บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเรื่องความเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตโดยรวมภาคการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทยนี้ ได้แบ่งระเบียบวิธีวิจัยออกเป็น 3 หัวข้อคือ 1. แนวคิดทางด้านความเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตโดยรวม 2. วิธีการประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตโดยรวม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อย่อยคือ การประมาณหาโดยวิธีแบบไม่มีพารามิเตอร์(Non-Parametric Approach) แบบมีพารามิเตอร์(Parametric Approach) และแบบอาศัย Stochastic Frontier 3. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา และหัวข้อสุดท้ายคือ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ความเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตโดยรวม (Total Factor Productivity Growth : TFP Growth)

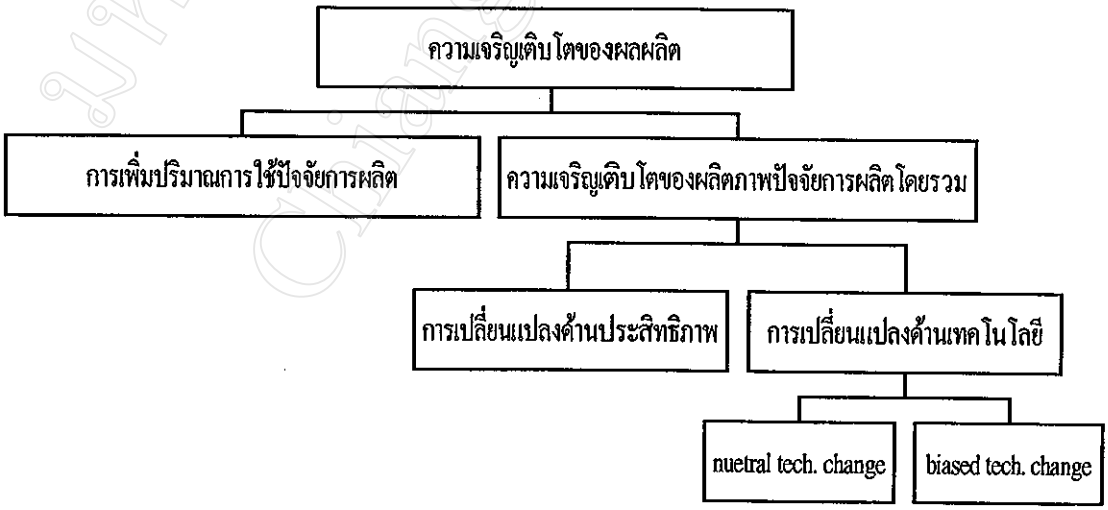
ในทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ผลิตภาพการผลิต(Productivity)เป็นอัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้จากการผลิตและปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตผลผลิตนั้นๆ หรือหมายถึงปริมาณผลผลิต(Output) ที่ผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิต(Input)ไปหนึ่งหน่วย และเนื่องจากหน่วยของผลผลิตและปัจจัยการผลิตต่างๆ มีความแตกต่างกันไป จึงทำให้การศึกษาด้านผลิตภาพการผลิตต้องวัดขนาดของผลผลิตและปัจจัยการผลิตนั้นๆ ในรูปของมูลค่า เพื่อให้สามารถนำค่าของผลิตภาพนั้นๆ มาเปรียบเทียบกันได้ แต่เนื่องจากการใช้มูลค่านี้อาจจะมีผลกระทบจากอิทธิพลของระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ ดังนั้นการศึกษาขนาดของผลิตภาพที่อยู่ในรูปมูลค่าจึงควรมีการขจัดอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อออกจากมูลค่าของผลผลิตและปัจจัยการผลิต เช่นการใช้มูลค่าผลผลิตหรือปัจจัยการผลิตที่วัดด้วยระดับราคาคงที่(Value added at Constant Prices)

ผลิตภาพการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ หนึ่ง ผลิตภาพเฉพาะปัจจัยหนึ่งๆ (partial productivity) เช่นผลิตภาพของแรงงานในธุรกิจการผลิต หรือผลิตภาพของทุนหรือเครื่องมือทางการเกษตรอย่างหนึ่งในหน่วยธุรกิจการผลิต เป็นต้น สอง ผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (Total Factor Productivity : TFP) ซึ่งหมายถึงขนาดของผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยของปัจจัยการผลิตทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้น(Tim Coelli, D.S. Prasada and George E. Battese,1998) ดังนั้นปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตดังกล่าวในการคำนวณผลิตภาพโดยรวมนั้นจำเป็นต้องรวมกัน

แล้วเฉลี่ยออกมาให้เป็นเสมือนหนึ่งว่าเป็นปัจจัยการผลิตตัวหนึ่งในกระบวนการผลิตนั้น และโดยหลักการทั่วไปแล้วจะใช้วิธีการเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average) โดยที่น้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณนี้ได้แก่สัดส่วนของปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งจะเท่ากับขนาดของความยืดหยุ่นของปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ(factor output elasticity) ทั้งนี้ภายใต้ข้อสมมติฐานของตลาดแข่งขันสมบูรณ์

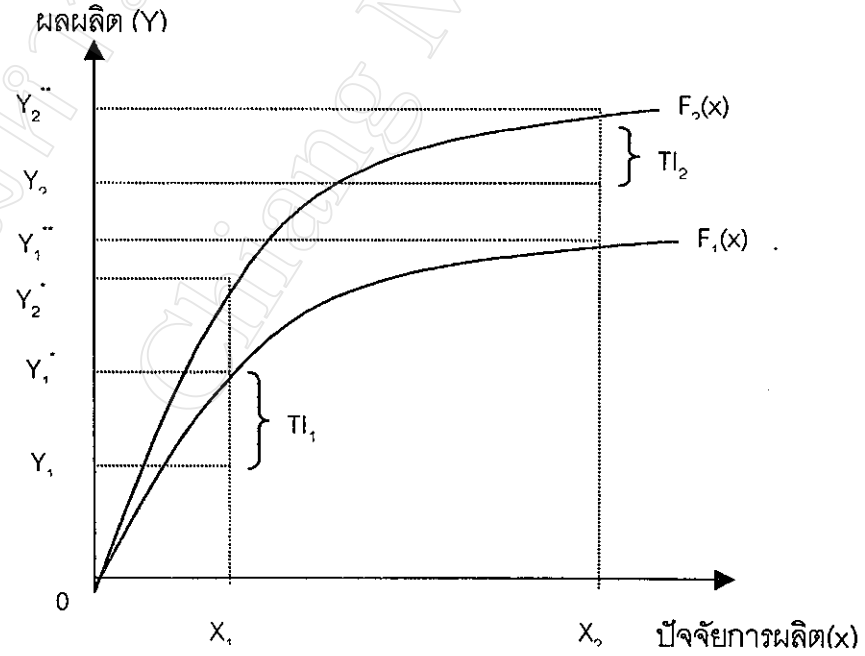
ในกระบวนการผลิตใดๆ ผลผลิตจะมีการเจริญเติบโตได้โดยอาศัยปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ การเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตหรือความเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิต(Input Growth) และความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(Total Factor Productivity Growth : TFP Growth) ซึ่งปัจจัยหลังนี้จะเป็นการเพิ่มผลผลิตโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ เพิ่มขึ้น โดยความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนี้สามารถจำแนกออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต(Technical Efficiency Change) และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิต (Technological Change) โดยการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง(Neutral technological change) และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบ biased (Biased technological change) (Shenggen Fan,1991) ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth)



พิจารณาในรูปที่ 3.2 จะแสดงให้เห็นถึงเส้นฟังก์ชันพรมแดนการผลิต(Production Function Frontier) ของผู้ผลิตใน 2 ช่วงเวลา คือ $F_1(x)$ และ $F_2(x)$ ตามลำดับ ถ้ากำหนดให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดแล้ว(Technical Efficient Firm) หรือมีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค(Technical Efficiency) เท่ากับหนึ่งแล้ว ผู้ผลิตจะได้รับผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต ซึ่งก็คือ Y_1^* และ Y_2^* ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ณ ระดับการผลิต Y_1^* ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นได้ใน 2 วิธีคือ หนึ่ง เพิ่มผลผลิตจากการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตให้มากขึ้น(Total Input Growth) จาก x_1 เป็น x_2 ซึ่งจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นไปสู่ระดับผลผลิตที่ Y_1^{**} และวิธีที่สองคือเพิ่มผลผลิตจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยที่ยังคงมีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณเท่าเดิม นั่นคือระดับของผลผลิตจะเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ Y_2^* ณ ระดับปัจจัยการผลิต x_1 และถ้าผู้ผลิตได้มีการใช้ปัจจัยการผลิตควบคู่กันไปด้วยแล้ว คือมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึง x_2 ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) จะช่วยทำให้ผลผลิตขยายออกไปตามเส้นพรมแดนการผลิต $F_2(x)$ จนถึง ณ ระดับ Y_2^{**} ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ x_2

รูปที่ 3.2 ความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth)



ในกรณีที่ผู้ผลิตทำการผลิตไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค(Technical Inefficiency Firm) หรือมีระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคน้อยกว่าหนึ่ง จะทำให้ปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริงอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต คือมีค่าเท่ากับ Y_1 และ Y_2 ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (รูปที่ 3.2) ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค(Technical Inefficiency : TI) สามารถวัดได้จากระยะห่างในแนวตั้งระหว่างผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (Y_1^*, Y_2^*) และผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงของผู้ผลิต (Y_1, Y_2) ซึ่งก็คือ TI_1 และ TI_2 ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตเมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไปก็คือความแตกต่างระหว่างค่า TI_1 และ TI_2 หรือ $(TI_1\text{-}TI_2)$ นั่นเอง สำหรับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี(Technological Progress) หรือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี(Technological Change : TC) สามารถหาได้จากระยะห่างระหว่างเส้นฟังก์ชันพรมแดนการผลิต $F_1(x)$ และ $F_2(x)$ ซึ่งจากรูปที่ 3.2 ก็คือ $(Y_2^* - Y_1^*)$ และ $(Y_2^{**} - Y_1^{**})$ ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต x_1 และ x_2 ตามลำดับ และผลของความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตจาก x_1 เป็น x_2 มีค่าเท่ากับ $(Y_1^{**} - Y_1^*)$ ดังนั้นปัจจัยที่ที่ก่อให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิต $(Y_2\text{-}Y_1)$ เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป สามารถแสดงให้เห็นดังสมการที่ (3.1)

$$
\begin{aligned}
Y_2 - Y_1 &= [Y_1^* - Y_1] + [Y_1^{**} - Y_1^*] + [Y_2 - Y_1^{**}] \\
&= [Y_1^* - Y_1] + [Y_1^{**} - Y_1^*] + [Y_2 - Y_1^{**}] + [Y_2^{**} - Y_2^{**}] \\
&= [Y_1^* - Y_1] + [Y_1^{**} - Y_1^*] - [Y_2^{**} - Y_2] + [Y_2^{**} - Y_1^{**}] \\
&= [Y_1^{**} - Y_1^*] + \{[Y_1^* - Y_1] - [Y_2^{**} - Y_2]\} + [Y_2^{**} - Y_1^{**}] \\
&= [Y_1^{**} - Y_1^*] + [TI_1\text{-}TI_2] + [Y_2^{**} - Y_1^{**}] \qquad (3.1)
\end{aligned}
$$

โดยที่ $(Y_2 - Y_1)$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output Growth)

$(Y_1^{**} - Y_1^*)$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต(Input Growth)

$(TI_1\text{-}TI_2)$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิค(Technical Efficiency Change : TE)

$(Y_2^{**} - Y_1^{**})$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี(Technological Change : TC)

เนื่องจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) มีความหมายว่าการเจริญเติบโตของผลผลิตที่ทำการผลิตโดยที่ไม่ได้เพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ เลยใน

การผลิตนั้น ดังนั้นความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) จึงมีค่าเท่ากับความเจริญเติบโตของผลผลิต(Output Growth) ลบด้วยการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Growth) จึงอาจกล่าวได้ว่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) ประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อยคือ การแปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ (3.2)

$$TFPgrowth = (TI_1 - TI_2) + (Y_2^{**} - Y_1^{**}) \qquad (3.2)$$

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) หมายถึงการเจริญเติบโตของผลผลิตที่ผลิตได้โดยที่ไม่ได้มีการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ แต่ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม ซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนั่นเอง ด้วยเหตุนี้นักเศรษฐศาสตร์บางท่านจึงเรียกความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) นี้ว่า Residual Growth หรือความเจริญเติบโตจากปัจจัยอื่นๆ ที่เหลือ

สำหรับปัจจัยหรือสาเหตุที่เป็นตัวการก่อให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) ขึ้นได้นั้น อาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ อาทิ การมีเทคโนโลยีในการผลิตที่สูงขึ้น การวิจัยและพัฒนา การมีประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น รวมถึงปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการปรับปรุงและพัฒนา เช่นมีการแข่งขันที่ไม่ผูกขาด เป็นต้น(ไพรฑูรย์ ไกรพรศักดิ์,2541)

3.2 วิธีประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม

วิธีประมาณความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ วิธีประมาณแบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric Approach) ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าโดยไม่อาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติใดๆ นั่นคือจะไม่มีการประมาณฟังก์ชันการผลิตขึ้นโดยตรง และอีกวิธีหนึ่งได้แก่ วิธีประมาณแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach) ซึ่งมีหลักการคือ จะพยายามประมาณฟังก์ชันการผลิตขึ้นมา เพื่อคำนวณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม อย่างไรก็ตามยังมีการพัฒนาวิธีการคำนวณหาสมการการผลิตอีกรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า Stochastic Approach ซึ่งมีแนวคิดว่าข้อมูลที่เกิดขึ้นหรือเก็บรวบรวมมาได้ (Observed) อาจจะเป็นจุดที่ไม่จำเป็นต้องอยู่บนเส้นฟังก์ชันการผลิตเสมอไป ดังนั้นในการประมาณจึงต้องหาเส้นขอบเขตของฟังก์ชันการผลิตขึ้นมา (Frontier Production Function)

3.2.1 วิธีประมาณแบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach)

การประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) ด้วยวิธีไม่มีพารามิเตอร์ เป็นวิธีที่ไม่ต้องมีการประมาณฟังก์ชันการผลิตขึ้นโดยตรง แต่จะอาศัยความหมายของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม มาทำการหาค่าดัชนีต่างๆ ที่แสดงออกถึงค่าของมันขึ้นมาแทน และการประมาณแบบนี้ไม่จำเป็นต้องมีจำนวนข้อมูลของผลผลิตและปัจจัยการผลิตเป็นจำนวนมาก กล่าวคือหากมีข้อมูลอยู่เพียง 2 ช่วงเวลาก็สามารถนำมาประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมได้ แต่อย่างไรก็ตามการประมาณโดยวิธีนี้ต้องอาศัยสมมติฐานบางประการเกี่ยวกับพฤติกรรมและภาวะดุลยภาพของผู้ผลิต ตัวอย่างของวิธีการประมาณแบบไม่มีพารามิเตอร์ได้แก่ วิธีแบบ Growth Accounting ซึ่งจะอาศัยเงื่อนไขของภาวะดุลยภาพที่ทำให้ความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิต (Output Elasticity of Input) มีค่าเท่ากับส่วนแบ่งของปัจจัยการผลิตนั้นๆ (Factor Share) (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์,2541) หรือวิธีแบบที่อาศัยดัชนีต่างๆ เช่นดัชนีแบบลาสแปร์ ที่เหมาะสมกันกับสมการการผลิตแบบเส้นตรงโดยมีข้อสมมติว่าปัจจัยการผลิตสามารถทดแทนกันได้อย่างสมบูรณ์ และดัชนีแบบ Divisia ที่ใช้กับการประมาณในกรณีที่ข้อมูลมีความต่อเนื่อง หรือดัชนีแบบ Tornquist-Theil จะเป็นการประมาณข้อมูลในช่วงเวลาใดๆหรือเป็นข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (ไชยณรงค์ พูลเกษม,2539)

นอกจากนี้การประมาณการแบบไม่มีพารามิเตอร์ยังสามารถหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมได้ด้วยการประมาณ Distance Function ใน Malmquist TFP index โดยการใช้ Data Envelopment Analysis(DEA) หรือที่เรียกกันว่า Malmquist DEA ซึ่งวิธีนี้จะมีลักษณะคล้ายกับ Linear programming(DEA-like linear programs)

Distance Function เป็นฟังก์ชันที่อธิบายถึงเทคโนโลยีการผลิตของการใช้ปัจจัยการผลิตหรือผลผลิตหลายตัว โดยไม่ต้องอาศัยข้อสมมติฐานทางพฤติกรรม เช่น การทำให้เกิดต้นทุนต่ำสุดหรือกำไรสูงสุด Distance Function แบ่งออกเป็น input distance function และ output distance function โดย input distance function เป็นลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีการผลิตที่พิจารณาถึงการใช้ปัจจัยการผลิตน้อยที่สุดโดยมีผลผลิตเป็นตัวกำหนด ส่วน output distance function เป็นลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีการผลิตที่พิจารณาถึงการขยายตัวอย่างเหมาะสมที่สุดของผลผลิตโดยมีปัจจัยการผลิตเป็นตัวกำหนด ซึ่งในการศึกษานี้รูปแบบฟังก์ชันเป็นแบบoutput distance function มีลักษณะดังนี้

$$d_0(X,Y) = \min\left[\delta : \frac{Y}{\delta} \in P(X)\right]$$

โดยที่ $d_0(X,Y)$ = distance function

X = เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิต

Y = เวคเตอร์ของผลผลิต

P(X) = เซตของการผลิต

ถ้า $d_0(X,Y)=1$ แสดงว่าเวคเตอร์ของผลผลิต(Y)อยู่บนเส้นพรมแดนของเซตการผลิตที่เหมาะสม

$d_0(X,Y)\leq 1$ แสดงว่าเวคเตอร์ของผลผลิต(Y)เป็นปัจจัยสำคัญในเซตของการผลิต

$d_0(X,Y)>1$ แสดงว่าเวคเตอร์ของผลผลิต(Y)ไม่ได้อยู่ในเซตของการผลิต

Malmquist TFP Index เป็นดัชนีที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP growth) ระหว่างข้อมูล 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลา s และ t ที่คำนวนจากอัตราส่วนของ Distance Function ในแต่ละช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันกับเทคโนโลยี ดังนี้

$$m_0(Y_s,Y_t,X_s,X_t)=\frac{d_0^t(Y_t,X_t)}{d_0^t(Y_s,X_s)}\left[\frac{d_0^s(Y_t,X_t)}{d_0^t(Y_t,X_t)}\frac{d_0^s(Y_s,X_s)}{d_0^t(Y_s,X_s)}\right]^{1/2} \qquad (3.3)$$

โดยที่ $m_0(Y_s,Y_t,X_s,X_t)$ = Malmquist TFP Change Index

$\frac{d_0^t(Y_t,X_t)}{d_0^t(Y_s,X_s)}$ = การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต (Technical Efficiency change : TE change)

$\left[\frac{d_0^s(Y_t,X_t)}{d_0^t(Y_t,X_t)}\frac{d_0^s(Y_s,X_s)}{d_0^t(Y_s,X_s)}\right]^{1/2}$ = การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิต (Technical Change : TC)

สำหรับวิธีการที่ใช้หา Distance Function ที่ได้จาก Malmquist TFP index มี 2 วิธีที่นิยมคือ DEA-like linear programming method หรือที่เรียกว่า Malmquist DEA method และวิธี Stochastic Frontier method ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Malmquist DEA method

กำหนดให้ในแต่ละหน่วยธุรกิจมี Distance Function อยู่ 4 ตัวที่จะต้องหา (ซึ่งก็คือ linear programming : LP) เพื่อที่จะใช้วัด Malmquist TFP change index ระหว่าง 2 ช่วงเวลาดังนี้

1. $\left[d_0^t(y_{it}, x_{it})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$-\phi y_{it} + Y_t\lambda \geq 0$$
$$x_{it} - X_t\lambda \geq 0 \qquad (3.4)$$
$$\lambda \geq 0$$

2. $\left[d_0^s(y_{is}, x_{is})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$-\phi y_{is} + Y_s\lambda \geq 0$$
$$x_{is} - X_s\lambda \geq 0 \qquad (3.5)$$
$$\lambda \geq 0$$

3. $\left[d_0^t(y_{is}, x_{is})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$-\phi y_{is} + Y_t\lambda \geq 0$$
$$x_{is} - X_t\lambda \geq 0 \qquad (3.6)$$
$$\lambda \geq 0$$

4. $\left[d_0^s(y_{it}, x_{it})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$-\phi y_{it} + Y_s\lambda \geq 0$$
$$x_{it} - X_s\lambda \geq 0 \qquad (3.7)$$
$$\lambda \geq 0$$

โดยที่ ϕ = การขยายตัวที่เหมาะสมของผลผลิตที่ถูกกำหนดโดยปัจจัยการผลิต

$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_k)$ แทนค่าคงที่ของหน่วยธุรกิจแต่ละหน่วย

k = จำนวนหน่วยธุรกิจ

N = จำนวนปัจจัยการผลิต

M = จำนวนผลผลิต

t,s = ช่วงระยะเวลา

y_{it}, y_{is} = ผลผลิตในหน่วยธุรกิจที่ i ในช่วงเวลาที่ t และ s

x_{it}, x_{is} = ปัจจัยการผลิตในหน่วยธุรกิจที่ i ในช่วงเวลาที่ t และ s

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

Y_t, Y_s= ผลผลิตของทุกหน่วยธุรกิจในช่วงเวลาที่ t และ s

X_t, X_s= ปัจจัยการผลิตของทุกหน่วยธุรกิจในช่วงเวลาที่ t และ s

โดยที่สมการที่ (3.4) และ (3.5) จะเป็นสมการ DEA linear programming (LPs) ที่ใช้วัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต(TE) ของหน่วยธุรกิจที่ i ในปีที่ t และ s ส่วนสมการที่ (3.6) และ (3.7) จะวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิต(TC) ระหว่างระยะเวลาที่ s และ t ซึ่ง LPs นี้ค่า ϕ จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับหนึ่ง ($\phi \leq 1$) จึงจะทำให้กระบวนการทางด้านเทคโนโลยีเกิดขึ้น(Tim Coelli, D.S. Prasada and George E. Battese,1998)

ในกรณีที่มีข้อมูลหน่วยธุรกิจอยู่ k หน่วย และมีระยะเวลา T ปี จะทำให้มีสมการ LPs ทั้งหมด k x (3T-2) สมการ

3.2.2 วิธีประมาณแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach)

การประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) แบบมีพารามิเตอร์เป็นการประมาณโดยอาศัยวิธีทางเศรษฐมิติในการประมาณฟังก์ชันการผลิต (Production Function)โดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องใช้สมมติฐานของดุลยภาพของการผลิตภายใต้เงื่อนไขของการแข่งขันสมบูรณ์ ในการประมาณฟังก์ชันการผลิตต้องมีการสมมติฟังก์ชันการผลิตให้อยู่ในรูปแบบเฉพาะ เช่นแบบ Cobb-Douglas หรือแบบ Translog Production Function และการศึกษาโดยวิธีนี้จะต้องอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาของผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่มีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอสำหรับการประมาณค่าจึงจะทำให้ผลการประมาณเป็นที่น่าเชื่อถือ (ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์,2541)

กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตอยู่ในรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_i = f(x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n, t) \tag{3.8}$$

โดยที่ Y_i คือ ปริมาณผลผลิตของหน่วยธุรกิจที่ i ณ เวลา t

x_k คือ vector ของปัจจัยการผลิต n ชนิด ณ เวลาที่ t

จากฟังก์ชันการผลิตในสมการที่ (3.8) ถ้าหากไม่มีข้อจำกัดใดๆ อาจเขียนในรูปของ Translog Production function ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + \sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{kji} \ln x_{ki} \ln x_{ji} + \sum_{j=1}^{n} a_{jit} \ln x_{jit} \cdot t + a_t t + a_{tt} t^2 \tag{3.9}$$

อย่างไรก็ตาม Translog Production Function มีจำนวนตัวแปรมากทำให้ต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหา Mullticolinearity ดังนั้นอาจจะใส่ข้อจำกัดว่าปัจจัยการผลิตทุกชนิดสามารถแยกออกจากกันและกันได้ (Separable) แต่ว่าแต่ละปัจจัยไม่สามารถจะแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีได้ (Shenggen Fan,1991) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_i = f\left[g_1(x_1 T), \ldots\ldots, g_n(x_n, T)\right] \tag{3.10}$$

จากฟังก์ชันการผลิตที่ (3.10) แสดงได้ในรูป Translog Production Function ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + \sum_{k=1}^{n} a_{kit} \ln x_{kit} \cdot t + a_t t + a_{tt} t^2 \tag{3.11}$$

แต่ถ้าปัจจัยการผลิตและเวลาสามารถแยกจากกันได้ (Separable) ฟังก์ชันการผลิตก็สามารถแสดงได้ดังนี้

$$Y_i = f\left[g_k(x_k), \ldots\ldots\ldots, g_n(x_n), T\right] \tag{3.12}$$

และจะทำให้แสดงในรูปฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + a_t t \tag{3.13}$$

จากสมการที่ (3.11) และ (3.13) ซึ่งอยู่ในรูป Translog และ Cobb-Douglas ตามลำดับ สามารถหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) ได้โดยการอนุพันธ์ (Total Differentiation) เทียบกับเวลา(t) ซึ่งจะได้สมการดังนี้

$$\frac{d \ln Y_i}{dt} = \left[\sum_{k=1}^{n} \eta_{ki} \cdot d \ln x_{ki} / dt\right] + \left[\sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + a_t + 2a_{tt} t\right] \tag{3.14}$$

และ

$$\frac{d \ln Y_i}{dt} = \left[\sum_{k=1}^{n} \eta_{ki} \cdot d \ln x_{ki} / dt\right] + a_t \tag{3.15}$$

โดยที่ $\eta_{ki} = \partial \ln Y_i / \partial \ln x_k$ = ความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดที่ k

โดยสมการที่ (3.14) และ(3.15) เทอมทางซ้ายมือจะเป็นความเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตในเทอมที่ 1 ทางขวามือ และความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม ในเทอมที่ 2 ซึ่งความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบ

biased (biased technological change) และการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง (neutral technological change) ซึ่งก็คือ $\sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki}$ และ $a_t + 2a_{tt}t$ ตามลำดับ ดังสมการที่ (3.14) ส่วนในสมการที่ (3.15) ที่เป็นสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลางอย่างเดียว ซึ่งก็คือ a_t

แต่อย่างไรก็ตามในการประมาณการแบบเศรษฐมิตินี้จะไม่สามารถหาการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต(Technical Efficiency Change) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการคำนวณหาสมการการผลิตอีกรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า Stochastic Approach วิธีการนี้จะทำให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ไม่สามารถหาได้ในวิธีทางเศรษฐมิติ

3.2.3 วิธีประมาณโดยใช้ Stochastic Frontier

การประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมโดยการใช้ Stochastic Frontier นี้มีแนวคิดว่า ข้อมูลที่เกิดขึ้นหรือที่เก็บรวบรวมมาได้อาจจะเป็นจุดที่ไม่จำเป็นต้องอยู่บนขอบเขตของฟังก์ชันการผลิต (Production frontier) เสมอไป ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิต ดังนั้นการประมาณการจึงจำเป็นต้องพยายามหาเส้นพรมแดนการผลิตขึ้นมา(Shenggen Fan,1991)

สำหรับฟังก์ชันการผลิตที่มีลักษณะเป็นแบบ Stochastic (Stochastic Production Function) โดยทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_{it} = f(x_{kit}, a)e^{v_{it}}e^{u_{it}} \tag{3.16}$$

โดยที่ i คือ หน่วยการผลิต (firm) ที่ i โดย i =1,.....n

t คือ แนวโน้มของเวลา (Time)

Y_{it} คือ ผลผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t

x_{kit} คือ 1×k เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ. เวลาที่ t

a คือ เวคเตอร์ของสัมประสิทธิ์ (Coefficient)

$f(x_{kit}, a)$ คือ ระดับของผลผลิตที่มีศักยภาพ

v_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้

u_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของความไม่มีประสิทธิภาพด้านการผลิต มีการกระจายข้างเดียว (one-sided distribution) โดยที่ $u_{it} \leq 0$

จากสมการที่ (3.16) $f(x_{kit},a)e^{v_{it}}$ คือฟังก์ชันการผลิตที่มีลักษณะเป็น Stochastic ค่าของ u_{it} คือค่าความคลาดเคลื่อนที่แสดงให้เห็นถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางด้านการผลิต (Technological inefficiency :TI) โดยค่าของ u_{it} ที่ไม่เป็นบวก จะแสดงให้เห็นว่าผลผลิตซึ่งแสดงโดย $f(x_{kit},a)e^{v_{it}}e^{u_{it}}$ จะต้องไม่เกินเส้นพรมแดนการผลิต (Production frontier) ทั้งนี้เพราะว่าประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และยังสมมติให้ u_{it} มีการกระจายแบบปกติข้างเดียว (Normal one-sided distribution) และมีความแปรปรวน(variance) เท่ากับ σ_u^2 ส่วน v_{it} คือค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวน(variance) เท่ากับ σ_v^2 และ $Eu_{it}v_{it}=0$

สมการการผลิตที่ (3.16) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas และสมการการผลิตแบบ Translog ได้ดังนี้

สมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas

$$\ln Y_{it} = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{kit} + a_t t + \ln(e^{u_{it}}) + v_{it} \tag{3.17}$$

สมการการผลิตแบบ Translog

$$\ln Y_{it} = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln X_{kit} + \sum_{k=1}^{n} a_{kki} (\ln X_{kit})^2 + \sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{kij} \ln X_{kit} \ln X_{kjt}$$
$$+ \sum_{k=1}^{n} \gamma_{kit} t \ln X_{kit} + \beta_t t + \beta_{tt} t^2 + \ln(e^{uit}) + v_{it} \tag{3.18}$$

จากสมการที่ (3.17) และ (3.18) สามารถหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP Growth) ได้โดยการอนุพันธ์เทียบกับเวลา (t) ซึ่งจะได้สมการที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิต ดังสมการที่ (3.19) และ (3.20) ตามลำดับ

$$\frac{d\ln Y_{it}}{dt} = \sum_{i=1}^{n} \eta_k \frac{d\ln x_{it}}{dt} + a_t + \frac{d\ln(e^{u_{it}})}{dt} \tag{3.19}$$

$$\frac{d\ln Y_{it}}{dt} = \left[\sum_{i=1}^{n} \eta_k \frac{d\ln X_{kt}}{dt}\right] + \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \ln X_{it} + \left[\beta_t + 2\beta_{tt} t\right] + \frac{d\ln(e^{u_{it}})}{dt} \tag{3.20}$$

สมการที่ (3.19) เป็นสมการที่แสดงถึงปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตที่ได้จากสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas โดยเทอมแรกทางขวามือ คือการเปลี่ยนแปลงปริมาณ

การใช้ปัจจัยการผลิต(Input growth) ที่ถูกถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ (η_k) เทอมที่สองคือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง(Neutral technological change) และเทอมสุดท้าย คือการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิต (Technical efficiency change) ส่วนสมการที่ (3.20) เป็นสมการที่แสดงถึงปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตที่ได้จากสมการการผลิตแบบ Translog ซึ่งแตกต่างจากสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas คือจะมีความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะ biased (biased technological change)เพิ่มขึ้น ดังนี้ เทอมแรกทางขวามือของสมการที่ (3.20) คือการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต(Input growth) ที่ถูกถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ (η_k) เทอมที่สองคือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะ biased เทอมที่สามคือการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง และเทอมสุดท้ายคือการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิต (Shenggen Fan,1991) สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง, การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะ biased และการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพทางเทคนิค ก็คือ ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) นั่นเอง

สำหรับค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตที่ i (η_k) ในสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas (สมการที่ 3.17) มีค่าเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตนั้นๆ ดังสมการที่ (3.21)

$$\eta_k = \frac{\partial lnY_{it}}{\partial \ln x_{it}} = a_k \tag{3.21}$$

ส่วนค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตที่ i (η_k) ในสมการการผลิตแบบ Translog (สมการที่ 3.18) มีค่าดังสมการที่ (3.22)

$$\eta_k = \frac{\partial lnY_{it}}{\partial \ln x_{it}} = a_{ki} + 2a_{kk} \ln k_{kt} + \sum_j a_{kj} \ln x_{jt} + \gamma_k t \tag{3.22}$$

สำหรับประสิทธิภาพทางเทคนิค(TE) ของหน่วยการผลิตที่ i ณ.เวลาที่ t ของฟังก์ชันการผลิตที่มีลักษณะ Stochastic สามารถเขียนได้ดังนี้

$$TE_i = e^{u_{it}} = \frac{Y_{it}}{f(x_{kit}, a)e^{v_{it}}} \tag{3.23}$$

จากสมการที่ (3.23) ประสิทธิภาพทางเทคนิคคือสัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงต่อปริมาณผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต และเนื่องจากส่วนต่างระหว่างผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงกับผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต จะมีค่าความคลาดเคลื่อน u_{it} และ v_{it} อยู่รวมกัน ดังนั้นการคำนวณหาค่า u_{it} จึงต้องทำการแยกค่า u_{it} ออกจากค่า v_{it} โดย Jondrow and et al.(1982) ได้แสดงวิธีการแยกด้วยการคำนวณจากค่าความคาดหวัง(expected value) ของ u_{it} ภายใต้เงื่อนไข ε_{it} หรือ $E[u_{it}/\varepsilon_{it}]$ โดยที่ $\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$ เมื่อได้ค่า u_{it} แล้วนำไปคำนวณหาค่าความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยการหา $\exp(u_{it})$ ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิค(TE) ของหน่วยการผลิตที่ i ณ.เวลาที่ t สามารถหาได้ดังสมการที่ (3.24)

$$TE_i = E\left\{\exp\left(\frac{u_{it}}{u_{it}+v_{it}}\right)\right\}$$

$$= \exp\left\{-\frac{\sigma_u\sigma_v}{\sigma}\left(\frac{\phi\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)}{1-\theta\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)}\right)-\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)\right\} \qquad (3.24)$$

โดยที่ E คือ expectations operator

exp คือ exponential

$\phi(.)$ คือ ค่าของ standard normal density function

$\theta(.)$ คือ ค่าของ cumulative standard normal distribution function

σ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(standard error) ของ ε_{it}

: $\sigma = (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)^{1/2}$ และ $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$

3.3 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาเรื่องความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมภาคการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทย จะใช้วิธีแบบมีพารามิเตอร์(Parametric Approach)เป็นเครื่องมือในการประมาณการ โดยอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติประมาณจากฟังก์ชันการผลิตโดยตรง ซึ่งสมการการผลิตที่ใช้จะเป็นแบบ Cobb-Douglas ที่มีลักษณะเป็น Stochastic Frontier สำหรับสาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้คือ วิธีทางเศรษฐมิตินี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิจัยได้โดยไม่ต้องมีข้อจำกัดด้านสมมติฐานดุลยภาพของการผลิตเหมือนในวิธีแบบไม่มีพารามิเตอร์ และผลของการศึกษาในวิธีนี้ยังเป็นที่น่าเชื่อถือเนื่องจากมีทฤษฎีหรือพื้นฐานการทดสอบทางสถิติรองรับ

สมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ที่เลือกใช้นั้นจะเป็นสมการการผลิตที่มีรูปแบบที่ง่ายที่สุดและไม่ต้องใช้ข้อมูลที่มากเกินไปจนอาจเกิดปัญหา Multicollinearity เหมือนในสมการการผลิตแบบ Translog แต่อย่างไรก็ตามสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ก็มีข้อจำกัดที่ว่าความยืดหยุ่นทางการผลิต(Production Elasticity)มีค่าคงที่ และความยืดหยุ่นแห่งการทดแทน(Elasticity of Substitution) ระหว่างปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับหนึ่ง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วข้อจำกัดนี้โดยเฉพาะในสินค้าเกษตรจะเป็นไปได้ยาก ในขณะที่สมการการผลิตแบบ Translog จะไม่มีข้อจำกัดเรื่องนี้ แต่ Greene(1980) ได้ชี้ให้เห็นว่าสมการการผลิตแบบ Translog แม้จะสอดคล้องกับความเป็นจริงมากกว่าแต่การอธิบายความหมายค่าสัมประสิทธิ์บางตัวที่ประมาณได้ทำได้ลำบากหรืออธิบายไม่ได้ นอกจากนี้รูปแบบสมการทั้งสองยังให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกันและยังให้ข้อสรุปที่ตรงกันด้วย ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้รูปแบบสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas

อย่างไรก็ตามเนื่องจากรูปแบบสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas มีข้อจำกัดที่ว่าความยืดหยุ่นทางการผลิตมีค่าคงที่ และความยืดหยุ่นแห่งการทดแทนระหว่างปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับหนึ่ง ซึ่งเป็นไปได้ยากในสินค้าเกษตรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นจะทำการประมาณรูปแบบสมการการผลิตอื่นๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับรูปแบบสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ซึ่งได้แก่รูปแบบสมการการผลิตแบบ Translog แบบไม่มีข้อจำกัด และแบบมีข้อจำกัดที่ว่าปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถแยกออกจากกันและกันได้(separable) แต่ว่าปัจจัยการผลิตแต่ละตัวนั้นไม่สามารถแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีได้ เพื่อทดสอบหารูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ส่วนสมการการผลิตที่มีรูปแบบ Stochastic นั้นจะทำให้ได้มาซึ่งระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค(Technical Efficiency) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP Growth) ที่จะทำให้ผลของการศึกษาหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมของภาคการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทยครั้งนี้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการประมาณค่าด้วยวิธีแบบไม่มีพารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งก็คือ Malmquist data envelopment analysis (Malmquist DEA) อีกวิธีหนึ่ง เพื่อทำการเปรียบเทียบผลของการศึกษาที่ได้จากทั้ง 2 วิธีว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

3.3.1 แบบจำลองเชิงประจักษ์

ในการศึกษาเรื่องความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมภาคการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทย มีวิธีการประมาณการอยู่ 2 วิธี คือการประมาณโดยใช้ Stochastic Frontier

ซึ่งเป็นวิธีการแบบเศรษฐมิติ และการประมาณแบบ Malmquist data envelopment analysis ที่เป็นวิธีการแบบโปรแกรมทางคณิตศาสตร์

3.3.1.1 การประมาณโดยใช้ Stochastic Frontier

ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมภาคการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 ด้วยวิธีการประมาณแบบ Stochastic frontier จะมีสมการพรมแดนการผลิตรูปแบบ Cobb-Douglas ที่มีลักษณะเป็น Stochastic ของแต่ละจังหวัดในเขตเกษตรเศรษฐกิจต่างๆของภาคใต้ ดังแสดงในสมการที่ (3.25)

$$\ln Y_{it} = a_0 + a_A \ln A_{it} + a_L \ln L_{it} + a_C \ln C_{it} + a_{IR} \ln IR_{it} + \beta_T T + \ln(e^{u_{it}}) + v_{it} \qquad (3.25)$$

กำหนดให้ i = 1,2,.....,14 คือจำนวนจังหวัดในภาคใต้

t = 1,2,.....,23 คือช่วงเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2542

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

Y_{it} คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ระดับราคาคงที่ปี 2531 ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t (หน่วย : บาท)

A_{it} คือ พื้นที่เพาะปลูกพืชที่สำคัญซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของพื้นที่ไม้ผลไม้ยืนต้น พื้นที่เพาะปลูกข้าว และพื้นที่พืชไร่ ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t (หน่วย : ไร่)

L_{it} คือ จำนวนแรงงานที่ใช้ในภาคการเกษตรของจังหวัดที่ i ในปีที่ t (หน่วย : คน)

C_{it} คือ ปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t (หน่วย : บาท)

IR_{it} คือ เนื้อที่ชลประทานทางการเกษตร ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t (หน่วย : ไร่)

T คือ แนวโน้มของเวลา (time)

u_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน(Error term) ที่ชี้ถึงระดับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t โดย u_{it} มีการกระจายข้างเดียว (one-sided distribution) และ $u_{it} \leq 0$

v_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่เกิดจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t

จากสมการที่ (3.25) สามารถหาค่าประมาณของตัวพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะStochastic ที่ประมาณโดยวิธี Maximum likelihood estimation(MLE) ได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Limdep version 7.0 ซึ่งจะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการพรมแดนการผลิตและค่าพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับใช้ในการคำนวณหาระดับประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละจังหวัดที่ใช้ในการศึกษา

การพิจารณารูปแบบฟังก์ชันการผลิตที่มีความเหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้ จะทำการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas, รูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Translog กรณีไม่มีข้อจำกัด และรูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Translog กรณีมีข้อจำกัดให้ปัจจัยการผลิตสามารถแยกออกจากกันและกันได้แต่ไม่สามารถแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีได้ ซึ่งมีสมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบหารูปแบบฟังก์ชันการผลิตที่เหมาะสมดังนี้

1. ทดสอบสมมติฐานหลัก(Null hypothesis : H_0) ที่ว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas มีความเหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้มากกว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีไม่มีข้อจำกัด ด้วยการกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของเทอมที่มีปฏิสัมพันธ์กัน(interaction term) ระหว่างปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด และเทอมที่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยการผลิตกับเวลามีค่าเท่ากับศูนย์ ($H_0 : a_{jk} = a_{iT} = a_{TT} = 0; j,k = A,L,C,IR$) ซึ่งถ้าหากผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลักก็หมายความว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีไม่มีข้อจำกัดมีความเหมาะสมมากกว่าสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas

2. ทดสอบสมมติฐานหลัก(Null hypothesis : H_0)ที่ว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีมีข้อจำกัดที่ว่าปัจจัยการผลิตสามารถแยกออกจากกันและกันได้แต่ไม่สามารถแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีได้ มีความเหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้มากกว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีไม่มีข้อจำกัด ด้วยการกำหนดให้สัมประสิทธิ์ของเทอมที่มีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction term) ระหว่างปัจจัยการผลิตชนิดหนึ่งกับปัจจัยการผลิตอีกชนิดหนึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์ ($H_0 : a_{jk} = 0; j,k = A,L,C,IR$) ซึ่งถ้าหากผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลักก็หมายความว่าปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดนั้นไม่สามารถแยกออกจากกันและกันได้ นั่นก็คือรูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีไม่มีข้อจำกัดมีความเหมาะสมกับการศึกษานี้มากกว่ารูปแบบสมการการผลิตแบบ translog กรณีที่ใส่ข้อจำกัดนั่นเอง

สำหรับสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลักทั้ง 2 ข้อนี้คือค่า Likelihood-Ratio statistic test (LR-test) โดยใช้การกระจายแบบ Chi-square ณ ระดับองศาแห่งความเป็นอิสระ(degrees of freedom) เท่ากับจำนวนข้อจำกัดที่ใส่ในสมมติฐานหลัก เพื่อหาช่วงวิกฤติที่จะใช้ในการตัดสินใจ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า LR-test คือ

$$LR = -2\ln\left[L(H_0)/L(H_1)\right] = -2\left[\ln L(H_0) - \ln L(H_1)\right] \qquad (3.26)$$

โดยที่ $\ln L(H_0)$ คือ ค่า Log likelihood function ของแบบจำลองพรมแดนการผลิตที่ใส่ข้อจำกัดตามข้อสมมติฐานหลัก

$\ln L(H_1)$ คือ ค่า Log likelihood function ของแบบจำลองพรมแดนการผลิตที่ไม่มีข้อจำกัดใดๆ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

ค่า $\ln L(H_0)$ และ $\ln L(H_1)$ หาได้จากผลการประมาณหาเส้นพรมแดนการผลิตของรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตรูปแบบต่างๆ ด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimates(MLE) ในโปรแกรม Limdep version 7.0

เมื่อได้รูปแบบฟังก์ชันการผลิตที่เหมาะสมที่จะใช้วิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้แล้ว จากนั้นใช้การประมาณวิธี MLE ในการหาค่าพารามิเตอร์ของสมการพรมแดนการผลิตนั้น และคำนวณหาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตของแต่ละจังหวัดในแต่ละปี ด้วยการแทนค่าตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดลงในสมการพรมแดนการผลิตดังกล่าว จะทำให้ได้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ระดับที่เป็นไปได้สูงสุดจากระดับการใช้ปัจจัยการผลิตในแต่ละปี $\left[\ln \hat{Y}_{it} = \ln f(x_{it}, t; a)\right]$ จากนั้นคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนรวม(ε_{it}) โดยการนำเอามูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่ได้รับจริงลบด้วยมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่เป็นไปได้สูงสุด($\varepsilon_{it} = \ln Y_{it} - \ln \hat{Y}_{it}$) แล้วนำค่าความคลาดเคลื่อนรวม(ε_{it}) ที่หาได้ไปทำการคำนวณหาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตตามวิธีของ Jondrow และคณะ(1982) ดังแสดงในตารางที่(3.24) สำหรับค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่จะนำมาใช้ในการคำนวณหาสมการความเจริญเติบโตของผลผลิตสามารถหาได้โดยใช้สูตรตามสมการที่(3.22)

เมื่อได้ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตและระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตของแต่ละจังหวัดในแต่ละปีแล้ว สามารถคำนวณหาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตภาคการเกษตรของแต่ละจังหวัดในภาคใต้ได้ด้วยการหาค่าอนุพันธ์(Total differentiation) สมการที่แสดงถึงระดับของผลผลิตที่ได้รับ ณ ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตนั้นๆในแต่ละปี$\left[\ln \hat{Y}^{*}_{it} = \ln f(x_{it}, t; a) + \ln(e^{u_{it}})\right]$ เทียบกับเวลา(t) ดังแสดงในสมการที่ (3.20) ก็จะได้สมการที่แสดงถึงความเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งจะทำให้ทราบถึงผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต(input growth) และอัตราความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP growth) ที่ประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง(neutral technological change), การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบเป็น biased(bisaed technological

change) และการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต(technical efficiency change) ที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิตภาคการเกษตรในแต่ละจังหวัดของภาคใต้ในแต่ละปีได้

สำหรับแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตภาคการเกษตรของแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจในภาคใต้ สามารถหาได้ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของจังหวัดต่างๆที่อยู่ในแต่ละเขตเกษตรเศรษฐกิจนั้นๆ

3.3.1.2 การประมาณแบบ Malmquist DEA

ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมภาคการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Malmquist DEA จะมีสมการ Distance function ของแต่ละจังหวัดในเขตเกษตรเศรษฐกิจต่างๆของภาคใต้ตลอดทั้ง 23 ปี ที่จะใช้ในการคำนวณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม รวมทั้งสิ้น 938 สมการ โดยในแต่ละจังหวัดจะมีสมการ Distance function หลักอยู่ 4 สมการดังนี้

1. $\left[d_0^t(y_{it}, x_{it})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$\begin{aligned} -\phi y_{it} + Y_t\lambda &\geq 0 \\ x_{it} - X_t\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \qquad (3.27)$$

2. $\left[d_0^s(y_{is}, x_{is})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$\begin{aligned} -\phi y_{is} + Y_s\lambda &\geq 0 \\ x_{is} - X_s\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \qquad (3.28)$$

3. $\left[d_0^t(y_{is}, x_{is})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$\begin{aligned} -\phi y_{is} + Y_t\lambda &\geq 0 \\ x_{is} - X_t\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \qquad (3.29)$$

4. $\left[d_0^s(y_{it}, x_{it})\right]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

Subject to

$$-\phi y_{it} + Y_s\lambda \geq 0 \qquad (3.30)$$

$$x_{it} - X_s\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

กำหนดให้ i = 1,2,3.....,14 คือจำนวนจังหวัดในภาคใต้

t,s = 1,2,3.....,14 คือช่วงเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2520-2542 โดย s=t-1

λ = $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_i$ คือค่าคงที่ของแต่ละจังหวัดในภาคใต้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

$\left[d_0^t(y_{it}, x_{it})\right]^{-1}$ คือ Distance function ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t

$\left[d_0^s(y_{is}, x_{is})\right]^{-1}$ คือ Distance function ของจังหวัดที่ i ในปีที่ s

$\left[d_0^t(y_{is}, x_{is})\right]^{-1}$ คือ Distance function ของจังหวัดที่ i ระหว่างปีที่ t และ s

$\left[d_0^s(y_{it}, x_{it})\right]^{-1}$ คือ Distance function ของจังหวัดที่ i ระหว่างปีที่ s และ t

ϕ คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตภาคการเกษตร

y_{it}, y_{is} คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ระดับราคาคงที่ปี 2531 ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t และ s ตามลำดับ (หน่วย : บาท)

Y_t, Y_s คือ ผลรวมของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ระดับราคาคงที่ปี 2531 ของ 14 จังหวัด ในปีที่ t และ s ตามลำดับ (หน่วย : บาท)

x_{it}, x_{is} คือ ผลรวมของปัจจัยการผลิตภาคการเกษตร ของจังหวัดที่ i ในปีที่ t และ s ตามลำดับ ประกอบด้วย

- พื้นที่เพาะปลูกพืชที่สำคัญซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของพื้นที่ไม้ผลไม้ยืนต้น, พื้นที่เพาะปลูกข้าว และพื้นที่พืชไร่ (หน่วย :ไร่)
- จำนวนแรงงานที่ใช้ในภาคการเกษตร (หน่วย : คน)
- ปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) (หน่วย : บาท)
- เนื้อที่ชลประทานทางการเกษตร (หน่วย :ไร่)

X_t, X_s คือ ผลรวมของปัจจัยทั้ง 4 ชนิดของ 14 จังหวัด ในปีที่ t และ s ตามลำดับ

จากสมการหลักในแต่ละจังหวัดดังแสดงในสมการที่ (3.27)ถึงสมการที่ (3.30) สามารถหาค่า Distance function ได้ด้วยการใช้โปรแกรม DEAP version 2.1 โดยค่าที่ได้ของ Distance function ในสมการที่ (3.27) และ (3.28) จะเป็นค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตภาคการเกษตร ส่วนค่าที่ได้จาก สมการที่ (3.29) และ (3.30) จะเป็นค่าที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี (Tim Coelli, D.S. Prasada and George E. Battese,1998) ซึ่งการศึกษาหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมครั้งนี้ มีสมการ Distance function ทั้งหมด 938 สมการ เมื่อทำการประมาณด้วยโปรแกรม DEAP version 2.1 ด้วยคำสั่งที่แสดงในภาคผนวก ช จะทำให้ได้ค่า Distance function ออกมาทั้งหมด 938 ค่าจากนั้นนำค่าที่ได้ไปแทนลงในสูตรการคำนวณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม ดังแสดงในสมการที่ (3.3) ซึ่งจากสูตรการคำนวณจะทำให้ได้ค่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม(TFP growth), การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีภาคการเกษตรในแต่ละจังหวัดของภาคใต้ในแต่ละปี สำหรับการหาค่าดังกล่าวเป็นรายเขตเกษตรเศรษฐกิจสามารถทำได้โดยการหาค่าเฉลี่ยของจังหวัดต่างๆที่อยู่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจนั้นๆ

3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคเกษตรในแต่ละจังหวัดตัวอย่าง (Gross Provincial Product : GPP) ในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 รวบรวมจากรายงานผลิตภัณฑ์ภาคและจังหวัดที่จัดทำโดยกองบัญชีประชาชาติ คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และจากสมุดรายงานสถิติรายจังหวัดและสมุดรายงานสถิติภาค ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ ดังนั้นมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรที่นำมาใช้ในการศึกษาจึงเป็นมูลค่าที่ถูกปรับโดย GDP deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร ณ ราคาคงที่(constant prices) ปี 2531 โดย GDP deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรฐานปี 2531 สามารถคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้(รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1ก-3ก ของภาคผนวก ก)

$$\text{GDP Ag Deflator at 1988} = \frac{(\text{GDP Ag at current prices}) \times 100}{\text{GDP Ag at constant 1988 prices}}$$

โดยที่ GDP Ag Deflator at 1988 คือGDP deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตรของประเทศ ฐานปี 2531

GDP Ag at current prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมสาขาการเกษตรของประเทศ ณ ราคาประจำปี

GDP Ag at constant 1988 prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมสาขาเกษตรของประเทศ ณ ราคาคงที่ปี 2531

2. ข้อมูลขนาดเนื้อที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ได้แก่ผลรวมของพื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น และพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ของแต่ละจังหวัดตัวอย่างในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 รวบรวมจากหนังสือสถิติการเกษตรของประเทศไทยในปีการเพาะปลูกต่างๆ ที่จัดทำโดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานสถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจแสดงในตารางที่ 4ก ของภาคผนวก ก

3. ข้อมูลจำนวนแรงงานในภาคการเกษตรในแต่ละจังหวัดตัวอย่างในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 รวบรวมจากแหล่งต่างๆดังนี้

- ข้อมูลแรงงานภาคการเกษตรในปี 2523 และปี 2533 รวบรวมจากรายงานสำมะโนประชาการและเคหะ(ระดับจังหวัด) ซึ่งเป็นข้อมูลของจำนวนประชากรอายุ 11 ปีขึ้นไปที่ทำงานในอาชีพทางการเกษตรจำแนกตามหมวดอาชีพที่จัดทำขึ้นโดยกองสถิติสังคม สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

- ข้อมูลแรงงานภาคการเกษตรในช่วงปี 2537 ถึงปี 2542 รวบรวมจากรายงานโครงการสำรวจภาวะการทำงานของประชากรระดับจังหวัด ซึ่งเป็นจำนวนประชากรอายุ 13 ปีขึ้นไปที่มีงานทำในอาชีพทางการเกษตรจำแนกตามหมวดอาชีพ โดยเป็นข้อมูลในรอบการสำรวจที่ 3(สิงหาคม) ที่เป็นช่วงฤดูฝน จัดทำขึ้นโดยกองสถิติสังคม สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

- สำหรับข้อมูลแรงงานภาคการเกษตร ในช่วงปี 2520-2522, 2524-2532 และ2534-2536 ไม่ได้มีการสำรวจและเผยแพร่ข้อมูลแรงงานภาคการเกษตรในระดับจังหวัด ดังนั้นข้อมูลแรงงานภาคการเกษตรในช่วงเวลาดังกล่าวจึงได้จากการประมาณ โดยอาศัยข้อมูลในปี 2523, 2533 และปี 2537-2542 เป็นฐานในการคำนวณ ซึ่งสูตรที่ใช้ในการประมาณแสดงดังต่อไปนี้

$$L_{it} = L_{i(t-1)} \times [(Pop.growth + 100)/100]$$

โดยที่ L_{it} คือ จำนวนแรงงานภาคการเกษตรของจังหวัดที่ i ในปีที่ t

$L_{i(t-1)}$ คือ จำนวนแรงงานภาคการเกษตรของจังหวัดที่ i ในปีที่ t-1

$Pop.growth$ คือ อัตราการเพิ่มของประชากรของจังหวัดที่ i (ร้อยละต่อปี)

โดยที่อัตราการเพิ่มของประชากรในแต่ละจังหวัดรวบรวมจากหนังสือประชากรของประเทศไทย สถิติในช่วง 25 ปี(2511-2535) จัดพิมพ์โดยสถาบันประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และรวบรวมจากสมุดรายงานสถิติจังหวัด และสมุดรายงานสถิติภาคใต้ จัดทำโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี โดยข้อมูลจำนวนแรงงานภาคการเกษตรที่ได้จากการรวบรวมและจากการประมาณ แสดงในตารางที่ 5ก ของภาคผนวก ก

4. ข้อมูลปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรในแต่ละจังหวัดตัวอย่างในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 รวบรวมจากรายงานกิจการงบดุล งบกำไรขาดทุนในรอบปีบัญชีต่างๆ ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร และจากสมุดรายงานสถิติรายจังหวัดและสมุดรายงานสถิติภาค ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี โดยข้อมูลปริมาณสินเชื่อเพื่อการเกษตรที่ได้จากการรวบรวมแสดงในตารางที่ 6ก ของภาคผนวก ก

5. ข้อมูลเนื้อที่ชลประทานทางการเกษตรของแต่ละจังหวัดตัวอย่างในช่วงปี พ.ศ.2520-2542 รวบรวมจากหนังสือสถิติการเกษตรของประเทศไทยในปีการเพาะปลูกต่างๆ ที่จัดทำโดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานสถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยข้อมูลเนื้อที่ชลประทานทางการเกษตรที่ได้จากการรวบรวมแสดงในตารางที่ 7ก ของภาคผนวก ก