บทที่ 3

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบสมการเกี่ยวเนื่อง (Simultaneous Equation System) (8, 9, 10, 11, 12 13, 14, 15, 16, 17)

แบบจำลองเศรษฐมิติอย่างง่ายมักจะเป็นแบบจำลองเดี่ยว ซึ่งจะประกอบด้วยสมการเพียงสมการเดียวเท่านั้น(Single Equation Model) แต่ในบางครั้งแบบจำลองในทางเศรษฐศาสตร์(Economic Model)นั้นอาจประกอบด้วยสมการที่มากกว่าหนึ่งสมการขึ้นไป ซึ่งมักจะพบอยู่เป็นประจำไม่ว่าจะเป็นเศรษฐศาสตร์จุลภาคหรือเศรษฐศาสตร์มหภาค แบบจำลองที่ประกอบด้วยสมการที่เกี่ยวข้องกันมากหนึ่งสมการขึ้นไปนี้เรียกว่า แบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่อง (Simultaneous Equation Model)

ในการวิเคราะห์สมการเดี่ยวไม่ว่าจะเป็นสมการสองตัวแปรหรือสมการหลายตัวแปรด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square) นั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองจะดีก็ต่อเมื่อตัวแปรในแบบจำลองสมการเดี่ยวเป็นไปตามข้อสมมุติ (assumption) ของทฤษฎีการถดถอย และตัวแปรอิสระสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ในทิศทางเดียวไม่มีทิศทางย้อนกลับ เช่น $Y = f(X)$ ตัวแปร X จะอธิบายตัวแปร Y ทางเดียว ตัวแปร Y จะกลับไปอธิบาย X ไม่ได้ นั่นคือ $X = f(Y)$ เงื่อนไขทิศทางเดียวนี้จะทำให้ $E(X) = 0$ และการไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทิศทางเดียวนี้จะทำให้ $E(X) = 0$ แต่ทว่าในเรื่องของเศรษฐศาสตร์มักพบจะอยู่บ่อย ๆ ว่าทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระไม่เป็นทิศทางเดียวแต่จะย้อนกลับด้วย ในการที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่เป็นไปทั้งสองทิศทางเช่นนี้ การกำหนดแบบจำลองด้วยสมการเดี่ยวจะไม่เป็นการดีพอจำเป็นจะต้องใช้สมการมากกว่าหนึ่งสมการขึ้นไปในแบบจำลอง แบบจำลองประเภทนี้เรียกว่า Simultaneous Equation Model และตัวแปรที่มีทิศทางความสัมพันธ์สองทิศทางเช่นนี้เรียกว่าตัวแปรร่วมกัน (joint dependence of variables) ตัวอย่างเช่นจากทฤษฎี

อุปสงค์ถ้าต้องการจะประมาณเส้นอุปสงค์ของสินค้าชนิดหนึ่ง ตามทฤษฎีจะพบว่าปริมาณความต้องการสินค้าจะขึ้นอยู่กับราคาของสินค้าชนิดนั้น ราคาของสินค้าชนิดอื่น และรายได้ของผู้ซื้อ แสดงเป็นแบบจำลองได้ว่า

$$Q = b_0 + b_1P + b_2P_0 + b_3Y + e$$

P = ราคาของสินค้าชนิดนั้น

P_0 = ราคาของสินค้าชนิดอื่น

Y = ราคาได้ของผู้ซื้อสินค้า

e = ค่าความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้เป็นตัวแปรสุ่ม

ถ้านำแบบจำลองข้างต้นนี้ไปวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ b_i จะพบว่าค่า b_i ที่ประมาณได้เป็นค่าที่เกิดความลำเอียง (biased) เพราะตัวแปร P และ e จะมีอิทธิพลต่อกันขึ้นอันละเมิดข้อสมมุติของทฤษฎีถดถอย เหตุที่ P และ e มีอิทธิพลต่อกันขึ้นนี้มีผลมาจากการที่ราคาของสินค้า (P) ไม่เพียงอธิบายปริมาณความต้องการ (Q) เท่านั้น แต่ในขณะเดียวกันปริมาณความต้องการ (Q) จะเป็นตัวแปรที่กำหนดราคาของสินค้า (P) ด้วย อันแสดงเป็นสมการได้ว่า

$$P = a_0 + a_1 Q + a_2 W + V$$

เมื่อเป็นเช่นนี้การใช้สมการเพียงสมการเดียวในแบบจำลองอุปสงค์ของสินค้า Q ยอมไม่ใช่วิธีการสร้างแบบจำลองที่ดีพอ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง P และ Q จึงควรใช้แบบจำลองที่มีมากกว่าหนึ่งสมการ จึงจะเป็นการลดปัญหา $E(P_\epsilon) \neq 0$ และจะทำให้ b_i มีค่าไม่ลำเอียงอีกต่อไป (unbiased) ในแบบจำลองอุปสงค์ของสินค้า Q นี้จะพบว่าตัวแปร W (ค่าดัชนีของสภาพอากาศ) เป็นตัวแปรภายนอกที่กำหนดเพิ่มขึ้นในแบบจำลอง มีชื่อเรียกว่า Exogeneous Variable อันจะมีบทบาทสำคัญต่อไปในแบบจำลองสมการระบบ สำหรับตัวแปร P และ Q ที่ปรากฏในแบบจำลองทั้งสองสมการที่เรียกว่า ตัวแปรร่วมกัน (Joint dependence variables) รวมถึงตัวแปร P_0 และ Y ในสมการแรกของแบบจำลองจะจัดอยู่ในตัวแปรที่เรียกว่า ตัวแปรภายใน (Endogeneous Variables) ฉะนั้นจึงพอจะกล่าวโดยสรุปว่าตัวแปรภายในจะหมายถึงตัวแปรที่กำหนดขึ้นมาจากภายในทฤษฎีของเรื่องที่

ทำการศึกษา ส่วนตัวแปรภายนอกจะครอบคลุมถึงตัวแปรที่กำหนดขึ้นจากภายนอกทฤษฎี แต่ยอมรับได้ว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจึงต้องเป็นตัวแปรทางขวามือของสมการเสมอ

1. สมการในระบบสมการเกี่ยวเนื่อง

ระบบสมการเกี่ยวเนื่องนี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ด้วยกันคือตัวแปรต่าง ๆ โครงสร้างของระบบสมการ และลักษณะของสมการ

1.1 ตัวแปร (Variables) ตัวแปรที่มีอยู่ในระบบสมการเกี่ยวเนื่องนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือตัวแปรภายใน (Endogenous variables) และตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้า (Predetermined Variables) ตัวแปรภายในคือ ตัวแปรซึ่งถูกกำหนดค่าจากตัวแปรอื่นๆในระบบสมการนั้นและอาจทำหน้าที่กำหนดค่าของตัวแปรอื่นด้วยก็ได้ ตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าคือตัวแปรซึ่งทำหน้าที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นๆในระบบสมการเพียงฝ่ายเดียว ส่วนค่าของตัวแปรนี้จะถูกกำหนดหรือขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่นนอกเหนือจากระบบสมการที่ต้องการพิจารณา ตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้านี้จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) และตัวแปรภายในในอดีต (Lagged Endogenous Variables) ตัวแปรภายนอกคือตัวแปรที่ถูกกำหนดค่าจากปัจจัยหรือตัวแปรอื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในระบบสมการ ส่วนตัวแปรภายในในอดีตคือตัวแปรซึ่งแทนค่าในอดีตของตัวแปรภายใน จึงถือว่าเป็นอิสระจากตัวแปรอื่นในระบบสมการที่ต้องการพิจารณา เพราะเป็นค่าซึ่งเกิดขึ้นมาก่อนแล้ว

1.2 โครงสร้างของสมการ ระบบสมการเกี่ยวเนื่องแต่ละระบบสมการจะต้องมีจำนวนสมการเท่ากับจำนวนตัวแปรที่ต้องการอธิบายจากระบบสมการที่สร้างขึ้นมาก ซึ่งคือจำนวนตัวแปรในนั่นเอง เพราะถ้าจำนวนตัวแปรภายในมีมากกว่าหรือน้อยกว่าจำนวนสมการแล้วจะหาค่าของพารามิเตอร์ในลักษณะที่เป็นค่าเดียว (unique) ไม่ได้

1.3 ลักษณะของสมการ สมการในระบบสมการเกี่ยวเนื่องมีอยู่ 2 ประเภทคือ

1.3.1 สมการพฤติกรรม (Behavioral Equations) คือ สมการที่แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของตัวแปรภายในแต่ละตัวโดยบอกให้ทราบว่าตัวแปรภายในแต่ละตัวถูกกำหนด หรือขึ้นอยู่กับตัวแปรใดบ้างในระบบเศรษฐกิจในลักษณะหนึ่งสมการต่อหนึ่งตัวแปรภายใน

1.3.2 สมการเอกลักษณ์หรือสมการนิยาม (Identity Equation หรือ Definition Equation) คือสมการที่แสดงว่าทางซ้ายและทางขวามีค่าเท่ากันหรือแสดงถึงค่านิยามของตัวแปรต่าง ๆ หรืออาจเป็นการแสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขของการเกิดดุลยภาพ เช่นสมการที่แสดงว่าปริมาณอุปสงค์ = ปริมาณอุปทาน ($Q_D = Q_S$) เป็นสมการเอกลักษณ์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขของการเกิดดุลยภาพ สมการ $Y = C + I + G$ ก็เป็นสมการซึ่งแสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขของดุลยภาพเช่นกันว่า อุปสงค์รวมทางขวามือเท่ากับอุปทานทางซ้ายมือ นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นถึงคำนิยามของอุปสงค์รวมด้วยว่าอุปสงค์รวมประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการบริโภค (C) การลงทุน (I) และรายรับรายจ่ายของรัฐบาล (G) เป็นต้น

สมการแต่ละสมการในระบบสมการเกี่ยวเนื่องนี้เรียกว่า สมการโครงสร้าง (Structural Equation) และพารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่างๆ เรียกว่าพารามิเตอร์โครงสร้าง (Structural Parameters) หรือเรียกว่าสัมประสิทธิ์โครงสร้าง (Structural Coefficients)

2. <u>ข้อสมมุติของแบบจำลองระบบสมการเกี่ยวเนื่อง</u>

ข้อสมมุติของระบบสมการเกี่ยวเนื่องนี้ จะคล้ายกับข้อสมมุติของแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเดี่ยวกล่าวคือ แต่ละสมการโครงสร้างจะต้องมีเงื่อนไขสมมุติของแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเดี่ยวทุกข้อและยังจะต้องมีเงื่อนไขเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวกับพจน์ของความคลาดเคลื่อนด้วย ตัวอย่างเช่น สมการถดถอยเชิงเดี่ยว

$$Y_t = b_0 + b_1X_{t1} + b_2X_{t2} + u_{1t}$$

โดยสมมุติให้ $E(u_t^2) = \sigma^2$ และ $E(u_tu_{t-s}) = 0$ เมื่อ $S = 0$

สำหรับระบบสมการเกี่ยวเนื่องซึ่งมีอยู่หลายสมการด้วยกัน ต้องสมมุติให้ค่าความแปรปรวนของพจน์ความคลาดเคลื่อนในแต่ละสมการ และค่าความแปรปรวนร่วมของพจน์ความคลาดเคลื่อนระหว่างสมการมีค่าคงที่ ตัวอย่างเช่น

$$E(u_{1t}^2) = \sigma_{11}$$

$$E(u_{2t}^2) = \sigma_{12}$$

$$E(u_{1t}u_{2t}) = \sigma_{12}$$

ระบบสมการเกี่ยวเนื่องข้างต้นนี้เรียกว่าสมการโครงสร้าง เพราะได้แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของระบบเศรษฐกิจหรือพฤติกรรมของเศรษฐกิจ หรือโครงสร้างของแบบจำลองทางเศรษฐกิจ (Economic Model) และเรียกค่าพารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่างๆเช่น b_0 b_1 b_2 ในแบบจำลองข้างต้นว่า พารามิเตอร์โครงสร้าง

จากสมการโครงสร้างข้างต้น สามารถจะหาค่าตัวแปรภายในแต่ละตัวในพจน์ของตัวแปรภายนอกได้ดังนี้

$$Q_t = [(a_2b_1-a_1b_2)/(a_2-b_2)]-[a_3b_2/(a_2-b_2)]Y_t+[(-b_2u_{1t}+a_2u_{2t})/(a_2-b_2)]$$

$$P_t = [(-a_1+b_1)/(a_2-b_2)] - [a_3/(a_2-b_2)]Y_t + [(-u_{1t}+u_{2t})/(a_2-b_2)]$$

ระบบสมการนี้เรียกว่า สมการลดรูป (reduced form) ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดแจ้งว่าตัวแปรภายในแต่ละตัวขึ้นอยู่กับตัวแปรภายนอกและตัวคลาดเคลื่อนในลักษณะใด ระบบสมการแสดงให้เห็นว่า Q_t และ P_t ถูกกำหนดจาก Y_t u_{1t} และ u_{2t} ส่วนค่าของ Y_t ซึ่งเป็นตัวแปรภายนอกนั้นมิได้ถูกกำหนดจากตัวแปรใดๆในระบบสมการการเปลี่ยนแปลงของค่า Y_t จึงควรมาจากนอกระบบสมการ ดังนั้น Y_t จึงเป็นอิสระจาก P_t Q_t U_{1t} และ U_{2t}

ในแบบจำลองที่มีตัวแปรของสมการมีลักษณะเป็น joint dependence variables หากนำไปวิเคราะห์โดยตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) เช่นที่เคยใช้จะเกิดตามมาผลเสียหลายประการคือ ประการที่หนึ่ง $E(X_\epsilon) \neq 0$ ทำให้ข้อสมมุติฐานของสมการถดถอยไม่เป็นจริง ประการที่สอง ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้มีค่าลำเอียงและขาดความคงเส้นคงวา (biased and inconsistent) ประการที่ 3 แบบจำลองเกิด

ปัญหาไม่ชี้ชัด (unidentification) ทำให้สรุปผลไม่ได้ ตัวอย่างเช่นจากแบบจำลองการบริโภค

$$C_t = b_0 + b_1 Y_t + u_t \qquad (3.1)$$

$$Y_t = C_t + I_t \qquad (3.2)$$

เมื่อ C_t = ค่าใช้จ่ายในการบริโภคในปีที่ t

Y_t = รายได้ประชาชาติในปีที่ t

b_0 = การบริโภคที่ไม่ขึ้นอยู่กับรายได้

b_1 = แนวโน้มที่จะเพิ่มการบริโภค เนื่องจากรายได้เปลี่ยนแปลงไปหนึ่งหน่วย นั่นคือ marginal propencity to consume

I_t = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

u_t = ค่าความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้เป็นตัวแปรสุ่ม

ในกรณีนี้ Y_t และ C_t เป็น joint dependence variable คือ C_t ไม่ได้ถูกกำหนดจาก Y_t ประการเดียว แต่ Y_t เองก็ถูกกำหนดมาจาก C_t ด้วยในเวลาเดียวกัน ผลของสมการที่ (3.2) ทำให้ Y_t ในสมการที่ (3.1) กับ u_t ไม่เป็นอิสระต่อกันอันแสดงได้ดังต่อไปนี้

แทนค่า Y_t จาก (3.1) ลงใน (3.2) เพราะฉะนั้น

$$Y = (b_0 + b_1 Y_t + u_t) + I_t$$

$$Y_t = [(b_0/(1-b_1)] + [1/(1-b_1)]I_t + [1/(1-b_1)]u_t \qquad (3.3)$$

จากสมการ (3.1) และ (3.2) พบว่า I และ u_t ไม่เกี่ยวข้องกัน เพราะฉะนั้นเทอมของ $E(Iu_t) = COV(Iu_t) = \sigma$ เมื่อนำ u_t คูณสมการ 3.3 จะได้ผลเป็น

$$Y_t u_t = [(b_0/(1-b_1)]u_t + [1/(1-b_1)]I_t u_t + [1/(1-b_1)]u_t^2$$

$$E(Y_t u) = E([(b_0/(1-b_1)]u_t + [1/(1-b_1)]I_t u_t + [1/(1-b)]u_t^2)$$

$$E(Y_t u_t) = [(b_0/(1-b_1)]E(u_t) + [1/(1-b)]E(Iu_t) + [1/(1-b_1)]E(u_t^2)$$

$$COV(Y_t u_t) = [1/(1-b_1)]\sigma^2 \qquad (3.4)$$

แต่เนื่องจาก $E(u_t^2)$ คือ $var(u_t)$ ต้องมีค่าคงที่เท่ากับ σ^2 และไม่เป็นศูนย์ตามทฤษฎีของสมการถดถอย เพราะฉะนั้นในสมการที่ (3.4) $COV(Y_t u_t)$ จึงไม่เป็นศูนย์ด้วยซึ่งหมายความว่าตัวแปร Y_t และ u_t ไม่เป็นอิสระต่อกันนั่นคือ $E(Y_t u_t) \neq 0$

สรุปได้ว่าผลของ Y_t และ u_t ในแบบจำลองสมการที่ (3.1) ที่ไม่เป็นอิสระต่อกันนั้น เป็นผลเนื่องมาจากการใช้วิธี OLS วิเคราะห์แบบจำลองโดยตรงมิใช่เกิดจากการกำหนดตัวแปรในแบบจำลองตามทฤษฎีการบริโภค นอกจากนี้การที่ $E(Y_t u_t) \neq 0$ ยังได้ส่งผลต่อเนื่องไปถึงค่า b_i ที่คำนวณได้จากวิธี OLS มีคุณสมบัติไม่ดีคือลำเอียงและไม่คงที่ จากสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของการสมการถดถอยทั่วๆไปพบว่า $b = \Sigma XY / \Sigma X^2$ เมื่อ X และ e เป็นอิสระต่อกันฉะนั้น $E(X_u) = 0$ แต่ถ้า X และ e ไม่เป็นอิสระต่อกัน $E(X_u) \neq 0$ และถ้า $\hat{b}$ ที่คำนวณได้ไม่ลำเอียงจะได้ว่า $E(\hat{b}) = b$ แต่ถ้าเกิดลำเอียงจะได้ว่า $E(\hat{b}) \neq b$ หรือ $E(\hat{b}) - b \neq 0$ โดยจะแสดงได้ดังนี้

จากสมการที่ (3.1) ของแบบจำลองการบริโภคเปลี่ยนค่าตัวแปรเป็นรูปเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย (deviation form) คือ $c_t = C_t - \bar{C}$ และ $y_t = Y_t - \bar{Y}$ ฉะนั้นสมการ (3.1) จะได้เป็น

$$c_t = b_1 y_t + u_t$$

และ

$$\Sigma c_t y_t = b_1 \Sigma y_t^2 + \Sigma y_t u_t$$

เพราะฉะนั้น $$(\Sigma c_t y_t / \Sigma y_t^2) = b_1 + (\Sigma y_t u_t / \Sigma y_t^2) \qquad (3.5)$$

จากสมการ (3.5) จะได้ว่า

$$\hat{b}_1 = b_1 + (\Sigma y_t u_t / \Sigma y_t^2)$$

$$E(\hat{b}_1) = E(b_1) + E(\Sigma y_t u_t / \Sigma y_t^2)$$

$$E(\hat{b}_1) = b_1 + E(\Sigma y_t u_t / \Sigma y_t^2) \qquad (3.6)$$

แต่ได้พิสูจน์มาให้เห็นแล้วว่า $E(y_t u_t) \neq 0$ ดังนั้นเทอมของ $E(\Sigma y_t u_t / \Sigma y_t^2)$ ต้องไม่เท่ากับศูนย์ด้วยฉะนั้น

$$E(\hat{b}_1) - b_1 = E(\Sigma y_t u_t / \Sigma y_t^2) \neq 0$$

แสดงว่า $\hat{b}_1$ ที่คำนวณได้จากสมการ (3.1) ของแบบจำลองการบริโภคโดยวิธี OLS โดยตรงจะมีความลำเอียงและไม่เป็นค่าประมาณที่ดี

3. ลักษณะของปัญหาการชี้ชัด

ลักษณะเด่นลักษณะหนึ่งของระบบสมการคือตัวแปรภายในต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การใช้ OLS ประมาณค่าพารามิเตอร์โครงสร้างจากแต่ละสมการจึงทำให้ตัวประมาณค่าไม่เป็นตัวประมาณค่าที่ดีดังได้พิสูจน์แล้วข้างต้น แต่ถ้าแปลงสมการโครงสร้างให้เป็นสมการลดรูป ตัวแปรภายในแต่ละตัวจะถูกกำหนดโดยตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าทุกตัวในระบบสมการ เนื่องจากตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าเป็นตัวแปรซึ่งเป็นอิสระจากตัวแปรอื่นในระบบสมการรวมทั้งตัวคลาดเคลื่อนดังนั้นการใช้ OLS ในการประมาณค่าย่อมให้ตัวประมาณค่าซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากระบบสมการเกี่ยวเนื่อง ถ้าแปลงสมการโครงสร้างให้เป็นสมการลดรูปทุกครั้งก่อนแล้วจึงใช้ OLS ประมาณค่าย่อมจะได้ตัวประมาณค่าที่น่าพอใจได้ แต่วิธีการเช่นนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อสามารถที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างในแต่ละสมการจากสัมประสิทธิ์สมการลดรูปที่ประมาณค่าได้เท่านั้น การหาค่าได้หรือไม่นั้นเป็นปัญหาของการชี้ชัด (identified) นั่นคือถ้าสามารถหาค่าได้สมการนั้นจะมีลักษณะชี้ชัด (identified) แต่ถ้าเราไม่สามารถหาค่าได้สมการนั้นจะมีลักษณะชี้ชัดไม่ได้ (unidentified) ลักษณะการชี้ชัดแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

3.1 สมการที่มีลักษณะชี้ชัดพอดี (Just Identified) คือ สมการที่มีจำนวนสมการลดรูปเท่ากับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหาดังตัวอย่าง

จากสมการ

$$\text{Supply} : Q = a_0 + a_1 P + b_1 s + E_1$$

$$\text{Demand} : Q = a_2 + a_3 P + b_2 I + E_2$$

แปลงให้เป็นสมการลดรูป

$$a_0 + a_1 P - b_1 s = a_2 + a_3 P + b_2 I$$

$$P = [(a_2-a_0)/(a_1+a_3)]-[b_1/(a_1+a_3)]S+[b_2/(a_1-a_3)]I$$

$$Q = [(a_1a_2-a_0a_3)/(a_1-a_3)]-[a_3b_1/(a_1-a_3)]S+[a_1b_2/(a_1-a_3)]I$$

สามารถแปลงได้เป็น

$$P = C + C_2S + C_3I$$

$$Q = C_4 + C_5S + C_6I$$

โดยที่

$$C_1 = (a_2 - a_0) / (a_1 - a_3)$$

$$C_2 = -b_1 / (a_1 - a_3)$$

$$C_3 = b_2 / (a_1 - a_3)$$

$$C_4 = (a_1a_2 - a_0a_3) / (a_1 - a_3)$$

$$C_5 = a_3b_1 / (a_1 - a_3)$$

$$C_6 = a_1b_2 / (a_1 - a_3)$$

ในกรณีนี้จะมีสัมประสิทธิ์ 6 ตัวมีสมการ 6 สมการทำให้สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์แต่ละตัวได้คือ

$$a_0 = C_4 - a_1C_1$$

$$a_1 = C_6 / C_3$$

$$a_2 = C_4 / a_3C_1$$

$$a_3 = C_5 / C_2$$

$$b_1 = -C_2 (a_1 - a_3)$$

$$b_2 = C_3 (a_1 - a_3)$$

3.2 <u>สมการที่มีการชี้ชัดเกินจำเป็น (Over Identified)</u> คือสมการที่มีจำนวนสมการลดรูปมากกว่าจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหา ดังตัวอย่างจากสมการ

$$\text{Supply} : Q = a_0 + a_1P + E_1$$

$$\text{Demand} : Q = a_2 + a_3P + b_1I + b_2T + E_2$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แปลงให้อยู่ในสมการลดรูป

$$a_0 + a_1P = a_2 + a_3P + b_1I + b_2T$$

$$P = [(a_2-a_0)/(a_1-a_3)] + [b_1(a_1-a_3)]I + [b_2(a_1-a_3)]T$$

$$Q = [(a_1a_2-a_0a_3)/(a_1-a_3)] + [a_1b_1(a_1-a_3)]I + [a_1b_2(a_1-a_3)]T$$

สามารถแปลงได้เป็น

$$P = C + C_2I + C_3T$$

$$Q = C_4 + C_5I + C_6T$$

โดยที่

$$C_1 = (a_2-a_0) / (a_1-a_3)$$

$$C_2 = b_1 (a_1-a_3)$$

$$C_3 = b_2 (a_1-a_3)$$

$$C_4 = (a_1a_2 - a_0a_3) / (a_1 - a_3)$$

$$C_5 = a_1b_1 (a_1 - a_3)$$

$$C_6 = a_1b_2 (a_1 - a_3)$$

สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังนี้

$$a_0 = C_4 - a_1C_1$$

$$a_1 = C_5 / C_2$$

$$a_1 = C_6 / C_3$$

จะเห็นได้ว่า a_1 ที่ได้มี 2 ค่าซึ่งก็ไม่มีการยืนยันทางทฤษฎีใด ๆ ว่าค่าทั้ง 2 นี้จะต้องเท่ากัน การหาค่าสัมประสิทธิ์ (a_1) ได้มากกว่า 2 ค่านี้ เรียกสมการ Supply นี้ว่า สมการที่มีการชี้ชัดเกินจำเป็น (Overidentified)

3.3 <u>สมการชี้ชัดไม่ได้ (Unidentified)</u> คือสมการที่มีจำนวนสมการลดรูปน้อยกว่าจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหา ดังตัวอย่าง

$$\text{Supply} : Q = a_0 + a_1P + b_1S + E_1$$

$$\text{Demand} : Q = a_2 + a_3P + E_2$$

แปลงให้อยู่ในรูปสมการลดรูป

$$a_0 + a_1P + b_1S = a_2 + a_3P$$

$$P = [(a_2-a_0)/(a_1-a_3)] - [b_1/(a_1-a_3)]S$$

$$Q = [(a_1a_2-a_0a_3)/(a_1-a_3)] - [a_3b_1/(a_1-a_3)]S$$

สามารถแปลงได้เป็น

$$P = C_1 + C_2S$$

$$Q = C_3 + C_4S$$

โดยที่

$$C_1 = (a_2 - a_0) / (a_1 - a_3)$$

$$C_2 = b_1(a_1 - a_3)$$

$$C_3 = (a_1a_2 - a_0a_3) / (a_1 - a_3)$$

$$C_4 = a_3b_1 / (a_1 - a_3)$$

จะเห็นได้ว่ามีสัมประสิทธิ์ 5 ค่า มี 4 สมการ ซึ่งไม่สามารถจะหาค่าสัมประสิทธิ์ได้ทุกตัว จะหาได้เพียง

$$a_2 = C_3 - a_3C_1$$

$$a_3 = C_4 / C_2$$

นั่นคือจะหาได้เฉพาะสมการ demand ส่วนสมการ supply จะหาไม่ได้เรียกสมการ supply ในลักษณะนี้ว่า เป็นสมการที่ชี้ชัดไม่ให้

การพิจารณาว่าสมการชี้ชัดหรือไม่ เงื่อนไขจะกำหนดให้ K คือจำนวนตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าที่ไม่ได้อยู่ในสมการที่พิจารณา M คือจำนวนตัวแปรภายในที่มีอยู่ในระบบสมการ ถ้าสมการใด K มีค่าน้อยกว่า M-1 สมการนั้นเป็นสมการที่ชี้ชัดไม่ได้ ถ้าสมการใด K มีค่าเท่ากับ M-1 สมการนั้นเป็นสมการที่พอดีถ้าสมการใด K มีค่ามากกว่า M-1 สมการนั้นเป็นสมการเกินจำเป็น ตัวอย่างเช่น

$$\text{Supply } Q = a_0 + a_1P + E_1$$

$$\text{Demand } Q = a_2 + a_3P + E_2$$

ทั้ง 2 สมการนี้ K = 0 M = 2 ดังนั้น K มีค่าน้อยกว่า M - 1 (0 < 1) เพราะฉะนั้น เป็น Unidentified

$$\text{Supply } Q = a_0 + a_1P + b_1S + E_1$$

$$\text{Demand } Q = a_2 + a_3P + b_2I + E_2$$

ทั้ง 2 สมการนี้ K = 1 M = 2 ดังนั้น K มีค่าเท่ากับ M - 1 (1 = 1) เพราะฉะนั้น เป็น Just Identified

$$\text{Supply } Q = a_0 + a_1P \qquad + E_1$$

$$\text{Demand } Q = a_2 + a_3P + b_1I + b_2T + E_1$$

พิจารณาที่สมการ Supply K = 2 M = 2 ดังนั้น K มีค่ามากกว่า M - 1 (2 > 1) เพราะฉะนั้นเป็น Overidentified

4. <u>การประมาณค่าของสมการระบบ</u>

เมื่อทราบว่าการใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) กับแบบจำลองที่มีตัวแปรร่วมกัน (joint dependence variable) ของสมการเดี่ยวไม่ได้ จึงควรเปลี่ยนมาใช้สมการระบบแทน แล้วจึงคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองสมการระบบ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองสมการระบบ สามารถกระทำได้หลายวิธีการ ซึ่งยังยึดหลักของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นพื้นฐานอยู่ เพียงดัดแปลงเทคนิคให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ได้แก่วิธีต่างๆ ต่อไปนี้

1. Two-stage Least Square (2SLS)
2. Reduced Form Method หรือ Indirect Least Square (ILS)
3. Method of Instrumental Variables (IV)
4. Limited Information Maximum Likelihood (LIML)
5. Mixed Estimation Method
6. Three-stage Least Square (3SLS)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. Full Information Maximum Likelihood (FIML)

ในที่นี้จะขอกล่าวเพียง 2 วิธี คือ 2SLS และ ILS

4.1 <u>วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้น (2SLS)</u> หลักการของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้นนี้ยังคงอาศัยวิธีการของ OLS โดยต้องทำ OLS สองครั้ง ครั้งแรกจะมีผลในการกำจัดอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระ กับค่าความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้ออกไปกล่าวคือทำให้ $E(X) = 0$ และการทำ OLS ครั้งที่สองจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ต้องการวัด

สมมุติว่าแบบจำลองที่ต้องการหาค่าคือสมการบริโภค อันเป็นสมการหนึ่งในแบบจำลองสมการระบบที่มีอยู่สองสมการ C_t กับ Y_t เป็น Joint dependence variables

$$C_t = b_0 + b_1 Y_t + u_t \qquad (3.7)$$

$$Y_t = C_t + I_t \qquad (3.8)$$

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้ทราบว่า Y_t และ u_t ในสมการ (3.7) จะไม่เป็นอิสระต่อกันถ้าใช้ OLS โดยตรง การกำจัดความสัมพันธ์ของ Y_t และ u_t ในสมการที่ (3.7) ออกไปนั้นให้ใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดขั้นหนึ่ง กระทำโดยนำค่า C_t ทางขวามือของสมการ (3.7) แทนในสมการ (3.8)

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_t + I_t + u_t$$

$$Y_t = [b_0/(1-b_1)] + [I_t/(1-b_1)] + [u_t/(1-b_1)] \qquad (3.9)$$

ถ้ากำหนดให้ $a_0 = b_0/(1-b_1)$, $a_1 = 1/(1-b_1)$ และ $V_t = u_t/(1-b_1)$

เพราะฉะนั้นสมการที่ (3.9) จะได้เป็น

$$Y_t = a_0 + a_1 I_t + V_t \qquad (3.10)$$

ในสมการที่ (3.10) นี้ชี้ให้เห็นว่า Y_t ถูกกำหนดโดยตัวแปร I_t โดยมี V_t เป็นค่าความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ นำสมการที่ (3.10) ไปคำนวณค่า $\hat{a}_0$ และ a_1 ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) เพื่อประมาณค่า $\hat{Y}_t$ ต่อไป ซึ่งจะได้ผลตามสมการที่ (3.11)

$$\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 I_t \qquad (3.11)$$

จากนั้นนำค่า $\hat{Y}_t$ ที่ประมาณได้จาก (3.11) แทนลงในสมการที่ (3.10) ทางขวามือ เพราะฉะนั้น

$$Y_t = \hat{Y}_t + V_t \qquad (3.12)$$

ต่อจากนั้นจึงนำเทอมทางขวามือของสมการ (3.12) แทนลงในสมการ (3.7) ที่ต้องการวัดจะได้ว่า

$$C_t = b + b_1 (\hat{Y}_t + V_t) + u_t$$

$$C_t = b_0 + b_1\hat{Y}_t + b_1V_t + u_t \qquad (3.13)$$

จากสมการที่ (3.9) $V_t = u_t/(1-b_1)$ ฉะนั้นสมการที่ (3.13) จะได้ผลเป็น

$$C_t = b_0 + b_1\hat{Y}_t + b_1[u_t/(1-b_1)] + u_t$$

หรือ $$C_t = b_0 + b_1\hat{Y}_t + [u_t/(1-b_1)]$$

หรือ $$C_t = b + b_1\hat{Y}_t + V_t \qquad (3.14)$$

ในสมการที่ (3.14) ไม่ปรากฏ Y_t และ u_t ดังนั้น $E(Y_tu_t) \neq 0$ จึงถูกกำจัดออกไป คงเหลือแต่ $\hat{Y}_t$ กับ V_t แทน ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันเพราะ $E(\hat{Y}_tV_t) = 0$ ดังในสมการที่ (3.10) จากนั้นจึงนำสมการที่ (3.14) ไปคำนวณค่า $\hat{b}_0$ และ $\hat{b}_1$ ด้วยวิธี OLS เป็นขั้นที่สองเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดสมการบริโภค

4.2 <u>วิธีกำลังสองน้อยที่สุดทางอ้อม (ILS)</u> การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการระบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดทางอ้อม ใช้หลักการลดรูปโครงสร้างสมการของแบบจำลองซึ่งมีจำนวนสมการมากกว่าหนึ่งให้เหลืออยู่เพียงสมการเดียวดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองจะถูกเปลี่ยนรูปไป จากนั้นจึงหาค่าประมาณของค่าสัมประสิทธิ์ที่เปลี่ยนรูปไปด้วยวิธี OLS แล้วจึงแก้สมการเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์รูปเดิมของสมการที่ต้องการวัด ตัวอย่างเช่นสมการการบริโภคโครงสร้างสมการ(structural equation)ของแบบจำลองมีสองสมการคือ

$$C_t = b_0 + b_1Y_t + u_t \qquad (3.7)$$

$$Y_t = C_t + I_t \qquad (3.8)$$

การหาค่า b_0 และ b_1 ของสมการการบริโภคด้วยวิธี Indirect Least Square(ILS)

เริ่มต้นโดยการลดรูปโครงสร้างสมการทั้งสองให้เหลือเพียงสมการเดียวดังต่อไปนี้ แทนค่า Y_t จากตัวแปรทางขวามือของสมการ (3.8) ลงในสมการ (3.7) เพราะฉะนั้น สมการ (3.7) จะกลายเป็น

$$C_t = b_0 + b_1(C_t + I_t) + u_t$$

$$C_t = b_0 + b_1C_t + b_1I_t + u_t$$

$$C_t = [b_0/(1-b_1)]+[b_1/(1-b_1)]I_t+[u_t/(1-b_1)] \quad (3.15)$$

ถ้ากำหนดให้ $a = b_0/(1-b_1)$, $a_1 = b_1/(1-b_1)$ และ $V = u_t/(1-b_1)$ ฉะนั้น สมการ (3.15) จะได้เป็น

$$C_t = a_0 + a_1I_t + V_t \quad (3.16)$$

ต่อไปแทนค่า C_t จากตัวแปรทางขวามือสมการ (3.7) ลงในสมการ (3.8) เพราะฉะนั้น สมการ (3.8) จะกลายเป็น

$$Y_t = (b_0 + b_1Y_t + u_t) + I_t$$

$$Y_t = [b_0/(1-b_1)]+[1/(1-b_1)]I_t+[u_t/(1-b_1)] \quad (3.17)$$

ถ้าให้ $d_0 = b_0/(1-b_1)$, $d_1 = 1/(1-b_1)$ และ $W_t = u_t/(1-b_1)$ ฉะนั้นสมการที่ 3.17 จะกลายเป็น

$$Y_t = d_0 + d_1I_t + W_t \quad (3.18)$$

สมการ (3.16) และสมการ (3.18) คือสมการที่ถูกลดรูปจากโครงสร้างสมการ (เรียกว่า Reduce equations) ให้สังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์ b_0 และ b_1 ถูกเปลี่ยนรูปไปอยู่ในเทอมของ a_0 a_1 d_0 และ d_1 ขั้นตอนต่อไปให้นำสมการลดรูปทั้งสองที่ได้คือสมการ (3.16) และ สมการ(3.18) ไปประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธี OLS ซึ่งจะได้ค่าประมาณ $\hat{a}_0$ $\hat{a}_1$ $\hat{d}_0$ และ $\hat{d}_1$ ดังในสมการที่ (3.19) และ (3.20)

$$\hat{C}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1I_t \quad (3.19)$$

$$\hat{Y}_t = \hat{d}_0 + \hat{d}_1I_t \quad (3.20)$$

จากนั้นจึงเปลี่ยนรูปของค่าสัมประสิทธิ์ $\hat{a}_0$ $\hat{a}_1$ $\hat{d}_0$ และ $\hat{d}_1$ ให้กลับไปอยู่ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์เดิมคือ b_0 และ b_1 ซึ่งอาศัยวิธีการแก้สมการดังนี้

$$\hat{a}_0 = \hat{d}_0 = b_0/(1-b_0) \qquad (3.21)$$

$$\hat{a}_1 = b_1/(1-b_1) \qquad (3.22)$$

$$\hat{d}_1 = 1/(1-b_1) \qquad (3.23)$$

จากสมการ (3.21) (3.22) และ (3.23) จะแก้สมการได้ตัวไม่ทราบค่า (unknown) ทั้งสองคือ

$$b_0 = \hat{a}_0[1-(\hat{a}_1/\hat{d}_1)$$

และ $$b_1 = \hat{a}_1/\hat{d}_1$$

ด้วยวิธีการนี้จะเห็นว่าทั้ง C_t และ Y_t จะขึ้นอยู่กับ I_t จึงไม่มีผลให้ Y_t สัมพันธ์กับ u_t แต่กลับหาความสัมพันธ์ของ C_t และ Y_t ได้โดยผ่าน I_t ทางอ้อม

5. การพิจารณาคุณภาพของแบบจำลอง

การพิจารณาคุณภาพของแบบจำลองว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ มีหลักการพิจารณาอยู่ดังนี้

5.1 สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determinant :R^2) คือ สัดส่วนของความแปรปรวนของตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้จากตัวแปรอิสระต่อความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตาม นั่นคือค่า R^2 จะบอกได้ว่าแบบจำลองมีความผิดพลาดมากน้อยเพียงใด

$$\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2 = \Sigma(Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \Sigma(Y_i - Y)$$

Sum Square	=	Sum Square	+	Sum Square
Total		Error		Regression
(SST)		(SSE)		(SSR)
		(unexplained)		(explained)

เมื่อนำค่า SSR เทียบสัดส่วนกับ SST ย่อมแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y จากอิทธิพลของ X ได้เท่าไรเมื่อเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของ Y ทั้งหมดที่เกิดขึ้นหรือเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (R^2) ซึ่งจะได้เป็นสูตรคือ

$$R^2 = SSR / SST$$

$$= 1 - (SSE / SST)$$

$$= 1 - [\Sigma(Y_i - \hat{Y}_i)^2 / \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2]$$

$$= 1 - (\Sigma e_i^2 / \Sigma y_i^2)$$

หรือ $R^2 = \hat{b}\,\Sigma x^2 / \Sigma y^2 = (\Sigma xy)^2 / \Sigma x^2 \Sigma y^2 = r_{xy}^2$

ถ้าค่า R^2 ที่คำนวณได้มีค่าสูง แปลผลได้ว่าตัวแปรตามสามารถอธิบายได้จากตัวแปรอิสระมาก เท่ากับว่าความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้มีน้อยแบบจำลองที่ใช้มีความเหมาะสมดีใน กรณีที่ $R^2 = 1$ แสดงว่าแบบจำลองจะมีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้ (SSE) ไม่มีเลยทุกค่าของ Y_i จะเรียงตัวอยู่บนเส้น Y ในกรณีที่ $R^2 = 0$ ค่าของ Y_i จะกระจายจนแนวโน้มของความสัมพันธ์สามารถเกิดได้ทุกทิศทาง แบบจำลองที่ได้จะไม่มีความเหมาะสมและมีความผิดพลาดที่อธิบายไม่ได้

5.2 <u>การทดสอบสมมุติฐาน T-Test</u> เป็นค่าที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และในทิศทางใด ซึ่งจะทดสอบทั้งแบบ 2 ข้าง และข้างเดียว โดยปกติจะตั้งสมมุติฐานหลักว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยหวังว่าจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก เพื่อยอมรับสมมุติฐานรองและจะได้นำไปใช้งานต่อไป เพราะฉะนั้นค่า t ที่คำนวณได้ควรจะมีค่าสูงพอที่จะทำให้ค่าของ t ตกอยู่ในบริเวณวิกฤติ (Critical Region)

วิธีการทดสอบสมมุติฐาน

1. ตั้งข้อสมมุติฐานของการทดสอบค่าประมาณ b ดังนี้

ก. เมื่อต้องการทดสอบว่าตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์เกิดขึ้นจริงหรือไม่ คือ b เป็นศูนย์หรือไม่เป็นศูนย์

$H_0 = \beta = 0$

$H_1 = \beta = 0$

ข. เมื่อต้องการทดสอบดูว่าตัวอย่างข้อมูลจะเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่เมื่อค่า β ไม่เป็นศูนย์

$H_0 = \beta = b$

$H_1 = \beta = b$

2. เลือกระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการทดสอบซึ่งมักนิยมใช้ระดับ 95% หรือ 99% แล้วแต่ความเหมาะสม

3. เมื่อเลือกระดับความเชื่อมั่นและทราบ degree of freedom ของ SSE ก็สามารถทราบค่า t จากตาราง t-distribution

4. คำนวณค่า t โดยแทนค่าต่าง ๆ ลงในสูตร t ดังนี้

$$t_e = (\hat{b} - \beta) / s_{\hat{b}}$$

5. เปรียบเทียบค่า t จากข้อ 4. กับ t จากข้อ 3.

ในกรณีทดสอบ 2 ข้างจะยอมรับ H_0 เมื่อ $-t_e < t < t_e$

ในกรณีทดสอบข้างเดียวจะยอมรับ H_0 เมื่อ $t > t_e$, $t < t_e$ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ H_1

ผลการเปรียบเทียบ t_e ทำให้ทราบประสิทธิภาพของ $\hat{b}$ ว่ามีการยอมรับ $\hat{b}$ เป็นศูนย์กลางจริงหรือไม่ ในระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด หรือ $\hat{b}$ เป็นไปตามค่าที่เป็นจริง (β) แค่ไหน

5.3 <u>การทดสอบ F-Test</u> เป็นการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยทุกตัวพร้อมกัน เป็นการตรวจสอบดูว่าค่าของตัวแปรตาม (Y) เป็นอิสระในตัวเองหรือเป็นตัวแปรซึ่งถูกกำหนดด้วยตัวแปรอิสระอื่น ๆ ข้อสมมุติฐานที่ใช้ทดสอบคือ สมมุติว่าไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีอิทธิพลต่อการกำหนด Y นั่นคือ

$$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \beta_k = 0$$

ข้อสมมุติทางเลือกก็คือ สมมุติว่า H_0 ไม่เป็นจริงซึ่งหมายความว่าอย่างน้อยที่สุดต้องมีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวในสมการถดถอยพหุคูณที่มีนัยสำคัญในการกำหนดค่า Y

$$H_1 : \beta_0 = \beta_1 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \beta_k = 0$$

ถ้าผลของการทดสอบปรากฏออกมาว่า H_0 เป็นจริงก็หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงของ Y ไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระใด ๆ (X_j ; j = 1.....k) ที่ปรากฏอยู่ในสมการถดถอยเลย แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากตัวแปรอื่นซึ่งมิได้ระบุในสมการถดถอยเส้นนั้น ในทางปฏิบัติสมการถดถอยซึ่งยอมรับ H_0 ย่อมไม่ควรจะนำมาใช้อธิบาย Y ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การทดสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์ทุกตัวเป็นการทดสอบนัยสำคัญของสมการถดถอยทั้งสมการ เพื่อดูว่าสมการถดถอยที่สร้างขึ้นนั้นใช้อธิบายค่า Y ได้หรือไม่ ถ้าหากว่าสมการนั้นเป็นจริงก็ย่อมจะมี B_j อย่างน้อยทุก ๆ ตัวที่ไม่ศูนย์และใช้อธิบายค่า Y ได้

การทดสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์ทุกตัวพร้อมๆ กัน ในความจริงแล้วก็คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Y ซึ่งได้แสดงให้เห็นแล้วว่า ความแปรปรวนของ Y หรือ SST เกิดจากความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย (SSR) และความแปรปรวนที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย (SSE)

หลักการของ F-Test คือ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่อธิบายได้กับค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่อธิบายไม่ได้ เขียนได้เป็น

$$F = MSR / MSE$$

MSR คือ Mean Square Regression

MSE คือ Mean Square Error

ถ้า X และ Y มีความสัมพันธ์กัน ค่า F มักจะสูงและมากกว่า 1 แต่จะยอมรับว่าค่า F ใช้ได้หรือไม่นั้น ต้องเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F ในตาราง F-distribution ที่ degree of freedom (1, n-2) ตามระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (α)

ขั้นตอนของวิธี F-Test เป็นไปดังนี้

1. ตั้งสมมุติฐานของการทดสอบค่าประมาณ b

$$H_0 = \beta = 0$$

$$H_0 = \beta = 0$$

ความหมายของ H_0 คือไม่มีความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากเส้น

รีเกรสชั่นเกิดขึ้นหรือเท่ากับว่าค่า explained variance มีค่าเป็นศูนย์นั่นคือตัวแปรตามไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ

2. คำนวณค่าต่าง ๆ ในตาราง ANOVA

ANOVA Table

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F
Regression	1	SSR	MSR	MSR/MSE
Error(Residual)	n-2	SSE	MSE	
Total	n-1	SST		

เมื่อ

$$SSR = \Sigma(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \Sigma\hat{Y}_i^2$$
$$= \hat{b}^2 \Sigma x_i^2$$
$$SSE = \Sigma(Y_i - \hat{Y})^2 = \Sigma e_i^2$$
$$= SST - SSR$$
$$SST = \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2 = \Sigma Y_i^2$$
$$MSR = SSR / d.f. = \hat{b}^2 \Sigma x_i^2 / 1$$
$$MSE = SSE / d.f. = \Sigma e_i^2 / (n-2) = S^2$$
$$F = MSR/MSE$$

3. เปรียบเทียบF ที่คำนวณได้กับค่าF ในตาราง F-distribution เพื่อสรุปผลการวิเคราะห์

ถ้า $Fe > F_{\alpha}, (1,n-2)$ จะปฏิเสธ H_0

ถ้า $Fe < F_{\alpha}, (1,n-2)$ จะยอมรับ H_0

ผลสรุปของการทดสอบนี้ จะมีความหมายทำนองเดียวกับการทดสอบ t-test ของค่า $\hat{b}$ เมื่อ $H_0 : \beta = 0$ นั่นเอง ฉะนั้นในกรณีของแบบจำลองสองตัวแปร ค่า F จะเท่ากับ t^2 ดังนั้นค่า F ยิ่งมากเท่าไหร่ยิ่งเป็นการดีเพราะแสดงว่าสมการมีสัดส่วนความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ ต่อความแปรปรวนที่ไม่สามารถอธิบายได้สูง

5.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error : S.E.) เป็นดัชนีที่ใช้วัดการกระจายของตัวแปรตามรอบเส้นถดถอย ถ้าหากค่านี้มากก็แสดงว่าสมการถดถอยที่ใช้ในการประมาณการมีความคลาดเคลื่อนสูง แต่อย่างไรก็ตามบางครั้งไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสมการถดถอยที่อยู่ในรูปล็อกการิทึม (Logarithm) กับสมการที่อยู่ในรูปเส้นตรงได้ทั้ง ๆ ที่ใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน เพราะว่าข้อมูลที่อยู่ในรูปล็อกการิทึมจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่า จึงได้มีการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนช่วยในการประกอบการตัดสินใจ

5.5 สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation : C.V.) เป็นตัวเลขที่แสดงถึงความสามารถในการประมาณสมการถดถอยสามารถคำนวณได้จากการนำค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานหารด้วยค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม

5.6 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณ ในที่นี้จะแสดงค่าอยู่ในวงเล็บซึ่งอยู่ใต้สัมประสิทธิ์ของสมการ เป็นค่าที่แสดงถึงความเบี่ยงเบนในการประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระว่ามีความเบี่ยงเบนมากน้อยเพียงใด โดยปกติค่าของการเบี่ยงเบนนี้จะใช้ในการบอกช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระเมื่อมีการกำหนดระดับความเชื่อมั่นมาให้

5.7 ค่าเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson: D.W.) เป็นค่าที่ใช้ในการทดสอบอัตสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) ใช้เพื่อดูว่าสมการถดถอยในแบบจำลองมีปัญหาเรื่องอัตสหพันธ์หรือไม่เพราะอาจทำให้ค่าประมาณต่าง ๆ ในสมการลำเอียงได้ (Bias) ค่าที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 4 และควรจะมีค่าเข้าใกล้ 2 เพราะจะได้ไม่มีปัญหาในเรื่องของอัตสหพันธ์ ซึ่งสามารถทดสอบค่านี้ได้จากการเปิดตารางสถิติเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Statistics) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ

5.8 จำนวนข้อมูล (Number of Observation : N) ใช้แสดงถึงข้อมูลที่นำมาศึกษาเพื่อประกอบในการอธิบายหรือใช้ในการตั้งสมมุติฐานของการศึกษา โดยปกติในการวิจัยงานโดยใช้วิธีเศรษฐมิติ สิ่งหนึ่งที่เป็นปัญหาในการอธิบายแบบจำลองที่เกิดขึ้นแล้วไม่เป็นไปตามทฤษฎีที่ตั้งไว้ บางครั้งก็อาจเกิดจากจำนวนข้อมูลที่ใช้การศึกษาน้อยเกินไป ซึ่งบางครั้งผู้วิจัยอาจอธิบายในเชิงที่ว่าถ้าหากจำนวนข้อมูลเพิ่มมากขึ้นแบบจำลองนี้อาจจะใช้ได้ แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีค่าทางสถิติค่าอื่น ๆ ช่วยในการอธิบายประกอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากวิธีการทางเศรษฐมิติในการจำลองพฤติกรรมทางเศรษฐกิจด้วยสมการทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยพฤติกรรมและข้อมูลในอดีตมาสร้างแบบจำลอง ดังนั้นงานวิจัยที่จะกล่าวถึงต่อไปส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องและเกิดแนวความคิดในการสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้

1. การคาดคะเนเกี่ยวกับอุปสงค์สำหรับสินค้าอุตสาหกรรมส่งออกของประเทศไทยบางประเภท (18)

เป็นการวิจัยการคาดคะเนเกี่ยวกับอุปสงค์สำหรับสินค้าอุตสาหกรรมส่งออกบางประเภทของประเทศไทย การวิจัยจะอาศัยข้อสมมุติพื้นฐานทางเศรษฐกิจบางประการเพื่อสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์อุปสงค์และคำนวนหาค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์สินค้าอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของรายได้และระดับราคาตามลำดับ โดยอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติที่เรียกว่า Method of Least Squares Techiques นอกจากนี้ยังได้สร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ขนาดของอุปสงค์ในช่วง 10 ปีข้างหน้า การวิเคราะห์อุปสงค์โดยใช้แบบจำลองดังกล่าวทำให้ทราบว่า ตัวแปรรายได้หรือตัวแปรราคาตัวแปรใดบ้างที่เป็นตัวกำหนดอุปสงค์สินค้าอุตสาหกรรมแต่ละประเภทในแต่ละตลาด

2. การประสานนโยบายเศรษฐกิจเพื่อการพัฒนาและเสถียรภาพ (19)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลกับมูลค่าการนำเข้าของสินค้า โดยแบ่งชนิดของสินค้าที่นำเข้าออกเป็น 5 ประเภท และมีการกำหนดความสัมพันธ์ของ

แบบจำลองดังนี้

$$Mc = a + b\,C$$

$$Mk = a + b\,I$$

$$Mrc = a + b\,(C-Mc)$$

$$Mrk = a + b\,(I-Mk)$$

$$Mo = a + b\,Y$$

โดยที่ Mc = มูลค่าของสินค้าเข้าประเภทเพื่อการบริโภค

Mk = มูลค่าของสินค้าเข้าประเภททุน

Mrc = มูลค่าของสินค้าเข้าประเภทวัตถุดิบและสินค้าเพื่อใช้ในการผลิตสินค้าเพื่อบริโภค

Mrk = มูลค่าของสินค้าเข้าประเภทวัตถุดิบและสินค้าเพื่อใช้ในการผลิตสินค้าประเภททุน

Mo = มูลค่าของสินค้าเข้าประเภทอื่น ๆ

C = มูลค่าของการบริโภคทั้งประเทศ

I = มูลค่าของการสะสมทุนถาวร

Y = ผลผลิตรวมของประเทศ

a, b, c = ตัวพารามิเตอร์

การประมาณค่าจะใช้วิธีการกำลังสองสมบูรณ์น้อยที่สุดและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลจากปี พ.ศ. 2503-2512

3. <u>การศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งศูนย์อุตสาหกรรมสำหรับอุตสาหกรรมบริการในเขตกรุงเทพมหานคร</u> (20)

เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ ในการจัดตั้งศูนย์อุตสาหกรรมบริการในเขตกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการศึกษาความต้องการและขนาดของศูนย์ที่จะติดตั้งลักษณะของศูนย์ในเชิงวิศวกรรม ต้นทุนในการสร้างศูนย์และการวิเคราะห์ทางด้านการลงทุน ทั้งนี้โดยตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า โครงการที่จะดำเนินการโดยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

และเป็นโครงการที่ไม่หวังผลกำไรเป็นโครงการของรัฐจัดตั้งขึ้นเพื่อช่วยเหลืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก และแก้ไขปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการมีโรงงานที่ไม่ได้รับอนุญาต ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสถานที่ที่จะตั้งศูนย์ควรจะอยู่บริเวณ ซอยสุขุมวิท 77 ห่างจากถนนไม่เกิน 5 กิโลเมตร ใช้เงินลงทุนในโครงการทั้งสิ้น 56.4 ล้านบาท เป็นเงินกู้ทั้งหมด เป็นเงินกู้ระยะยาวเวลา 10 ปี อัตราดอกเบี้ย 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชำระครั้งแรกเป็นจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ของเงินกู้ทั้งหมดส่วนที่เหลืออีก 90 เปอร์เซ็นต์ จะชำระเท่าๆ กันทุกปีเป็นเวลา 10 ปีในอัตราดอกเบี้ย 18 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยการใช้ค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit Cost Ratio) ปรากฏว่ามีค่ามากกว่าหนึ่ง

4. <u>แบบจำลองเศรษฐมิติมหภาคของไทย</u> (21)

เป็นการรวบรวมผลงานของนักวิชาการในเรื่อง แบบจำลองทางเศรษฐมิติจากหลายหน่วยงานซึ่งพอจะสรุปได้ในส่วนของแบบจำลองที่เกี่ยวกับการส่งออก ดังนี้

ธนาคารแห่งประเทศไทย แบบจำลองการส่งออกเป็นอุปทานฟังก์ชั่น ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับการผลิตในอดีต ราคาเปรียบเทียบระหว่างสินค้าที่ส่งออกกับสินค้านำเข้า

จำลอง อติกุล แบบจำลองการส่งออกเป็นอุปสงค์ฟังก์ชั่นของสินค้าไทยโดยให้การส่งออกขึ้นอยู่กับความต้องการในตลาดโลกและราคา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แบบจำลองการส่งออก ถูกกำหนดโดยอุปสงค์ภายนอกประเทศและเงื่อนไขของอุปทานภายในประเทศ

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แบบจำลองการส่งออกเป็นส่วนต่างของการบริโภคภายในประเทศและการผลิต

5. <u>การพยากรณ์ความต้องการของคาโปรแลกตัมด้วยวิธีเศรษฐมิติในอุตสาหกรรมไทย</u> (22)

เป็นการวิจัยเรื่องการพยากรณ์ความต้องการของคาโปรแลกตัมในประเทศไทยโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ ในการกำหนดแบบจำลองสำหรับการศึกษาหาความสัมพันธ์ดังกล่าว ได้นำเอางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองความต้องการนำเข้าของสินค้าประเภท

ต่าง ๆ มาประยุกต์พร้อมกับใช้ตรรกทางเศรษฐศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์ของแบบจำลอง ปริมาณความต้องการนำเข้าคาโปรแลกตัม ส่วนสมการแบบจำลองอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องได้ใช้ทฤษฎีปัจจัยการผลิตและผลผลิตของ Leontief มาประยุกต์ ผลของการหาความสัมพันธ์แบบจำลองต่าง ๆ เป็นดังนี้

$$\ln C = -2.4 - 0.138\ln(p) + 1.0344\ln(Prod) + 0.6174\ln(GDPH)$$

$$\ln Prod = 2.4912 + 1.0336\ln(Yarn) - 0.3430\ln(Pnet)$$

$$\ln Yarn = -2.1555 + 0.7688\ln(wove) + 0.3365\ln(knit)$$

$$\ln Pnet = 415569 + 0.2861Fish + 2.2651X$$

6. <u>แหล่งเงินทุนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดย่อมในประเทศไทย</u> (23)

เป็นการศึกษาเรื่องแหล่งเงินทุนเพื่อส่งเสริม และพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดย่อมในประเทศไทย โดยได้ศึกษาและวิเคราะห์แหล่งเงินทุนของอุตสาหกรรมขนาดย่อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งเงินกู้ (Sources of Financial Facilities) เท่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้มีลักษณะอำนวยประโยชน์และเกื้อกูลต่อผู้ประกอบการมากน้อยเพียงใด ความแตกต่างในการให้บริการระหว่างสภาบันการเงินของรัฐและเอกชน แหล่งเงินทุนเหล่านี้มีขอบข่ายการช่วยเหลือเพียงพอและถูกต้องเพียงใด วิธีปฏิบัติและการดำเนินงานโดยทั่วไปก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการพัฒนาอุตสาหกรรม และเศรษฐกิจตรงตามเจตนารมณ์และเป้าหมายของรัฐหรือไม่ ศึกษาวิจัยและเสนอแนะลักษณะของแหล่งเงินทุนที่เหมาะสมต่อประเทศไทยในปัจจุบันและอนาคต โดยได้ศึกษาเฉพาะด้านแหล่งเงินทุนและความต้องการเงินทุนของผู้ประกอบการ ปัญหาการบริหารด้านการเงินโครงสร้างของสถาบันการเงิน ลักษณะการช่วยเหลือของสถาบันการเงิน ตลอดจนระเบียบกฎเกณฑ์ต่างๆเป็นหลักใหญ่ ผลการศึกษาพบว่าปัญหาของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมขนาดย่อมในการขอกู้เงินจากแหล่งเงินทุนต่างๆ คือถูกผู้ให้กู้เอาเปรียบในด้านอัตราดอกเบี้ยและถูกปฏิเสธให้กู้ เนื่องจากไม่มีหลักทรัพย์ค้ำประกันหรือมีแต่ไม่เพียงพอ สถาบันการเงินส่วนใหญ่ให้แต่เงินกู้ระยะสั้นและไม่ค่อยจะสนับสนุนช่วยเหลือเพราะเห็นว่ามีความเสี่ยงสูงและไม่คุ้มค่าใช้จ่าย ส่วนปัญหาเรื่องการบริหารการเงิน

นั้น ผู้ประกอบการมักจะมองข้ามและไม่ยอมรับว่าตนเองขาดความสามารถและความรอบรู้ในด้านนี้จึงใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดอย่างผิดๆ ทำให้กิจการขาดสภาพคล่องทางการเงินและอาจต้องล้มเลิกกิจการไปในที่สุด

7. <u>แบบจำลองทางเศรษฐมิติมหภาคที่มีดุลยภาพโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย</u> (24)

ศึกษาแบบจำลองเศรษฐมิติมหภาคที่มีดุลยภาพโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย ในแบบจำลองจะกล่าวถึงสาขาเศรษฐกิจต่างๆแต่ในที่นี้จะนำมากล่าวเฉพาะสาขาตลาดการค้าและการเงินระหว่างประเทศซึ่งเป็นแบบจำลองของการนำเข้าสินค้า โดยในแบบจำลองได้แบ่งประเภทของการนำเข้าสินค้าออกเป็น 7 กลุ่ม และได้กำหนดความสัมพันธ์ของแบบจำลองดังนี้

$$\ln IMa_t = a + b \ln IMa_{t-1} + c \ln (NDPI/Pimc)_t + d \ln (Pimc/Pa)_t$$

$$\ln IMc_t = a + b \ln IMc_{t-1} + c \ln (NDPI/Pimc)_t + d \ln (Pimc/Pd\&nd)_t$$

$$\ln IMi_t = a + b \ln GDP_t + c \ln (Pimi/Pi)_t$$

$$\ln IMr_t = a + b \ln IMr_{t-1} + c \ln GDP_t + d \ln (Pimr/pm)_t$$

$$\ln IMf_t = a + b \ln GDP_t + c \ln (Pimf/Pm)_t$$

$$\ln IMo_t = a + b \ln GDP_t + c \ln (Pimo/Pm)_t$$

$$\ln IMs_t = a + b \ln GDP_t + c \ln (Pims/Pm)_t$$

โดยที่ IMa = มูลค่าการนำเข้าสินค้าเกษตร

IMc = มูลค่าการนำเข้าสินค้าบริโภค

IMf = มูลค่าการนำเข้าสินค้าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น

IMi = มูลค่าการนำเข้าสินค้าทุน

IMm = มูลค่าการนำเข้าสินค้าและบริการนอกภาคการเกษตร

IMo = มูลค่าการนำเข้าสินค้าอื่น ๆ

IMr = มูลค่าการนำเข้าสินค้าชั้นกลางและวัตถุดิบ

IMs = มูลค่าการนำเข้าสินค้าบริการ

NDPI = รายได้สุทธิที่เอกชนสามารถจับจ่ายได้

Pa = ดัชนีราคา (รวมภาษีทางอ้อม) ของผลผลิตมวลรวมของชาติ

Pi = ดัชนีราคา (รวมภาษีทางอ้อม) ของการลงทุนรวม

Pm = ดัชนีราคา (ไม่รวมภาษีทางอ้อม) ของผลผลิตนอกการเกษตร

Pd&nd = ดัชนีราคา (รวมภาษีทางอ้อม) ของสินค้าคงทนและไม่คงทนที่บริโภคโดยภาคเอกชน

Pimc = ดัชนีราคาต่อหน่วย (รวมภาษีสินค้าเข้า) ของสินค้าบริโภคสั่งเข้า

Pimf = ดัชนีราคาต่อหน่วย (รวมภาษีสินค้าเข้า) ของสินค้าเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นสั่งเข้า

Pimi = ดัชนีราคาต่อหน่วย (รวมภาษีสินค้าเข้า) ของสินค้าทุนสั่งเข้า

Pimo = ดัชนีราคาต่อหน่วย (รวมภาษีสินค้าเข้า) ของสินค้าอื่น ๆ สั่งเข้า

Pimr = ดัชนีราคาต่อหน่วย (รวมภาษีสินค้าเข้า) ของสินค้าขั้นกลางและวัตถุดิบสั่งเข้า

Pims = ดัชนีราคาต่อหน่วยของบริการสั่งเข้า

GDP = ผลผลิตมวลรวมประชาชาติ

a, b, c, d = ตัวพารามิเตอร์

การประมาณค่าใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดสองชั้น (Two Stage Least Square)

8. <u>การศึกษาถึงความสามารถของประเทศไทย ในการขยายการส่งสินค้าอุตสาหกรรมไปจำหน่ายในต่างประเทศ</u> (25)

เป็นการศึกษาวิจัยในเรื่อง Trends in Manufactured Export in Southeast Asian Countries การวิจัยนี้จัดทำขึ้นเมื่อเดือนมกราคม 2516 เพื่อเสนอคณะทำงานของธนาคารโลก และได้ตีพิมพ์ลงในวารสาร Malayan Economic Review ฉบับเดือนตุลาคม 2517 โดยได้ทำการวิเคราะห์อุปสงค์ต่อสินค้าอุตสาหกรรมส่งออก โดย

คำนวณหาค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของรายได้และราคาในตลาดอาเซี่ยน ตลาดประเทศพัฒนาแล้ว และทำการพยากรณ์ขนาดของอุปสงค์ในช่วง 2518-2523

แบบจำลองในการพยากรณ์ขนาดของอุปสงค์ จะอาศัยแบบจำลองดังต่อไปนี้

$E_{ij}(t) = E_{ij}(t-1) + C_{ij}Y$

$E_{ij}(t)$ = มูลค่าส่งออกสินค้า j จากประเทศ i ในปีที่ t

$E_{ij}(t-1)$ = มูลค่าส่งออกในฐาน (t-1)

$C_{ij}Y$ = มูลค่าส่งออกที่คาดว่าจะเปลี่ยนแปลงไป

e_{ij} เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสมการอุปสงค์ที่แสดงถึงค่าแนวโน้มในการส่งออกหน่วยสุดท้ายของประเทศอาเซี่ยน ประมาณการโดยใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่เรียกว่า Least Squares Method

จากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$E_{ij}^{D} = f(P_j^{D}, Y^{D})$

$E_{ij}^{A} = g(P_j^{A}, Y^{A})$

P_j^{D} , P_j^{A} = ดัชนีราคาสินค้าส่งออกของประเทศในอาเซี่ยนที่ส่งไปจำหน่ายในประเทศพัฒนาแล้วและที่ส่งไปจำหน่วยยังตลาดอาเซี่ยนตามลำดับ

Y^{D} , Y^{A} = ระดับรายได้ของประเทศผู้ซื้อในตลาดประเทศพัฒนาแล้วและตลาดอาเซี่ยนตามลำดับ

สินค้าที่เลือกศึกษาจะเป็นสินค้าในหมวดต่อไปนี้

SITC 0 = อาหาร (Food and live Animals)

SITC 5 = พวกเคมีภัณฑ์ (Chemicals)

SITC 6 = สินค้าอุตสาหกรรมที่แบ่งตามประเภทของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (Manufactured goods Classified Chiefly by Materials)

SITC 7 = เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการขนส่ง (Machinary and Transport Equipment)

SITC 8 = อุตสาหกรรมเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Manufactured Articles)

สำหรับประเทศไทยนั้นสินค้าอุตสาหกรรมที่ส่งออกส่วนใหญ่คือ SITC หมวด 6 จึงน่าที่จะนำเอาแบบจำลองการพยากรณ์ขนาดของอุปสงค์ดังกล่าวในข้อ 2 มาประยุกต์ใช้กับการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมใน SITC หมวด 6 ของประเทศไทยเพื่อชี้ให้เห็นว่าในอนาคตการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมดังกล่าวของไทยจะมีลู่ทางที่แจ่มใสเพียงใด

9. The Supply & Demand For Exports : A Simultaneous Approach (26)

เป็นการศึกษาหาแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานสำหรับการส่งออก The Supply & Demand for Exports : A Simultaneous Approach โดยทำการวิเคราะห์ 8 ประเทศคือ เบลเยี่ยม ฝรั่งเศส เยอรมัน อิตาลี ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกา การศึกษาเน้นที่ผลของราคาที่มีผลต่ออุปสงค์และอุปทานการส่งออกทั้งที่เป็นแบบEquilibrium Model และ Disequilibrium Model สำหรับ Equilibrium Model อุปสงค์การส่งออกของแต่ละประเทศ จะอยู่ในรูปสมการลอกเชิงเส้น (log-linear) ดังนี้

$$\log X^d = a_0 + a_1 \log (PX/PXW)t + a_2 \log YWt$$

X^d คือ ปริมาณอุปสงค์ส่งออก

PX คือ ราคาส่งออก

PXW คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักราคาส่งออกของประเทศคู่ค้า

YW คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักรายได้ที่แท้จริงของประเทศคู่ค้า