

**บทที่ 7**

**วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

## บทที่ 7

# วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### 7.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ทดลองหรือพิสูจน์ได้ว่าถูกต้องตรงความจริง จัดไว้เป็นหมวดหมู่ มีระเบียบและขั้นตอน สรุปได้เป็นกฎเกณฑ์สากล ( ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์, 2530 : 10 )

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ได้ให้ความหมาย “วิทยาศาสตร์” ว่า หมายถึง ความรู้ที่ใช้โดยการสังเกต และค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติ แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ วิชาที่ค้นคว้าได้หลักฐานและเหตุผลแล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ

เดิมศักดิ์ เศรษฐวิชรานิช (2539 : 2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (pure science) เป็นวิทยาศาสตร์ซึ่งบรรยายถึงความเป็นไปของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งไม่เกี่ยวกับการเอาไปใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตหรืออุตสาหกรรม ส่วน “วิทยาศาสตร์ประยุกต์” (applied science) ซึ่งกล่าวถึงการนำเอาวิทยาศาสตร์พื้นฐานแต่ละสาขาไปใช้ในกิจการต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันในอุตสาหกรรม หรือเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ในด้านอื่น ๆ

ธรรมเนียม โรจนะบุรานนท์ (2531 : 170) อธิบายว่า วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาจแบ่งออกเป็นสาขาต่าง ๆ เหล่านี้เป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เช่น วิทยาศาสตร์การเกษตรที่ประยุกต์มาจากวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เคมี และฟิสิกส์ ได้เป็นความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับการเกษตร เช่น การกลุ่กรรม การปลูสดั้ว การประมง การป่าไม้ เพื่อผลิตอาหารและวัตถุดิบอุตสาหกรรม หรือวิทยาศาสตร์การแพทย์นำความรู้ทางสาขาชีวภาพ เคมี และฟิสิกส์ มาพัฒนาเป็นความรู้เกี่ยวกับการทำงานของร่างกายมนุษย์ สมมติฐานของโรคภัยไข้เจ็บ ปฏิกริยาตอบสนองของร่างกายต่อสารต่าง ๆ ตลอดจนการบำบัดรักษา

ส่วนคำว่า “เทคโนโลยี” มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้คำนิยามของ “เทคโนโลยี” ไว้ว่า “วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม

เย็นใจ เถาหวนิช (2530 : 65-68) ได้อธิบายความหมายของ “เทคโนโลยี” ไว้ดังนี้

เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มืออยู่กับชีวิตของคนไทยตั้งแต่โบราณกาล แต่มิได้เรียกกันว่า

“เทคโนโลยี” เพราะเป็นคำใหม่ซึ่งเพิ่งจะปรากฏเป็นทางการครั้งแรกในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน เมื่อพุทธศักราช 2525 คนส่วนมากในอดีตรู้จักเทคโนโลยีในฐานะวิชาช่างต่าง ๆ ซึ่งคนไทยโบราณได้แบ่งช่างออกเป็นประเภทต่าง ๆ หลายประเภท ดังที่พระวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าประดิษฐวรการ ซึ่งทรงรับผิดชอบคุมช่างสิบหมู่ในสมัยรัชกาลที่ห้าได้ทรงพระนิพนธ์โคลงบอกชื่อช่างสิบหมู่ไว้ดังนี้คือ “เขียน กระจาษ แกะหุ่นปั้น ปูนรักนุสา กลึง หล่อ ไม้สูง สลัก ช่างไม้” ซึ่งถ้านับแยกตามโคลงจะได้สิบสามช่างมิใช่สิบช่าง มีผู้เข้าใจว่าเดิมอาจจัดไว้เพียงสิบหมู่ ต่อมาภายหลังมีการเพิ่มหมู่ช่างขึ้นใหม่ แต่มิได้มีการเปลี่ยนชื่อยังคงเรียกด้วยความเคยชินว่า “กรมช่างสิบหมู่” สิ่งที่อยู่จักกัน ในสมัยก่อนว่าวิชาซึ่งแปลว่าความรู้เป็นสิ่งที่คนโบราณหวงแหนวิชาในภาษาโบราณนั้นความจริงก็ตรงกับคำว่าเทคโนโลยีในปัจจุบันนั่นเองใครมีเทคโนโลยีคนนั้นก็ต้องหวงแหนเพราะเทคโนโลยีมีค่าเป็นเงินเป็นทองสามารถนำไปประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเลี้ยงครอบครัวได้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการผลิตสินค้า และบริการที่ขายให้แก่ลูกค้า

ก่องกัญจน์ กัทรากาญจน์ (2530 : 10) กล่าวว่า เทคโนโลยีเป็นคำใหม่ยังไม่แพร่หลายนัก สำหรับผู้ที่ใช้คำนี้ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้ในความหมายเกี่ยวกับการอุตสาหกรรม เครื่องจักรกล ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์

ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ (2531 : 170) กล่าวว่า “เทคโนโลยี” คือ ความรู้วิชาการ รวมกับความรู้วิธีการและความชำนาญที่สามารถนำไปปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพสูง โดยปกติเทคโนโลยีนั้นมีความรู้วิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วย นั่นคือวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ เทคโนโลยีเป็นการนำความรู้ไปใช้ในทางปฏิบัติ จึงมักนิยมใช้สองคำควบกัน คือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเน้นให้เข้าใจว่าทั้งสองอย่างนี้ต้องควบคู่กันไปจึงจะมีประสิทธิภาพสูง

เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อเป็นวิถีทางในการทำให้ความรู้ความสามารถของมนุษย์เพิ่มขึ้น เทคโนโลยีมักจะฝังอยู่ (embodied) ในสิ่งต่าง ๆ ในหลายรูปแบบ เช่น ในเครื่องจักร อุปกรณ์เอกสาร กรรมวิธีการผลิต และความชำนาญต่าง ๆ ของคน เทคโนโลยีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (ESCAP, 1986 : 23)

1. เป็นเครื่องมือสำหรับแปลงทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นสินค้าที่ใช้ประโยชน์ได้
2. เป็นเครื่องมือในการควบคุมสิ่งแวดล้อม
3. เป็นทรัพยากรในการสร้างความมั่งคั่งให้เพิ่มขึ้น
4. เป็นตัวทำให้สังคมมีการเปลี่ยนแปลง

5. เป็นตัวที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนา และ

6. เป็นสินค้าที่ถูกซื้อหรือขายได้ในตลาด

ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน อธิบายว่า (2528 : 1)

โดยทั่วไป เทคโนโลยีประกอบด้วยปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการคือ

1. ความชำนาญด้านความรู้ทางวิชาการ (Conceptual Skill) หรือความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิธีการที่จะนำไปใช้ ความรู้ดังกล่าวมักจะได้มาจากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง การสำรวจข้อมูล การปฏิบัติงาน การสังเกตการณ์ รวมถึงความรู้ทางด้านวิศวกรรมการออกแบบ การก่อสร้าง การผลิต การซ่อมบำรุง และเทคนิคอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

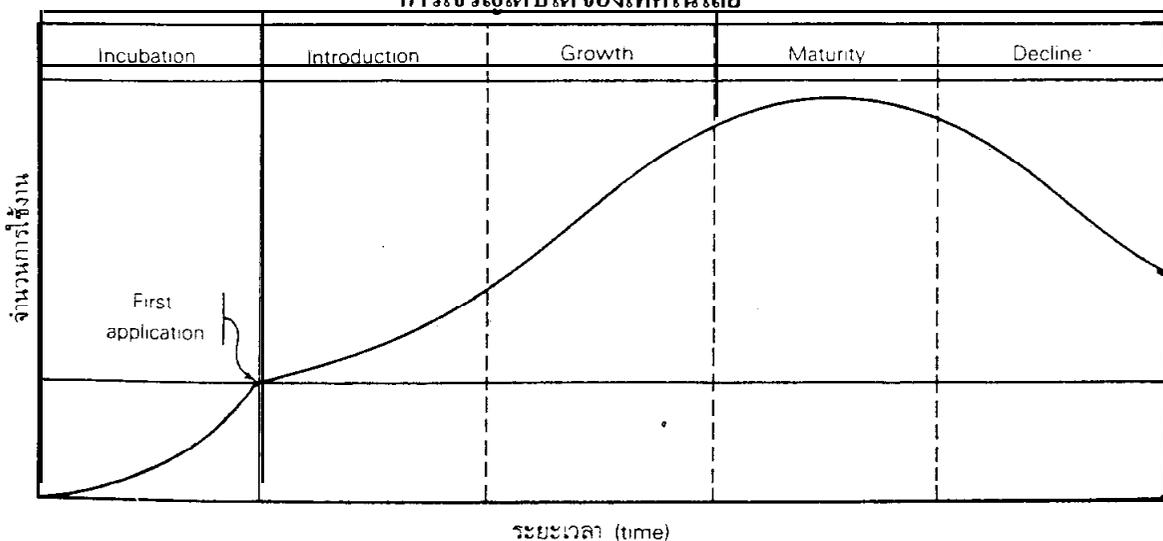
2. ความชำนาญทางด้านเทคนิคของการทำงาน (Craft Skill) ซึ่งได้มาจากการฝึกงาน การอบรม การศึกษาศิลปะ และวิธีการทำงาน เช่น การเชื่อมโลหะ การตัดโลหะ การประกอบชิ้นส่วนรวมทั้งความชำนาญในการปฏิบัติงานอื่น ๆ ด้วย

โดยทั่วไปเทคโนโลยีหนึ่ง ๆ จะมีช่วงชีวิตอยู่ 5 ช่วงคือ

1. ระยะฟักตัวหรือคิดค้นขึ้นมา (incubation)
2. ระยะเริ่มนำเข้ามาใช้ (introduction)
3. ระยะที่มีความเจริญเติบโตสูง (growth)
4. ระยะที่โตเต็มที่ (maturity)
5. ระยะที่เริ่มเสื่อมความนิยม (decline)

ซึ่งสามารถแสดงด้วยรูปได้ดังนี้

การเจริญเติบโตของเทคโนโลยี



## 7.2 ความเป็นมาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เดิมศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช (2539 : 8-10) ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พอสรุปได้ดังนี้

### วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยประวัติศาสตร์

สมัยนี้มนุษย์สนใจศึกษาและกระทำในสิ่งที่ยากหรืออยากเห็น วิทยาการแขนงต่าง ๆ จึงเกิดขึ้นและเจริญรุ่งเรืองต่อเนื่องไปอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสมัยประวัติศาสตร์ยังคงดำเนินควบคู่ไปกับศิลปศาสตร์แขนงอื่น ๆ มิได้แยกตัวออกมาเด่นชัด แต่ก็มีพัฒนาการต่อเนื่องดังเช่นพัฒนาการของการถลุงโลหะ มนุษย์สามารถทำตามภูมิปัญญาที่สูงขึ้น จนสามารถใช้ถลุงสินแร่เหล็กและโลหะชนิดอื่น ๆ เป็นลำดับมา หรือพัฒนาการของเครื่องผ่อนแรง ซึ่งรุ่งเรืองมากในสมัยของอาร์คิมิดีส ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงต่าง ๆ ได้อุบัติขึ้นในแต่ละส่วนของโลก ในระยะแรกไม่ได้มีการลอกเลียนแบบกัน ต่างคนต่างคิดต่างคนต่างทำ เมื่อการคมนาคมสะดวกขึ้น มีการติดต่อไปมาค้าขายจึงเกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ ๆ ไปสู่กัน ความสำเร็จในการประดิษฐ์คิดค้นมิได้เกิดขึ้นเฉพาะทางซีกโลกตะวันตกเท่านั้น หากแต่มีการถ่ายทอดมาจากตะวันออกด้วย ดังตัวอย่าง เช่น เทคโนโลยีจีนที่เจริญรุ่งเรืองกว่าในยุโรปมาก มีสิ่งประดิษฐ์ขึ้นสำคัญที่ถ่ายทอดไปสู่ซีกโลกตะวันตกซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบสังคมอย่างมาก ก็คือ เข็มทิศแม่เหล็กดินปืน และเครื่องพิมพ์หนังสือ ส่วนวิทยาการในอินเดียก็นำรุ่งเรืองมากในทางเกษตรวิทยา จิตวิทยา และคณิตศาสตร์ มีหลักฐานว่าอินเดียเป็นแหล่งกำเนิดการนับจำนวนซึ่งมีอิทธิพลต่ออาหารับและถ่ายทอดไปสู่ยุโรปในที่สุด

### วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยปฏิวัติอุตสาหกรรม

การเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดขึ้นในสมัยปฏิวัติอุตสาหกรรมเมื่อ พุทธศตวรรษที่ยี่สิบสาม ความก้าวหน้าทางวิทยาการแขนงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในช่วงพุทธศตวรรษที่ยี่สิบเอ็ดถึงยี่สิบสาม ซึ่งได้มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงความเชื่อถือแนวความคิดปรัชญาวิทยาศาสตร์โบราณมาเชื่อถือปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ และได้นำวิธีการวิทยาศาสตร์มาใช้ทำให้ประสบผลสำเร็จเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาจำลองศึกษาธรรมชาติ ทำให้เกิดการค้นพบ และการตั้งทฤษฎีใหม่ ๆ มากมาย นักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ในสมัยนั้นได้แก่ นิวตัน (Newton) ค้นพบทฤษฎีแรงโน้มถ่วง บอยล์ (Boyle) ลาวัวซิเย (Lavoisier) และดาลตัน (Dalton) ผู้ให้กำเนิดวิชาเคมีสมัยใหม่ที่แยกตัวออกจากการเล่นแร่แปรธาตุ

ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรม บรรยากาศทางการเมือง เศรษฐกิจและสังคม ที่เอื้ออำนวยให้มีการประดิษฐ์คิดค้น เริ่มต้นขึ้นในอังกฤษโดยรัฐเป็นผู้สนับสนุนทุกวิถีทางที่จะทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ซึ่งเชื่อกันว่า จะทำให้ชาติเป็นมหาอำนาจในทางเศรษฐกิจและการเมืองได้โดยการให้ผลประโยชน์แก่ผู้ประดิษฐ์คิดค้นและหลักประกันสิ่งประดิษฐ์ ดำเนินการจัดหาแหล่งทรัพยากรและตลาดการค้า ตลอดจนถึงการสนับสนุนการลงทุน รวมทั้งเผยแพร่ความคิดเห็นในทางอุตสาหกรรมทำให้มีการตื่นตัวขึ้นในสังคม และแผ่ขยายอิทธิพลความคิดไปสู่นานาชาติประเทศ ดังนั้นกระบวนการผลิตสินค้าเพื่อสนองความต้องการของพลเมือง ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงเปลี่ยนจากการผลิตในครัวเรือนเป็นการผลิตในโรงงานขนาดใหญ่ที่มีการทำงานโดยใช้ระบบแบ่งแรงงานให้แต่ละคนทำงานเฉพาะส่วน มีการศึกษาวิจัยระบบงานให้สัมพันธ์กับเวลา และใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่ทันสมัยในกระบวนการประกอบการอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้อุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดปัญหาสังคมติดตามมาด้วย ผลที่เห็นได้ชัดเจน คือคนอพยพเข้ามารวมกันทำงานในเมือง อุตสาหกรรมเกิดความแออัด ชนชั้นกรรมกรถูกกดขี่ และทารุณจนเกิดการต่อสู้ระหว่างชนชั้นขึ้น ส่วนนายทุนเริ่มมีอำนาจก็แสวงหาอาณานิคมเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นแหล่งทรัพยากร หรือเป็นตลาด ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประสบผลสำเร็จได้เปลี่ยนแปลงความเชื่อเก่า ๆ เกี่ยวกับแนวความคิดโบราณโดยสิ้นเชิง

### วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยสงครามโลก

ในประวัติศาสตร์เกือบจะไม่มีช่วงเวลาใดเลยที่โลกปลอดจากสงคราม สงครามจัดได้ว่าเป็นกิจกรรมร่วมของมนุษยชาติอย่างหนึ่งซึ่งมักใช้เป็นทางออกเมื่อเกิดข้อขัดแย้งหรือข้อพิพาทโดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับผลประโยชน์ ความสามารถในการประหารประชากรชาติพันธุ์เดียวกันของมนุษย์เหนือกว่าสัตว์ทั้งปวง อาจเป็นเพราะว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วงเวลาของประวัติศาสตร์ขึ้นไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะมนุษย์ได้ทุ่มเททุกสิ่งทุกอย่างทั้งสติปัญญาและทรัพยากรเพื่อพัฒนาอาวุธยุทธโศปกรณ์ ตลอดจนกลวิธีทำลายล้างชีวิต ตัวอย่างเช่นเห็นได้จากวิวัฒนาการของเครื่องบินรบ ทั้งในแง่ของความเร็วและสมรรถนะ ในมหาสงครามโลกทั้งสองครั้ง ประเทศมหาอำนาจได้ผนึกกำลังนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำเข้าทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อพัฒนาและประยุกต์วิธีการประหารประชากรแบบใหม่ ๆ ในสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง นั้นจัดได้ว่าเป็นสงครามเคมี เพราะมีการทำลายล้างด้วยระเบิดชนิดต่าง ๆ และแก๊ส ส่วนสงครามโลกครั้งที่ สอง ก็ยุติลงด้วยระเบิดปรมาณูที่ทำลายล้างชีวิตมนุษย์นับแสนคนลงในชั่วพริบตา ผลจากสงครามทำให้เกิดการกระตุ้นเตือนนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์

คิดค้นให้เพิ่มความรับผิดชอบและระมัดระวังในผลงานของตนยิ่งขึ้น บุคคลหลายกลุ่มได้ผนึกตัวขึ้นต่อต้านการทำสงครามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการเรียกร้องให้ลดกำลังอาวุธถึงกระนั้นก็ตามประเทศมหาอำนาจก็ยิ่งเร่งระดมสร้างอาวุธร้ายแรงขึ้นทุกที เช่น ระเบิดไฮโดรเจน ระเบิดนิวตรอน สารพิษ และเชื้อโรค ฯลฯ ซึ่งสงครามครั้งต่อ ๆ ไป อาจหมายถึงอวสานของมนุษยาก็เป็นได้

### วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยปัจจุบัน

การศึกษาและการประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งครั้งหนึ่งในสมัยประวัติศาสตร์ที่ผ่านมาเป็นเพียงกิจกรรมส่วนหนึ่งของนักปราชญ์กลุ่มย่อย ๆ ในสังคม ได้เปลี่ยนแปลงมาเป็นอาชีพที่หลายคนให้ความเชื่อถือและใฝ่ฝันที่จะได้เข้าไปร่วมดำเนินการฐานะ และภาพพจน์ของสังคมที่มีต่ออาชีพการวิจัยและการประดิษฐ์คิดค้น ไม่ว่าจะแก่นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร หรือ นักเทคโนโลยี ไม่เป็นรองอาชีพใด ๆ ประเทศมหาอำนาจต่าง ๆ ได้กำหนดนโยบายสนับสนุนงานค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างมาก จึงเกิดสถาบันค้นคว้าวิจัยที่มีผู้ทำงานเป็นกลุ่มซึ่งแต่ละคนจะฝึกฝนมาเป็นผู้ชำนาญเฉพาะด้านเฉพาะแขนง งบประมาณสำหรับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จางงบประมาณแผ่นดิน แหล่งเงินทุน มูลนิธิ และบริษัทอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งให้ในรูปแบบเงินทุนวิจัยแก่มหาวิทยาลัย หรือจัดตั้งห้องปฏิบัติการของตนเองแล้วจ้างนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรเข้าไปทำงานวิจัย การคิดค้นทฤษฎีและวิธีการประยุกต์จึงเป็นไปอย่างกว้างขวางต่อเนื่องและรวดเร็ว ผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พิมพ์เผยแพร่กันในปัจจุบันและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ มีมากมายจนไม่สามารถที่จะรวบรวมไว้ ณ ที่หนึ่งที่ได้หมดสิ้น เนื้อหาความรู้ในแต่ละแขนงวิชาที่มีความลึกซึ้ง และเริ่มขยายขอบเขตไปคาบเกี่ยวกับคนในบางครั้งไม่อาจจะแยกลงไปอย่างชัดเจนว่าจัดอยู่ในสาขาใดแน่ ตัวอย่างเช่น วิชาชีวเคมี วิชาชีวฟิสิกส์ และวิศวกรรมการแพทย์ เป็นต้น

### 7.3 สถานภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ (2531 : 174-188) ได้กล่าวถึงสถานภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทยพบว่า ถ้าพิจารณาถึงกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในกลุ่มอาเซียน ปรากฏว่า จำนวนอัตรากำลังของไทยอยู่สูงเป็นอันดับสองรองจากประเทศอินโดนีเซียแต่เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อประชากรหนึ่งหมื่นคนของประเทศไทยแล้ว ปรากฏว่ามีเพียง 97.78 คน ในขณะที่ประเทศชรูไนมีอัตราส่วนของกำลังคนด้านนี้ต่อประชากร

หนึ่งหมื่นคนสูงสุด คือ 330.7 คน รองลงไป ได้แก่ สิงคโปร์ มีเพียง 256.7 คน และอินโดนีเซียมี 78.6 คน นอกจากกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต่ำแล้ว การผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ยังมีสัดส่วนค่อนข้างต่ำด้วย ยิ่งไปกว่านั้น กำลังคนทางด้านนี้ที่เพิ่มขึ้นยังไม่สอดคล้องกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น สิ่งที่น่าเป็นห่วงไม่น้อยกว่าปริมาณก็คือคุณภาพของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่ตรงกับความต้องการของงานและการพัฒนาเทคโนโลยี ทำให้กำลังคนที่ผลิตออกมาไม่สามารถทำงานได้ทันกับความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่ นอกจากนี้ยังปรากฏว่าการใช้กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร มีจำนวนไม่น้อยที่ได้งานทำโดยไม่ต้องใช้ความรู้ที่เรียนมา ทั้ง ๆ ที่ประเทศไทยกำลังจะเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ แต่ปัจจุบันกำลังคนทางด้านนี้ยังมีค่อนข้างน้อย การผลิตบุคลากรในสาขาต่าง ๆ ยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละประเภท ขณะเดียวกันกำลังแรงงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังขาดประสิทธิภาพและความชำนาญค่อนข้างมาก อีกทั้งมีความรู้ความสามารถน้อยในการเรียนรู้ัดแปลงและพัฒนาเทคโนโลยีนำเข้าให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเหมือนเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเองภายในประเทศ ด้วยเหตุนี้ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 รัฐบาลจึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเน้นหนักในเรื่องการปรับปรุงคุณภาพและการใช้งานเป็นสำคัญ

เปรียบเทียบกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในกลุ่มอาเซียน

ประเทศ	ปี พ.ศ.	รวม	กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ช่างเทคนิค	กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและช่างเทคนิค : ประชากรหนึ่งหมื่น คน
สิงคโปร์	2512	64,179	36,259	25,920	256.7
มาเลเซีย	2513	35,415			25.3
อินโดนีเซีย	2519	1,217,674	95,339	1,122,535	7x 6
ฟิลิปปินส์	2523		1,0x3,742		
บรูไน	2524	6,515	2,214	4,301	330.7
ไทย	2527	478,877			97.78

ที่มา : ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์, 2531 : 185

## ความจำเป็นในการพัฒนาเทคโนโลยี

การพัฒนาเทคโนโลยีเป็นการพัฒนากำลังความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศให้สูงขึ้นจนถึงระดับที่ประเทศพึ่งตนเองได้มากที่สุด ซึ่งถ้าพัฒนาไปถึงระดับดังกล่าวนี้แล้ว สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนก็คือ การที่ประเทศนั้น ๆ มีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรที่สามารถออกแบบสร้างและเดินเครื่องโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้ และออกแบบสร้างเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศได้เรียกว่า เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีครบวงจรหรือสมบูรณ์แบบ แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าประเทศนั้นจะต้องทำทุกอย่างได้เองภายในประเทศทั้งหมด ประเทศไทยมีการขุดเจาะแก๊สธรรมชาติ และน้ำมันขึ้นมาใช้จนกล่าวกันว่าเป็น “สมัยที่ช่วงโศดิสซาวาล” แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่ได้เป็นเช่นนั้นเลย เพราะประเทศเราขาดความสามารถทางเทคโนโลยีในการกลั่นน้ำมัน การขุดเจาะแก๊สธรรมชาติ การแยกแก๊สธรรมชาติ และการนำผลพลอยได้จากแก๊สธรรมชาติไปสร้างโรงงานผลิตปุ๋ยเคมีและอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้ประเทศต้องตกเป็นเบี้ยล่างต่างชาติ ดังนั้นประเด็นพื้นฐานที่สำคัญในเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีคือ การเลือกว่าจะพัฒนาเทคโนโลยีอะไรจึงจะเหมาะสม ซึ่งความเหมาะสมนี้จะย่อมจะเปลี่ยนแปลงไปได้เรื่อย ๆ ตามปัจจัย อันได้แก่ ความก้าวหน้าของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ทรัพยากรธรรมชาติ กำลังคนที่สามารถ รวมทั้งนโยบายของผู้ปกครองประเทศ และปัจจัยเหล่านี้ต้องสอดคล้องผลักดันกันและกันด้วย ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยมีนโยบายที่จะพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตร อาจมีแนวโน้มที่จะทำได้สำเร็จ เพราะปัจจัยต่าง ๆ เอื้ออำนวย เรามีการสะสมความรู้ด้านการเกษตรและสามารถประดิษฐ์อุปกรณ์การเกษตรที่จำเป็นได้บ้างแล้ว รวมทั้งประเทศก็เป็นประเทศเกษตรกรรม หรืออาจผสมผสานกันระหว่างอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ด้วยเหตุปัจจัยดังกล่าวนี้ ความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตร จึงเป็นสิ่งที่ไม่ไกลสุดเอื้อม แต่เราจำเป็นจะต้องมีแผนการผลิตบุคลากรด้านนี้ให้สามารถใช้ความรู้ที่ได้รับมาจากการศึกษาฝึกอบรมแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการทำงานได้ เราอาจสามารถพัฒนาความรู้ด้านวิศวกรรมการเกษตรไปได้ไกลถึงระดับพึ่งตนเองได้โดยสมบูรณ์ ไม่จำเป็นต้องลงทุนซื้อเทคโนโลยีทางการเกษตรด้วยงบประมาณมหาศาลอย่างที่เคยเป็นในอดีต

## ความจำเป็นของนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวางแผนเป็นเรื่องที่มีขอบเขตกว้าง นักวางแผนต้องมีความคิดกว้าง พื้นฐานความรู้กว้าง เข้าใจถึงแนวความคิดและลักษณะต่าง ๆ ที่จะต้องทำร่วมกันในการดำเนินงานตามแผน และมีความสามารถในการบูรณาการ คือ สามารถผสมผสานและประสานงานต่าง ๆ เข้าด้วย

กันได้ ในทางปฏิบัติ ในสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองของประเทศกำลังพัฒนานั้น การพัฒนากำลังความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องดำเนินการอย่างมีระบบมีขั้นตอน จำเป็นต้องมีนโยบายที่แน่ชัดเป็นกรอบหรือแนวทางในการดำเนินงาน เหตุผลอีกประการหนึ่งที่จำเป็นจะต้องมีนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็คือ ทรัพยากรต่าง ๆ ทั้งทรัพยากรบุคคล งบประมาณ อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศกำลังพัฒนานั้นมีขีดจำกัด การมีนโยบายและแผนจะช่วยให้การใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การจัดทำนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังเปิดโอกาสให้นักวิชาการในสาขาต่าง ๆ จากหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐและวิสาหกิจเอกชนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศอีกด้วย เมื่อมีการทบทวนสถานการณ์และสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมมีความยากมากขึ้นและจำเป็นต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพคุณภาพ การผลิตทั้งในด้านเกษตรและอุตสาหกรรมอยู่ตลอดเวลา เพราะแต่ละประเทศประสบปัญหาการแข่งขันทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรงในตลาดโลก ประเทศไทยตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเร่งรัดการพัฒนาและใช้วิทยาศาสตร์ในกระบวนการพัฒนาประเทศ จึงได้จัดทำและบรรจุแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเด่นชัดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 5 ขึ้นเป็นครั้งแรก ต่อมาในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6, 7 และ 8 ได้ให้ความเอาใจใส่ต่อแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างจริงจังยิ่งขึ้น โดยกำหนดเป็นแผนหลักที่ชัดเจน และยังมีแผนงานย่อยสอดแทรกอยู่ในแผนงานอื่น ๆ อีกจำนวนมาก

#### เป้าหมาย ทิศทางและแนวโน้มของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

การกำหนดเป้าหมาย และทิศทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อที่จะผลักดันให้มีการพัฒนาประเทศไปเป็นประเทศขั้นผู้นำในด้านวิชาการอันทันสมัยและมีความหลากหลายในวิทยาการสาขาต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศชาติมีความมั่นคงทางเศรษฐกิจและมีอำนาจทางการเมืองระหว่างประเทศ

ทิศทางและแนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทยอาจพิจารณาจากสองแนวทาง คือ แนวทางแรกพิจารณาจาก แนวโน้มจากข้อมูลทั่วไป เช่น จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนนโยบายอื่น ๆ ของรัฐบาล ข้อมูล จากโครงการขนาดใหญ่ที่ได้เริ่มต้นหรือกำลังจะเริ่มต้นในระยะอันใกล้ ตลอดจนข้อมูลจากการวิเคราะห์แผนงานโครงการและงบประมาณของส่วนราชการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนแนว

ทางที่สองพิจารณาจากแนวโน้มจากข้อมูลทางด้านกำลังคนและงบประมาณค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาดัชนีผลลัพธ์และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างประเทศ

### แนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มีความพยายามผลักดันให้มีการตื่นตัวยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับนโยบายแห่งชาติ โดยเฉพาะมาตรการเสริมสร้างและเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กรบริหารและการจัดสรรทรัพยากร โดยมีการตั้งเป้าหมาย เพิ่มค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาให้สูงเป็นร้อยละ 5 ของผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น ตลอดจนการเสนอให้จัดตั้งสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. มีแนวโน้มที่จะผลักดันขีดความสามารถด้านการวิจัยและพัฒนาในสาม สาขาวิชาหลัก คือ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะมีการจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติเฉพาะสาขาขึ้น และรัฐบาลได้ลงทุนเพื่อการนี้โดยการกู้ยืมเงินระหว่างประเทศเพื่อจัดตั้งโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา

3. มีแนวโน้มที่จะให้งานวิจัยและพัฒนาในห้วงปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยหรือของส่วนราชการเชื่อมโยงสนับสนุนอุตสาหกรรมในประเทศมากขึ้น โดยเฉพาะกิจกรรมสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมคุณภาพ ระบบข้อมูล ข้อเสนอเทศ และการจัดตั้งกองทุนหมุนเวียนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม

4. มีแนวโน้มยังขาดการประสานแผนอุตสาหกรรมเข้ากับแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แม้จะมีโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมที่รัฐเป็นผู้ผลักดัน เช่น โครงการอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หรือโครงการที่เอกชนเป็นผู้ริเริ่ม เช่น โครงการประกอบรถยนต์เพื่อการส่งออก และโครงการผลิตหลอดภาพโทรทัศน์ แต่ยังไม่มีการประสานแผนพัฒนาอุตสาหกรรมเหล่านี้เข้ากับแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งด้านพัฒนากำลังคนและพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรมเหล่านี้โดยตรง

5. มีแนวโน้มในแนวทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังขาดความชัดเจนในรายละเอียดของแนวทางการถ่ายทอดและรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และการสร้างเทคโนโลยีขึ้นเองในประเทศด้วยการวิจัยและพัฒนา โดยเฉพาะการกำหนดสาขาอุตสาหกรรมที่เป็นเป้าหมายหลักสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยี แม้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 จะกำหนดให้อุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมวิศวกรรม อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุตสาหกรรมสาขานำหรืออุตสาหกรรมเป้าหมาย แต่การกำหนดสาขาของอุตสาหกรรมใน

ระดับนี้ยังมีขอบเขตที่กว้างเกินกว่าที่จะให้ความชัดเจนในการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรมนั้น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพได้ (เดมส์คีย์ เสรษฐวัชรราวณิช, 2539 : 16-17)

### 7.3.1 ขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

เทคโนโลยีไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะการผลิตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่เทคโนโลยียังเกี่ยวข้องกับทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวกับการรู้จักนำมาทำให้เป็นประโยชน์ตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งอาจสรุปเป็นภาษาชาวบ้านว่า เทคโนโลยี คือ “ทำเป็น” ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วน ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ ความรู้เกี่ยวกับวิธีทำหรือกระบวนการ ซึ่งเป็นนามธรรมกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำเป็น ซึ่งเป็นรูปธรรม การทำเป็นอาจแบ่งได้เป็นห้าระดับ เรียกว่า “ขีดความสามารถทางเทคโนโลยี” (เย็นใจ เลาหวนิช, 2530 : 68-70) ซึ่งมีดังต่อไปนี้คือ

1. ความสามารถในการเลือกสรร เป็นความสามารถในระดับต่ำสุดทางเทคโนโลยีเริ่มตั้งแต่เรื่องง่าย ๆ เช่น การรู้จักเลือกวัตถุดิบสิ่งของ เครื่องใช้ และอาหารที่มีคุณภาพ ผู้ที่มีความสามารถระดับแรกทางเทคโนโลยีจะต้องมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้นแต่ไม่จำเป็นต้องลึกซึ้งถึงระดับแก้ไขคัดแปลงหรือพัฒนาใหม่เพียงแต่รู้หลักการและวิธีใช้ก็เพียงพอแล้ว

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถระดับสูงถัดจากการมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยี คือ มีความรู้ลึกซึ้ง เข้าใจระบบการทำงานและกลไกต่าง ๆ เป็นอย่างดีจนสามารถวิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้อง เมื่อเกิดมีขึ้น ตลอดจนสามารถแก้ไข ซ่อมแซม ให้กลับคืนดีดังเดิมได้ เช่น รู้จักซ่อมรถจักรยาน ซ่อมโรงงาน อุตสาหกรรม และ ซ่อมเครื่องบินได้ เป็นต้น

3. ความสามารถในการดัดแปลงหรือปรับปรุง เป็นความสามารถสูงกว่าการแก้ปัญหา คือ สามารถดัดแปลงเทคโนโลยีเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้นหรือพลิกแพลงมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ให้เหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งคนไทยมีความสามารถในเรื่องนี้มาก

4. ความสามารถในการสร้างทั้งระบบ เป็นความสามารถที่สูงกว่าการดัดแปลงหรือปรับปรุง เพราะการดัดแปลงหรือปรับปรุงเป็นการสร้างเพียงบางส่วนเท่านั้น ตัวอย่างของความสามารถในการสร้างทั้งระบบ เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ในประเทศไทย สามารถประกอบรถปรับอากาศที่มีคุณภาพเท่าเทียมต่างประเทศได้ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยสามารถผลิตเครื่องฟอกอากาศมีคุณภาพเท่าเทียมต่างประเทศ โดยไม่จำเป็นต้องซื้อเครื่องชนิดนี้จากต่างประเทศมาดัดแปลง

**5. ความสามารถในการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่** เป็นความสามารถสูงสุดทางเทคโนโลยี คือ สามารถประดิษฐ์สิ่งใหม่ ซึ่งอาจเป็นวัตถุ เช่น เครื่องจักรกล วัสดุชนิดใหม่ หรือ กระบวนการวิธีการใหม่ ซึ่งยังไม่มีมาก่อนในโลกได้ เช่น การผสมเทียมปลาบึก ซึ่งเป็นปลา น้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในโลกสำเร็จเป็นครั้งแรกเมื่อปี พุทธศักราช 2524 โดยคณะนักวิจัยไทยมี นายเสน่ห์ ผลประสิทธิ์ เป็นผู้ดำเนินการ เป็นเรื่องที่ไม่เคยมีใครทำสำเร็จมาก่อน เป็นต้น

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นจะต้องสร้างขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้กับคนของเราซึ่งในบางระดับของขีดความสามารถทางเทคโนโลยีนั้นคนไทยมีอยู่แล้วส่วนในระดับที่สูงขึ้นไปนั้นก็คงจะทำได้หากได้รับการสนับสนุนส่งเสริมอย่างเหมาะสมจากรัฐบาลโดยการจัดให้มีทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยจากต่างประเทศเพื่อการเรียนลัดในอนาคตประเทศไทยก็คงจะพึ่งตนเองได้ทางเทคโนโลยี

### **ขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย**

ในปี 2529 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย หรือ TISTR (2529 : 2) ได้วิจัยขีดความสามารถทางด้านเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของประเทศไทย จำนวน 33 ประเภท และพบว่า อุตสาหกรรมที่มีขีดความสามารถในการพึ่งตนเองได้นั้น จะต้องเป็นอุตสาหกรรมที่มีลักษณะดังนี้

1. เป็นอุตสาหกรรมที่มีระดับเทคโนโลยีต่ำ หรือค่อนข้างต่ำ
2. เป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดเล็ก
3. อุตสาหกรรมนั้นมีพื้นฐานหรืออิงพื้นฐานเทคโนโลยีพื้นฐานอยู่ด้วย
4. เป็นอุตสาหกรรมที่ผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีมาเป็นเวลายาวนาน

ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดการพึ่งพาต่างประเทศ เกิดจากด้านเครื่องจักรกล และอะไหล่เป็นหลัก ในด้านความรู้ในกระบวนการของเครื่องจักรกลและความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต นั้นพบว่า บรรดาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีเพียงแต่จะพึ่งตนเองได้เท่านั้น แต่ยังสามารถพัฒนากระบวนการต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขภายในท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

อุตสาหกรรมที่มักจะมีการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ได้แก่

1. อุตสาหกรรมที่มีระดับเทคโนโลยีสูง
2. อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ประเภทร่วมทุนระหว่างชาวไทยกับชาวต่างประเทศที่มีสัญญาหรือพันธะผูกพันเกี่ยวกับการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ ตลอดจนการใช้ผู้เชี่ยวชาญ

การพึ่งพาต่างประเทศยังอาจเกิดจากเงื่อนไขของตลาดทั้งในกรณีของการผลิตเพื่อการส่งออกเป็นหลัก และการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าในกรณีที่ตลาดภายในประเทศมีขนาดเล็ก ไม่คุ้มกับการลงทุนในการใช้เทคโนโลยีในระดับสูงขึ้น ผู้ประกอบการอาจไม่เต็มใจที่จะพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของตนเอง จึงต้องอาศัยการนำเข้าเทคโนโลยี

นอกจากนี้ผลการวิจัยชิ้นนี้ยังชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงว่า ในบรรดาปัจจัยของการประกอบอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ เงินทุน เทคโนโลยี ตลาด และการจัดการนั้น ภายใต้ระบบการร่วมทุนกับต่างประเทศ ปัจจัยด้านเทคโนโลยี โดยเฉพาะในด้านรูปธรรมหรือจักรกลต่าง ๆ เป็นส่วนที่ไม่สามารถจะดำเนินการภายในประเทศโดยคนไทยได้ หรืออาจจะดำเนินการได้แต่ไม่มีความคุ้มในเชิงพาณิชย์ แต่ก็สามารถจะทำการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรบางประเภทได้ ส่วนความรู้ในกระบวนการของจักรกลนั้นมีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ขีดความสามารถการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เนื่องจากยังต้องอาศัยความรู้จากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามความรู้ในกระบวนการผลิตนั้นเรียกได้ว่าสามารถพึ่งตนเองได้มากกว่าเทคโนโลยีสองประเภทแรก เมื่อพิจารณาปัจจัยทางด้านตลาด พบว่า ยังต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ร่วมทุนต่างประเทศ ฉะนั้น เมื่ออุตสาหกรรมขนาดใหญ่ต้องพึ่งพาต่างประเทศมาก มีผลทำให้โรงงานขนาดเล็กและขนาดกลางไม่สามารถจะแข่งขันกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้ การผลิตที่เป็นลักษณะของการรับช่วงการผลิต (sub-contract) จากอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ไปยังอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลางเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์บางชนิดให้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีความเป็นไปได้ยาก เนื่องจากโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลางไม่มีการวิจัยและพัฒนาที่เป็นระบบ ผลิตภัณฑ์ของโรงงานขนาดเล็กจึงมีคุณภาพไม่ตรงตามมาตรฐานของโรงงานขนาดใหญ่

ในปี 2532 กอปร กฤตยาภิรม และคณะ (1989) ได้ร่วมศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของกลุ่มอุตสาหกรรม 3 ประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีวัสดุ และอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โดยได้สำรวจประเมินความสามารถของผู้ผลิตจำนวน 119 ราย และได้แบ่งความสามารถทางเทคโนโลยีออกเป็น 4 ชนิด คือ ความสามารถในการจัดหา ความสามารถในการใช้ ความสามารถในการดัดแปลง และความสามารถในการทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ซึ่งความสามารถแต่ละชนิดนี้จะประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ หลายอย่างดังนี้

ความสามารถในการจัดหาเทคโนโลยี (acquisitive capability) ประกอบด้วยเทคโนโลยี การประเมินความเหมาะสม การจัดซื้อ การต่อรอง การติดตั้งเครื่องจักร และการถ่ายทอดความรู้ในการดำเนินการ

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (operative capability) ประกอบด้วยการใช้เครื่องจักร การควบคุม การฝึกอบรมบุคลากร การออกแบบและวางผังโรงงาน การบริหาร และการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล

ความสามารถในการดัดแปลงเทคโนโลยี (adaptive capability) ได้แก่การปรับปรุง/เปลี่ยนแปลง/แก้ไขกระบวนการทางเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ความสามารถในการทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (innovative capability) ได้แก่ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี

จากการศึกษาอุตสาหกรรมดังกล่าว พบข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. ความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมทั้งสามสาขาโดยทั่วไปมีลักษณะเหมือนกัน กล่าวคือ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีจะสูงสุด ตามด้วยความสามารถในการจัดหาและการดัดแปลงเทคโนโลยี ความสามารถในการทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมีค่าต่ำสุด อย่างไรก็ตาม ถ้าดูในรายละเอียดจะพบว่า การที่ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีมีค่าสูงนั้น ส่วนใหญ่มาจากความสามารถของบริษัทร่วมทุนและบริษัทต่างชาติซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจนับได้ว่าเป็นสถานี่ผลิตสำหรับบริษัทข้ามชาติเท่านั้น บริษัทไทยส่วนใหญ่ยังมีขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีในระดับต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทขนาดเล็กซึ่งมีเป็นจำนวนมากในประเทศไทย การเพิ่มขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีให้กับบริษัทเหล่านี้ นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้บริษัทดังกล่าวสามารถแข่งขันและอยู่รอดในระยะยาวได้ การถ่ายทอดและการแพร่เทคโนโลยีให้กระจายไปสู่อุตสาหกรรมขนาดเล็กและกลางโดยวิธีต่าง ๆ จะต้องรีบดำเนินการอย่างเร่งด่วน

2. ในอุตสาหกรรมบางประเภทโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ บริษัทที่ผลิตเพื่อส่งออกเป็นหลักมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสูงกว่าบริษัทที่ผลิตเพื่อใช้ในประเทศเป็นหลัก ความจำเป็นในการที่จะต้องแข่งขันกับต่างประเทศนับได้ว่ามีอิทธิพลที่จะทำให้บริษัทผู้ผลิตมีความพยายามที่จะเพิ่มความสามารถในการใช้เทคโนโลยีให้สูงขึ้น ดังนั้นระบบการคุ้มครองอุตสาหกรรมควรต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบเพื่อไม่ให้เกิดการคุ้มครองเกินสมควรอันจะทำให้บริษัทไม่มีความเข้มแข็ง บริษัทที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสูงกว่าบริษัทที่ไม่ได้รับการส่งเสริม แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรและ

อุปกรณ์การผลิตที่ทันสมัยนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากประการหนึ่งต่อความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ดังนั้นในที่สุดแล้วประเทศไทยจะต้องสร้างความสามารถในการออกแบบ สร้างและปรับปรุงเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตที่ทันสมัยจึงจะสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ในระยะยาว มิฉะนั้นแล้ว เราจะต้องตามหลังและถูกควบคุมโดยบริษัทของต่างชาติอยู่ตลอดเวลา

3. แม้ว่าจะมีการดัดแปลงเทคโนโลยีอยู่บ้างในอุตสาหกรรมทั้งสามสาขา แต่ก็เป็นการดัดแปลงผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย ซึ่งการดัดแปลงนั้นจะทำได้ไม่ยากนัก ส่วนการดัดแปลงกระบวนการผลิตมีน้อยมาก เนื่องจากความสลับซับซ้อนของผลิตภัณฑ์และของกระบวนการผลิตนับว่าจะมีมากขึ้น การดัดแปลงเทคโนโลยีก็ยิ่งจะกระทำได้ยากขึ้นในอนาคต การเพิ่มขีดความสามารถในการเทคโนโลยีให้กับอุตสาหกรรมให้สูงกว่าปัจจุบันจึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็น การดัดแปลงเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะกระทำได้ดีก็ต่อเมื่อมีบุคลากรที่มีความรู้และเข้าใจเทคโนโลยีเป็นอย่างดี ประกอบกับจะต้องมีการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ บริษัทขนาดกลางและเล็กจะมีอุปสรรคมากเนื่องจากขาดปัจจัยดังกล่าว และคงต้องอาศัยความช่วยเหลือจากรัฐบาลเป็นอย่างมาก

4. ความสามารถในการทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทยจัดว่ายังอยู่ในระดับต่ำซึ่งนับเป็นเรื่องธรรมดาสำหรับประเทศที่เริ่มมีการพัฒนาอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม การทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีนับว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อความสามารถในการแข่งขันระยะยาว ประเทศไทยไม่สามารถจะอาศัยค่าแรงถูกและมีการทรัพยากรธรรมชาติเป็นวัตถุดิบเป็นองค์ประกอบหลักในการแข่งขันได้อีกต่อไป จึงความสามารถในการทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีจะต้องได้รับการปรับปรุงให้สูงขึ้นกว่านี้ การวิจัยและพัฒนาซึ่งนับว่าเป็นแหล่งที่สำคัญที่สุดของการทำนวัตกรรมจะต้องได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมทั้งในภาครัฐบาลและภาคเอกชน

5. ความสามารถในการจัดหาเทคโนโลยีนับว่ายังอยู่ในระดับต่ำและต้องปรับปรุงเช่นเดียวกับการจัดหาและการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมนับว่ามีความสำคัญไม่แพ้ความสามารถด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเริ่มต้นของการประกอบการ ถ้าเราเลือกเทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมอาจจะทำให้ความสามารถในด้านอื่น ๆ พลอยต่ำไปด้วย การจัดหาเทคโนโลยีจะกระทำได้ดีก็ต่อเมื่อมีข้อมูลครบครัน และมีบุคลากรที่เข้าใจเทคโนโลยีเป็นอย่างดี บริษัทขนาดกลางและขนาดเล็ก หรือแม้แต่บริษัทขนาดใหญ่จำเป็นต้องอาศัยระบบข้อมูลตลอดจนบุคลากรผู้เชี่ยวชาญจากภาครัฐค่อนข้างมาก (วรวิญญา ภัทรสุข, 2536 : 145-149)

## ปัจจัยในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะสำเร็จได้อยู่ที่การจัดสรรปัจจัยในการดำเนินการพัฒนาได้อย่างเหมาะสมซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ความก้าวหน้าทางวิชาการ ความก้าวหน้าในการทดลอง ค้นคว้า วิจัย และการประดิษฐ์สร้างสรรค์จัดว่าเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มศักยภาพของประเทศให้พึ่งตัวเองได้ ในประเทศกำลังพัฒนาถ้าหากจะลงทุนทางการค้นคว้าวิจัยหรือในทางกิจการอุตสาหกรรมจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เริ่มตั้งแต่ค่าทะเบียนสิทธิบัตร ค่าอุปกรณ์ที่ถ้าเอียงมาจากแดนไกล ค่าตรวจซ่อมบำรุงรักษา ตลอดไปจนถึงค่าตัวผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมดนี้เป็น “ค่าวิชา” ยังไม่ได้คิดรวมไปถึงวัตถุดิบและค่าดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งเมื่อรวมเข้าด้วยกันแล้วทำให้ต้นทุนการผลิตสูงมาก อีกทั้งยังไม่สามารถพึ่งตนเองต้องตกเป็นทาสทางวิชาการตลอดไป แต่การที่จะคิดค้นวิชาการด้วยตนเองทั้งหมดทุกด้านเป็นเรื่องที่อาจไม่คุ้มกับการลงทุนทั้งในแง่เวลา ทุนทรัพย์ และกำลังสติปัญญา อีกทั้งจะทำให้ดำเนินไปได้ช้าหลังกว่าประเทศอื่น ในหลายประเทศที่พัฒนากันอย่างได้ผลใช้วิธีการลอกเลียนแบบและรับการถ่ายทอดวิชาการมาในตอนต้น ต่อจากนั้นก็คัดแปลง คิดค้นวิจัยต่อยอดขึ้นไปจากฐานที่ได้รับการถ่ายทอดมา วิธีการต่อยอดทางวิชาการโดยอาศัยฐานจากที่พัฒนากันแล้ว จึงเป็นเรื่องที่ควรตระหนักในวงการค้นคว้าวิจัย ประการสำคัญคือต้องปูพื้นฐานให้มั่นคง แล้วจึงตั้งฝ่ายวิจัยและพัฒนาขึ้นไว้ในกิจการนั้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาคการศึกษาค้นคว้าวิจัยของรัฐ ในมหาวิทยาลัย หรือในวงการอุตสาหกรรม ให้ดำเนินการต่อยอดในเรื่องของการวิจัยหรือการประดิษฐ์คิดค้นที่กำลังกระทำกันอยู่

ในเรื่องความก้าวหน้าทางวิชาการ มีข้อควรตระหนักเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยที่ไม่ประสานกัน แต่กระทำกันไปในลักษณะเบียดหัวแตก หรือกระจายทำกันไปตามความสนใจของบุคคลไม่ได้ผนึกกำลังเข้าร่วมกันบุกเบิกความก้าวหน้า ก่อให้เกิดความสูญเปล่าในการลงทุนทางปัญญาเนื่องจากไม่ได้นำผลมาใช้เลย หรือไม่ทราบแน่ว่าจะได้นำไปใช้เมื่อใด แนวโน้มการวิจัยในลักษณะสหสาขาวิชาการเพื่อร่วมบุกเบิกหรือแก้ปัญหาร่วมในหลายแง่มุม นอกจากมีประโยชน์ในการดำเนินเรื่องที่กว้างขวางได้อย่างครอบคลุมแล้ว ยังเป็นการเสริมสร้างความมั่นคงทางใจในการบากบั่นค้นคว้าวิจัยต่อไป เมื่อมีแนวร่วมทางปัญญาความคิดอยู่ด้วย หนึ่งความกล้าหลังกันทางวิชาการด้านใดด้านหนึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาในด้านอื่นได้ด้วย ดังนั้น การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องกระทำอย่างมีเป้าหมายร่วมและพัฒนาให้ก้าวหน้าไปพร้อมกันหลายด้าน จึงจะเอื้ออำนวยผลเสริมกันให้ประสบความสำเร็จได้

2. ทรัพยากร ในประเทศกำลังพัฒนาที่ยังก้าวไปไม่ได้ไม่ไกลนัก นักขายวัตถุดิบในรูปแบบสินแร่ หรือสินค้าเกษตรกรรมซึ่งมีราคาต่ำ เช่น สินแร่บางชนิด เมื่อขายให้ประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิชาการและเทคโนโลยีนำไปปลงแล้วจะส่งกลับคืนไปขายให้ในราคาสูงกว่าราคาสินแร่หลายสิบเท่าตัว ทรัพยากรที่เป็นวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงในรูปแบบของสินแร่ที่ขุดขายกันนั้น ล้วนหมดสิ้นไป ไม่มีสำรองใช้สำหรับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านนั้น ๆ ได้ อีกต่อไปด้วยการขายทรัพยากรในรูปแบบสินแร่ราคาถูก ๆ เป็นปริมาณมหาศาลดังเช่นที่กระทำตลอดมาในประเทศที่กำลังพัฒนานั้น ซึ่งนับว่าน่าเสียดายที่ความอุดมสมบูรณ์เหล่านี้ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาวิชาการในแขนงต่าง ๆ กลับให้ผลประโยชน์ไม่เต็มที่ หากการขุดขายทรัพยากรธรรมชาติเพียงพอขึ้นต่อไป การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้พึ่งตนเองได้ ก็จะยากยิ่งขึ้นในเมื่อ ไม่มีวัตถุดิบ

3. การลงทุนและลักษณะทางเศรษฐกิจ การลงทุนในกิจการใด ๆ ผู้ลงทุนจะต้องถึงการณีไกลในทางวิชาการถึงความเป็นไปได้และการคุ้มค่าในการลงทุนด้วย กิจการใหญ่ถ้าองค์กรของรัฐกู้เงินจากต่างประเทศมาดำเนินการ บางทีระบบราชการก็กลับเป็นอุปสรรคในการพัฒนาให้ก้าวหน้าต่อไปหรือจะทำได้ล่าช้า แต่ถ้าหากให้ต่างประเทศไปลงทุน หรือให้เอกชนรายใหญ่ดำเนินการ ก็อาจเกิดการผูกขาด ในหลายประเทศจึงกำหนดรูปแบบการลงทุนกิจการบางประเภทให้อยู่ในรูปแบบของบริษัทมหาชนที่รัฐมีหุ้นอยู่ด้วยและขายหุ้นให้ประชาชนตลอดจนพนักงานในกิจการ โดยปล่อยให้เอกชนผู้ถือหุ้นจัดดำเนินการบริหารและพัฒนา การพิจารณาวิธีการลงทุนต้องคำนึงถึงลักษณะจำเพาะของเศรษฐกิจในประเทศ และระหว่างประเทศ ประกอบด้วย การลงทุนที่เหมาะสมยังต้องคำนึงถึงปัญหาแรงงาน และการขยายตัวของเศรษฐกิจในระยะต่อเนื่อง ตลอดไปจนถึงการยึดหยุ่นหรือเคร่งครัดในข้อได้เปรียบเสียเปรียบในการทำสัญญาต่าง ๆ

การร่วมทุนระหว่างองค์กรภายในก็มีความสำคัญยิ่ง เช่น ในภาคอุตสาหกรรมที่มีทุนแต่ขาดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ ตลอดจนองค์กรที่มีนักวิจัยที่มีคุณภาพ แต่ขาดทุนทรัพย์ หากประสานความร่วมมือก็สามารถบุกเบิกความก้าวหน้าไปได้ดังเช่นที่กระทำกันมานานในประเทศที่ภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานให้ทุนการค้นคว้าวิจัย แก่บุคลากรมหาวิทยาลัย เพื่อนำผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ดำเนินการต่อไป

4. บรรยากาศทางการเมืองและการปกครอง พื้นฐานความมั่นคงทางการเมืองที่ฝ่ายบริหารสามารถนำแผนพัฒนาไปดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งชี้ผลสำเร็จในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศได้ ถ้าหากการเมืองไม่มีความมั่นคงต้อง

เปลี่ยนผู้บริหารบ่อย ๆ ดังเช่นในประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย การพัฒนาที่จะชะงักงัน ขาดตอนไม่มีความต่อเนื่อง ต้องเริ่มต้นกันใหม่อยู่เรื่อยไป นับว่าเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาความก้าวหน้าในทุก ๆ ด้าน การเสริมสร้างบรรยากาศโดยทางนิติบัญญัติก็ช่วยเอื้อให้เกิดความตื่นตัวในการพัฒนาค้นคว้าวิจัยกัน โดยเฉพาะการออกกฎหมายคุ้มครองการประดิษฐ์คิดค้นที่จัดให้มีการจดทะเบียนสิทธิบัตร เพื่อให้ผลงานทางปัญญา มีค่าตอบแทนเป็นแรงเสริมให้กรณีที่มีผู้จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป การค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาให้ก้าวหน้าจึงจะเกิดขึ้นได้

5. ความตระหนักของสังคม และคุณภาพของประชากร นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเสริมสร้างคุณภาพของประชากรให้มีความรู้ ทักษะและตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาวิชาการด้านนี้จะต้องกระทำอย่างจริงจังต่อเนื่องในทุกระดับ สื่อมวลชนเป็นเครื่องมือที่ดียิ่ง สำหรับใช้ให้ข้อมูลและปลูกฝังความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ในประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย ประชากรส่วนมากยังเชื่อถือเรื่องทางไสยศาสตร์ ซึ่งในบางครั้งเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นการณรงค์ เพื่อเปลี่ยนความเชื่อถือเหล่านี้ จะต้องกระทำควบคู่ไปกับการให้การศึกษาด้วย ขณะเดียวกันการศึกษาในระบบจะต้องปรับหลักสูตรและวิธีสอนให้ทันสมัยเหมาะสมกับสภาพการณ์อยู่เสมอ

6. การวางแผนในระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญยิ่งต่อการยกมาตรฐานการดำรงชีพและเสริมสร้างคุณภาพของประชากร การพัฒนาจึงต้องกระทำกันอย่างจริงจัง ตั้งแต่ระดับนโยบายของชาติลงมา ซึ่งจะต้องประมวลข้อมูลและผู้เชี่ยวชาญทุกด้านเข้าร่วมกำหนดเป้าหมายและทิศทางเพื่อจัดสรรทรัพยากรและภูมิปัญญาไปสู่ความก้าวหน้า ประเทศที่พัฒนาแล้วสามารถลงทุนวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมหนัก และหาตลาดได้ไม่ยาก แต่ในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งต้องกู้เงินจากต่างประเทศมาลงทุนนั้น เป็นปัญหาที่ต้องคิดให้ถี่ถึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุน หลายประเทศเริ่มบุกเบิกไปในทางที่ใช้เทคโนโลยีที่ไม่สูงมากนัก และไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง โดยทำชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่มีราคา เช่น การทำวัสดุทางอิเล็กทรอนิกส์ และการประกอบวงจร ขณะเดียวกันก็เริ่มวิจัยและพัฒนาทั้งด้านความรู้และการประยุกต์วิชาการเพื่อการพึ่งตนเองควบคู่กันไปในหลายแขนงทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและการฝึกฝนสร้างสรรค์ผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการบุกเบิกความก้าวหน้าต่อไป ถ้าหากขาดนโยบายและการวางแผนในระดับชาติที่กระทำอย่างต่อเนื่องและจริงจังแล้ว การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ย่อมจะเลื่อนกลาง

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ประกอบกันหากปัจจัยหนึ่งปัจจัยใดบกพร่องก็อาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาและทำให้ต้องเริ่มต้นกันใหม่อย่างเช่น ปัจจัยทางการเมืองในประเทศกำลังพัฒนาที่ขาดความมั่นคง (วิชัย หโยคม, ม.ป.ป. : 103-106)

### 7.3.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer) ในความหมายกว้าง ๆ หมายถึง การได้มาซึ่งความรู้ทางด้านเทคนิค (Technical know-how) สำหรับการผลิตสินค้าและบริการ

มิงสรรพ์ สันติกาญจน์ (2531 : 385-386) ได้แบ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็น 4 ระดับคือ

**ระดับที่หนึ่ง** การถ่ายทอดเทคโนโลยี เป็นการโยกย้ายทางภูมิศาสตร์ของเทคโนโลยี คือ การย้ายโรงงานและเครื่องจักรจากภูมิภาคหนึ่งไปสู่อีกภูมิภาคหนึ่ง ความหมายเช่นนี้ทางฝ่ายผู้ขายเทคโนโลยีและนักวิชาการในประเทศพัฒนาแล้วชอบใช้กันมาก ต่อมาก็เริ่มเห็นกันว่าความหมายนี้ไม่เพียงพอ ควรจะเรียกการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระดับนี้ว่า “การนำเข้าเทคโนโลยี” มากกว่า

**ระดับที่สอง** เทคโนโลยีจะได้รับการถ่ายทอดก็ต่อเมื่อการสื่อสารของผู้ให้ (หรือผู้ขาย) กับผู้รับ (หรือผู้ซื้อ) เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ เจ้าหน้าที่ของผู้รับสามารถดำเนินการผลิตบำรุงรักษา และเปลี่ยนแผนการผลิต โดยมีต้องอาศัยผู้ให้อีกต่อไป

**ระดับที่สอง** จะถือว่ามี การถ่ายทอดเทคโนโลยีแล้วก็ต่อเมื่อได้มีการส่งผ่านหรือกระจาย (diffuse) ความรู้ดังกล่าวภายในสังคม ไม่ว่าการกระจายนี้จะเข้าไปโดยเจตนาของทั้งผู้รับหรือผู้ให้หรือไม่ก็ตาม

**ระดับที่สี่** เทคโนโลยีจะมีการถ่ายทอดโดยสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อผู้รับเทคโนโลยีทั้งโดยตรงและโดยอ้อมสามารถสร้างเทคโนโลยีชนิดนั้นขึ้นมาใหม่ โดยไม่ต้องอาศัยผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี รวมทั้งการดัดแปลงแก้ไขเทคโนโลยีต่างประเทศให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมากขึ้น

สันทัด โรจนสุนทร (2530 : 66) ได้แบ่งระดับของการถ่ายทอดเทคโนโลยีดังนี้

**ขั้นที่หนึ่ง** เป็นลักษณะของกิจกรรมที่ไม่ใช่การถ่ายทอดเทคโนโลยี ได้แก่ การคิดตั้งและบริการสินค้าประเภททุนเพื่อเริ่มงาน

**ขั้นที่สอง** เป็นลักษณะการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่คงที่ ได้แก่ การนำเอาความชำนาญความรู้เรื่องการดำเนินการและการดูแลรักษาของระบบในการผลิตมาใช้ได้อย่างถูกต้อง

**ขั้นที่สาม** เป็นลักษณะการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ไม่หยุดนิ่ง ได้แก่ การได้รับความรู้ความชำนาญ และประสบการณ์ที่จะลงมือทำได้ เปลี่ยนแปลงระบบของการผลิตก็ได้ถ้าจำเป็น ต้องทำเพื่อผลผลิตที่ดีกว่า ถูกกว่า ด้วยสาเหตุนี้เองความสามารถในขั้นตอนของการถ่ายทอด ในขั้นที่สามเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ให้ผลสืบเนื่องอย่างจริงจังจึงเป็นการถ่ายทอด เทคโนโลยีที่แท้จริง

การถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่จะเป็นการเคลื่อนย้ายความรู้จากประเทศหนึ่งไปอีก ประเทศหนึ่ง เป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศ (International technology transfer) การถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะ

1. ผู้ซื้อเทคโนโลยีต้องการใช้เทคโนโลยีนั้น
2. ไม่มีเทคโนโลยีนั้นในประเทศ
3. ผู้ซื้อเทคโนโลยีเชื่อว่าราคาเทคโนโลยีในประเทศมีราคาแพงกว่าราคาเทคโนโลยี

จากต่างประเทศ

1. ผู้ซื้อเทคโนโลยีต้องการใช้เทคโนโลยี

ผู้ซื้อเทคโนโลยีต่างมีความเชื่อว่าตนจะได้รับประโยชน์และจะบรรลุวัตถุประสงค์ ได้จากการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีที่เลือกนำเข้ามาใน ประเทศจะต้องสอดคล้องกับนโยบายหรือวัตถุประสงค์ของรัฐและเอกชน โดยเฉพาะภาคเอกชนจะไม่คำนึงถึงราคาเทคโนโลยี

2. ไม่มีเทคโนโลยีนั้นในประเทศ

เนื่องจากการคำนึงที่เชื่อว่าจะดีกว่าของประเทศอื่นในประเทศ จึงทำให้การผลิตในประเทศต้องตอบสนองความต้องการของตลาด และการเปลี่ยนแปลงการบริโภค รูปแบบการ ดำเนินชีวิตของคนในประเทศทำให้ต้องมีการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น นอกจากนี้การที่ผู้รับถ่ายทอดมีความรู้ไม่เพียงพอ เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ

3. ผู้ซื้อเทคโนโลยีเชื่อว่า ราคาเทคโนโลยีในประเทศมีราคาแพงกว่าราคาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

จากหลักการประหยัดต่อขนาด จึงทำให้มีผู้ซื้อเทคโนโลยีบางรายเชื่อว่า เทคโนโลยี ที่ได้จากบริษัทข้ามชาติจะมีราคาถูกกว่า นอกจากนี้หากคำนึงถึงระดับการพัฒนาของเทคโนโลยีของ บริษัทข้ามชาติเหล่านี้ด้วยแล้ว จะยังทำให้ผู้ซื้อสินค้าที่จะซื้อจากต่างประเทศมากกว่า ซื้อในประเทศ