

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของผลิตภาพและประเภท
ของนวัตกรรม: กรณีศึกษาภาคการผลิตของประเทศไทย

(The Relationship between Productivity Growth and Types of Innovation:
Evidence from Thailand Manufacturing Firms)

ประวิทย์ เขมะสุนันท์ *

เกษรธีรยา รัชฎะประเสริฐ **

Abstract

This paper examines the effect of product innovation and process innovation on the growth of Total Factor Productivity (TFP). There are two steps in the data analysis. The first step, we calculate the firm-level TFP using Data Envelopment Analysis (DEA) method and then calculate the growth of TFP. In the second step, we applied multiple regressions to test the relationship between the dependent variable, productivity growth, and the independent variables, including both types of Innovation, and other firm variables such as firm size, cooperation on innovation activities, owning research and development department. The data are from the “Innovation Activities Survey 2003” on Thailand manufacturing sectors by National Science and Technology Development Agency, Ministry of Science and Technology, which has data for 23 sectors. The result shows both production innovation and process innovation affect productivity growth. There is a direct relationship between process innovation on productivity growth since process innovation improves efficiency growth from

* อาจารย์ประจำวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (Email : pravit@citu.tu.ac.th)

** นักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (Email : gamong_k@yahoo.com)

reduce defects reducing cost. On the other hand, there is an inverse relationship product innovation on productivity growth since product innovation creates a need for radical change in the production process used.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ ผลกระทบจากการใช้นวัตกรรมต่อการเจริญเติบโตของผลิภาพการผลิตโดยรวม (Total Factor Productivity: TFP) ชนิดของนวัตกรรมสามารถจำแนกเป็น นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) และนวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) วิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกจะทำการคำนวณหาการเจริญเติบโตของผลิภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP) โดยนำเอาข้อมูลระดับบริษัทมาช่วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Data Envelopment Analysis (DEA) เพื่อคำนวณหาผลิภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมและนำไปคำนวณหาการเจริญเติบโตของผลิภาพ และในขั้นตอนที่สองใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของผลิภาพ กับ การใช้ใช้นวัตกรรมและปัจจัยอื่นๆขององค์กรที่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดขององค์กร การให้ความร่วมมือในการทำนวัตกรรมในด้านต่างๆ การมีแผนวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตของผลิภาพ โดยข้อมูลได้จากการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรมประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยครอบคลุมอุตสาหกรรมการผลิตจำนวน 23 ประเภท อุตสาหกรรม ผลการทดสอบพบว่า นวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนวัตกรรมกระบวนการทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิภาพสูงขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตช่วยเพิ่มผลผลิตจากการลดปริมาณผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ ช่วยลดต้นทุนการผลิต ในขณะที่นวัตกรรมผลิตภัณฑ์จะมีผลทำให้ความเจริญเติบโตของผลิภาพลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตใหม่ในการผลิตสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิงในสายการผลิต

1. บทนำ

นวัตกรรม (Innovation) เป็นปัจจัยในการขับเคลื่อนความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจที่สำคัญ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศจำเป็นต้องมีการสร้างความพร้อมในการรองรับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นวัตกรรมคือ สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ทางเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ หรือทักษะและประสบการณ์ด้านการจัดการมาพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการผลิตใหม่ หรือ บริการใหม่ ที่เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้น นวัตกรรมจึงมีส่วนช่วยยกระดับเศรษฐกิจและการกินดีอยู่ดีของประชาชนทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้รัฐบาลจะต้องมีนโยบายด้านนวัตกรรมที่ชัดเจน เพื่อส่งเสริมและเกื้อหนุนให้เกิดบรรยากาศการลงทุนในธุรกิจนวัตกรรม พร้อมกับการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อเร่งสร้างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีให้สามารถนำไปใช้ในธุรกิจนวัตกรรมซึ่งเป็นธุรกิจฐานความรู้ที่มีมูลค่าเพิ่มต่อเศรษฐกิจของประเทศและเป็นธุรกิจแห่งอนาคตที่จะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศได้อย่างก้าวกระโดด ในส่วนของผลิตภาพ (Productivity) นั้น ผลิตภาพสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามมิติความเข้มข้นในการคิดค้นพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ได้ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และ นวัตกรรมกระบวนการ จึงมีความหมายลึกซึ้งกว่าเพียงแค่การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Lee & Lee, 2004) และแม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ที่อาจเกิดข้อแตกต่างในการขยายตัวของผลิตภาพ แต่ก็มีงานวิจัยน้อยมากที่ทำการศึกษาดังประเภทของนวัตกรรม ซึ่งในการศึกษารุ่นนี้ได้มุ่งเน้นเพื่อที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรมที่มีต่อผลิตภาพการผลิต ซึ่งในการศึกษารุ่นนี้ได้มีการจัดหมวดหมู่นวัตกรรมใหม่โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) และ นวัตกรรมกระบวนการการผลิต (Process Innovation) ซึ่งในการแบ่งประเภทของนวัตกรรมออกเป็น 2 ประเภทนั้น เนื่องจากผลของการสำรวจในส่วนของการดำเนินกิจกรรมนวัตกรรมของภาคอุตสาหกรรมการผลิตนั้นพบว่า บริษัทส่วนใหญ่มีพัฒนานวัตกรรมทั้งในรูปของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และ นวัตกรรมกระบวนการ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2546) และพิจารณาถึงความเชื่อมโยงระหว่างการค้าและการเพื่อให้บรรลุผลิตภาพในการผลิตที่มีต่อนวัตกรรมแต่ละประเภท ซึ่งหลักการสำหรับการแบ่งกลุ่มของนวัตกรรมดังกล่าวนี้ ได้มาจากคู่มือการใช้ OECD (1997, 2001) ที่ใช้ในการสำรวจนวัตกรรมในระดับชุมชนหรือ CIS (Community Innovation Survey)

จากงานวิจัยของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007)¹ ที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของผลผลิตภาพกับประเภทของนวัตกรรม ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของประเทศเกาหลีและผลที่ได้จากงานวิจัยสามารถสนับสนุนแนวคิดที่ว่า ประเภทของนวัตกรรมมีความสัมพันธ์และมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะสั้นนั้นนวัตกรรมกระบวนการจะทำให้การเจริญเติบโตของผลผลิตภาพเพิ่มขึ้นมากกว่านวัตกรรมผลิตภัณฑ์ เนื่องจากความแตกต่างกันของลักษณะการเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตเมื่อผลผลิตภาพเพิ่มสูงขึ้นดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายหลักเพื่อที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตภาพกับประเภทของนวัตกรรม สำหรับกรณีศึกษาของประเทศไทยเองซึ่งคาดการณ์ว่าการดำเนินการเพื่อบรรลุผลผลิตภาพในการผลิตจะแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยผลิตที่ทำการผลิตผลผลิตอันเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมกระบวนการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาการเพิ่มขึ้นของผลผลิตภาพในระดับบริษัท โดยใช้ Malmquist Productivity Index ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA (Data Envelopment Analysis) 2) เพื่อศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตภาพและส่งผลกระทบต่อผลผลิตภาพอย่างไร 3) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตภาพกับประเภทของนวัตกรรม (นวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการการผลิต) 4) นำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ในการวางแผน และกำหนดนโยบายเพื่อส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมและส่งผลให้ผลผลิตภาพการผลิตสูงขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตส่วนใหญ่จะทำการศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรมกับผลผลิตภาพ เช่น งานของ Griliches (1995) และ Mansfield (1963) งานวิจัยในยุคแรกเริ่มนั้นจะนำข้อมูลในระดับหน่วยผลิตมาใช้วิเคราะห์และสรุปผลโดยทั่วไปว่า ผลผลิตภาพมีความสัมพันธ์อย่างเห็นได้ชัดกับนวัตกรรม ต่อมา ขอบเขตของการศึกษาค่อยๆ ขยายไปสู่ในระดับอุตสาหกรรม และขยับไปสู่การศึกษาในระดับประเทศในเวลาต่อมา ซึ่งล้วนแต่ยืนยัน

¹ Keunjae Lee and Sang-Mok Kang, Innovation Types and Productivity Growth: *Evidence from Korean Manufacturing Firms*, (Global Economic Review, 2007), p.343 — 359

สมมุติฐานเดียวกันกับการศึกษาในระดับหน่วยผลิต ซึ่งในส่วนนี้เองจะเป็นการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้

2.1 แนวคิดความเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมกับผลิตภาพการผลิต

การวิจัยและพัฒนาซึ่งโดยทั่วไปมักใช้ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นตัวแทนในการอธิบายถึงปัจจัยนำเข้าด้านนวัตกรรมไม่ได้แสดงถึงความพยายามทั้งหมดของหน่วยผลิตในการทำนวัตกรรม เนื่องจากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีบางอย่างนั้นไม่ได้มาจากค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา (Abhinorasaeth, 2007) อีกทั้งความเข้าใจส่วนใหญ่ที่เข้าใจว่าค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา มีความสัมพันธ์อย่างมากกับนวัตกรรม (Hjalmarsson & Veiderpass, 1992) อย่างไรก็ตาม ข้อสมมุตินี้ก็ยังคงเป็นที่วิพากวิจารณ์ อันเนื่องมาจากข้อเท็จจริงที่ว่าค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาเป็นเพียงตัวแทนของกิจกรรมที่นำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่เท่านั้น ไม่ได้สร้างให้เกิดนวัตกรรมสมบูรณ์แบบได้ด้วยตัวของมันเองโดยลำพัง (Lee & Stone, 1994) เนื่องจากมีกิจกรรมส่วนน้อยเท่านั้นที่นำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมจนสำเร็จในที่สุด ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นเงื่อนไขที่ค่อนข้างมีความจำเป็นแต่อาจไม่ก่อให้เกิดนวัตกรรม

การวัดผลกระทบของกระบวนการทางนวัตกรรมนั้น โดยทั่วไปจะดูที่ผลิตภาพการผลิต (Productivity) หรือต้นทุนต่อหน่วย (Unit Cost) โดยผลิตภาพการผลิตเป็นการวัดผลผลิตที่ได้จากการใส่ปัจจัยการผลิตเข้าไป แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลักๆ คือ 1) ผลิตภาพปัจจัยการผลิตเฉพาะส่วน และ 2) ผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP) หากพิจารณาในแง่ของผลิตภาพแรงงานซึ่งการวัดที่เหมาะสมควรวัดมูลค่าเพิ่มที่แท้จริงต่อชั่วโมงในการทำงาน การเพิ่มขึ้นของผลิตภาพจะเท่ากับอัตราการขยายตัวในมูลค่าเพิ่มเนื่องจากงาน โดย Hall (1994) ได้กล่าวว่า ผลิตภาพแรงงานอาจเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเหตุผล 3 ประการ คือ ประการแรก เทคโนโลยีที่มีอยู่จะถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเป็นผลมาจากการเรียนรู้จากการทำงานในกระบวนการผลิต การฝึกอบรม และการศึกษา ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพของแรงงาน และ/หรือการปรับปรุงขั้นตอนและการจัดการการผลิต ซึ่งในกรณีนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) ประการที่สอง วิธีการผลิตใหม่ที่ถูกนำมาใช้โดยผ่านทาง การซื้อเครื่องจักรใหม่หรือปัจจัยการผลิตขั้นกลางทางนวัตกรรม (Innovation Intermediate Input) รวมถึงการทำวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมหรือหน่วยผลิต ซึ่งในกรณีนี้นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (Technological Innovation)

เป็นตัวขับเคลื่อนให้ผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้น และประการสุดท้าย เทคโนโลยีที่มีอยู่อาจช่วยเพิ่มผลิตภาพการผลิตหากผลิตสินค้าในปริมาณมาก ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ก็ต่อเมื่อเทคโนโลยีที่มีอยู่เป็นลักษณะแบบประหยัดจากขนาด (Economy of Scale) ทั้งนี้ หากพิจารณาในระดับมหภาค ผลิตภาพการผลิตอาจจะเพิ่มขึ้นจากการเคลื่อนย้ายของทรัพยากรจากแหล่งที่มีผลตอบแทนจากแรงงานต่ำไปสู่แหล่งที่มีผลตอบแทนจากแรงงานสูง โดยหลักการแล้ว เหตุผล 2 ประการสุดท้ายสามารถที่จะเกิดขึ้นได้เองด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่โดยเป็นอิสระจากนวัตกรรม แต่อาจส่งผลกระทบต่อนวัตกรรมและอาจได้รับผลกระทบจากนวัตกรรม เหตุนี้เองจึงเป็นเหตุผลหนึ่งว่าทำไมจึงเป็นการยากที่จะแยกแยะผลกระทบเชิงปริมาณของนวัตกรรมออกจากปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มผลิตภาพ ยิ่งไปกว่านั้นหากมุ่งประเด็นไปที่มูลค่าเพิ่มผลิตภาพที่เพิ่มขึ้นที่วัดจากอุตสาหกรรมหนึ่งอาจจะส่งผลต่อผลิตภาพในอุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วย และผลจากการเอ่อล้นทางนวัตกรรม (Spillover Effect of Innovation) ที่เกิดจากอุตสาหกรรมอื่นอาจจะไม่สามารถพิจารณาแยกออกจากกันได้ ในการอธิบายถึงการมีส่วนช่วยเหลือของนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่มีต่อผลิตภาพการผลิตในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ Hall (1994) อธิบายโดยใช้ฟังก์ชันการผลิตที่อยู่ในรูป Cobb-Douglas ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตมีลักษณะผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale: CRS) อาจสรุปได้ว่า ไม่ว่าจะพิจารณาผลของนวัตกรรมในแง่ใดก็ตามก็เป็นที่ยอมรับตรงกันตามแนวคิดของงานศึกษาหลายเรื่องที่ผ่านมาว่านวัตกรรมก่อให้เกิดผลิตภาพการผลิตที่สูงขึ้น

ดังนั้น จากการทบทวนกรอบแนวคิดทางทฤษฎี งานวิจัยและงานศึกษาที่เกี่ยวข้องนั้นจะเห็นว่า การดำเนินงานของหน่วยผลิต เพื่อลดค่าใช้จ่าย ขอบกพร่องต่างๆ หรือปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ทำให้เกิดผลิตภาพในการผลิตในเวลาอันรวดเร็ว (Huelgo & Jaumandreu, 2004) แต่ในทางตรงกันข้าม การนำผลผลิตใหม่เข้าสู่ตลาดไม่มีความเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับการดำเนินการเพื่อให้เกิดผลิตภาพเลยทีเดียว เห็นได้จากเมื่อผลิตภัณฑ์ขายดีในตลาด หน่วยผลิตจะลงทุนและผลิตผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้เกิดการปรับปรุงผลิตภาพ เนื่องมาจากผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) และการเรียนรู้จากประสบการณ์ต่างๆ เป็นต้น และผลิตภาพการผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามมิติความเข้มข้นในการคิดค้นพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ได้อีกด้วย นวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการจึงมีความหมายลึกซึ้งกว่าเพียงแต่การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Lee & Lee, 2004) การเปลี่ยนแปลงใดๆ ในองค์กรหรือกระบวนการผลิต หน่วยผลิตต้องอาศัยการปรับตัว เพื่อที่จะเผชิญกับความ

เปลี่ยนแปลงนั้นๆ ซึ่งในขณะที่การปรับตัวกำลังดำเนินไปมีความเป็นไปได้อย่างสูงที่ประสิทธิภาพหรือผลผลิตภาพในการผลิตจะเสื่อมถอยลง

อย่างไรก็ตาม การสร้างสรรค่นวัตกรรมที่ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้ผลผลิตภาพเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในระยะยาวเมื่อเปรียบเทียบกับ การปรับปรุงนวัตกรรมส่วนเพิ่ม แม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ที่อาจเกิดข้อแตกต่างในการขยายตัวของผลผลิตภาพ แต่ก็มีงานวิจัยน้อยมากที่ทำการศึกษาถึงประเภทของนวัตกรรม เนื่องจากขาดแคลนข้อมูลจุลภาคของหน่วยผลิตที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการพัฒนา นวัตกรรม จึงทำให้เกิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตภาพกับประเภทของนวัตกรรมซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยฉบับนี้ โดยในการศึกษาจะทำการพิจารณาความแตกต่างของการขยายตัวของผลผลิตภาพอย่างละเอียดตามประเภทของการพัฒนานวัตกรรม

2.2 แบบจำลองต่างๆ ที่เชื่อมโยงกันระหว่างนวัตกรรมและผลผลิตภาพการผลิต

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาในอดีตนี้เอง ซึ่งมักจะเป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นในเรื่องของความเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมกับผลผลิตภาพการผลิต และพบว่า มีการนำแบบจำลองต่างๆ ที่หลากหลายมาใช้ เช่น แบบจำลอง CDM Model, Maximum Likelihood Estimation, Data Envelopment Analysis (DEA) และ Regression Model โดยสามารถสรุปได้ตามแต่ละแบบจำลอง ดังนี้

งานศึกษาของ NBER โดย Crepon, Duguet and Mairesse (1998) ได้พัฒนาแบบจำลอง CDM Model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมระดับหน่วยผลิตที่ได้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างความพยายามในการสร้างนวัตกรรม ผลผลิตทางนวัตกรรมและผลผลิตภาพการผลิตของหน่วยผลิตเข้าด้วยกัน และมีการใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา Selectivity และ Simultaneity Bias ที่เป็นปัญหาในงานศึกษาที่จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม และ Benavente (2002) ก็ได้นำเอาแบบจำลอง CDM Model เพื่อศึกษาถึงบทบาทของการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมต่อการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิตในประเทศชิลี ซึ่งเป็นประเทศด้อยพัฒนา (Less Developed Country)² ต่อมาพัฒนาแบบจำลองนี้ให้สามารถเปรียบเทียบข้ามอุตสาหกรรมและระหว่างประเทศได้โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของหน่วยผลิต

² Benavente, J.M., "The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity in Chile." Third draft, 2002, p.1-1.

ภาคอุตสาหกรรม และในปี 2007 ได้มีการศึกษาถึงกระบวนการทางนวัตกรรมระหว่างประเทศ ญี่ปุ่นและประเทศไทย โดยใช้แบบจำลอง CDM Model มาประยุกต์ใช้ โดย Abhinorasaeth ซึ่งเป็นตัวอย่างของประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศที่กำลังพัฒนาและผลกระทบของนวัตกรรมที่มีต่อผลิตภาพการผลิตในภาคอุตสาหกรรมทั้งสองประเทศ

Janz et al. ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมและผลิตภาพการผลิต ในปี 2004 โดยใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data) ของหน่วยผลิตอุตสาหกรรมของกลุ่มประเทศในยุโรป โดยทำการเปรียบเทียบความสามารถของ หน่วยผลิตนวัตกรรมในระดับประเทศระหว่างประเทศเยอรมันและสวีเดน โดยใช้แบบจำลอง Maximum Likelihood Estimation เพื่อประมาณค่า Generalize Tobit Model ในสมการการตัดสินใจทำการวิจัยและพัฒนาและสมการปัจจัยนำเข้าด้านนวัตกรรม อีกทั้ง Masso และ Vahter ได้ใช้แบบจำลอง Maximum Likelihood Estimation นี้เพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง นวัตกรรมและสมรรถภาพของหน่วยผลิตในประเทศเอสโตเนีย

ในส่วนของการใช้ Regression Model นั้นก็มีผู้นิยมใช้วิธีนี้ในการศึกษา ดังเช่น ในปี 2002 Duguet ทำการศึกษาผลของความสำเร็จในการทำนวัตกรรมของประเทศฝรั่งเศสที่มีต่อการเติบโตของผลิตภาพการผลิตโดยรวม (Total Factor Productivity Growth) และในปี 2006 ใน การศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของหน่วยผลิตที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม สำหรับประเทศที่มีความล่าช้าทางด้านอุตสาหกรรม (Late Industrializing Country) ที่ศึกษา โดย Charoenporn และ Heshmati et al. ก็ได้ใช้วิธี Regression Model นี้ในการศึกษาเพื่อหา ความสัมพันธ์ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างแรงจูงใจในการลงทุนในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ นวัตกรรม, ปัจจัยนำเข้าทางนวัตกรรม, ผลผลิตทางนวัตกรรม และอัตราการเติบโตของผลิตภาพ แรงงานเข้าด้วยกัน

วิธี Data Envelopment Analysis หรือ DEA ได้ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างการเติบโตของผลผลิตซึ่งกับประเภทของนวัตกรรม โดย Keunjae Lee และ Sang-Mok Kang ในปี 2007 ซึ่งได้นำมาเพื่อใช้วัด Malmquist Productivity Index ของแต่ละโรงงาน และนำ ผลที่ได้นี้มาทำการประมาณแบบสมการการถดถอยโดยวิธีกำลังสองถ่วงน้ำหนัก (Weighted Least Square: WLS) จุดสำคัญอย่างหนึ่งในการวิเคราะห์แบบ Data Envelopment Analysis หรือ DEA มาใช้ในการศึกษาก็คือ การศึกษาส่วนใหญ่จะใช้การคาดประมาณผลิตภาพแรงงานหรือ ผลิตภาพโดยรวม Total Factor Productivity (TFP) ด้วยวิธี Parametric Method แต่การนำวิธี

วิเคราะห์แบบ DEA เป็นวิธี Non-Parametric Method ซึ่งนับว่าเป็นครั้งแรกที่ได้มีการนำวิธีวิเคราะห์แบบ DEA มาใช้ เพื่อเชื่อมต่อประเภทของการพัฒนานวัตกรรมเข้ากับผลผลิตภาพ ซึ่งแบบจำลองนี้เองเป็นแบบจำลองที่ผู้ศึกษาจะนำมาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้

ดังนั้น จากงานวิจัยและงานศึกษาที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นพบว่า มีการนำแบบจำลองต่างๆ ที่หลากหลายมาใช้ เช่น การนำแบบจำลอง CDM Model, Regression Model และ Maximum Likelihood Estimation และ Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นต้น และได้้นำแบบจำลองที่เลือกไปประยุกต์ใช้ โดยมีการปรับให้เข้ากับข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละแบบจำลองในด้านการเลือกใช้ตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) และตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variable) รวมถึงวิธีการประมาณค่าแบบจำลองที่เลือกใช้ โดยในงานวิจัยได้เลือกใช้ค่าใช้จ่ายด้านนวัตกรรมเป็นตัวแทนการวิจัยและพัฒนา บางงานศึกษาใช้ความสามารถในการทำกำไรหรือรายรับต่อแรงงานเป็นตัวแทนผลผลิตภาพ และในงานศึกษานั้นมีการแยกประเภทนวัตกรรมระหว่างนวัตกรรมส่วนเพิ่ม (Incremental Innovation) กับนวัตกรรมแบบถอนรากถอนโคน (Radical Innovation) หรือระหว่างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) กับนวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) ซึ่งในงานวิจัยได้มีการกำหนดให้มีการป้อนกลับของผลกระทบจากผลผลิตภาพการผลิตกลับมายังสมการผลผลิตทางนวัตกรรมหรือมีการเพิ่มเติมการเติบโตของผลผลิตภาพการผลิต (Productivity growth) เข้าไปอีกด้วย

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดระดับผลผลิตภาพ (Productivity Index) โดยใช้ Malmquist Productivity Index ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA (Data Envelopment Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis)

งานวิจัยของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นมาวัดระดับผลผลิตภาพตามแบบ DEA สามารถดูรายละเอียดได้ใน Appendix นอกจากนั้นได้อธิบายถึงจุดสำคัญและพิเศษอย่างหนึ่งในการนำวิธี Non-Parametric Method และการวิเคราะห์แบบ DEA มาใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งจากงานวิจัยและการศึกษาส่วนใหญ่แล้วมักใช้การคาดประมาณผลผลิตภาพแรงงานหรือผลผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม Total Factor Productivity (TFP) ด้วยวิธี Parametric Method แต่ในการนำวิธีวิเคราะห์แบบ DEA มาใช้ก็เพื่อเชื่อมต่อประเภทของการพัฒนานวัตกรรมเข้ากับผลผลิตภาพด้วยวิธี DEA ทำให้เราสามารถคาด

ประมาณความเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ โดยปราศจากการสร้างสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของเทคโนโลยีการผลิตที่มีลักษณะเฉพาะ เพื่อหยุดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพที่ลดลงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะทำให้เกิดความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างการพัฒนานวัตกรรมทั้งสองประเภทและการขยายตัวของผลิตภาพในลักษณะยิ่งยวด

4. รายงานผลการสำรวจการวิจัยและพัฒนา และกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546

ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมของภาคเอกชนเป็นดัชนีที่สำคัญดัชนีหนึ่งที่สามารถใช้ในการวัดระดับความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศนอกเหนือจากข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังคงมีขีดความสามารถทางเทคโนโลยีที่ค่อนข้างต่ำ โดยผลจากการศึกษาของธนาคารโลก ในปี 2544 เกี่ยวกับระบบนวัตกรรมแห่งชาติของประเทศไทย (World Bank, 2000) พบว่าบริษัทเอกชนในประเทศไทยซึ่งส่วนมากเป็นวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีความสามารถทางเทคโนโลยีเพียงระดับ 1-2 จาก 4 ระดับ³ คือ เป็นเพียงผู้รับจ้างผลิตตามแบบของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ดังนั้น ข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาอย่างเดียวยังไม่สามารถทำให้เห็นภาพรวมของกิจกรรมและความสามารถทางด้านเทคโนโลยีของประเทศไทยได้

จากผลการสำรวจกิจกรรมนวัตกรรมของภาคอุตสาหกรรมไทยพบว่า ในปี 2546 ภาคอุตสาหกรรมไทยมีจำนวนบริษัทที่ดำเนินกิจกรรมนวัตกรรม 1,256 บริษัท (ภาคอุตสาหกรรมการผลิตจำนวน 1,047 บริษัท และภาคอุตสาหกรรมบริการจำนวน 209 บริษัท) หรือคิดเป็นสัดส่วนของบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมต่อบริษัททั้งหมดเท่ากับร้อยละ 5.80 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2544 ที่มีอยู่เพียงร้อยละ 2.6 และหากพิจารณาเป็นรายภาคอุตสาหกรรมจะพบว่า ทั้งภาคอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมบริการมีสัดส่วนของการทำนวัตกรรมเพิ่มขึ้นจากปี 2544 โดยภาคอุตสาหกรรมการผลิตมีสัดส่วนบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมเพิ่มขึ้น

³ World Bank, 2000 จำแนกขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของบริษัทเอกชนในประเทศไทยโดยเปรียบเทียบกันบน 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่หนึ่ง (ต่ำสุด) เป็นขั้นที่มีขีดความสามารถเพียงแค่การใช้เทคโนโลยีตามสภาพที่จัดหา มา ขั้นที่สอง เป็นขั้นที่มีความสามารถในการดัดแปลงเทคโนโลยีเพื่อใช้งานได้อย่างเหมาะสม ขั้นที่สาม เป็นขั้นที่มีความสามารถในการออกแบบปรับปรุงและพัฒนาวิศวกรรมทางเทคโนโลยี และขั้นที่สี่ (สูงสุด) เป็นขั้นที่มีขีดความสามารถในการวิจัยและพัฒนาลักษณะหลักของผลิตภัณฑ์ได้

จาก ร้อยละ 4.69 เป็นร้อยละ 6.37 หรือคิดเป็นร้อยละ 36 ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมบริการก็มีสัดส่วนของบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 186 (จากร้อยละ 1.4 ในปี 2544 เป็นร้อยละ 4.0 ในปี 2546) ทั้งนี้ สาเหตุที่ทำให้สัดส่วนของบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมในภาคอุตสาหกรรมบริการเพิ่มขึ้นสูงอย่างมากจากปี 2544 มาจากการที่ขอบเขตของการสำรวจของภาคอุตสาหกรรมบริการ ในปี 2544 ได้ครอบคลุมอุตสาหกรรมบริการทุกประเภท อุตสาหกรรม (จำนวน 26,162 บริษัท) ในขณะที่ขอบเขตของการสำรวจของภาคอุตสาหกรรมบริการในปี 2546 ครอบคลุมเฉพาะอุตสาหกรรมที่คาดว่าจะมีการวิจัยและพัฒนา และกิจกรรมนวัตกรรมเพียง 5 ประเภท (จำนวน 5,221 บริษัท) เท่านั้น ดังนั้น เมื่อคำนวณสัดส่วนบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมจากกลุ่มประชากรดังกล่าวจึงมีแนวโน้มที่จะได้สัดส่วนของบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมเพิ่มขึ้นมาก

สำหรับในส่วนของการใช้จ่ายในการทำนวัตกรรมของภาคอุตสาหกรรมไทยนั้นพบว่า ในปี 2546 ภาคอุตสาหกรรมไทยมีค่าใช้จ่ายโดยรวมเท่ากับ 8,256 ล้านบาทซึ่งลดลงจากปี 2544 ร้อยละ 7.1 (ปี 2544 มีค่าใช้จ่ายในการทำนวัตกรรมโดยรวมจำนวน 8,885 ล้านบาท) ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการทำนวัตกรรมเฉลี่ยต่อบริษัท ลดลงจาก 8.34 ล้านบาทเหลือเพียง 6.57 ล้านบาท ทั้งนี้ สาเหตุที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำนวัตกรรมเฉลี่ยต่อบริษัทลดลงมาจากการลดลงของค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในภาคอุตสาหกรรมการผลิต (จากร้อยละ 11.39 เหลือเพียงร้อยละ 6.58) ถึงแม้ว่า ในปี 2546 ภาคอุตสาหกรรมบริการจะมีค่าใช้จ่ายในการทำนวัตกรรมเฉลี่ยต่อบริษัทเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 157 จากปี 2544 แต่เนื่องจากจำนวนบริษัทในภาคอุตสาหกรรมการผลิตมีมากกว่าภาคอุตสาหกรรมบริการ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยโดยภาพรวมของประเทศลดลง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

สรุปค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมปี 2544 และ 2546 จำแนกตามภาคอุตสาหกรรม

ภาคอุตสาหกรรม	จำนวนบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรม (บริษัท)		ร้อยละของบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรม (%)		ค่าใช้จ่ายด้านกิจกรรมนวัตกรรม (ล้านบาท)		ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อบริษัท (ล้านบาท/ราย)	
	2544	2546	2544	2546	2544	2546	2544	2546
ภาคการผลิต	698	1,047	4.69	6.37	7,951	6,890	11.39	6.58
ภาคบริการ	367	209	1.40	4.00	934	1,366	2.54	6.53
รวม	1,065	1,256	2.60	5.80	8,885	8,256	8.34	6.57

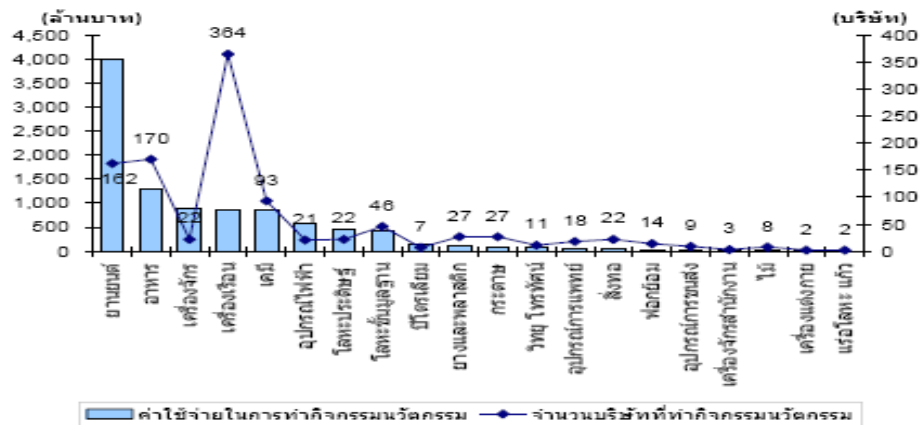
ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำหรับค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมของอุตสาหกรรมการผลิตปี 2546 พบว่ามีอุตสาหกรรม 3 ประเภทที่ไม่มีค่าใช้จ่ายด้านกิจกรรมนวัตกรรมในปี 2546 ซึ่งได้แก่อุตสาหกรรมยาสูบ อุตสาหกรรมการพิมพ์ และอุตสาหกรรมการนำผลิตภัณฑ์เก่ากลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้ อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีค่าใช้จ่ายด้านกิจกรรมนวัตกรรมมากที่สุด กล่าวคือ มีค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมรวมจำนวน 2,945 ล้านบาท รองลงมาได้แก่อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเคมี โดยมีค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมจำนวน 1,062 และ 569 ล้านบาท ตามลำดับ ส่วนอุตสาหกรรมโลหะเป็นอุตสาหกรรมที่มีค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมน้อยที่สุด โดยมีค่าใช้จ่ายด้านกิจกรรมนวัตกรรมเพียง 1 ล้านบาท เท่านั้น

ในด้านจำนวนบริษัทที่ทำกิจกรรมนวัตกรรม พบว่า อุตสาหกรรมเครื่องเรือนเป็นอุตสาหกรรมที่มีจำนวนบริษัทที่ทำกิจกรรมนวัตกรรมมากที่สุด โดยมีบริษัททั้งสิ้นจำนวน 363 บริษัท รองลงมาได้แก่อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งมีบริษัททั้งสิ้นจำนวน 169 และ 162 บริษัท ตามลำดับ ทั้งนี้สัดส่วนของบริษัทที่ทำกิจกรรมนวัตกรรมใน 3 อุตสาหกรรมดังกล่าวรวมกันเท่ากับร้อยละ 66 ของบริษัทที่ดำเนินกิจกรรมนวัตกรรมในภาคอุตสาหกรรมการผลิตทั้งหมด

แผนภาพที่ 2

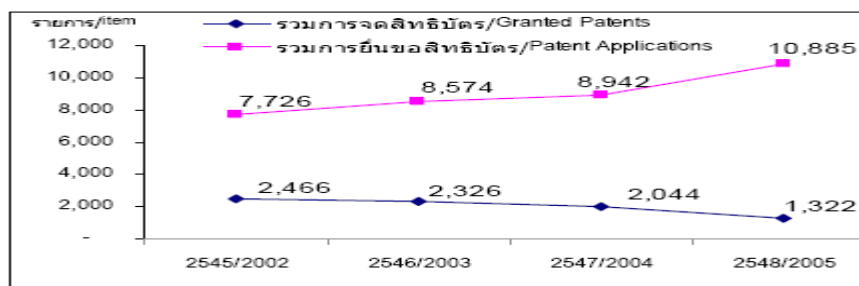
ค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนวัตกรรมและจำนวนบริษัทที่ทำกิจกรรมนวัตกรรมใน
ภาคอุตสาหกรรมการผลิตปี 2546



ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

อนึ่ง หากพิจารณาในเรื่องของสิทธิบัตรซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการประดิษฐ์คิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ และมีส่วนช่วยให้เทคโนโลยีต่างๆ ได้รับการพัฒนาและต่อยอดอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ การค้า และการลงทุนทางเทคโนโลยีจากประเทศในระยะยาว ทั้งนี้ โดยภาพรวมแล้วการยื่นขอสิทธิบัตรในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ในขณะที่สิทธิบัตรที่ได้รับการจดทะเบียนในประเทศไทยกลับมีแนวโน้มลดลง โดยในปี 2548 ประเทศไทยมีการยื่นขอจดทะเบียนสิทธิบัตรทั้งสิ้นจำนวน 10,885 รายการ เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 22 และมีการจดทะเบียนสิทธิบัตรทั้งสิ้นจำนวน 1,322 รายการ ลดลงจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 35 ส่งผลให้ช่องว่างของการยื่นขอและการได้รับสิทธิบัตรมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ดังแสดงในภาพที่ 4 ทั้งนี้ สาเหตุประการหนึ่งอาจมาจากกระบวนการและขั้นตอนการจดทะเบียนจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบยาวนาน ในขณะที่ผู้ตรวจสอบมีจำนวนค่อนข้างน้อยจึงเกิดการสะสมของจำนวนสิทธิบัตรที่อยู่ระหว่างรอการตรวจสอบ

แผนภาพที่ 3 สิทธิบัตรในประเทศไทย ปี 2545-2548



ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา (หมายเหตุ: ข้อมูลปี 2545-2547 เป็นข้อมูลที่ได้ปรับปรุงใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มีการเผยแพร่ในเว็บไซต์ของกรมทรัพย์สินทางปัญญา)

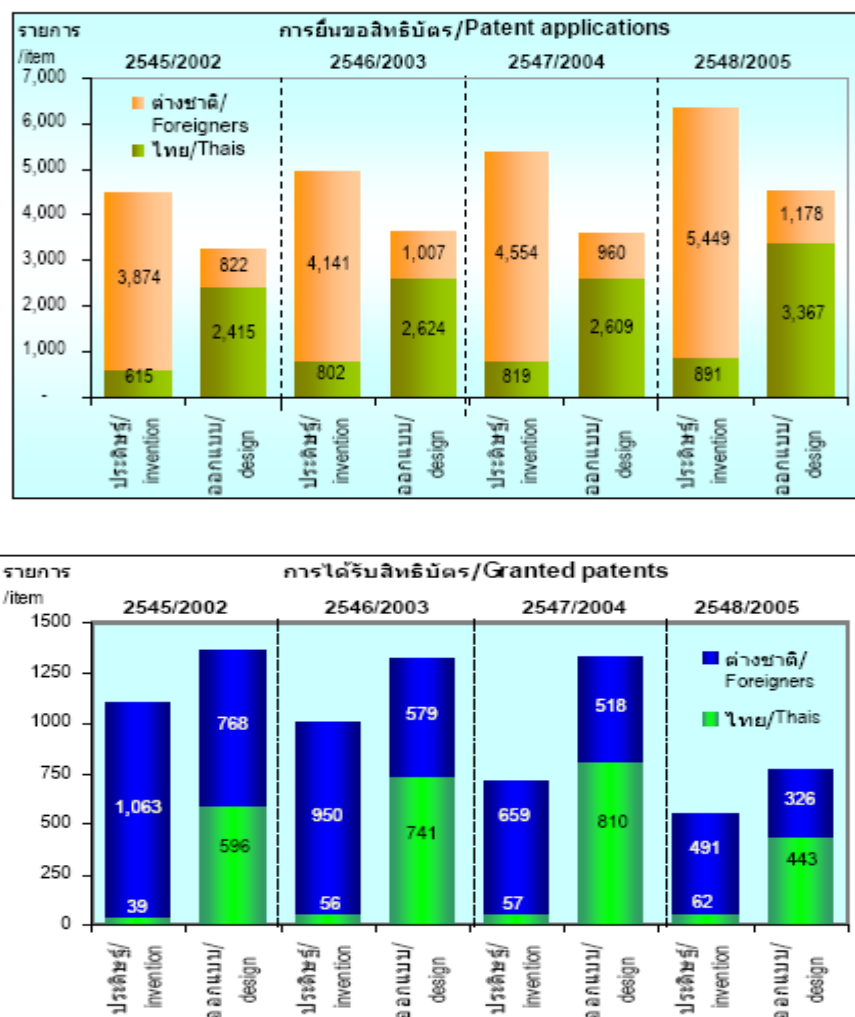
เมื่อพิจารณาสิทธิบัตรในประเทศไทยจำแนกตามสัญชาติผู้ขอสิทธิบัตรพบว่า สิทธิบัตรที่มีการยื่นขอในปี 2548 นั้นเป็นการยื่นขอโดยคนไทยเพียง 4,258 รายการ หรือคิดเป็นร้อยละ 39 เท่านั้น และเป็นของคนต่างชาติจำนวน 6,627 รายการ หรือคิดเป็นร้อยละ 61 อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการยื่นขอสิทธิบัตรในประเทศไทยจะมาจากคนต่างชาติเป็นหลัก แต่สัดส่วนดังกล่าวได้ลดลงเล็กน้อยจากปีที่ผ่านมา โดยลดลงจากร้อยละ 62 ในปี 2547 เป็นร้อยละ 61 ในปี 2548 นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า การยื่นขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86) เป็นการยื่นขอโดยคนต่างชาติ ในขณะที่สิทธิบัตรการออกแบบนั้น ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 74) เป็นการยื่นขอโดยคนไทย ทั้งนี้สัดส่วนการยื่นขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์โดยคนต่างชาติและการยื่นขอสิทธิบัตรการออกแบบโดยคนไทยต่างก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น กล่าวคือ สัดส่วนการยื่นขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ โดยคนต่างชาติเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 85 ในปี 2547 เป็นร้อยละ 86 ในปี 2548 และสัดส่วนการยื่นขอสิทธิบัตรการออกแบบโดยคนไทยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 73 ในปี 2547 เป็นร้อยละ 74 ในปี 2548

ในส่วนของการจดสิทธิบัตรในประเทศไทยจำแนกตามสัญชาติได้รับสิทธิบัตรนั้นพบว่า ในปี 2548 สิทธิบัตรการประดิษฐ์ที่ได้รับการจดในปี 2548 ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 89) เป็นของคนต่างชาติ ในขณะที่สิทธิบัตรการออกแบบนั้น ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58) เป็นของคนไทย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสัดส่วนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ของคนไทยจะน้อยกว่าคนต่างชาติ แต่สัดส่วนดังกล่าวก็ได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4 ในปี 2545 เป็นร้อยละ

ละ 11 ในปี 2548 ซึ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของคนไทยในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่จะนำมาสู่การจดสิทธิบัตรที่เพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4

แผนภาพที่ 4

สิทธิบัตรในประเทศไทย ปี 2545-2548 จำแนกตามประเภท และสัญชาติของผู้ขอและผู้ได้รับสิทธิบัตร



ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา (หมายเหตุ: ข้อมูลปี 2545-2547 เป็นข้อมูลที่ได้ปรับปรุงใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มีการเผยแพร่ในเว็บไซต์ของกรมทรัพย์สินทางปัญญา)

5. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับประเภทของนวัตกรรมทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และนวัตกรรมกระบวนการการผลิต และเพื่อศึกษาการเพิ่มขึ้นของผลผลิตในระดับบริษัทโดยใช้ Malmquist Productivity Index รวมถึงการศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นของผลผลิต และส่งผลกระทบอย่างไร โดยใช้ข้อมูลระดับหน่วยผลิตที่ได้จากการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม⁴ ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งบริษัทที่เป็นประชากรของการสำรวจในครั้งนี้ได้แก่บริษัทที่มีรายได้ในปี 2546 ไม่น้อยกว่า 12 ล้านบาท โดยครอบคลุมอุตสาหกรรมการผลิตจำนวน 23 ประเภทอุตสาหกรรม⁵ เนื่องจากการสำรวจข้อมูลนี้จะเป็นการจัดทำทุกๆ 5 ปี ดังนั้นการศึกษากครั้งนี้จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในปี 2546 ซึ่งเป็นข้อมูลล่าสุด โดยในการสำรวจข้อมูลครั้งนี้ได้ใช้คำนิยามของการวิจัยและพัฒนาตามคู่มือ Frascati ฉบับปี ค.ศ.2002 และคำนิยามกิจกรรมนวัตกรรมตามคู่มือ Oslo ฉบับปี ค.ศ.1997 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการเปรียบเทียบระดับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภาคอุตสาหกรรมไทยกับต่างประเทศ การศึกษาได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยอาศัยขั้นตอนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากงานวิจัยของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ทำการวัดระดับผลผลิตโดยใช้ Malmquist Productivity Index

⁴ โดยการสำรวจข้อมูลครั้งนี้ได้ใช้คำนิยามของการวิจัยและพัฒนาตามคู่มือ Frascati ฉบับปี ค.ศ. 2002 และคำนิยามกิจกรรมนวัตกรรมตามคู่มือ Oslo ฉบับปี ค.ศ. 1997 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เปรียบเทียบระดับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภาคอุตสาหกรรมไทยกับต่างประเทศได้

⁵ (1) อาหารและเครื่องดื่ม (2) ยาสูบ (3) สิ่งทอสิ่งถัก (4) เครื่องแต่งกาย การตกแต่ง (5) การฟอกและการตกแต่งหนังสือ (6) ไม้ (7) กระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ (8) การพิมพ์โฆษณา (9) ถ่านโค้ก ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู (10) เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี (11) ยางและพลาสติก (12) แร่โลหะ (13) โลหะขั้นมูลฐาน (14) โลหะประดิษฐ์ (15) เครื่องจักรและอุปกรณ์ (16) เครื่องจักรสำนักงาน (17) เครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและเครื่องมือไฟฟ้า (18) เครื่องมือทางวิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร (19) เครื่องมือที่ใช้ทางการแพทย์ (20) ยานยนต์ รถพ่วง (21) อุปกรณ์ขนส่งอื่นๆ (22) เครื่องเรือน (23) การนำผลิตภัณฑ์เก่ากลับมาใช้ใหม่

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Data Envelopment Analysis หรือ DEA ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ Linear Programming มาเพื่อกำหนดขอบเขต (Frontier) ของหน่วยผลิต เพื่อหาสัดส่วนการใช้ทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพสูงสุด หรือสัดส่วนการผลิตสินค้า เพื่อให้ได้ปริมาณการผลิตสูงสุด ภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ในการวิเคราะห์แบบ DEA ซึ่งเป็นการนำวิธี Non-parametric มาใช้ในการศึกษานี้ ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่จะใช้การคาดประมาณผลิตภาพแรงงานหรือผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม Total Factor Productivity (TFP) ด้วยวิธี Parametric method ส่วนการนำวิธีวิเคราะห์แบบ DEA มาใช้เพื่อเชื่อมต่อประเภทของการพัฒนานวัตกรรมเข้ากับผลิตภาพ ทำให้เราสามารถคาดประมาณความเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะทำให้เกิดความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาวัตกรรมการพัฒนาประเภทและการขยายตัวของผลิตภาพได้ และขั้นตอนที่ 2 ทำการวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis) โดยวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) ที่ให้ค่าแสดงตัวชี้วัดผลิตภาพเป็นตัวแปรตามและประเภทของนวัตกรรมและลักษณะของหน่วยธุรกิจเป็นตัวแปรอิสระ

จากการทบทวนงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและงานงานวิจัยของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) ที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของผลิตภาพกับประเภทของนวัตกรรม กรณีศึกษาของประเทศเกาหลี ทำให้สามารถจำแนกปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับนวัตกรรมและผลิตภาพการผลิออกเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variables) โดยในการศึกษานี้จะคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ได้จากแบบข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อเลี่ยงต่อการเกิดปัญหา Selectivity bias ที่ฝังติดมากับข้อมูล ทั้งนี้เนื่องจากการเลือกใช้เฉพาะข้อมูลหน่วยผลิตที่ทำนวัตกรรมที่มีเพียงส่วนน้อยนั้นจะทำให้เกิดปัญหา Selectivity bias ในส่วนของตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาจะนำเสนอแยกเป็นส่วนๆ ไปพร้อมกับสมมติฐานที่คาดการณ์ไว้ ดังนี้

1. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพการผลิต (Y) โดยวัดจากการคำนวณผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม Total Factor Productivity (TFP) ซึ่งใช้ Malmquist Productivity Index ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA (Data Envelopment Analysis)

2. ตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variable)

Inno: คือ เกณฑ์ในการตัดสินใจในการทำนวัตกรรม (Innovation) มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) การวัดค่าไม่คำนึงถึงรายละเอียดว่ามี นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) หรือ การปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Innovation) โดยเท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการรายงานเกี่ยวกับการทำกิจกรรมนวัตกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ภายในปี 2546 และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา จากงานวิจัยที่พบพบว่า การทำนวัตกรรมจะส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตการผลิต

PRI: คือ เกณฑ์ในการตัดสินใจในการทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการรายงานเกี่ยวกับการทำกิจกรรมนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ภายในปี 2546 ซึ่งจะหมายถึงมีการดำเนินการผลิตสินค้าใหม่ที่แตกต่างจากเดิม และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการดำเนินการผลิตสินค้าใหม่ โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตการผลิต

PCI: คือ เกณฑ์ในการตัดสินใจในการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Innovation) มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการรายงานเกี่ยวกับการทำกิจกรรมนวัตกรรมภายในปี 2546 ซึ่งหมายถึงมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงกระบวนการผลิต และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การพิจารณาปรับปรุงการผลิตทำโดยมีวัตถุประสงค์ในการลดของเสียในการผลิต ซึ่งจะส่งผลในทางบวกต่อผลผลิตการผลิต

Size: คือ ขนาดของบริษัท (Firm Size) โดยวัดจากจำนวนพนักงานทั้งหมดของบริษัท ในปี 2546 การที่องค์กรมีขนาดใหญ่จะส่งผลในทางลบต่อการเพิ่มผลผลิตการผลิต เนื่องจากการควบคุมคนจำนวนมากให้ทำตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่มีผลผลิตการทำได้ยากกว่าองค์กรขนาดเล็กมีพนักงานน้อย

Supply-L: คือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศในการทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศ และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา โดยที่การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศในการทำกิจกรรมนวัตกรรมจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตการผลิต

Supply-F: คือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ต่างชาติในการทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับซัพพลาย

เออร์ต่างชาติ และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา โดยที่การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ต่างชาติในการทำกิจกรรมนวัตกรรมจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต

Universe: คือ การร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัยในการทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยที่การร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัยในการทำกิจกรรมนวัตกรรมจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต

Compett: คือ การร่วมมือกับบริษัทคู่แข่งในการทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับบริษัทคู่แข่ง และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยที่การร่วมมือกับบริษัทคู่แข่งในการทำกิจกรรมนวัตกรรมจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต

Export: คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศของบริษัท โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต จากการที่มีการส่งออกมากขนาดการผลิตใหญ่ขึ้นก็สามารถนำเอาเทคโนโลยีมาใช้เพิ่มผลผลิตภาพให้สูงขึ้น

R&D-DEPT: คือการครอบครองแผนก R&D ของบริษัท (In-house R&D Department) มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการครอบครองแผนก R&D ของบริษัท และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต

Finance: คือ การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีเงินทุนของตนเองในการทำวิจัยและพัฒนา และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต

Gov: คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการดำเนินกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทเคยใช้บริการที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการทำนวัตกรรม และเท่ากับ 0 เมื่อบริษัทไม่เคยใช้บริการ โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต

Tech: คือ การเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นแบบตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการให้ความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม และเท่ากับ 0 เมื่อบริษัทไม่ให้ความสำคัญ โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตการผลิต

Demand: คือ การเห็นความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า) ที่มีต่อการทำกิจกรรมนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นแบบตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการให้ความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า) และเท่ากับ 0 เมื่อบริษัทไม่ให้ความสำคัญ โดยมีสมมติฐานให้ส่งผลในทางบวกต่อการเพิ่มผลผลิตการผลิต

3. แบบจำลอง (Empirical Model)

จากตัวแปรต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น จะสามารถเขียนเป็นสมการแบบจำลองมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อทดสอบหาว่าการทำนวัตกรรม มีผลทำให้ผลผลิตการผลิตเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จากงานวิจัยที่ผ่านของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) นำมาดัดแปลงลดตัวแปร 4 ตัวแปรคือ (1) ตัวแปรอายุขององค์กร (2) ตัวแปรแสดงว่าองค์กรมีการใช้ Internet (3) ตัวแปรผลิตผลจากปีก่อน (4) ตัวแปรประเภทอุตสาหกรรมขององค์กรที่ไม่สามารถหาข้อมูลที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติปี 2546 นอกจากนั้นได้สอบถามและนำเอาตัวแปรที่มีในแบบสอบถามจากข้อมูลที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติปี 2546 ที่สามารถนำมาใช้แตกต่างเพิ่ม 8 ตัวแปรคือ (1) Finance (2) Supply-L (3) Supply-F (4) Universe (5) Compett (6) Gov (7) Tech (8) Demand แบบที่นำมาใช้มีดังนี้

แบบจำลองที่ 1

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 \text{Inno} + \beta_2 \text{Size} + \beta_3 \text{Export} + \beta_4 \text{R\&D} + \beta_5 \text{Finance} + \epsilon$$

สำหรับแบบจำลองที่ 1 นี้เป็นแบบจำลองที่มีแนวความคิดเพื่อ วัดกิจกรรมการทำนวัตกรรมโดยไม่คำนึงถึงรายละเอียดว่ามี นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) หรือการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Innovation)

แบบจำลองที่ 2

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 \text{PRI} + \beta_2 \text{PCI} + \beta_3 \text{Size} + \beta_4 \text{Export} + \beta_5 \text{R\&D} + \beta_6 \text{Finance} + \epsilon$$

แบบจำลองที่ 3

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_1 \text{PRI} + \beta_2 \text{PCI} + \beta_3 \text{Size} + \beta_4 \text{Export} + \beta_5 \text{R\&D} + \beta_6 \text{Finance} + \beta_7 \text{Supply_L} \\ + \beta_8 \text{Supply_F} + \beta_9 \text{Universe} + \beta_{10} \text{Compett} + \beta_{11} \text{Gov} + \beta_{12} \text{Tech} + \beta_{13} \text{Demand} + \epsilon$$

แบบจำลองที่ 1 มาจากแนวคิดที่ว่าผลโดยรวมของการทำนวัตกรรมไม่ว่าด้านใดจะมีผลทำให้ผลิตภาพสูงขึ้น ในขณะที่แบบจำลองที่ 2 มีการแยกกิจกรรมนวัตกรรม ซึ่งสามารถวัดจากนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) และ นวัตกรรมกระบวนการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process Innovation) ให้ผลแตกต่างกัน Llorca (2002) อธิบายไว้ว่า นวัตกรรมปรับปรุงกระบวนการผลิตมีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตทำให้ผลิตภาพสูงขึ้น แต่นวัตกรรมผลิตภัณฑ์จะมีผลทำให้ Demand Curve เคลื่อนไปทางขวาทำให้บริษัทสามารถกำหนดราคาขายสูงขึ้นซึ่งมีผลให้คุณภาพสินค้าสูงขึ้นแต่ผลิตภาพจะลดลง สำหรับแบบจำลองที่ 3 ได้เพิ่มตัวแปรอื่นที่มีข้อเพิ่มจากการสำรวจข้อมูลของการสำรวจข้อมูลในประเทศไทยดังได้กล่าวแล้ว

การศึกษาในครั้งนี้จะใช้ข้อมูลระดับหน่วยผลิตจากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบริษัทที่เป็นประชากรของการสำรวจในครั้งนี้ได้แก่ บริษัทที่มีรายได้ในปี 2546 ไม่น้อยกว่า 12 ล้านบาท โดยครอบคลุมอุตสาหกรรมการผลิตจำนวน 23 ประเภทอุตสาหกรรม ซึ่งมีจำนวนบริษัททั้งสิ้น 16,432 ราย จากนั้นได้ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อสุ่มตัวอย่างสำหรับการส่งแบบสอบถามโดยมีจำนวนบริษัทที่ได้รับแบบสอบถามทั้งสิ้น 4,850 รายในจำนวนนี้ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์กลับคืนมาทั้งสิ้น 2,050 ราย (ร้อยละ 42.3) ขณะที่อุตสาหกรรมภาคบริการจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์เนื่องจากแบบสำรวจนวัตกรรมในประเทศไทยไม่ได้สอบถามถึงนวัตกรรมกระบวนการในอุตสาหกรรมภาคบริการ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลจากการสำรวจนี้ คลอบคลุมถึงตัวแปรบางตัวที่เกี่ยวข้องกับความลับทางการค้า เช่น ตัวเลขยอดขาย, ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ ทางผู้ศึกษาจึงใช้การสร้างค่า (Generate) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยพิสัย (Range) ของข้อมูลจริง ใน

การสร้างค่าที่ใช้เป็นตัวแทน (Proxy) แทนตัวแปรที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ในการคำนวณ ดังนั้น การนำผลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้จึงควรคำนึงถึงข้อจำกัดในการศึกษาอันนี้ไว้ด้วย และอีกทั้ง จากการใช้ข้อมูลระดับหน่วยผลิตจากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรม นวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากจะทำการสำรวจทุกๆ 5 ปี ดังนั้น การสำรวจในปี 2546 นี้จึงเป็นปีล่าสุดที่ทำการสำรวจ

6. ผลการศึกษา

6.1 ผลลัพธ์ของการวัดระดับผลิตภาพโดยใช้ Malmquist Productivity Index ด้วย

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA (Data Envelopment Analysis)

จากการศึกษาพบว่า ข้อมูลทางสถิติที่ได้จากแบบสำรวจที่สมบูรณ์จำนวน 2,051 บริษัท จะเห็นได้ว่า บริษัทในประเทศไทยส่วนใหญ่มีการดำเนินกิจกรรมนวัตกรรมเพียง 169 บริษัท ทั้งนี้บริษัทที่ทำนวัตกรรมส่วนใหญ่จะทำทั้งนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรม กระบวนการ 102 บริษัทซึ่งคิดเป็นร้อยละ 60.36 ขณะที่บริษัทที่มีได้ทำทั้งนวัตกรรม ผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการเลย 67 บริษัท ส่วนบริษัทที่ทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เพียง อย่างเดียวมี 45 บริษัท และทำนวัตกรรมกระบวนการเพียงอย่างเดียวมี 22 บริษัท และยัง พบว่า บริษัทที่ทำนวัตกรรมจะมีสัดส่วนบริษัทที่ทำการส่งออกสินค้าคิดเป็นร้อยละ 30 ส่วน บริษัทที่ไม่ทำนวัตกรรมนั้นคิดเป็นร้อยละ 24.5 เท่านั้น ดังนั้น บริษัทที่ทำนวัตกรรมจะมี สัดส่วนบริษัทที่ทำการส่งออกสินค้ามากกว่าบริษัทที่ไม่ทำนวัตกรรมจึงอาจกล่าวได้ว่า แรงจูงใจของหน่วยผลิตจะเกิดขึ้นจากแรงกดดันและโอกาสในตลาดสินค้าและปัจจัยการผลิต ซึ่งแรงกดดันและโอกาสที่สูงจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดความต้องการที่จะพัฒนาเทคโนโลยีมาก ขึ้นด้วย ดังนั้นการที่หน่วยผลิตมีการส่งออกสินค้าจะทำให้ต้องเผชิญหน้ากับการกดดันและ การแข่งขันกับตลาดในต่างประเทศนั้นจะเป็นการกระตุ้นให้หน่วยผลิตเกิดการลงทุนในการ พัฒนาทางเทคโนโลยีมากขึ้น (Arnold 2002) เพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่/ กระบวนการผลิต ใหม่สู่ตลาด อีกทั้งการที่หน่วยผลิตมีการข้องเกี่ยวกับตลาดในต่างประเทศมักจะก่อให้เกิดการ ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ๆ ผ่านทางลูกค้าและซัพพลายเออร์ รวมถึงข้อมูลที่มีส่วนสนับสนุนต่อการ พัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของหน่วยผลิตของตน

ทั้งนี้ ในการวัดระดับผลิตภาพ (TFP) ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้สมมุติให้ปัจจัยนำเข้า (Input: x) คือ จำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุนและจำนวนพนักงาน และผลลัพธ์ (Output: y) คือ ยอดขาย และมี 2 ช่วงเวลา คือ t และ t+1 โดยปกติ TFP เป็นอัตราส่วนของผลลัพธ์ต่อปัจจัยนำเข้า อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ คำนีจะถูกใช้เพื่อจับคู่ปริมาณผลลัพธ์ที่ได้จากปัจจัยนำเข้าที่มีช่วงเวลาพื้นฐานเป็นหนึ่ง ดังนั้น TFP จึงถูกแสดงสมการดังนี้

$$TFP = \frac{y^{t+1}/x^{t+1}}{y^t/x^t}$$

การประมาณค่าการเจริญเติบโตของผลิตภาพสามารถทำได้จากการพิจารณาค่าของตัววัดผลิตภาพที่ถูกต้องแม่นยำด้วย วิเคราะห์แบบ DEA จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายตารางที่ 3 ที่แสดงตัวชี้วัดสามตัว ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงในผลิตภาพ (Productivity Change) การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ (Efficiency Change) และการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค (Technical Change) แยกตามประเภทการพัฒนานวัตกรรมและวิธีการ ขึ้นแรกเราแบ่งหน่วยผลิตออกเป็นหน่วยผลิตที่ไม่ได้มีการพัฒนานวัตกรรมและหน่วยผลิตที่มีการพัฒนานวัตกรรม พบว่า หน่วยผลิตที่มีการพัฒนานวัตกรรมนั้นมีการขยายตัวของผลิตภาพ (Productivity Change) ที่สูงกว่าหน่วยผลิตที่ไม่มีการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งช่องว่างระหว่างหน่วยผลิตทั้งสองลักษณะนี้จะมีขนาดไม่กว้างมากนัก หากเมื่อคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านประสิทธิภาพ (Efficiency change) และการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค (Technical change) ช่องว่างระหว่างหน่วยผลิตทั้งสองกลับมีขนาดค่อนข้างกว้าง โดยทั่วไปหน่วยผลิตที่ไม่ได้มีการพัฒนานวัตกรรมมีอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ -2.3 ต่อปี ในขณะที่หน่วยผลิตที่มีการพัฒนานวัตกรรม มีอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ -1.7 ต่อปี เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงด้านประสิทธิภาพ แต่หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงด้านเทคนิคหน่วยผลิตที่ไม่ได้มีการพัฒนานวัตกรรมมีอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ 6.6 ต่อปี ซึ่งต่ำกว่าในหน่วยผลิตที่มีการพัฒนานวัตกรรมซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ที่ร้อยละ 7.9 ต่อปี จากผลดังกล่าวบ่งบอกเป็นนัยว่า นวัตกรรมส่งผลกระทบต่อหลากหลายต่อการขยายตัวของผลิตภาพในระยะสั้น และนวัตกรรมสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตได้ กล่าวได้ว่า ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีการผลิตส่งผลกระทบต่อทางบวกต่อการขยายตัวของผลิตภาพ และในเวลาเดียวกันนวัตกรรมก็ทำให้การขยายตัวของประสิทธิภาพในการผลิตลดต่ำลงในระหว่างช่วงเวลาของการปรับเปลี่ยนและ

ปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ๆ ซึ่งนำไปสู่ผลกระทบทางลบต่อผลิตภาพ ซึ่งผลกระทบที่หลากหลายนี้สามารถทดแทนกันได้ ทำให้ผลกระทบของนวัตกรรมต่อผลิตภาพมีลักษณะเป็นกลางภายในระยะสั้น

ตารางที่ 3

ตารางแสดงตัวชี้วัด (การเปลี่ยนแปลงในผลิตภาพ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค)

	Efficiency Change	Technical Change	Productivity Change	Number of Firms
Average of all firms	0.970	1.072	1.067	2051
Non-Innovation	0.977	1.066	1.069	1882
Innovation	0.983	1.079	1.073	169
Type of Innovation				
PRI	0.945	1.071	1.060	146
PCI	0.949	1.073	1.089	125

ต่อมา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์โดยละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยการจัดกลุ่มให้นวัตกรรมแต่ละประเภท ได้แก่ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (PRI) และ นวัตกรรมกระบวนการ (PCI) ในการพัฒนานวัตกรรมทั้งสองประเภทยังนั้น นวัตกรรมกระบวนการทำให้เกิดการขยายตัวของผลิตภาพสูงกว่า ในขณะที่นวัตกรรมผลิตภัณฑ์นั้นเกิดการขยายตัวของผลิตภาพต่ำกว่า ความแตกต่างของการขยายตัวของผลิตภาพในนวัตกรรมทั้งสองนั้นส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจาก ความแตกต่างของการเจริญเติบโตของประสิทธิภาพในการผลิตมากกว่าความก้าวหน้าทางเทคนิค (ตารางที่ 3) ดังนั้น ความแตกต่างที่พบในการเจริญเติบโตของประสิทธิภาพนั้นอาจขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการพัฒนานวัตกรรม หน่วยผลิตที่ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวกับผลผลิต (ทั้งนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และการปรับปรุงผลิตภัณฑ์) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มยอดขายและกำไรด้วยการเพิ่มส่วนต่างของราคาขายและต้นทุนให้เพิ่มสูงมากขึ้น (Llorca, 2002) ในขณะที่วัตถุประสงค์ของนวัตกรรมกระบวนการ คือ เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วย ช่วงเวลา

ระหว่างการพัฒนาการกับการผลิต เพราะฉะนั้น การพัฒนานวัตกรรมกระบวนการจึงเป็นหนทางที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ ดังนั้นอัตราการขยายตัวของประสิทธิภาพในการผลิตของกลุ่มหน่วยผลิตที่ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมกระบวนการจะมีอัตราสูงกว่าหน่วยผลิตที่ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์โดยเปรียบเทียบในระยะสั้นดังแสดงในตารางที่ 3 อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ที่แสดงดังตารางที่ 3 นั้นเป็นการแบ่งประเภทของนวัตกรรมและวิธีการอย่างง่ายโดยปราศจากปัจจัยอื่นควบคุม เพื่อให้การสรุปผลนี้เกิดความน่าเชื่อถือ การหาค่าประมาณค่าทางสถิติจึงถูกนำมาใช้ต่อไปเพื่อนำปัจจัยที่ส่งผลต่อการขยายตัวของผลิตภาพมาใช้เป็นตัวแปรควบคุมในการวิเคราะห์

6.2 ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis)

ในส่วนนี้ เราทำการวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis) โดยเป็นการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regressions Analysis) เพื่อประเมินการกำหนดการเจริญเติบโตของอำนาจผลิต โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเจริญเติบโตของผลิตภาพ และประเภทของนวัตกรรม ซึ่งตัวแปรตาม (Dependent Variable) ก็คือ ผลิตภาพการผลิต (Y) โดยวัดจากการคำนวณผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม Total Factor Productivity (TFP) ซึ่งใช้ Malmquist Productivity Index ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA และตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variable) คือ ประเภทของนวัตกรรมและตัวแปรอื่นๆ ด้วย

ซึ่งในการวิเคราะห์นี้ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกแบบจำลองที่ 1-3 (ตารางที่ 4) จะเป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของนวัตกรรมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพและตัวแปรอธิบายต่างๆ ที่นำมาพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอธิบายในแต่ละตัวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ ได้แก่ ขนาดของบริษัท, สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศของบริษัท, การครอบครองแผนก R&D ของบริษัท และการมีเงินทุนของตนเอง สำหรับการทำกิจกรรมนวัตกรรมในแบบจำลองที่ 1 ในส่วนของแบบจำลองที่ 2 จะเป็นการพิจารณาโดยละเอียดมากยิ่งขึ้นด้วยการแบ่งนวัตกรรมออกเป็นนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการ และในแบบจำลองที่ 3 จะเป็นการเพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับเครือข่ายพันธมิตรทางธุรกิจ ได้แก่ การร่วมมือกันระหว่างซัพพลายเออร์ในประเทศและต่างประเทศ สถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย และบริษัทคู่แข่งในการทำกิจกรรมนวัตกรรม และตัวแปรอื่น เช่น สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศของบริษัท, การรับบริการหรือการส่งเสริม/

ตารางที่ 4

The Determinants of Productivity Change

ตัวแปร	แบบจำลองที่ 1	แบบจำลองที่ 2	แบบจำลองที่ 3
Constant	1.004*	1.005*	1.010*
Inno	0.384*	-	-
PRI	-	-0.095*	-0.088*
PCI	-	0.298*	0.315*
Size	-0.003	-0.002	-0.002*
Export	0.006	0.001	-0.001
R&D-DEPT	0.094*	0.112*	0.113*
Finance	0.094*	0.014*	0.012*
Supply-L	-	-	0.157*
Supply-F	-	-	0.870*
Universe	-	-	0.170*
Compett	-	-	0.570
Gov	-	-	-0.007*
Tech	-	-	0.007
Demand	-	-	-0.140*
R	0.515	0.526	0.534
R ²	0.365	0.377	0.385
Adjusted R Square	0.363	0.375	0.380
F-Statistics	49.67	47.56	52.79
Sig.	0.000	0.000	0.000
จำนวนบริษัท	2051	2051	2051

*Statistical significance at the 5% level.

สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการดำเนินกิจกรรมนวัตกรรม การเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการทำกิจกรรมนวัตกรรม และการเห็นความสำคัญของอุปสงค์ที่มีต่อการทำกิจกรรมนวัตกรรมเข้าไปในแบบจำลองเพื่อการพิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อผลิตภาพที่เปลี่ยนแปลงไป สำหรับกลุ่มที่ 2 คือ แบบจำลองที่ 4-8 (ตารางที่ 5) เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพิ่มเติมโดยใช้ขนาดของบริษัทเข้ามาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดยวัดจากจำนวนพนักงานทั้งหมดของบริษัทในปี 2546 และกลุ่มสุดท้าย แบบจำลองที่ 9-11 (ตารางที่ 6) เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพิ่มเติมโดยใช้ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเข้ามาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ทั้งนี้ได้ใช้หลักเกณฑ์การแบ่งนี้ตามข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดย สวทช.

จากแบบจำลองที่ 1 นั้นจะพบว่า นวัตกรรมมีความสัมพันธ์เชิงบวกและสามารถอธิบายความผันแปรของการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งปัจจัยต่างๆ ในแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพได้ประมาณ 36.5% (R^2 เท่ากับ 0.365) และในแบบจำลองที่ 2 และ 3 นั้นจะเป็นการพิจารณาตามแต่ละประเภทของนวัตกรรม คือ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการ ซึ่งพบว่าในทั้งแบบจำลองที่ 2 และ 3 นวัตกรรมกระบวนการนั้นสามารถอธิบายความผันแปรของการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อผลิตภาพ แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมกระบวนการอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ก็สามารถอธิบายความผันแปรของการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกันแต่มีความสัมพันธ์นั้นเป็นไปในเชิงลบต่อผลิตภาพ แสดงให้เห็นว่า ยิ่งบริษัทมีการผลิตสินค้าใหม่มากเท่าใดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพของบริษัทจะยิ่งลดลงเท่านั้น ในขณะที่ถ้าบริษัทมีการสร้างกระบวนการใหม่มากเท่าใดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพของบริษัทจะยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเท่านั้น ซึ่งในแบบจำลองที่ 2 นั้นพบว่าปัจจัยต่างๆ ในแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพได้ประมาณ 37.7% (R^2 เท่ากับ 0.377) และจากแบบจำลองที่ 3 ได้มีการพิจารณาตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม และพบว่า ขนาดของบริษัท, การรับบริการหรือการส่งเสริมโดยกระทรวงอุตสาหกรรม และการเห็นความสำคัญของอุปสงค์นั้นมีนัยสำคัญในเชิงลบต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ ซึ่งหมายความว่าเมื่อตัวแปรดังกล่าวคือ ขนาดของบริษัทนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพนั้นลดลง ในส่วนของการรับบริการหรือการส่งเสริมโดยกระทรวงอุตสาหกรรม และ

การเห็นความสำคัญของอุปสงค์ก็เช่นกัน เมื่อการรับบริการหรือการส่งเสริมโดยกระทรวงอุตสาหกรรม และการเห็นความสำคัญของอุปสงค์นั้นเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพลดลง และตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญไม่ว่าจะเป็นการร่วมมือกับซัพพลายเออร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย, บริษัทคู่แข่งในการทำนวัตกรรม, การส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ, การครอบครองแผนก R&D ของบริษัท, การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมนวัตกรรม และการเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีในการทำนวัตกรรม ซึ่งหมายความว่าเมื่อตัวแปรดังกล่าวเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพนั้นเพิ่มขึ้นเช่นกัน และเมื่อพิจารณาการวิเคราะห์การถดถอยในแบบจำลองที่ 3 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดการเจริญเติบโตของผลิตภาพนั้นมีค่า R^2 เท่ากับ 0.380 แสดงว่าปัจจัยต่างๆ ในแบบจำลองนั้นสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพได้ประมาณ 38% และจากตารางที่ 4-3 สามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$Y = 1.010 - 0.088PCI + 0.315PRI - 0.002Size + 0.001Export + 0.113R\&D + 0.004Finance + 0.157Supply-L + 0.870Supply-F + 0.170Universe + 0.570Compett - 0.007Gov + 0.007Tech - 0.140Demand$$

ต่อมา ได้ทำการวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis) เพิ่มเติมโดยใช้ขนาดของบริษัท (Size) เป็นตัวแบ่งโดยวัดจากจำนวนพนักงานทั้งหมดของบริษัท ในปี 2546 ซึ่งแบ่งออกเป็น บริษัทขนาดจำนวนพนักงานน้อยกว่า 100 คน บริษัทขนาดจำนวนพนักงาน 101-200 คน บริษัทขนาดจำนวนพนักงาน 201-400 คน บริษัทขนาดจำนวนพนักงาน 401-600 คน และบริษัทขนาดจำนวนพนักงานมากกว่า 600 คนขึ้นไป ทั้งนี้ได้ใช้หลักเกณฑ์การแบ่งนี้ตามข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดย สวทช. ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5

The determinants of productivity change

ตัวแปร	แบบจำลองที่ 4	แบบจำลองที่ 5	แบบจำลองที่ 6	แบบจำลองที่ 7	แบบจำลองที่ 8
	จำนวนพนักงาน ≤100 คน	จำนวนพนักงาน 101-200 คน	จำนวนพนักงาน 201-400 คน	จำนวนพนักงาน 401-600 คน	จำนวนพนักงาน ≥600 คน
Constant	1.005*	1.014*	1.008*	1.005*	1.017*
PRI	-0.118*	-0.230*	-0.249*	-0.355*	-0.330*
PCI	0.439*	0.358*	0.322*	0.237*	0.165*
Size	-0.006*	-0.008*	-0.010*	-0.011*	-0.026*
Export	0.001	0.018	0.001	0.020*	0.010
R&D	0.059*	0.112*	0.200*	0.105*	0.214*
Finance	0.023	0.191*	0.271*	0.114*	0.289
Supply-L	0.085*	0.111	0.466	0.281	0.369*
Supply-F	0.149*	0.090	0.101	0.856*	0.217
Universe	0.085*	0.046*	0.032*	0.086*	0.017*
Compett	0.133	0.006	0.349	0.227	0.208
Gov	-0.001	-0.022*	-0.028*	-0.028	-0.010*
Tech	0.008	0.029*	0.051*	0.001	0.003
Demand	-0.003	-0.024*	-0.020*	-0.019*	-0.011
R	0.850	0.569	0.462	0.835	0.546
R ²	0.723	0.324	0.313	0.697	0.498
Adjusted R ²	0.719	0.295	0.281	0.665	0.468
F-Statistics	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
จำนวนบริษัท	1030	292	304	128	297

*Statistical significance at the 5% level.

ดังนั้น จากแบบจำลองที่ 4-8 นั้น พบว่า ประเภทของนวัตกรรมทั้งนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และนวัตกรรมกระบวนการมีผลต่อการเจริญเติบโตของผลิตภาพในทุกๆ ขนาดของบริษัท และยังพบว่า ขนาดของบริษัทนั้นมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ซึ่งมีความสอดคล้องกับแบบจำลองที่ 3 ที่ขนาดของบริษัทโดยวัดจากจำนวนพนักงานทั้งหมดของบริษัทที่มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบเช่นกัน หมายความว่า ยิ่งเมื่อขนาดของบริษัทยังมีจำนวนพนักงานมากขึ้นนั้นก็จะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพนั้นลดลงมากขึ้นด้วย กล่าวได้ว่า บริษัทที่มีขนาดเล็กจะมีผลิตภาพการผลิตมากกว่าบริษัทที่มีขนาดใหญ่ ทั้งนี้ในการอธิบายอาจอาศัยทฤษฎี Transaction Cost ที่กล่าวว่า ประสิทธิภาพที่เกิดจากขนาดของบริษัทจะเกิดขึ้นเมื่อต้นทุนส่วนเพิ่มทางด้านองค์กรมีค่าเท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มทางธุรกรรมทางตลาด ซึ่งบริษัทขนาดใหญ่จะมีความได้เปรียบกว่าบริษัทขนาดเล็กในด้านต้นทุนธุรกรรมทางตลาด และยังได้ประโยชน์จากการเข้าถึงการประหยัดจากขนาดในการผลิต อย่างไรก็ตาม การที่บริษัทที่มีขนาดใหญ่อาจทำให้มีต้นทุนในการบริหารจัดการสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจทำให้ต้นทุนส่วนเพิ่มทางด้านองค์กรสูงกว่าต้นทุนส่วนเพิ่มทางธุรกรรมทางตลาดเป็นผลให้บริษัทขนาดใหญ่มีผลิตภาพการผลิตต่ำกว่าบริษัทขนาดเล็กที่มีต้นทุนทางด้านการบริหารจัดการต่ำกว่า (Gulbitten and Taymaz, 2000) หรืออาจมาจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูลในข้อมูลตัวเลขยอดขาย ซึ่งทางผู้ศึกษาได้ใช้การสร้างค่า (Generate) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยพิสัย (Range) ของข้อมูลจริงในการสร้างค่าที่ใช้เป็นตัวแทน (Proxy) ทำให้ข้อมูลตัวเลขยอดขายมีค่าค่อนข้างคงที่และเพิ่มขึ้นในสัดส่วนเท่าเดิม และเนื่องจากผลิตภาพการผลิตคำนวณได้จากยอดขายต่อแรงงาน ทำให้ผลิตภาพการผลิตที่คำนวณได้อาจจะแปรผกผันกับขนาดของบริษัทซึ่งอาจจะเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ขนาดของบริษัทไม่ส่งผลทางบวกต่อผลิตภาพการผลิตเหมือนดังเช่นงานศึกษาโดยทั่วไปที่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง (Heshmati et al., 2006 และ Liu et al., 2000)

การวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis) เพิ่มเติมโดยใช้ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ซึ่งแบ่งออกเป็น น้อยกว่า 1 ล้านบาท, ตั้งแต่ 1-10 ล้านบาท, มากกว่า 10 ล้านบาท-50 ล้านบาท, มากกว่า 50 ล้านบาท-100 ล้านบาท, และมากกว่า 100 ล้านบาท ทั้งนี้ได้ใช้หลักเกณฑ์การแบ่งนี้ตามข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดย สวทช. ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6

The determinants of productivity change

ตัวแปร	ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา				
	น้อยกว่า 1 ล้าน บาท	ตั้งแต่ 1-10 ล้าน บาท	มากกว่า 10 ล้าน บาท-50 ล้านบาท	มากกว่า 50 ล้าน บาท-100 ล้านบาท	มากกว่า 100 ล้านบาท
	แบบจำลองที่ 9	แบบจำลองที่ 10	แบบจำลองที่ 11		
Constant	1.106*	1.278*	1.396*		
PRI	-0.153*	-0.204*	-0.311*		
PCI	0.322*	0.304*	0.523*		
Size	-0.049	-0.001*	-0.024*		
Export	-0.233	0.051	0.194	The dependent	The dependent
R&D-DEPT	0.186*	0.192*	0.202*	variable TFP has	variable TFP has
Finance	0.199	0.024*	0.431*	been deleted.	been deleted.
Supply-L	0.302	0.250*	0.393*	Statistics cannot	Statistics cannot
Supply-F	0.078	0.181	0.168	be computed. For	be computed. For
Universe	0.234	0.249*	0.318	models with	models with
Compett	0.132	0.193	0.322	dependent	dependent
Gov	0.191	0.059	0.005	variable TFP, the	variable TFP, the
Tech	0.340	0.065	0.213	following	following
Demand	0.005	-0.032	-0.038	variables are	variables are
R	0.668	0.421	0.712	constants or have	constants or have
R ²	0.447	0.278	0.507	missing	missing
Adjusted R ²	0.342	0.197	0.360	correlations: TFP,	correlations: TFP,
F-Statistics	0.000	0.000	0.000	PCI, and R&D.	PCI, and R&D.
จำนวนบริษัท	83	152	30	They will be	They will be
				deleted from the	deleted from the
				analysis.	analysis.

*Statistical significance at the 5% level.

ดังนั้น จากแบบจำลองที่ 9-11 พบว่า ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนานั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตภาพ และมีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้น หมายความว่า ยิ่งบริษัทที่มีการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาสูงขึ้นส่งผลให้ความน่าจะเป็นที่ผลผลิตภาพการผลิตรายนั้นเพิ่มสูงขึ้นด้วย โดยผลการประมาณค่าที่ได้มีความสอดคล้องกับงานศึกษาของ Heshmati et al. (2006) และ Loof and Heshmati (2000) และ Janz et al. (2003) ที่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการวิจัยและพัฒนาและผลผลิตภาพเช่นเดียวกัน อีกทั้งยังพบว่าการครอบครองแผนก R&D ของบริษัทนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ซึ่งหมายความว่า การครอบครองแผนก R&D ของบริษัทส่งผลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตภาพที่ โดยเมื่อให้ปัจจัยอื่นๆคงที่ หากบริษัทมีการครอบครองแผนก R&D ของบริษัทเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้โอกาสที่บริษัทมีการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตภาพเพิ่มขึ้นด้วย แต่ในส่วนของการใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา มากกว่า 50 ล้านบาท-100 ล้านบาท และ มากกว่า 100 ล้านบาทนั้น จากการคำนวณผลแล้วพบว่า TFP ซึ่งเป็นตัวแปรตามได้ถูกกลบออกไปเนื่องจากไม่สามารถหาค่าทางสถิติได้ และสำหรับโมเดลของตัวแปรตาม TFP ได้มีการลบตัวแปรอิสระ PCI R&D ออกไป เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้เป็นค่าคงที่หรือมีปฏิสัมพันธ์กับตัวแปรตาม และอาจเนื่องมาจากจำนวนบริษัทที่มีค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา มากกว่า 50 ล้านบาท-100 ล้านบาทนั้นมีเพียง 4 บริษัท และบริษัทที่มีค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา มากกว่า 100 ล้านบาทก็มีเพียง 4 บริษัทเช่นกัน ซึ่งทำให้ไม่สามารถนำมาคำนวณได้

ดังนั้น จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตภาพกับประเภทของนวัตกรรมทั้งสองประเภทซึ่งก็คือ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการ โดยจากผลการศึกษาที่ได้ นั้นอาจกล่าวได้ว่า นวัตกรรมทั้งสองประเภทยังมีผลต่อผลผลิตภาพการผลิตในทุกแบบจำลอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงกันระหว่างประเภทของนวัตกรรมและผลผลิตภาพการผลิต ซึ่งจะเห็นได้จากผลที่ได้ส่วนใหญ่ทั้งเกณฑ์ในการตัดสินใจในการทำนวัตกรรมกระบวนการส่งผลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตภาพ ดังนั้น เมื่อบริษัทมีนวัตกรรมกระบวนการเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ผลผลิตภาพนั้นเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ส่งผลทางลบต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตภาพ ดังนั้น เมื่อบริษัทมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ผลผลิตภาพนั้นลดลง

ทั้งนี้ ผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกับงานศึกษาของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) ซึ่งผลที่ได้สามารถสนับสนุนแนวคิดบางส่วนที่ว่า ประเภทของนวัตกรรมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผลิตภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนานวัตกรรมกระบวนการทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพที่มากกว่าการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และยังสอดคล้องกับแนวคิดความเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมและผลิตภาพการผลิตของ Hall (1994) ที่กล่าวว่า นวัตกรรมมีความเชื่อมโยงกับผลิตภาพการผลิตอีกด้วย แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางข้อมูลที่ใช้เพื่อการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรมประจำปี 2546 ที่จัดทำโดย สวทช. ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีระยะเวลาเพียงปีเดียว และจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูลที่ได้มานั้นเป็นข้อมูลที่แบ่งเป็นช่วงของข้อมูล ซึ่งทางผู้ศึกษาจึงได้ใช้การสร้างค่า (Generate) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยพิสัย (Range) ของข้อมูลจริง ในการสร้างค่าที่ใช้เป็นตัวแทน (Proxy) ทำให้ข้อมูลตัวเลขมีค่าค่อนข้างคงที่และเพิ่มขึ้นในสัดส่วนเท่าเดิม จึงอาจทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นอาจจะมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) ที่ไม่สูงนัก นอกจากนี้ การที่นวัตกรรมในประเทศไทยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับนวัตกรรมผลิตภัณฑ์มากกว่านวัตกรรมกระบวนการอาจเป็นเหตุผลให้ผลกระทบของนวัตกรรมที่มีต่อผลิตภาพการผลิตในประเทศไทยยังไม่ชัดเจนนัก อย่างไรก็ตาม Kim (2003) ชี้ให้เห็นว่า ประเทศที่พัฒนาแล้วจะเริ่มดำเนินการทำนวัตกรรมจากการทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่จากนั้นถึงจะเริ่มมีนวัตกรรมกระบวนการขึ้นมาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ แต่สำหรับประเทศกำลังพัฒนาในการพัฒนานวัตกรรมนั้น ควรเริ่มจากนวัตกรรมกระบวนการ โดยการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาใช้ในการกระบวนการผลิต เพื่อเกิดการเรียนรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในการพัฒนาไปสู่การลอกเลียนแบบผลิตภัณฑ์ และก้าวไปสู่ขั้นตอนการพัฒนาและปรับปรุงเป็นของตนเอง อีกทั้งการตระหนักถึงความสำคัญของการร่วมมือในการทำวิจัยและพัฒนา และร่วมมือกันในการทำกิจกรรมนวัตกรรมเพื่อที่จะทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี อันจะนำมาซึ่งการเพิ่มผลิตภาพการผลิต โดย Arnold (2002) ชี้ให้เห็นว่า เครือข่ายความเชื่อมโยงมีความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งจะก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางด้านความรู้และเทคโนโลยีจากภายนอก เพื่อนำมาดัดแปลงและปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่เป็นของตนเองหรือปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีหรือกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเครือข่ายความเชื่อมโยงที่เข้มแข็งจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของหน่วยผลิตในการดำเนินกิจกรรมนวัตกรรมต่างๆ ได้ และจากทุกแบบจำลองที่กล่าว

มาแล้วนี้ อาจสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพนั้น ได้แก่ เกณฑ์ในการตัดสินใจในการทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการ , การมีแผนก R&D ของบริษัทเอง, การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมนวัตกรรม และการพิจารณาตัวแปรที่เป็นเครือข่ายพันธมิตรทางธุรกิจคือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ, การร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย, การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการทำกิจกรรมนวัตกรรมมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก แสดงถึง ซึ่งเมื่อปัจจัยเหล่านี้มีค่าเพิ่มขึ้นก็จะมีโอกาสที่ผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน ในขณะที่ขนาดของบริษัทและการเห็นความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า) ที่มีต่อการทำกิจกรรมนวัตกรรม มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงถึง ซึ่งเมื่อปัจจัยเหล่านี้มีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะมีโอกาสที่ผลิตภาพการผลิตนั้นลดน้อยลง

7. บทสรุป

7.1 สรุปผลการศึกษา

ผลลัพธ์ของการวัดระดับผลิตภาพโดยใช้ Malmquist Productivity Index ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA จากการประมาณค่าการเจริญเติบโตของผลิตภาพสามารถทำได้จากการพิจารณา ค่าของตัววัดผลิตภาพที่ถูกต้องแม่นยำด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ DEA พบว่า หน่วยผลิตที่มีการพัฒนานวัตกรรมนั้นมีการขยายตัวของผลิตภาพที่สูงกว่าหน่วยผลิตที่ไม่มีพัฒนานวัตกรรม จึงเป็นนัยว่านวัตกรรมส่งผลกระทบที่หลากหลายต่อการขยายตัวของผลิตภาพในระยะสั้นและนวัตกรรมสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตได้ และพบว่า นวัตกรรมกระบวนการทำให้เกิดการขยายตัวของผลิตภาพสูงกว่านวัตกรรมผลิตภัณฑ์ การพัฒนานวัตกรรมกระบวนการจึงเป็นหนทางที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การถดถอยแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงกันระหว่างประเภทของนวัตกรรมและผลิตภาพการผลิต โดยที่เมื่อบริษัทมีนวัตกรรมกระบวนการเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ผลิตภาพนั้นเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม เมื่อบริษัทมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ผลิตภาพนั้นลดลง แสดงให้เห็นว่า ในการพัฒนานวัตกรรมกระบวนการนั้นมีความน่าจะเป็นที่จะทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพมากกว่าการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ในระยะสั้น และสาเหตุที่ทำให้เกิดผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันของลักษณะการเจริญเติบโต

ของผลิตภาพการผลิตเมื่อผลิตภาพเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้มีความสอดคล้องกับงานศึกษาของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) และ Hall (1994) ซึ่งผลที่ได้สามารถสนับสนุนแนวคิดบางส่วนที่ว่า ผลิตภาพการผลิตมีความเชื่อมโยงและมีความสัมพันธ์กับนวัตกรรม และประเภทของนวัตกรรมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผลิตภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนานวัตกรรมกระบวนการทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพที่มากกว่าการพัฒนาวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และผลการศึกษาที่ได้นั้นยังชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างการวิจัยและพัฒนา, นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิต ซึ่งพบว่าการเชื่อมโยงกันระหว่างการวิจัยและพัฒนา ประเภทของนวัตกรรม และผลิตภาพ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดแบบจำลองห่วงโซ่สัมพันธ์ของนวัตกรรมของ Kline and Rosenberg (1986) ที่อธิบายถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างการวิจัยและพัฒนา กับนวัตกรรมอีกด้วย ในการวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ขนาดของบริษัทเป็นตัวแบ่งซึ่งวัดจากจำนวนพนักงานทั้งหมดของบริษัท ในปี 2546 นั้นพบว่า เมื่อขนาดของบริษัทยังมีจำนวนพนักงานมากขึ้นนั้นก็จะส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพนั้นลดลงมากขึ้นด้วย กล่าวได้ว่า บริษัทที่มีขนาดเล็กจะมีผลิตภาพการผลิตมากกว่าบริษัทที่มีขนาดใหญ่ และต่อมาได้ทำการวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งนั้นพบว่า ถ้ายังบริษัทที่มีการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาสูงขึ้นส่งผลให้ความน่าจะเป็นที่ผลิตภาพการผลิตนั้นเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้มีความสอดคล้องกับงานศึกษาของ Heshmati et al. (2006) และ Loof and Heshmati (2000) และ Janz et al. (2003) อีกทั้งยังพบว่า ในการร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ในการทำนวัตกรรมนั้นจะส่งผลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ ไม่ว่าจะเป็นการร่วมมือกับซัพพลายเออร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัยในการทำนวัตกรรม, การครอบครองแผนก R&D ของบริษัท, การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมนวัตกรรม และการเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีในการทำนวัตกรรม และจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมกระบวนการจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพมากกว่านวัตกรรมผลิตภัณฑ์ในระยะสั้น เนื่องจากนวัตกรรมกระบวนการนั้นมุ่งเน้นไปทางประสิทธิภาพและการเจริญเติบโตของประสิทธิภาพดีกว่า อย่างไรก็ตามในระยะยาวดูเหมือนว่านวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพผลิตมากกว่า เนื่องจากอัตราของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สูงกว่านวัตกรรมของกระบวนการ

7.2 ข้อจำกัดในการศึกษา

1) การใช้ตัวแปร “บริษัทมีการรายงาน” มาเป็น Proxy ของตัวแปรต่างๆ เช่น ตัวแปรนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) ตัวแปรนวัตกรรมกระบวนการผลิต (Process Innovation) ผลผลิตภาพ จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม เป็นประเด็นที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญว่า การตีความควรมีความระมัดระวัง ความแม่นยำของข้อมูล

2) ในการคำนวณผลผลิตภาพการผลิตซึ่งสามารถวัดได้ทั้งวิธีผลผลิตภาพปัจจัยการผลิตเฉพาะส่วนและผลผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP) ซึ่งการวัดผลผลิตภาพการผลิตจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านการผลิตและต้นทุนการผลิต รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญ เช่น แรงงาน ค่าจ้าง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ไม่มีในข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรมของ สวทช. แต่มีในการจัดเก็บข้อมูลของ รง.8/รง.9 ซึ่งไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่สะท้อนถึงการมีผลผลิตภาพการผลิตไม่สามารถวัดได้

3) จากการที่ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่มีระยะเวลาเพียงปีเดียว ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลจึงถูกจำกัดอยู่ในผลกระทบระยะสั้นไม่สามารถอธิบายที่จะคาดการณ์ในระยะยาวได้ อีกทั้ง การสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรมนั้น ทาง สวทช. จะมีการสำรวจในทุกๆ 5 ปี ซึ่ง ณ ปัจจุบันอยู่ในช่วงระหว่างการจัดทำข้อมูล ณ ปี 2551 การศึกษาในครั้งนี้จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูล ณ ปี 2546

4) ในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลนั้น เนื่องจากข้อมูลจากการสำรวจนี้ ครอบคลุมถึงตัวแปรบางตัวที่เกี่ยวข้องกับความลับทางการค้า เช่น ตัวเลขยอดขาย, ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ ทำให้ไม่สามารถหาตัวแปรที่เหมือนกันได้ ทางผู้ศึกษาจึงใช้การสร้างค่า (Generate) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยพิสัย (Range) ของข้อมูลจริง ในการสร้างค่าที่ใช้เป็นตัวแทน (Proxy) แทนตัวแปรที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ในการคำนวณ ดังนั้น ในการศึกษาจึงการไม่สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาในเรื่องความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามทำให้การรวมข้อมูลเข้ากับแหล่งข้อมูลอื่นไม่สามารถทำได้ ทั้งนี้ ในการนำผลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้จึงควรคำนึงถึงข้อจำกัดในการศึกษานี้ด้วย

7.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

เนื่องจากงานศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาในภาพรวม ไม่ได้เจาะจงในรายอุตสาหกรรม ที่มีทั้งอุตสาหกรรมที่ใช้ทุนเข้มข้นและอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเข้มข้น ซึ่งการศึกษาในอนาคต อาจจะทำการศึกษาเฉพาะเจาะจงในรายอุตสาหกรรมก็ได้ หรืออาจแยกเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ทุนเข้มข้นและอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเข้มข้น นอกจากนี้ยังอาจทำการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์นอกเหนือจากแบบสำรวจกิจกรรมวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรมของ สวทช. ซึ่งจะทำให้ผลการประมาณค่าที่ได้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น อีกทั้ง การศึกษาในครั้งนี้ใช้ฐานข้อมูลที่ได้จาก สวทช. ซึ่งเป็นข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data) ซึ่งหากในอนาคตมีการเก็บข้อมูลที่เป็นระบบที่สามารถเปรียบเทียบเป็นรายปีได้ อาจจะทำให้การวิเคราะห์ในรูปแบบข้อมูล Panel Data ซึ่งอาจจะทำให้เห็นความเชื่อมโยงกันระหว่างการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และผลิภาพการผลิตได้ดีกว่า

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. รายงานผลการสำรวจการวิจัยและพัฒนา และกิจกรรมนวัตกรรมในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ประจำปี 2546, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548.

_____. ดัชนีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยปี 2550, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. แผนแม่บทการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพของ ภาคอุตสาหกรรม พ.ศ. 2551-2555, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2550.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. รายงานผลการสำรวจขีดความสามารถด้านนวัตกรรมของไทย ประจำปี 2550, สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2550.

Abhinorasaeth, N. “Innovation and Productivity in Developed and Developing Countries: A Comparative study of Japanese and Thai manufacturing firms.” Hitotsubashi University, 2007.

Arnold, E. (2002). Enhancing Policy and Institutional Support for Industrial Technology Development in Thailand. The Overall Policy Framework and the Development. Of the Industrial Innovation System. World Bank, (1)

Benavente, J.M., “The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity in Chile.” Third draft, November 4, 2002. p.1-1.

Charoenporn, P. “Technological Innovation Development in Thai Manufacturing Sector.” Hiroshima University. 2006.

Crepon, B., Duguet, E. and Mairesse J., “Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level.” NBER Working Paper 6696, 1998.

Duguet, E. 2002. “Innovation height, spillovers and TFP growth at firm level: Evidence from French manufacturing”, EUREQua, 2002.

- Griliches, Z., "R and D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues." Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, Paul Stoneman Blackwell Handbooks in Economics, 1995, p.52 – 89.
- Gulbitten, O. anTaymaz, E., "Are Small Firms Inefficient? A Schumpeterian Analysis of Productivity Differentials." Middle East Technical University Ankara. Turkey, 2000.
- Hall, P., "Innovation, Economics and Evolution: Theoretical Perspectives on Changing Technology in Economic Systems." Harvester Wheatsheaf, 1994, p. 15 – 57
- Hall, R.H. "A framework linking intangible resource and capabilities to sustainable competitive advantage." Strategic Management Journal, Vol.14, 1994, p.607-618
- Heshmati, A., Kim, Y.K. and Kim, H. (2006). The Effects of Innovation on Performance of Korean firms. The American Economic Review, (82), 73-84
- Hjalmarsson, L. and A. Veiderpass, 1992, "Productivity in Swedish Electricity Retail Distribution," Scandinavian Journal of Economics 94, 193-205.
- Huergo, E. and J. Jaumandreu, 2004, "Firms' age, process innovation and productivity growth," International Journal of Industrial Organization, Vol 22, 541-559.
- Janz, N. and Peters, B. (2003) "Innovation and Innovation Success in the German Manufacturing Sector Econometric Evidence at Firm Level." The American Economic Review, (79), 57-71.
- Janz N., Loof H. and Peters B. "Firm Level Innovation and Productivity – Is there a Common Story across Countries." Problems and Perspectives in Management, 2004.
- Keunjae Lee and Sang-Mok Kang, Innovation Types and Productivity Growth: Evidence from Korean Manufacturing Firms, (Global Economic Review, 2007), p.p343 — 359
- Kim, L. "Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea's Technological Learning." Harvard Business School Press, Boston, MA., 2003.

- Lee, K.J., and D.S. Lee, 2004, "Firm Characteristics, Cooperation over Technology and Types of Innovation: Based on the Busan Innovation Survey", *Journal of Economic Studies*, Vol. 22, No 4, 173-199.
- Lee, H. and J. A. Stone, 1994, Product and process innovation in the product life cycle: estimates for U.S. manufacturing industries, *Southern Economics Journal*, Vol. 60, 754-763.
- Llorca, R., 2002, "The impact of process innovations on firm's productivity growth: the case of Spain," *Applied Economics*, Vol. 34, 1007-1016.
- Loof, H. and Heshmati, A., "Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm Level Innovation Study."
- SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance, KTK Report, Department of Industrial Economics and Management, June 13, 2000.
- Loof, H. and Heshmati, A. "Knowledge capital and performance heterogeneity: a firm level innovation study." *International Journal of Production Economics*, Vol. 76 (1), 2002, p. 61-85.
- Lui Diaz-Balteiro, A. Casimiro Herruzo, Margarita Martinez and Jacinto Gonza'lez-Pacho'n. "An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry" *Forest Policy and Economics* Vol. 8, 2000, p. 762-773.
- Mansfield, E. "Size of firm, structure, and innovation." *Journal of Political Economy*. Vol. 71, 1963, p. 556-576
- Masso, J. and Vahter, P. "Innovation and Firm Performance in a Catching-up Economy." Institute of Economics, University of Tartu, Estonia.

OECD. "Measuring Productivity: OECD Manual Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth." OECD Publications, Paris. 2001.

OECD. "OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data-Oslo Manual." OECD Publications Service, Paris. 1997.

Appendix

ทฤษฎีการวัดระดับผลิตภาพ

จากงานวิจัยของ Keunjae Lee & Sang-Mok Kang (2007) การวัดระดับผลิตภาพ (Productivity Index) โดยใช้ Malmquist Productivity Index ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DEA เป็นวิธีการที่ใช้โปรแกรมเชิงเส้นมาเพื่อกำหนดขอบเขตของหน่วยผลิต เพื่อหาสัดส่วนการใช้ทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดหรือสัดส่วนการผลิตสินค้าเพื่อให้ได้ปริมาณการผลิตสูงสุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งสามารถสรุปได้โดยที่การวัดระดับผลิตภาพการผลิตที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้สมมติให้ปัจจัยนำเข้า (Input) คือ x และผลลัพธ์ (Output) คือ y และมี 2 ช่วงเวลา คือ t และ $t+1$ โดยปกติ TFP เป็นอัตราส่วนของผลลัพธ์ต่อปัจจัยนำเข้า อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติดัชนีจะถูกใช้เพื่อจับคู่ปริมาณผลลัพธ์ที่ได้จากปัจจัยนำเข้าที่มีช่วงเวลาพื้นฐานเป็นหนึ่ง ดังนั้น TFP จึงถูกแสดงดังในสมการที่ 1

$$TFP = \frac{y^{t+1} / x^{t+1}}{y^t / x^t} \quad (1)$$

จากสมการที่ 1 เราสามารถเปลี่ยนรูปได้ด้วยการใช้ Distance function ดังสมการที่ 2 นี้

$$TFP = \frac{y^{t+1} / x^{t+1}}{y^t / x^t} = D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_c^t(x^t, y^t) \quad (2)$$

โดยที่ $D_c^t(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันผลผลิตที่เปรียบเทียบกับผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant return to scale) ของเทคโนโลยีในช่วงเวลา t , $f(x)$ คือ ความเป็นไปได้ในการผลิตที่บริษัทได้ผลิตออกมาเป็นผลผลิต (y^t) ต่อปัจจัยนำเข้า (x^t) ในช่วงระยะเวลา t จากฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ทั้งสองที่แสดงในสมการที่ 2 สามารถเขียนได้ดังต่อไปนี้

$$D_c^t(x^t, y^t) = \inf\{\theta : (x^t, y^t / \theta) \in F^t(x)\}$$

$$D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf\{\theta : (x^{t+1}, y^{t+1} / \theta) \in F^t(x)\} \quad (3)$$

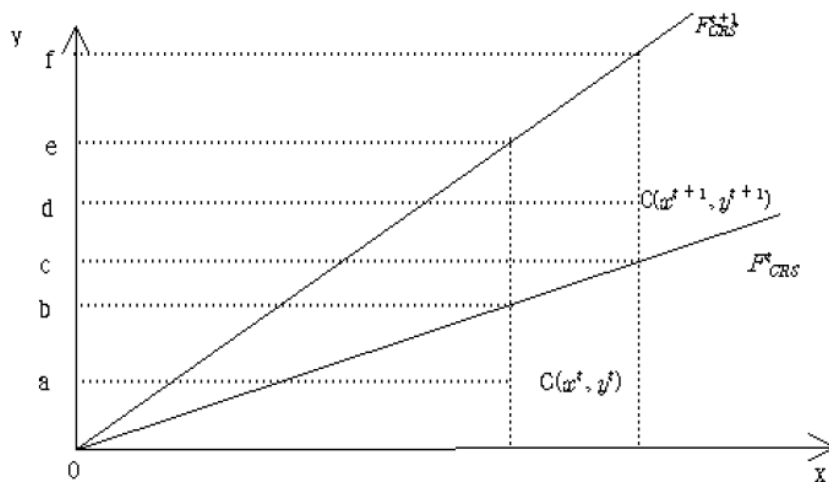
θ คือ สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของผลผลิตทั้งหมดที่ได้จากการผลิต ฟังก์ชันในสมการที่ 3 นั้นเป็นการวัดสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงในผลผลิตสูงสุดโดยกำหนดให้ (x^t, y^t) และ (x^{t+1}, y^{t+1}) อธิบายความสัมพันธ์นี้ ในช่วงเวลา t และ $t+1$

ในแผนภาพที่ 2 จะเป็นการอธิบายโครงสร้างของ Total Factor Productivity (TFP) และ Malmquist productivity index ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้วัดความเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ เมื่อฟังก์ชันสมการการผลิตเป็นแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant return to scale) ถ้าหน่วยผลิตทำการผลิตที่จุด $C(x^t, y^t)$ ในแผนภาพที่ 2 ค่าของฟังก์ชันในหน่วยผลิตจะมีหน่วยผลิตจะมีค่าเท่ากับ $D_c^t(x^t, y^t) = \frac{oa}{ob}$. ถ้าหน่วยผลิตผลิตที่จุด $C(x^{t+1}, y^{t+1})$ ในช่วงเวลาถัดไป $t+1$ ค่าของฟังก์ชันที่มีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่หรือในช่วงเวลา t มีค่าเท่ากับ $D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{od}{oc}$. เพราะฉะนั้น Total Factor Productivity (TFP) ถูกอธิบายในรูปของเรขาคณิตดังต่อไปนี้

$$TFP = \frac{y^{t+1}/x^{t+1}}{y^t/x^t} = D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_c^t(x^t, y^t) = \frac{ob \cdot od}{oa \cdot oc} \quad (4)$$

แผนภาพที่ 1

Construction of the Malmquist productivity index.



และเพื่อกำหนดรูปแบบประเภทตัววัดในอุดมคติที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งในทางปฏิบัติ Total Factor Productivity (TFP) หรือ ตัววัดผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนั้นได้ถูกกำหนดไว้เพื่อขจัดปัญหาถ้าหากช่วงเวลาพื้นฐานเปลี่ยนแปลงไป ค่าของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมจะเปลี่ยนไป (Han, 2001; Kang et al., 2005) ดังนั้น ตัววัดแบบ The Malmquist Productivity Index จึงได้ใช้รูปแบบสมการที่ (5) ดังต่อไปนี้

$$M_t^{t+1} = \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{od/oc}{oa/ob} \frac{od/of}{oa/oe} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

ในกรณีที่ค่า M มีค่ามากกว่า 1 การเปลี่ยนแปลงในผลิตภาพจะมีค่าเป็นบวก ทำให้ The Malmquist Productivity Index ในสมการข้างต้นจะสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ (Efficiency Change: EC) และการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค (Technical Change: TC) ดังนั้น จากสมการข้างต้นจึงสามารถเขียนใหม่ออกมาเป็นสมการดังต่อไปนี้

$$M_t^{t+1} = \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{od/of}{oa/ob} \left[\frac{of/oe}{oc/ob} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภาพถูกกำหนดด้วยการลบ 1 ออกจาก Malmquist Productivity Index ถ้าหากตัววัดมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าผลิตภาพระหว่างสองช่วงเวลานั้นได้มีการปรับปรุง การแปลความหมายในแนวทางเดียวกันนี้สามารถนำไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงทั้งสองคือ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ (EC) และการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค (TC) และเพื่อคำนวณตัวดัชนีวัดทั้งสามที่ได้อธิบายไปก่อนหน้านี้แล้วนั้น เราต้องหาค่าของฟังก์ชันต่างๆ ในสมการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งได้แก่ $D_c^t(x^t, y^t)$, $D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ และ $D_c^{t+1}(x^t, y^t)$ นอกจากนี้ แนวทางการผลิตที่อ้างอิงว่าเป็นแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ในช่วงเวลาที่ t และช่วงเวลาที่ $t+1$ ก็ต้องการค่าของฟังก์ชันดังกล่าวมาด้วย ซึ่งแนวทางการผลิตที่อ้างอิงว่าเป็นแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ ในช่วงเวลาที่ t ได้ถูกกำหนดไว้ในสมการดังนี้

$$F(x) = \{(x_n^{kt}, y_m^{kt}) : \sum_{k=1}^K Z^{kt} y_m^{kt} \geq y_m^{kt}, k = 1, \dots, K, t = 1, \dots, T, m = 1, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K Z^{kt} x_n^{kt} \leq x_n^{kt}, n = 1, \dots, N \\ Z^{kt} \geq 0\} \quad (7)$$

กำหนดให้ T แทนจำนวนของช่วงเวลา ในขณะที่ K, N, M แสดงจำนวนหน่วยผลิต, จำนวนสิ่งที่ใส่เข้าไปในการผลิตและจำนวนผลผลิต ตามลำดับ Z^{KT} คือ $K \times T$ ทิศทางของความ

หนาแน่นและการสร้างเส้นการผลิตที่เป็นไปได้สำหรับช่วงเวลา t และค่า k ของหน่วยผลิตในฟังก์ชันการผลิตที่เป็นแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่จะถูกคำนวณมาจากการแก้สมการเชิงเส้นซึ่งเป็นเทคนิคในการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยเฉพาะการแก้ปัญหานี้เป็นการแก้ปัญหาค่าที่ต่ำที่สุดขึ้นมาชุดหนึ่ง เช่น การหาสัดส่วนของผสม เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่ดีที่สุด มีค่ามากที่สุด และใช้ต้นทุนน้อยที่สุดเป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้การหาค่าของตัววัดผลิตภาพที่ถูกต้องแม่นยำวิธีวิเคราะห์แบบ DEA จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายในส่วนที่ผ่านมาและสามารถที่จะจำแนกตัวชี้วัดได้ 3 ตัว ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงในผลิตภาพ, การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค และในการพิจารณาการเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตจะถูกเขียนขึ้นมาใหม่ด้วยการใช้ลอการิทึมซึ่งสามารถเขียนสมการออกมา ดังนี้

$$\begin{aligned}\log(M_t^{t+1})_i &= \log \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \log(D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \cdot D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}))^{\frac{1}{2}} - \log(D_c^t(x^t, y^t) \cdot D_c^{t+1}(x^t, y^t))^{\frac{1}{2}}\end{aligned}\quad (8)$$

ในกลุ่มตัวแปรกลุ่มแรกในสมการข้างต้นจะแสดงถึงระดับของประสิทธิภาพในช่วงเวลา $t+1$ แสดงออกมาในรูปของสมการซึ่งมีความหมายถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในช่วงเวลา t และ $t+1$ ในกลุ่มตัวแปรส่วนที่สองแทนระดับของประสิทธิภาพในช่วงเวลา t เช่นเดียวกัน ดังนั้นสมการดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถเขียนใหม่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในสมการ ดังนี้

$$\log(M_t^{t+1})_i = X' \beta + \delta \log(D_c^t(x^t, y^t) \cdot D_c^{t+1}(x^t, y^t))^{\frac{1}{2}} + \varepsilon_i \quad (9)$$

จากงานวิจัยและการศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมา นั้น มักจะใช้การคาดประมาณผลิตภาพแรงงาน หรือผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP) ด้วยวิธี Parametric method แต่ในการนำวิธีวิเคราะห์แบบ DEA ซึ่งเป็นวิธี Non-parametric method มาใช้ก็เพื่อเชื่อมต่อประเภทของการพัฒนาวัตรกรรมเข้ากับผลิตภาพด้วยวิธีนี้จะทำให้เราสามารถคาดประมาณความเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพ โดยปราศจากการสร้างสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของเทคโนโลยีการ

ผลิตที่มีลักษณะเฉพาะ ดังนั้น ในการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Non-parametric method นั้นเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ต้องการข้อสมมติของลักษณะการกระจายของกลุ่มตัวอย่างนั่นเอง โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็นและข้อมูลนั้นไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ และการวิเคราะห์การถดถอยเป็นกระบวนการทางสถิติ ที่นำมาใช้ เพื่อให้ได้สมการการถดถอยสำหรับทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ สิ่งที่ถูกทำนาย เรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent variable) ตัวแปรทำนายเรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent variable) การวิเคราะห์การถดถอยนั้นมีทั้งการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regressions) และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regressions) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regressions) ในส่วนนี้จะทำการประมาณการสมการถดถอยทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least square)

การวิเคราะห์การถดถอย (Regressions Analysis) เป็นกระบวนการทางสถิติ ที่นำมาใช้ เพื่อให้ได้สมการการถดถอยสำหรับทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ สิ่งที่ถูกทำนาย เรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ตัวแปรทำนายเรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) การวิเคราะห์การถดถอยนั้นมีทั้งการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regressions) และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regressions) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regressions) ซึ่งจะประกอบไปด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ หรือสมการถดถอยได้ ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \cdots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (10)$$

โดย β_0 คือ ค่าคงที่หรือจุดตัดเส้นตรงตัดกับแกน y และจะมีค่าเท่ากับ Y เมื่อตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$) มีค่าเท่ากับศูนย์, ค่า $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย โดยค่า β แต่ละค่าจะแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า Y เมื่อค่า x เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย (เมื่อค่า x ตัวอื่นๆ คงที่) จะเห็นได้ว่าสมการถดถอยพหุคูณนั้นแตกต่างจากสมการถดถอยอย่างง่าย โดยมีตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัว ทั้งนี้ในทางปฏิบัติสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุหรือได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายตัว ซึ่งปัจจัยแต่ละตัวจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกันหรือไม่ก็ได้

ดังนั้น ในส่วนนี้จะทำการประมาณการสมการถดถอยทางสถิติ (Regression Analysis) โดยการใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regressions) เพื่อประเมินการกำหนดการเจริญเติบโตของผลผลิตภาพการผลิต โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเจริญเติบโตของผลผลิตภาพการผลิตและประเภทของนวัตกรรม และต่อมาจะเป็นการใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least square: OLS) ในการวัดและเมื่อเกิดปัญหา Heteroskedasticity⁶ ขึ้นก็จะทำการวัดทุกแบบจำลองโดยใช้วิธีการกำลังสองน้อยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Least Square: WLS) อีกครั้งหนึ่ง

⁶ Heteroskedasticity คือ ความแปรปรวนของตัวแปรที่อธิบายได้ไม่คงที่