

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของเทคโนโลยี

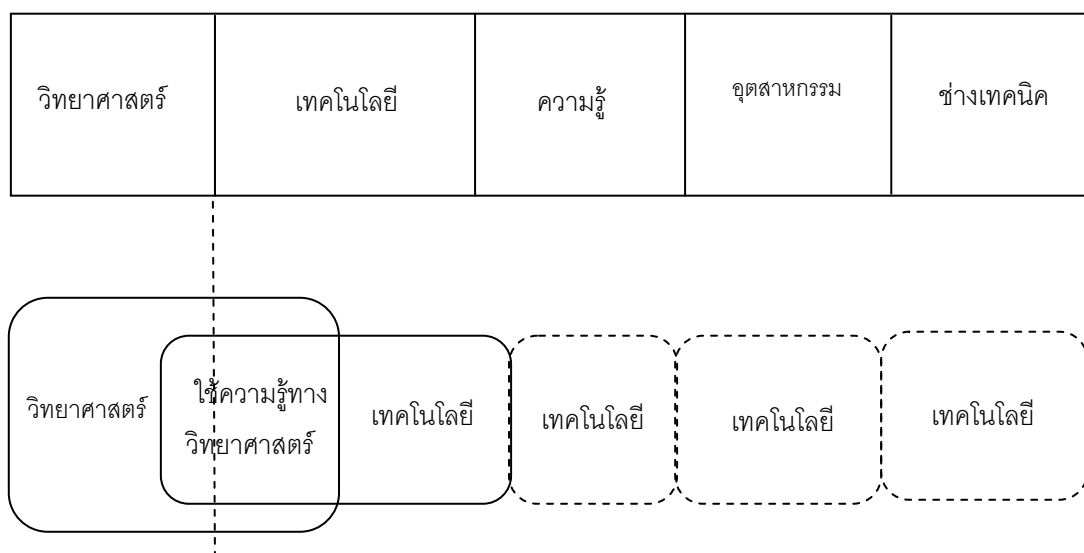
เทคโนโลยี (Technology) คือ ขบวนการทางความคิดหลากหลายที่ถูกสร้างขึ้นด้วยความสร้างสรรค์จากการเปรียบเทียบกับสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่รอบตัวนำมาสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิตด้วยวิธีการวิเคราะห์หาเหตุผลในสิ่งที่สนใจ จากนั้นจึงทำการปรับปรุงและพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติเพื่อตอบสนองความต้องการในด้านต่างๆ ให้เพิ่มสูงขึ้น ด้วยการใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่สะสมมาจากรุ่นสู่รุ่นในการสร้างสรรค์เทคโนโลยีใหม่ เช่น การเพาะปลูก การสร้างที่อยู่อาศัย การผลิตยารักษาโรค สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นตัวอย่างของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการดำรงชีวิตที่ถูกสร้างขึ้น เทคโนโลยีสามารถเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้นได้ เมื่อมนุษย์มีความรู้ทางเชิงเทคนิคเพิ่มขึ้นตัวอย่างเช่นในโรงงานอุตสาหกรรมระยะแรกเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้จะเป็นในรูปของเทคโนโลยีพื้นฐานอย่างง่ายไม่มีความสลับซับซ้อน การที่เทคโนโลยีจะเกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สร้างเทคโนโลยีต้องมีความรู้พื้นฐานเฉพาะ 2 ประการ ได้แก่

ความรู้ทางหลักการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย คือ ความรู้หรือหลักการที่ถูกสะสมสืบทอดต่อกันมานานจากรุ่นสู่รุ่นกับการพัฒนาความรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่องนั้นๆ ถึงหลักการและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับหลักการธรรมชาติและข้อจำกัดทางธรรมชาติ

ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ประกอบด้วยความรู้ที่เกี่ยวข้องกับออกแบบ คิดค้นในการสร้างสรรค์สิ่งอำนวยความสะดวกสบายในการดำรงชีวิตและสิ่งที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นจากการดำรงชีวิตเช่นกัน โดยจุดมุ่งหมายหลักของวิศวกรรมศาสตร์ คือ การสร้างสิ่งที่เป็นความต้องการของมนุษย์จากการจินตนาการให้ออกมาเป็นรูปร่างลักษณะที่สามารถจับต้องและควบคุมได้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า “วิศวกรรมศาสตร์” คือ การออกแบบสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขความต้องการของมนุษย์”

จากการพัฒนาและสะสมความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์และหลักการทางธรรมชาติอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายจากรูป 2.1 ได้ว่าบริเวณพื้นที่ซ้อนกัน คือ ตำแหน่งที่เริ่มเกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการดำรงชีวิตและพัฒนา

ความรู้ให้เพิ่มสูงขึ้นจนกลายเป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกและสร้างรายได้เปรียบในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งทั้ง 2 ส่วนล้วนมีความสำคัญอย่างยิ่งกับการพัฒนาอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.1

คำอธิบายภาพ: ความเป็นมาของเทคโนโลยี

ที่มา Dr. J. HUANG © DIB, LN, SYSU : International Technology transfer

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวพันกันอย่างมาก การสร้างสรรค์เทคโนโลยีใหม่ๆ มักมีจุดเริ่มต้นเกิดจากความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ในธรรมชาติที่อยู่รอบๆ ตัว ซึ่งต่อมาสืบเสาะนี้กลายเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากขึ้นอย่างในปัจจุบัน เช่น การออกแบบชิพคอมพิวเตอร์ เริ่มต้นจากความเข้าใจในคุณลักษณะและข้อกำหนดทางไฟฟ้าของธาตุซิลิกอนและธาตุอื่นๆ สู่การพัฒนาในระดับที่เพิ่มสูงขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในแต่ละท้องถิ่นมักเกิดจากช่างผู้ชำนาญ ผู้ซึ่งได้รับความรู้สืบทอดและสะสมจากรุ่นสู่รุ่นที่ละน้อยนำมาสู่การปรับปรุงและพัฒนาในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ปัจจุบันในภาคธุรกิจหรือองค์กรขนาดใหญ่ที่ต้องการสร้างรายได้เปรียบ มักใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสร้างรายได้เปรียบในการแข่งขันแต่การที่ได้มาซึ่งความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยีอย่างเช่นปัจจุบัน ไม่ได้เกิดจากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือพัฒนาขึ้นเองภายในองค์กรเพียงอย่างเดียว แต่สามารถเกิดขึ้นได้จากการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากภายนอกองค์กรในลักษณะทางการค้าเพื่อผลประโยชน์ทางธุรกิจ

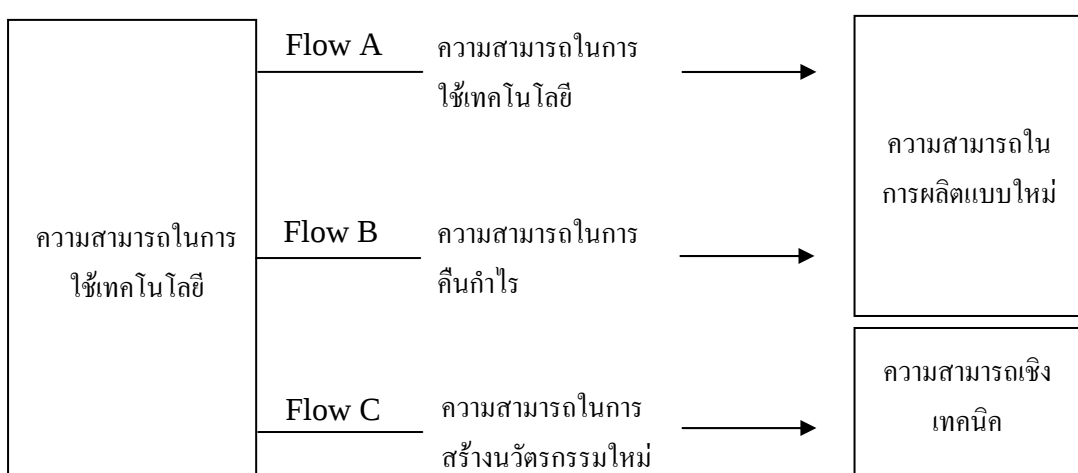
2.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

เมื่อความต้องการทางวัตถุของมนุษย์เพิ่มสูงขึ้นจากจำนวนมนุษย์ที่มีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการทางวัตถุจึงเพิ่มสูงขึ้นตาม ขณะเดียวกันทรัพยากรธรรมชาติบนโลกมีอยู่อย่างจำกัด จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการแข่งขันในด้านต่างๆ รวมไปถึงการค้าขายทั้งระดับภายในประเทศและระหว่างประเทศ สิ่งที่จะทำให้องค์กรต่างๆ เหล่านั้นประสบความสำเร็จอยู่รอดได้หรือไม่ นั่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับบริษัทขนาดใหญ่ที่มีฐานการผลิตในหลากหลายประเทศ (Multi National Enterprises : MNEs) จึงมักจะมีกิจกรรมการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อให้กลายเป็นศูนย์กลางการแข่งขันทางธุรกิจ ดังนั้นองค์กรใดที่ประกอบไปด้วยสมาชิกที่มีความรู้ จึงเปรียบเสมือนกับมีสินทรัพย์ที่โดดเด่นกว่าสินทรัพย์อื่นๆ การเพิ่มทักษะความรู้จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าสินทรัพย์อันมหาศาล ซึ่งจะทำให้องค์กรสามารถอยู่รอดและได้เปรียบในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงและแข่งขันอย่างรุนแรงได้ การสร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นแก่องค์กร โดยการจัดการความรู้ที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบและสะดวกในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เทคโนโลยีมีบทบาทอย่างมากในแข่งขันทางธุรกิจ เพราะองค์กรใดที่สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม องค์กรนั้นจะมีความได้เปรียบในการแข่งขัน ซึ่งอย่างไรก็ตามการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการทั้งฝ่ายของผู้ถ่ายทอดและฝ่ายของผู้รับการถ่ายทอด ปัจจัยดังกล่าวมีนัยสำคัญต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยทั้งคู่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหากำไรสูงสุด ตั้งแต่การลดค่าใช้จ่ายในการผลิตและเพิ่มโอกาสทางการตลาดจึงเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีจะประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จได้นั้น องค์กรจำเป็นจะต้องค้นหารูปแบบการถ่ายทอดที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับผู้รับและสร้างวิธีการวัดประสิทธิภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยี ด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น สิ่งที่ได้หลังการถ่ายทอดและวิธีการทำงานที่เปลี่ยนไป

สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัทข้ามชาติ (MNEs) มักมีอุปสรรคจากพื้นฐานที่แตกต่างกันทางด้านต่างๆ เช่น ภาษา สังคม วัฒนธรรม ความรู้พื้นฐาน และข้อบังคับระหว่างประเทศ ตลอดจนระดับความรู้พื้นฐานและความเข้าใจที่เกี่ยวข้องระหว่างผู้รับและผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี ดังนั้นการถ่ายทอดความรู้จึงควรเกิดขึ้นในลักษณะรูปแบบขนาน คือ การถ่ายทอดองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีด้วยการกระตุ้นให้ผู้รับเกิดความรู้สึกรับเทคโนโลยีนั้นๆ และหาวิธีป้องกันการต่อต้านที่อาจเกิดขึ้นด้วย (As Khalil, 2000) ซึ่งเทคโนโลยีในแต่ละอุตสาหกรรมหรือแต่ละประเทศจะมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวที่เป็นจุดเด่นในการเพิ่มการแข่งขัน ซึ่งแต่ละอุตสาหกรรมหรือประเทศสามารถเพิ่มพูนความสามารถทางเทคโนโลยีให้สูงขึ้นได้โดยรับการ

ถ่ายทอดแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน ขบวนการนี้ถูกเรียกว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Hamel and Prahalad,1990) การถ่ายทอดเทคโนโลยีแบ่งได้เป็น 3 ระดับ (Dahlman and Westphal,1983) ได้แก่

- ความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยี เช่น การใช้งานเครื่องจักร
- ความสามารถในการคืนกำไร เช่น ความสามารถในการปรับปรุงการผลิต
- ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมใหม่ เช่น การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องจักร



ภาพที่ 2.2

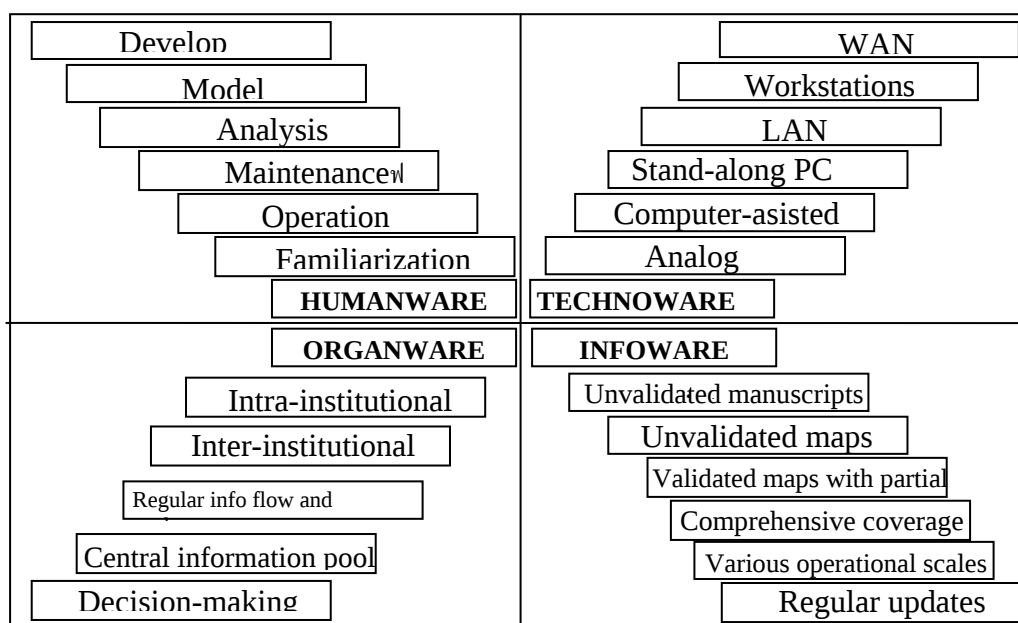
คำอธิบายภาพ : ระดับความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

ที่มา : M. Bell(ed.),The Acquisition of Imported technology for Industrial Development: Problems of Strategies and Management in Arab Region (Bagdad, ESCWA, UN, 1987), p. 14.

การได้มาซึ่งเทคโนโลยีมีแหล่งที่มาจาก 2 ช่องทาง ได้แก่ การพัฒนาขึ้นได้เองภายในองค์กรหรือการหาซื้อจากภายนอกองค์กร ซึ่งวิธีการอย่างหลังเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างมากในปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการเกิดกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีซึ่งสามารถเกิดได้จากภายในประเทศและระหว่างประเทศ ซึ่งมีผู้ถ่ายทอดและผู้รับการถ่ายทอดเป็นตัวแปรที่สำคัญในการดำเนินกิจกรรม โดยธรรมชาติแล้วผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีจะมีความสามารถด้านเทคโนโลยีเฉพาะบุคคลที่สูงและล้ำหน้ากว่าผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองความต้องการด้านเทคโนโลยีที่เพิ่มสูงขึ้น การที่องค์กรมุ่งผลิตนักเทคโนโลยีที่มีคุณภาพโดยมีคุณลักษณะเป็นผู้รู้จัก

และปฏิบัติได้จริง มีความเชี่ยวชาญทั้งทางภาคทฤษฎีและปฏิบัติมีความรอบรู้และรู้จักประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการปฏิบัติงาน โดยคุณลักษณะสำคัญของบุคลากรที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ ทักษะ ความน่าเชื่อถือ การวางแผน มนุษย์สัมพันธ์ ไหวพริบ การไม่เอาเรื่องส่วนตัวมาเกี่ยวข้อง การไม่ยอมแพ้ง่ายๆ และการได้รับความไว้วางใจ เหล่านี้เป็นทักษะที่ควรพัฒนาเพื่อความสำเร็จขององค์กรสู่การบริหารเทคโนโลยี (Buswick,1990) สำหรับเทคโนโลยีในมุมมองของการผลิต คือ ส่วนประกอบทุกส่วนที่ถูกใช้ในการผลิต (Sharif,1988) โดยประกอบด้วย 4 ประการซึ่งมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน ถือเป็นกลยุทธ์หรือเครื่องมือที่มีความสำคัญในสร้างความรู้ทางเทคโนโลยี

2.3 องค์ประกอบของเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.3

คำอธิบายภาพ : องค์ประกอบของเทคโนโลยี

ที่มา : TRAUB, K.-P.(1997): The four dimensions of GIS. GIS Asia/Pacific, February 1997 Singapore

1. **Humanware** คือ คุณลักษณะเฉพาะของมนุษย์เป็นสิ่งที่อยู่ภายใน ไม่สามารถจับต้องได้ เช่น บุคลิกภาพ การศึกษา ทักษะ ประสบการณ์ และอื่นๆ โดยเป็นองค์ประกอบของ

เทคโนโลยีที่สำคัญมากที่สุดและส่งผลโดยตรงอย่างยิ่งต่อระดับความสามารถในการใช้และพัฒนาเทคโนโลยี สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ส่วนย่อย

1. Familiarization : การแลกเปลี่ยนแบ่งปันหรือถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องราว ประสบการณ์ที่ได้รับในลักษณะความเข้าใจระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ เพื่อนำไปสู่ความสามารถการใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้น

2. Operation : ความสามารถในการนำองค์ความรู้หรือข้อมูลหลักการที่ได้รับการถ่ายทอดไปปรับใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. Maintenance : ความสามารถในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเพื่อคงไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรทางเทคโนโลยีโดยปราศจากการสนับสนุนช่วยเหลือจากภายนอกองค์กร

4. Analysis : ความสามารถในการวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาและค้นหาสาเหตุความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยี

5. Models : ความสามารถในการวางแผนและออกแบบวิธีการทำงาน เพื่อการพัฒนาระดับการใช้เทคโนโลยีให้เพิ่มสูงขึ้น

6. Development : ความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์ ค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ให้เกิดขึ้น

Humanware เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาเทคโนโลยี การที่จะบริหารเทคโนโลยีจะสำเร็จได้จำเป็นต้องเกิดจากการบริหารจัดการ ด้วยการใช้คนให้ถูกกับงานถูกสถานที่และถูกเวลา โดย Humanware สามารถพัฒนาระดับทักษะและความสามารถให้เพิ่มสูงขึ้นได้ตามระดับประสบการณ์เป็นการเพิ่มความสามารถในเชิงบุคคล โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมการผลิตที่มีความเกี่ยวข้องกับ Humanware ประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ Contact Humanware คือ ผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Technoware โดยตรง เช่น ผู้ใช้งานเครื่องจักร และ Support Humanware คือ ผู้เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเครื่องจักร การวางแผนการผลิต และการควบคุมคุณภาพ

2. Organware คือ ทักษะความสามารถในการนำความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันซึ่งความสำเร็จสามารถวัดได้จากการคืนเงินลงทุนหรือส่วนแบ่งตลาดโดยประกอบด้วย 5 ปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถดังกล่าว

1. Intra – Institutional : วัฒนธรรมหรือทัศนคติแนวความคิด ของแต่ละแผนกย่อยๆ ภายในองค์กรเดียวกัน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อความสามารถในการปฏิบัติงานของสมาชิกภายในองค์กรนั้นๆ

2. Inter- Institutional : วัฒนธรรมและทัศนคติแนวนโยบายในแต่ละองค์กร ที่มีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อความสามารถในการปฏิบัติงานของสมาชิก

3. Regular Information Flow and Exchange : การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเพื่อการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน ด้วยการส่งเสริมสภาพแวดล้อมของผู้ปฏิบัติงาน และกำจัดสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อความสำเร็จในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้มาซึ่งการบรรลุเป้าหมาย

4. Central Information Pool : การกำหนดจุดศูนย์กลางเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่เอื้อประโยชน์หรือสิ่งที่ต้องแก้ไขในการปฏิบัติงาน

5. Decision-Making : การตัดสินใจการประยุกต์ใช้และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการทำงานบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงที่ได้รับ

3. **Infoware** คือ การสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ทางเทคโนโลยีซึ่งก็คือ จุดเริ่มต้นของการทำงานร่วมกันระหว่างผู้พัฒนาเทคโนโลยีและผู้ใช้งานเทคโนโลยี เกี่ยวข้องกับการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล สามารถแยกย่อยได้ดังนี้

1. Unvalidated Manuscripts : ระบบสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้แบบปากเปล่า ใช้เพียงแค่การทำความเข้าใจเท่านั้นไม่มีการจัดทำเอกสารบันทึกหรือรับ

2. Invalidated Map : ระบบสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ที่ไม่มีการจัดทำแผนหรือขั้นตอนรองรับ เป็นการสื่อสารแบบไม่เป็นทางการ

3. Validated Map : ระบบสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ที่มีการจัดทำแผนรองรับข้อมูล เป็นการสื่อสารแบบเป็นทางการ

4. Comprehensive Coverage : การสื่อสารที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานความเข้าใจในลักษณะทางภูมิศาสตร์ และความแตกต่าง ระหว่างผู้รับและผู้ให้

5. Various Operational Scales : การสื่อสารที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างที่หลากหลายในการปฏิบัติงานระหว่างผู้รับและผู้ให้

6. Regular Updates : การสื่อสารที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างลักษณะทางกายภาพและหลักการปฏิบัติงานระหว่างผู้รับและผู้ให้

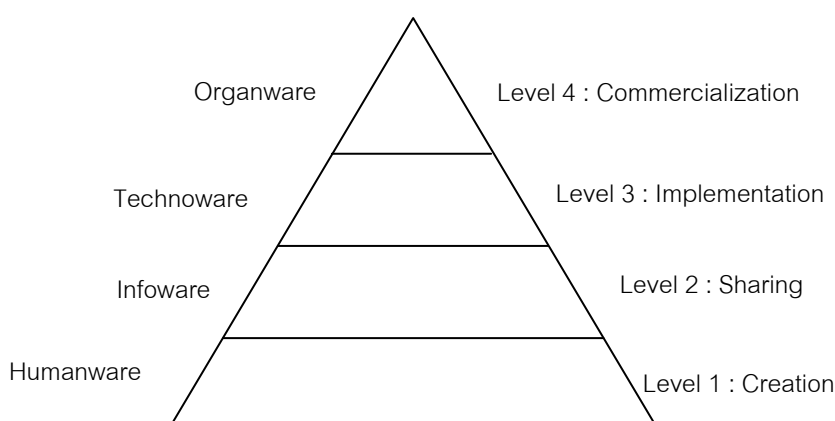
4. **Technoware** คือ อุปกรณ์หรือสิ่งที่จำเป็นต้องได้ตั้งแต่เครื่องมือเครื่องจักรจนถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานที่มีความหลากหลาย แตกต่างกันไปตามลักษณะและประสิทธิภาพ

การนำเทคโนโลยีไปใช้งาน ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงและประยุกต์ใช้สิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติเชิงกายภาพให้กลายเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวก สำหรับเปลี่ยนวัตถุดิบที่มีอยู่ในธรรมชาติให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าซึ่งมีหลักการในการจัดการ ดังนี้

1. Analog : การเตรียมอุปกรณ์หรือสิ่งพื้นฐานเพื่อการใช้งานเทคโนโลยีเบื้องต้น ได้แก่ การจัดเตรียมคู่มือหรือเอกสารสำหรับใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร
2. Computer-asisted : คู่มือการทำงานที่ใช้ประกอบ
3. Stand-along PC : คู่มือการทำงานลักษณะพิเศษ ที่เกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์
4. LAN : การใช้เครื่องมือ เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนข้อมูล
5. Workstations : คู่มือรูปแบบการปฏิบัติงาน
6. WAN : ช่องทางการติดต่อทั่ว ๆ ไป

ภาพโดยรวมของทั้งหมด Inforware คือ มาตรฐานในการเลือกข้อมูลข่าวสารด้วยการใช้ Humanware สำหรับการควบคุมและใช้งาน Technoware อย่างมีประสิทธิภาพโดย Inforware ไม่ใช่ข้อมูลดิบ แต่คือการจัดการ ควบคุมให้ถูกแบบแผน

จากองค์ประกอบทั้งสี่ของเทคโนโลยีในด้านบน คือ ผลสะท้อนของความเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน และมีความต้องการในเวลาเดียวกันสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับตามรูปด้านล่าง



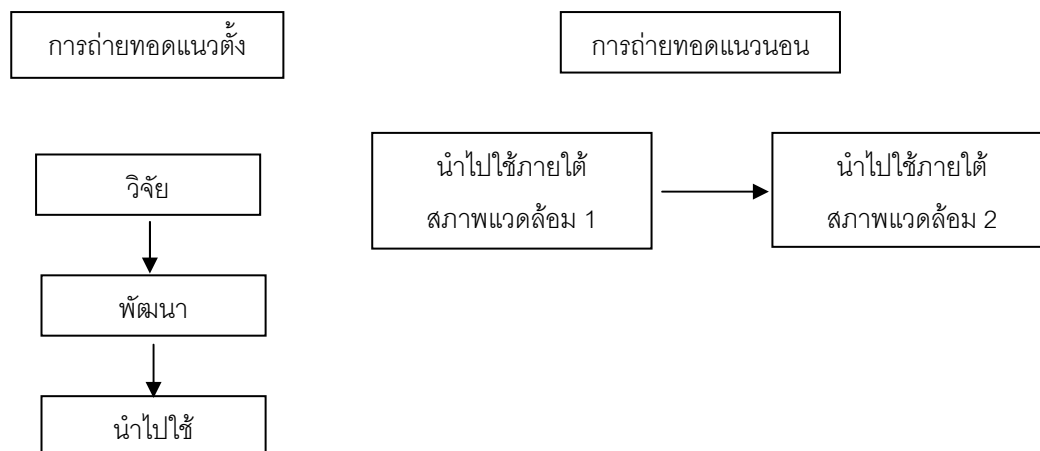
ภาพที่ 2.4

คำอธิบายภาพ : ระดับความสามารถทางเทคโนโลยี

ที่มา : David Gibson and Smilor Raymond (1991) Journal of Engineering and Technology Management vol. 8, 1991p 287-321

Humanware มีบทบาทและความสำคัญอย่างมากต่อการสร้างสรรค์เทคโนโลยีใหม่ๆ นอกจากนี้ยังเป็นตัวกำหนดระดับของการถ่ายทอดเทคโนโลยีซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อ Infoware Technoware และ Organware ในแต่ละระดับมักถูกกำหนดมาจากทักษะของผู้รับ การจัดเตรียมปัจจัยต่างๆ ให้มีความเหมาะสมสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจะช่วยให้ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีมีโอกาสประเมินความล้มเหลวและข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น นำมาสู่การปรับปรุงแก้ไขเพื่อสร้างโอกาสแห่งความสำเร็จในขณะเดียวกันก็ค้นหาปัจจัยที่เป็นอุปสรรคและขัดขวางต่อความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งจะทำให้ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ๆ โดยช่องว่างเทคโนโลยีแบ่งเป็น 3 ระดับ (Kokko, 1994: "Technology, Market Characteristics, and Spillovers") ได้แก่

- ความแตกต่างด้านเงินลงทุนในอุตสาหกรรม
- จำนวนของสิทธิบัตร
- ความแตกต่างด้านประสิทธิภาพการผลิตของพนักงาน ระหว่างประเทศผู้รับการถ่ายทอดกับประเทศผู้ทำการถ่ายทอด



ภาพที่ 2.5

คำอธิบายภาพ : ลักษณะการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ที่มา : Dr. J. HUANG © DIB, LN, SYSU

กลวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้พัฒนาสู่ผู้ใช้เทคโนโลยีประกอบด้วย 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) Vertical : การถ่ายทอดเทคโนโลยีแนวตั้งกระบวนการเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นภายในองค์กร โดย เริ่มต้นตั้งแต่การทำวิจัย การทดสอบคิดค้นและการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพการนำไปใช้งาน

ภายในองค์กร 2) Horizontal : การถ่ายทอดเทคโนโลยีแนวนอนเกิดขึ้นจากระหว่างองค์กรร่วมกัน มักกระทำในลักษณะการค้า ด้วยการทำวิจัยและพัฒนาจากองค์กรหนึ่งแต่ถูกนำไปใช้งานโดยอีก องค์กรหนึ่งหรือถูกนำไปใช้ภายนอกองค์กรสามารถแบ่งย่อยได้ 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 หมายถึง การโยกย้ายเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ เช่น การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือโรงงานจากภูมิศาสตร์หนึ่งไปยังอีกภูมิศาสตร์หนึ่ง ลักษณะเช่นนี้ผู้ขายเทคโนโลยี และนักวิชาการในประเทศพัฒนาแล้วนิยมใช้กันมาก ซึ่งต่อมาเห็นว่าความหมายนี้ไม่ยังครอบคลุม และควรเรียกการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระดับนี้ว่า "การนำเข้าเทคโนโลยี"

ระดับที่ 2 หมายถึง การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่พัฒนาจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว เพื่อให้ ผู้รับสามารถดำเนินการผลิต บำรุงรักษาและปรับเปลี่ยนแผนการผลิตโดยไม่ต้องอาศัยผู้ถ่ายทอด อีกต่อไปเป็นการถ่ายทอดในลักษณะการใช้เทคโนโลยี

ระดับที่ 3 หมายถึง ระยะความสามารถการใช้เทคโนโลยีเพิ่มขึ้นต่อจากระดับที่ 2 คือ การส่งผ่านหรือกระจาย (Diffuse) ความรู้ดังกล่าวภายในสังคม อาจเป็นการกระจายโดยไม่เจตนา ของผู้รับและผู้ให้ก็ได้

ระดับที่ 4 หมายถึง ช่วงเวลาการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เสร็จสมบูรณ์ เมื่อผู้รับเทคโนโลยี ทั้งโดยตรงและทางอ้อมเกิดความสามารถสร้างเทคโนโลยีขึ้นได้ใหม่ โดยไม่ต้องอาศัยผู้ถ่ายทอด เทคโนโลยีอีกต่อไป รวมทั้งสามารถดัดแปลงแก้ไขเทคโนโลยีให้เกิดประสิทธิภาพและเหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมขององค์กรได้มากขึ้น

2.4 กลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระบบอุตสาหกรรม

จากภาวะการแข่งขันธุรกิจอย่างรุนแรง ทำให้การถ่ายทอดเทคโนโลยีกลายเป็นหัวข้อ สำคัญที่ช่วยส่งเสริมการแข่งขันทางธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมทั้งในองค์กรเอกชน องค์กรรัฐบาล และวงการศึกษายาวปีมาแล้ว (Baker, David, & Soucy, 1995; Johnson, Gatz, & Hicks, 1997) จึงทำให้เกิดความต้องการลดระยะเวลาในกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังผู้รับที่มี ความต้องการในเทคโนโลยีนั้นๆ โดยหลังการถ่ายทอดจะเกิดการนำมาปรับใช้ให้เกิดการรวมกัน ทางวัฒนธรรม สังคม เศรษฐกิจและการเมือง (Williams and Gibson ,1990) “ การถ่ายทอด เทคโนโลยี” คือ ขบวนการถ่ายทอดความคิดจากห้องปฏิบัติการสู่ระบบทางการค้า” ดังนั้นการ ถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงเป็นการแลกเปลี่ยนในเชิงเทคนิค ซึ่งก็คือการทำวิจัยและพัฒนาาร่วมระหว่าง นักวิจัยกับนักพัฒนาผู้ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้นำสิ่งใหม่ๆ การรับถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถเกิดได้ 3 ช่องทาง ได้แก่ การถ่ายทอดความคิดข้อมูล การถ่ายทอดขั้นตอนการทำงานเทคนิคเครื่องมือ หรือ

เทคโนโลยีจากการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยช่วงระยะเวลาการถ่ายทอดเทคโนโลยีมักจะขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้รับและความซับซ้อนของเทคโนโลยีที่ทำการถ่ายทอด ซึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีในบางครั้งกลายเป็นแหล่งที่มาของทรัพยากรบุคคล ผู้ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ถ่ายทอดและผู้ทำการวิจัย บางครั้งอาจมีถึงในระดับนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรเข้าร่วมด้วย ซึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีในทุกช่องทางของการถ่ายทอดมีลักษณะขั้นตอนการถ่ายทอดที่คล้ายคลึงกันดังนี้

Confrontation : เข้าใจในหลักการและเหตุผล

- การใช้ประสบการณ์และเหตุผล วิเคราะห์ถึงแนวทางที่มาสำหรับการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการดำเนินการผลิต
- การเข้าใจทฤษฎีในเทคโนโลยีที่นำมาใช้

Identification of the problems : วิเคราะห์เป้าหมาย

- การวิเคราะห์จุดมุ่งหมายและกลไกสำหรับการผลิต
- การวิเคราะห์กลไกการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อองค์กรในแง่ลบเพื่อการปรับปรุง
- การเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างโอกาสแห่งความสำเร็จ

Design of new functions : การออกแบบขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและวัตถุประสงค์

- การค้นหาหลักการทำงานและข้อกำหนดของเทคโนโลยีที่เลือกใช้
- การให้ความสนใจกับผลที่ได้ของแต่ละส่วนในการทำงาน

Simulation : ทดสอบการทำงาน และการได้มาซึ่งเทคโนโลยี

- การทดสอบเงื่อนไขและการบรรลุวัตถุประสงค์ และกลไกการผลิต

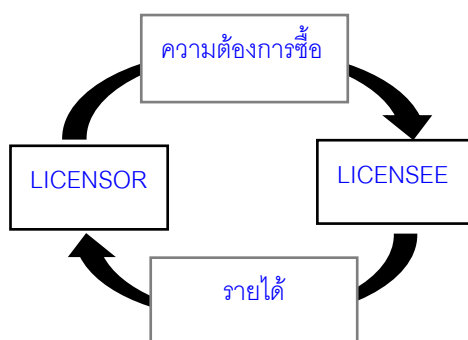
Evaluation : แบบแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี

- ความเข้าใจเงื่อนไขของเทคโนโลยีที่นำมาใช้งาน
- การจัดทำขั้นตอนการใช้เทคโนโลยี
- การสร้างมาตรฐานการใช้เทคโนโลยี

สำหรับช่องทางการถ่ายทอดเทคโนโลยีในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถกระทำได้หลากหลายช่องทางได้แก่

1. **Licensing** หมายถึง การซื้อสิทธิบัตรเพื่อทำการผลิตสินค้า เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวกในด้านการผลิต โดยที่บริษัทเจ้าของเครื่องหมายการค้า (Licensor) ให้อิยยอมอนุญาต ซึ่งบริษัทที่ผ่านการขออนุญาต (Licensee) จะสามารถผลิตสินค้าหรือให้บริการภายใต้เครื่องหมายการค้าและการควบคุมคุณภาพจากผู้เป็นเจ้าของ โดยบริษัทผู้ได้รับอนุญาตทำ

การผลิตต้องเสียค่าธรรมเนียมในการขอรับอนุญาต (Royalty) แก่บริษัทผู้เป็นเจ้าของเครื่องหมายการค้าส่วนมากจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากยอดขาย โดยบริษัทผู้ได้รับอนุญาตอาจเป็นบริษัทในเครือหรือเป็นบริษัทอื่นก็ได้ การมอบใบอนุญาตให้บริษัทอื่นผลิตตามกระบวนการที่บริษัทเจ้าของเครื่องหมายการค้ากำหนดจัดเป็นการส่งออกเทคโนโลยีและวิธีการผลิต (Know-How) ผู้รับ ซึ่งอาจมีความเสี่ยงเกิดขึ้นบ้างในด้านบริษัทเจ้าของเครื่องหมายการค้า ในแง่การที่ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีกลายเป็นคู่แข่งในอนาคตเสียเอง อย่างไรก็ตามธุรกิจจำนวนมากนิยมวิธีการดังกล่าวเนื่องจากเมื่อมองในภาพรวมแล้วความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ มิได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเท่านั้นแต่ยังรวมถึงศักยภาพในการทำตลาดและสร้างเครื่องหมายการค้า ให้เป็นที่ยอมรับอีกด้วย ซึ่งอุตสาหกรรมต่างชาติหลาย รายยอมมอบใบอนุญาตการผลิตให้กับบริษัทอุตสาหกรรมท้องถิ่นในประเทศกำลังพัฒนาเพราะเชื่อว่าบริษัทอุตสาหกรรมท้องถิ่นเหล่านี้ ไม่สามารถผลิตสินค้าออกแข่งขันในตลาดโลกได้ เนื่องจากยังไม่มีเครื่องหมายการค้าที่มีชื่อเสียงและได้รับการยอมรับทั่วโลกทำให้ยังไม่มีตลาดรองรับ ดังนั้นการที่กระตุ้นและเข้าใจในเทคโนโลยีจึงไม่มีประโยชน์อะไรต่อองค์กรอุตสาหกรรมเหล่านั้น ทำให้การที่แข่งขันกับบริษัทเจ้าของเครื่องหมายการค้าในตลาดโลก และสร้างเครื่องหมายการค้าให้เป็นที่รู้จักในระดับโลกจึงกลายเป็นเรื่องที่ยากและต้องใช้เวลา ซึ่งกว่าจะสร้างเครื่องหมายการค้าให้เป็นที่รู้จักเทคโนโลยีก็อาจเปลี่ยนแปลงไปมาก



ภาพที่ 2.6

คำอธิบายภาพ : ลักษณะการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยวิธีการทางลิขสิทธิ์

ที่มา : www.tynax.com/TTX1/Transactions-Tech-Transfer.asp

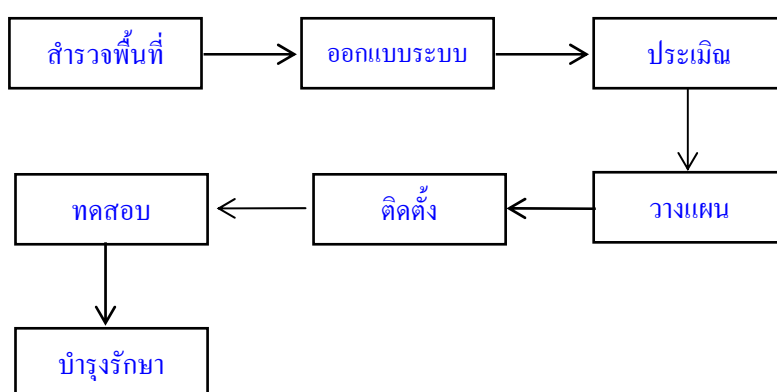
2. **Contracted Research** หมายถึง การรับจ้างวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีตามข้อตกลงหรือสัญญาว่าจ้าง ด้วยการให้องค์กรที่มีความพร้อมด้านบุคลากรที่มีความรู้และสามารถเฉพาะทาง ตลอดจนมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัยและพัฒนาที่มีความพร้อมกว่า รับจ้าง

ดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยกรรมสิทธิ์ของผลงานนั้นๆ จะขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างสองฝ่ายคือ ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง

3. Joint Venture การร่วมทุน หมายถึง การจัดตั้งบริษัทเพื่อดำเนินธุรกิจกับบริษัทที่มีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ทางด้านการตลาดสูง แต่ในขณะเดียวกันก็มีความเสี่ยงสูงหรือต้องใช้เงินลงทุนสูงด้วย เพราะการร่วมลงทุนในลักษณะนี้จะก่อให้เกิดผลดีหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นด้วยเงื่อนไขทางข้อจำกัดของกฎหมายในบางประเทศที่ห้ามต่างชาติถือหุ้นทั้งหมด ทำให้ต้องหากิจการจากท้องถิ่นเข้าร่วมทุนด้วย มิฉะนั้นจะไม่สามารถเปิดดำเนินการได้ นอกจากนี้ในบางประเทศที่ความขาดทุนมีสูง การเข้าร่วมกับกิจการท้องถิ่นจะทำให้สามารถเข้าถึงประชาชนได้ดีกว่าที่จะเป็นกิจการจากต่างชาติแท้ๆ ผลดีอีกประการหนึ่งของการเข้าร่วมทุนกับธุรกิจท้องถิ่นได้แก่ ธุรกิจจากต่างชาตินั้นแม้จะมีความชำนาญทางด้านการวิจัยและเทคโนโลยีต่างๆ แต่อาจไม่มีความชำนาญในเรื่องการทำตลาดในท้องถิ่นและช่องทางการจัดจำหน่าย ธุรกิจท้องถิ่นอาจมีความชำนาญกว่า การเข้าร่วมทุนกันย่อมจะทำให้ธุรกิจท้องถิ่นได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในขณะที่ธุรกิจจากต่างชาติก็จะได้เรียนรู้ตลาดท้องถิ่น เช่น ธุรกิจรถยนต์จากประเทศญี่ปุ่นที่เข้าไปทำการผลิตจำหน่ายในสหรัฐอเมริกา ด้วยลักษณะวัฒนธรรมญี่ปุ่นที่มีความสัมพันธ์แบบต่อเนื่อง (Collectivist) ทำให้ผู้ผลิตกับผู้จัดส่งวัตถุดิบมีความสัมพันธ์ต่อกันในระยะยาว เมื่อผู้ผลิตรถยนต์ญี่ปุ่นจะเข้าไปผลิตรถจำหน่ายในสหรัฐ ก็ต้องการจะให้ผู้จัดส่งที่เคยจัดส่งในญี่ปุ่นเป็นผู้จัดส่งให้ เนื่องจากความสัมพันธ์ดั้งเดิมและคุณภาพของชิ้นส่วนในสหรัฐไม่ดีพอแต่กิจการของญี่ปุ่นแม้จะมีความชำนาญในการผลิตชิ้นส่วนผู้ผลิตชาวญี่ปุ่น แต่ก็ไม่มี ความชำนาญในการทำธุรกิจในสหรัฐอเมริกา การเข้าร่วมทุนระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนจากญี่ปุ่นกับผู้ผลิตชิ้นส่วนจากสหรัฐทำให้เกิดประโยชน์ต่อทั้งสองฝ่าย โดยฝ่ายญี่ปุ่นก็จะได้เข้าสู่ธุรกิจในสหรัฐได้ง่ายขึ้น ส่วนฝ่ายสหรัฐก็จะมีลูกค้าเพิ่มขึ้น ส่วนข้อเสียของการร่วมทุนได้แก่การที่ฝ่ายบริหารอาจไม่มีเอกภาพเนื่องจากต้องพิจารณาข้อเสนอจากหลายฝ่าย และหากแต่ละฝ่ายคำนึงถึงผลประโยชน์เฉพาะตัวโอกาสประสบปัญหา ก็จะสูง หากสัญญาแต่แรกไม่ชัดเจนพออาจก่อให้เกิดปัญหาตามในภายหลังได้ นอกจากนี้การร่วมทุนที่เริ่มต้นด้วยความจำเป็นในการทำธุรกิจจากทั้งสองฝ่าย หากภายหลังความจำเป็นดังกล่าวหมดไปก็อาจเกิดการแตกแยกกันได้ ในภายหลัง เช่น ฝ่ายหนึ่งร่วมทุนเพราะต้องการเรียนรู้เทคโนโลยี อีกฝ่ายหนึ่งร่วมทุนเพราะต้องการเรียนรู้ตลาด ภายหลังเมื่อได้เรียนรู้สิ่งที่ต้องการแล้วอาจกลายเป็นคู่แข่งกันเองได้

4. Turn-key packages หมายถึง รูปแบบการถ่ายทอดที่ง่ายที่สุดสำหรับผู้ลงทุนโดยผู้ถ่ายทอดเป็นหลักในการทำกิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอด ประกอบด้วยลิขสิทธิ์

โรงงาน เครื่องจักร การติดตั้งสายพานการผลิต และการฝึกหัดผู้ใช้งาน โดยเริ่มตั้งแต่สร้างอาคาร ติดตั้งเครื่องจักรสอนวิธีการทำงานจนสามารถผลิตสินค้าได้ การถ่ายทอดในลักษณะนี้จะพบในกลุ่มธุรกิจบางประเภทเท่านั้น เช่น การก่อสร้างสาธารณูปโภค สนามบิน รถไฟฟ้า รถไฟใต้ดิน หรือโรงไฟฟ้าปรมาณูหรืออุตสาหกรรมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงเกินกว่าที่ประชาชนในประเทศที่กำลังพัฒนาจะตามทัน โดยผู้ถ่ายทอดเป็นผู้ทั้งออกแบบและก่อสร้างจนโครงการแล้วเสร็จจะทำการส่งมอบ ผู้สร้างอาจต้องให้การฝึกอบรมและติดตามในระยะแรก ผู้รับได้เรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ ก่อนที่จะรับผิดชอบตามลำพังทั้งหมดในภายหลัง ผู้ถ่ายทอดจะได้รับผลประโยชน์เป็นค่าธรรมเนียมตามที่กำหนดไว้ในสัญญา ซึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยวิธีนี้ผู้ถ่ายทอดจะเป็นผู้จัดหาและคัดเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้เองโดยจะจัดรวมมาเป็นชุด ผู้รับการถ่ายทอดจะไม่สามารถเลือกหรือคัดกรองเทคโนโลยีเฉพาะที่ตนต้องการได้



ภาพที่ 2.7

คำอธิบายภาพ : ลักษณะการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยวิธีการ Turn-key packages

ที่มา : http://www.twenty-2e.co.th/svc_turnkey.html

5. Foreign Direct Investment (FDI) หมายถึง การตั้งโรงงานผลิต (Subsidiaries) หรือบริษัทลูก ด้วยการเข้าไปลงทุนในประเทศนั้นๆ ซึ่งจะทำให้บริษัทข้ามชาติสามารถรักษาสถานด้านการตลาดของตนในประเทศนั้น นอกจากนั้นการเข้าไปลงทุนในประเทศใหม่ๆ ยังเปิดโอกาสสร้างตลาดใหม่สำหรับสินค้าของตนเอง ทำให้บริษัทข้ามชาติเหล่านี้ยังได้ประโยชน์จากการลงทุนโดยตรงในต่างประเทศเพื่อลดปัญหาด้านแรงงาน หรือข้อจำกัดด้านการนำเข้าวัตถุดิบในการผลิต แม้จะมีการนำเทคโนโลยีของตนเข้ามาใช้ในประเทศที่เข้ามาลงทุนด้วยก็ตาม แต่โดยมากแล้ว

บริษัทข้ามชาติยังคงสามารถควบคุมเทคโนโลยีของตนไว้ได้ มองได้ว่าเป็นกลยุทธ์ทางการตลาดที่ลดโอกาสการแข่งขันทางการค้าที่อาจเกิดขึ้น

หากมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ให้กับผู้อื่นเป็นการลงทุนของบริษัทต่างชาติที่มีความสามารถเทคโนโลยีสูง ด้วยการลงทุนกิจการในต่างประเทศด้วยทรัพยากรต่างๆ การลงทุนที่เกิดขึ้นในต่างประเทศจะเกิดขึ้นได้ทั้งจากการที่บริษัทแม่ลงทุนทั้งหมด (Wholly Own) หรือร่วมทุนกับกิจการอื่น (Joint Venture) แต่ทั้งหมดมีจุดมุ่งหมายเพื่อมุ่งสร้างผลผลิตและกำไร ซึ่งผลผลิตที่เกิดขึ้นอาจจำหน่ายในประเทศที่ผลิตหรือส่งต่อไปยังประเทศที่สาม

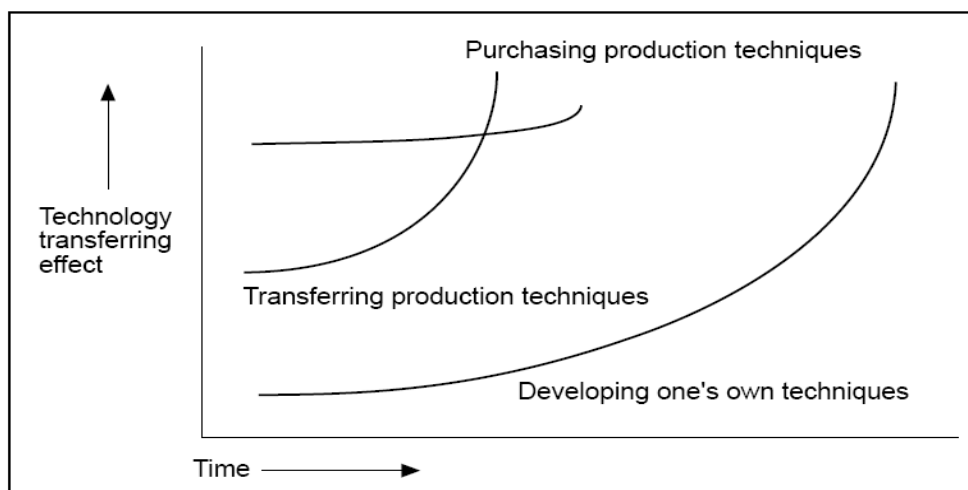
6. Contract Manufacturing หมายถึง การจ้างผู้ผลิตในต่างประเทศให้ทำการผลิตสินค้าให้ตนตามคุณภาพและมาตรฐานที่กำหนดโดยบริษัทจะเป็นผู้ทำการจำหน่ายสินค้าดังกล่าวเอง รวมทั้งเป็นผู้รับผิดชอบกระบวนการทางการตลาดไม่ว่าจะเป็นการโฆษณาและการส่งเสริมการจำหน่ายด้วย วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ลดความเสี่ยงในการลงทุนขนาดใหญ่ในตลาดต่างประเทศเมื่อตลาดยังไม่โตพอที่จะลงทุนตั้งโรงงานผลิต ซึ่งต้องใช้ต้นทุนสูงและใช้ระยะเวลาดำเนินการนาน ถ้าตลาดมีปริมาณไม่มากอาจไม่สามารถทำให้ถึงจุดคุ้มทุนหรืออาจใช้เวลานานมากจนไม่คุ้มค่า ในขณะที่เดียวกันการที่ตลาดมีขนาดไม่ใหญ่มากหรือมีคู่แข่งสูง แต่มีปริมาณผู้บริโภคมากพอที่จะสร้างผลกำไรให้กิจการ ดังนั้นการจ้างผู้ผลิตให้และดำเนินเฉพาะการขายจึงอาจทำให้เกิดผลกำไรจากส่วนดังกล่าวได้บนพื้นฐานของความเสี่ยงต่ำ เช่น ถ้ากิจการตั้งขึ้นคิดจะนำเข้าตู้เย็นจากต่างประเทศเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย อาจทำให้ราคาสูงเนื่องจากค่าขนส่งทำให้ไม่สามารถขายสู้คู่แข่งอื่นที่ผลิตในประเทศได้ ครั้นจะลงทุนสร้างโรงงานผลิตเองก็อาจไม่คุ้มค่า เนื่องจากคู่แข่งมีมากและปริมาณผู้บริโภคไม่มากพอที่จะทำใหถึงจุดคุ้มทุนในการตั้งโรงงาน ในขณะที่ถ้าจะทั้งตลาดประเทศไทยไปเลยก็น่าเสียดาย วิธีการที่เหมาะสมได้แก่การจ้างผู้ผลิตให้แล้วรับผิดชอบงานขายเอง ทำให้สามารถมีส่วนแบ่งตลาดและส่วนแบ่งกำไรในตลาดประเทศไทย โดยไม่ต้องมีความเสี่ยงจากการตั้งโรงงานเลย เพราะการตั้งโรงงานนั้นต้องมียอดขายที่มากพอในขณะที่การว่าจ้างให้ผู้ผลิตให้จะสามารถกำหนดจำนวนผลิตตามที่ขายได้

7. Purchase of Equipment หมายถึง การถ่ายทอดเทคโนโลยีในลักษณะนี้จะมาพร้อมกับเครื่องจักรหรือสินค้าขั้นกลางที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยผู้ซื้อเครื่องจักรหรือสินค้าขั้นกลางจะได้รับเทคโนโลยีเกี่ยวกับการใช้เครื่องจักร หรือการใช้สินค้าขั้นกลางเพื่อผลิตเป็นสินค้าเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดด้วยการสั่งซื้อเครื่องจักร รูปแบบนี้มักจะเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนมากนัก และอาจเป็นเทคโนโลยีทั่วไปที่ไม่ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา

8. International Organizations หมายถึง การช่วยเหลือจากองค์กรระหว่างประเทศ ปัจจุบันมีองค์กรระหว่างประเทศหลายองค์กรที่มีส่วนช่วยเหลือในการถ่ายทอดเทคโนโลยี เช่น UNCTAD ที่ก่อตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ประการหนึ่งเพื่อช่วยลดช่องว่างด้านเทคโนโลยีระหว่างประเทศสมาชิกขององค์การสหประชาชาติ UNCTAD ศึกษาปัญหาความแตกต่างด้านเทคโนโลยีของประเทศสมาชิก และให้คำแนะนำด้านยุทธศาสตร์เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นรวมทั้งเสนอแนะรูปแบบในการเข้าถึงและการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ประเทศกำลังพัฒนา ทั้งในรูปแบบการช่วยเหลือแบบให้เปล่าหรือแบบให้สิทธิพิเศษ นอกจากนี้ยังมีฝ่ายให้คำแนะนำในการถ่ายทอดและพัฒนาเทคโนโลยี (Advisory Service on Transfer and Development of Technology (ASTT)) ซึ่งเป็นฝ่ายที่จัดตั้งขึ้นใน UNCTAD เพื่อให้ความช่วยเหลือ แนะนำแก่ประเทศกำลังพัฒนา

2.5 ความสามารถในการรองรับเทคโนโลยี

จากรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยี กับเวลาในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งในแต่ละระดับจะมีความสามารถทางเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน โดยมีระยะเวลาเป็นตัวแปรสำคัญ ประกอบด้วย 3 ประเภทได้แก่



ภาพที่ 2.8

คำอธิบายภาพ : ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับเวลาที่
ที่มา :Jon-Chao Hong “ Technology Transfer and Human Resource Development”

1. **Purchasing Production techniques** คือ การซื้อเทคโนโลยี เป็นการถ่ายทอดที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง เพื่อสำหรับซื้อเทคนิคใหม่ ๆ จากแหล่งอื่นๆ เสมอ ทำให้บุคคลากรภายในองค์กรไม่ได้รับความรู้เพิ่ม

2. **Transferring production techniques** คือ การรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยการใช้เงินลงทุน เพียงในระยะเริ่มต้นเท่านั้นซึ่งต่อมาหลังจากนั้นผู้รับการถ่ายทอดสามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้ด้วยตัวเอง

3. **Developing one's own techniques** คือ การรับการถ่ายทอดที่ใช้เงินลงทุนและมีความเสี่ยงทางธุรกิจสูงที่สุด ด้วยการใช้ทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ ประสบการณ์ มีความชำนาญหลากหลายสาขา และใช้เวลานาน แต่สามารถสร้างความรู้เชิงลึกในระยะยาวต่อองค์กร (Naito, Y., "System Innovation) กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีประกอบด้วย 4 วิธี คือ ทรัพยากรมนุษย์ แหล่งความรู้ เครื่องมือเครื่องจักร และเงินลงทุน

ตารางที่ 1

คำอธิบายตาราง : แสดงรายละเอียดวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี

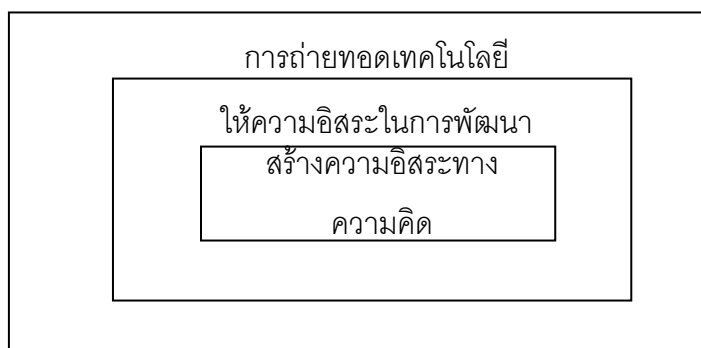
รูปแบบการถ่ายทอด	วิธีการถ่ายทอด	วิธีการถ่ายทอด
ทรัพยากรบุคคล	แลกเปลี่ยนความรู้ทางเทคนิค	1. ส่งพนักงานไปฝึกงาน 2. เชิญผู้เชี่ยวชาญมาถ่ายทอด
การให้ข้อมูล ข่าวสาร	ลิขสิทธิ์ จัดเตรียมตำรา หรือคู่มือ ต่าง ๆ	ทำการออกแบบและวิจัย เพื่อ การพัฒนาทักษะการผลิตและ บริหาร เพื่อสร้างทักษะ
การจัดเตรียม อุปกรณ์	จัดซื้อเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ ๆ	ทำการพัฒนาและทดลอง ทำ การผลิต
เงินทุน	หาผู้ร่วมหุ้น	แลกเปลี่ยนความรู้

ที่มา:Jon-Chao Hong“ Technology Transfer and Human Resource Development”

VOLUME 26 NUMBER 11 ,1994

จาก 4 วิธีการถ่ายทอดความรู้ดังตารางทรัพยากรบุคคล เป็นวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างความรู้และการได้มาซึ่งความเข้าใจในเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นแล้วและเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่กำลังจะเกิดขึ้นเพราะเป็นตัวกลางที่ดีที่สุดในการได้มาซึ่งความรู้อย่างแท้จริงในเทคโนโลยีนั้น

ปัจจัยด้านบนเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการฝึกฝน ผู้การวิเคราะห์ สรุป และทดสอบ ในระหว่างการถ่ายทอดเทคโนโลยี การสร้างระบบความรู้ คือ สิ่งที่ยากออกมาจากภาพรวมทั้งหมดขององค์กร



ภาพที่ 2.9

คำอธิบายภาพ : ความสัมพันธ์ระหว่างระบบความคิดกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ที่มา : Jon-Chao Hong “ Technology Transfer and Human Resource Development”

VOLUME 26 NUMBER 11 ,1994

โดยส่วนมากกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีมักเกิดจากการฝึกหัดอบรม แต่หากผู้รับเทคโนโลยีไม่มีความพยายามทำความเข้าใจ การฝึกอบรมที่เกิดขึ้นก็จะมีประโยชน์เพราะฉะนั้นเครื่องมือที่สำคัญในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ ขั้นตอน วิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการเปลี่ยนความคิดของผู้รับการฝึกอบรม นอกจากนี้ระดับเทคโนโลยีที่ทำการถ่ายทอดยังเกี่ยวข้องกับทัศนคติของผู้ฝึกอบรมด้วย หากบุคคลกลุ่มนี้ไม่สนใจในการเรียนรู้ประสิทธิภาพในการซึมซับเทคโนโลยีจะไม่เกิดขึ้น สำหรับการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีต้องมีการเตรียมการถ่ายทอด สำหรับด้านผู้อบรมต้องเข้าใจในข้อเท็จจริงเพื่อที่ว่าเกิดประสิทธิภาพในการใช้เทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีเริ่มต้นจากความต้องการฝึกอบรม ซึ่งหากแต่ผู้รับเทคโนโลยีไม่สามารถรับความรู้ได้ ก็เป็นสิ่งสะท้อนว่าผู้ถ่ายทอดไม่มีความสามารถในการถ่ายทอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ วิธีการเรียนรู้เทคโนโลยี

และการเปลี่ยนความคิดของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งระดับของเทคโนโลยีที่ทำการถ่ายทอดต้องเป็นเรื่องที่น่าสนใจและตรงกับทัศนคติของผู้รับการถ่ายทอด หากผู้รับไม่สนใจในการรับเทคโนโลยีการถ่ายทอดก็จะมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้วิธีการถ่ายทอดและช่วงเวลาก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องพิจารณา

การถ่ายทอดเทคโนโลยีเริ่มต้นจากการเกิดความคิดใหม่ๆ หรือการปรับปรุงในสิ่งที่สนใจ (Johnson et al., 1997) ลูกศรสองด้านมีความหมายถึง ความหลากหลายในแต่ละองค์ประกอบซึ่งมีการเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน จากการพัฒนาหรือปรับปรุงเทคโนโลยี เช่น ความเข้าใจในวัฒนธรรม สภาพแวดล้อมและการเมือง แต่ละองค์ประกอบมีบทบาทสำคัญในการออกแบบสู่ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อสิ่งที่ดีที่สุด การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีมักพิจารณาจากความต้องการของผู้ใช้งาน สู่การนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีอุปสรรคมากมายที่ขัดขวาง เช่น สภาพแวดล้อม วัฒนธรรมองค์กรและการเมือง สิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลอย่างมากในการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Rogers, 1995).

2.6 แรงจูงใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

แรงจูงใจสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ การปรับปรุงมูลค่าของผลิตภัณฑ์และลดค่าใช้จ่ายการผลิตให้ต่ำลง โดยมีเป้าหมายแฝง คือ การให้ความรู้กับมนุษย์ในสิ่งที่ยังไม่รู้เพื่อจะเสริมสร้างความสามารถให้กับองค์กร เพราะการที่ทำให้สมาชิกเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและนำมาซึ่งความสามารถในการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ (Wang and Plaskoff in Bellaver and Lusa ,2002) ดังนั้นระบบการทำงานที่มีคุณภาพ คือ ความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ของสมาชิกในองค์กร (Drucker, cited in Shariq :1997) โดยมากกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีจะมีข้อจำกัดจากการใช้งานและการปรับใช้เทคโนโลยีของผู้รับการถ่ายทอด โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งมีความสามารถในการรับเทคโนโลยีที่สูงกว่าเงินลงทุนที่ใช้ทำให้องค์กรเกิดข้อได้เปรียบ นำมาซึ่งแรงจูงใจและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ

การขาดความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานและการลงทุนที่มีมูลค่าสูง คือ อุปสรรคในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เพิ่มสูงขึ้น คือ ความสามารถในการแข่งขันที่เพิ่มสูงขึ้น ผ่านการลดค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิต การปรับปรุงประสิทธิภาพ การเพิ่มประสิทธิภาพและลดของเสียในขบวนการ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีไม่ได้เป็นการแก้ปัญหา แต่เป็นการทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น และผลในระยะยาวที่ได้รับ คือ องค์กรมีความสามารถในการแข่งขันระยะยาว ความรู้ด้านเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับผู้นำทางอุตสาหกรรม (Greco, 1999) จากการที่ระบบทางเศรษฐกิจในปัจจุบันประกอบไปด้วยผู้ลงทุนและผู้มีความรู้มากมาย จึงทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ขึ้นมากมายในอุตสาหกรรม ทั้งเกิดจากการสร้างขึ้นเองภายในองค์กรหรือรับการถ่ายทอดจากภายนอกองค์กรด้วยจุดมุ่งหมายทางการค้า การที่องค์กรจะประสบความสำเร็จและเติบโตได้นั้นจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีเป็นจุดเริ่มต้น โดยการได้มาซึ่งเทคโนโลยีใหม่ๆ ด้วยการรับถ่ายทอดจากสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างหลากหลาย เช่น องค์กรที่มีภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันโดยผู้ที่นำมาใช้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความสำเร็จให้องค์กร (Toffler, 1990) อีกสิ่งหนึ่งที่จะทำให้องค์กรก้าวหน้าหนึ่งคือ การใช้เทคโนโลยีและการปรับปรุงการผลิต

เทคโนโลยีสามารถแบ่งเป็นประเภทตามความแตกต่างของลักษณะและการนำไปใช้งาน (Wallender, 1979; Negandhi, 1981; Mascarenhas, 1982; Sahal, 1982; Stobaugh & Walls, 1984; Deihl, 1987; Capon & Glazer, 1987; Von Gilnow & Teagarden, 1988) โดยแบ่งประเภทของเทคโนโลยีอย่างกว้าง ๆ เป็น 3 ประเภท คือ

- สินค้าเทคโนโลยี กำหนดจากมุมมองหรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์
- เทคโนโลยีการผลิตกำหนดจากมุมมองการผลิตที่ซับซ้อนจากโรงงานอุตสาหกรรม
- การจัดการเทคโนโลยีภายในองค์กร กำหนดจากขอบเขตการจัดการที่สัมพันธ์กับ (ยอดขายผลิตภัณฑ์) หรือการบริหารองค์กรด้านการใช้คนหรือทรัพยากร (Capon & Glazer, 1987; Osman-Gani, 1991).

การใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภทให้เกิดประสิทธิภาพ การบริหารเทคโนโลยีจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้โดยมีหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยี ด้วยวิธีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (HRD) ทางอ้อม ทำให้มีความสามารถในการจัดการเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร ซึ่งสิ่งที่มีอิทธิพลต่อปัจจัยและผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศ เพื่อสร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขัน คือ การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการกระตุ้นให้เศรษฐกิจเติบโตมีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้เกิดความมั่นคงทางเศรษฐกิจแบบยั่งยืนและแข็งแกร่ง ทำให้อัตราการพัฒนาและนวัตกรรมใหม่ๆ มีจำนวนที่เพิ่มสูงขึ้น (Gee, 1981; Zacchea, 1991) โดยเทคโนโลยีสามารถถูกถ่ายทอดได้หลายช่องทางและหลายเหตุผล เช่น การถ่ายทอดภายใต้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเองสู่นักคิด (จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ) การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากสังคม

หนึ่งสู่อีกสังคมหนึ่ง (ระหว่างประเทศ) สิ่งภายนอกที่แสดงให้เห็นผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ ขั้นตอนการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไป ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลง ทัศนคติ เศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง (Pytlík, Lauda & Johnson, 1985) ขบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถทำได้ 2 ขั้นตอน คือ การถ่ายทอดเทคโนโลยีภายในบริษัทและการทดสอบผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยี จากอุตสาหกรรมหนึ่งสู่อุตสาหกรรมหนึ่ง (Bradbury, 1978) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้จะสร้างความต่างได้สามส่วน (Hayami & Ruttman, 1971) คือ 1) การถ่ายทอดวัสดุ ได้แก่ การนำเข้าผลิตภัณฑ์ หรือ วัสดุใหม่ ๆ โดยไม่มีการปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมท้องถิ่น 2) การถ่ายทอดการออกแบบ ได้แก่ การถ่ายทอดความสามารถในการผลิตหรือขบวนการทางเทคโนโลยี 3) การถ่ายทอดเงินทุน ได้แก่ การถ่ายทอดความรู้และพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ (Teece, 1976)

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความล้มเหลวจากการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ การบริหารจัดการ กระบวนการที่เกิดขึ้นจากการวางแผนที่ไม่รอบคอบ การไม่ยอมรับเทคโนโลยีของผู้รับการถ่ายทอดความสำเร็จในการถ่ายทอดจากการบริหารเทคโนโลยีที่เหมาะสม คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญอันดับต้นๆ เพราะสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายขององค์กร ร่วมกับการพัฒนาเศรษฐกิจ (Jedlicka, 1982; Deihl, 1987) การบริหารการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ การมองเห็นความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นขององค์กร ดังนั้นประสิทธิภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงขึ้นอยู่กับระดับความเข้าใจของบุคคลในองค์กรและความสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้ หรือหมายถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความสามารถขององค์กรด้วยการปรับตัวเพื่อรองรับการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ภายนอกองค์กรและพัฒนาความสามารถภายในองค์กรไปพร้อมๆ กันการบริหารการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงมีความเกี่ยวข้องกับการสประสิทธิภาพระหว่างผู้ถูกพัฒนาและผู้ให้ความสนับสนุนในการพัฒนาเทคโนโลยี (Porter, 1990 ; Stewart & Nihei, 1987; Rugman, 1983; Ghymn and Evans, 1979) โดยมีเหตุผลหลายประการ

1. ความต้องการใช้เทคโนโลยีนั่น ผู้ซื้อมีความเชื่อว่าจะได้รับประโยชน์และบรรลुวัตถุประสงค์โดยการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ แต่เทคโนโลยีนั้นต้องสอดคล้องกับนโยบายหรือวัตถุประสงค์ขององค์กรด้วย โดยองค์กรจะต้องให้ความสำคัญเรื่องดังกล่าวมากกว่าราคาของเทคโนโลยี

2. การไม่มีเทคโนโลยีนั่นๆ ในประเทศ จากค่านิยมที่เชื่อว่าสินค้าจากต่างประเทศดีกว่าสินค้านภายในประเทศ ทำให้การผลิตภายในประเทศต้องตอบสนองความต้องการของตลาดและการเลียนแบบของผู้บริโภค การดำรงชีวิตจึงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เช่น

อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้รับมีความรู้ไม่เพียงพอที่จะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นเป็นเหตุให้ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศต่อไป

3. **ความเชื่อที่ว่าเทคโนโลยีในประเทศมีราคาสูงกว่าต่างประเทศ** เพื่อให้การลงทุนการผลิตมีมูลค่าต่ำลง ทำให้ผู้ซื้อเทคโนโลยีบางรายเชื่อว่าเทคโนโลยีบริษัทข้ามชาติมีราคาต่ำกว่าและหากคำนึงถึงระดับการพัฒนาเทคโนโลยีด้วย ทำให้ผู้ซื้อยินดียอมรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศมากกว่าในประเทศ

2.7 ปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระบบอุตสาหกรรม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ถือเป็นเป้าหมายที่สำคัญสำหรับประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประเทศเกิดใหม่ที่เพิ่งได้รับเอกราชซึ่งมีระดับความสามารถทางเทคโนโลยีไม่มากพอที่จะทำให้ประเทศพัฒนา ดังนั้นสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศกำลังพัฒนาเหล่านี้ จึงขึ้นอยู่กับความช่วยเหลือของประเทศอุตสาหกรรมที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่สูงกว่า ผลพวงจากการให้ความช่วยเหลือนี้ทำให้เกิด“อาณานิคมทางเทคโนโลยี” (Technological Colonialism) เช่น ในอดีตที่ผ่านมาประเทศอุตสาหกรรมมักจะเสนอการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยพ่วงไปกับการขอสิทธิในการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้าง เช่น โรงงานรวมทั้งเรียกร้องสิทธิในการเป็นผู้บริหารจัดการกิจการดังกล่าวเองซึ่งประเทศกำลังพัฒนาจำนวนมากที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ จึงยินยอมรับข้อตกลง แต่ในความเป็นจริงการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่บุคลากรในประเทศกำลังพัฒนาเหล่านั้นเกิดขึ้นน้อยมาก ทำให้ประเทศดังกล่าวไม่สามารถที่จะพัฒนาระดับเทคโนโลยีของตนเองได้ จึงทำให้เกิดการเรียกร้องให้องค์การสหประชาชาติแก้ไขปัญหาดังกล่าว ปีค.ศ.1974 สมัชชาที่ประชุมใหญ่ได้ให้ความเห็นชอบกับ Declaration and Programme of Action on the Establishment of a New International Economic Order (NIEO) ว่าต้องทำให้ประเทศกำลังพัฒนาเหล่านี้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีจนถึงระดับที่ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีของต่างประเทศ ด้วยการทำให้ประเทศเหล่านี้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัยจนสามารถพัฒนาเทคโนโลยีของตนเอง แต่ในทางกลับกันประเทศผู้นำอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ไม่ยอมรับโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาแสดงความเห็นว่า สิ่งประเทศอุตสาหกรรมจะต้องปฏิบัติกับประเทศกำลังพัฒนาเหล่านี้ คือ การสร้างความมั่นคงและความเจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ให้แก่เศรษฐกิจของประเทศอุตสาหกรรมเองเท่านั้น ทำให้ข้อกำหนดใน NIEO ไม่ประสบผลสำเร็จเหล่าประเทศกำลังพัฒนาหาทางเข้าถึงเทคโนโลยีตามแนวทางของตนเอง โดยมีวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น บางประเทศใช้วิธีประกาศยึด

เทคโนโลยีของต่างประเทศเป็นของตน(Nationalization) บางประเทศออกกฎหมายเพื่อกำกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ด้วยการกำหนดให้ต้องจดทะเบียนสัญญาถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เพื่อให้รัฐบาลสามารถตรวจสอบลักษณะหรือเงื่อนไขในการถ่ายทอดเทคโนโลยีว่าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศหรือไม่ เป็นต้น จากการไม่ประสบความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ปัญหาและอุปสรรคสำคัญที่มักเกิดขึ้นได้แก่

1. **ประเทศเจ้าของเทคโนโลยีไม่เต็มใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี** แม้จะมีความพยายามให้องค์การสหประชาชาติเข้ามามีบทบาท ในการควบคุมการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากประเทศอุตสาหกรรมเพื่อมิให้เกิดการเอารัด เอาเปรียบ และเพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างแท้จริง แต่ประเทศอุตสาหกรรมก็ปฏิเสธการเข้ามามีบทบาทขององค์การสหประชาชาติ โดยเฉพาะการใช้กฎระเบียบหรือข้อบังคับเพื่อกำกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี และเห็นว่าควรปล่อยให้การถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นเรื่องของคู่กรณีที่จะเจรจาต่อรองกันเอง โดยภาครัฐไม่ควรเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้อง หรือเข้าไปเกี่ยวข้องน้อยที่สุด แต่ประเทศเหล่านั้นยังคงเพิกเฉยต่อข้อเรียกร้อง

2. **ประเทศผู้รับการถ่ายทอดขาดโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสม หรือมีตลาดขนาดเล็กเกินไป** การถ่ายทอดเทคโนโลยีต้องการความพร้อมจากทั้งทางด้านผู้ถ่ายทอดและผู้รับการถ่ายทอด โดยปัญหาที่สำคัญ คือ ประเทศลัทธิพัฒนาเหล่านั้น มีโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีไม่เพียงพอ เช่น บุคลากรขาดศักยภาพหรือขาดความรู้ที่เพียงพอ หรือขาดอาคารสถานที่ หรือเครื่องมือในการวิจัยค้นคว้า เป็นต้น การขาดปัจจัยสนับสนุนเหล่านี้ทำให้ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีไม่สามารถดูดซับเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ไม่อาจนำเทคโนโลยีไปพัฒนาต่อยอด เพื่อให้เป็นของตนเองทำให้ประเทศเหล่านั้นต้องพึ่งเทคโนโลยีจากผู้อื่นตลอดไป ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ขนาดตลาดในประเทศโลกที่สามอาจมีขนาดเล็กเกินไปจนไม่สามารถใช้เทคโนโลยีนั้นอย่างถึงขีดสุดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดได้

3. **เทคโนโลยีที่ถ่ายทอดขาดความเหมาะสม** เทคโนโลยีที่ถ่ายทอดไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศผู้รับการถ่ายทอด หรือไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้รับการถ่ายทอด อย่างไรก็ตามต้องยอมรับว่าเทคโนโลยีเหล่านั้นถูกสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในประเทศอุตสาหกรรม ดังนั้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของผู้รับการถ่ายทอด แต่ปัญหาสำคัญ คือ ขนาดตลาดที่เล็กเกินไป ทำให้โอกาสในการสร้างผลกำไรจากเทคโนโลยีไม่มากพอที่จะจูงให้เกิดการลงทุนเพื่อปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวประกอบกับเจ้าของเทคโนโลยี มักเสนอเทคโนโลยีในรูปแบบที่ให้มีอยู่แล้วในประเทศของตนเอง

ปัญหาอีกด้านหนึ่ง คือ ความไม่ชัดเจนถึงความต้องการของประเทศผู้รับการถ่ายทอดว่าต้องการเทคโนโลยีประเภทใดและในระดับใด หรือไม่รู้ว่าจะเทคโนโลยีประเภทใดที่จะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมกับประเทศของตน กล่าวคือประเทศผู้รับการถ่ายทอดขาดข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยี จึงไม่อาจเลือกสรรเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศของตนเองได้ (Information Paradox)

4. การบังคับพ่วงถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Package) ในกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีไม่ได้จำกัดเฉพาะตัวเทคโนโลยีเท่านั้น แต่รวมถึงการบริหารจัดการขั้นตอนต่างๆ ด้วยการทำให้ประเทศผู้รับการถ่ายทอดไม่สามารถปฏิเสธการบังคับถ่ายทอดเทคโนโลยีพ่วงเหล่านี้ได้ซึ่งเกิดจากสถานะต่อรองที่ด้อยกว่า หรือเกิดจากการขาดความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้นอย่างชัดเจน (Information Paradox) ทำให้ประเทศผู้รับการถ่ายทอดต้องเผชิญกับเทคโนโลยีที่ล้าสมัย หรือที่มีข้อบกพร่อง และไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการ

5. การขาดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีของตนเอง ความพยายามเร่งพัฒนาระดับเทคโนโลยีเพื่อให้ทัดเทียมกับประเทศอุตสาหกรรม ทำให้ประเทศกำลังพัฒนาบางประเทศใช้กลยุทธ์เร่งนำเข้าเทคโนโลยีโดยขาดความรอบคอบ (Technology at any Cost Strategy) พยายามแสวงหาเทคโนโลยีในระดับสูงสุดโดยไม่ได้พิจารณาถึงขีดความสามารถ หรือศักยภาพของบุคลากร ปัจจัยพื้นฐานที่จะทำให้ใช้เทคโนโลยีนั้นให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ทำให้เกิดปัญหาที่ไม่สามารถใช้เทคโนโลยีนั้นอย่างเต็มประสิทธิภาพตามระดับของเทคโนโลยีที่นำเข้า และระดับเทคโนโลยีภายในประเทศแตกต่างกันมาก ทำให้บุคลากรภายในประเทศกำลังพัฒนาไม่มีโอกาสในการพัฒนาศักยภาพด้านเทคโนโลยีของตนเอง จึงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศตลอดไป

6. การขาดอำนาจต่อรองของผู้รับการถ่ายทอด จากการผูกขาดวัตถุดิบที่จำเป็นสำหรับเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดและเทคโนโลยีที่ล้าสมัย สอดคล้องกับการที่บริษัทข้ามชาติเป็นผู้ครอบครองเทคโนโลยีส่วนใหญ่ทำให้ประเทศกำลังพัฒนาขาดอำนาจต่อรองในการเลือกสรร หรือคัดกรองเทคโนโลยีที่จะถ่ายทอดให้ ซึ่งบางครั้งบริษัทข้ามชาติเลือกเทคโนโลยีที่ล้าสมัยหรือใช้ได้เฉพาะในวัตถุประสงค์ที่จำกัดเท่านั้น จากปัญหาการขาดศักยภาพในการเจรจาต่อรองหรือการบริหารจัดการเทคโนโลยีเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ประเทศเหล่านั้นไม่สามารถต่อรองกับบริษัทข้ามชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับการที่ไม่มีกฎหมายที่บังคับบริษัทข้ามชาติในการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ประเทศกำลังพัฒนาอย่างชัดเจน ทำให้บางบริษัทเน้นความสำคัญกับตลาดในประเทศอุตสาหกรรมเท่านั้น และไม่ได้ให้ความสนใจกับตลาดในประเทศกำลังพัฒนาอย่างแท้จริง ส่งผลให้ไม่มีโอกาสเลือก และต้องอยู่ในสภาพจำยอมที่จะต้องรับเทคโนโลยีตามที่บริษัทข้ามชาติ

เหล่านี้จัดทำให้และภายใต้เงื่อนไขที่ถูกกำหนดจากบรรษัทข้ามชาติแต่ฝ่ายเดียว สำหรับในกรณีการลงทุนโดยบริษัทข้ามชาติที่มักจะนำเทคโนโลยีที่ล้าสมัยแล้วมาใช้ในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งอาจเกิดจากความเห็นว่า การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในบางกรณีอาจทำให้ประเทศผู้รับการถ่ายทอด(ที่มีศักยภาพ)พัฒนาเทคโนโลยีนั้นจนกลายเป็นผู้ประกอบการแข่งขัน และบริษัทข้ามชาติต้องสูญเสียส่วนแบ่งตลาดในที่สุด

7. การขาดแผนการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมของประเทศผู้รับการถ่ายทอด ประเทศผู้รับการถ่ายทอดมักจะไม่มีการวางแผนที่ชัดเจน ในการกำหนดประเภทของเทคโนโลยีที่ต้องการ วิธีการ หรือรูปแบบในการรับการถ่ายทอด แผนการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีเพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศ แผนการพัฒนาเทคโนโลยีที่ได้รับ การถ่ายทอดเพื่อสร้างเทคโนโลยีของตนเอง แม้บางประเทศจะมีการจัดทำแผนดังกล่าวแต่ก็เป็นเพียงแผนระยะสั้น ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองไม่เกิดความต่อเนื่อง

2.8 ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. วัฒนธรรมองค์กร (Organizational Culture) คือ ระบบการยึดถือในสิ่งที่มีความหมายร่วมกันของสมาชิกภายในองค์กร ซึ่งมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติงาน การตัดสินใจและพฤติกรรมอื่นๆ วัฒนธรรมองค์กรแบ่งเป็น 8 ประเภท คือ

1.1 นวัตกรรมและชอบเสี่ยง (Innovation and Risk Taking) เป็นระดับที่พนักงานถูกส่งเสริมให้มีความคิด สร้างสรรค์และกล้าเสี่ยง

1.2 เน้นในรายละเอียด (Attention to Detail) เป็นระดับที่พนักงานถูกคาดหวังให้แสดงความถูกต้องในการวิเคราะห์ และสนใจในรายละเอียด มีแบบแผน เช่น นักบัญชี นักกฎหมาย

1.3 เน้นผลงาน (Outcome Orientation) เป็นระดับที่ผู้บริหารเน้นที่ผลลัพธ์ หรือผลตอบแทนมากกว่าเทคนิค หรือกระบวนการที่ใช้ในการดำเนินงาน (เน้นวิธีการทำงาน)

1.4 เน้นบุคลากร (People Orientation) เป็นระดับในการตัดสินใจทางการบริหาร มีความเห็นอกเห็นใจกัน

1.5 เน้นทีม (Team Orientation) เป็นกิจกรรมในการทำงานที่จัดเป็นทีมมากกว่ารายบุคคล โดยให้พนักงานร่วมมือกัน

1.6 เน้นเชิงรุก การมุ่งมั่นไม่ยอมแพ้ง่ายๆ (Aggressiveness) เป็นระดับที่บุคคลใช้วิชาการเชิงรุกและแข่งขันมากกว่าตามสบาย เช่น บริษัท Coca cola กระจายสินค้าไม่มีเมตตาคู่แข่ง

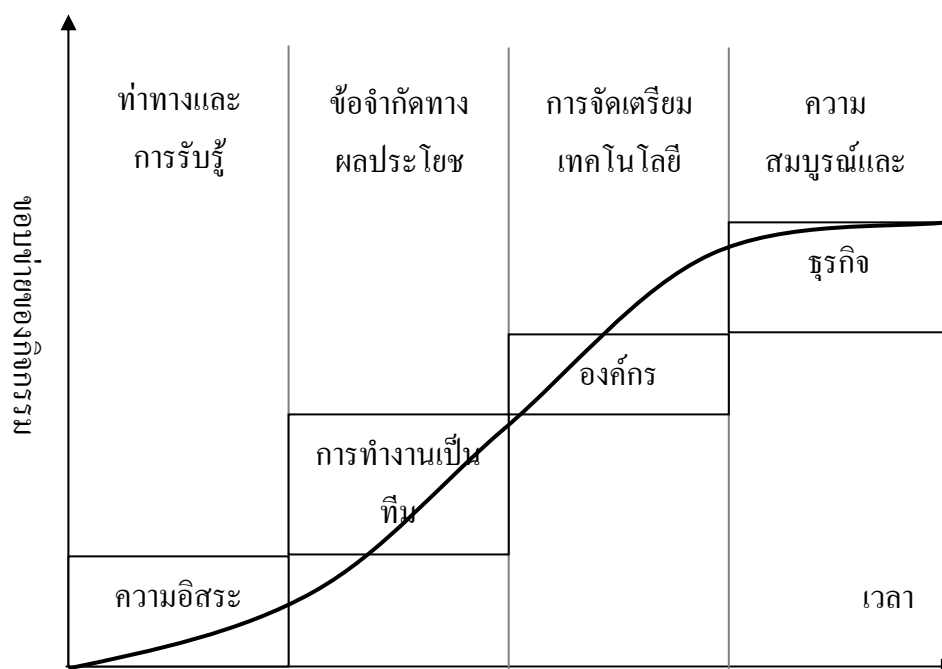
1.7 รักษาสถานภาพเดิม (Stability) เป็นระดับที่กิจกรรมขององค์กร เน้น การรักษาสถานภาพขององค์กรให้อยู่กับที่ ไม่ต้องการความเจริญก้าวหน้า

1.8 เน้นการเติบโต (Non-Stability) ได้แก่ การขยายกิจการไปเรื่อยๆ ไม่หยุดนิ่ง

2. การแพร่กระจายเทคโนโลยี (Technology diffusion channel) การดำเนินกิจกรรมที่อิสระด้วยการส่งผ่านความรู้ในการสร้างนวัตกรรม นำมาซึ่งการปรับใช้สู่การนำมาปรับใช้หรือปฏิเสธเทคโนโลยี สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดความคิดในการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยมีสถานการณ์ที่เกิดภายในองค์กรเท่านั้น Roger (1995) ซึ่งมี 2 ขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายเทคโนโลยีและความต้องการขององค์กร

2.2 การนำเทคโนโลยีมาปรับใช้แล้วก่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุง เป็นผลทำให้องค์กรเปลี่ยนแปลง คือ รับเอาเทคโนโลยีเข้าเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร ขั้นตอนการซึมซับเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.10

คำอธิบายภาพ : ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเทียบกับเวลา

ที่มา : http://ic-pod.typepad.com/design_at_the_edge/2006/12/innovationhard_.html

จากภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบเทคโนโลยี ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความยุ่งยาก ซับซ้อน นวัตกรรมทำให้เกิดผลกระทบต่อดังค์กรธุรกิจ เทคโนโลยีและวัฒนธรรมขององค์กร ซึ่งเป็นจุดทำให้เกิดเทคโนโลยี (Daratech ,2001)

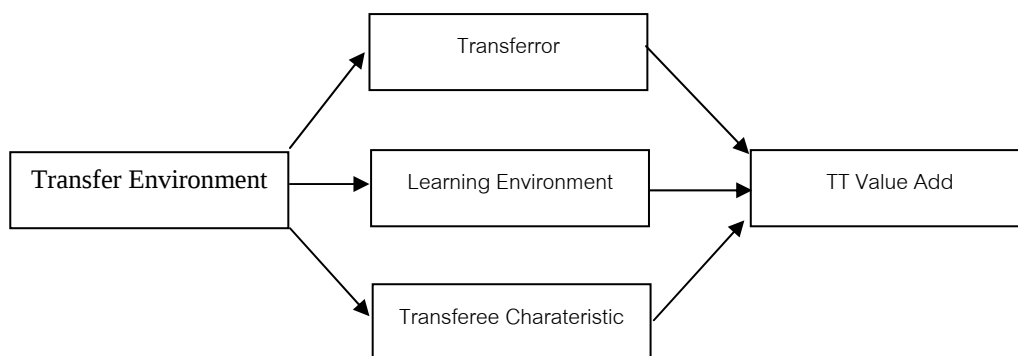
จากความแตกต่างของความสามารถในการผลิต ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางด้าน รายได้โดยมีปัจจัยที่เกิดจากความแตกต่างทางเทคโนโลยี (William Easterly and Ross Levine 2001; Robert Hall and Charles Jones ,1999 ; Edward Prescott 1,998) โดยมากประเทศที่เป็นมหาอำนาจทางการเงินจึงมักจะเป็นผู้นำทางเทคโนโลยี โดยที่องค์กรเหล่านี้มีกิจกรรมการ เผยแพร่เทคโนโลยีไปยังอุตสาหกรรมในประเทศนั้นๆ ทั่วโลก ผ่านการขยายอุตสาหกรรม (FDI)

3. ผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Interaction Mechanism) สิ่งเกี่ยวข้อง ระหว่างนักวิจัยและนโยบายผู้ลงทุนกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในบริษัทข้ามชาติ(e.g. Branstetter et al., 2006) คือ การคิดค้นหรือปรับปรุงเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นภายในองค์กรระหว่างประเทศ ผลจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างบริษัทและระหว่างประเทศซึ่งเป็นสิ่งที่ คาดการณ์ว่ามีผลกระทบกับระบบเศรษฐกิจ ท่ามกลางการเพิ่มความสามารถในการผลิตและการ ใช้เทคโนโลยีกับท้องถิ่น

แม้ว่าความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรม ในแง่ ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในองค์กรโดยมีกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ มากมายในลักษณะที่ เป็นบูรณาการ (Integration) และการทำงานประสานกัน (Synchronization) ทั้งภายในองค์กร (Intra-Organization) และระหว่างองค์กร (Inter-Organization) โดยมีวัตถุประสงค์ในด้านของ การสร้างความได้เปรียบในด้านของการแข่งขัน (Competitive Advantage) การสร้างความ แตกต่าง (Differentiation) และการสร้างมูลค่า (Value Creation) ภายในองค์กร (Intra-Organization) ระหว่างองค์กร (Inter-Organization)

4. ความสามารถในการซึมซับเทคโนโลยี (Technology Absorptive Ability) ความสำเร็จขององค์กรหรือธุรกิจในศตวรรษที่ 90 นั้น จะเกิดจากความสามารถในการแข่งขันทาง ตลาดที่เพิ่มสูงขึ้น สิ่งเหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ในองค์กร (Malhotra , 2001) สามารถ สังเกตได้จากการพัฒนาของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการในการใช้ความรู้ ความต้องการ ของลูกค้า ความต้องการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ การทำวิจัย การพัฒนาและ การวิเคราะห์ตลาด การสร้างความสามารถทางการผลิตด้วยวิธีที่บริษัทนำมาใช้สิ่งนี้จะทำให้เกิด ความรวดเร็วและการตัดสินใจที่ดีการแก้ปัญหาการทำงาน การเพิ่มขึ้นของปริมาณงานที่ทำ การ เพิ่มนวัตกรรมใหม่ ๆ (Wang and Plaskoff, in Bellaver and Lusa, 2002)

2.9 ปัจจัยส่งเสริมความสำเร็จการถ่ายทอดเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.11

คำอธิบายภาพ : ขอบเขตโครงสร้างการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ที่มา Lin, B. and Berg, D. (2001). Effects of cultural difference on technology transfer projects: An empirical study of Taiwanese manufacturing companies. International Journal of Project Management, 19 (5): 287-293

จากภาพองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถแบ่งได้ 5 ปัจจัย ได้แก่ สภาพแวดล้อมการถ่ายทอดเทคโนโลยี สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เทคโนโลยี คุณลักษณะของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี คุณลักษณะของผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี และการเพิ่มมูลค่าในสินค้าหรือบริการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สภาพแวดล้อมการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Transfer Environment) คือ ภาพรวมโดยกว้างที่มุ่งไปที่สถานะภาพของการถ่ายทอดเทคโนโลยีของแต่ละองค์กร ประกอบด้วยปัจจัยย่อย ๆ ดังนี้

1.1 ความซับซ้อนของโครงสร้างในการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Complexity of Construction Technology) ได้แก่ ความได้เปรียบทางด้านโครงสร้างและวิศวกรรม การออกแบบ ขบวนการ ขั้นตอนการทำงาน การบริหารจัดการ ทางด้านเทคนิคและเทคโนโลยี (Calentone et al ,1990 ; Lin and Berg, 2001 ; Simkoko ,1990)

1.2 กลวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Construction Mode of Transfer) ได้แก่ Joint Venture การร่วมทุน Turn-key packages (Calentone et al ,1990;Ganesn and Kelsey,2006)

1.3 นโยบายของรัฐบาลในการสนับสนุน (Government Policy) ได้แก่ นโยบายการส่งเสริมการลงทุน (Calentone et al ,1990 ; Ganesn and Kelsey,2006 ; Kumaraswamy and Shrestha ,2002 ; Ofori , 2000)

2. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เทคโนโลยี (Learning Environment) เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กับการสื่อสารระหว่างผู้รับและผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยส่งผลต่อประสิทธิภาพที่จะขึ้นจากการเรียนรู้เทคโนโลยี

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ถ่ายทอดและผู้รับการถ่ายทอด (Relationship between transferor and transferee) เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร วัฒนธรรมที่มีความแตกต่าง ความไว้วางใจซึ่งกันและกัน การประสานงาน (Fisher and Ranasinghe,2001 ; Kumaraswamy and Shrestha , 2002 ; Lin and Berg, 2001)

1.2 การสื่อสารระหว่างผู้รับและผู้ถ่ายทอด (Communication between transferor and transferee) เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร ภาษาที่มีผลต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Black et al , 2000 ; Devapreya and Ganesan,2002 ; Ganesan and Kelsey ,2006 ; Malik,2002 ; Nguyen et al ,2004)

1.3 การบริหารจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Management Technology Transfer Program)เกี่ยวกับรายละเอียดและข้อตกลง จากผู้บริหารถึงเนื้อหารายละเอียดกับผู้สํานงาน (Black et al , 2000 ; Devapreya and Ganesan,2002 ; Simkoko,1992)

1.4 ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Transfer Program) ประกอบด้วยเนื้อหา รายละเอียด ข้อตกลง และจำนวนผู้รับการถ่ายทอด (Saad et al ,2002 ; Simkoko , 1992; Wang et al ,2004)

3. คุณสมบัติของผู้ถ่ายทอดและผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Transferor and Transferee Characteristic) ในที่นี้คือมุมมองของผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นชาวต่างชาติ และผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นคนท้องถิ่น ดังนั้น จึงประกอบด้วย

1. ด้านผู้ถ่ายทอด (Transferor)

1.1 ความสมัครใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Willing to Transfer technology) คือ การยอมรับและเต็มใจในการดำเนินกิจกรรมการถ่ายทอด (Benedetto et al,2003 ; Ganesan and Kelsey ,2006 ; Malik,2002 ; Wang et al ,2004)

1.2 ระดับของประสบการณ์ (Level experience) ประสบการณ์ของผู้ถ่ายทอดในการทำงานกับต่างชาติ (Lin and Berg ,2001)

1.3 วัฒนธรรมเอกลักษณ์เฉพาะ (Cultural Trait) คือคุณลักษณะของผู้ถ่ายทอด เช่น ความพึงพอใจ ความเห็นใจ หรือ ความเห็นแก่ตัว (Fisher and Ranasinghe,2001 ; Kumaraswamy and Shetha , 2002 ; Makilouko,2004)

1.4 ความรู้พื้นฐาน (Knowledge base) คือ ระดับความรู้ที่มีอยู่ในตัวผู้ถ่ายทอด (Saad et al,2002 ; Wang et al , 2004)

2 ด้านผู้รับการถ่ายทอด (Transferrer)

2.1 ความตั้งใจในการเรียนรู้เทคโนโลยี (Intent to Learn Technology) ความสนใจของผู้รับในการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ จากต่างชาติ (Benedetto et al,2003 ; Ganesan and Kelsey ,2006 ; ; Malik,2002 ; Wang et al ,2004)

2.2 ระดับของประสบการณ์ (Level experience) ประสบการณ์ของผู้รับการถ่ายทอดกับการทำงานกับต่างชาติ (Lin and Berg ,2001)

2.3 วัฒนธรรมเอกลักษณ์เฉพาะ (Cultural Trait) คือคุณลักษณะของผู้รับการถ่ายทอด เช่น ความพึงพอใจ ความเห็นใจ หรือ ความเห็นแก่ตัว (Fisher and Ranasinghe,2001 ; Kumaraswamy and Shetha , 2002 ; Makilouko,2004)

2.4 ความรู้พื้นฐาน (Knowledge Base) คือ ระดับความรู้ที่มีอยู่ในตัวผู้รับการถ่ายทอด (Saad et al,2002 ; Wang et al , 2004)

4. ความสามารถในการเพิ่มมูลค่าเทคโนโลยี (Technology Induce Value Creation) ประกอบด้วย 3 หัวข้อย่อย ได้แก่

4.1 ความได้เปรียบทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Advance) สาเหตุที่รัฐบาลพยายามที่พัฒนาประเทศเพื่อให้เป็นข้อได้เปรียบในทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วย

4.2 การแข่งขัน (Competitiveness) ระดับของขบวนการถ่ายทอดในการปรับปรุงเพื่อสร้างความได้เปรียบ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (Benedetto et al,2003)

4.3 ประสิทธิภาพการปรับปรุง (Performance Improvement) เกี่ยวข้องกับความสามารถที่สูงขึ้นของผู้รับ เช่น การจัดการทักษะ และการปรับปรุงประสิทธิภาพ (Benedetto et al,2003)

4.4 ความได้เปรียบด้านองค์ความรู้ (Knowledge Advance) ระดับความรู้ที่ถูกรวบรวมแบ่งเป็น 2 ระดับ Explicit knowledge คือ ความรู้ที่เป็นเหตุและผล

2.10 ความสำคัญในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การสนับสนุนในสิ่งอำนวยความสะดวก ให้เพียงพอต่อองค์กรเป็นความต้องการที่มีอยู่ในทุกองค์กร โดยประโยชน์ที่ทุกองค์กรจะได้รับตามมา คือ ความสามารถในการสร้างเทคโนโลยีใหม่ๆ (Rush and Bessant,1992) ดังนั้นหลายองค์กรจึงมีความพยายามในการจัดสรรและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขัน ด้วยการเพิ่มความสามารถภายในและอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ และอื่นๆ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทัศนคติในการทำงาน การทำงานร่วมกันในองค์กรการวางแผน และการควบคุมขั้นตอนการทำงาน (Bessant ,1993) โดยสามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

1. การได้มาซึ่งความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในขั้นตอนวิธีการทำงาน ซึ่งในหลายๆ องค์กรยังมองข้าม และยังไม่อยู่ในแผนงานทางธุรกิจ

2. ความสำคัญของขบวนการผลิตและการกำหนดสิ่งที่เป็นอุปสรรค ต่อขั้นตอนการทำงานที่เป็นลักษณะคอขวด สิ่งเหล่านี้หากมีการกำหนดหน้าที่อย่างชัดเจนจะเกิดการทำงานที่ไหลลื่น

3. การให้และสร้างสิ่งอำนวยความสะดวก เป็นสิ่งที่องค์กรต้องนำมาพิจารณาเพราะมีส่วนช่วยในการสนับสนุนระบบการทำงาน เป็นสิ่งจำเป็นที่นำไปสู่การเกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ

สิ่งเหล่านี้เป็นข้อที่ควรนำมาพิจารณาในด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งเป็นเรื่องจำเป็นอย่างมาก แต่หากองค์กรใดมองข้ามไม่มีการนำมาปฏิบัติหรือให้การสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีก็จะไม่เกิดขึ้นและเกิดผลกระทบทางลบต่อธุรกิจของบริษัท ในทางตรงข้ามหากองค์กรธุรกิจใดประสบความสำเร็จทางธุรกิจมักมีผลมาจากการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ (Zahra,1994; Swierczek,1991) แต่ในอีกแง่หนึ่งมนุษย์ก็ต้องมีรอบคอบต่อเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพราะมีความเกี่ยวข้องกับความปลอดภัย สภาพแวดล้อมการทำงาน และการฝึกสอน (Towers,1986) องค์กรที่ประสบความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีพบว่า สิ่งสำคัญอยู่ที่การเปลี่ยนแนวคิดพื้นฐานด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์ Human Resource Management (HRM) ซึ่งรวมถึงข้อกำหนดในการวางขอบเขตขั้นตอนการทำงาน

การพิจารณาถึงแนวทางการวัดประสิทธิภาพจากการกระจายความรู้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาความเหมาะสมของขั้นตอนการถ่ายทอด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้ความรู้ประเภทนี้กลายเป็นจุดแข็ง ที่สร้างความได้เปรียบแก่องค์กรซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ดังนั้นการสร้างมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพจึงมีข้อจำกัดจำนวนมาก การวิเคราะห์กิจกรรมและความพร้อมในการรองรับการพัฒนาความรู้ต้องพิจารณาจากอดีตที่ผ่านมา เพื่อนำมากำหนดขั้นตอนและ

ขบวนการ โดยสิ่งท้าทายที่สำคัญ คือ การสร้างมาตรฐานในการวัด ด้วยมุมมองผ่านอนาคตซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจลงทุน ประสิทธิภาพเป็นหัวใจหลักของการบริหาร การสร้างดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหน่วยงาน จึงเป็นวิธีหนึ่งในการติดตามประเมินผลจากกิจกรรมที่ทำ โดยมีเป้าหมายเพื่อก่อให้เกิดข้อคิดเห็นและการแนะนำเพื่อลดการสูญเสีย ลดต้นทุนและรายจ่ายที่เกินความจำเป็น หรือเพื่อการค้นหาหน่วยงานตัวอย่างเพื่อเป็นแบบให้หน่วยอื่นๆ ได้เกิดการเรียนรู้

การเลือกสรรประเภทของเทคโนโลยีและวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี จึงเป็นขั้นตอนที่มีความละเอียดอ่อน ซับซ้อนและยุ่งยาก ขั้นตอนเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยทักษะและองค์ความรู้ เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีความเปราะบางและต้องใช้ต้นทุนสูง ซึ่งจะทำให้ได้มันต้องการความอดุสาหะ บ่อยครั้งที่ผู้ซื้อเทคโนโลยีเกิดความท้อแท้ ส่วนหนึ่งเกิดจากผู้ซื้อเทคโนโลยีไม่มีอำนาจในการต่อรอง (Djeflat,1988) ซึ่งเทคโนโลยีที่ถูกนำไปใช้จะมีผลโดยตรงอย่างยิ่งกับประสิทธิภาพภาคการผลิต และผลประกอบการทางธุรกิจ (Ford,1988) การเปลี่ยนโครงสร้างขององค์กรและการฝึกฝนทักษะ การให้ความรู้เป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จขององค์กร

2.11 การวัดประสิทธิภาพด้วย DEA (Data Envelopment Analysis)

การวัดประสิทธิภาพ ถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องถูกนำมาพิจารณาถึงผลการดำเนินงานของหน่วยผลิตและค่าประสิทธิภาพที่ได้ เป็นการประเมินในเชิงความสามารถของการใช้ปัจจัยนำเข้าเปรียบเทียบกับหน่วยผลผลิตได้

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

วิธีการวัดประสิทธิภาพที่นิยมนำมาใช้ในการวัดผลการดำเนินงาน คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในแต่ละหน่วยผลิต กับค่ามาตรฐาน (Benchmark) ซึ่งในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตนั้น ค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่ได้จากหน่วยผลิตที่ดีที่สุด (Best Practice) เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตที่กำลังศึกษาทั้งหมด หรืออาจกล่าวได้ว่าหน่วยผลิตนั้นเป็นหน่วยผลิตที่อยู่ในระดับแนวหน้า (Frontier) ส่วนหน่วยผลิตอื่นๆ จะมีศักยภาพหรือประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า(Inefficiency) โดยทั่วไปการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ดังนี้

$$\text{Relative Efficiency} = \frac{\text{WeightOutput}}{\text{WeightInput}}$$

สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Relative Efficiency} = \frac{\sum_j^n u_r y_{rj}}{\sum_i^m \omega_i x_{ij}}; i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n$$

โดย x_{ij} = จำนวนปัจจัยนำเข้า (input) ที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} = จำนวนผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

μ_r = ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

ω_i = ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i

n = จำนวนของหน่วยผลิต

s = จำนวนของผลผลิต

m = จำนวนของปัจจัยนำเข้า

การวัดประสิทธิภาพเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นแทบทุกองค์กร ทั้งในภาคธุรกิจ รัฐบาล โรงพยาบาล หรือสถาบันการศึกษาซึ่งนิยมนำมาใช้ประเมินในด้านต่าง ๆ เช่น ต้นทุนต่อหน่วย กำไรต่อหน่วย ความพึงพอใจต่อหน่วย หรืออื่นๆ สามารถมองได้ในรูป Output หลักพื้นฐานทั่วไปในการวัดประสิทธิภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ 1) การวิเคราะห์อัตราส่วน (Ratio analysis) 2) การวิเคราะห์เชิงพารามेटริก (Parametric Approaches) 3) การวิเคราะห์เชิงนพารามेटริก (Non-parametric Approach)

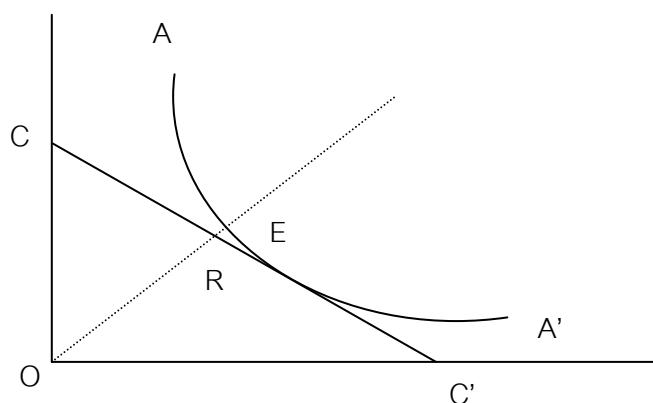
การวัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยการผลิตเริ่มต้นจาก (Farrell,1975) พบว่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตประกอบด้วยประสิทธิภาพ 2 ประเภท คือ ประสิทธิภาพด้านเทคนิค หมายถึง ความสามารถของหน่วยการผลิตที่สามารถผลิตให้ได้มากที่สุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และประสิทธิภาพในการจัดสรร หมายถึง ความสามารถของหน่วยผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขระดับราคาที่เป็นอยู่ (Farrell,1975 ; Fare .et,al ,1985) ได้เสนอแนวความคิดการวัดประสิทธิภาพจากฟังก์ชันจากขอบเขตประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต ในด้านปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไปแต่โดยมากแล้วเป็นการกำหนด

ขอบเขตประสิทธิภาพของหน่วยผลิตด้วยวิธีการ DEA (Data Envelopment Analysis) และ Stochastic Frontiers ทั้งสองวิธีเป็นการนำความรู้ด้านสมการเส้นตรง (Linear Programming) มาประยุกต์ใช้

การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านเทคนิคและการจัดสรรทรัพยากรโดยวิธีการ DEA ริเริ่มขึ้นโดย (Charnes , Cooper and Rhodes,1978) เป็นการมองด้านผลผลิตหรือด้านปัจจัยการผลิตที่อาศัยความเข้าใจคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และจากข้อมูลของหน่วยผลิตใดๆ DEA จะพยายามกำหนดการไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิตนั้นๆ โดยพิจารณาจากสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงได้หรือจากสัดส่วนของผลผลิตที่สามารถเพิ่มขึ้นได้จากปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ ซึ่งทั้งสองส่วนจะมีค่าเท่ากันในกรณีของ Constant Returns to Scale และต่างกันกรณีอื่นๆ แต่สำหรับกรณีการใช้ Linear Programming แทนวิธีการคำนวณโดยใช้เครื่องมือเศรษฐกิจมิติต่างๆ แล้วก็จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ได้ สำหรับปัญหาการเลือกด้านการวัดประสิทธิภาพว่าจะเป็นด้านผลผลิต หรือปัจจัยการผลิตนั้นโดยทั่วไปแล้วการศึกษาต่างๆ วิธีการคัดเลือกแนวทางการวัดประสิทธิภาพจะพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมหน่วยผลิตที่มีต่อปัจจัยการผลิตหรือผลผลิต หากหน่วยผลิตสามารถควบคุมปริมาณผลผลิตได้แน่นอนแนวทางการวัดจากผลผลิต (Output Oriented Approach) น่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมกว่า แต่ถ้าหากหน่วยผลิตสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตได้ดีกว่าการวัดประสิทธิภาพจากด้านปัจจัยการผลิต (Input Oriented Approach) จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่าซึ่งวิธีการวัดประสิทธิภาพทั้งด้านปัจจัยการผลิตและผลผลิตโดยการใช้ Linear Programming นั้นจะมีกระบวนการคล้ายๆ กันเพียงแต่ว่าในด้านผลผลิตนั้นสมการประสงค์ (Objective Equation) จะกำหนดจาก Maximization ภายใต้ข้อจำกัดด้านปัจจัยการผลิตต่างๆ ในสมการเงื่อนไข (Constraints) แต่การวัดจากด้านปัจจัยการผลิตนั้นจะมีสมการประสงค์เป็นรูป Minimization ภายใต้เงื่อนไขของจำนวนการผลิตที่กำหนด เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามในการผลิตตามปริมาณที่ต้องการโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร Data Envelopment Analysis หรือ DEA เป็นวิธีการสำหรับวัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน

การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure)
หน่วยผลิตจะสามารถลดปริมาณการนำเข้าปัจจัยนำเข้าลงอย่างเป็นสัดส่วนได้อย่างไร โดยที่ปริมาณปัจจัยนำเข้าที่ใช้ไม่เปลี่ยนแปลง คือการวัดประสิทธิภาพในแง่การนำเข้าปัจจัยการผลิต โดยหาระดับ

การผลิตที่ทำให้ต้นทุนต่ำสุด หรือการใช้ปัจจัยการผลิตให้น้อยที่สุด ณ ระดับการผลิตที่กำหนดมาให้ ตามภาพที่ 1



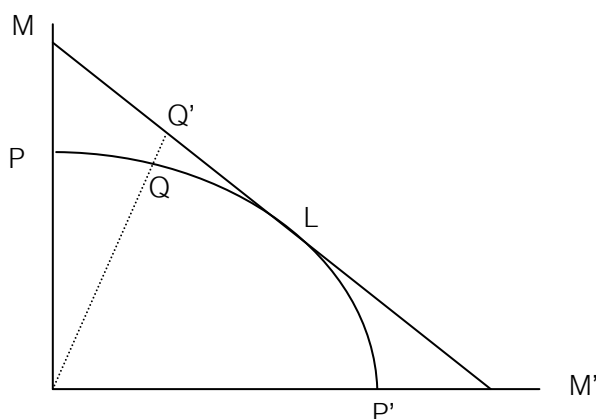
ภาพที่ 2.12

คำอธิบายภาพ : การวัดประสิทธิภาพแบบ Input-Oriented

ที่มา : อัครพงศ์ อันทอง. คู่มือการใช้โปรแกรม DEAP 2.1 สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วย

วิธีการ Data Envelopment analysis : สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต (Output-Oriented Measure) คือการวัดประสิทธิภาพในแง่ของผลผลิต โดยหาระดับการผลิตที่ทำให้ได้ผลผลิตหรือกำไรที่มากที่สุด ณ ระดับปัจจัยการผลิตที่กำหนด ตามภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13

คำอธิบายภาพ : การวัดประสิทธิภาพแบบ Output-Oriented

ที่มา : อัครพงศ์ อันทอง. คู่มือการใช้โปรแกรม DEAP 2.1 สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment analysis : สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

นอกจากนี้ยังมีวิธีการใช้ Data Envelopment Analysis (DEA) อีกวิธีหนึ่ง คือ Stochastic Frontier เป็นการวิเคราะห์โดยวิธีการเศรษฐมิติ ซึ่งประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum likelihood และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งการพัฒนาแบบจำลอง Stochastic frontier model และการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ทางด้านต่าง ๆ เช่น การประมาณค่าฟังก์ชันการผลิต ฟังก์ชันกำไร เป็นต้น

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการ DEA (Data Envelopment Analysis) จึงเป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพที่ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติโดยไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-Parametric Statistics) ซึ่งไม่จำเป็นต้องทราบลักษณะข้อมูล ไม่ต้องกำหนดบริเวณวิกฤตและความคลาดเคลื่อน (Random Error) การวัดประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลาและไม่ต้องกำหนดการแจกแจง (Distribution) ระหว่างผลผลิตและปัจจัยนำเข้าแต่ใช้ Linear Programming ในการคำนวณขอบเขตกลุ่มตัวอย่าง (Frontier Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ โดยการพิจารณาปัจจัยนำเข้า (Inputs) และผลผลิต (Outputs) ที่เป็นตัวแปร เชิงคุณภาพ (Qualitative variable) และเชิงปริมาณ (Quantitative variables) ได้หลายปัจจัยในคราวเดียวกัน (Multi Input and Output) ในการหาผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้อจำกัด (Charnes , Cooper and Rhodes , 1978)

หลักการวัดประสิทธิภาพโดยหลักการทั่วไป คือ การเปรียบเทียบระหว่างผลผลิต (Input) กับปัจจัยนำเข้า (Output) หรืออีกด้านหนึ่ง คือ การวัดต้นทุนเทียบกับผลผลิต หรือบริการ โดยกำหนดให้หน่วยผลิต (บริษัท) เป็นหน่วยวิเคราะห์ Decision Making Unit : DMU โดยเปรียบเทียบกับแบบจำลอง DEA (Data Envelopment Analysis) เป็นเทคนิคโปรแกรมมิ่งที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเทคนิค DEA ไม่นำความคลาดเคลื่อนเข้ามาพิจารณา ความด้อยประสิทธิภาพจากการคลาดเคลื่อนของปัจจัยนำเข้า และไม่มีข้อสมมติเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ผลิต เช่น การแสวงหากำไรสูงสุด หรือต้นทุนต่ำสุด นอกจากนี้ข้อมูลที่ต้องการขึ้นอยู่กับตัวแบบโมเดลที่ใช้ เช่น Standard DEA ต้องการเพียงข้อมูลปริมาณการผลิตและปัจจัยนำเข้า ขณะที่วิธีการ Stochastic frontier นำความคลาดเคลื่อนมาพิจารณา ด้วยเหตุนี้ Stochastic frontier จึงเหมาะกับการศึกษาข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนและข้อมูลที่อาจมีอิทธิพลต่อความคลาดเคลื่อนที่ผู้ศึกษาไม่ทราบ เช่น สภาพอากาศ กับการศึกษาด้านการเกษตร (ความด้อยประสิทธิภาพจากการคลาดเคลื่อนของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยอิสระที่อยู่นอกเหนือการควบคุม) ทั้งนี้ข้อมูลที่ต้องการยังขึ้นอยู่กับข้อสมมติเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ผลิต ปัจจุบันทั้งสองวิธีถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในงานศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีไหนดีที่สุด ทั้งนี้การศึกษาโดยใช้วิธีใดต้องพิจารณาจากวัตถุประสงค์และข้อมูลที่ใช้เป็นสำคัญ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์อัตราส่วน (Ratio Analysis) และการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย (Regression Analysis) พบว่าเทคนิค DEA มีข้อได้เปรียบ คือ (Bowlin, 1999)

1. คุณสมบัติข้อดีของ DEA

1.1 เทคนิค DEA ไม่จำเป็นต้องระบุรูปแบบฟังก์ชัน

1.2 สามารถบอกได้ว่าความด้อยประสิทธิภาพเกิดจากปัจจัยนำเข้าใด และเป็นจำนวนเท่าใด

1.3 การหาสมการ Production Frontier เทคนิค DEA สามารถประเมินความด้อยประสิทธิภาพและผลตอบแทนต่อขนาดได้ดีกว่า และเทคนิค DEA จะให้คำตอบที่เหมาะสมของแต่ละหน่วยการผลิต ขณะที่วิธีสมการถดถอยให้คำตอบที่เหมาะสมค่าเดียวเท่านั้น

1.4 ค่าสัมประสิทธิ์หรือน้ำหนัก (Coefficient or Weight) ที่ได้จากเทคนิค DEA เป็นค่าเฉพาะของแต่ละหน่วยการผลิตที่พิจารณาเท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนในการประเมินการด้อยประสิทธิภาพของทุกกลุ่มได้ ดังนั้นการใช้สมการถดถอยจึงเหมาะสมกว่าหากผู้วิเคราะห์ต้องการประมาณการการประสิทธิภาพของทั้งกลุ่ม

2. คุณสมบัติข้อดีของ DEA

2.1 การไม่พิจารณาการมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์หรือน้ำหนัก อีกทั้งการวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยยังเป็นที่คุ้นเคยและยอมรับได้ง่าย

3. ข้อควรระวังในการคัดเลือกตัวแปร Input และ Output

3.1 ผลผลิตและปัจจัยนำเข้าต้องมีความสัมพันธ์ในทางบวกกล่าวคือ การเพิ่มปัจจัยนำเข้าอย่างน้อยหนึ่งจำนวนจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1 หรือมากกว่า

3.2 ตัวแปรที่นำมาใช้ควรมาจากข้อมูลที่มีอยู่และควรเลือกตัวแปรผลผลิตและปัจจัยนำเข้าที่สำคัญเท่านั้น

3.3 ตัวแปรผลผลิตและปัจจัยนำเข้าต้องง่ายแก่การเข้าใจกล่าวคือ สามารถวัดกิจกรรมของหน่วยการผลิตได้อย่างสมบูรณ์และได้ความหมาย

3.4 ค่าของตัวแปรมีความถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากจะส่งผลต่อผลตีความได้ผล การวัดประสิทธิภาพในกรณีศึกษาเป็นกรณีศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละองค์กรในกลุ่มตัวอย่างการศึกษาเท่านั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะนำผลการศึกษาไปเปรียบเทียบกับงานศึกษาอื่น ที่มีกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันและการศึกษาภายในกลุ่มตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกัน เช่น มีลักษณะพื้นฐานใกล้เคียงกัน จะช่วยลดความแตกต่างด้านประสิทธิภาพอันเกิดจากความแตกต่างระหว่างต้นทุนของปัจจัยนำเข้า และในการวัดประสิทธิภาพนี้ได้มุ่งที่จะวัดว่าบริษัทแต่ละแห่งมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไร ภายใต้สภาวะเศรษฐกิจสังคม ณ เวลานั้น ดังนั้นค่าคะแนนประสิทธิภาพที่วัดได้จึงเป็นเพียงการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้น

4. ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยวิธี DEA การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยเทคนิค Data analysis envelopment (DEA) ในการศึกษาครั้งนี้อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป DEAP 2.1 โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

จากแนวคิดของ M.J. Farrell (1957) อาศัยหลักการของ Frontier Analysis ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต แนวคิดดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นให้กับนักเศรษฐศาสตร์หลายท่านได้คิดและพัฒนาวิธีการและแบบจำลองขึ้นมาเพื่อวัดประสิทธิภาพ เช่น Data Envelopment Analysis(DEA), Stochastic Frontier Approach (SFA), Thick Frontier Approach (TFA) และ Distribution Free Approach (DFA) เป็นต้น

การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นวิธีการหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินงานเนื่องจากวิธีการนี้ไม่ต้องการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชัน (Function Form) ที่ใช้ในการพิจารณา และวิธีการนี้ก็สามารถวัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานได้ในกรณีที่มียปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (Multi Input

and Output) (Charnes, Cooper and Roberts, 1978) ได้นำเสนอวิธีการ DEA เป็นกลุ่มแรก โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Linear Programming (DEA ถือได้ว่าเป็นวิธีการแบบ Non-Parametric) ในการประเมินค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิต

Charnes et al. (1978) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต n ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต i แล้วได้ผลผลิต r ดังนั้นประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถหาได้จากการแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดย (Charnes et al. ,1978) ซึ่งแบบจำลองนี้จะเป็นการพิจารณาทางด้านปัจจัย (Input-Oriented) และมีลักษณะของผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale : CRS) สามารถเขียนแบบจำลองได้ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij0} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \mu_r y_{rj0} = 1, \\ & \sum_{j=1}^n \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij} \leq 0 \\ & \mu_r, \omega_i \geq \varepsilon \geq 0 \quad i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n \quad (1) \end{aligned}$$

โดย x_{ij} = จำนวนปัจจัยนำเข้า (input) ที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} = จำนวนผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

μ_r = ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

ω_i = ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i

n = จำนวนของหน่วยผลิต

s = จำนวนของผลผลิต

m = จำนวนของปัจจัยนำเข้า

ε = ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

แบบจำลองข้างต้นนี้เป็นรูปแบบทวีคูณ (Multiplier Form) ของ DEA เพื่อความสะดวกในการคำนวณประสิทธิภาพของหน่วยผลิต สามารถใช้ปัญหาควบคู่ (Dual Problem) ของสมการที่ (1) ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์โดยสามารถเขียนปัญหาควบคู่ของแบบจำลองที่ (1) ได้ดังนี้

$$\text{Max} \theta + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_{ij0}^- + \sum_{r=1}^s s_{rj}^+ \right)$$

$$\begin{aligned}
\text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_{ij0}^- = x_{ij0}, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta y_{rj0} - s_{rj0}^+ = 0 \\
& \lambda_j, s_{ij0}^-, s_{rj0}^+ \geq 0
\end{aligned}$$

โดยเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับหน่วยผลิตที่ j_0 จะบรรลุประสิทธิภาพ คือ $g_0 = \theta = 1$, $s_{ij0}^- = s_{rj0}^+ = 0$ โดยตัวแปรเหล่านี้ได้มาจากการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด สำหรับประสิทธิภาพของหน่วยผลิตนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 หรือเป็นค่าที่อยู่บนเส้นพรมแดน (frontier) ส่วนค่ามาตรฐานที่เป็นจุดมุ่งหมายสำหรับหน่วยผลิตที่ j_0 ที่ไม่มีประสิทธิภาพสามารถหาได้จาก $x'_{ij0} = x_{ij0} - s_{ij0}^-$ และ $y'_{rj} = \theta y_{rj0} - s_{rj0}^+$ เมื่อ s_{ij0}^- คือ ปัจจัยนำเข้าส่วนเกิน และ s_{rj0}^+ คือ ผลผลิตในส่วนที่ขาด

แบบจำลองข้างต้นเป็นแบบจำลองที่มีข้อจำกัดน้อยกว่าแบบจำลองในรูปแบบทวิคูณ ดังนั้นจึงนิยมใช้แบบจำลองในรูปแบบห่อหุ้มในการแก้ปัญหามากกว่าการใช้แบบจำลองในรูปแบบทวิคูณ โดยค่าของ θ จะเป็นค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่ i ซึ่ง $\theta \leq 1$ ถ้า $\theta = 1$ จุดจะอยู่บนเส้นพรมแดน (Frontier) หมายความว่า หน่วยผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคตามแนวคิดของ Farrell (1957) แบบจำลองข้างต้นเป็นแบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติแบบ CRS ซึ่งจะใช้ได้อย่างเหมาะสมเมื่อหน่วยผลิตทุกหน่วยมีการดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (Optimal Scale) ฉะนั้นเมื่อมีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หน่วยผลิตไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาใหม่ โดย (Banker, Charnes and Cooper, 1984) ภายใต้ข้อสมมุติ Variable Returns to Scale (VRS) แบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติ VRS จะต้องเพิ่มสมการข้อจำกัดเข้าไปในแบบจำลอง อีกหนึ่งสมการ คือ $N1 \quad \lambda = 1$ (เป็นข้อจำกัดของค่าความโค้ง: Convexity Constraint) เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยผลิตขนาดเดียวกันอย่างแท้จริงต่อมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวโดยการเพิ่มข้อจำกัด $N1 \quad \lambda \leq 1$ เข้าไปในแบบจำลองแบบจำลองที่พัฒนาใหม่นี้สามารถหาค่าประสิทธิภาพในช่วง Non-Increasing Returns Scale (NIRS.) ได้ ดังนั้นลักษณะของ แบบจำลองสุดท้ายภายใต้ข้อสมมุติ VRS ที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Min}_{0, \lambda} \theta$$

$$\begin{aligned}
 \text{s.t.} \quad & -y_i + y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - x\lambda \geq 0 \\
 \text{N1} \quad & \lambda \leq 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

สรุปการวัด DEA ภายใต้ข้อสมมติ Constant Returns to Scale (CRS) และ Variable Returns to Scale (VRS) ในกรณีที่พิจารณาทางด้าน Input Orientated และ Output Orientated สามารถประเมินได้จากการทำ Linear Programming ในแบบจำลองดังนี้

แบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ Constant Returns to Scale (CRS)

Input Oriented	Output Oriented
$ \begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ & -y_i + y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - x\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} $	$ \begin{aligned} & \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi \\ & -\phi y_i + y\lambda \geq 0 \\ & x_i - x\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} $

แบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ Variable Returns to Scale (VRS)

Input Oriented	Output Oriented
$ \begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ & -y_i + y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - x\lambda \geq 0 \\ & \text{N1 } \lambda \leq 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} $	$ \begin{aligned} & \text{Max}_{\phi, \lambda} \phi \\ & -\phi y_i + y\lambda \geq 0 \\ & x_i - x\lambda \geq 0 \\ & \text{N1 } \lambda \leq 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} $

การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติแบบ VRS เป็นการวัดประสิทธิภาพในกรณีที่มีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้หน่วยธุรกิจหนึ่งไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติแบบ CRS นั้นจะต้องมีข้อจำกัดที่ว่าหน่วยผลิตทุกหน่วยจะต้องมีการดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (Optimal Scale) ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติ Constant Return to Scale

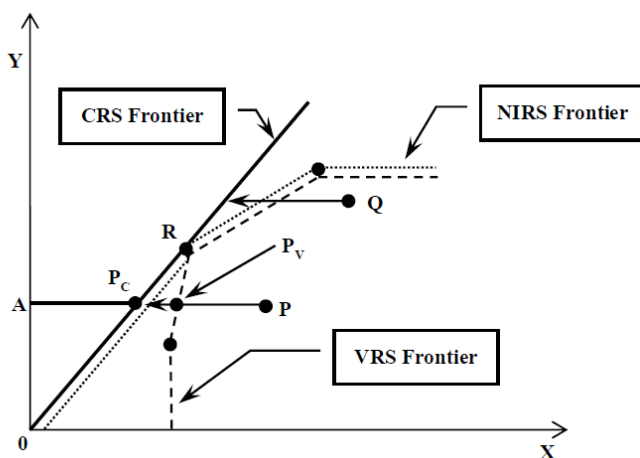
(TECRS) ประกอบไปด้วย Scale Efficiency (SE) และ Pure Technical Efficiency (TEVRS) ซึ่งถ้าหากหน่วยผลิตบางหน่วยไม่ได้ดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม ค่า TECRS และ TEVRS จะมีค่าไม่เท่ากัน และ TECRS TEVRS จะได้ Scale Efficiency(SE) ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยรูปที่ 1 เมื่อสมมติให้หน่วยผลิตมีการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิด ให้ได้ผลผลิต 1 ชนิด ดังนั้น

$$TE_{CRS} = AP_C / AP$$

$$TE_{VRS} = AP_V / AP$$

$$SE = AP_C / AP_V \text{ ซึ่งก็คือ } TE_{CRS} / TE_{VRS}$$

โดยค่าของ TE_{CRS} , TE_{VRS} และ SE มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 จากสมการทั้งสามแสดงว่า $TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE$ ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติ Constant Return to Scale (TE_{CRS}) จะประกอบ ด้วย Pure Technical Efficiency (TE_{VRS}) และ Scale Efficiency (SE)



ภาพที่ 2.14

คำอธิบายภาพ : แสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาค่า Scale Efficiency (SE)

ที่มา : Coelli; Rao and Battese (1997)

นอกจากนี้ในแบบจำลอง VRS ที่นำเสนอข้างต้น เป็นแบบจำลองที่สามารถบอกได้ว่าหน่วยผลิตนั้นมีผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Returns Scale : irs.) หรือมีผลได้ต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns Scale : drs.) เนื่องจากในแบบจำลองดังกล่าวได้ใช้ข้อจำกัด N1

$\lambda \leq 1$ ดังนั้นจึงสามารถหาค่าประสิทธิภาพได้ในช่วง Non - Increasing Returns to Scale (NIRS) ได้

$TE_{NIRS} = TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} \neq TE_{CRS}$ แสดงว่าเป็น decreasing returns to scale (drs.)

$TE_{NIRS} \neq TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} = TE_{CRS}$ แสดงว่าเป็น increasing returns to scale (irs.)

สำหรับการวัดประสิทธิภาพต้นทุน (Cost Efficiency) และประสิทธิภาพโดยรวม (Allocative Efficiency) นั้น ต้องทำการประมาณค่าเส้นพรมแดนทางต้นทุน ซึ่งเส้นดังกล่าวจะเป็นเส้นที่แสดงถึงจุดที่หน่วยผลิตมีการใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด สามารถเขียนแบบลองทางคณิตศาสตร์ของการหาประสิทธิภาพทางต้นทุน ภายใต้ข้อสมมติ Variable Returns to Scale (VRS) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\lambda, x_i} & -w_i x_i \\ & -y_i + y\lambda \geq 0 \\ & x_i - x\lambda \geq 0 \\ \text{N1 } & \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

โดยที่ w_i คือ ราคาปัจจัยการผลิต

x_i คือ เวกเตอร์ของปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่มีการใช้ต้นทุนต่ำที่สุด

แบบจำลองข้างต้นนั้นต้องการหาจุดที่มีต้นทุนต่ำที่สุดโดย Linear Programming ในแบบจำลองข้างต้นจะคำนวณหาปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยกำหนดราคาปัจจัย (w_i) และผลผลิต (y_i) มาให้ ดังนั้นประสิทธิภาพต้นทุนรวม (total cost efficiency) หรือประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Efficiency) ของหน่วยผลิตที่ i สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$CE = w_i x_i / w_i x_i$$

และสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (Allocative Efficiency) ได้ดังนี้

$$AE = CE / TE$$

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ DEA ในการพิจารณาทางด้านรายได้ โดยการคำนวณหาปริมาณผลผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้มีรายได้สูงสุด โดยกำหนดราคาผลผลิต (p_i) และปัจจัยการผลิต(x) มาให้ซึ่งสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการหาประสิทธิภาพทางรายได้ภายใต้ข้อสมมติ Variable Returns to Scale (VRS) ได้ดังนี้

$$\text{Max}_{\lambda, y_i} - p_i y_i$$

$$- y_i + y \lambda \geq 0$$

$$x_i - x \lambda \geq 0$$

$$\text{N1 } \lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

โดยที่ p_i คือ ราคาผลผลิต

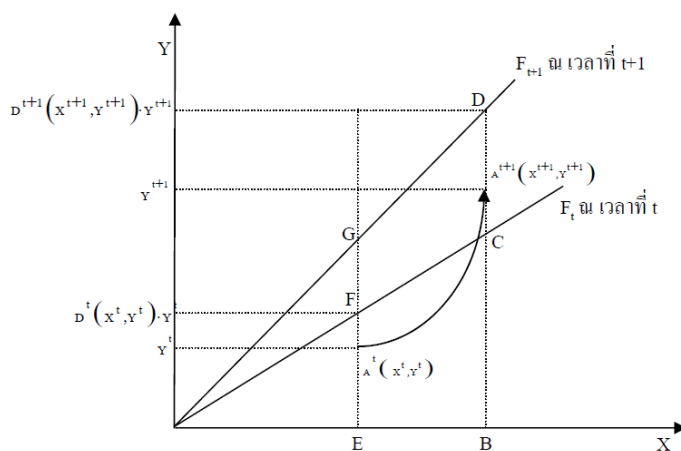
y_i คือ เวกเตอร์ของปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่ก่อให้เกิดรายได้สูงสุด เช่นเดียวกันสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางรายได้ของหน่วยผลิตที่ i ได้ดังนี้

$$RE = p_i y_i / p_i y_i$$

และสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (Allocative Efficiency) ได้ดังนี้

$$AE = RE / TE$$

5. การวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการจัดการ (Measurement of Managerial Efficiency Change) วิธีวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการวัดการเปลี่ยนแปลง ของประสิทธิภาพการจัดการของหน่วยผลิตได้โดยนำวิธีการ DEA มารวมกับ Malmquist Productivity Approach สามารถอธิบายได้ดังรูป



ภาพที่ 2.15

คำอธิบายภาพ : แสดงแนวคิดของการวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการจัดการ

ที่มา : Shiuh-Nan Hwang and Te Yi Chang (2003)

จากภาพที่ 2.15 เมื่อกำหนดให้ F_t คือ เส้น Frontier ณ เวลาที่ t และ F_{t+1} คือ เส้น Frontier ณ เวลาที่ $t+1$ ในขณะที่ ณ จุด $A^t(x^t, y^t)$ และ $A^t(x^t, y^t)$ แสดงถึง เวกเตอร์ของปัจจัยนำเข้า-ผลผลิต ของหน่วยผลิต ณ เวลาที่ t และ $t+1$ ตามลำดับ สำหรับวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพจาก ณ เวลาที่ t ถึง $t+1$ สามารถทำได้โดยการใช้ฟังก์ชันระยะทางประสิทธิภาพ (Efficiency Distance Functions) $D_t^1(x^t, y^t) +$ ฟังก์ชันนี้หมายความว่า เส้น Frontier ณ เวลาที่ $t+1$ จะถูกใช้อ้างอิงในการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยผลิต A ณ เวลาที่ t ซึ่งสามารถแสดงเป็นปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Problem) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} D^{t+1}(x^t, y^t) &= \text{Max} \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^{t+1} x_{ij}^{t+1} &\leq x_{ij}^t, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^{t+1} x_{rj}^{t+1} &\leq \theta y_{rj}^t, \\ \lambda_j^{t+1} &\geq 0 \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s, \quad j = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

ในทางกลับกันฟังก์ชันระยะทางประสิทธิภาพ $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ จะหมายความว่าถึง เส้น Frontier ณ เวลาที่ t ที่จะถูกใช้อ้างอิงในการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยผลิต A ณ เวลาที่ $t+1$ และสามารถแสดงเป็นปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Problem) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) &= \text{Max} \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^t x_{ij}^t &\leq x_{ij}^{t+1}, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^t y_{rj}^t &\geq \theta y_{rj}^{t+1}, \\ \lambda_j^t &\geq 0 \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s, \quad j = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า $D^t(x^t, y^t)$ และ $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ ก็คือ แบบจำลองที่พิจารณาทางด้านผลผลิต (Output-Oriented) และมีลักษณะผลตอบแทนคงที่ (CRS) เหมือนกับแบบจำลองที่ (2) จากความหมายเรขาคณิต (Geometric) ของฟังก์ชันระยะทาง (Distance Function) ที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น และเมื่อพิจารณารูปที่ 2 อีกครั้ง จะทำให้ทราบว่า

$$\begin{aligned}
D^t(x^t, y^t) &= EF / EA^t \\
D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) &= BD / BA^t \\
D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) &= BC / BA^t \\
D^{t+1}(x^t, y^t) &= EF / EA^t
\end{aligned}$$

Caves et al. (1982) และ Färe et al (1992) ได้นำเสนอวิธีการวัด Malmquist Productivity Index โดยอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพ (Shift in Efficiency: SIE) จากเวลาที่ t ถึงเวลาที่ $t+1$ นั้น ก็คือ สัดส่วนของ BD / BC และ EG / EF สำหรับค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ของ BD / BC และ EG / EF สามารถหาได้ดังนี้

$$SIE_{t,t+1} = \left[\frac{BD}{BC} - \frac{GE}{FE} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

เช่นเดียวกัน CIE (Catching-up in Efficiency) จากเวลาที่ t ถึงเวลาที่ $t+1$ สามารถอธิบายได้ในแบบจำลองที่ (9) เป็นการแสดงถึงสัดส่วนระหว่างประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ (Relative Efficiency) ของหน่วยผลิต ณ เวลาที่ $t+1$ เทียบกับ ณ เวลาที่ t

$$\begin{aligned}
CIE_{t,t+1} &= \frac{BA^{t+1}}{BD} \cdot \frac{EA^t}{EF} \\
&= \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{-1} \\
&= \left[\frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]
\end{aligned}$$

สามารถหาการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวม (Total Efficiency Change) ของหน่วยผลิต ณ เวลาที่ t ถึงเวลาที่ $t+1$ ได้จาก $CIE_{t,t+1} \times SIE_{t,t+1}$ ดังนี้

$$\begin{aligned}
TEC_{t,t+1} &= CIE_{t,t+1} \times SIE_{t,t+1} \\
&= \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}
\end{aligned}$$

$$= \left[\frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

แบบจำลองที่ (10) คือ Malmquist Productivity Index ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพ

2.12 การประยุกต์ใช้ Data Envelopment Analysis

Bessent และคณะ (1982) นำ DEA เป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของนักเรียนในโรงเรียนต่าง ๆ ใน Houston โดยการวัดประสิทธิภาพจะอาศัยปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ทรัพยากรต่างๆ และปัจจัยนำออก ได้แก่ การเรียนรู้ของเด็กนักเรียน ทรัพยากรหมายถึง งบประมาณงานที่ได้ครูแต่ละคนได้รับมอบหมาย งานที่นักเรียนแต่ละคนได้รับมอบหมาย ส่วนการเรียนรู้ของเด็กนักเรียนจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานเป็นตัวชี้วัด ผลจากการวัดประสิทธิภาพทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนโดยเฉลี่ยของเด็กนักเรียนในโรงเรียนใน Houston ให้อยู่ในระดับเฉลี่ยที่สูงขึ้น

Lewin และคณะ (1982) วัดประสิทธิภาพบริหารงานของศาล โดยสามารถวัดได้จากการจัดการและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการบริหารงานของศาล โดยพิจารณาแยกออกเป็นปัจจัยนำเข้า (Input) และปัจจัยนำออก (output) การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA นี้จะคล้ายกับวิธี Ratio Analysis แต่ DEA จะดีกว่าในส่วนที่สามารถพิจารณาที่หลาย ๆ ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยนำออกได้ และนอกจากนี้ดัชนีชี้ประสิทธิภาพที่แสดงออกมา สามารถทำการปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการพิจารณาในส่วนของปัจจัยที่มีผลกระทบนั้น ๆ

Wang และคณะ (1990) ใช้ DEA ประเมินประสิทธิภาพการทำงานในบริษัท เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของระบบสารสนเทศ (Information Technology) ที่มีต่อ Performance ของบริษัททำให้สามารถระบุถึงประสิทธิภาพของประโยชน์จากสารสนเทศที่มีต่อบริษัท และความสำคัญของสารสนเทศที่มีต่อกิจกรรมต่างๆ ของบริษัท รวมถึงผลกระทบที่มีต่อบริษัท

William (1990) ทำการวัดประสิทธิภาพในกิจกรรมการซ่อมบำรุงในบริษัท US Air Force

Smith (1991) วัดประสิทธิภาพของสถาบันการเงิน โดยใช้ DEA แทนวิธีการวิเคราะห์อัตราส่วน (Ratio Analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สภาพของสถาบันการเงินมานานแล้ว และมีข้อจำกัดที่ต้องใช้เพียง 1 ปัจจัยที่นำมาเป็นตัวตั้งและเพียง 1 ปัจจัยที่นำมาเป็นตัวหาร ทำให้

ขอบเขตการใช้งานแคบ ซึ่งเมื่อได้นำ DEA มาใช้วิเคราะห์แทนแล้วส่งผลให้ขอบเขตของการใช้งานและการวิเคราะห์กว้างขึ้น

Di Giokas (1991) วัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในแต่ละสาขาย่อยของธนาคาร โดยใช้ 2 วิธีการเป็นเครื่องมือในการวัด คือ DEA และ Loglinear Model : LM เพื่อหาความแตกต่างในด้านต่างๆ ของเครื่องมือทั้งสองชนิดนี้ ซึ่งจากการเปรียบเทียบกันโดยใช้สาขาย่อยของธนาคารเป็นกรณีศึกษาสามารถแยกเป็นประเด็นได้ ประเด็นแรกผลที่ได้จากการวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในแต่ละสาขาย่อยของธนาคารไม่มีความแตกต่างกันเลยทางนัยสำคัญ ประเด็นที่สองค่าดัชนีที่ได้จากการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี LM สามารถจัดลำดับสาขาย่อยของธนาคารได้ภายใต้สเกลเดียวกัน ส่วนวิธี DEA ค่าดัชนีที่ได้ไม่สามารถนำมาจัดเรียงลำดับได้โดยตรง ประเด็นที่สาม ด้านการใช้งาน วิธี LM มีขีดจำกัดคือต้องทำให้มีปัจจัยนำเข้าเพียงปัจจัยเดียว ส่วนวิธี DEA สามารถหาได้จากทีละหลาย ๆ ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยนำออก

Richard และคณะ (1993) นำ DEA ใช้ในการแก้ไขปัญหาความล้มเหลวของธนาคาร อันมาจากการขาดประสิทธิภาพในการบริหารงานด้านการตลาด

Thompson (1996) ทำการวัดประสิทธิภาพในกลุ่มบริษัทน้ำมัน เพื่อหาแนวทางการลงทุนในกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันได้อย่างเหมาะสม

Zhu (1996) ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศจีน เพื่อพิจารณาแนวโน้มกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศจีน

Althin (1996) ทำการศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงของผลกำไรและการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตยาในประเทศสวีเดน

Kingshuk (1996) ทำการวัดประสิทธิภาพกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้นำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในกระบวนการผลิต

Arnold และคณะ (1996) ทำการวัดประสิทธิภาพของโรงเรียนต่าง ๆ ในรัฐ Texas โดยใช้ DEA ผสมผสานกับเทคนิคการถดถอยทางสถิติ (Regression) เพื่อขยายขอบข่ายการใช้งานไปสู่การวัดประสิทธิภาพของ DMUs ที่ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าหลายตัวและปัจจัยนำออกหลายตัว

Anderson และ Sharp (1997) นำไปประยุกต์ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของนักเบสบอล โดยการเปรียบเทียบกับนักเบสบอลคนอื่น ๆ โดยแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้กับนักเบสบอลนี้เรียกว่า “Composite”

Batter Index ; CBI ประเมินส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ผลต่อการเล่นของนักเบสบอล พิจารณาให้อยู่ในรูปของปัจจัยนำเข้า โดยจะได้มาจากสถิติเก่าที่ได้เก็บสะสมมา ส่วนผลของการ เล่นจะพิจารณาเป็นปัจจัยนำออก เช่น นักเบสบอลตีลูกแล้วเก็บบ้านได้ 3 บ้านก็จะได้อีกค่าหนึ่ง หรือ ตีโฮมรันก็จะได้อีกค่าหนึ่งเป็นต้น ในการนำปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มาพิจารณาจะพบว่าปัจจัย ครอบคลุมที่นอกเหนือจากการพิจารณา (Noise Factor) ซึ่ง Anderson ได้นำวิธีการทางสถิติมาใช้ พิจารณา noise ที่เกิดขึ้นด้วย โดยการวัดประสิทธิภาพนักเบสบอลโดยใช้ DEA ก็เพื่อสามารถ จัด วางตำแหน่งการเล่นของนักเบสบอลได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถที่มีอยู่ของนักเบสบอล

Guangfu Zeng (1997) นำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพของยานพาหนะที่ผลิตจาก วัสดุต่างชนิดกันในอุตสาหกรรมการผลิตยานพาหนะในประเทศจีน ทำให้สามารถเลือกวัสดุที่ เหมาะสมต่อผลิตยานพาหนะเพื่อให้ยานพาหนะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยนำเข้าที่นำมา พิจารณา คือ ปริมาณเหล็กกล้า , ปริมาณ , กระแสไฟฟ้า , ที่มงาน และจำนวนเครื่องจักร ส่วน ปัจจัยนำออกที่พิจารณา คือ รถบัสขนาดเล็ก , รถจี๊ป และรถบรรทุก

นอกจากนี้ยังได้มีการนำวิธีการ DEA ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ ทางด้านเศรษฐกิจ ระดับประเทศ เช่น ในปี 1991 Barro ทำการวัดประสิทธิภาพในการพัฒนา ทางด้านเศรษฐกิจของ 76 ประเทศต่อมาในปี 1992 Lovell ทำการวัดประสิทธิภาพในการ ดำเนินงานทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศอาเซียนโดยเฉพาะในประเทศไทยได้หวั่น ในปี 1995 Golony และคณะ ทำการจัดอันดับการดำเนินงานด้านอุตสาหกรรมของกลุ่ม G7 โดยใช้วิธีการ DEA รวมถึงการนำ Chance Constrained DEA ไปวัดประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตใน 17 กลุ่มตลาดแถบยุโรปตะวันตกและ 7 โรงงานอุตสาหกรรมในยุโรปตะวันออกในการวัดประสิทธิภาพ (Efficiency) หน่วยงานที่ไม่ได้ตั้งขึ้นเพื่อมุ่งหวังผลกำไร