรับให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานใช้เป็นยาฉีดได้ เป็นต้น

ข้อมูลทางพันธุกรรมของมนุษย์สัตว์และพืชนั้น ถูกเก็บไว้ในโครโมโซม ในรูปของสารเดมีดีเอนเอ (DNA) อันประกอบด้วย Nucleotide Base สี่ชนิด คือ Adenine (A), Thymine (T), Guanine (G) และ Cytosne (C) เวลาที่เซลแบ่งตัวและโครโมโวมจะต้องแบ่งตัว ดีเอนเอ ทั้งสองสายก็จะคลี่ออกจากกัน แล้วแต่ละสายก็ทำหน้าที่เป็นต้นแบบ สร้างสายที่สมนัยขึ้นมาให้ครบถ้วนโดยใช้หลัก A-T และ G-C นั่น ในขณะที่เซลดำรงชีวิตอยู่ตามปกติ ดีเอนเอ ก็ทำหน้าที่เป็นแม่แบบในการสร้างโปรตีน โดยที่มันจะถูกจำลองเป็น mRNA ซึ่งจะถูกส่งออกมานอกนิวเลียส (ในกรณีที่เซลมีนิวเลียส) แล้ว mRNA จะถูก 'อ่าน' เพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างโปรตีนขึ้นมา โปรตีนนี้เองที่ใช้ทำงานได้สารพัด ตั้งแต่เป็นโครงการของเซล เป็นเอนไซม์ (Enzyme) ช่วยเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ในเซล ไปจนถึงทำหน้าที่เป็นแอนติบอดี (Antibody) สำหรับจับสิ่งแปลกปลอมที่หลงเข้ามาในร่างกาย โปรตีนชนิดหนึ่งๆ หรือ

ส่วนของโปรตีนชนิดหนึ่งๆ นี้เอง ที่ถูกเก็บแม่แบบไว้ในหนึ่งยีน (Gene)

โปรตีนต่างๆ ชนิด จะถูกสร้างขึ้นด้วยกระบวนการเช่นว่านี้ ด้วยอัตราต่างๆ กันไปตามการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก เช่น อาหาร สารเคมี และตามการโปรแกรม ภายในของเซลเอง เป็นต้นว่าในการเจริญเติบโต (Growth/Development) โปรตีนชนิดต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ที่อ่อนเติบโต โปรตีนที่ได้รับการสร้างขึ้นมาแล้วนี้ เมื่อใช้งานปีๆ ก็จะเสื่อมสภาพลงและถูกย่อยสลายกลับเป็นสารต่างๆ ที่สามารถจะนำกลับมาใช้ในการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลได้อีก

เนื่องจากรหัสที่ใช้แปลอนุกรมของเบส A, T, G และ C ออกมาเป็นกรดอะมิโน (ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน) มีความใกล้เคียงกันมากในระหว่างคน สัตว์ และพืช ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่นักวิทยาศาสตร์จะสามารถตัดยีนจากคนไปใส่ให้แบคทีเรียแล้วกลไกการสังเคราะห์โปรตีนก็ยังสามารถอ่านแม่แบบจากคนได้ถูกต้อง โดยที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องเปลี่ยนแปลงรหัสควบคุมการเริ่มต้นและการสิ้นสุดของแม่แบบบ้างเพื่อให้เข้ากับแบคทีเรียได้

ในห้องปฏิบัติการ นักเทคโนโลยีชีวภาพสามารถจะแยก DNA ที่ต้องการ (เช่น DNA ของอินซูลิน)ได้จากการใช้เอนไซม์ตัดโครโมโซมออก หรือโดยการใช้เครื่องสังเคราะห์ DNA ที่ทราบอนุกรมแล้วขึ้นมา จากนั้นก็นำไปเชื่อมต่อกับ DNA อีกชิ้นหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นเวคเตอร์ (Vector) สำหรับลำเลียงชิ้น DNA นั้นเข้าไปยังเซลที่เป็นเป้า เมื่อทำการเชื่อมเซลแล้วก็จะต้องมีการตรวจสอบให้แน่ใจว่าเซลที่เหลืออยู่มียีนที่ต้องการสอดใส่เข้าไปหรือไม่ และยีนได้รับการผลิตออกมาเป็นโปรตีนจริงๆ หรือไม่ นอกจากนั้นยังต้องมีเทคนิคที่จะทำให้เซลผลิตโปรตีนที่เราต้องการเป็นจำนวนมากเพื่อจะได้คุ้มทุนทางการค้า

อันที่จริงเทคโนโลยีการตัดต่อยีน ก็นับว่าเป็นชื่อรวมของเทคโนโลยีย่อยๆ อีกหลายชนิด เช่น เทคโนโลยีของเครื่องสังเคราะห์ยีนที่สามารถสังเคราะห์สายดีเอนเอขนาดยาวมากๆ ด้วยความผิดพลาดต่ำ (Low-error Long strand DNA Synthesizing) เทคโนโลยีการนำยีนผ่านและเยื่อหุ้มเซลเข้าไปยังนิวเคลียสของเซลที่ต้องการ (Ultramicroinjection Technology) ฯลฯ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็นร้อยๆ เทคโนโลยี ประเด็นที่สำคัญก็คือ เทคโนโลยีย่อยๆ เหล่านี้เองที่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงในห้องปฏิบัติการในปัจจุบันและจะเป็นปัจจัยหลักของความเปลี่ยนแปลงทางอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ และการแพทย์มาตรฐานการครองชีพ ฯลฯ ในอนาคต

2. **เทคโนโลยีแอนติบอดีเอกพันธุ์ (Monoclonal Antibody Technologies)**

แอนติบอดีเป็นโปรตีนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบภูมิต้านโรค เนื่องจากมันสามารถเกาะกับสารเคมีอื่นได้อย่างดีและมีความจำเพาะ (Specificity) สูงในสภาพปกติ แอนติดบอดีถูกผลิตและขับออกมาอยู่ในกระแสโลหิตโดย Blymphocytes (หรือ Bcells) ซึ่งเซลหนึ่งๆ ก็ผลิตแอนติบอดีอย่างเดียว คือ มีความจำเพาะเจาะจงเหมือนกันหมด แอนติบอดีที่พบในเลือด เช่น ที่ต้านแบคทีเรียชนิดหนึ่ง เป็นผลรวมของแอนติบอดีหลายชนิด ที่แต่ละชนิดก็มีความจำเพาะต่อส่วนหนึ่งๆ ของแบคทีเรีย หรือแม้แต่แอนติบอดีในเลือด ที่ต้านสารเคมีแปลกปลอมชนิดเดียวที่บริสุทธิ์เองก็อาจเป็นผลรวมของแอนติบอดีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีความจำเพาะต่อแต่ละแง่มุมของสารเคมีนั้น คือ เรียกว่ามี Heterogeniety หรือเรียกว่าเป็น Polyclonal Anitibody

ส่วน monoclonal antibody นั้น ได้มากจาก Bcell ที่เป็น Clone เดียวกัน มีลักษณะรูปร่างหน้าตาเหมือนกันหมด ตัวแอนติบอดีก็มีความจำเพาะเหมือนกัน คือจับกับสิ่งเดียวกัน Monoclonal Anitibody ผลิตได้จากการนำเซลสองชนิดมาเชื่อมต่อ (Fuse) กัน เซลทั้งสองคือ Myeloma (เซลมะเร็งที่สร้างแอนติบอดี) กับ Bcell ได้เป็นเซลลูกผสม (Hybridoma) ซึ่งบางตัวผลิต Monoclonal Anitibody ชนิดเดียวกับของ Bcell ออกมาเป็นจำนวนมาก เซลที่นำมาเชื่อมกันนี้อาจจะมาจาก Species เดียวกันหรือต่างกันก็ได้

การใช้ Monoclonal Anitibody มีข้อดีกว่าใช้แอนติบอดีธรรมดา เนื่องจากสามารถผลิตได้ทีละมากๆ ได้แอนติบอดีที่มีลักษณะสม่ำเสมอกัน (Uniformactivity, Affinity, Functions, etc.) และไม่ต้องกังวลกับแอนติบอดีแปลกปลอมที่อาจติดมากับซีรัมที่ผลิตด้วยวิธีปกติ

ประโยชน์ของ Monoclonal Anitibody ที่เห็นได้ชัดเจนคือการนำไปใช้ในการทดสอบโรค เชื้อโรค หรือสารเคมีต่างๆ เนื่องจากมีความจำเพราะเจาะจงมากและยังใช้ในการแยกสารต่างๆ หรือแม้แต่เซลให้บริสุทธิ์ด้วย

อนึ่ง เทคโนโลยีวิศวกรรมพันธุศาสตร์ สามารถนำมาใช้เพื่อผลิต Monoclonal Anitibody ได้โดยไม่ต้องพึ่ง Hybridomas ซึ่งบัดนี้มีการเริ่มทำได้บ้างแล้ว

โดยสรุปแล้ว ในปัจจุบันเทคโนโลยีแอนติบอดีเอกพันธุ์ ได้ช่วยเปิดประตูของการประยุกต์ใช้แอนติบอดีเอกพันธุ์ เช่น ในการตรวจโรค (Diagnostics) แต่ในอนาคตน่าจะมีการค้นพบเทคโนโลยีที่มีผลกระทบในเชิงบวก ทำนองเดียวกันนี้อีก ซึ่งจะ

ช่วยให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ๆ ขึ้นอีก ในขณะที่สมัยก่อนไม่สามารถทำได้เลย ถึงแม้ดูจะทำได้ทางทฤษฎีก็ตาม

3. เทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ (Bioprocess Techonology)

จากตัวอย่างการผลิตฮอร์โมนอินซูลินจาก E.coil ที่มียีนอินซูลินของมนุษย์อยู่นั้น จะเห็นได้ชัดว่าในกระบวนการผลิตจริงๆ ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีกระบวนการอยู่มากตั้งแต่การควบคุมถังปฏิกิริยาที่เรียกว่า Bioreactor ชนิดต่างๆ ไปจนถึงการแยกผลผลิตออกจากเซลเอนไซม์และผลพลอยได้อื่นๆ ในโรงงานสังเคราะห์สารเคมีด้วยเทคโนโลยีชีวภาพโรงหนึ่งๆ อาจใช้กำลังคนถึงร้อยละ 90 เพื่อควบคุมทางด้านเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ

เทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพนี้ ถ้าจะซอยย่อยลงไป ก็อาจแจกแจงลงไปได้เป็นร้อยเป็นพันชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะออกมาในรูปของเทคโนโลยีรากฐานมาจากอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นต้น

4. เทคโนโลยีสำหรับทำนายการม้วนตัวของสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่

เนื่องจากโครงสร้างสามมิติของชีวโมเลกุล เป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งในการทำนายคุณลักษณะของโปรตีน Nucleic Acid ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบและสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ ให้มีคุณลักษณะตามต้องการได้ ซึ่งจะยังประโยชน์ให้เกิดขึ้นในด้านต่างๆ อย่างมาก

สำหรับเทคโนโลยีชีวภาพเฉพาะสาขานั้น ก็คือ เทคโนโลยีที่ได้รับการประยุกต์ให้เป็นเทคโนโลยีหลักของกิจการหรือการผลิตต่างๆ เป็นสาขาไป ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างพอสังเขป โดยจะแบ่งตามลักษณะการประยุกต์ใช้งาน เหมือนกับภาพฉายที่ได้กล่าวถึงในตอนต้นแล้ว

1. เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร

- เทคโนโลยีการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต (เช่น การตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียที่ปมรากพืชตระกูลถั่ว) กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง ด้วยความหวังที่ว่าสักวันหนึ่งมนุษย์จะสามารถผลิตธัญญพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนมาเป็นปุ๋ยได้ ไม่ว่าจะเกิดในพืชนั้นๆ เอง หรือด้วยความร่วมมือของแบคทีเรีย

- เทคโนโลยีการสืบพันธุ์และการบำรุงพันธุ์สัตว์ นับตั้งแต่การผสมเทียม การฝากถ่ายตัวอ่อน (Embryo Transplantation) การเก็บรักษาตัวอ่อน การเร่งให้สัตว์แต่ละชนิดอยู่ในระยะต่างๆ ของการสืบพันธุ์ ตลอดจนการตัดต่อยีนในสัตว์ จะช่วยให้มนุษย์ได้มีสัตว์ที่มีคุณลักษณะดี ด้วยราคาประหยัด โดยเฉพาะสัตว์เศรษฐกิจ เช่น โค กระบือ สุกร ไก่ กุ้ง เป็นต้น

- เทคโนโลยีการสืบพันธุ์พืช นับตั้งแต่การตัดต่อยีนของพืชให้ทนต่อสภาพความแห้งแล้ง และสร้างคุณค่าทางอาหารไปจนถึงเทคโนโลยีการอุ้มความชื้นให้เมล็ดที่นำไปเพาะในที่แห้งแล้ง ฯลฯ จะช่วยทั้งเกษตรกรรมและประชาชนทั่วไปให้ได้รับโอกาสในการบริโภคพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ด้วยราคาที่ไม่แพงจนเกินไป

2. อุตสาหกรรม

- เทคโนโลยีที่ใช้สังเคราะห์สารเคมี หรือแปรรูปสารเคมีด้วยจุลินทรีย์จะเป็นเทคโนโลยีหลักของอุตสาหกรรมผลิตสารเคมี (Commodity Bulk และ Fine Chemicals) เนื่องจากถ้าสามารถแยกหรือสังเคราะห์จุลินทรีย์ที่เหมาะสมแล้ว ก็จะสามารถทำปฏิกิริยาได้หลายขั้นตอนด้วยประสิทธิภาพที่สูง เพียงแต่จะต้องมีเทคโนโลยีในการแยกผลผลิต (Products) ออกจากเซลและกากของเสียอื่นๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อเทคโนโลยีกระบวนการชีวภาพ

- เทคโนโลยีที่โยงระบบทางชีวภาพกับระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ ยังอยู่ในขั้นแบเบาะ แต่กำลังจะได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วในอนาคตอันใกล้ เช่น การใช้ระบบทางชีวภาพมาช่วยเป็น Biosensor สำหรับวัดค่าตัวแปร หรือความพยายามในการนำคุณสมบัติของสารชีวโมเลกุลมาใช้สร้างหน่วยเก็บความจำและหน่วยประมวลข้อมูลในไบโอชิบ (Biochip) เป็นต้น

3. การอนุเคราะห์สภาวะแวดล้อม

- เทคโนโลยีที่ใช้ส่วนใหญ่จะใกล้เคียงกับที่ใช้ในอุตสาหกรรมชีวภาพโดยเน้นที่การสร้างจุลชีพที่สามารถกำจัดภาวะชนิดต่างๆ ได้แต่ในการกำจัดนั้น บ่อยครั้งทีเดียว เป็นการกำจัดในธรรมชาติจริงๆ ไม่ได้ทำใน reactor เหมือนกับในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้น ขั้นตอนของการทำ Field Test จึงสำคัญมาก และมีเทคโนโลยีใหม่ๆ อีกหลายชนิด ที่ได้ผลในห้องปฏิบัติการแต่มีประสิทธิภาพต่ำ เวลาทำ Field Test แล้ว จึงต้องใช้เวลาแก้ไขปรับปรุงก่อนที่จะนำมาใช้ได้

- เทคโนโลยีประเภทป้องกัน (Preventive Technology) น่าจะได้รับความสนใจมากขึ้น เช่น เทคโนโลยีในการสร้างโรงบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ และการใช้การตัดต่อยีนมาช่วยในการสร้างพืชที่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

4. การแพทย์และสาธารณสุข

- เทคโนโลยีในการตรวจวิเคราะห์โรค จะต้องได้รับการพัฒนา เช่น ในปัจจุบัน เริ่มมีเทคโนโลยีในการตรวจหาไวรัสโดยตรงที่สามารถทำได้รวดเร็วและประหยัด แทนที่จะตรวจหาไวรัสจากภูมิต้านโรคที่ร่างกายสร้างขึ้น ในอนาคตเทคโนโลยีกลุ่มนี้ควรจะสามารถตรวจได้เกือบทุกโรคด้วยความแม่นยำสูง

- เทคโนโลยีการลำเลียงยาเข้าสู่ร่างกาย จะต้องได้รับการพัฒนาให้ก้าวทันยาชนิดใหม่ๆ เป็นต้นว่า การลำเลียงยาเข้าสู่กระแสโลหิตโดยวิธีการสูดดมหมอกควันของยา ซึ่งถูกบรรจุอยู่ใน Microcapsule หรือเทคนิคการนำตัวยาไปสู่อวัยวะ (Target Organ) ที่เป็นโรคหรือเป็นมะเร็ง นอกจากนั้น ในกรณีที่เส้นเลือดถูกบีบหรืออุดตันด้วยเนื้องอก จนไม่สามารถลำเลียงยาไปทางกระแสโลหิตได้ จะต้องมีเทคโนโลยีใหม่สำหรับนำยาไปให้ถึงเนื้อเยื่อที่ต้องการยานั้น

- เทคโนโลยีเวชศาสตร์ป้องกัน จะมีความสำคัญทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งรวมทั้งเทคโนโลยีการสร้างภูมิต้านโรคด้วยวิธีต่างๆ ตลอดไปถึงเทคโนโลยีการสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยด้วย

2.3.2 เทคโนโลยีอิเล็กทอรนิกส์และคอมพิวเตอร์

การฉายภาพที่สำคัญ

ภาพฉายที่สำคัญ ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงจากพัฒนาการของเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ก็คือแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้นของระบบอัตโนมัติ (Automation) ทั้งนี้อาจแบ่งภาพฉายนี้ออกเป็น 4 ส่วน ตามแหล่งที่ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัตินี้ ได้แก่ ระบบอัตโนมัติในโรงงาน (Factory Antomation หรือ FA) ระบบอัตโนมัติในที่ทำงาน (Office Automation หรือ OA) ระบบอัตโนมัติในบ้านอาศัย (Home Automation หรือ HA) และระบบอัตโนมัติในห้องวิจัย (Laboratory Automation หรือ LA) เราจะกล่าวถึงภาพลักษณ์ที่จะเกิดขึ้นดังต่อไปนี้

(1) ระบบอัตโนมัติในโรงงาน (Factory Automation) เมื่อพิจารณาจากความหมายกว้างๆ การนำระบบอัตโนมัติไปประยุกต์ใช้ในโรงงานมิใช่ปรากฏการณ์ใหม่ ข้อแตกต่างที่สำคัญอยู่ที่ระบบอัตโนมัติในอดีตมีลักษณะเชิงกล (Mechanical) และขอบเขตการประยุกต์ใช่ก็เป็นเฉพาะส่วนไม่ได้เชื่อมโยงถึงกันทั่วโรงงาน ปรากฏการณ์ในปัจจุบันในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตจะเป็นการประยุกต์ระบบอัตโนมัติแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยมีขอบเขตครอบคลุมทั่วทั้งโรงงาน ทั้งนี้โดยมีระบบสื่อสารข้อมูลที่โยงเครือข่ายเหล่านี้เข้าด้วยกัน

ภาพลักษณ์ในอนาคตที่จะเกิดขึ้น เราคงจะได้เห็นการประยุกต์ระบบอัตโนมัติเข้าไปใช้ในกระบวนการผลิตอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น โดย

- ใช้ระบบอัตโนมัติในโปรเซส (Process Automation) เพื่อควบคุมตัวแปรที่สำคัญในการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความดัน ฯลฯ อันจะสร้างหลักประกัน แก่คุณภาพสินค้าที่ผลิตซึ่งได้แก่ กระดาษ เส้นใยสังเคราะห์ เหล็ก น้ำมัน เป็นต้น รวมทั้งช่วยลดการใช้วัตถุดิบและเชื้อเพลิง อันทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงด้วย

- ใช้ระบบควบคุมลำดับการทำงาน (Sequence Control) เพื่อควบคุมขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมลำดับการผสมสารเคมีเพื่อผลิตปุ๋ยเคมีหรือการควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักร เพื่อเริ่มหรือหยุดกระบวนการผลิต

- ใช้หุ่นอุตสาหกรรมในการขนถ่ายวัสดุ ชิ้นส่วน และผลิตภัณฑ์ หรือให้ทำงานในกระบวนการผลิตที่ซ้ำซากหรือมีอันตราย เป็นต้นว่าในกระบวนการเชื่อม กระบวนการพ่นสี เป็นต้น

ต่อมาจะมีการประยุกต์คอมพิวเตอร์และระบบอัตโนมัติในส่วนต่างๆ ของโรงงานเพิ่มขึ้น เช่น

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ (Computer Aided Design หรือ CAD) อันช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มขีดความสามารถในการออกแบบให้เพิ่มสูงขึ้น

การใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการจัดเก็บข้อมูลด้านการตลาด สภาวะการผลิต แผนการผลิต เป็นต้น

การใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการบริหารสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

นอกจากนี้จะมีการเชื่อมโยงระบบคอมพิวเตอร์เข้ากับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ใช้ในการจัดเก็บและขนถ่ายชิ้นส่วน วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

เมื่อมีการนำระบบอัตโนมัติและคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในส่วนต่างๆ ในกระบวนการผลิต การตลาด สินค้าคงคลัง งานออกแบบ ฯลฯ อย่างครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปนี้จะเป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์เหล่านั้นเข้าด้วยกัน เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดไปประมวลผลร่วมกันในคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ของโรงงาน การที่สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายได้เช่นนี้ จะสามารถใช้

คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ควบคุมดูแลกระบวนการผลิตทุกส่วน ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นต้นว่าข้อมูลจากฝ่ายออกแบบจะสามารถส่งมาประมวลผลที่ศูนย์กลางและส่งไปยังส่วนการผลิตย่อยทั้งหมด เพื่อให้ส่วนผลิตทราบถึงขนาดจำนวนและข้อกำหนดจำเพาะต่างๆ ของงานที่ต้องทำ ขณะเดียวกับที่คอมพิวเตอร์ควบคุมสินค้าคงคลังจะเรียกเอาวัตถุดิบที่จำเป็นเพื่อนำส่งสู่กระบวนการผลิต เมื่อระบบอัตโนมัติทั้งหมดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานได้ครบถ้วน เราจะเรียกระบบโรงงานเช่นนี้ว่า ระบบอัตโนมัติในโรงงาน (Factory Automation)

ยิ่งกว่านั้นยังมีความพยายามที่จะเชื่อมโยงข้อมูลทางด้านการตลาด ยอดสั่งซื้อ (จำนวนและชนิด) ฯลฯ เข้ากับระบบอัตโนมัติในโรงงานข้างต้นทั้งนี้เพื่อให้ระบบการผลิตสนองตอบต่อความต้องการได้อย่างถูกต้องและทันเวลา บางครั้งจะเรียกระบบการผลิตเช่นนี้ว่า CIM หรือ Computer Intergrated Manufacturing

พัฒนาการของระบบอัตโนมัติในโรงงาน จะทำให้ช่วงที่ต้องใช้จากการวิจัยและพัฒนาไปสู่การผลิต หรือจากการวางแผนการผลิตไปสู่การผลิตจริงหดสั้นลงได้อย่างมากสิ่งนี้ทำให้ลักษณะการผลิตทางอุตสาหกรรมมีความยืดหยุ่นตัวสูง คือแทนที่จะเป็นการผลิตปริมาณมาก (Mass Production) ก็จะมีการผลิตแบบหลายผลิตภัณฑ์แต่จำนวนน้อย (Multi-product Small-volume) ด้วยเหตุนี้ การฉายภาพของโรงงานในอนาคตจึงไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่มีลักษณะ 'โหล' ซึ่งผลิตอย่างมากๆ แต่กลับมีลักษณะ 'ตามสั่ง' สูงขึ้น

เมื่อมีการนำระบบอัตโนมัติไปใช้ในการผลิตมากขึ้น ความจำเป็นจะต้องใช้แรงงานในการผลิตโดยตรงจึงลดลง ขณะเดียวกันจะมีงานใหม่ๆ ซึ่งต้องการแรงงานที่มีความรู้เฉพาะด้านสูงขึ้น อาทิงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต งานพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมและในระบบอัตโนมัติให้ดีขึ้น งานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ระดับการศึกษาและความชำนาญการของบุคลากรในโรงงานของอนาคตจะต้องเปลี่ยนแปลงไป กับทั้งมีระดับสูงขึ้น

เนื่องจากลักษณะการผลิตที่เน้นแรงงานโดยตรงน้อยลงดังกล่าวข้างต้นประกอบกับลักษณะการผลิตยืดหยุ่นตัวสูง จะทำให้ขีดความสามารถในการแข่งขันของโรงงานของอนาคตดีขึ้น ขณะที่การผลิตซึ่งมุ่งขายแรงงานราคาถูกหรือปริมาณมากๆ อาจจะไม่จำเป็นต้องเป็นข้อได้เปรียบของประเทศกำลังพัฒนาอีกต่อไป

(2) **ระบบอัตโนมัติที่ทำงาน** (Office Automation) ระบบอัตโนมัติในที่ทำงาน เป็นผลจากการนำเอาอุปกรณ์อัตโนมัติทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้มาเป็นอุปกรณ์สำนักงานหรือเพื่อทดแทนอุปกรณ์เชิงกลที่มีใช้กันมา อาทิ การที่เครื่องพิมพ์ดีดเชิงกลถูกแทนที่ด้วยเครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้า และขณะนี้กำลังค่อยๆ ถูกแทนที่ด้วยเครื่องพิมพ์ดีดอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ หรือการที่เครื่องคิดเลขเชิงกลถูกแทนที่ด้วยเครื่องคิดเลข์ไฟฟ้า และกระทั่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เหล่านี้เป็นต้น

เราจะมีโอกาสได้พบอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เหล่านี้ในสำนักงานมากขึ้น อาทิ เครื่องถ่ายเอกสาร ไมโครคอมพิวเตอร์ เวิร์ดโปรเซสเซอร์ (Word Processor) ชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็ก แฟกซิไมล์ (Facsimile) ฯลฯ

ระดับชั้นต่อไปของพัฒนาการด้านนี้คือ การสร้างเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network หรือ LAN) ของไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่เพื่อสามารถร่วมกัน ใช้ฐานข้อมูลต่างๆ ที่เก็บอยู่ได้

สำหรับอุปกรณ์สำนักงานแต่ละตัวดังกล่าวมาข้างต้น จะได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถใช้งานสูงขึ้น ซึ่งเราอาจแยกกล่าวออกเป็น

ก. ด้านอินพุตและเอาท์พุตของอุปกรณ์ (Input/Output) อุปกรณ์สำนักงานจะได้รับการพัฒนาให้สามารถรับข้อมูลในรูปแบบอื่นๆ ได้นอกเหนือจากผ่านแท่นพิมพ์ (Keyboard) เช่น การป้อนข้อมูลด้วยเสียง หรือให้เครื่อง 'อ่าน' ข้อมูลจากตัวหนังสือหรือลายมือ สำหรับทางด้านเอาท์พุต ก็จะมีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ให้เอาท์พุทออกมาเป็นเสียงซึ่งสะดวกในการใช้งานมากกว่าผ่านจอภาพหรือด้วยการพิมพ์

ข. ด้านเทคนิคการประมวลผลข้อมูล (Processing Technology) อุปกรณ์ใหม่ๆ จะมีขีดความสามารถในการประมวลผลเร็วขึ้น ทั้งนี้เพราะมีการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ขนาด 32 บิท มาใช้มากขึ้น และในอนาคตที่ไม่นานนัก หน่วยประมวลผลขนาด 64 บิท คงจะเริ่มมีใช้กันต่อไป นอกเหนือจากนี้การใช้เทคโนโลยีของปัญญาประดิษฐ์ (Artifficial Intelligence) เพื่อช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการประมวลผลข้อมูลในบางลักษณะก็จะมีมากเช่นกัน

ค. ด้านเทคโนโลยีสื่อสาร เทคโนโลยีสื่อสารหลักที่ใช้ในระบบอัตโนมัติในสำนักงานก็คือ เครือข่ายท้องถิ่น (LAN) โดยที่ข้อมูลที่สื่อสารกันจะเป็นตัวเลข ในอนาคตลักษณะข้อมูลจะมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น คือมีตั้งแต่เสียงพูด กราฟฟิค ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนที่ ฯลฯ การส่งผ่านข้อมูลปริมาณมากๆ ให้ได้ภายในเวลาสั้นๆ จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารใหม่ ซึ่งเรียกว่า

ISDN (Integrated Services Digital Network) ผลจากการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าว จะช่วยให้การจัดประชุมผ่านระบบโทรคมนาคม (Tele conference) ซึ่งผู้เข้าประชุมอยู่ห่างกันนับร้อยหรือพันกิโลเมตรสามารถสื่อสารและพูดคุยแลกเปลี่ยนกันได้ โดยสามารถเห็นหน้ากันผ่านจอภาพ สิ่งนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อและเจรจาระดับนานาชาติได้ดีขึ้น

ง. ด้านเทคโนโลยีหน่วยความจำ แนวโน้มสำคัญของเทคโนโลยี ด้านนี้ก็คือ การเพิ่มขนาดของหน่วยความจำให้สูงขึ้น โดยที่ความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลก็เร็วขึ้นด้วย ในอนาคตอันใกล้ หน่วยความจำ DRAM ขนาด 64 100 เมกะบิท คงจะมีออกวางจำหน่ายผลมาจากการขยายขนาดหน่วยความจำเช่นนี้ ทำให้สามารถฐานข้อมูล (Data Base) ขนาดใหญ่ซึ่งใช้สำหรับระบบผู้ชำนาญการ (Expert System) ได้

(3) ระบบอัตโนมัติในที่พักอาศัย ระบบอัตโนมัติในที่พักอาศัยเป็นผลจากนำเอาอุปกรณ์อัตโนมัติทางอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในที่พักอาศัย เพื่ออำนวยความสะดวกสบายแก่ชีวิตความเป็นอยู่ ประกันความปลอดภัยในชีวิตทรัพย์สินและผ่อนแรง เป็นต้น ในประเทศอุตสาหกรรมสำคัญๆ เช่น สหรัฐฯ, ญี่ปุ่น, ฝรั่งเศส เป็นต้น การประยุกต์ ระบบอัตโนมัติดังกล่าว ได้ดำเนินไปอย่างค่อนข้างกว้างขวาง ผลกระทบสำคัญจากระบบอัตโนมัติดังกล่าว ได้แก่

ก) การรักษาความปลอดภัยในที่พักอาศัย โดยการติดตั้งเซนเซอร์วัด, ระบบควบคุมอัตโนมัติและระบบสื่อสารที่จำเป็นจะช่วยให้ได้ระบบอัตโนมัติซึ่งสามารถตรวจสอบและแจ้งภัยของผู้บุกรุก ตรวจสอบและแจ้งเตือนกรณีแก๊สรั่ว หรือน้ำประปารั่ว หรือระบบเปิดปิดประตูหน้าต่างอัตโนมัติ เป็นต้น

ข) การทุ่นแรงและประหยัดพลังงาน เป็นระบบอัตโนมัติที่มุ่งลดภาระทำงานบ้านของมนุษย์กับทั้งช่วยประหยัดการใช้พลังงานในที่พักอาศัยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดองค์ประกอบของระบบอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบสื่อสารและระบบประมวลผลข้อมูล รูปธรรมของระบบอัตโนมัติได้แก่ การรวบรวมเสนอข่าวสารเกี่ยวกับชนิด ราคา และคุณภาพของสินค้า ซึ่งสามารถเลือกสั่งซื้อได้จากภายในบ้าน โดยผ่านระบบสื่อสาร หรือ ระบบธนาคารที่เรียกว่า Home Banking ที่ทำให้เราสามารถตรวจสอบข้อมูลทางการเงินได้จากที่พักอาศัย ในส่วนที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน จะมีการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน สำหรับให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุด อุปกรณ์ เหล่านี้ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า เป็นต้น

ค) การศึกษานอกโรงเรียน เป็นความพยายามที่จะขยายระบบการศึกษานอกโรงเรียนให้แพร่หลายและถั่วถึงที่พักอาศัย ทั้งนี้เพื่อให้เราสามารถจัดเวลาการศึกษาให้สอดคล้องกับเงื่อนไขเวลาของแต่ละคนได้ ระบบการศึกษาดังกล่าวจะประกอบขึ้นจากระบบสื่อสาร ระบบคอมพิวเตอร์ และไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับรูปธรรมของระบบอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบ Captain System ที่ช่วยให้สามารถศึกษาจากวีดีโอ การศึกษาหรือการอาศัยโปรแกรมการสอนโดยมีคอมพิวเตอร์ช่วย (Computer Aided Instruction-CAI) และรวมถึงระบบที่กว้างขึ้น เช่น มหาวิทยาลัยกระจายเสียง (Broadcasting University)

ง) ระบบข้อมูลข่อสนเทศ ในประเทศอุตสาหกรรมมีความพยายามที่จะสนองฐานข้อมูล และระบบข้อมูลสนเทศอื่นๆ ให้แก่ที่พักอาศัยโดยตรง โดยอาศัยระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นในคอมพิวเตอร์ และผ่านระบบสื่อสารที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว รูปธรรมของระบบอัตโนมัตินี้ ได้แก่ หนังสือพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Newpaper) ซึ่งเป็นการส่งข่าวสารจากแหล่งข่าวโดยตรงแก่ที่พักอาศัยโดยผ่านโทรสาร (Faxcimile) ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail)เป็นการส่งข้อมูลข่าวสารในรูปของเสียง ตัวอักษร และภาพไปยังปลายทางที่กำหนดไว้ โดยแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์

นอกจากผลกระทบสำคัญเหล่านี้ ซึ่งกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็วในหมู่ประเทศอุตสาหกรรมแล้ว รูปธรรมอื่นๆ ของระบบอัตโนมัติก็ยังรวมถึงการเสนอแหล่งสันทนาการไปสู่ที่พักอาศัยในรูปวีดีโอ ซึ่งจะให้ความรู้ด้านบันเทิง สารคดี แหล่งท่องเที่ยว ฯลฯ เป็นต้น

ปัจจัยหลักที่กำหนดให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ในหัวข้อที่ผ่านมาเราได้แสดงให้เห็นภาพฉายของสังคมอนาคตที่เป็นผลโดยตรงจากวิวัฒนาการของเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงปัจจัยหลักที่กำหนดให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ซึ่งในที่นี้หมายถึง ตัวเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิทยาศาสตร์อันเป็นศาสตร์พื้นฐานรองรับการเปลี่ยนแปลงนั้น

(1) เทคโนโลยีด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีนี้นับเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อันเป็นตัวกำหนดขีดความสามารถการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

ก) ในระยะสั้น การใช้งานสารกึ่งตัวนำซิลิคอนคงจะมีอยู่ต่อไปแนวโน้มการพัฒนาทางเทคโนโลยีด้านนี้คงอยู่ที่การขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลึก ซึ่งปัจจุบันมีขนาด 4-5 นิ้วให้เพิ่มมากขึ้น

ข) ในระยะกลาง จะมีการพัฒนาสารกึ่งตัวนำแกลเลียมอาร์เซไนด์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น สารกึ่งตัวนำดังกล่าวจะมีบทบาทสำคัญเสริมซิลิคอนในช่วงความถี่สูงๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เป็นเพราะสารกึ่งตัวนำชนิดนี้มีลักษณะสมบัติที่ เด่นหลายประการ ได้แก่

(1) อิเล็กทรอนมีความเร็วสูงสามารถทำงานได้รวดเร็ว กว่าซิลิคอน โดยมุ่งการประยุกต์ใช้ใน Supercomputer

(2) มีโครงสร้างซึ่งสามารถหรือปล่อยพลังงานแสงได้ ทำให้เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นอุปกรณ์โปรเซสสัญญาณแสง

(3) สามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพใน บรรยากาศที่อุณหภูมิสูงหรือกัมมันตภาพรังสี ซึ่งซิลิคอนใช้งานได้ยาก

ผลกระทบที่สำคัญจากการพัฒนาวัตถุสารกึ่งตัวนำชนิดนี้ขึ้นมา ก็คือการนำไปใช้ในด้านออฟโตอิเล็กทรอนิกส์ (Opto-electronics) กล่าวคือ ทำการโปรเซสและส่งสัญญาณไปในรูปของแสง ต้นแบบวงจรไอซีใช้กับแสง (Optical IC) กำลังได้รับพัฒนาและคงจะเริ่มมีใช้กันในระหว่าง ค.ศ.1990-1995

ค) ในระยะยาว วัตถุดิบอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า ซึ่งเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวาง ก็คือสารตัวนำยิ่งยวด (Super-conductor) ประเด็นการวิจัยมุ่งเน้นอยู่ที่การพัฒนา สารตัวนำยิ่งยวด ซึ่งสามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิห้อง ความเป็นไปได้ในการพัฒนาวัตถุดิบ ดังกล่าวยังเป็นที่ถกเถียงกันมาก โดยทั่วๆ ไปเป็นที่ยอมรับกันว่าโอกาสการนำวัตถุดิบเหล่านี้ มาใช้ได้คงต้องหลัง ค.ศ.2000 หรือ อาจถึง 2020 อย่างไรก็ตามถ้าการวิจัยและพัฒนา ดังกล่าวประสบความสำเร็จคงเป็นการปฏิวัติทางอิเล็กทรอนิกส์ครั้งสำคัญซึ่งจะมีผลกระทบ โดยตรงต่อเศรษฐกิจสังคมต่อไป

(2) เทคโนโลยีด้านชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ในที่นี้จะเน้นกล่าวเฉพาะเทคโนโลยีไอซี ซึ่งเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญที่สุด และเทคโนโลยีด้านนี้มีบทบาทในการพัฒนาและผลักดันวิวัฒนาการเทคโนโลยีด้านอื่นๆ อย่างกว้างขวาง

ก) ในระยะสั้น แนวโน้มการพัฒนาของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จะอยู่ที่การเพิ่มความอัดแน่น (Intergration) ให้สูงขึ้น ในปัจจุบันหน่วยความจำขนาดใหญ่ที่มีอยู่จะเป็น 1 เมกะบิท (1 Megabit) เป็นที่คาดหมายกันว่า ประมาณปี ค.ศ.1995-1998 จะเริ่มมีหน่วยความจำขนาด 16, 64 และ 128 เมกะบิท ออกมาใช้งานอย่างกว้างขวางขึ้นประเด็นสำคัญทางเทคโนโลยีของการพัฒนาการชิ้นส่วนดังกล่าว อยู่ที่เทคโนโลยีความแม่นยำสูง (High Precision Technology) ทั้งนี้เพราะขนาดของชิ้นส่วนในวงจรไอซีเหล่านี้จะเล็กกว่า ไมครอน (เศษหนึ่งส่วนล้านเมตร)

ข) ในระยะกลางและระยะยาว จะเริ่มมีการพัฒนาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการโปรเซสและส่งสัญญาณในรูปของแสงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยังอาจแบ่งออกได้เป็น

(1) ระบบส่งสัญญาณ ในปัจจุบันการพัฒนาเส้นใยแสง (Optical Fiber) ซึ่งเป็นตัวกลางที่สามารถส่งผ่านสัญญาณแสงได้ อย่างไรก็ตามเส้นใยแสงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังมีความสูญเสียระหว่างการส่งผ่านสูง ดังนั้นระยะทางสูงสุดที่สามารถส่งไปได้โดยไม่ต้องมีสถานีพักสัญญาณจึงเป็นประมาณ 200 กิโลเมตร มีความพยายามที่จะพัฒนาวัตถุดิบที่สามารถส่งสัญญาณดังกล่าวให้ได้ไกลนับพันๆ กิโลกเมตร เป็นที่คาดว่าเส้นใยแสงรุ่นใหม่จะเริ่มมีใช้กันในช่วง ค.ศ.1990-2000

(2) ชิ้นส่วนทางแสงอื่นๆ จะมีการพัฒนาอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะทำการโปรเซสสัญญาณ 'แสง' ดังเช่นที่มีการโปรเซสสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ มาในอดีตชิ้นส่วนเหล่านั้นได้แก่ วงจรขยายแสง (Light Amplifier) วงจรไอซีแสง, หน่วยความจำแสดง, คอมพิวเตอร์แสง เป็นต้น ความเป็นไปได้ของชิ้นส่วนเหล่านี้จะเริ่มมี ใช้มากขึ้นตั้งแต่ ช่วงปลายศตวรรษหน้า

(3) เทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูล

เทคโนโลยีการประมวลข้อมูลได้มีวิวัฒนาการไปอย่างรวดเร็วควบคู่กับพัฒนาการของเทคโนโลยีไอซี การพัฒนาของเทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลนี้ ส่วนหนึ่งจะเป็นผลจากเทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลนี้ อีกส่วนหนึ่งจะเป็นผลจากเทคโนโลยีด้านชิ้นส่วน : อาทิ การพัฒนาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในการโปรเซสสัญญาณแสงดังได้กล่าวมาแล้วนอกเหนือจากนี้เทคโนโลยีซึ่งมีบทบาทต่อการประมวลผลข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่

1. เทคโนโลยีอินพุทและเอาต์พุทของข้อมูล ในอดีตคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการประมวลผลเชิงเลขเป็นหลัก ต่อมาได้พัฒนามาสู่การประมวลผลข้อผลข้อมูล (Data) และกระทั่งเปลี่ยนมาสู่การประมวลผลข้อสนเทศ (Information) ทำให้ขอบเขตงานขยายกว้างขึ้น กล่าวคือ

ก. ปริมาณข้อมูลที่โปรเซสเพิ่มมากขึ้น

ข. รูปแบบของข้อมูลข้อสนเทศหลากหลายขึ้น

ค. ระดับของผู้ใช้งานก็แตกต่างกันมากขึ้น

ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาส่วนเชื่อมต่อ (Interface)ระหว่างเครื่องกับคนหรือข้อมูล ให้เป็นไปได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น ทั้งนี้ แนวทางการพัฒนามุ่งที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถรับอินพุทในรูปแบบต่างๆ เช่น เสียง, ตัวอักษร, ลายมือ เป็นต้น เป็นที่คาดหมายว่า เทคโนโลยี การรับอินพุทในรูปตัวอักษรจะเริ่มมีใช้งานมากขึ้น ตั้งแต่ทศวรรษของ ค.ศ.1990 ส่วนการรับในรูปเสียงนั้น อาจจะต้องรอไปจนถึงทศวรรษนี้

2. เทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูล สำหรับการประมวลผลข้อมูลนั้นเทคโนโลยีสำคัญ ที่จะช่วยพัฒนาปรับปรุงขีดความสามารถด้านนี้ ได้แก่

- เทคโนโลยีการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ
- เทคโนโลยีการแปลภาษา
- เทคโนโลยี Image Processing

3. เทคโนโลยีด้านการส่งผ่านข้อสนเทศ เทคโนโลยีด้านนี้นับว่าจะมีความสำคัญขึ้น อันเนื่องจากปริมาณ 'ข้อมูลข้อสนเทศ' ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถส่งผ่านข้อมูลข้อสนเทศได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

แนวโน้มที่สำคัญของเทคโนโลยีด้านนี้ คือบทบาทของการสื่อสารด้วยระบบสัญญาณอนาลอก (Analog) จะลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ระบบการสื่อสารดิจิตัลจะเพิ่มความสำคัญขึ้นทดแทนกัน รูปธรรมของระบบสื่อสารดิจิตัล ได้แก่เทคโนโลยีการส่งผ่านข้อมูลดิจิตัล (Digital Transmission Technology) เทคโนโลยีสวิชชิงดิจิตัล (Digital Switching Technology) เป็นต้น

2.3.3 วัสดุศาสตร์

ภาพฉายที่สำคัญ

วิวัฒนาการในการใช้วัสดุเพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เป็นมาในอดีตปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต 15 ปีข้างหน้า ทำให้สามารถแบ่งประเภทของวัสดุออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. โละหะและโลหะผสม
2. เซรามิกส์และแก้ว/กระจก
3. วัสดุสังเคราะห์ชนิดเนื้อเดียวกันและไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

ในที่นี้จะอธิบายถึงแนวโน้มของผลิตภัณฑ์และ/หรือวัสดุที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันและ พยากรณ์สิ่งที่จะเกิดในอนาคต (1988-2000) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ ระยะสั้น (1988-1990) ระยะกลาง (1990-1995) และระยะยาว (1995-2000)

(1) ระยะสั้น

ก. โลหะและโลหะผสม ความพยายามทางด้านการค้นคว้าวิจัยและพัฒนายังคงมุ่งอยู่ในผลิตภัณฑ์ประเภทเหล็กและเหล็กกล้าประมาณ 60% ของวัสดุโลหะทั้งหมด แต่จะจำเพาะเจาะจงเพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานในสภาพการณ์รุนแรงมากขึ้นเพื่อมุ่งไปสู่การใช้ในสภาพแวดล้อมใหม่ๆ เช่น ขั้วโลกเหนือ ใต้มหาสมุทรหรือในอวกาศ ในสภาวะแวดล้อมเหล่านี้มักจะมีแรงกระทำที่สูงยวดยิ่ง มีอุณหภูมิที่สูงต่ำมากๆ มีการกัดกร่อนอย่างรุนแรงเป็นต้น การวิจัยและพัฒนาเหล็กและเหล็กล้าจะมุ่งไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างละเอียดสม่ำเสมอ ทำให้มีคุณสมบัติที่ไม่ขึ้นกับทิศทางของเกรนภายใน (Isotropy) เหล็กประเภท Ultrafine, Extrasuper fine microstructure จะถูกนำมาใช้งานมากขึ้นในการทำแม่พิมพ์และชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่างๆ

โลหะนอกกลุ่มเหล็กเป็นที่นิยมใช้งานกันมากได้แก่ อลูมิเนียมและทองแดงซึ่งจะได้รับการวิจัย และพัฒนาให้มีความแข็งแรงทนทานสูงขึ้นแล้วนำคุณสมบัติดีเด่นแต่เดิม เช่นการนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความทนทานต่อการกัดกร่อน และน้ำหนักเบามาใช้ในการทำโครงสร้างต่างๆ ของยานพาหนะเพื่อการประหยัดพลังงาน

โลหะชนิดใหม่ๆ ประเภทใช้โครงสร้างหรือโลหะอนัยรูป (Amorphons Structure) ที่มีความแข็งแรงสูง นำไฟฟ้าและมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กได้ดี จะถูกนำมาใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้โลหะจำรูป (Structure Memory Materials)ก็จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานควบคุมกระบวนการต่างๆ โดยใช้เป็นสวิทช์ตัดวงจร หรือเป็นชิ้นส่วนในการขยายหลอดเลือดในทางการแพทย์ หรือใช้กับร่างกายมนุษย์มากขึ้น

ทางด้านการประหยัดต้นทุนการผลิตนั้น จะมีการค้นคว้าวิจัยทางด้าน Superplasticity ของโลหะต่างๆ เพื่อให้สามารถแปรรูปได้ในปริมาณสูงโดยไม่ต้องผ่านการอบความชื้น และไม่มีการบิดเบี้ยวเสียรูปร่าง

การกัดกร่อนซึ่งเป็นปัญหาอันเกิดจากสภาพแวดล้อมเป็นพิษที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต จะมีการพัฒนาเหล็ก

ประเภท Weathering Steel ซึ่งยังใช้งานกันไม่แพร่หลายนัก ให้สามารถใช้ได้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ กันมากขึ้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายทางด้านการบำรุงรักษาการสึกหรอเนื่องจากการกัดกร่อน

ดีบุกและดีบุกผสมเป็นวัสดุโลหะอีกประเภทหนึ่งซึ่งกำลังอยู่ในความสนใจอย่างมาก ทั้งด้านการทำภาชนะเครื่องประดับ สารบัดกรี และนำไปผสมกับสารอินทรีย์เป็น Organization Compound และผสมสารอนินทรีย์เป็น Inorganic tin compound เพื่อประโยชน์ใช้งานทางด้านยาฆ่าวัชพืชทางเกษตรกรรม ผสมสีหรือนำมาผสมกับโลหะที่มีความแข็งแรงน้ำหนักเบา เช่น Titanium tin หรือ Zircaloys ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู นอกจากนี้ดีบุกยังนำมาทำ Super Condec-ting alloys (Nb3Sn) ที่ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูง ตลอดจนนำมาผสมกับ Tellurium เพื่อทำ Super Conduction ได้อีกด้วย

การพัฒนาทางด้านแร่หายากในระยะนี้จะมีเป็นจำนวนมากเพื่อผลิตวัสดุใหม่ๆ ที่ไม่คุณสมบัติดีกว่าเดิม

ข) **เซรามิกส์และแก้ว/กระจก** ปริมาณสำรองที่มีมากมหาศาลของวัตถุดิบในการทำเซรามิกส์หรือแก้ว/กระจก ทำให้ความสนใจในการผลิตและนำมาใช้งานมีแนวโน้มสูงขึ้น ในระยะอันใกล้นี้มีคุณสมบัติพิเศษด้านการทนต่ออุณหภูมิสูง และทนทานต่อการขัดสี ยังมิได้ถูกนำมาใช้อย่างเต็มที่นัก เนื่องจากจุดอ่อนทางด้านการเปราะแตกเสียหายได้ง่าย การประยุกต์ใช้จึงคงจำกัดอยู่ในด้านการทำภาชนะต่างๆ แต่ก็ได้มีการวิจัยและพัฒนา Electronic Ceramics และ Fine Ceramices เพื่อนำมาใช้ในการทำอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทลูกด้วย Surze Arrestor หรืออุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ การค้นคว้าวิจัยเพื่อนำเซรามิกส์มาใช้ในการทำเครื่องยนต์ยังคงจำกัดอยู่ แต่ได้หันมาใช้การเคลือบเซรามิกส์ลงบนผิวที่เป็นโลหะแทน

ในกรณีของแก้ว/กระจกนั้น การประยุกต์ใช้งานด้านกระจกนิรภัยที่สามารถใช้งานในสภาวะรุนแรงต่างๆ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การนำแก้ว/กระจกมาใช้ในการนำเส้นใยแสง (Opatica Fibers) ก็เป็นอีกด้านหนึ่งที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วควบคู่ไปกับความต้องการส่งข่าวสารข้อมูลปริมาณมาก ในเส้นใยขนาดเล็ก ก็มีการสูญเสียพลังงานน้อย

ค) **วัสดุสังเคราะห์** จุดอ่อนทางด้านความทนทานต่ออุณหภูมิมิได้น้อยจะได้รับการพัฒนาแก้ไขให้ทนต่ออุณหภูมิได้สูงขึ้น วัสดุสังเคราะห์มักนำมาใช้ในการทำเสื้อผ้า อุปกรณ์กีฬา และนำมาใช้ในการเสริมแรงโลหะหรือเซรามิกส์ วัสดุประเภทพลาสติกและโพลิเมอร์ ได้รับการพัฒนาให้ทนต่ออุณหภูมิได้สูงใกล้เคียง 200°ซ และนำมาใช้ในการทำภาชนะ หรือชิ้นส่วนต่างๆ ทดแทนโลหะในอุปกรณ์จักรกล เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและขึ้นรูปได้ง่าย สิ้นเปลืองพลังงานน้อย อย่างไรก็ตามความกังวลทางด้านสภาวะแวดล้อมและการขาดแคลนน้ำมันที่เป็นวัตถุดิบสำคัญของวัสดุสังเคราะห์ประเภทพลาสติกและโพลิเมอร์จึงทำให้งานวิจัยต่างๆ มุ่งสรรหาวัตถุดิบจากการเกษตรเพื่อนำมาใช้ในการผลิตวัสดุสังเคราะห์มากขึ้นตามลำดับเพื่อให้กำจัดได้ง่ายและไม่ขาดแคลนวัตถุดิบในอนาคต

(2) ระยะกลาง (1990-1995)

งานทางด้านการสื่อสาร การคมนาคม อวกาศ พลังงาน และสิ่งก่อสร้างจะเป็นงานที่มีความสำคัญเด่นชัดมากยิ่งขึ้น การพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้งานดังกล่าวก็จะต้องก้าวหน้าประสานกันไป จะมีการผสมผสานวัสดุต่างๆ ทั้งโลหะ อโลหะ อินทรีย์และอนินทรีย์เข้าด้วยกันเพื่อเสริมจุดเด่นแล้วแก้ไขจุดด้อยของวัสดุแต่ละชนิดให้หมดไป

ก) **โลหะและอโลหะ** คุณสมบัติที่จะมีการวิจัยและพัฒนามากขึ้น ได้แก่ การทนทานต่อความร้อนและแรงกระทำ การนำไฟฟ้า อำนาจแม่เหล็กและการแปรรูปในปริมาณสูง (Superplasticity)มีการเอาโลหะหรือแร่หายากต่างๆ เข้ามาผสมผสานกับแร่ธาตุ เพื่อให้เกิดคุณสมบัติเป็นตัวนำยวดยิ่ง ณ อุณหภูมิธรรมดา การใช้ Yttrium Barium, Copper และ Oxygen มาทำสารตัวนำยวดยิ่งน่าจะประสบผลสำเร็จในช่วงนี้ และจะได้มีการนำเข้าไปใช้งานในด้านต่างๆ ทั้งสื่อสาร คมนาคม อวกาศ และพลังงาน ทางด้านสิ่งก่อสร้างนั้น เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง (900 N/mm^2) จะได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นวัสดุสำคัญที่ใช้เป็นโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

ข) **เซรามิกส์และแก้ว/กระจก** จะมีการใช้เซรามิกส์เสริมแรงกันมากขึ้นเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงทนทานต่อการกระแทก สารประเภท economic ceramics (โบรอน) ในลักษณะของเหลวจะมีการพัฒนานำขึ้นมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นโภคภัณฑ์ประจำวัน ส่วนเซรามิกส์บริสุทธิ์ในลักษณะเป็นพลาสมาละเอียดหรือเป็นผง (Powder)ก็จะได้รับการพัฒนาเพื่อนำไปใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำเชิงขนาดสูง

แก้ว/กระจกยังคงมีการพัฒนาเส้นใยแสงที่เป็น Flourinated Glass เพื่อลดการสูญเสียในการส่งผ่านข่าวสารข้อมูลปริมาณมากๆ และจำนำมาใช้ในการสื่อสารอย่างแพร่หลายทั่วโลก นอกจากนี้การพัฒนาเส้นใยแสงเพื่อใช้กับเลเซอร์ โดยผสมกับโลหะหรือแร่หายากจะก้าวหน้าไปอย่างมาก

วัสดุอีกสองประเภทที่เป็นทั้งเซรามิกส์และวัสดุสังเคราะห์ ที่จะมีบทบาทมากขึ้นในระยะกลาง ได้แก่ คาร์บอนและเพชร คาร์บอนจะได้รับการพัฒนาขึ้นในสามรูปแบบ ได้แก่ เป็นเส้นใยเสริมแรงในสารพลาสติก เป็นสารประกอบในการทำเปรคของยานอวกาศหรือยานบิน และเป็นสารเคลือบ (Deposit Material) ต่างๆ สำหรับเพชรอุตสาหกรรมนั้นจะได้มีการวิจัยพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อให้ต้นทุนและนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมทางแปรรูปโลหะและอุตสาหกรรมไฟฟ้า

ค) วัสดุสังเคราะห์ จะได้รับการพัฒนาให้ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 300-350°ซ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในประจำวันในการป้องกันอุบัติภัยต่างๆ ทำเป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มในงานอุตสาหกรรมในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงต่างๆ ทางด้าน functional plastics ซึ่งเป็นด้านที่ขยายตัวมากนั้น ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้น ได้แก่

1. Porous Polymers เป็นสารที่มีรูพรุน ต่อกันเป็นตาข่ายใช้ในการกรอง (Filter) สารที่มีอนุภาคเล็กกว่ารูของมันนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเคมีหรืออุตสาหกรรมกระบวนต่างๆ เช่น การผลิตอาหารและกระดาษ

2. Barrier Polymers เป็นโพลิเมอร์ที่นำมาประกอบกันหลายชั้น ใช้เป็น Seal ต่างๆ ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ยาถนอมอาหารและเครื่องสำอางค์

3. Ratention Type Polymers เป็นของเหลวหรือก๊าซซึ่งประยุกต์ใช้ในการทำยาฆ่าแมลง หรือนำมาหล่อทำแคปซูลบรรจุสิ่งต่างๆ

4. Degradable Polymers นำมาใช้ในทางการแพทย์ ทำด้านผ้าตัด เป็นสารที่ทำลายได้ด้วยสารอินทรีย์

สำหรับ Co2 Based Polymer ที่สลายตัวได้ที่อุณหภูมิ 180°ซ ก็ได้รับการพัฒนาเช่นเดียวกันและจำนำมาใช้ในรูปต่างๆ ได้แก่

1. Bio-compatible Plastics ใช้ในทางการแพทย์

2. Light Sensitive Plastics ซึ่งทำปฏิกิริยากับแสงนำมาใช้ในการทำเส้นใยแสง การ Displays ต่างๆ และใช้ในเครื่องปรับอากาศ

3. Shape Momory Plastics จะมีการพัฒนาใช้ในทางการแพทย์การกีฬา เกมส์ต่างๆ

4. Magnetic Plastics ใช้ในการทำ Organic Magnets

5. Piezo Electric Plastics ที่ขึ้นรูปได้ด้วยความร้อนใช้ในการทำ Switch Jears, Sensors, Keyboard, ลำโพง

6. Conductive Plastics ใช้ในการทำ Battery, Accmulator และอาจสามารถแทนซิลิกอนในส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

(3) ระยะยาว (1995-2000)

การประยุกต์ใช้วัสดุในอวกาศจะเป็นข้อสนใจหลักในยุคนี้ เชื่อกันว่าในปี 2000 จะเริ่มมีมนุษย์ไปอาศัยและทำงานบนดวงจันทร์และมีสถานีอวกาศอยู่ระหว่างทางประมาณ 500 กิโลเมตร เหนือผิวโลกมีการสร้างเมืองและสถานีอวกาศ หรือสถานที่ในการวิจัยต่างๆ บนดวงจันทร์อีกด้วย ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาทางด้านวัสดุก็จะมุ่งไปสู่การใช้งานด้านอวกาศมากขึ้นอีกด้วยสุดใหม่ๆ จึงอาจเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์วิจัย หรือสังเคราะห์ในอวกาศ

ก) โลหะและโลหะผสม โลหะที่จำเป็นในการสร้างยานขนส่งอวกาศให้มีน้ำหนักเบา ทนทานต่อการเสียดสีและความร้อนสูง สามารถรับความร้อน แรงกระทำและอุณหภูมิได้มากจะได้รับการพัฒนาขึ้น โลหะที่มีแนวโน้มจะใช้งานได้มาก ได้แก่ ไทแทเนียม ทังสเตน และโลหะผสมทั้งสองชนิดกับโลหะอื่นๆ เช่น เหล็ก หรืออลูมิเนียม ทังสเตน และโลหะผสมทั้งสองชนิดกับโลหะอื่นๆ เช่น เหล็ก หรืออลูมิเนียมทางด้านวัสดุก่อสร้างนั้น อลูมิเนียมผสมที่มีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้ง่าย ทนทานการกัดกร่อนได้ดีและทนความร้อนหรือแรงกดดันสูง จะถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างสถานีอวกาศและสิ่งก่อสร้างทั้งใต้ดินและบนดิน บนดวงจันทร์

การพัฒนาโลหะผสมอื่นๆ ในกระบวนการสูญญากาศ และสถานีที่ที่ไร้น้ำหนักจะทำให้สามารถได้โลหะที่มีคุณสมบัติที่ไม่สามารถพัฒนาขึ้นได้ในปัจจุบันอีกมากมายนอกจากนี้ ยังจะมีการนำเอาแร่หายากประเภท Lanthanum หรือ Cerium ที่สามารถเก็บกัดไฮโดรเจนไว้ได้ที่อุณหภูมิต่ำมาใช้เป็นภาชนะในการเก็บกักก๊าซไฮโดรเจน เป็นพลังงานในการเดินทางในยานพาหนะต่างๆ

ข) เซรามิกส์และแก้ว/กระจก จะเข้ามามีบทบาทแทนโลหะมากยิ่งขึ้นในการใช้งานบนโลกและในอวกาศ เนื่องจากทรัพยากรทางด้านแร่ โลหะและโพลิเมอร์ (จากน้ำมัน) เริ่มขาดแคลนลง แต่วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเซรามิกส์และแก้ว ยังคงมีอยู่ในปริมาณสูง ในระยะนี้เชื่อว่าจะมีการพัฒนาเซรามิกส์ที่ทนทานเทียบเท่าโลหะ มีน้ำหนักเบาทนความร้อนสูง แปรรูปได้

ง่าย ตลอดจนมีคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าและแม่เหล็กได้เทียบเท่าโลหะขึ้นมาได้ สำหรับแก้ว/กระจกก็จะมีการพัฒนาให้สามารถผลิตขึ้นได้ง่าย ความทนทานต่อแรงกระแทกสูง มีเนื้อใสบริสุทธิ์ นำไปใช้ในกิจการด้านอวกาศได้กว้างขวางแพร่หลายมากขึ้น

ค) วัสดุสังเคราะห์ พลาสติกและโพลิเมอร์จากน้ำมันอาจลดบทบาทลงบ้างจากการขาดแคลนวัตถุดิบ จะมีบทบาทมากยิ่งขึ้นในงานอุตสาหกรรมและในชีวิตประจำวัน เชื่อว่าวัสดุสังเคราะห์เหล่านี้ จะมีการใช้งานในอัตราเติบโต ควบคู่ไปกับเซรามิกส์และแก้ว/กระจก เพื่อทดแทนโลหะต่างๆ ทั้งบนโลกและในงานป้องกันสาธารณภัยต่างๆ และทางด้านอวกาศ เป็นต้น

ปัจจัยหลักที่สำคัญที่กำหนดให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ในที่นี้จะได้กล่าวถึงกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญอันจะนำไปสู่การผลิตวัสดุที่ได้กล่าวไว้ในภาพที่ฉายที่สำคัญๆ ในอนาคต

ก. โลหะและโลหะผสม

สำหรับกระบวนการทางด้านโลหะและโลหะผสมนั้น กระบวนการที่สำคัญอันจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ได้กล่าวถึงไว้มีดังต่อไปนี้

1. กระบวนการ Lixiviation ได้แก่ กระบวนการในการแยกธาตุโลหะที่หายากและ โลหะที่มีค่าทั้งหลาย กระบวนการนี้อาจเป็นการแยกโดยวิธีการทางความร้อนที่สูงยวดยิ่ง หรือโดยวิธีการทางด้านเคมีต่างๆ เพื่อสกัดแยกเอาแร่หายากออกจากสภาวะทางธรรมชาติซึ่งอาจอยู่ในรูปของ Oxide, หรือ Halide ต่างๆ

2. กระบวนการ Epitaxy ได้แก่กระบวนการทางด้านการสร้างผลึกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์

3. กระบวนการ Gas Phase Deposition ได้แก่ กระบวนการในการเคลือบผิวโลหะ หรือวัสดุพื้นฐานด้วยวัสดุชนิดอื่นๆ กระบวนการนี้จะประยุกต์ใช้ในทั้งทางด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเพื่อผลิตแม่พิมพ์หรือเครื่องมือตัด ที่มีประสิทธิภาพสูง

4. กระบวนการ Vacuum Fusion ได้แก่ กระบวนการเพื่อให้ได้โลหะผสมที่มีความบริสุทธิ์สูง สำหรับกระบวนการนี้จำเป็นต้องอาศัยการทดลองในอวกาศ จึงจะเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในระยะกลางและระยะยาว

5. กระบวนการ Lost Foam Moulding ได้แก่กระบวนการหล่อชิ้นงานโลหะที่มีขนาดรูปร่างถูกต้องแม่นยำ โดยการขึ้นรูป foam เป็นชิ้นงานแล้วมัดด้วยวัสดุทนไฟจากนั้นจึงเทน้ำโลหะลงไป ชิ้นงานที่ได้จะไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการขึ้นรูปอื่นๆ นอกจากการตกแต่งเพียงเล็กน้อย สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้มาก และมีการประยุกต์ใช้กันในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนเครื่องจักรกลบ้างแล้ว

6. กระบวนการ High Pressure Moulding หรือ Liquid Forging ได้แก่กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะที่มีเนื้อแน่นปราศจากรอยบกพร่องภายใน เพราะอาศัยแรงดันสูงในการอัดน้ำโลหะเหลว เข้าสู่แบบแก๊สต่างๆ ที่หลงเหลือจะถูกผลักดันออกมาหมด ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งแรงใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี

7. กระบวนการ Powder Metallurgy และ Prot isostatic Compression โดยใช้แรงดันสูงมาก กระบวนการนี้จะใช้การขึ้นรูปโลหะผสม ซึ่งตามปกติจะไม่หลอมตัวเข้าหากัน โลหะที่จะนำมาอัดจะถูกทำให้เป็นผง แล้วป้อนเข้าในแบบ จากนั้นจึงขัดโดยแรงดันของน้ำหรือของเหลวซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาดถูก ต้องแม่นยำโดยปกติใช้ binder เข้าไปผสมเพื่อให้จับยึดตัวกันได้ดี ผงโลหะมักมีขนาดเล็กในระดับไมครอน

8. กระบวนการ Recycling ของโลหะมีค่าต่างๆ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเพื่อหมุนเวียนโลหะมีค่าต่างๆ กลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่งเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ้นเปลืองไว้

9. กระบวนการ Continouus Casting, Annecling, Near Net Shape Rollig เป็นกระบวนการเพื่อผลิตเหล็กกล้าผสมให้มีคุณสมบัติ Isotropic และสิ้นเปลืองต้นทุน, เวลาในการผลิตต่ำที่สุด ในโรงงานผลิตเหล็กกล้าของประเทศพัฒนาทั้งหลายได้มีการประยุกต์ใช้กระบวนการนี้กันแล้ว

10. กระบวนการผลิตโลหะเสริมใยแบบต่อเนื่อง (Sic อลูมินา Graphite) และแบบไม่ต่อเนื่อง (Particles, Trichites) เพื่อให้ได้โลหะผสมที่มีความแข็งแรงยวดยิ่ง และทนต่ออุณหภูมิสูง

ข. เซรามิกส์และแก้ว/กระจก

ในด้านของเซรามิกส์และแก้วหรือกระจกนั้น กระบวนการที่สำคัญๆ และจะพัฒนาขึ้นมีอยู่ 2 กระบวนการได้แก่

1. กระบวนการ Vacuum Sintering เป็นกระบวนการในการอัดผงวัสดุเซรามิกส์เข้าด้วยกันเพื่อผลิตภัณฑ์ประเภท Advanced Ceramics (Fine) (หรือ Componites Ceramic ต่างๆ)

2. กระบวนการ Isostatic Compression เป็นกระบวนการเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวถึงไว้ในวัสดุโลหะและโลหะผสม กระบวนการนี้จะใช้ในการผลิตเพชรสังเคราะห์และเครื่องมือตัดที่มีความแข็งแรงทนทานสูง

ค. วัสดุสังเคราะห์

ส่วนวัสดุสังเคราะห์นั้นมีกระบวนต่างๆ ที่สำคัญซึ่งกำลังมีการวิจัยและพัฒนาดังต่อไปนี้

1. กระบวนการ Heavy Injection ที่ใช้ในการผลิตสังเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ และกระบวนการ Precision Injection ที่ใช้ในการผลิตวัสดุสังเคราะห์ที่มีมูลค่าสูง

2. กระบวนการ Co Extrusion กระบวนการนี้จะนำวัสดุสังเคราะห์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาอัดรวมกัน เพื่อให้เกิดการผสมผสานเป็น Complex Barriers ใช้ในกระบวนการกรองกลั่นต่างๆ

3. กระบวนการ Injection Blowing ใช้ผลิตวัสดุสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติเชิงกลดี และมีความโปร่งใส กระบวนการ Compound blowing ใช้ในการผลิตถังเชื้อเพลิงรถยนต์

4. กระบวนการ High Speed Stamping ผลิตชิ้นงานที่ความหนาสูง ไม่สามารถใช้การฉีดเป่าได้

5. กระบวนการ Lasser และ Hyperbaric Waterjet ใช้ในการตัดแต่งวัสดุสังเคราะห์ที่มีความต้านทานแรงกระทำสูง

6. กระบวนการ Reaction Molding ใช้ในการผลิตโพลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่นเชิงรูปร่างและความหนาแน่น

กล่าวโดยสรุป ในวัสดุทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวทั้งนี้จะมีกระบวนการหลัก 2 กระบวนการที่ใช้ร่วมกันคือ

1. Filtiation ซึ่งใช้ในการกรองสารที่มีขนาดละเอียดมาก

2. Deposition ซึ่งจะพัฒนาจากการ Deposit เชิงเคมีเป็นการ Deposit เชิงกายภาพ เพื่อให้ได้คุณสมบัติในการป้องกันและในการเกิดคุณสมบัติใหม่ๆ เช่น การทำ Ceramic Deposition ให้ได้ความทนทานต่อความร้อนสูง หรือให้ได้คุณสมบัติการเป็นตัวนำยิ่งยวด หรือกระทำ Proctectic Polycarbonates เพื่อป้องกันรอยขีดข่วน โดยการเคลือบ epoxy หรือ polymer fluorination.

ตารางที่ 2.6 ขอบข่ายความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีสื่อสารกับประเด็นทางเทคโนโลยีที่สำคัญ

ข้อมูลเข้าและออก (Input/Output)	หัวข้อเทคโนโลยี	เทคโนโลยีส่วนประกอบที่สำคัญ
-ข้อมูลเข้า (Input)	- การจำแนกเสียง	- เทคโนโลยีจำแนกเสียง
		- Natural Language Processing
		- VLSI
	- การจำแนกตัวอักษร	- เทคโนโลยีจำแนกตัวอักษร
		- Natural Language Processing
	- การป้อนข้อมูลด้วยลายมือ	- เทคโนโลยีจำแนกตัวอักษร
	- การจำแนกรูปภาพ	- การจำแนกรูปทรง (Pattern)
		- Knowledge Processing
	- การกวาด(Scan) อักษร	- เทคโนโลยีการอ่าน image
		- Image Sensor
	- การบันทึกรูปภาพ	- Image Sensor
-ข้อมูลออก(Output)	- การออกเสียง	- เทคโนโลยีสังเคราะห์เสียง
		- Natural Language Processing
	- การแสดง (ข้อมูล)	- ชิ้นส่วนแสดง Image
		- Image Processing
		- หน่วยความจำขนาดใหญ่
	- พรินเตอร์	- เทคโนโลยีการบันทึก

ตารางที่ 2.6 ขอบข่ายความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีสื่อสารกับประเด็นทางเทคโนโลยีที่สำคัญ (ต่อ)

ข้อมูลเข้าและออก (Input/Output)	หัวข้อเทคโนโลยี	เทคโนโลยีส่วนประกอบที่สำคัญ
-ข้อมูลเข้า/ออก (Input Output)	- โทรสาร	- เทคโนโลยีการอ่าน/บันทึก - เทคโนโลยี Image Processing
การประมวลผลข้อมูล (Information Processing)		
-เทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ประโยชน์	- เทคโนโลยีการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ	- เทคโนโลยีการ Specification - Developmental Environment - Software Module
	- เทคโนโลยีการแปล	- Natural Language Processing - Knowledge Processing - Dictionary
	- เทคโนโลยี Image Processing	- Pattern Processing - Image Processing - Knowledge Processing
	- เทคโนโลยีการค้นหาข้อสนเทศทางปัญญา (Knowledge Information)	- Natural Language Processing - Knowledge Processing
-เทคโนโลยีการใช้ประโยชน์	- การทำโปรโตคอลให้เป็นมาตรฐาน	- Network Architecture - มาตรฐานนานาชาติ
	- Distributed Database Technology	- Data Security
	- Security Technology	- เทคโนโลยี Individual Confirmation
-ฮาร์ดแวร์ขนาดใหญ่และความเร็วสูง	- เครื่องฐานข้อมูลขนาดใหญ่และความเร็วสูง	- High Speed Relational Data Base Processing - High Speed Data Transmission - High Capacity And High Speed Memory Media
	- Next Generation Computer	- High Speed Logic Device - Parlled Processing - Non Neumann Architecture
	- Functionally distributed Processor System	
การส่งผ่านข้อสนเทศ (Information Transmission)		
ระบบสื่อสารโดยใช้สาย (Wired Communication System)	- เทคโนโลยีการสื่อสารด้วยแสง - Coaxial Communication Technology - Pair Cable Communication Technology	
ระบบสื่อสารโดยไม่ใช้สาย (Wireless Communication System)	- Mobile Wireliss Technology - Satellite Communication Technology - Wirelsee Technology	
เทคโนโลยีชุมสาย (exchange technology)	- Packet Exchange Technology - telephone circuit exchange technology	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
ผลการวิจัยที่เป็นตัวบ่งชี้เชิงนโยบาย

3.1 ผลกระทบต่อสังคมไทย

1. ระบบการผลิตแบบทุนนิยม และเทคโนโลยีสื่อสารสมัยใหม่จะมีผลกระทบโดยตรงและอย่างมากต่อศิลปวัฒนธรรมประเพณี ตลอดถึงค่านิยมของสังคมไทย ผลกระทบเป็นไปได้ทั้งแง่บวกและแง่ลบ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับมือของสังคม

2. การว่าจ้างงานในภาคอุตสาหกรรมจะเพิ่มสูงขึ้น แนวโน้มความต้องการแรงงานจะเปลี่ยนจากแรงงานไม่มีฝีมือมาเป็นแรงงานฝีมือมากขึ้น ขณะที่ความต้องการแรงงานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีจะมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3. การขาดแคลนกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างหนัก จะทำให้เกิดการยื้อแย้งกำลังคนด้านนี้ อันจะนำไปสู่การเพิ่มค่าจ้างแรงงาน ซึ่งจะก่อให้เกิดภาวะเงินเฟ้อในที่สุด

4. เกิดการกระจุกตัวของประชากรตามหัวเมืองอุตสาหกรรม ในภาคต่างๆ ของประเทศ ซึ่งจะสร้างปัญหาสังคมต่างๆ ที่มักจะเกิดในเมืองใหญ่ตามมา

5. ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม อันเนื่องจากการผลิตทางอุตสาหกรรมจะมีมากขึ้นแนวโน้มการเกิดอุบัติภัยในโรงงาน หรือมีผู้ป่วย/ตายเนื่องจากสภาวะแวดล้อมจะมีสูงขึ้น

6. รายได้ต่อหัวของประชากรจะสูงขึ้น ขณะที่มีแนวโน้มว่าความแตกต่างของรายได้ระหว่างคนรวยกับคนจนจะสูงขึ้น ถ้าหากไม่มีนโยบายการรับมือที่ดีพอ

7. แนวโน้มของสังคมบริโภค(Consumer Society) จะเพิ่มทวีขึ้น

3.2 ผลกระทบต่ออุดมศึกษา

1. ระบบศึกษาไทย โดยเฉพาะสถาบันการศึกษาสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะถูกกดดันจากสภาพข้อเรียกร้องต้องการและเงื่อนไขความเป็นจริงที่ขัดแย้งกัน กล่าวคือ สังคมมีความต้องการบุคลากรด้านนี้อย่างสูงและเพิ่มในอัตราส่วนที่รวดเร็ว ขณะที่สถาบันการศึกษามีขีดความสามารถต่ำ และกำลังถูกบั่นทอนจากสภาวะสมองไหลอย่างต่อเนื่อง การแก้วิกฤติการณ์อันนี้ขึ้นกับการเล็งการณ์ไกลและฝีมือบริหารของผู้บริหารระดับสูงของประเทศ

2. ระบบอุดมศึกษาไทย จะต้องปรับตัวเพื่อสนองต่อความต้องการกำลังคนที่มีความชำนาญการใหม่ๆ อันเป็นผลการเปลี่ยนแปลงทางสังคมขนาดใหญ่ที่เกิดในปัจจุบันบุคลากรสาขาอื่นๆ ที่กำลังขาดหรือจะขาดแคลนในอนาคต ได้แก่ สายงานบัญชี งานนิเทศศาสตร์ งานออกแบบทางอุตสาหกรรม งานบริหารธุรกิจ และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

3. ระบบอุดมศึกษาไทย จะถูกเรียกร้องในด้านการฝึกอบรมบุคลากรสาขาต่างๆ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีรูปแบบหลากหลายมากขึ้น อาทิ การศึกษาภาคค่ำ การศึกษาต่อเนื่อง การสัมมนา และการศึกษาทางไกล ฯลฯ

4. ระบบอุดมศึกษาไทย จะถูกเรียกร้องให้สนองตอบในด้านการวิจัยและพัฒนามากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะใน 5-10 ปีจากนี้ไป นอกจากนี้ ภาคการผลิตจะมีความต้องการบุคลากรระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

5. ระบบอุดมศึกษาไทย จะถูกดึงให้เข้าไปเกี่ยวข้องกับปัญหาขัดแย้งด้านผลประโยชน์มากยิ่งขึ้น อาทิ ในโครงการต่างๆ ที่มีผลต่อสภาวะแวดล้อม หรือในอุบัติเหตุที่ส่งผลต่อประชากรในวงกว้าง

3.3 ผลกระทบของเทคโนโลยีการสื่อสารต่ออุดมศึกษา

การเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีด้านเทคโนโลยีสื่อสารและคอมพิวเตอร์ มีผลกระทบที่สำคัญต่อระบบการศึกษาโดยทั่วไปพัฒนาการของเทคโนโลยีต่างๆ ดังกล่าว ทำให้ข้อมูลข้อสนเทศสามารถแพร่กระจายสู่ผู้รับในที่ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว กลไกสื่อสารดังกล่าวได้แก่ วิทยุ โทรทัศน์ การสื่อสารดาวเทียม การส่งภาพทัศน์ตามสาย (Videotext) วีดีโอเทป และสิ่งพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น นอกเหนือจากนี้เทคโนโลยีสื่อสารเมื่อนำมาผนวกกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จะทำให้มนุษย์ยิ่งเกิดความคล่องตัวสูงขึ้น ในการเลือกใช้ การประมวลข้อมูลข้อสนเทศต่างๆ เหล่านี้

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ ดังกล่าว จะสร้างผลกระทบต่อระบบอุดมศึกษาในประเด็นที่สำคัญต่อไปนี้

1. **ในส่วนของการศึกษานอกระบบ** (Information Education) เทคโนโลยีสื่อสารและคอมพิวเตอร์ รวมทั้งความก้าวหน้าอื่นๆ ทางเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ จะช่วยขยายการศึกษาตลอดชีวิต (Lifelong Education) ให้กระจายไปสู่นักศึกษาในระดับต่างๆ ที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วประเทศได้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีดังกล่าวจะสร้างความคล่องตัวอย่างสูงแก่ทั้งผู้เรียนและผู้สอน ในสภาวะที่วิทยาการมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ระบบการศึกษาต่อเนื่องเช่นนี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการให้การศึกษาใหม่ (Re-educate) แก่ผู้ซึ่งกำลังทำงานอยู่เพื่อจะให้สามารถพัฒนาทักษะและความอยู่อย่างสอดคล้องกัน

2. **ในส่วนการศึกษาในระบบ** (Formal Education) เทคโนโลยีสื่อสารและคอมพิวเตอร์จะมีส่วนเสริม เพื่อช่วยทางด้านการเรียนการสอนให้มีประสิทธิผลและสอดคล้องกับความจำเป็นและความต้องการเฉพาะบุคคลมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น ระบบการสอนโดยคอมพิวเตอร์ (Computer-assisted Instruction) จะช่วยให้นักศึกษาสามารถปรับอัตราการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสามารถเฉพาะบุคคล อันจะช่วยสร้างประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

3. **ในส่วนบทบาทของอาจารย์ผู้สอน** เนื่องจากข้อมูลและเนื้อหาสามารถเผยแพร่ และถ่ายทอดได้อย่างมีประสิทธิผลด้วยเทคโนโลยีสื่อสารดังกล่าว ด้วยเหตุนี้อาจารย์สอนจึงสามารถลดภาระด้านนั้น และหันมาให้ความสำคัญกับการปูพื้นฐานทฤษฎีหลักการแนวคิดต่างๆ มากขึ้น

อย่างไรก็ตาม บทบาทของเทคโนโลยีต่างๆ เป็นเพียงส่วนเสริมที่ช่วยให้ระบบอุดมศึกษาเป็นไปโดยราบรื่นขึ้น โครงสร้างการศึกษาในระบบก็ดี ความจำเป็นในการทำการทดลองปฏิบัติ (ทั้งในสายวิทย์ฯ และสายสังคมฯ) ก็ดี ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนก็ดี โดยพื้นฐานแล้วยังคงเป็นหัวใจสำคัญของอุดมศึกษาต่อไป

3.4 บทบาทของอุดมศึกษาที่จะสนองตอบในเชิงรุก-รับ

1. ระบบอุดมศึกษาไทย ต้องปรับนโยบายการผลิตบัณฑิตจากลักษณะเชิงรับ หรือแบบ Feed Back ไปสู่ระบบการผลิตเชิงรุก หรือแบบ Feed Forward เพื่อจะสามารถสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการกำลังคนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพอย่างทันกัน

2. ระบบอุดมศึกษาไทย ต้องเร่งรัดส่งนักเรียนนักศึกษาเพื่อไปศึกษาปริญญาระดับสูงในต่างประเทศ ในสาขาวิชาที่ขาดแคลน พร้อมทั้งสร้างสถาบันการศึกษาใหม่ เพื่อรองรับบุคลากรเหล่านี้ในอนาคต

3. ระบบอุดมศึกษาไทย ต้องส่งเสริมและเร่งเร้าให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้นในการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เพื่อผ่อนภาระหลักกับทั้งเพื่อส่งเสริมบรรยากาศการแข่งขันทางวิชาการ

4. ระบบอุดมศึกษาไทย ต้องมีความคล่องตัว ยืดหยุ่นสูงขึ้น ทั้งนี้บุคลากรโดยเฉพาะผู้บริหารในระบบอุดมศึกษาจะต้องมีการเชื่อมโยงรับรู้การเปลี่ยนแปลงในสังคมอย่างทันการณ์และมีการตัดสินใจที่ฉับไว ไม่เช่นนั้น ระบบอุดมศึกษาจะไม่สามารถมีบทบาทเป็นตัวอย่างของสังคมได้อีกต่อไป

5. ระบบอุดมศึกษาไทย จะต้องเรียกร้องตัวเองอย่างสูงสุดโดยเฉพาะสถาบันการผลิตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อผนึกกำลังคน ช่วยบรรเทาภาวะวิกฤติด้านกำลังคนที่กำลังเป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้รูปแบบหลากหลายต่างๆ ในการผลิตและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ทั้งนี้โดยไม่ละทิ้งความเข้มงวดด้านคุณภาพ

6. ระบบอุดมศึกษาไทย จะต้องสร้างขีดความสามารถด้านวิจัยและพัฒนาให้สูงพอที่จะให้บริการแก่ภาคการผลิตเมื่อความเรียกร้องต้องการเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น ยังต้องมุ่งส่งเสริมการผลิตบัณฑิตระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นเพื่อสนองตอบกับความต้องการที่จะสูงขึ้นใน 5-10 ปีข้างหน้า

7. ระบบอุดมศึกษาไทย จะต้องสร้างความเป็นเลิศในสาขาความชำนาญการต่างๆ เพื่อจะสามารถให้คำตอบแก่สังคมได้ในกรณีที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้น ทั้งนี้ จำเป็นต้องสร้างระบบการตรวจสอบรวมกันและภายในระบบอุดมศึกษา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสภาวะ 'มือปืนรับจ้าง' ขึ้น

Chulalinet
3 0021 00309545 2

บรรณานุกรม

1. บทคัดย่อ การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2529-32
2. เอกสารการสัมมนา เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในทศวรรษหน้า 26 พฤศจิกายน 2521 (สสวทท)
3. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (2531) รายงานประจำปี
4. แผนวิสาหกิจ ของ การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย การสื่อสารแห่งประเทศไทย การรถไฟแห่งประเทศไทย การสื่อสารแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การประปานครหลวง การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย องค์การเภสัชกรรม ฯลฯ
5. Business in Thailand 1977-78 Blue Page Section (BOI Promotion Announcement).
6. Annual Economic Report, Bank of Thailand, 1986
7. TDRI (1986) A Computer Model for S&T Resource Data Base
8. TDRI (1989) The Development of Thailand's Techonological Capability in Industry.
9. MITI, **Trends and Future Tasks in Industrial Technology**, September 1988.
10. **Proceedings of Regional Seminar on The Role of Science and Technology in the Year 2000 Starategies for Development**, Chulalongkorn Unversity, August 1987
11. IEEE Specyrum Techonology **1985**, January 1985
12. IEEE Specyrum Techonology **1986**, January 1986
13. IEEE Specyrum Techonology **1987**, January 1987
14. IEEE Specyrum Techonology **1988**, January 1988
15. IEEE Specyrum Techonology **1989**, January 1989
16. Word Business Publication : Advanced Materials, The Technology Highlights of 1987/1988, May 1988 หน้า 1-13
17. BLC Publishing Co.,Ltd. : The Best in Thailand :, 1989, หน้า 37-156

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย