"ความท้าทายของการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิต ในเศรษฐกิจยุคใหม่"*

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะนักเศรษฐศาสตร์ที่มีแนวคิดที่โดดเด่น คือ Farrell (1957 Quoted in G.E.Battese and T.J.Coelli, 2001) ทำการศึกษาการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิเคราะห์กระบวนการประสิทธิภาพเป็น 2 แนวทาง กล่าวคือ ประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical efficiency) และประสิทธิภาพทางราคา (Allocation efficiency) ในส่วนประสิทธิภาพทางเทคนิค(TE) เป็นการศึกษาถึง ความสามารถของหน่วยการผลิตที่สามารถเพิ่มการผลิตต่อหน่วย โดยสามารถใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตคงเดิม ในขณะที่ประสิทธิภาพทางราคา(AE)เป็นการศึกษาถึงความสามารถของหน่วยการผลิตที่สามารถใช้ปัจจัยการผลิตได้เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไข ต้นทุนการผลิตหรือระดับราคาปัจจัยการผลิตต่ำที่สุดของการผลิต รวมทั้งสองประสิทธิภาพการผลิต อาจเรียกได้ว่า ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic efficiency: EE) สมการเป็น Technical efficiency(TE)+ Allocation efficiency(AE) = Economic efficiency (EE) ซึ่งกระบวนการวัดประสิทธิภาพสามารถวัดได้โดยมีการมุ่งเน้น Input-Oriented Measures เป็นการพิจารณาความสามารถของหน่วยการผลิตในการลดปริมาณปัจจัยการผลิต โดยผลผลิตยังคงได้ปริมาณคงเดิม หรือการวัดประสิทธิภาพโดยมีการมุ่งเน้น Output-Oriented Measures เป็นการพิจารณาความสามารถของหน่วยการผลิตในการเพิ่มปริมาณการผลผลิต โดยภายใต้เงื่อนไขปัจจัยการผลิตคงเดิม ต้นทุนหรือระดับราคาต่ำที่สุด

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จนกระทั้งปัจจุบันสามารถกำหนดแนวทางการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจออกเป็น 2 แนวทางหลักกล่าวคือ 1.การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้หลักการพารามิเตอร์ (Parametric Approach) ซึ่งมีหลายวิธีในการกำหนดการวิเคราะห์ อาทิ การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย(Regression Approach) การวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic frontier Analysis) เป็นต้น 2.การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้หลักการนอนพารามิเตอร์ (Non- Parametric Approach) มีหลายวิธีในการกำหนดการวิเคราะห์อีกเช่นกัน อาทิ วิธีการวิเคราะห์แบบ Free Disposal Hull (FDH) วิธีการวิเคราะห์ด้วยเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA)ซึ่งในแต่ละวิธีทั้ง 2 แนวทางดังกล่าวก็มีจุดเด่น จุดอ่อนแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับข้อมูลในการวิเคราะห์อีกทั้งการกำหนดกลุ่มประชากรในการพิจารณาซึ่งจะอธิบายในประเด็นถัดไป นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Luise R. Murillo-Zamorano (2004) ได้พิจารณาประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจในการวิเคราะห์เช่น Bayesian techniques, Bootstrapping, duality theory และ Multiple output model

*รองศาสตราจารย์ทศพร แก้วขวัญไกร สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้หลักการพารามิเตอร์ (Parametric Approach)

การใช้หลักการพารามิเตอร์ในการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจนั้น มีหลายวิธีอย่างที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ ส่วนใหญ่ได้รับความนิยม มี 2 วิธีในการวิเคราะห์ คือ 1.วิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย (Regression Approach) 2.วิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic frontier Analysis) การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปรซึ่งในกระบวนการวิเคราะห์แบบนี้มีจุดอ่อนคือความไม่มีประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ถดถอย อันเนื่องจากเมื่อนำเอาตัวแปรอิสระเข้าไปในสมการถดถอย ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยไม่คงที่และเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของจำนวนกลุ่มตัวอย่างและจำนวนของตัวแปรอิสระ ทำให้การวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มมีจุดเด่นในเรื่องค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์คงที่กว่า ฉะนั้นการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้หลักการพารามิเตอร์จึงนิยมมากกว่า อีกทั้งมีการใช้แนวคิดวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติจึงมีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับทางสถิติ โดยมีการสร้างแบบจำลองในรูปแบบสมการ กำหนดความคลาดเคลื่อนและมีการทดสอบสมมติฐานอย่างชัดเจน ในส่วนการกำหนดความคลาดเคลื่อนผู้ทดสอบหรือนักวิจัยสามารถกำหนดหรือควบคุมเองได้ โดยแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Inefficiency) ส่วนความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ สามารถกำหนดเป็นความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยภายนอก

การวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มได้รับความนิยม โดยมีการศึกษาและทำงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง เช่น Ma A ´ ngeles Dı´az and Rosario Sa´nchez (2011) ทำการศึกษาเรื่องเพศและปัจจัยพื้นฐานของค่าจ้างแรงงานในแถบยุโรปโดยการวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม Rangalol M.(2011) ทำการศึกษาเกษตรกรและประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจในการผลิตน้ำตาลในประเทศอินเดียโดยการวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม Mohammed Z. et al (2010) ทำการศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของฟาร์มเกษตรกรในเมือง Khulna ประเทศ Bangladesh โดยวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม นอกจากนั้น Anne-Kathrin Last and Heike Wetzel (2010) ทำการศึกษาประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของโรงภาพยนต์เอกชนในประเทศเยอรมันนี โดยใช้หลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน รวมถึงการวัดประสิทธิภาพทางการผลิตของโรงงาน อุตสาหกรรมต่างๆก็มีการศึกษาและวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มเช่นกัน อาทิ Yapa M.W.Y Banadra and Neil D. Karunarate (2010) ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์เชิงประจักษ์การลดน้อยถอยลงของประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานในประเทศ Sri Lanka รวมถึง Mahadevan R. (2001) ทำการศึกษาเรื่องประเมินประสิทธิภาพผลผลิตจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในภาคโรงงานอุตสาหกรรม ประเทศมาเลเซีย และ Sriboonchitta s. and Wiboonpongse A.(2001) ได้ทำการศึกษาโดยการประเมินประสิทธิภาพโดยการวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มกับความเหมาะสมในการปลูกข้าวหอมมะลิในประเทศไทย ส่วนทางด้านการศึกษาก็มี

การประยุกต์เพื่อนำมาประเมินประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจเช่นเดียวกัน อาทิ Melville L.M. and Wing H. Chan (2004) ทำการศึกษาประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของมหาวิทยาลัย โดยการเปรียบเทียบจากการวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม Izadi, Johnes, Oskrochi and Crouchley (2002) ทำการศึกษาการประมาณเส้นพรมแดนการผลิตของฟังก์ชันของต้นทุน CES กรณีศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศ Britain นอกจากนั้น Conroy and Arguea (2008) ทำการศึกษาการประมาณประสิทธิภาพทางเทคนิค กรณีศึกษาโรงเรียนเอกชนในระดับประถมศึกษา เมือง ฟลอลิด้า อีกทั้ง Bifulco and Bretscheider (2001) ศึกษาการประมาณประสิทธิภาพของโรงเรียน โดยการเปรียบเทียบโดยการใช้แบบจำลอง รวมถึง Cooper and Cohn (1997) ทำการศึกษาโดยการประมาณการฟังก์ชันแบบเส้นพรมแดนการผลิต กรณีศึกษากระบวนการการศึกษาในเขต South Carolina และ Johnes. G. and Johnes. J. (2008) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสถาบันการศึกษา: จำแนกแต่ละประเภท เป็นต้น

การวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มนั้น สามารถประมาณค่าได้หลายวิธี อาทิเช่น Corrected Ordinary Least Square (COLS), Maximum Likelihood Estimation (MLE) โดย G.E. Battese and T. J. Coelli (2001) ได้ทำการศึกษาฟังก์ชันการผลิตแบบเส้นพรมแดนแบบเฟ้นสุ่ม : แบบจำลองความไร้ประสิทธิภาพทางเทคนิครวมถึงวิธีการประมาณค่าแบบ Maximum Likelihood Estimation (MLE) มีประสิทธิภาพมากที่สุด อันเนื่องจาก Corrected Ordinary Least Square (COLS) เมื่อนำมาประมาณค่าโดยมีการปรับค่าคงที่ด้วยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน พบว่า ตัวแปรบางตัวยังคงมีจุดบกพร่องเกี่ยวกับเครื่องหมายที่ผิดเพี้ยน นั่นแสดงถึงความไร้ประสิทธิภาพของการประมาณค่า ดังนั้นวิธีการประมารณค่าแบบ Maximum Likelihood Estimation (MLE) ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ในการประมาณค่า ส่วนรูปแบบสมการในการวิเคราะห์แบบเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม มีหลายวิธี อาทิเช่น Transcendental Logarithmic (Translog), Cobb-Douglas เป็นต้นในแต่ละแบบมีจุดเด่น จุดด้อยแตกต่างกัน กล่าวคือ รูปแบบสมการ Transcendental Logarithmic (Translog) มีลักษณะที่ยืดหยุ่นสามารถปรับให้เข้าตัวแปรต่างๆได้ง่ายกว่า Cobb-Douglas แต่ Cobb-Douglas ไม่เจอปัญหาของ Multicollinearity โดยจากงานวิจัย ธัช อ่าวสมบัติกุล(2545) ได้ทำการทดสอบรูปแบบเหมาะสมระหว่าง 2 สมการดังกล่าว พบว่า รูปแบบ Cobb-Douglas เหมาะสมในการใช้ที่ง่ายและสะดวกกว่า

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยไม่ใช้หลักการพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach)

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยไม่ใช้หลักการพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) สามารถวัดประสิทธิภาพได้ อาทิ วิธีการวิเคราะห์ด้วยเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) และวิธี

Free Disposal Hull (FDH) โดยทั้งสองวิธีได้รับความนิยมในการกำหนดหลักการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและจุดบกพร่องแตกต่างกัน ส่วนที่ได้นำมาใช้ค่อนข้างมากส่วนใหญ่ใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) อันเนื่องจาก ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยมีลักษณะเป็นสมการเชิงเส้น กำหนดให้ผลผลิตคงที่หรือผลผลิตสูงสุด หรือกำหนดการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด โดยกลุ่มตัวอย่างไม่จำเป็นต้องมีจำนวนมากและสามารถวิเคราะห์หาปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (Multiple Input and Output) ซึ่งจุดบกพร่องของวิธี Free Disposal Hull (FDH) ที่ได้รับความนิยมรองจากวิธี DEA คือ อ่อนไหวของค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและปริมาณการใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก แต่จุดเด่นที่สำคัญของวิธี Free Disposal Hull (FDH) การวิเคราะห์ง่ายกว่าวิธี DEA

งานวิจัยวิธีการวิเคราะห์ด้วยเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) ได้มีนักวิจัยได้นำวิธีการมาศึกษาอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น Katharaki and Katharakis (2010) ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมหาวิทยาลัยในประเทศกรีก: วิเคราะห์เชิงปริมาณ อีกทั้ง Banker, Janakiraman and Natarajan (2004) ทำการศึกษาวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพการจัดสรรกรณีศึกษา โรงเรียนเอกชน Texas รวมทั้ง Johnes J. (2004) ทำการศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยการใช้ DEA กรณีระดับมัธยมศึกษา และ Norabajra Asava-Vallobh (2009) ทำดุษฎีนิพนธ์เกี่ยวกับ บทความโดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

กระบวนการวัดประสิทธิภาพโดยใช้พารามิเตอร์ (Parametric Approach)และการวัดประสิทธิภาพโดยไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) นั้น จากผลการศึกษาทั้ง 2 วิธีมีข้อดีและข้อบกพร่องแตกต่างกันขึ้นอยู่กับข้อมูลและวิธีการนำไปใช้ ซึ่งข้อดีของการวัดประสิทธิภาพโดยไม่ใช้พารามิตเตอร์กระบวนการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากและสามารถนำข้อมูลตัวอย่างไม่มาก ส่วนการวัดประสิทธิภาพโดยใช้พารามิเตอร์มีจุดเด่นในกรณีมีความน่าเชื่อถือทางสถิติค่อนข้างสูง อีกทั้งกำหนดหลักการโดยการสร้างแบบจำลอง สมการ ขั้นตอนการวิเคราะห์ แต่ต้องใช้จำนวนข้อมูลตัวอย่างมากในกระบวนการวัดประสิทธิภาพ ในตารางที่ 1 งานวิจัยเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

1.ทฤษฎีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

ประสิทธิภาพทางการเศรษฐกิจเป็นการศึกษาความสามารถในการผลิตสินค้าและบริการ โดยให้มีปริมาณที่เพิ่ม ภายใต้เงื่อนไขโดยใช้ปัจจัยการผลิตคงที่ หรืออีกในแนวทางการศึกษาหนึ่งที่ผลิตสินค้าและบริการในปริมาณเท่าเดิมหรือมากขึ้น ภายใต้เงื่อนไขโดยใช้ราคาปัจจัยการผลิตหรือต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด จากการศึกษาวรรณกรรมของ Farrell (1957 Quoted in Coelli and Battese, 2001) พบว่าเขาได้ทำการศึกษาการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิเคราะห์กระบวนการประสิทธิภาพเป็น 2 แนวทาง กล่าวคือ ประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical efficiency) และประสิทธิภาพทางราคา (Allocation efficiency) รวมเรียกว่าประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ และสามารถวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจออกเป็น 2 แนวคิด คือ 1. การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลผลิต (Output-Oriented Measures) 2.การวัด ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measures) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลผลิต (Output-Oriented Measures)

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลผลิต มุ่งเน้นความสามารถในการผลิตสินค้าและบริการโดยสามารถเพิ่มการผลิตในปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยใช้ปัจจัยการผลิตคงเดิม อยู่ภายใต้เงื่อนไข ระดับราคาปัจจัยการผลิตหรือต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด โดยสามารถอธิบายได้ว่า

$$F(y, x) \leq C \qquad (1)$$

จากสมการ (1) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม กล่าวคือ y หมายถึงผลิตผลของสินค้าและบริการชนิดหนึ่ง ขณะที่ x หมายถึง ปัจจัยการผลิตชนิดหนึ่ง และ c หมายถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด ซึ่งสมการที่ 1 เป็นสมการที่ไร้ประสิทธิภาพยังไม่มีความยืดหยุ่นจึงปรับสมการเป็น

$$F(y, x) = C \qquad (2)$$

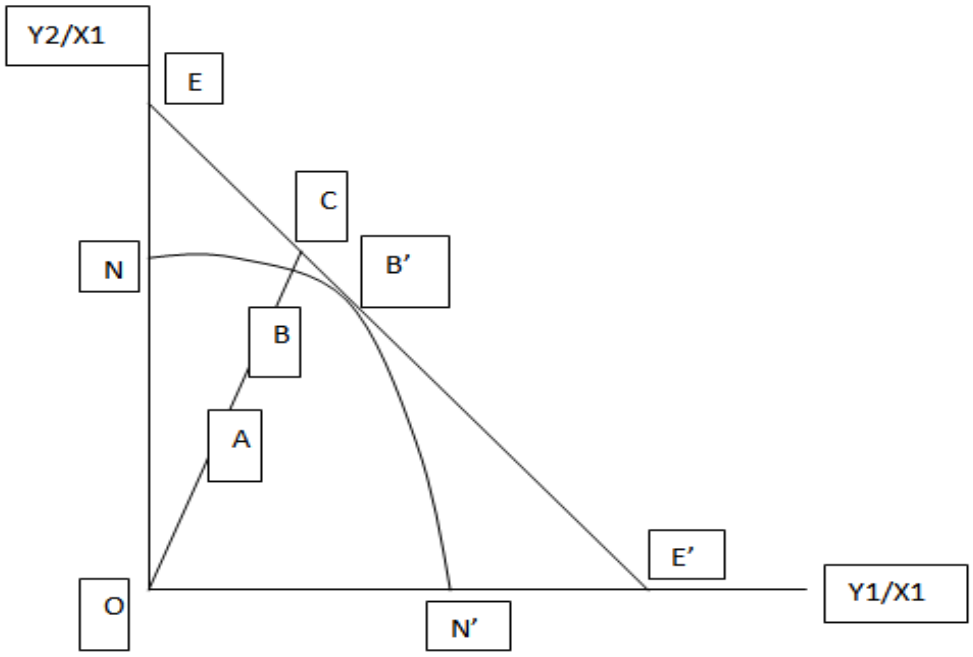
จากสมการที่ 1และที่ 2 สามารถกำหนดมาตรฐานผลิตผลของสินค้าและบริการและปัจจัยการผลิตโดยสามารถศึกษาความสัมพันธ์ได้เป็นสมการที่ 3และที่ 4 ตามลำดับ

$$Y \leq F(x) \qquad (3)$$

และ

$$Y = F(x) \qquad (4)$$

สมมุติ กำหนดให้ผลิตผลสินค้าและบริการมี 2 ชนิด คือ Y1 และ Y2 โดยใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน 1 ชนิด คือ X1 ภายใต้เงื่อนไข คือ ประสิทธภาพการผลิตต่อผลได้ขนาดคงที่ (Constant Return to scale) โดยให้เส้น NN' เป็นเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Curve : PPC) และกำหนดเส้น EE' เป็นเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost) ดังรูปภาพ



ภาพ 1 Output – Oriented Measures

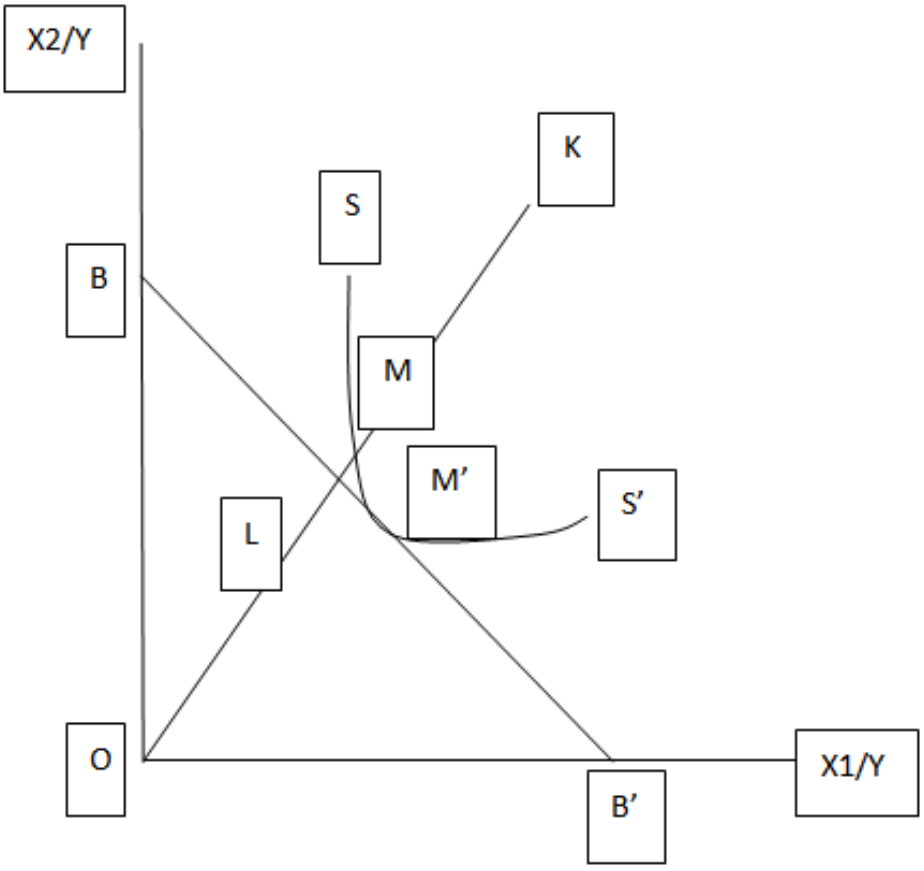
จากรูปภาพ แสดงถึงประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลผลิต โดยสมมติว่าการผลิตสินค้าและบริการอยู่ ณ จุด A จากการใช้ปัจจัยการผลิต พบว่า เป็นจุดไร้ประสิทธิภาพทางการผลิต อันเนื่องจากสามารถผลิตเพิ่มขึ้นได้ในเส้นเดียวกัน คือที่ จุด B ถ้าหากพิจารณาจากสัดส่วน AB สามารถเพิ่มการผลิตได้อีก แต่อย่างไรก็ตามในสัดส่วนดังกล่าวก็ยังแสดงถึงความไร้ประสิทธิภาพการผลิตทางเทคนิค กล่าวคือ AB/OB ดังนั้นสามารถปรับประสิทธิภาพการผลิตได้โดย 1-AB/OB = OA/OB

ถึงกระนั้นประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ ณ จุด B ก็ยังมิใช่ระดับราคาปัจจัยการผลิตหรือต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด โดยวิเคราะห์จากระยะทางระหว่าง BC แสดงถึงยังมิใช่ระดับราคาที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด คือ สัดส่วนของ BC/OC ยังคงไร้ประสิทธิภาพทางการผลิต ฉะนั้นเพื่อให้แสดงถึงประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่

มุ่งเน้นผลผลิตที่มีความเหมาะสม ควรปรับการพิจารณาในสัดส่วนใหม่ ได้ว่า 1-BC/OC = OB/OC สามารถสร้างประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจได้จาก Technical efficiency(TE)+ Allocation efficiency(AE) = Economic efficiency (EE) ได้ดังนี้ (OA/OB)*(OB/OC) = (OA/OC)

1.2 การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measures)

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการใช้หน่วยปัจจัยการผลิตนำเข้าที่มีปริมาณที่น้อยลงแต่สามารถได้ผลิตผลของสินค้าและบริการคงเดิม ในกรณีการวัดลักษณะแบบนี้สามารถสมมติได้ กล่าวคือ การใช้ปัจจัยการผลิตทั้งสิ้น 2 ชนิด คือ X1 และ X2 โดยให้ผลิตผลทั้งสิ้น 1 ชนิด คือ Y โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า อัตราส่วนของผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale) และประกอบด้วยเส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant) คือ SS' และเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost) คือ BB' ดังรูปภาพ

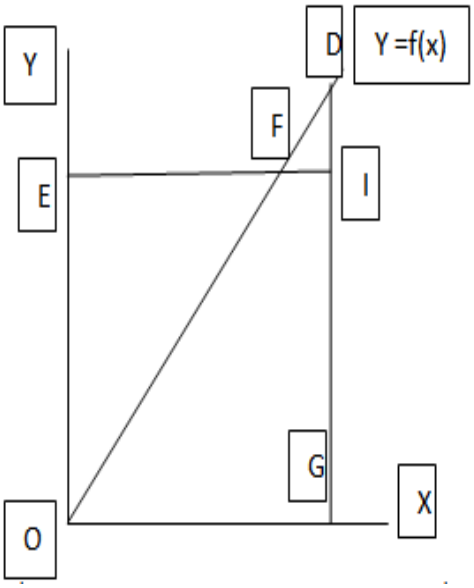


ภาพ 2 การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measures)

จากภาพแสดงถึงการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิต โดยสมมติว่า ที่ระดับจุด L คือจุดที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ อันเนื่องจากจำนวนปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตมีปริมาณมากกว่าระดับจุด M แต่ยังคงอยู่ภายใต้เงื่อนไขจำนวนปริมาณผลผลิตคงเดิม ฉะนั้นในการปรับปัจจัยการผลิตให้เหมาะสมสามารถลดปริมาณปัจจัยการผลิตได้ จาก KM/OK สามารถสร้างประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุดเท่ากับ 1 โดยการลดปัจจัยการผลิตได้ 1- KM/OK = OM/OK

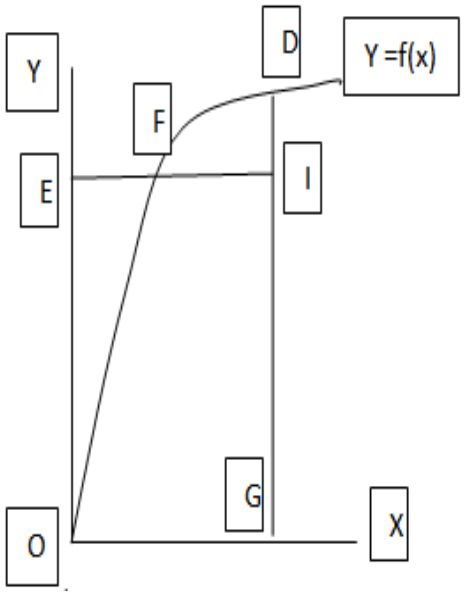
แต่กระนั้นอย่างไรก็ตาม ณ ระดับจุด M ในการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคก็ยังมิใช่ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจอย่างแท้จริง อันเนื่องจาก ระดับราคาปัจจัยการผลิตหรือต้นทุนการผลิตยังไม่ต่ำที่สุด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจสูงสุดสามารถปรับระดับจุดจาก ML/OM เป็นความไม่มี ประสิทธิภาพทางราคาให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้โดย 1- ML/OM = OL/OM ซึ่งทำให้การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจจาก Technical efficiency(TE)+ Allocation efficiency(AE) = Economic efficiency (EE) ได้ดังนี้ OM/OK * OL/OM = OL/OK จะทำให้อยู่ระหว่างค่า 0-1 แสดงถึงการมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

จากการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลผลิต (Output-Oriented Measures) กับการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measures) นั้น มีข้อสังเกตบางประการในการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ อันเนื่องจากกรณีการกำหนดภายใต้เงื่อนไขสามารถกำหนดได้ 2 กรณีคือ 1.อัตราผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return To Scale: CRTS) 2.อัตราผลตอบแทนต่อขนาดลดลง (Decreasing Return to Scale: DRTS) ซึ่งกรณีใช้ภายใต้เงื่อนไขอัตราผลตอบแทนต่อขนาดคงที่นั้น ในการวัดประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิตและการวัดประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นผลผลิต ผลลัพธ์ในการคำนวณมีค่าเท่ากัน โดยที่รูป 3. การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลิตผล = GI/GH ส่วนการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิต = EF/EI แต่ในขณะที่การใช้ภายใต้เงื่อนไขอัตราผลตอบแทนต่อขนาดลดลง ผลลัพท์ในการคำนวณมีค่าต่างกัน ดังรูป 4. กล่าวคือ การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลิตผล = GI/GH ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิตนั้น = EF/EI ตามลำดับ ดังภาพ



ภาพ 3

ภายใต้เงื่อนไข: อัตราผลตอบแทนต่อขนาดคงที่



ภาพ 4

ภายใต้เงื่อนไข: อัตราผลตอบแทนต่อขนาดลดลง

2. การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

ปัจจุบันในการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจได้แบ่งวิธีการวัดเป็น 2 แบบ คือ 1.หลักการวัดแบบพารามิเตอร์ (Parametric Approach) 2.หลักการวัดแบบนอนพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) ซึ่งในแต่ละแบบมีหลักการดังต่อไปนี้

1.หลักการวัดแบบพารามิเตอร์ (Parametric Approach) เป็นหลักการทางสถิติที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้เศรษฐมิติ มาวิเคราะห์โดยระบุสมมติฐานเป็นแบบจำลองเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของเส้นพรมแดนการผลิต โดยสามารถใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Panel Data)หรือข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross sectional data) ในการวิเคราะห์ขอบเขต ในการวัดแบบพารามิเตอร์ได้รับความนิยมมาก อันเนื่องจากเกิดจากการกำหนดแบบจำลองโดยการกำหนดรูปสมการอาทิ สมการเชิงเส้น สมการ Cobb-Douglas เป็นต้น แล้วประมาณการความสัมพันธ์อยู่บนสมการทำให้น่าเชื่อถือมาก แต่ถ้าข้อมูลในการวิเคราะห์น้อยเกินไปก็อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ และในปัจจุบันการวิเคราะห์แบบพารามิเตอร์ที่ได้รับความนิยมสามารถแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

1.การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย (Regression Approach)

2.การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis)

1.1 การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย (Regression Approach)

การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอยเป็นการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจอีกแบบหนึ่งที่เน้นหลักแนวทางวิทยาศาสตร์ ในการกำหนดแบบจำลองในการสร้างสร้างสมการ โดยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ ในวิธีการวิเคราะห์แบบนี้สามารถใช้กับตัวแปรอิสระได้จำนวนมากซึ่งสามารถพิจารณาข้อมูล อาทิ สามารถทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ F-test, T-test ทำให้เห็นความแตกต่างในค่าของ R^2

อีกทั้งสามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนอัตราส่วนความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ กรณีการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอยนั้นต้องมีการกำหนดภายใต้เงื่อนไข รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นซึ่งมีการแจกแจงปกติและการแจกแจงแท้จริง โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน μ เฉลี่ยจะต้องมีค่าเท่ากับศูนย์ ค่าความแปรปรวนของ μ ต้องคงที่ของ $E(\mu^2) = \sigma^2$ โดยที่ค่า μ_i กับ μ_j เป็นอิสระต่อกัน ค่า $I \neq j$ เป็นกลุ่มค่าคงที่ และตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอยของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีความไม่เที่ยง อันเนื่องมาจากเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างหรือตัวแปรอิสระ อีกทั้งมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลประเภทตัดขวางสร้างความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากข้อมูลอนุกรมเวลา

1.2 การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis)

ลักษณะการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มอีกแบบหนึ่งซึ่งใกล้เคียงกับสมการถดถอยกล่าวคือ มีการสร้างแบบจำลอง สร้างสมการในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ จากการวิเคราะห์ของ Aigner, Lovell and Schmidt (1976) เกี่ยวกับเส้นพรมแดนการผลิตแบบเฟ้นสุ่มทำการแยกประเด็นความคลาดเคลื่อนเป็น 2 แนวทาง คือ ความคลาดเคลื่อนที่ไม่ได้เกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศ ภัยพิบัติ ไฟไหม้ เป็นต้น อีกความคลาดเคลื่อนเกิดจากกระบวนการผลิตของผู้ผลิต ที่ควบคุมได้ ในที่นี่บ่งบอกถึงความไร้ประสิทธิภาพในการผลิตทางเทคนิค ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวมีแบบจำลอง ดังนี้

$$\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - \mu_i$$

$i = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots N$ คือ ปริมาณของหน่วยการผลิตที่ i

y_i = ผลิตผล (output)

x_i = ปัจจัยการผลิต

β = พารามิเตอร์ (Parametric)

v = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ โดยสามารถแยกได้ 2 ด้าน (Two-Sided; v) ; $v \sim N(0,\sigma 2v)$

μ = ความคลาดเคลื่อนที่สามารถควบคุมได้ (One-sided; μ); $\mu \sim N(0,\sigma^2 v)$

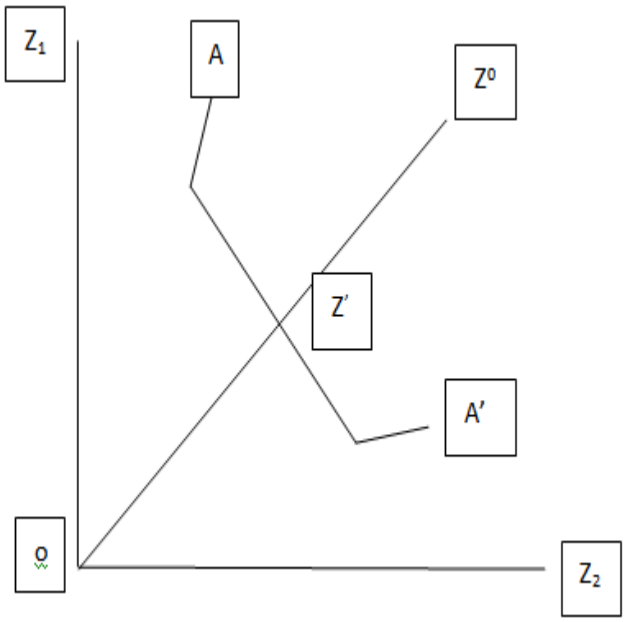
2.หลักการวัดแบบนอนพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) ทำการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ การวิเคราะห์ไม่ต้องมีการสร้างแบบจำลองและรูปแบบสมการในการประมาณค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพื่อหาเส้นพรมแดนการผลิต ซึ่งวิธีนี้ก็มีความนิยมเช่นเดียวกันกับการวัดพารามิเตอร์ เพราะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้ากับผลิตผลที่ได้จากการใช้ หน่วยกระบวนการตัดสินใจที่เรียกว่า Decision Making Unit (DMU) กับกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่เรียกว่า Best Practice ในการวัดแบบนอนพารามิเตอร์นั้นจากการตรวจสอบเอกสาร งานวิจัยต่างๆ พบว่าการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) ได้รับความนิยมในการวิเคราะห์เป็นอันมาก ดังนั้นในการวัดแบบนอนพารามิเตอร์ในที่นี้ ผู้วิจัยขออธิบายวิธีการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) เท่านั้น

วิธีการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์แบบไม่ใช้พามิเตอร์ โดยแนวคิดลักษณะแบบนี้เป็นการสร้างโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เพื่อคำนวณประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (Input)กับผลิตผลหรือปัจจัยนำออก (output) ลักษณะดังกล่าวนำมาเปรียบเทียบกับกระบวนการตัดสินใจในการผลิต (Decision Making Unit (DMU)) กับหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่สุด (Best Practice) ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า หน่วยการผลิตที่มีลักษณะเดียวกันและหน่วยปัจจัยการผลิตเหมือนกัน กรณีการวิเคราะห์หน่วยการผลิตว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่นั้น นำมาเปรียบเทียบว่า หน่วยการผลิตดังกล่าวเข้าใกล้กับ 1 หรือไม่ ถ้าเข้าใกล้กับ 1 หรือเท่ากับ 1 แสดงว่ามีประสิทธิภาพการผลิตมากที่สุด ในกรณีที่การวิเคราะห์หน่วยการผลิตเป็น 0 หรือเข้าใกล้ 0 แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพการผลิตนั่นเอง การวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้มได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเริ่มคิดค้นจาก Charnes, Cooper and Rhoodes ที่ทำการคิดค้นจากการสร้างแบบจำลอง CCR โดยกำหนดภายใต้เงื่อนไข ลักษณะอัตราผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale) แต่จากการสร้างแบบจำลองกลับพบว่า มีข้อจำกัดหลายด้าน อาทิ ด้านตัวแปรที่ยุ่งยากและซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม Banker, Charnes and Cooper ได้มีการพัฒนาต่อจากนั้น โดยการสร้างแบบ จำลองเช่นเดิม แต่เปลี่ยนเงื่อนไขให้อยู่ภายใต้ ลักษณะอัตราผลตอบแทนต่อขนาดไม่คงที่ (Variable Return to Scale) และถือได้ว่าเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) อีกทั้งปัจจุบันได้

มุ่งเน้นการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้ากับปัจจัยส่งออกหรือผลิตผล และสามารถนำการวิเคราะห์ดังกล่าวมาศึกษาแบบอัตราผลตอบแทนขนาดคงที่และอัตราผลตอบแทนขนาดไม่คงที่ได้

จากวิธีการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้มดังที่กล่าวไปแล้วนั้นเพื่อเข้าใจได้สะดวกยิ่งขึ้น จึงขอสมมติวิธีการวิเคราะห์และอธิบายประกอบ ดังนี้

กำหนดให้ผู้ผลิตได้ปริมาณผลิตผลเท่ากัน คือ Y โดยที่ใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด Z_1 และ Z_2 ซึ่งในการใช้ปัจจัยการผลิตสัดส่วนไม่เท่ากัน ในที่นี้ Z_1 = ปัจจัยว่าด้วยเรื่องทุน, Z_2 = ปัจจัยว่าด้วยแรงงาน ถ้าฟังก์ชั่น (Z_1, Z_2, Y) กรณีเกิดได้จริง แสดงถึงผลิตผลเท่ากัน AA' ที่เป็นเส้นพรมแดนการผลิต (Production frontier) ดังภาพ



ภาพ 5 ประสิทธิภาพทางเทคนิค

บนเส้น AA' แสดงถึงการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด กรณีปริมาณผลิตผล Z' อยู่บนเส้น AA' บ่งบอกถึงมีประสิทธิภาพสูงสุด อันเนื่องจากใช้ปัจจัยการผลิตที่มีปริมาณต่ำที่สุด แต่ถ้ากรณีอยู่เหนือเส้น AA' ไปอยู่ ณ จุด Z^0 แสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่ปริมาณมากแต่กลับได้ผลิตผลเท่าเดิม นั่นแสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างไร้ประสิทธิภาพ โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วยเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) สามารถนำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ กรณีในหน่วยการผลิต = K หน่วย ใช้ปัจจัยการผลิต N ชนิด ได้ผลิตผล M ชนิด โดยได้สมการดังนี้

$$F_i(y,x) = \min\{\lambda : \lambda x \in L(y)\}$$

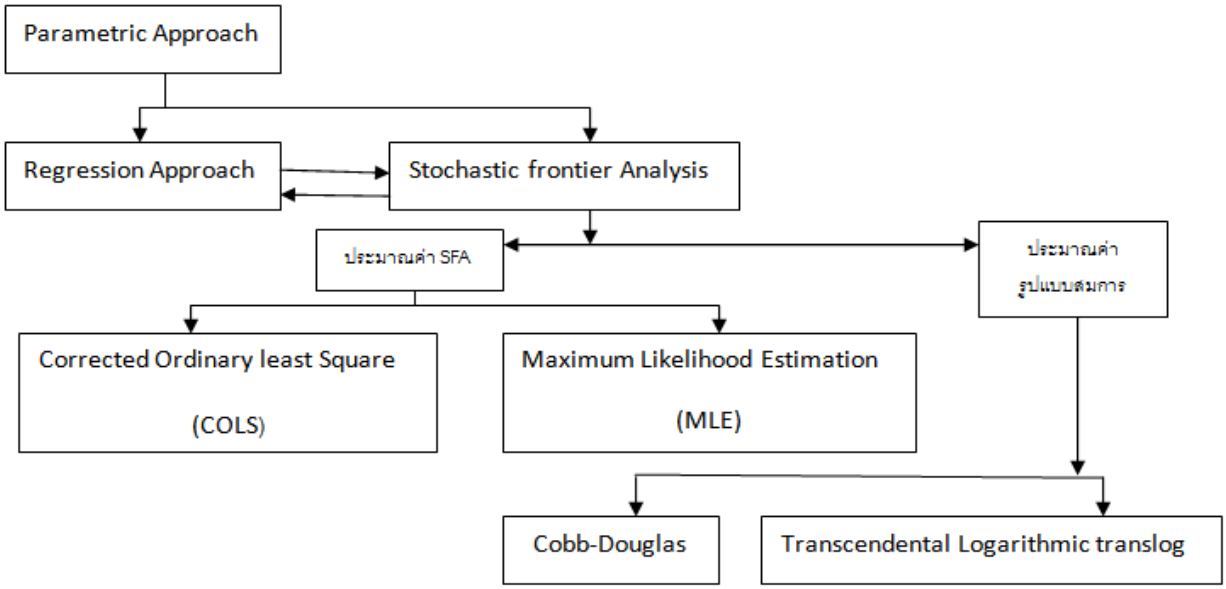
L(y) คือ เซตในการผลิตของปัจจัยทั้งหมด นั่นคือ L(y) = {x: x can product y}

$F_i(x, y)$ คือ Distance Function ซึ่งสามารถคำนวณประสิทธิภาพสำหรับหน่วยการผลิตที่มุ่งเน้นปัจจัยการผลิตได้

การใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) นั้นนิยมในการวัดประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิต โดยเน้นสัดส่วนที่มีการใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดและได้ปริมาณคงเดิม ในทางตรงกันข้ามถ้าหากการวิเคราะห์แบบเส้นห่อหุ้มกำหนดให้มีการตัดสินใจในการผลิตให้มีผลผลิตมากที่สุดจากปัจจัยการผลิตที่มีจำกัด การวัดเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตโดยสามารถให้เกิดผลผลิตได้มากที่สุด ข้อดีของการวัดแบบเส้นห่อหุ้มนี้เป็นการวิเคราะห์ที่สะดวกและง่ายเมื่อเปรียบเทียบทางเศรษฐกิจอื่นๆ โดยในการวิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องสร้างแบบจำลอง รูปแบบสมการ อีกทั้งข้อมูลในการวิเคราะห์ก็ไม่ต้องมี จำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบการวัดแบบ stochastic frontier analysis

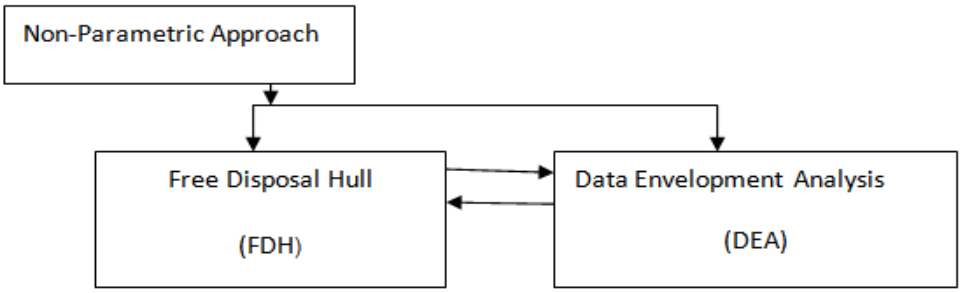
สรุปการวัดประสิทธิภาพการผลิต

1.หลักการพารามิเตอร์

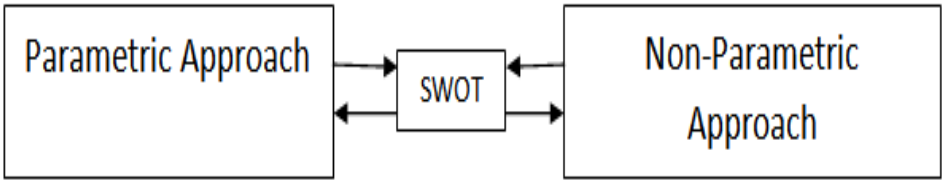


ภาพ 6 ความสัมพันธ์ของหลักการพารามิเตอร์

2. หลักการนอนพารามิเตอร์



เปรียบเทียบ



ภาพ 7 ความสัมพันธ์ของหลักการนอนพารามิเตอร์

จากการศึกษาโดยการเปรียบเทียบจากการสืบค้นเอกสารของนักวิจัยต่าง พบว่า ลักษณะการศึกษาไม่แตกต่างกันแต่ขึ้นอยู่กับฐานข้อมูลในศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กฤษณพงษ์ เสริฐขุนทด. 2551.**ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของการผลิตสตรอเบอรี่ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธัช อ่าวสมบัติกุล. 2545. **ผลกระทบจากการเจริญเติบโตทางด้านปัจจัยการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิตและการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่มีต่อการผลิตทางการเกษตรในภาคกลางของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2542**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภูมิฐาน รังคกูลนุวัฒน์. 2552. **เศรษฐมิติเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. 2553. **คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2553**. กรุงเทพฯ : สำนักงาน

อารี วิบูลย์พงศ์ และคณะ. 2552. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ** “Resource Use Efficiency under Self-Selectivity: the case of Northern Thai Rice Farmers”. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

อัมพร ลีมนัด. 2550. **ประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของ สถาบันอุดมศึกษารัฐ**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัครพงศ์ อั้นทอง. 2546. **คู่มือการใช้ Limdep และ Frontier Version 4.1 เพื่อการวิเคราะห์ฟังก์ชันพรมแดนการผลิต**. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัครพงศ์ อั้นทอง. 2550. **คู่มือการใช้โปรแกรม Limdep เบื้องต้น: สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ**. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Anne-Kathrin Last and Heike Wetzel. 2010. The efficiency of German public theaters: a stochastic frontier analysis approach. **J Cult Econ**, 34, 89-110.

Bandara. Y., Karunaratne. N. 2008. An empirical analysis of Sri Lanka’s Manufacturing Productivity slow-down. **Journal of Asian Economics**, 21, 391-403.

Banker. D. R., Janakiraman. S., and Natarajan. R. 2004. Analysis of trends in technical and allocative efficiency: An application to Texas public school districts. **European Journal of Operational Research**, 154, 477-491.

Bifulco. R. and Bretschneider. S. 2008. Estimating school efficiency, A comparison of methods using simulated data. **Economics of Education Review**, 20, 417–429.

Conroy. S. and Arguea. M. N. 2008. An estimation of technical efficiency for Florida public elementary schools. **Economics of Education Review**, 27, 655–663.

Cooper. T. S. and Cohn. E. 2001. Estimation of a Frontier Production Function for the South Carolina Educational Process. **Economics of Education Review,** 16, 313–327.

Dennis J. Aigner, C.A.Knox Lovell, and Peter Schmidt. 1976. **Formulation and estimation of stochastic frontier production function models.** University of Wisconsin and The Rand Corporation, University of North Carolina and University of British Columbia, and University of North Carolina. March.

G.E. Battese and T.J. Coelli. 2001. **A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects.** Department of Econometrics University of New England, Draft 13 september 1993.

Haider. Z., Ahmed. S. and Mallick. A. 2010. **Technical Efficiency of Agricultural farms in Khulna, Bangladest: Stochastic frontier Approach.** International Journal of Economics and Finance, 3(3): 248-256.

Hooshang Izadi , Geraint Johnes , Reza Oskrochi and Robert Crouchley. 2002. Stochastic frontier estimation of a CES cost function: the case of higher education in Britain. **Economics of Education Review,** 21, 63–71.

Izadi, H.; Johnes, G.; Oskrochi, R. and Crouchley, R. 2002. "Stochastic Frontier Estimation of a CES Cost Function: The Case of Higher Education in Britain. **Economic of Education Review,** 21, 1: 63-71.

Johnes. G. and Johnes. J. 2009. Higher education institutions' costs and efficiency: Taking the decomposition a future step. **Economics of Education Review,** 28, 107–113.

Johnes. J. 2006. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. **Economics of Education Review,** 25, 273–288.

Katharaki. M. and Katharakis. G. 2010. A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. **International Journal of Educational Research,** 49, 115-128.

Luise R. Murillo-Zamorano. 2004. Economic Efficiency and Frontier Techniques. **Journal of Economic Surveys,** 18, 33-37.

Ma A ´ ngeles Dı´az and Rosario Sa´nchez. 2011. Gender and potential wage in Europe: A stochastic frontier approach. **International Journal of Manpower**, 32(4): 410-425.

Mahadevan. R. 2001. Assessing the output and productivity analyses of Malaysia's manufacturing sector. **Journal of Asian Economics,** 12: 587-597.

Margono. H., Sharma. S. 2004. Efficiency and productivity analyses of Indonesian manufacturing industries. **Journal of Asian Economics**, 17: 979-995.

Melville L.M. and Wing H. Chan. 2004. **University Efficiency: A comparison and Consolidation of Results from Stochastic and Non-Stochastic Methods**. Working Paper Series, November 2004.

Mohammed Z. Haider. 2010. Technical Efficiency of Agricultural Farms in Khulna, Bangladesh: Stochastic Frontier Approach. **International Journal of Economics and Finance,** 3 No.3.

Norabajra Asava-Vallobh. 2009. **Essays on efficiency analysis. A Dissertation of Texas A&M University**. May 2009.

Paul D.Melvin II. 2003. **Essays on Estimating Efficiency and Productivity using stochastic frontier analysis**. A Dissertation of Southern Illinois University, August.

Peter Dolton, Oscar D. Marcenaro and Lucia Navarro. 2003. The effective use of student time: a stochastic frontier production function case study. **Economics of Education Review**, 22, 547–560.

Rangalol Mohapatra. 2011. Farmers' Education and Profit Efficiency in Sugarcane Production: Astochastic frontier Profit function Approach. **The IUP Journal of Agricultural Economics**, 7(2).

Samuel T. Cooper and Elchanan Cohnt. 1997. Estimation of a Frontier Production Function for the South Carolina Educational Process. **Economics of Education Review**, Vol. 16, No. 3, pp. 313-327.

Sriboonchitta. S., Wiboonpongse. A. 2001. **On Estimation of Stochastic Production-Frontiers with self-selectivity: Jasmine and Non-Jasmine Rice in Thailand. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology**, National Science and Technology Development Agency, Mutiple Cropping Center Chiang Mai University (Sep), 2001.

Stephen J. Conroy and Nestor M. Arguea. 2008. An estimation of technical efficiency for Florida public elementary schools. **Economics of Education Review**, 27, 655 – 663.

Yapa M.W.Y. Bandara and Neil D. K. 2008. An empirical analysis of Sri Lanka's Manufacturing Productivity slow-down. **Journal of Asian Economics**, 21,391-403.