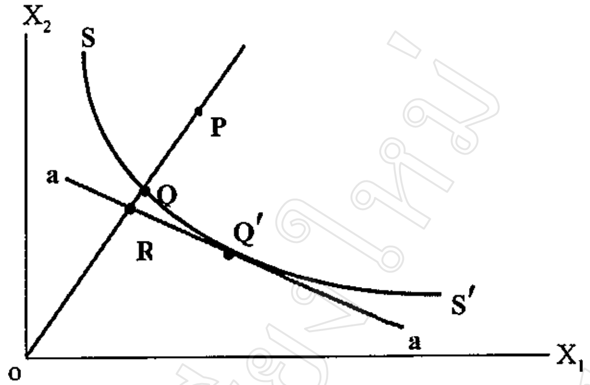
บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การหาเส้น frontier production function

M.J. Farrell (1957) เสนอการวัดประสิทธิภาพ โดยการประมาณการฟังก์ชันพรมแดนการผลิต อธิบายโดยใช้แบบจำลองที่มีปัจจัยการผลิต 2 ชนิด และผลผลิต 1 ชนิด โดยให้ unit isoquant ที่มีประสิทธิภาพแสดงถึงความเป็นไปได้ในทางเทคนิคสำหรับการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (เส้น SS' ในรูป 2.1) และจุดที่อยู่บนเส้นนี้เป็นจุดที่มีประสิทธิภาพ คือ จุด Q ซึ่งเป็นจุดที่หน่วยผลิตมีประสิทธิภาพในการผลิต การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) วัดโดยใช้สัดส่วนของ OQ/OP ค่าที่ได้มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 แสดงถึงระดับของประสิทธิภาพของหน่วยผลิต

สมมติให้เส้น aa' เป็นเส้นราคา (price line) จุด Q' เป็นจุดที่เส้นผลผลิตเท่ากันและมีประสิทธิภาพ (efficiency isoquant) สัมผัสกับเส้นราคา (price line) ดังนั้นจุดการผลิตที่ Q' จึงเป็นจุดการผลิตที่เหมาะสม โดยต้นทุนการผลิตที่จุด Q' คือ สัดส่วนของ OR/OQ ของจุด Q ซึ่ง Farrell เรียกว่า ประสิทธิภาพทางด้านราคา (price efficiency) เป็นจุดที่มีการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตได้เหมาะสมที่สุด ดังนั้นที่จุด Q' จึงเป็นจุดการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางด้านราคาและทางด้านเทคนิค แต่จุด P เป็นจุดที่ด้อยประสิทธิภาพทางด้านราคาและเทคนิค

ส่วนการหาประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า เส้นผลผลิตเท่ากันที่มีประสิทธิภาพมีลักษณะเว้าเข้าหาจุด origin ดังนั้นจึงสามารถหาเส้นผลผลิตเท่ากันที่มีประสิทธิภาพได้จากข้อมูลสำรวจ และการหาจุดบนเส้นผลผลิตเท่ากันที่มีประสิทธิภาพจะหาได้จากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ เรียกว่า จุดผลิตของหน่วยผลิตที่สมมติขึ้น (hypothetical firm) ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยการผลิต จึงทำได้โดยการเปรียบเทียบข้อมูลของหน่วยการผลิตที่ได้จากการสำรวจกับหน่วยการผลิตที่สมมติขึ้น (เบญจวรรณ ไชยกาญจน์, 2531)



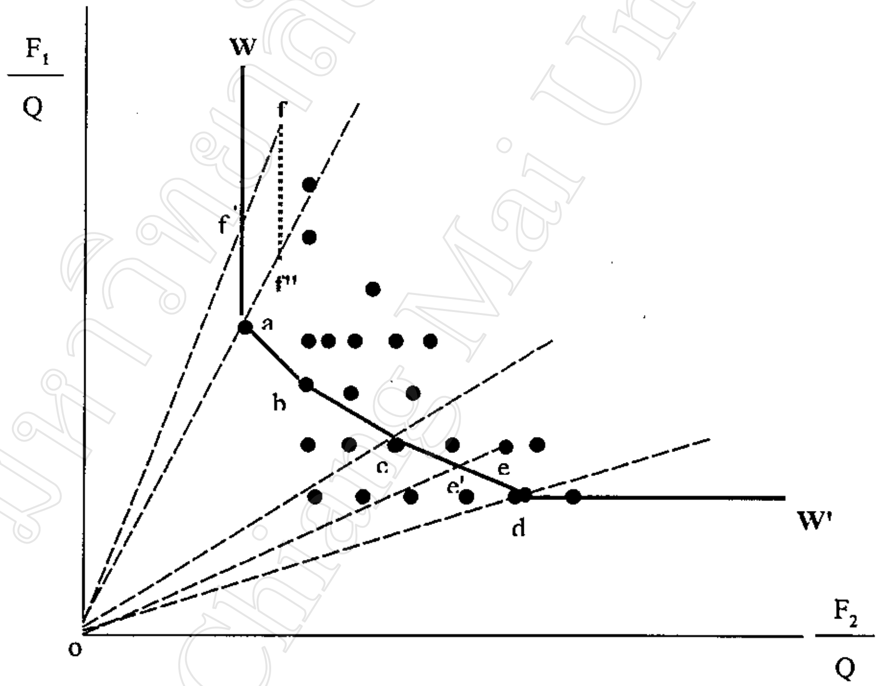
ที่มา : ดัดแปลงมาจาก ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2538: 3 – 29)

รูป 2.1 ประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา

Farrell ได้พัฒนาวิธีการเพื่อประมาณการเส้น isoquant ที่มีประสิทธิภาพตามต้องการโดยการหาเส้นรอบนอก (envelope) ของข้อมูลจริง คำว่าประสิทธิภาพในที่นี้ Farrell ได้หมายถึงการกระทำที่เกิดขึ้นจริงจากตัวอย่างที่มีอยู่ และการเพิ่มจำนวนตัวอย่างอาจไม่ทำให้เส้นรอบนอก (envelope) เปลี่ยนแปลงไป หรืออาจทำให้เส้นรอบนอกเคลื่อนไปหาจุด origin มากขึ้นก็ได้

วิธีการนี้อธิบายได้จากแบบจำลองที่มีปัจจัยการผลิต 2 ปัจจัยในการผลิตผลผลิตหนึ่งชนิด (รูป 2.2) ในรูป 2.2 ค่าสังเกตการณ์ (observations) ที่นำมาพล๊อตคือ ค่าของแต่ละหน่วยผลิต ค่าประมาณการของเส้น unit isoquant ที่มีประสิทธิภาพจะได้มาจากค่าสังเกตการณ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นจุด a เป็นจุดที่ใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 2 (F_2) น้อยที่สุดต่อหน่วยของผลผลิต และจุด d เป็นจุดที่ใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ 1 (F_1) น้อยที่สุดต่อหน่วยของผลผลิต ระหว่างค่าสังเกตการณ์ทั้งสองนี้จุดอื่น ๆ ก็อาจมีส่วนในการช่วยหาค่าประมาณการของฟังก์ชันการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ถ้าจุดเหล่านั้นเป็นจุดที่อยู่ไปทางจุด origin จากเส้นตรง ad เช่น จุด b และจุด c ในรูป เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเหล่านี้จะเป็นเส้นรอบวงที่โค้งเข้าหาจุด origin จุดที่ขยายออกไปเรื่อย ๆ จนไปถึงค่าอนันต์ จากจุด ad unit production function ที่มีประสิทธิภาพทุกจุดที่ไม่ได้อยู่บนเส้น isoquant ที่มีประสิทธิภาพจะถูกวัดประสิทธิภาพออกมา โดยใช้เส้นตรงที่เชื่อมจุดต่าง ๆ บนเส้น isoquant เป็นหลัก ดังนั้นประสิทธิภาพ ณ จุด e (และจุดอื่น ๆ ที่อยู่ภายในรูปกรวย) จะถูกวัดจากค่าสัดส่วนของ oe '/oe ทุก ๆ จุดที่อยู่ภายในรูปกรวยจะเป็นค่าของประสิทธิภาพทางเทคนิคที่วัดออกมาโดยไม่มีความคลุมเครืออยู่เลย เมื่อมีจุดที่อยู่นอกกรวยนี้แต่ว่ายังคงอยู่ภายในเส้นรอบนอก (envelope) WW ' การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคดังกล่าว

ก็จะได้ค่าที่ไม่กระจ่าง ขบวนการในการวัดค่าสำหรับในกรณีนี้ก็ยังคงเหมือนกับขบวนการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นั่นคือประสิทธิภาพของจุดบางจุด ณ จุด f มีค่าเท่ากับสัดส่วน of'/of แต่ถ้าเราลากเส้นขนานกับเส้น Wa มาตัดเส้น oa ที่ f" ที่เราวัดจากวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะมีค่าเท่ากับ oa/of" ซึ่งสัดส่วนนี้โดยวิธีเรขาคณิตจะเท่ากันกับประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่จากรูปปรากฏว่า จุด f" นั้นใช้ปัจจัยการผลิต F_2 เท่ากันกับ จุด f แต่จุด f" ใช้ F_1 น้อยกว่าจุด f เป็นปริมาณเท่ากับ ff" ในการผลิตผลผลิตหนึ่งหน่วย ซึ่งตามรูปแสดงให้เห็นว่า จุด f" มีประสิทธิภาพทางเทคนิคมากกว่าจุด f เห็นได้ว่าการใช้สัดส่วนดังกล่าวในการวัดประสิทธิภาพนั้นมีจุดอ่อนถ้าหากจุดที่เราพิจารณานั้นอยู่นอกกรวย (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์, 2538: 3 – 29)



ที่มา : ดัดแปลงมาจาก ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2538: 3 – 29)

รูป 2.2 การประมาณค่า unit isoquant ที่มีประสิทธิภาพในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตสองชนิด

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการประมาณเส้นพรมแดนการผลิต 2 วิธี คือ วิธี deterministic frontier production function โดยวิธี linear programming และ stochastic frontier production function โดยวิธีทางเศรษฐมิติ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละวิธีดังนี้

2.1.1 การหาเส้น frontier แบบ deterministic frontier production function โดยวิธี linear programming

จากแนวคิดของ Farell เมื่อสมมติให้ฟังก์ชันการผลิต (production function) เป็นแบบ Cobb – Douglas production function โดยมีรูปแบบจำลองดังนี้

$$y_i = Ax_{1i}^{\beta_1} x_{2i}^{\beta_2} \ldots x_{ki}^{\beta_k} \quad ; i = 1, 2, \ldots , n \qquad (2.1)$$

โดยที่ y_i = ผลผลิตรวมของหน่วยธุรกิจ i

x_{ji} = ปัจจัยการผลิตที่ j ที่หน่วยธุรกิจ i ใช้ในการผลิต y_i ; j = 1, 2, ... , k

β_j = ค่าพารามิเตอร์

เพื่อความง่ายในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องทำให้สมการที่ (2.1) เป็นสมการเส้นตรงโดยการใช้ natural logarithm แล้วประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้ได้สมการพรมแดนการผลิตตามต้องการ ดังนั้นจะได้ว่า

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_k X_{ki} \qquad (2.2)$$

โดยที่ Y_i^* = $\ln y_i$ คือ ปริมาณผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต

X_i = $\ln x_i$ คือ ปริมาณปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิต

ปกติ Y_i คือ ค่าของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงและจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ Y_i^* ดังนั้นจะได้ว่า

$$Y_i^* - Y_i \geq 0 \qquad (2.3)$$

$Y_i^* - Y_i$ เรียกว่า ส่วนที่เหลือ ซึ่งแทนด้วย e_i โดยมีค่าตั้งแต่ศูนย์ขึ้นไป ($e_i \geq 0$)

เพราะฉะนั้นการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของ production frontier จะต้องทำให้ค่า $\sum e_i$ มีค่าน้อยที่สุด นั่นคือ

$$\text{Min} \sum e_i = \sum_{i=1}^{n} \left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_k X_{ki} - Y_i \right)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$Y_i^* \geq Y_i$$

หรืออีกนัยหนึ่ง

$$\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ki} \geq Y_i \qquad ; i = 1, 2, \ldots, n$$

ใช้วิธีการ linear programming จะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวของสมการที่ (2.2) และจะทำให้ได้เส้น production frontier (Dawson, 1985)

2.1.2 การหาเส้น frontier แบบ stochastic frontier production function โดยวิธีทางเศรษฐมิติ

Färe et al. (1985; 1994) กล่าวว่า ในการหา technical efficiency (TE) นั้นมีอยู่ 3 วิธี คือ (1) the nonparametric programming approch (2) the parametric programming approch และ (3) the parametric statistical approach ใน 3 วิธีดังกล่าวปรากฏว่า statistical approach เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการประเมิน TE ของหน่วยธุรกิจ วิธี statistical approach ได้พิจารณาการผลิตให้อยู่ภายใน stochastic frontier (Aigner et al., 1976; Aigner et al., 1977; Meeusen and van den Broeck, 1977) โดยกำหนดให้ผลผลิต (Y) เป็นฟังก์ชันของปัจจัยการผลิต (X) และตัวแปรคลาดเคลื่อน (ε) ซึ่งสามารถเขียนเป็นฟังก์ชันได้ดังนี้

$$Y_i = h\left(X_{1i}, X_{2i}, \ldots, X_{ni}; A; \varepsilon_i\right) \qquad (2.4)$$

โดยที่ Y_i = ผลผลิตของหน่วยธุรกิจ i

X_j = ปัจจัยการผลิตที่ j ; j = 1, … , n

A = เวกเตอร์ของพารามิเตอร์

$\varepsilon_i = v_i - u_i$

โดยที่ $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ และ u_i คือค่าความคลาดเคลื่อนแบบ one – sided error term ซึ่งทั้ง v_i และ u_i ต่างก็เป็นค่าความคลาดเคลื่อน โดยมีข้อสมมติฐานว่า ค่าความคลาดเคลื่อน v_i และ u_i มีการกระจายที่เป็นอิสระต่อกัน ค่าความคลาดเคลื่อน v_i มีลักษณะสมมาตร (symmetric) เป็นตัวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนไหวแบบสุ่ม (random variation) ของฟังก์ชันการผลิต และเป็นตัวที่รวมผลของ statistical noise ความคลาดเคลื่อนจากการวัด (measurement error) และภาวะช็อกที่มาจากภายนอกซึ่งอยู่นอกเหนือการควบคุมของหน่วยการผลิต ค่าความคลาดเคลื่อน u_i ซึ่งมีการกระจายข้างเดียว (one – sided) แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางการผลิต (technical inefficiency: TI) เมื่อเปรียบเทียบกับ stochastic frontier ถ้า $u_i \doteq 0$ ฟังก์ชันการผลิตก็จะอยู่บนเส้น stochastic frontier แสดงถึงการผลิตที่มี

ประสิทธิภาพทางเทคนิค ถ้า $u_i > 0$ แสดงถึงการผลิตที่อยู่ต่ำกว่าเส้น stochastic frontier และแสดงถึงการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค

ความคลาดเคลื่อน u_i นั้นโดยปกติแล้วสมมติให้มีการกระจายแบบใดแบบหนึ่งใน 3 แบบที่เป็นไปได้ (Lee, 1983 ; Schmidt and Lin, 1984 ; Bauer, 1990) ดังนี้ (1) half – normal / $N(0,\sigma_v^2)$; (2) exponential / $EXP(\mu_u,\sigma_u^2)$ โดยที่ EXP คือ exponential distribution และ (3) truncated normal at zero / $N(\mu_u,\sigma_u^2)$ อย่างไรก็ตาม Greene (1990) ได้เสนอแบบจำลองที่เป็น two – parameter gamma distribution model เนื่องจากความสะดวกของการประมาณค่าและการแปลความหมาย รวมถึงจากข้อเท็จจริงที่ว่า ค่าประมาณการของ TE นั้นคล้ายกันสำหรับการกระจายแต่ละแบบ เพราะฉะนั้นจึงมีแนวโน้มที่นักวิจัยจะใช้การกระจายแบบ half – normal และ truncated normal มากกว่าการกระจายแบบ exponential นอกจากนี้การทดสอบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการเลือก distribution ขณะนี้ยังไม่มี

ตามวิธีของ Jondrow et al. (1982) กล่าวว่า ความไม่มีประสิทธิภาพทางการผลิตหรือทางเทคนิคสำหรับแต่ละค่าสังเกตสามารถคำนวณได้จาก ค่าคาดหวัง (expected value) ของ u_i ภายใต้เงื่อนไข (conditional on) $\varepsilon_i = v_i - u_i$

$$TI = E(u|\varepsilon) = \frac{\sigma_u\sigma_v}{\sigma}\left[\frac{\phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)}{1-\Phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)} - \left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)\right] \qquad (2.5)$$

โดยที่ E คือ expectations operator

ϕ (.) คือ standard normal density function

Φ (.) คือ cumulative distribution function

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

และ $\lambda = \dfrac{\sigma_u}{\sigma_v}$

เมื่อได้ค่า TI แล้ว นำไปคำนวณหาค่า technical efficiency (TE) ต่อ โดยการ exponential (-u) ก็จะได้ค่า TE ของแต่ละหน่วยผลิต สำหรับการคำนวณหาค่าเฉลี่ย TE จะใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (Maddala, 1983)

$$E\left(e^{-u}\right) = 2\exp\left(\frac{\sigma_u^2}{2}\right)\left[1-\phi(\sigma_u)\right] \qquad (2.6)$$

2.2 แบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิต

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง (cross – sectional data) เพื่อประมาณผลกระทบที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ โดยใช้แบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิต (input – output model) และอาศัยข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (input – output table) ในระดับประเทศ

2.2.1 โครงสร้างตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (structure of input – output table)

ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตเป็นผลงานของ Wassily W. Leontief (1953) ที่ได้พัฒนามาจากแนวความคิดทฤษฎีดุลยภาพทั่วไป (theory of general equilibrium) ของ Leon Walras ตารางเศรษฐกิจ (tableau economique) ของ Francois Quesnay และดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจแห่งชาติของสหภาพโซเวียต เป็นกรอบในการสร้างตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศสหรัฐอเมริกาสำหรับปี ค.ศ. 1919 และปี ค.ศ. 1929 (Miller and Blair, 1985)

ตารางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของการผลิตและการกระจายผลผลิตของสินค้าและบริการในระบบเศรษฐกิจของประเทศ ในช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างเป็นระบบ (systematic) โดยจัดแบ่งกลุ่มกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (economic activity) ออกเป็นหมวดหมู่ตามประเภทสาขาการผลิต (sector or industry) เช่น สาขาการผลิตภาคเกษตรกรรม สาขาเหมืองแร่ สาขาอุตสาหกรรม สาขาขนส่ง สาขาก่อสร้าง สาขาบริการ และสาขาอื่น ๆ เป็นต้น (สมบัติ สิงฆราช, 2538; สการินทร์ โพธิวาสวาริน, 2536) โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจจำลองออกมาเป็นรูปแบบง่าย ๆ ดังนี้

การแจกแจงผลผลิต →

โครงสร้างปัจจัยการผลิต ↓

ความต้องการสินค้าและบริการขั้นกลางเพื่อใช้ในการผลิต (Intermediate Transaction) (X_{ij})	การบริโภคขั้นสุดท้าย (Final Demand) (F)	มูลค่าผลผลิต (Total Output) (X)
ค่าตอบแทนปัจจัยการผลิตขั้นต้น (Primary Input) (V)		
มูลค่าผลผลิตรวม (Total Output) (X)		

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2539)

จากภาพจำลอง ด้านแนวนอนแสดงถึงการกระจายผลผลิตของแต่ละสาขาการผลิต แบ่งออกเป็น การขายผลผลิตให้กับสาขาการผลิตหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นปัจจัยการผลิต ซึ่งแสดงในส่วนของความต้องการสินค้าและบริการขั้นกลางเพื่อใช้ในการผลิต และการขายให้กับผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ที่ประกอบด้วย การอุปโภคบริโภคของครัวเรือน การซื้อสินค้าและบริการของรัฐบาล การสะสมทุน ส่วนเปลี่ยนแปลงสินค้าคงเหลือ และการส่งออก

สำหรับด้านแนวตั้ง แสดงถึงโครงสร้างการผลิตของแต่ละสาขาการผลิตว่าต้องการใช้ปัจจัยการผลิตอะไรบ้าง ซึ่งได้แก่ วัตถุดิบต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนของความต้องการสินค้าและบริการขั้นกลางเพื่อใช้ในการผลิต และค่าตอบแทนปัจจัยการผลิตขั้นต้น ซึ่งประกอบด้วยค่าจ้างแรงงาน ส่วนเกินของการประกอบการ ค่าเสื่อมราคา ภาษีทางอ้อมสุทธิ และเมื่อรวมสินค้านำเข้ามาไว้ในตารางแล้ว ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต แสดงภาวะของอุปสงค์และอุปทานของสินค้าในระบบเศรษฐกิจ เป็นภาวะดุลยภาพทั่วไปของสินค้าและบริการในระบบเศรษฐกิจแบบเปิด นอกจากนี้ตารางนี้ยังแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตว่าจะต้องเท่ากับผลผลิตเสมอ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2539)

2.2.2 แบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิต (input – output model)

ตาม Miller and Blair (1985) ถ้าพิจารณาตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ประกอบด้วยสาขาการผลิต n สาขา สมการซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของการกระจายผลผลิตของสาขาการผลิตต่าง ๆ ไปเป็นปัจจัยการผลิตของสาขาการผลิตอื่น ๆ และอุปสงค์ขั้นสุดท้าย สามารถเขียนได้ตามที่ จิรพัฒน์ ยิ่งสมสุข (2538) สการินทร์ โพธิวาสวาริน (2536) และ สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์ (2539) ได้กล่าวไว้ดังนี้

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} Z_{ij} + Y_i \qquad ; i = 1, 2, ..., n \tag{2.7}$$

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
X_1 & = & z_{11} & + & z_{12} & + & \cdots & + & z_{1j} & + & \cdots & + & z_{1n} & + & Y_1 \\
X_2 & = & z_{21} & + & z_{22} & + & \cdots & + & z_{2j} & + & \cdots & + & z_{2n} & + & Y_2 \\
\vdots & & \vdots & + & \vdots & & & & \vdots & & & & \vdots & & \vdots \\
X_i & = & z_{i1} & + & z_{i2} & + & \cdots & + & z_{ij} & + & \cdots & + & z_{in} & + & Y_i \\
\vdots & & \vdots & + & \vdots & & & & \vdots & & & & \vdots & & \vdots \\
X_n & = & z_{n1} & + & z_{n2} & + & \cdots & + & z_{nj} & + & \cdots & + & z_{nn} & + & Y_n
\end{array} \tag{2.8}$$

โดย Z_{ij} = การหมุนเวียนของสินค้าสาขาการผลิต i เพื่อการผลิตสินค้าสาขาการผลิต j

X_i = มูลค่าผลผลิตรวมของสาขาการผลิต i

Y_i = อุปสงค์ขั้นสุดท้ายที่มีต่อสินค้าสาขาการผลิต i

สมมติให้การใช้ปัจจัยการผลิตเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมูลค่าผลผลิตแล้วจะได้ว่า

$$a_{ij} = Z_{ij} / X_j \tag{2.9}$$

หรือ $Z_{ij} = a_{ij} \times X_j$

โดย a_{ij} = ค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิต (direct input or technical coefficient)

X_j = มูลค่าผลผลิตรวมของสาขาการผลิต j

ระบบสมการที่ (2.8) สามารถนำมาเขียนใหม่ได้โดยแทนค่า Z_{ij} แต่ละตัวที่อยู่ทางด้านขวามือด้วย $a_{ij}X_j$ ที่ตรงกัน ซึ่งจะได้ระบบสมการที่ (2.10)

$$\begin{array}{ccccccccccccc}
X_1 & = & a_{11}X_1 & + & a_{12}X_2 & + & \cdots + & a_{1i}X_i & + & \cdots + & a_{1n}X_n & + & Y_1 \\
X_2 & = & a_{21}X_1 & + & a_{22}X_2 & + & \cdots + & a_{2i}X_i & + & \cdots + & a_{2n}X_n & + & Y_2 \\
\vdots & & \vdots & + & \vdots & & & \vdots & & & \vdots & & \vdots \\
X_i & = & a_{i1}X_1 & + & a_{i2}X_2 & + & \cdots + & a_{ii}X_i & + & \cdots + & a_{in}X_n & + & Y_i \\
\vdots & & \vdots & + & \vdots & & & \vdots & & & \vdots & & \vdots \\
X_n & = & a_{n1}X_1 & + & a_{n2}X_2 & + & \cdots + & a_{ni}X_i & + & \cdots + & a_{nn}X_n & + & Y_n
\end{array} \tag{2.10}$$

เมื่อย้ายเทอม X ทั้งหมดในระบบสมการ (2.10) ไว้ทางด้านซ้ายมือ และจัดสมการใหม่ในรูปแบบของเมตริกซ์ จะได้ว่า

$$(I - A)X = Y \tag{2.11}$$

หรือ

$$X = (I - A)^{-1} Y \tag{2.12}$$

โดย X = column vector ที่แสดงถึงผลผลิตทั้งหมดในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

Y = column vector ที่แสดงถึงอุปสงค์ขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

I = เมตริกซ์เอกลักษณ์

A = เมตริกซ์ที่แสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์การผลิตทางตรง (direct coefficient)

$(I - A)^{-1}$ = Leontief inverse matrix ซึ่งแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงและทางอ้อม

จากสมการที่ (2.12) สามารถแยกคำนวณหาผลกระทบที่มีต่อระบบเศรษฐกิจได้ดังนี้

1. ผลกระทบทั้งหมด (total effect) $= (I - A)^{-1} Y$
2. ผลกระทบทางตรง (direct effect) $= AY$
3. ผลกระทบทางอ้อม (indirect effect) = ผลกระทบทั้งหมด – ผลกระทบทางตรง

2.2.3 ข้อสมมติของแบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิต (input – output assumptions)

ในแบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิต ได้กำหนดข้อสมมติเบื้องต้นไว้ 3 ประการ (จิรพัฒน์ ยิ่งสมสุข, 2538) คือ

1. ฟังก์ชันปัจจัยการผลิตเป็นเส้นตรง (linear input function) หรือค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตมีค่าคงที่ (constant input coefficient) ซึ่งหมายความว่า

   1.1 ปัจจัยการผลิตจากสาขาการผลิตหนึ่ง จะถูกใช้เป็นสัดส่วนที่คงที่กับผลผลิต ไม่สามารถใช้ปัจจัยการผลิตจากสาขาการผลิตอื่นทดแทนได้

   1.2 ผลได้ต่อขนาดมีค่าคงที่ (constant returns to scale) โดยต้นทุนต่อหน่วยการผลิตไม่แตกต่างกันในทุกระดับผลผลิต

   1.3 สัดส่วนการซื้อปัจจัยการผลิตจากสาขาการผลิตอื่น เป็นสัดส่วนคงที่กับผลผลิตของสาขาการผลิตนั้น (fixed proportions)

2. แต่ละสาขาการผลิตมีเพียง 1 โครงสร้างปัจจัยการผลิต (single input structure) และผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

3. การประหยัดและไม่ประหยัดจากภายนอก (external economies and diseconomies) ไม่ถูกนำมาพิจารณา