บทที่ 8

แบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่อง

(Simultaneous Equation Model)

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาลักษณะของแบบจำลองที่มีสมการมากกว่า 1 สมการ และตัวแปรตามของแต่ละสมการไปมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามของสมการอื่น ๆ ในฐานะที่เป็นตัวแปรอิสระ ทำให้เกิดปัญหาทางด้านสมการเกี่ยวเนื่องขึ้น นักศึกษาจะได้ศึกษาถึงวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวตลอดจนจะได้ศึกษาถึงกฎการชี้ชัดซึ่งมี 2 ขั้นตอนคือ การพิจารณาเงื่อนไขลำดับที่ และเงื่อนไขแรังค์

บทที่ 8

แบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่อง

(Simultaneous Equation Model)

8.1 บทนำ

ในการสร้างแบบจำลองเพื่อตอบปัญหาทางเศรษฐศาสตร์โดยเฉพาะทางด้านมหเศรษฐศาสตร์แล้วการที่จะสร้างสมการเดี่ยว ที่มีตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว หรือแม้กระทั่งมีตัวแปรอิสระหลายตัว ก็ยังไม่มีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะตอบปัญหาได้ ดังนั้น จึงมีการสร้างชุดสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรตามหลายตัว (มีสมการหลายสมการ) ขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจที่เราสนใจและโดยธรรมชาติของตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์นั้นส่วนใหญ่ตัวแปรมักจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันไม่มากก็น้อย ถ้าตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระมากจะเป็นสิ่งที่ดีที่เราต้องการแต่ถ้าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองมากก็ต้องทำการแก้ไขปัญหาเพราะเกิดการละเมิดข้อกำหนดของวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ขึ้นแล้ว คือเกิดปัญหา multicollinearity แต่ถ้าหากเกิดปัญหาอีกปัญหาหนึ่งคือการที่ตัวแปรตามของสมการหนึ่งไปทำหน้าที่เป็นตัวแปรอิสระของอีกสมการหนึ่งในขณะเดียวกันตัวแปรตามของสมการหลังไปเป็นตัวแปรอิสระของสมการแรกและเกี่ยวพันกันไปกับสมการอื่น ๆ เช่นนี้เราเรียกว่าเกิดปัญหาสมการเกี่ยวเนื่องขึ้น(Simultaneous Problem) หรือพูดให้ชัดเจนก็คือการที่ตัวคลาดเคลื่อนที่เป็นตัวแปรสุ่มไปมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในสมการ ซึ่งเป็นการละเมิดข้อกำหนดของการวิเคราะห์ความถดถอยแบบกำลังน้อยที่สุด (OLS) เพราะจะก่อให้เกิดความลำเอียง (bias) และไม่แนบนัย (inconsistent) นั่นคือเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้นตัวประมาณค่าจะไม่เข้าใกล้ค่าที่เป็นจริง (population)

ตัวอย่างที่ 1 Keynesian Model of Income Determinaton

จาก Consumption function : $C_t = c_o + c_y Y_t + u_t$ (8.1)

Income Identity : $Y_t = C_t + I_t$ (8.2)

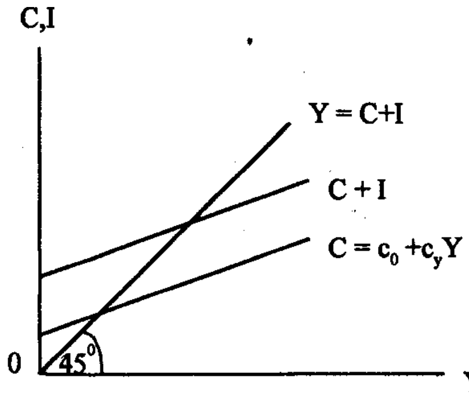
โดย C = การบริโภค

Y = รายได้

I = การลงทุน (ให้เป็นตัวแปรอิสระ)

u = ตัวคลาดเคลื่อน

c_o, c_y = ค่าพารามิเตอร์



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของสมการเกี่ยวเนื่อง

จากรูป จะเห็นได้ว่า C และ Y มีความสัมพันธ์กันและ Y_t ในสมการที่(8.1) ไม่ได้เป็นอิสระจากตัวคลาดเคลื่อน u_t เมื่อ u_t เปลี่ยนแปลงก็จะทำให้สมการการบริโภคเปลี่ยนแปลงด้วย และจะส่งผลกระทบต่อ Y_t ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) จะไม่สามารถใช้ได้

8.2 วิธีการคำนวณค่าพารามิเตอร์

เมื่อแบบจำลองของเรามีลักษณะเป็นแบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่อง (Simultaneous Equation Model) ในการที่จะใช้การวิเคราะห์ถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) นั้นไม่สามารถทำได้ เพราะจะเกิดปัญหาความลำเอียง (bias) และไม่แนบนัย (Inconsistent) ดังกล่าวแล้วเราจึงต้องหาวิธีอื่นที่จะให้ค่าที่ประมาณได้ดีขึ้นคือมีวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่องอยู่ 2 ลักษณะคือ

8.2.1 ลักษณะการประมาณค่าสมการที่ละสมการ

มีวิธีการประมาณค่าหลายวิธี เช่น

- วิธีกำลังสองน้อยที่สุดทางอ้อม(Indirect Least Squares or ILS)
- วิธีประมาณค่าแบบตัวแปรเครื่องมือ(Instrumental Variable or IV)
- วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองชั้น (Two Stage Least Squares or 2SLS)
- วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดแบบจำกัดข้อสนเทศ(Limited Information Maximum Likelihood or LIML)

8.2.2 ลักษณะการประมาณค่าสมการทุกสมการพร้อมกันทั้งระบบสมการ มีวิธีการประมาณค่าหลายวิธี เช่น

- วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบ 3 ชั้น(Three Stage Least Squares or 3SLS)
- วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดแบบข้อสนเทศสมบูรณ์ (Full Information Maximum Likelihood หรือ LIML)

8.3 การพิจารณาปัญหาความชี้ชัด (Identification)

ในการประมาณค่าแบบจำลองที่มีลักษณะเป็นแบบสมการเกี่ยวเนื่องนั้นดังที่ได้กล่าวแล้วว่ามีวิธีการประมาณค่าอะไรบ้างซึ่งการประมาณค่าด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นจำเป็นต้อง ทำสมการโครงสร้างให้อยู่ในรูปของสมการลดรูปเสียก่อนซึ่งสมการลดรูป คือ การทำสมการแต่ละสมการให้อยู่ในรูปตัวแปรตาม 1 ตัว ประกอบด้วยตัวแปรอิสระหรือค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด โดยไม่มีตัวแปรตามตัวอื่นอยู่ในสมการอีกเลย เช่น จากสมการ (8.1) และสมการ (8.2) สามารถหาสมการลดรูปของ Y ได้โดย ทำการแทนค่าสมการ (8.1) ลงสมการ (8.2)

จะได้ $$Y_t = c_0 + c_yY_t + u_t + I_t$$

หรือ $$Y_t = \frac{c_0 + I_t + u_t}{1 - c_y}$$

หรือ $$Y_t = \frac{c_0}{1-9} + \frac{I_t}{1-c_y} + \frac{u_t}{1-c_y}$$

หรือ $$Y_t = B_0 + B_1I_t + w_t \qquad (8.3)$$

โดยที่ $$B_0 = \frac{c_0}{1-c_y} \qquad (8.4)$$

$$B_1 = \frac{1}{1-c_y} \qquad (8.5)$$

และ $$w_t = \frac{u_t}{1-c_y}$$

นำสมการที่ (8.3) ไปประมาณค่าด้วยวิธี OLS ได้ เพราะตัวแปร I_t กับ w_t ไม่มีความสัมพันธ์กันทำให้ได้ค่า B_0 กับ B_1 นำค่า B_0 กับ B_1 ที่ได้นี้ไปแทนลงสมการที่(8.4) และ(8.5) จะทำให้สามารถหาค่าของ c_o และ c_y ได้ ซึ่งค่า c_o และ c_y ที่คำนวณได้นี้ คือค่า Coefficient ของสมการ

ที่(8.1)นั่นเองวิธีการนี้เรียกว่าเป็นการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดทางอ้อม(Indirect Least Square)

สำหรับการหาสมการลดรูปของ C ก็สามารถหาได้ในลักษณะคล้ายกันโดยแทนค่าสมการที่(8.2) ลงสมการที่(8.1) จะได้

$$C_t = \frac{c_0}{1-c_y} + \frac{c_y I_t}{1-c_y} + \frac{u_t}{1-c_y}$$

หรือ $C_t = B_2 + B_3 I_t + v_t$ (8.6)

โดยที่ $B_2 = \frac{c_0}{1-c_y}$ (8.7)

$B_3 = \frac{c_y}{1-c_y}$ (8.8)

และ $v_t = \frac{u_t}{1-c_y}$

เมื่อนำสมการที่ (8.6) ไปประมาณค่าจะได้ B_2 กับ B_3 ซึ่ง สามารถนำค่าทั้งสองนี้ ไปแทนลงสมการที่(8.7) และ (8.8) ก็สามารถหาค่า c_0 และ c_y ได้เช่นกัน

สำหรับค่า B_1 และ B_3 ซึ่งเป็นค่า Coefficient ของสมการลดรูป คือ ค่าตัวทวี (Multipliers) ของตัวแปรตาม Y อันเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ I และตัวแปรตาม C อันเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ I ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามในการทำสมการลดรูปจากสมการโครงสร้างนั้นถ้ามีตัวแปรไม่มากนักก็สามารถทำได้ไม่ยุ่งยากนัก แต่ถ้าหากมีสมการมาก ๆ การที่จะทำให้อยู่ในรูปสมการลดรูปนั้น จะยุ่งยากและไม่แน่นักว่าสมการลดรูปที่ได้นั้น เมื่อนำไปประมาณค่าพารามิเตอร์แล้วจะสามารถนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Coefficient ของสมการโครงสร้างที่ต้องการได้ทุกสมการหรือไม่ ในการแก้ปัญหาความยุ่งยากนี้ จะใช้การพิจารณาปัญหาความชี้ชัด (Identification) เป็นเครื่องมือในการพิจารณาว่ามีสมการโครงสร้างสมการใดบ้างที่สามารถหาค่า Coefficient ของสมการได้ โดยลักษณะของสมการสามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

8.3.1 สมการที่มีลักษณะชี้ชัดพอดี (Exactly Identification หรือ Just Identification) คือการที่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ของสมการโครงสร้างออกมาได้ชุดเดียว

8.3.2 สมการที่มีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็น (Over Identification)

คือการที่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ของสมการโครงสร้างแล้วได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต่าง ๆ มากกว่า 1 ชุด

8.3.3. สมการที่มีลักษณะชี้ชัดไม่ได้ (Under Identification)

คือ การที่ไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ของสมการโครงสร้างสมการนั้นได้

ในการแก้ปัญหาสมการที่มีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็นนั้น อาจจะทำได้โดยการตัดตัวแปรที่ไม่สำคัญออกเพื่อจะได้ค่าพารามิเตอร์ที่ชัดเจนเพียงชุดเดียว

ส่วนการแก้ปัญหาของสมการที่มีลักษณะชี้ชัดไม่ได้ ก็ทำได้โดยการเพิ่มจำนวนตัวแปรหรือสมการเข้าไปในระบบเพื่อให้มีความสัมพันธ์มากขึ้นจะได้อธิบายตัวแปรตามที่ไม่สามารถชี้ชัดได้

8.4 กฎการชี้ชัด (Rules for Identification)

ในการพิจารณาปัญหาการชี้ชัดนั้น มีขั้นตอนการดำเนินการพิจารณา 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรก คือ การพิจารณาเงื่อนไขลำดับที่ ซึ่งเป็นเงื่อนไขจำเป็นที่ต้องมี เมื่อพิจารณาขั้นตอนแรกผ่านแล้ว ต้องพิจารณาขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนเงื่อนไขแร้งค์ เป็นสิ่งจำเป็นและเป็นเงื่อนไขเพียงพอสำหรับการชี้ชัด

8.4.1 เงื่อนไขลำดับที่ (Order Condition of Identification)

เงื่อนไขลำดับที่ของการชี้ชัด เป็นเงื่อนไขซึ่งทุกสมการที่มีลักษณะชี้ชัดได้จำเป็นต้องมี กล่าวคือ สมการใดก็ตามที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขลำดับที่แล้วย่อมสรุปได้ทันทีว่า สมการนั้นมีลักษณะชี้ชัดไม่ได้ แต่สำหรับสมการที่มีลักษณะเป็นไปตามเงื่อนไขลำดับที่ เรายังสรุปในทันทีไม่ได้ว่าสมการนั้นมีลักษณะชี้ชัดได้จริง ทั้งนี้เพราะเงื่อนไขลำดับที่ของการชี้ชัดยังไม่เพียงพอที่จะสรุปผลดังกล่าว ดังนั้นสมการที่ผ่านการทดสอบเงื่อนไขลำดับที่แล้ว จะต้องนำมาทดสอบ เงื่อนไขแร้งค์ อีกครั้งถ้าผ่านการทดสอบเงื่อนไขทั้งสองจึงจะสรุปได้ว่า สมการดังกล่าวมีลักษณะชี้ชัดได้จริง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการพิจารณาสมการการชี้ชัดมีดังนี้

G = จำนวนตัวแปรภายในทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในระบบสมการ

G* = จำนวนตัวแปรภายในที่ปรากฏอยู่ในสมการที่ต้องการพิจารณา

G** = จำนวนตัวแปรภายในที่มิได้ปรากฏในสมการที่ต้องการพิจารณา

K = จำนวนตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในระบบสมการ

K* = จำนวนตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าที่ปรากฏอยู่ในสมการที่ต้องการพิจารณา

K** = จำนวนตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าที่มิได้อยู่ในสมการที่ต้องการพิจารณา

คำนิยามของเงื่อนไขลำดับที่

แบบจำลองสมการเกี่ยวเนื่องซึ่งประกอบด้วยสมการเกี่ยวเนื่องจำนวน G สมการ ตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้า จำนวน K ตัวแปรและตัวแปรภายในจำนวน G ตัวแปร สมการที่จะมีลักษณะชี้ชัดได้จะต้องเป็นสมการซึ่งตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้าที่มิได้อยู่ในสมการ (K**) ไปทั้งหมดจำนวนไม่น้อยกว่าจำนวนตัวแปรภายในซึ่งปรากฏอยู่ในสมการ ที่ต้องการพิจารณา (G*) ลบ ด้วย 1 นั่นคือ

K** ≥ G*-1

ถ้า K** = G*-1 สมการนั้นจะมีลักษณะชี้ชัดพอดี

K** > G*-1 สมการนั้นจะมีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็น

8.4.2 การทดสอบเงื่อนไขแร้งค์เพื่อการชี้ชัด (Rank Condition of Identification)

เมื่อผ่านขั้นตอนการทดสอบเงื่อนไขลำดับที่แล้ว เราจะต้องนำสมการที่สามารถชี้ชัดได้มาทำการทดสอบเงื่อนไขแร้งค์ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสมการนั้นสามารถชี้ชัดได้จริง

ขั้นตอนการทดสอบเงื่อนไขแร้งค์

1) เขียนระบบสมการเสียใหม่ โดยจัดให้ตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกอยู่ด้านซ้ายมือ และตัวคลาดเคลื่อน อยู่ด้านขวามือ

2) สร้างตารางของสัมประสิทธิ์โครงสร้างทั้งตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกขึ้นมา

3) ขีดฆ่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างของสมการที่ต้องการพิจารณาออกทั้งแถวนอน (row) และขีดฆ่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างของสมการที่ต้องการพิจารณาที่มิได้มีค่าเป็นศูนย์ออกทั้งแถวตั้ง (Column)ทุกแถว

4) สัมประสิทธิ์โครงสร้างที่เหลือจากการขีดฆ่าในข้อ 3 คือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในระบบสมการ แต่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในสมการที่ต้องการพิจารณา นำสัมประสิทธิ์ ที่เหลือนี้มาสร้างเมตริกซ์แล้วหา rank ของ matrix นี้ ถ้าหาค่า rank ได้ = G-1 สมการที่พิจารณาอยู่นั้น จะมีลักษณะชี้ชัดได้ ถ้า rank < G-1 สมการนี้มีลักษณะชี้ชัดไม่ได้

ตัวอย่างที่ 2 อุปสงค์ Q_t^d = $\alpha_0+\alpha_1 P_t+\alpha_2 I_t+\alpha_3 T_t+u_t$

อุปทานQ_t^s = $\beta_0+\beta_1 P_t+u_{1t}$

Q = ปริมาณ

P = ราคา

I = รายได้

T = รสนิยม

ตัวแปรภายใน (G) ในระบบสมการนี้ คือ P_t กับ Q_t = 2 ตัว

ตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้า (K) ในระบบสมการนี้ คือ I_t, T_t = 2 ตัว

ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดสอบเงื่อนไขลำดับที่(Order Condition) โดย

พิจารณา สมการ อุปสงค์ K** = 0 (ไม่มีเลย)

G*-1 = 2 - 1 = 1 (G* คือ P_t, Q_t)

K** < G* - 1 สมการอุปสงค์มีลักษณะชี้ชัดไม่ได้

พิจารณา สมการ อุปทาน K** = 2 (K** คือ I_t, R_t)

G* - 1 = 2 - 1 = 1 (G* คือ P_t, Q_t)

K** > G*-1 สมการอุปทานมีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็น

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดสอบเงื่อนไขแร้งค์ Rank Condition โดย

1) *ย้ายระบบสมการเสียใหม่ดังนี้*

อุปสงค์ $Q_t^d-\alpha_0-\alpha_1 P_t-\alpha_2 I_t-\alpha_3 T_t$ = u_t

อุปทาน $Q_t^s-\beta_0-\beta_1 P_t$ = u_{1t}

2) สร้างตารางของสัมประสิทธิ์โครงสร้างจากข้อ 1) คือ

ชื่อสมการ	Q_t	1	P_t	I_t	T_t
อุปสงค์	1	$-\alpha_0$	$-\alpha_1$	$-\alpha_2$	$-\alpha_3$
~~อุปทาน~~	~~1~~	~~$-\beta_0$~~	~~$-\beta_1$~~	~~0~~	~~0~~

3) พิจารณา สมการอุปทาน โดยขีดฆ่าแถวนอนที่ 2 ออกและขีดฆ่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างของสมการอุปทานที่มิได้มีค่าเป็น 0 ออกในแนวตั้งทั้งแถว

4) สร้าง Matrix ของ สัมประสิทธิ์โครงสร้าง ส่วนที่เหลือซึ่งได้แก่ $\begin{vmatrix} -\alpha_2 & -\alpha_3 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}$

เมื่อนำ Matrix นี้ มาหา rank จะได้ = 1 ซึ่ง = (G-1) คือ 2-1 = 1 แสดงว่าสมการอุปทานมีลักษณะชี้ชัดพอดี

สรุปว่า สมการอุปสงค์ไม่สามารถชี้ชัดได้ ในขณะที่สมการอุปทานมีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็น

ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าถ้าหากสมการใดไม่สามารถชี้ชัดได้ก็ให้ทำการเพิ่มตัวแปรให้พอกับความต้องการในการชี้ชัดได้พิจารณาจากตัวอย่างที่ 2 พบว่าสมการอุปสงค์ไม่สามารถชี้ชัดได้เพราะ $K^{**} < (G^* - 1)$ อยู่ 1 แสดงว่าเราต้องทำการเพิ่มตัวแปรที่อยู่นอกสมการอุปสงค์ขึ้นอีก 1 ตัว เพื่อที่สมการอุปสงค์จะสามารถชี้ชัดได้ โดยพิจารณาแล้วเห็นว่าควรเพิ่มตัวแปร P_{t-1} เขาไปไว้ในสมการอุปทาน

สำหรับสมการใดที่ชี้ชัดเกินจำเป็นก็ให้ทำการลดตัวแปรที่เห็นว่าไม่ค่อยสำคัญออกจากระบบสมการเพื่อที่สมการจะมีลักษณะการชี้ชัดพอดี เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างที่ 2 พบว่าสมการอุปทานเป็นสมการที่มีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็นเพราะ $K^{**} > (G^* - 1)$ อยู่ 1 แสดงว่าเราต้องทำการลดตัวแปรที่อยู่นอกสมการอุปทานลงอีก 1 ตัวเพื่อที่สมการอุปทานจะสามารถชี้ชัดได้พอดี โดยพิจารณาแล้วเห็นว่าควรลดตัวแปร T_t เพราะเป็นตัวแปรประเภทเชิงคุณภาพที่มีความลำบากในการวัดค่าออกมาเป็นปริมาณอยู่แล้วด้วย

เมื่อทำการเพิ่มตัวแปร P_{t-1} เข้าไปไว้ในสมการอุปทาน และทำการลดตัวแปร T_t ในสมการอุปสงค์แล้ว ทำการพิจารณาใหม่จะพบว่าทั้งสมการอุปสงค์ และสมการอุปทาน สามาถรถชี้ชัดได้พอดีดังตัวอย่างที่ 3 ต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3 อุปสงค์ $Q_t^d = \alpha_0+\alpha_1 P_t+\alpha_2 I_t+u_t$

อุปทาน $Q_t^s = \beta_0+\beta_1 P_t+\beta_2 P_{t-1}+u_t$

ตัวแปรภายใน (G) ในระบบสมการนี้ คือ P_t กับ Q_t = 2 ตัว

ตัวแปรกำหนดค่าล่วงหน้า (K) ในระบบสมการนี้ คือ I_t, P_{t-1} = 2 ตัว

ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดสอบเงื่อนไขลำดับที่(Order Condition) โดย

พิจารณา สมการอุปสงค์	K^{**}	=	1		(K^{**} คือ P_{t-1})
	G^*-1	=	2 - 1	= 1	(G^*คือ P_t, Q_t)
	K^{**}	=	$G^* - 1$	สมการอุปสงค์มีลักษณะชี้ชัดพอดี	
พิจารณา สมการอุปทาน	K^{**}	=	1		(K^{**} คือ I_t)
	$G^* - 1$	=	2 - 1	= 1	(G^* คือ P_t, Q_t)
	K^{**}	=	G^*-1	สมการอุปทานมีลักษณะชี้ชัดพอดี	

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดสอบเงื่อนไขแร้งค์ Rank Condition โดย

1) **ย้ายระบบสมการเสียใหม่ดังนี้**

อุปสงค์	$Q_t^d-\alpha_0-\alpha_1 P_t-\alpha_2 I_t$	=	u_t
อุปทาน	$Q_t^s-\beta_0-\beta_1 P_t-\beta_2 P_{t-1}$	=	u_t

2) สร้างตารางของสัมประสิทธิ์โครงสร้างจากข้อ 1) คือ

ชื่อสมการ	Q_t	I	P_t	I_t	P_{t-1}
อุปสงค์	1	$-\alpha_0$	$-\alpha_1$	$-\alpha_2$	0
อุปทาน	1	$-\beta_0$	$-\beta_1$	0	$-\beta_2$

3) พิจารณาสมการอุปสงค์ โดยขีดฆ่าแถวนอนที่ 1 ออก และขีดฆ่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างของสมการอุปสงค์ที่มิได้ มีค่าเป็น 0 ออกในแนวตั้งทุกแถว

4) สร้าง Matrix ของ สัมประสิทธิ์โครงสร้างส่วนที่เหลือซึ่งได้แก่ $|-\beta_2|$ Matrix นี้ ถ้านำมาหา rank จะได้ = 1 ซึ่งเท่ากับ G – 1 = (2-1) = 1 พอดีดังนั้นสมการอุปสงค์ตามเงื่อนไขแร้งค์ มีลักษณะชี้ชัดพอดี

ต่อไปพิจารณาสมการอุปทานโดยทำเหมือนขั้นตอนที่ 1 และ 2จะได้ตารางของสัมประสิทธิ์โครงสร้างดังนี้

ชื่อสมการ	Q_t	1	P_t	I_t	P_{t-1}
อุปสงค์	1	$-\alpha_0$	$-\alpha_1$	$-\alpha_2$	0
อุปทาน	1	$-\beta_0$	$-\beta_1$	0	$-\beta_2$

และดำเนินการต่อไปโดย

5) พิจารณา สมการอุปทาน โดยขีดฆ่าสมการอุปทานหรือแถวนอนที่ 2 ออก และขีดฆ่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างของสมการอุปทานที่มิได้มีค่าเป็น 0 ออกในแนวตั้งทุกแถว

6) สร้าง Matrix ของ สัมประสิทธิ์โครงสร้าง ส่วนที่เหลือซึ่งได้แก่ $|-\alpha_2|$ เมื่อนำ Matrix นี้มาหา rank จะได้ = 1 ซึ่ง = (G-1) คือ 2-1 = 1 แสดงว่าสมการอุปทานมีลักษณะชี้ชัดพอดี

สรุปว่า ทั้งสมการอุปสงค์ และสมการอุปทานมีลักษณะชี้ชัดพอดี

คำถามท้ายบทที่ 8

กำหนดสมการโครงสร้างคือ

$$
\begin{aligned}
Y &= C + I + G \\
C &= c_0 + c_y(Y-T) \\
T &= t_0 + t_yY \\
I &= i_0 - i_r r + i_yY
\end{aligned}
$$

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงพิจารณาความชี้ชัดของสมการพฤติกรรม
2. ถ้ามีสมการใดไม่สามารถชี้ชัด หรือ มีลักษณะชี้ชัดเกินจำเป็นจงเสนอวิธีแก้ปัญหา
3. จงอธิบายปัญหาของสมการเกี่ยวเนื่อง วิธีพิจารณาตลอดจนเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา