บทที่ 2

แบบจำลองนโยบายเศรษฐกิจและการประยุกต์ใช้ทฤษฎีลิเนียร์ออพติมัลคอนโทรล

การสร้างแบบจำลองนโยบายเศรษฐกิจ

การสร้างแบบจำลองนโยบายเศรษฐกิจ เพื่อต้องการใช้เป็นตัวชี้ให้เห็นว่าเราจะสามารถควบคุมสถานการณ์เศรษฐกิจได้อย่างไร กล่าวคือ มิได้เพียงแต่จะอธิบายหรือพยากรณ์เท่านั้น แต่ต้องการจะควบคุมสภาพแวดล้อมด้วย การควบคุมสภาพแวดล้อม หมายถึง การกำหนด เป้าหมาย (objectives) ที่พึงปรารถนาโดยการประสานเอาลักษณะเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ (positive economics) และลักษณะเศรษฐกิจที่ควรจะเป็น(normative economics) รวมกันเข้าเป็นการวางแผนนโยบายเศรษฐกิจ ในทางปฏิบัติรัฐบาลแต่ละประเทศมักจะใช้นโยบายเศรษฐกิจ เพื่อบรรลุ เป้าหมายทางสังคมและการเมือง สิ่งที่สำคัญคือเราต้องรู้ว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจใดเป็นหัวใจสำคัญของระบบเศรษฐกิจที่สามารถส่งผลกระทบและนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ได้ (สุชาติ ธาดาดำรงเวช,2529)

ในส่วนของนโยบายเศรษฐกิจ เราสามารถจำแนกลักษณะความแตกต่างของตัวแปรออกเป็น ตัวแปรเป้าหมาย(target variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ได้รับผลกระทบ และตัวแปรเครื่องมือ (instrument variables) ซึ่งเป็นตัวแปรสาเหตุ โดยปกติตัวแปรเครื่องมือเป็นตัวแปรภายนอก (exogenous variables) ในแบบจำลองโดยทั่วไปซึ่งถูกกำหนดจากภายนอกแบบจำลอง และเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภายใน (endogenous variables) ส่วนในแบบจำลองนโยบาย ตัวแปรเครื่องมือจะเป็นตัวแปรภายใน โดยที่ตัวแปรเป้าหมายจะเป็นตัวแปรภายนอกที่ถูกกำหนด

พิจารณาแบบจำลองมหเศรษฐศาสตร์อย่างง่ายในระบบเศรษฐกิจมีรัฐบาล

$$C = a + bY$$

$$Y = C + I + G$$

สมการโครงสร้าง (structure equation) ทั้งสองประกอบด้วย 2 ตัวแปรภายใน (Y และ C) และ 2 ตัวแปรภายนอก (I และ G) ซึ่งจะได้สมการลดรูปของรายได้และการบริโภค ณ ระดับดุลยภาพ ดังนี้

$$\hat{Y} = \frac{a + I + G}{1 - b}, \quad \hat{C} = \frac{a + b(I + G)}{1 - b}$$

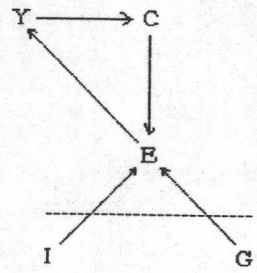
ในที่นี้ สมมติว่า ณ รายได้ดุลยภาพระดับนี้ยังมีการจ้างงานไม่เต็มที่ รัฐบาลต้องการให้มีการจ้างงานเต็มที่ซึ่งระดับรายได้จะเป็น $Y^{\#}$ ในที่นี้สมมติต่อไปว่า รัฐบาลสามารถควบคุมตัวแปรเพียงตัวเดียวในแบบจำลองก็คือ รายจ่ายของรัฐบาล (G) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การกำหนดให้ $Y = Y^{\#}$ จะเป็นตัวแปรเป้าหมาย และ G เป็นตัวแปรเครื่องมือซึ่งจะเป็นตัวทำให้เกิดรายได้ที่ $Y^{\#}$ การหาค่าของ G ที่จะทำให้ $Y = Y^{\#}$ ได้โดยแทนค่า $Y^{\#}$ ในสมการลดรูปแล้วจัดรูปสมการใหม่เป็น

$$G = (1 - b)Y^{\#} - (a + I)$$

สังเกตว่าในแบบจำลองนโยบาย Y แทนที่จะเป็นตัวแปรภายในกลับกลายเป็นตัวแปรภายนอก และ G แทนที่จะเป็นตัวแปรภายนอกกลับกลายเป็นตัวแปรภายในขึ้นกับ$Y^{\#}$

พิจารณาภาพประกอบ 2.1 แสดงให้เห็นว่า ถ้าสามารถควบคุมตัว G ได้ รัฐบาลสามารถสร้างผลกระทบต่อ Y โดยผ่านตัวกลางคือ $E = C + I + G$ ซึ่งเป็นอุปสงค์รวมและระดับของ G ที่ควรจะเป็นนั้นสามารถหาได้จากสมการความสัมพันธ์ $G = (1 - b)Y^{\#} - (a + I)$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพประกอบ 2.1 การควบคุมรายจ่ายของรัฐบาลเพื่อสร้างผลกระทบต่อรายได้ประชาชาติ

สามารถเพิ่มหรือลดขนาดของ G เพื่อจะทำให้ $Y^{\wedge}$ เคลื่อนเข้าสู่ $Y^{\#}$ ซึ่งเป็นเป้าหมายได้ โดยสมการเริ่มแรก

$$G_0 = (1 - b)Y^{\wedge} - a - I_0$$

ค่า G ซึ่งจะทำให้เกิด $Y^{\#}$ โดยที่ระดับการลงทุนเป็นอีกระดับหนึ่ง คือ

$$G = (1 - b)Y^{\#} - a - I_1$$

นำสมการแรกลบออกจากสมการหลัง จะได้

$$dG = (1 - b)dY - dI$$

เมื่อ

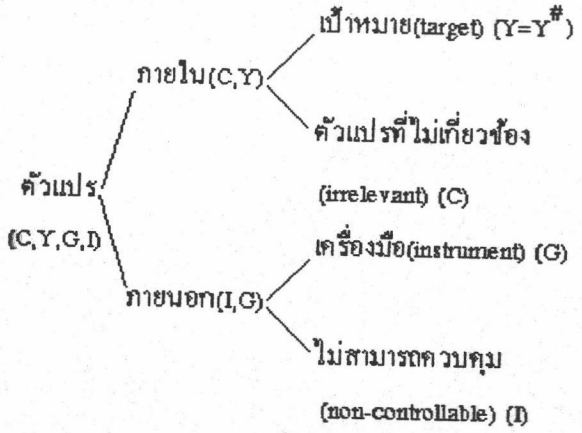
$$dY = (Y^{\#} - Y^{\wedge}) \text{ และ } dI = (I_1 - I_0)$$

จากผลที่ได้สามารถตั้งข้อสังเกตได้ว่า ถ้ารัฐบาลต้องการที่จะดำเนินนโยบายนี้ สิ่งที่ต้องทำมี 3 ประการ ซึ่งปรากฏในองค์ประกอบด้านขวามือ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงของการลงทุน
2. ความแตกต่างระหว่าง $Y^{\#}$ กับ $Y^{\wedge}$
3. ค่าของตัวสัมประสิทธิ์ความโน้มเอียงของการบริโภคส่วนเพิ่ม (b) ซึ่งค่าของ b นั้นขึ้นอยู่กับการกะประมาณโดยใช้วิธีการทางเศรษฐมิติ

ความแตกต่างของตัวแปรอาจจำแนกออกได้เป็นตัวแปรการลงทุนเป็นตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ ตัวแปรการบริโภคซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญ แต่เป็นตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง ดังนั้นในแบบจำลองนโยบายอาจแบ่งระดับของตัวแปรออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพประกอบ 2.2 การแบ่งระดับของตัวแปรในแบบจำลองนโยบาย

การขยายแบบจำลองออกไปอีก โดยเพิ่มสมการการลงทุน เพื่อที่จะได้เห็นการประยุกต์แบบจำลองได้มากขึ้น ดังนี้

$C = a + bY$ ตัวแปรภายใน Y, C, I

$I = I_0 + gr + hY$ ตัวแปรภายนอก G, r

$Y = C + I + G$ ตัวแปรเป้าหมาย $Y = Y^{\#}$, $I = I^{\#}$

ตัวแปรเครื่องมือ G, r

ตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ I_0

ตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง C

ระดับรายได้ ณ ดุลยภาพของแบบจำลองนี้ คือ

$$\hat{Y} = \frac{a + I + gr + G}{1 - b - h}$$

จัดรูปสมการและแทนค่า $Y = Y^{\#}$ และ $I = I^{\#}$ จะได้

$$G = (1 - b)Y^{\#} - I^{\#} - a$$

$$r = \frac{(I^{\#} - I_0) - hY^{\#}}{g}$$

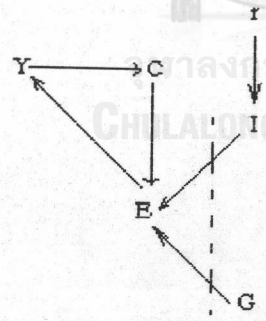
สามารถกล่าวได้ว่า สมการข้างต้นทั้งสองแสดงเป้าหมาย 2 เป้าหมาย $Y^{\#}$ และ $I^{\#}$ โดยมีเครื่องมือ 2 เครื่องมือ คือ G และ r

สมการข้างต้นสามารถแสดงได้ในรูปการเปลี่ยนแปลง คือ

$$dG = (1 - b)dY - dI$$

และ $$dr = \frac{dI - hdY}{g}$$

ในแบบจำลองนี้ผู้วางนโยบายจะต้องประมาณความแตกต่างของ $(Y^{\#} - \hat{Y})$ และ$(I^{\#} - \hat{I})$ และประมาณค่าตัวแปร 3 ตัว คือ b, h และ g ดังภาพประกอบ 2.3 ซึ่งแสดงความเป็นอิสระของเป้าหมาย $I^{\#}$ และ $Y^{\#}$



ภาพประกอบ 2.3 การควบคุมรายจ่ายของรัฐบาลเพื่อสร้างผลกระทบต่อรายได้ประชาชาติและการลงทุน

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมหรือเป้าหมายเศรษฐกิจให้เป็นไปตามต้องการได้โดยอาศัยการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือนโยบายที่สัมพันธ์กันในขนาดและทิศทางที่เหมาะสม โดยอาศัยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีลิเนียร์ออพติมัลคอนโทรล ดังนี้

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีลิเนียร์ออพติมัลคอนโทรล

รากฐานของทฤษฎีลิเนียร์ออพติมัลคอนโทรลมาจากความต้องการควบคุมกลไกการทำงานของเครื่องจักรกลในทางวิศวกรรม ต่อมานักเศรษฐศาสตร์ได้นำทฤษฎีนี้มาดัดแปลงเพื่อใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายควบคุมของภาครัฐ โดยหลักการของทฤษฎีมีอยู่ว่า "ภายใต้ข้อจำกัดของโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ขณะใดขณะหนึ่งทำอย่างไรที่จะควบคุมภาวการณ์ทางเศรษฐกิจให้มีความใกล้เคียงกับภาวะที่เราต้องการหรือเป็นไปตามที่เราตั้งเป้าหมายไว้ให้มากที่สุด" ผู้มีส่วนวางรากฐานทฤษฎีที่สำคัญได้แก่ Bellman R., Pontryagin L.S., Tinbergen J. (1970) และ Chow G.C. (1970, 1972, 1985) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Chow เป็นผู้พัฒนาทฤษฎีนี้อย่างสำคัญ และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในหมู่นักเศรษฐมิติ เนื่องจากทฤษฎีที่เขาพัฒนาขึ้นมาเป็นการวิเคราะห์ในลักษณะพลวัตร(dynamic) โดยนำเรื่องเวลาและความล่าของเวลา (time lagged) เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้การวิเคราะห์สมจริงมากขึ้น และยังมีความยืดหยุ่นต่อการประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากสามารถให้ความสำคัญต่อเป้าหมายของการควบคุมได้ดีกว่าโดยเปรียบเทียบกับวิธีอื่น

การหาค่าตัวแปรควบคุม Chow ทำการจำแนกสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแต่ละสมการของระบบสมการออกเป็น 4 ประเภทด้วยกัน คือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรภายใน(ตัวแปรเป้าหมาย) ตัวแปรภายในในอดีต ตัวแปรภายนอก(ตัวแปรควบคุม) และตัวแปรภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ และรวมผลของตัวแปรภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ให้ไปอยู่ในส่วนของค่าคงที่ก่อนที่จะนำมาคำนวณหาค่าตัวแปรควบคุมภายใต้สมมติฐานที่ว่า "ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมของส่วนผิดพลาด (disturbance term) เป็นศูนย์" ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมตริกซ์ของระบบสมการ

$$y_t = A + B\,y_{t-1} + C\,x_t + D\,z_t + U_t \qquad \text{_____(1)}$$

px1 px1 pxp px1 pxq qx1 pxr rx1 px1

ผลจากการรวมตัวแปรภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ให้ไปอยู่ในส่วนของค่าคงที่

$$y_t = A + B\,y_{t-1} + C\,x_t + U_t \qquad \text{_____(2)}$$

px1 px1 pxp px1 pxq qx1 px1

ภายใต้สมมติฐาน

$$E(U_t) = 0$$

$$E(U_t U_l) = 0 \quad ; t \neq l$$

เมื่อ y = endogeneous variable (target variables)

y_{t-1} = lagged endogeneous variables

x = controlled exogeneous variable (instrument variables)

z = uncontrolled exogeneous variables

B, C = matrix of coefficient

A = vector of constant

U = disturbance term

สำหรับการศึกษาในที่นี้ได้นำตัวแปรภายนอกที่ควบคุมไม่ได้เข้ามาทำการศึกษาในระบบสมการด้วย (ดังสมการที่ 1) เนื่องจากเห็นว่าตัวแปรดังกล่าวในระบบสมการที่สร้างขึ้นมีความสำคัญต่อตัวแปรเป้าหมายทางเศรษฐกิจเช่นกัน

การควบคุมภาวการณ์ทางเศรษฐกิจให้มีสภาพใกล้เคียงกับภาวะที่เราต้องการหรือตั้งเป้าหมายไว้ให้มากที่สุด เปรียบเสมือนการพยายามลดความผิดพลาดจากการควบคุมให้ได้มากที่สุด โดยวิธี minimize ฟังก์ชันของความแตกต่างดังกล่าว ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความผิดพลาดจากการควบคุม

$$e_t = y_t - a_t \qquad \text{_____(3)}$$

เมื่อ e = ส่วนผิดพลาดของตัวแปรเป้าหมายระหว่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริงกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้น

y = ค่าของตัวแปรเป้าหมายที่เกิดขึ้นจริง

a = ค่าของตัวแปรเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้น

เพื่อให้ความผิดพลาดจากการควบคุมมีค่าบวกน้อยที่สุด(ความแปรปรวนน้อยที่สุด) โดยการยกกำลังสองของความผิดพลาดดังกล่าว นอกจากนี้การศึกษาความอ่อนไหว (sensitive) ของตัวแปรควบคุม เมื่อให้น้ำหนักความสำคัญของตัวแปรเป้าหมายต่างๆกัน จำเป็นต้องอาศัยเมตริกซ์ถ่วงน้ำหนักเข้าร่วม เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนักดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็น positive semi-definite matrix (square matrix) ดังนี้

sum over targets ; $\sum e_t^2 = (y_t - a_t)' K (y_t - a_t)$

px1 px1 pxp px1 px1

$$= y_t' Ky_t - y_t' Ka_t - a_t' Ky_t + a_t' Ka_t$$

$$= y_t' Ky_t - 2y_t' Ka_t + a_t' Ka_t \qquad \text{_____(4)}$$

เมื่อ K = positive semi-definite matrix ซึ่งเป็น square matrix

ในการศึกษานี้

$$K = \frac{X_{a;t}}{X_{a;t-1}}$$

เมื่อ $X_{a,t}$ = ค่าซิมูเลทของตัวแปรเป้าหมายก่อนใช้เครื่องมือทางการเงินเพื่อควบคุมเป้าหมายของระบบเศรษฐกิจ ณ เวลา t

$X_{a,t-1}$ = ค่าซิมูเลทของตัวแปรเป้าหมายก่อนใช้เครื่องมือทางการเงินเพื่อควบคุมเป้าหมายของระบบเศรษฐกิจ ณ เวลา t-1

แทนค่าสมการ(1) ลงในสมการ(4)

$$\sum e_t^2 = (A + By_{t-1} + Cx_t + Dz_t)' K (A + By_{t-1} + Cx_t + Dz_t) - 2(A + By_{t-1} + Cx_t + Dz_t)' Ka_t + a_t' Ka_t$$

$$= (A' KA + A' KBy_{t-1} + A' KCx_t + A' KDz_t) + (y_{t-1}' B' KA + y_{t-1}' B' KBy_{t-1} + y_{t-1}' B' KCx_t + y_{t-1}' B' KDz_t) + (x_t' C' KA + x_t' C' KBy_{t-1} + x_t' C' Kcx_t + x_t' C' KDz_t) + (z_t' D' KA + z_t' D' KBy_{t-1} + z_t' D' KCx_t + z_t' D' KDz_t) - 2(A' Ka_t + y_{t-1}' B' Ka_t + x_t' C' Ka_t + z_t' D' Ka_t) + a_t' Ka_t$$

$$= A' KA + 2(A' KBy_{t-1} + x_t' C' KA + A' KDz_t) + y_{t-1}' B' KBy_{t-1} + 2(x_t' C' KBy_{t-1} + y_{t-1}' B' KDz_t) + x_t' C' KCx_t + 2x_t' C' KDz_t + z_t' D' KDz_t - 2(A' Ka_t + y_{t-1}' B' Ka_t + x_t' C' Ka_t + z_t' D' Ka_t) + a_t' Ka_t \quad \text{_____(5)}$$

การหาค่าตัวแปรควบคุมจากความผิดพลาดในการควบคุมน้อยที่สุด โดยการทำ Partial derivativeเทียบกับ x_t'

$$\frac{\partial \sum e_t^2}{\partial x_t} = 2C' KA + 2C' KBy_{t-1} + 2C' KCx_t + 2C' KDz_t - 2C' Ka_t = 0 \quad \text{_____(6)}$$

$$(C' KC)x_t = C' Ka_t - C' KA - C' KBy_{t-1} - C' KDz_t$$

$$x_t = (C' KC)^{-1} [C' Ka_t - C' KA - C' KBy_{t-1} - C' KDz_t] \quad \text{_____(7)}$$

นั่นคือ ค่า x_t (กำหนดให้เป็น $\tilde{x}_t$) จากสมการที่ (7) เป็นตัวแปรควบคุมหรือตัวแปรเครื่องมืออันจะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ($\tilde{y}_t$)

$$\tilde{y}_t = A + B\, y_{t-1} + C\, \tilde{x}_t + D\, z_t \quad \text{_____(8)}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University