บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

ในการศึกษานี้จะใช้แบบจำลองที่ทำการปรับปรุงโดยใส่สมการอรรถประโยชน์ที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภคใน 1 ช่วงเวลา และ 2 ช่วงเวลาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองพื้นฐาน โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังต่อไปนี้

1) การกำหนดรูปแบบของแบบจำลองต่างๆ
2) การแก้ปัญหาแบบจำลองพื้นฐาน
3) การแก้ปัญหาแบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภคใน 1 ช่วงเวลา และ 2 ช่วงเวลา
4) การอธิบายผลการวิเคราะห์

3.1 การกำหนดรูปแบบของแบบจำลองต่างๆ

3.1.1 แบบจำลองพื้นฐาน (Benchmark Model)

แบบจำลองพื้นฐานจะประกอบด้วยครัวเรือนและหน่วยธุรกิจ ดังนี้

ครัวเรือน (Household)

อรรถประโยชน์ (utility ; U) ของครัวเรือนมาจากการบริโภคสินค้าในปัจจุบันและอนาคต (consumption of goods ; c_t) การพักผ่อนในปัจจุบันและอนาคต (consumption of leisure ; $1-n_t$) โดยครัวเรือนจะแสวงหาอรรถประโยชน์สูงสุดในอนาคตภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถเขียนฟังก์ชันอรรถประโยชน์ข้ามช่วงเวลา (intertemporal utility function ; W) ได้ดังนี้

$$W = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, 1-n_t) \tag{3.1}$$

โดยที่ W คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ข้ามช่วงเวลา (intertemporal utility function)

E_t คือ ความคาดหวัง (expected operator) ณ ช่วงเวลา t

β คือ ปัจจัยคิดลด (discount factor)

$U(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (utility function)

c_t คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t

n_t คือ ชั่วโมงการทำงาน (work hour) ณ ช่วงเวลา t

$1-n_t$ คือ ชั่วโมงการพักผ่อน (consumption of leisure) ณ ช่วงเวลา t

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์จากสมการ (3.1) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของลอกการิธึมธรรมชาติ (ln) ได้ดังนี้

$$U(c_t, 1-n_t) = \ln(c_t) + \eta(1-n_t), \quad \eta > 0 \tag{3.2}$$

η คือ พารามิเตอร์แสดงอรรถประโยชน์จากการพักผ่อนที่เป็นบวก

ครัวเรือนมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณในคาบเวลาที่ t คือ

$$c_t + k_{t+1} = (1-\delta)k_t + w_t n_t + r_t k_t \tag{3.3}$$

โดยที่ c_t คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t

k_t คือ การสะสมทุน (capital) ณ ช่วงเวลา t

k_{t+1} คือ การสะสมทุน (capital) ณ ช่วงเวลา t+1

δ คือ อัตราการเสื่อมของทุน (depreciation rate)

n_t คือ ชั่วโมงการทำงาน (work hour) ณ ช่วงเวลา t

w_t คือ อัตราค่าจ้างที่แท้จริง (real wage rate)

r_t คือ ค่าเช่า หรือ อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (real interest rate)

หน่วยธุรกิจ (Firm)

หน่วยธุรกิจต้องการกำไรสูงสุด โดยให้ฟังก์ชันการผลิตเป็นแบบ constant return to scale

$$y_t = z_t k_t^{\alpha} n_t^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \tag{3.4}$$

หน่วยธุรกิจแสวงหากำไรสูงสุด โดยมีฟังก์ชันกำไร คือ

$$\pi_t = z_t k_t^{\alpha} n_t^{1-\alpha} - w_t n_t - r_t k_t \tag{3.5}$$

โดยที่ y_t คือ ระดับผลผลิตที่แท้จริง (real output)

k_t คือ ปัจจัยทุน (capital input) ณ ช่วงเวลา t

n_t คือ ปัจจัยแรงงาน (labour input) ณ ช่วงเวลา t

α คือ สัดส่วนปัจจัยทุน (capital share)

z_t คือ ผลิตภาพการผลิต (productivity)

π คือ กำไรที่แท้จริง (real profit)

w_t คือ ค่าจ้างที่แท้จริง (real wage rate)

r_t คือ อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (real interest rate)

จากที่ได้กล่าวไว้ว่า แหล่งของการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลันแบบคลาดเคลื่อนเชิงเฟ้นสุ่มนั้น คือ ผลิตภาพการผลิตนั่นเอง เราจะได้สมการการถดถอยอันดับที่ 1 (first order regressive) ดังนี้

$$z_t = (1-\rho)\bar{z} + \rho z_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (3.6)$$

โดยที่ $\varepsilon \sim i.i.d.N(0,\sigma_\varepsilon^2)$ และ $0 < \rho < 1$

3.1.2 แบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 1 ช่วงเวลา (One Period Model)

แบบจำลอง 1 ช่วงเวลา จะประกอบด้วยครัวเรือนและหน่วยธุรกิจ เช่นเดียวกับแบบจำลองพื้นฐาน แต่จะมีเพียงฟังก์ชันอรรถประโยชน์ข้ามช่วงเวลา (intertemporal utility function ; W) ที่แตกต่างกัน ซึ่งในกรณีของการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 1 ช่วงเวลา สามารถเขียนได้ดังนี้

$$W = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, c_{t-1}, 1-n_t) \qquad (3.7)$$

โดยที่ W คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ข้ามช่วงเวลา (intertemporal utility function)

E_t คือ ความคาดหวัง (expected operator) ณ ช่วงเวลา t

β คือ ปัจจัยคิดลด (discount factor)

$U(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (utility function)

c_t คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t

c_{t-1} คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t-1

n_t คือ ชั่วโมงการทำงาน (work hour) ณ ช่วงเวลา t

$1-n_t$ คือ ชั่วโมงการพักผ่อน (consumption of leisure) ณ ช่วงเวลา t

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์จากสมการ (3.7) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของลอกการิธึมธรรมชาติ (ln) ได้ดังนี้

$$U(c_t, c_{t-1}, 1-n_t) = \ln(c_t - b_1 c_{t-1}) + \eta(1-n_t) \text{ , } 0<b_1<1 \text{ และ } \eta>0 \qquad (3.8)$$

η คือ พารามิเตอร์แสดงอรรถประโยชน์จากการพักผ่อนที่เป็นบวก

b_1 คือ พารามิเตอร์แสดงอรรถประโยชน์ในช่วงเวลาปัจจุบันขึ้นอยู่กับการบริโภคในช่วงเวลา t-1

3.1.3 แบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 2 ช่วงเวลา (Two Period Model)

แบบจำลอง 2 ช่วงเวลา จะประกอบด้วยครัวเรือนและหน่วยธุรกิจ เช่นเดียวกับแบบจำลองพื้นฐาน แต่จะมีเพียงฟังก์ชันอรรถประโยชน์ข้ามช่วงเวลา (intertemporal utility function ; W) ที่แตกต่างกัน ซึ่งในกรณีของการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 2 ช่วงเวลา สามารถเขียนได้ดังนี้

$$W = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, c_{t-1}, c_{t-2}, 1-n_t) \qquad (3.9)$$

โดยที่ W คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ข้ามช่วงเวลา (intertemporal utility function)

E_t คือ ความคาดหวัง (expected operator) ณ ช่วงเวลา t

β คือ ปัจจัยคิดลด (discount factor)

$U(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (utility function)

c_t คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t

c_{t-1} คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t-1

c_{t-2} คือ การบริโภคสินค้า (consumption of goods) ณ ช่วงเวลา t-2

n_t คือ เวลาการทำงาน (work hour) ณ ช่วงเวลา t

$1-n_t$ คือ เวลาการพักผ่อน (consumption of leisure) ณ ช่วงเวลา t

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์จากสมการ (3.9) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของลอกการิธึมธรรมชาติ (ln) ได้ดังนี้

$$U(c_t, c_{t-1}, c_{t-2}, 1-n_t) = \ln(c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2}) + \eta(1-n_t) \text{ , } \qquad (3.10)$$

$$0<b_1+b_2<1 \text{ และ } \eta>0$$

η คือ พารามิเตอร์แสดงอรรถประโยชน์จากการพักผ่อนที่เป็นบวก

b_1 คือ พารามิเตอร์แสดงอรรถประโยชน์ในช่วงเวลาปัจจุบันขึ้นอยู่กับการบริโภคในช่วงเวลา t-1

b_2 คือ พารามิเตอร์แสดงอรรถประโยชน์ในช่วงเวลาปัจจุบันขึ้นอยู่กับการบริโภคในช่วงเวลา t-2

3.2 การแก้ปัญหาแบบจำลองพื้นฐาน

3.2.1 การหาจุดสูงสุดของสมการโดยการหาเงื่อนไขอันดับแรก (first order condition)

เราจะทำการหาอรรถประโยชน์สูงสุดของครัวเรือนภายใต้ข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ โดยการหาเงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ c_t , n_t , k_{t+1} เพื่อหาจุดสูงสุด

จากแบบจำลองพื้นฐาน เราสามารถสร้างลากรานเจียนฟังก์ชันได้ดังนี้

$$L = E_t[\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t[\ln(c_t)+\eta(1-n_t)]+\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\lambda_t[(1-\delta)k_t+w_tn_t+r_tk_t-c_t-k_{t+1}]] \tag{3.11}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ c_t

$$\frac{\partial L}{\partial c_t}=\beta^t\frac{1}{c_t}-\beta^t\lambda_t=0 \tag{3.12}$$

จะได้ $$\frac{1}{c_t}=\lambda_t \tag{3.13}$$

โดยสามารถเขียนในรูปแบบสมการสัญญลักษณ์ คือ

$$U_{c,t}(c_t,1-n_t)=\lambda_t$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ n_t

$$\frac{\partial L}{\partial n_t}=-\beta^t\eta+\beta^t\lambda_tw_t=0 \tag{3.14}$$

แทนค่า $\frac{1}{c_t}=\lambda_t$ จะได้

$$\eta = \frac{w_t}{c_t} \tag{3.15}$$

โดยสามารถเขียนในรูปแบบสมการสัญญลักษณ์ คือ

$$U_{n,t}(c_t,1-n_t)+U_{c,t}(c_t,1-n_t)w_t = 0$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ k_{t+1}

$$\frac{\partial L}{\partial k_{t+1}} = -\beta^t \lambda_t + \beta^{t+1} E_t[\lambda_{t+1}[(1-\delta)+r_{t+1}]] = 0 \tag{3.16}$$

จากสมการ (3.13) ให้ช่วงเวลาผ่านไป 1 คาบเวลาจะได้ว่า

$$\frac{1}{c_{t+1}} = \lambda_{t+1} \tag{3.17}$$

แทนค่า λ_t และ λ_{t+1} ในสมการ (3.16) จะได้

$$\frac{1}{c_t} = \beta E_t[\frac{1}{c_{t+1}}(1-\delta+r_{t+1})] \tag{3.18}$$

สมการ (3.18) สามารถเขียนในรูปแบบสมการสัญญลักษณ์ คือ

$$U_{c,t}(c_t,1-n_t) - \beta E_t[U_{c,t+1}(c_{t+1},1-n_{t+1})(1-\delta+r_{t+1})] = 0$$

จากฟังก์ชันกำไร ของหน่วยธุรกิจ คือ

$$\pi_t = z_t k_t^{\alpha} n_t^{1-\alpha} - w_t n_t - r_t k_t$$

ซึ่งหน่วยธุรกิจต้องการแสวงหากำไรสูงสุดโดยการเลือกแรงงานและทุน เงื่อนไขอันดับแรกเพื่อหากำไรสูงสุดเป็นดังนี้

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ n_t

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial n_t} = (1-\alpha) z_t k_t^{\alpha} n_t^{-\alpha} - w_t = 0 \tag{3.19}$$

จะได้ $w_t = (1-\alpha) z_t k_t^{\alpha} n_t^{-\alpha}$ (3.20)

หรือ $w_t = (1-\alpha)\dfrac{y_t}{n_t}$ (3.21)

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ k_t

$$\frac{\partial \pi_t}{\partial k_t} = \alpha z_t k_t^{\alpha-1} n_t^{1-\alpha} - r_t = 0 \tag{3.22}$$

จะได้ $r_t = \alpha z_t k_t^{\alpha-1} n_t^{1-\alpha}$ (3.23)

หรือ $r_t = \alpha \dfrac{y_t}{k_t}$ (3.24)

แทนค่า w_t จากสมการ (3.21) ลงในสมการ (3.15) จะได้

$$\eta = (1-\alpha)\frac{y_t}{c_t n_t} \tag{3.25}$$

เมื่อได้จุดสูงสุดโดยการหาเงื่อนไขอันดับแรกของสมการต่างๆในแบบจำลองแล้วในขั้นตอนต่อไปเราจะหาสภาวะคงที่ของสมการ

3.2.2 การหาสภาวะคงที่ของสมการ (steady state condition)

ขั้นตอนต่อจากการหาเงื่อนไขอันดับแรกของสมการต่างๆแล้ว เราจะต้องทำการหาสภาวะคงที่ของสมการต่างๆ ที่ได้ข้างต้นโดยที่จะไม่นำเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆในสมการ ดังนี้

จากสมการ (3.18) จะได้

$$\frac{1}{\bar{c}} = \beta \frac{1}{\bar{c}}(1-\delta+\bar{r}) \tag{3.26}$$

$$\bar{r} = \frac{1}{\beta} - (1-\delta) \tag{3.27}$$

ซึ่งสมการ (3.27) ก็คือ ค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของอัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง

จากสมการ (3.25) จะได้

$$\eta = (1-\alpha)\frac{\bar{y}}{\bar{n}}\frac{1}{\bar{c}} \tag{3.28}$$

หลังจากที่เราได้ค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของอัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง ($\bar{r}$) เราสามารถหาค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของการสะสมทุนทุน หรือ $\bar{k}$ ได้จากสมการ (3.24)

ในสภาวะคงที่ สมการ (3.24) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\bar{r} = \alpha\frac{\bar{y}}{\bar{k}} \tag{3.29}$$

แต่ $\bar{r} = \frac{1}{\beta} - (1-\delta)$ ดังนั้นเมื่อแทนในสมการ (3.29) จะได้ว่า

$$\frac{1}{\beta} - (1-\delta) = \alpha\frac{\bar{y}}{\bar{k}} \tag{3.30}$$

และจากฟังก์ชั่นการผลิตในสมการ (3.4) เมื่ออยู่ในสภาวะคงที่ (steady state) เราสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\bar{y} = \bar{z}\bar{k}^{\alpha}\bar{n}^{1-\alpha} \tag{3.31}$$

เมื่อนำสมการ (3.31) แทนลงในสมการ (3.30) จะได้

$$\frac{1}{\beta} - (1-\delta) = \alpha\bar{z}\bar{k}^{\alpha-1}\bar{n}^{1-\alpha} \tag{3.22}$$

ซึ่งจะได้ค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของการสะสมทุน ($\bar{k}$) คือ

$$\bar{k} = \left[\frac{\frac{1}{\beta} - 1 + \delta}{\alpha\bar{z}}\right]^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{n} \tag{3.33}$$

ในระบบเศรษฐกิจแบบปิด ผลผลิตจะเท่ากับการบริโภคและการลงทุน

$$y_t = c_t + i_t \tag{3.34}$$

และ การลงทุน คือ

$$i_t = k_{t+1} + (1-\delta)k_t \tag{3.35}$$

ดังนั้น ในสภาวะคงที่ (steady state) สมการ (3.34) และ สมการ (3.35) จะเขียนได้ว่า

$$\bar{y} = \bar{c} + \bar{i} \qquad (3.36)$$

และ

$$\bar{i} = \delta \bar{k} \qquad (3.37)$$

ดังนั้น

$$\bar{c} = \bar{y} - \delta \bar{k} \qquad (3.38)$$

จากค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของตัวแปรข้างต้น จะได้นำไปใส่ไว้ในโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณผลต่อไป

3.2.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ (parameter) และค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของผลิตภาพการผลิต ($\bar{z}$) และแรงงาน ($\bar{n}$)

ขั้นตอนนี้เราจะนำชุดสมการต่างๆที่ได้จากการหาสภาวะคงที่ในข้อ 3.2.2 ไปใส่ไว้ในโปรแกรมการคำนวณทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ดีจะเห็นได้ว่าสมการในสภาวะคงที่ (steady state) ของตัวแปรต่างประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ (parameter) โดยค่าพารามิเตอร์ (parameter) นี้ได้มาจากข้อมูลพื้นฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งแต่ละตัวจะมีค่าดังนี้

$\beta = 1.03^{-0.25}$

$\alpha = 0.40$

$\delta = 0.019$

$\rho = 0.95$

สำหรับค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของผลิตภาพการผลิต ($\bar{z}$) และแรงงาน ($\bar{n}$) จะมีค่าดังนี้

$\bar{z} = 1.00$ คือ การเพิ่มขึ้นของผลิตภาพการผลิต 1 หน่วย (impulse of a technology shock)

$\bar{n} = 0.31$ คือ เวลาที่แรงงานจะเลือกทำงาน เท่ากับ 1 ใน 3 ของวัน หรือ 8 ชั่วโมง

3.2.4 การแก้แบบจำลองโดยวิธีอันดีเทอร์มีนด์ โคเอฟฟิเชียน (Undetermined Coefficient Method) ของ Christiano

การแก้แบบจำลองโดยใช้วิธีอันดีเทอร์มีนด์ โคเอฟฟิเชียน (Undetermined Coefficient Method) ของ Christiano นั้น จะเริ่มต้นขบวนการโดยที่จะต้องใส่ค่าพารามิเตอร์ (parameter) และค่าสภาวะคงที่ (steady state) ของแต่ละตัวแปรลงในโปรแกรม จากนั้นจะทำการแก้แบบจำลองโดยการทำ Linearization สมการเงื่อนไขอันดับแรก (first order condition ; FOC) คือ สมการ (3.15)

และ (3.18) หลังจากนั้นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์จะนำเอาสมการ FOC ที่ทำการ Linearization แล้ว มาแก้หาค่าการตัดสินใจในการเลือกทำงานและการเลือกสะสมทุน (decision rules in labor and capital) แล้วจึงทำการ simulate แบบจำลอง และดูผลการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต การบริโภค แรงงาน และการสะสมทุน เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพการผลิต 1 หน่วย (impulse response of a technology shock) ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นจะแสดงเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการเบี่ยงเบนไปจากสภาวะคงที่ของผลผลิต การบริโภค แรงงาน การสะสมทุน กับระยะเวลาหลังจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านผลิตภาพการผลิต

3.3 การแก้ปัญหาแบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 1 ช่วงเวลา และ 2 ช่วงเวลา

การแก้ปัญหาแบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 1 ช่วงเวลา และ 2 ช่วงเวลานั้น จะดำเนินการตามขั้นตอนการหาจุดสูงสุดของสมการโดยการหาเงื่อนไขอันดับแรกและการหาสภาวะคงที่ของสมการ การกำหนดค่าพารามิเตอร์และนำชุดสมการในสภาวะคงที่ใส่ไว้ในโปรแกรม เช่นเดียวกับแบบจำลองพื้นฐาน ซึ่งโปรแกรมจะเริ่มดำเนินการให้ตั้งแต่ส่วนของการทำ Linearization เป็นต้นไป ตามด้วยการแก้ปัญหาและประมวลผล โดยวิธีอันดีเทอร์มีนด์ โคเอฟฟิเชียน (Undetermined Coefficient Method) ของ Christiano และการsimulate แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลจากการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพการผลิต 1 หน่วย จะแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการเบี่ยงเบนไปจากสภาวะคงที่ของผลผลิต การบริโภค แรงงาน การสะสมทุน กับระยะเวลาหลังจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านผลิตภาพการผลิต เช่นเดียวกันกับแบบจำลองพื้นฐาน

สำหรับการหาเงื่อนไขอันดับแรกและสภาวะคงที่ของชุดสมการในแบบจำลองอีก 2 แบบนั้น สามารถเขียนในรูปแบบของสมการสัญลักษณ์ แสดงได้ดังนี้

3.3.1 แบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 1 ช่วงเวลา

จากลากรานเจียนฟังก์ชั่น

$$L = E_t\left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\ln(c_t - b_1 c_{t-1}) + \eta(1-n_t)] + \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t [(1-\delta)k_t + w_t n_t + r_t k_t - c_t - k_{t+1}]\right] \tag{3.39}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ c_t จะได้

$$U_{c,t}(c_t - b_1 c_{t-1}, 1-n_t) + \beta U_{c,t}(c_{t+1} - b_1 c_t, 1-n_{t+1}) = \lambda_t \tag{3.40}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ n_t จะได้

$$U_{n,t}(c_t - b_1 c_{t-1}, 1-n_t) + U_{c,t}(c_t - b_1 c_{t-1}, 1-n_t) w_t + \beta U_{c,t}(c_{t+1} - b_1 c_t, 1-n_{t+1}) w_t = 0 \tag{3.41}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ k_{t+1} จะได้

$$E_t \begin{bmatrix} U_{c,t}(c_t - b_1 c_{t-1}, 1-n_t) \\ + \beta U_{c,t}(c_{t+1} - b_1 c_t, 1-n_{t+1}) \\ - \beta U_{c,t+1}(c_{t+1} - b_1 c_t, 1-n_{t+1})(1-\delta+r_{t+1}) \\ - \beta^2 U_{c,t+1}(c_{t+2} - b_1 c_{t+1}, 1-n_{t+2})(1-\delta+r_{t+1}) \end{bmatrix} = 0 \tag{3.42}$$

ณ สภาวะคงที่

$$\bar{k} = \left[\frac{\bar{R} - 1 + \delta}{\alpha \bar{z}}\right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \bar{n} \tag{3.43}$$

และ

$$\eta = \frac{(1-\alpha)(\bar{z}\bar{k}^{\alpha}\bar{n}^{-\alpha})}{(\bar{z}\bar{k}^{\alpha}\bar{n}^{1-\alpha} - \delta\bar{k})} \cdot \frac{(1-b_1\beta)}{(1-b_1)} \tag{3.44}$$

3.3.2 แบบจำลองที่มีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภค 2 ช่วงเวลา

จากลากรานเจียนฟังก์ชั่น

$$L = E_t \begin{bmatrix} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\ln(c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2}) + \eta(1-n_t)] \\ + \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t [(1-\delta)k_t + w_t n_t + r_t k_t - c_t - k_{t+1}] \end{bmatrix} \tag{3.45}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ c_t จะได้

$$\begin{aligned} &U_{c,t}(c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2}, 1-n_t) + \beta U_{c,t}(c_{t+1} - b_1 c_t - b_2 c_{t-1}, 1-n_{t+1}) \\ &+ \beta^2 U_{c,t}(c_{t+2} - b_1 c_{t+1} - b_2 c_t, 1-n_{t+2}) = \lambda_t \end{aligned} \tag{3.46}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ n_t จะได้

$$\begin{aligned} &U_{n,t}(c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2}, 1-n_t) + U_{c,t}(c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2}, 1-n_t)w_t \\ &+ \beta U_{c,t}(c_{t+1} - b_1 c_t - b_2 c_{t-1}, 1-n_{t+1})w_t \\ &+ \beta^2 U_{c,t}(c_{t+2} - b_1 c_{t+1} - b_2 c_t, 1-n_{t+2})w_t = 0 \end{aligned} \tag{3.47}$$

เงื่อนไขอันดับแรกเทียบกับ k_{t+1} จะได้

$$E_t \begin{bmatrix} U_{c,t}(c_t - b_1 c_{t-1} - b_2 c_{t-2}, 1-n_t) \\ + \beta U_{c,t}(c_{t+1} - b_1 c_t - b_2 c_{t-1}, 1-n_{t+1}) \\ + \beta^2 U_{c,t}(c_{t+2} - b_1 c_{t+1} - b_2 c_t, 1-n_{t+2}) \\ - \beta U_{c,t+1}(c_{t+1} - b_1 c_t - b_2 c_{t-1}, 1-n_{t+1})(1-\delta+r_{t+1}) \\ - \beta^2 U_{c,t+1}(c_{t+2} - b_1 c_{t+1} - b_2 c_t, 1-n_{t+2})(1-\delta+r_{t+1}) \\ - \beta^3 U_{c,t+1}(c_{t+3} - b_1 c_{t+2} - b_2 c_{t+1}, 1-n_{t+3})(1-\delta+r_{t+1}) \end{bmatrix} = 0 \tag{3.48}$$

ณ สภาวะคงที่

$$\bar{k} = \left[\frac{\bar{R} - 1 + \delta}{\alpha \bar{z}}\right]^{\frac{1}{\alpha - 1}} \bar{n} \tag{3.49}$$

และ

$$\eta = \frac{(1-\alpha)(\bar{z}\bar{k}^{\alpha}\bar{n}^{-\alpha})}{(\bar{z}\bar{k}^{\alpha}\bar{n}^{1-\alpha} - \delta\bar{k})} \cdot \frac{(1 - b_1\beta - b_2\beta^2)}{(1 - b_1 - b_2)} \tag{3.50}$$

3.4 การอธิบายผลการวิเคราะห์

สิ่งที่ได้จากการประมวลผล จะแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการเบี่ยงเบนไปจากสภาวะคงที่ของผลผลิต การบริโภค แรงงาน การสะสมทุน กับระยะเวลาหลังจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านผลิตภาพการผลิต เราจะต้องนำผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองทั้ง 3 แบบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร การยึดติดในพฤติกรรมการบริโภคมีผลกระทบต่อสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างไรบ้าง และหากมีการยึดติดในพฤติกรรมการบริโภคที่มากขึ้นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงด้านผลิตภาพการผลิตมากเพิ่มขึ้นหรือลดลงมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป