บทที่ 4
ระเบียบวิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยนำเสนอระเบียบและวิธีการศึกษา ดังนี้

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มีลักษณะเป็นข้อมูลแบบพาแนล (Panel Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา (Time Series Data) และข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data) ร่วมกัน ดังนั้น ข้อมูลจึงประกอบด้วย ข้อมูลรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503-2552 จาก 106 ประเทศทั่วโลก โดยเก็บรวบรวมจาก Penn World Table Version 7.0 และ World development Indicators มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากร ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 (GDP per capita at constant price) จาก Penn World Table Version 7.0

2. ข้อมูลสัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working-Age Population) คือ ร้อยละของประชากรที่มีอายุ 15-64 ปีจากจำนวนประชากรทั้งหมด จาก World Development Indicators

3. ข้อมูลสัดส่วนประชากรเด็ก (Youth Dependency Population) คือ ร้อยละของประชากรที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีต่อประชากรวัยทำงาน จาก World Development Indicators

4. ข้อมูลสัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ (Elderly Dependency Population) คือ ร้อยละของประชากรที่มีอายุมากกว่า 64 ปีต่อประชากรวัยทำงาน จาก World Development Indicators

โดยการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Full คือ กลุ่มประเทศตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 106 ประเทศ กลุ่มตัวอย่าง LI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำ (Low Income) ประกอบไปด้วย 24 ประเทศ กลุ่มตัวอย่าง LMI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับล่าง (Lower Middle Income) ประกอบไปด้วย 26 ประเทศ กลุ่มตัวอย่าง UMI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับสูง (Upper Middle Income) ประกอบไปด้วย 25 ประเทศ และกลุ่มตัวอย่าง HI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ระดับสูง (High Income) ประกอบไปด้วย 31 ประเทศ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานี้เลือกใช้แบบจำลองของ Lindh and Malmberg (1999) โดยแบบจำลองดังกล่าวใช้พื้นฐานจากแบบจำลองของ Mankiw, Romer and Weil (1992) ซึ่งเชื่อว่าทุนมนุษย์เกิดจากการลงทุนในการศึกษา ทั้งนี้ในระดับเศรษฐศาสตร์จุลภาคนั้น ประสบการณ์ คือตัวแปรสำคัญต่อทุนมนุษย์ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในแบบจำลองของจึงประกอบด้วยปัจจัยการผลิต 3 ชนิด ได้แก่ ทุนทางกายภาพ ทุนการศึกษา และเทคโนโลยี นอกจากนั้นยังมีการพิจารณาโครงสร้างอายุประชากร (Age Structure : N)

โครงสร้างอายุประชากร

$$N = \prod_i n_i^{a_i} \tag{4.1}$$

โดยที่ n_i คือ สัดส่วนประชากรในกลุ่มอายุ i

ฟังก์ชันการผลิต

แสดงในรูปฟังก์ชันการผลิตของ Cobb-Douglas แสดงได้ดังนี้

$$y = Ak^{\alpha}(hN)^{\beta} \qquad 0<\alpha<1, 0<\beta<1 \text{ และ } 0<\alpha+\beta<1 \tag{4.2}$$

โดยที่ y คือ ผลผลิตต่อแรงงาน (Output Per Worker)

k คือ ทุนกายภาพต่อแรงงาน (Physical Capital Per Worker)

h คือ ทุนการศึกษาต่อแรงงาน (Education Per Worker)

A คือ ระดับเทคโนโลยี (Technology Level)

N คือ โครงสร้างอายุประชากร (Age Structure)

สมการพลวัตร (Dynamic Equation)

$$\dot{k} = s_k y - (\delta_k + w)k \tag{4.3}$$

$$\dot{h} = s_h y - (\delta_h + w)h \tag{4.4}$$

$$\dot{A} = \gamma\left(A^{*} - A\right) \tag{4.5}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ δ_k และ δ_h คือ ค่าเสื่อมของปัจจัยทุนกายภาพและทุนการศึกษา

w คือ อัตราการเจริญเติบโตของแรงงาน (Growth Rate of Workforce)

γ คือ ช่องว่างผลิตภาพเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสุดและเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

สถานะคงตัว (Steady State)

$$h^* = \left[\frac{sAN^{\beta}}{(\delta + w)}\right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} = k^* \tag{4.6}$$

โดยที่ k^* และ h^* คือ ทุนกายภาพและทุนมนุษย์ ณ สถานะคงตัว

s คือ อัตราการออมโดยถูกสมมติให้ $s = s_k = s_h$

δ คือ อัตราค่าเสื่อมโดยถูกสมมติให้ $\delta = \delta_k = \delta_h$

สัดส่วนของอัตราการเจริญเติบโตในระบบเศรษฐกิจ ณ การเปลี่ยนถ่ายสู่สถานะคงที่

(Proportional Growth Rate for an Economy in Transition to the Steady State)

เมื่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ คือ

$$\frac{d\ln y}{dt} = \lambda\left(\ln y^* - \ln y\right) + \mu \tag{4.7}$$

โดยที่ μ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน และ $\lambda = \tilde{\gamma}(\delta + w)(1-\alpha-\beta)$ ซึ่งเมื่อแทนค่าแล้วและหารด้วย $\Gamma = \tilde{\gamma}(\delta + w)$ จะได้สมการการเจริญเติบโตพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

$$\frac{g}{\Gamma} = \ln A^* + (\alpha+\beta)\left[\ln s - \ln(\delta + w)\right] - (1-\alpha-\beta)\ln y + \beta \ln N + \frac{u}{\Gamma} \tag{4.8}$$

โดยที่ g คือ อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

Γ คือ ผลกระทบความแตกต่างกันทางระบบเศรษฐกิจและเวลาต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

N คือ โครงสร้างอายุประชากร (Age Structure)

s คือ อัตราการออม

δ คือ อัตราค่าเสื่อม

w คือ อัตราการเจริญเติบโตของแรงงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Work-Force Growth)

A คือ ระดับเทคโนโลยี

4.3 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยกำหนดให้

$\ln(GDP)_{it}$ คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548

$\ln(working)_{it}$ คือ สัดส่วนประชากรวัยทำงานต่อประชากรทั้งหมด

$\ln(YD)_{it}$ คือ สัดส่วนประชากรวัยเด็กต่อประชากรวัยทำงาน

$\ln(ED)_{it}$ คือ สัดส่วนประชากรวัยสูงอายุต่อประชากรวัยทำงาน

โดยที่ i = 1,2,…,106 และ t = 1,2,…,49

4.3.1 การทดสอบยูนิทรูท (Unit Root) เป็นการทดสอบตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาว่ามีลักษณะนิ่ง (Integrated of Order 0 : I(0)) หรือ ไม่นิ่ง (Integrated of Order d : I(d) > 0) โดยการทดสอบนี้จะเป็นส่วนสำคัญสำหรับการออกแบบการศึกษาในขั้นตอนต่อไป สำหรับวิธีการทดสอบพาแนลยูนิทรูทในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ วิธี Im, Pesaran and Shin (IPS) Panel Unit Root Test และวิธี Fisher Type Test Panel Unit Root Test โดยใช้ ADF สมการที่ใช้ในการทดสอบ คือ พิจารณาจากสมการ Augmented Dickey-Fuller (ADF)ของแต่ละตัวแปรดังนี้

$$\Delta \ln(GDP)_{it} = \delta \ln(GDP)_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta \ln(GDP)_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (4.9)$$

$$\Delta \ln(working)_{it} = \delta \ln(working)_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta \ln(working)_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (4.10)$$

$$\Delta \ln(YD)_{it} = \delta \ln(YD)_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta \ln(YD)_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (4.11)$$

$$\Delta \ln(ED)_{it} = \delta \ln(ED)_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta \ln(ED)_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (4.12)$$

โดยที่ Δ คือ ผลต่างลำดับที่ 1(First-Order Difference)

p_i คือ จำนวน Lag Order สำหรับพจน์ผลต่าง (Difference Term)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

d_{mt} คือ ตัวแสดงลักษณะตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ $d_{1t} = \{empty\ set\}$, $d_{2t} = \{1\}$ และ $d_{3t} = \{1, t\}$

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

1. วิธี Im, Pesaran and Shin Test

วิธี IPS Test (Im, Pesaran and Shin Test) ทดสอบโดยใช้ Augmented Dickey – Fuller (ADF) ในการทดสอบ โดยมีค่า ρ ของแต่ละหน่วยภาคตัดขวางที่แตกต่างกัน การทดสอบพาแนลยูนิทรูทด้วยวิธี IPS Test จะทำการทดสอบยูนิทรูข้อมูลอนุกรมเวลาของแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง แล้วสรุปผลรวมสำหรับการทดสอบพาแนลยูนิทรูท สมการ ADF แสดงได้ ดังนี้

$$\bar{t} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} t_{\rho_i} \tag{4.13}$$

โดยที่ $\bar{t}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติ t -Statistic สำหรับ ρ_i

t_{ρ_i} คือ ค่าสถิติ t -Statistic ของแต่ละหน่วย

ดังนั้น ค่าสถิติ t -Statistic ในการทดสอบวิธี IPS Test มีค่าดังสมการต่อไปนี้

$$t_{IPS} = \frac{\sqrt{N}\left(\bar{t} - \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} E\left[t_{iT} \middle| \rho_i = 0\right]\right)}{\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \mathrm{var}\left[t_{iT} \middle| \rho_i = 0\right]}} \Rightarrow N(0,1) \tag{4.14}$$

โดยที่ t_{IPS} คือ W *-Statistic*

สมมติฐานการทดสอบ คือ

$H_0 : \rho_i = 0$ สำหรับทุก i

$H_1 : \{\rho_i = 0$ สำหรับ $i = 1, 2, ..., N_1$

$\{\rho_i < 0$ สำหรับ $i = N_1 + 1, N_1 + 2, ..., N$

ถ้า t_{IPS} มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท แต่ถ้า t_{IPS} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. วิธี Fisher type test โดยใช้ ADF test

Fisher's (P) Test เป็นการทดสอบโดยการรวมค่า p – Value จากการทดสอบยูนิทรูทในแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง (i) เพื่อที่จะทดสอบยูนิทรูทในข้อมูลพาแนล

$$P = -2\sum_{i=1}^{N} \ln p_i \tag{4.15}$$

โดยที่ p_i ($i = 1, 2, ..., N$) คือค่า p- value ของการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลภาคตัดขวาง i จากข้อมูลภาคตัดขวางทั้งหมด N เป็นตัวแปรอิสระที่มี $U(0,1)$ ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi-Squared: χ^2) และมีองศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) เท่ากับ 2N

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบมี 2 ทาง คือ

ทางที่ 1 ค่า Inverse Normal Test

$$Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^{N} \Phi^{-1}(p_i) \tag{4.16}$$

โดยที่ Φ คือ ฟังก์ชั่นการแจกแจงปกติมาตรฐาน

$o \le p_i \le 1, \Phi^{-1}(p_i)$ คือ ตัวแปรสุ่ม

$T_i \to \infty$ สำหรับทุกๆ $i, z \to N(0,1)$

ทางที่ 2 คือ การทดสอบค่า logit

$$L = \sum_{i=1}^{N} \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) \tag{4.17}$$

โดยที่ $\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$ มีการกระจายที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากับ $\pi^3/3$ และ $T_i \to \infty$ สำหรับทุกๆ i จะได้ค่า $\sqrt{m}L \Rightarrow t_{5N+4}$ โดยที่ $m = \frac{3(5N+4)}{\pi^2 N(5N+2)}$

สมมติฐานการทดสอบพาแนลยูนิทรูท คือ

$$H_0 : \rho_i = 1$$

$$H_1 : \rho_i < 1$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น ถ้าค่าสถิติที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท แต่ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

4.3.2 การทดสอบการร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegration Test)

หลังจากการทดสอบพาแนลยูนิทรูทของข้อมูลแต่ละตัวแปรแล้วเมื่อข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งที่ระดับ Level I(0) เราสามารถทดสอบความสัมพันธ์ในระยะยาว (Long-Run Relationship) ของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและตัวแปรสัดส่วนประชากรในแต่ละช่วงอายุ (สัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working), สัดส่วนประชากรวัยเด็ก (YD), สัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ (ED)) ว่าจะมีการปรับตัวสู่ดุลยภาพในระยะยาวหรือไม่ด้วยด้วยวิธีการทดสอบการร่วมไปด้วยกัน (Panel Cointegration Tests) ได้แก่ การทดสอบตามวิธีของ Kao และวิธีการทดสอบของ Pedroni โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชันแบบ Kao (Kao Test)

Kao (1999) ได้เสนอการทดสอบยูนิทรูทด้วยวิธี DF และADF สำหรับส่วนที่เหลือ (e_{it}) เพื่อทดสอบการร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegration)

พิจารณาแบบจำลอง (Panel Regression Model) ของแต่ละตัวแปร ดังนี้

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha + \beta_i \ln(working)_{it} + e_{it} \tag{4.18}$$

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha + \beta_i \ln(YD)_{it} + e_{it} \tag{4.19}$$

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha + \beta_i \ln(ED)_{it} + e_{it} \tag{4.20}$$

โดยที่ตัวแปร $\ln(GDP)_{it}, \ln(working)_{it}$, $\ln(YD)_{it}$ และ $\ln(ED)_{it}$ มีลักษณะข้อมูลเป็น I(1)

สำหรับการทดสอบด้วยวิธี DF Test คำนวณจาก Fixed Effects Residual

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{it-1} + v_{it} \tag{4.21}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการประมาณค่า ρ และค่าสถิติ t-statistic สามารถประมาณค่าได้จากสมการต่อไปนี้

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2}^{T}\hat{e}_{it}\hat{e}_{it-1}}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2}^{T}\hat{e}_{it}^2} \tag{4.22}$$

และ

$$t_{\rho} = \frac{(\hat{\rho}-1)\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2}^{T}\hat{e}_{it-1}^2}}{s_e} \tag{4.23}$$

ภายใต้สมมติฐานหลักว่าไม่มีการร่วมไปด้วยกัน (No Cointegration) Kao ได้สร้างสถิติ DF ในการทดสอบจำนวน 4 การทดสอบ คือ

$$DF_{\rho} = \frac{T\sqrt{N}(\hat{\rho}-1)+3\sqrt{N}}{10.2} \tag{4.24}$$

$$DF_t = \sqrt{1.25}t_{\rho} + \sqrt{1.875N} \tag{4.25}$$

$$DF_{\rho}^{*} = \frac{\sqrt{N}T(\hat{\rho}-1)+3\sqrt{N}\hat{\sigma}_{\upsilon}^2/\hat{\sigma}_{0\upsilon}^2}{\sqrt{3+36\hat{\sigma}_{\upsilon}^4/5\hat{\sigma}_{0\upsilon}^4}} \tag{4.26}$$

$$DF_t^{*} = \frac{t_{\rho}+\sqrt{6N}\hat{\sigma}_{\upsilon}^2/(2\hat{\sigma}_{0\upsilon}^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{0\upsilon}^2/(2\hat{\sigma}_{\upsilon}^2)+3\hat{\sigma}_{\upsilon}^2/10\hat{\sigma}_{0\upsilon}^2}} \tag{4.27}$$

สำหรับการทดสอบแบบ ADF นั้น พิจารณาจากสมการต่อไปนี้

$$\hat{e}_{it} = \rho\hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^{p}\vartheta_j\Delta\hat{e}_{it-j} + \nu_{itp} \tag{4.28}$$

โดยมีสมมติฐานหลัก คือ ไม่มีการร่วมไปด้วยกัน (No Cointegration)

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$ADF = \frac{t_{ADF} + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_{\nu}}{2\hat{\sigma}_{0\nu}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2_{0\nu}}{2\hat{\sigma}^2_{\nu}} + \frac{3\hat{\sigma}^2_{\nu}}{10\hat{\sigma}^2_{0\nu}}}} \quad (4.29)$$

2. การทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชันแบบ Pedroni

การทดสอบแบบ Pedroni แต่กำหนดให้พจน์ส่วนตัด (Intercept) และค่าสัมประสิทธิ์ของค่าแนวโน้ม (Trend Coefficient) มีค่าคงที่ ในข้อมูลแต่ละหน่วย สำหรับการถดถอยขั้นแรก (First-Stage Regression) พิจารณาจากสมการต่อไปนี้

สมการความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working)

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{it} \ln(working)_{it} + e_{i,t} \quad (4.30)$$

สมการความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยเด็ก (YD)

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{it} \ln(YD)_{it} + e_{i,t} \quad (4.31)$$

สมการความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ (ED)

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{it} \ln(ED)_{it} + e_{i,t} \quad (4.32)$$

โดยที่ t คือ เวลา (ปี) ; i คือ หน่วยภาคตัดขวาง (ประเทศ)

α_i คือ พจน์ส่วนตัด(Intercept)อาจถูกเซตให้เท่ากับศูนย์ก็ได้

δ_i คือ สัมประสิทธิ์ของค่าแนวโน้ม(Trend Coefficient) อาจถูกเซตให้เท่ากับศูนย์ก็ได้

ภายใต้สมมติฐานหลักที่ว่าไม่มีลักษณะร่วมไปด้วยกัน (No Cointegration) ส่วนที่เหลือ ($e_{i,t}$) จะต้องมีลักษณะข้อมูลเป็น I(1) โดยส่วนที่เหลือดังกล่าวจะได้มาจากการถดถอยสมการข้างต้นหลังจากนั้นก็นำไปทดสอบว่าเป็น I(1) หรือไม่ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

$$\tilde{Z}_p = \sum_{i=1}^{N} \frac{\sum_{t=1}^{T} (\hat{e}_{it-1}\Delta\hat{e}_{it} - \hat{\lambda}_i)}{\left(\sum_{t=1}^{T} \hat{e}^2_{it-1}\right)} \quad (4.33)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ค่า $\hat{e}_{i,t}$ ประมาณได้จากสมการความสัมพันธ์และ $\hat{\lambda}_i = \frac{1}{2}\left(\hat{\sigma}_i^2 - \hat{s}_i^2\right)$

$$Z_{t_{\hat{P}NT}} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2}^{T}\hat{L}_{11i}^{-2}\left(\hat{e}_{it-1}\Delta\hat{e}_{it} - \hat{\lambda}_i\right)}{\sqrt{\tilde{\sigma}_{NT}^2\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2}^{T}\hat{L}_{11i}^{-2}\hat{e}_{it-1}^2\right)}} \tag{4.34}$$

4.3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น (Error Correction Model)

เมื่อได้ความสัมพันธ์ดุลยภาพในระยะยาวแล้วเราจะสามารถหาการปรับตัวในระยะสั้นได้โดยใช้ Error Correction Model (ECM)

ดังนั้น ในขั้นตอนนี้จะวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง Error Correlation Model (ECM) หากลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้นของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (GDP) และตัวแปรสัดส่วนประชากรในแต่ละช่วงอายุ (สัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working), สัดส่วนประชากรวัยเด็ก (YD), สัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ (ED)) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การวิเคราะห์การปรับตัวระยะสั้นของตัวแปร จะใช้วิธีการ 2 ขั้นตอน ดังนั้น วิธีการ Panel ECM นั้นพิจารณาได้จากขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนแรก ถดถอยสมการพาแนล โดยการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมจาก 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลอง Pooled Model แบบจำลอง Fixed Effect Model และแบบจำลอง Random Effect Model โดยใช้การทดสอบ Redundant Fixed Effects Tests และใช้การทดสอบ Hausman Test เพื่อตัดสินใจเลือกระหว่างแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 2 ประมาณการแบบจำลอง Error Correction Model (ECM) พิจารณาได้จากแบบจำลอง Panel ECM ดังต่อไปนี้

พิจารณาการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้นของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working)

$$\Delta\ln(GDP)_{it} = \alpha_{yi} + \psi_{yi}ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J}\delta_i^j\Delta\ln(GDP)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J}\beta_i^j\Delta\ln(working)_{it-j} + \varepsilon_{it} \tag{4.35}$$

พิจารณาการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้นของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยเด็ก (YD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta \ln(GDP)_{it} = \alpha_{yi} + \psi_{yi} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(YD)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.36)$$

พิจารณาการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้นของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ (ED)

$$\Delta \ln(GDP)_{it} = \alpha_{yi} + \psi_{yi} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(ED)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.37)$$

โดยที่ Δ คือ ผลต่างลำดับที่ 1(First-Order Difference)

ECT คือ Error Correction Term ได้มาจากส่วนที่เหลือ (Residual) จากการถดถอยสมการในขั้นตอนแรก

ψ คือ ความเร็วในการปรับตัวการออกนอกดุลยภาพกลับเข้าสู่ดุลยภาพ (Speed of Adjust) โดยที่ $-1 \leq \psi < 0$

4.3.4 การวิเคราะห์ความเป็นเหตุเป็นผลของแกรนเกอร์ (Granger Causality Test)

หลังจากทดสอบหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งในระยะยาวและระยะสั้นแล้วจะนำข้อมูลมาทดสอบว่าตัวแปรใดที่เป็นเหตุ ตัวแปรใดที่เป็นผล หรือตัวแปรทั้งสองเป็นตัวกำหนดซึ่งกันและกัน กล่าวคือ ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันทั้งสองทิศทาง

ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างตัวแปรการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและตัวแปรสัดส่วนอายุ (สัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working), สัดส่วนประชากรวัยพึ่งพิงวัยเด็ก (YD), สัดส่วนประชากรวัยพึ่งพิงวัยสูงอายุ (ED)) โดยทดสอบความสัมพันธ์ในระยะยาวในตัวอย่างรวม (World) และตัวอย่างกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับล่าง กลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับสูง และกลุ่มประเทศที่มีรายได้ระดับสูง โดยใช้วิธี Granger's causality Test ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน (Mehrara and Musai, 2011) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนแรก ประมาณค่าส่วนที่เหลือจากการหาความสัมพันธ์ระยะยาว (Cointegrated Model) โดยสมมติให้ ECT_{it} คือ ค่าส่วนที่เหลือ (Error Correction Term : ε_{it}) จากการประมาณค่าแบบจำลองการหาความสัมพันธ์ระยะยาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 2 ประมาณการแบบจำลอง Granger Causality Model ดังต่อไปนี้

พิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยแรงงาน (Working)

$$\Delta \ln(GDP)_{it} = \alpha_{yi} + \psi_{yi} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(working)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.38)$$

$$\Delta \ln(working)_{it} = \alpha_i + \psi_{it} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(working)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.39)$$

พิจารณาความความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยเด็ก (YD)

$$\Delta \ln(GDP)_{it} = \alpha_{yi} + \psi_{yi} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(YD)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.40)$$

$$\Delta \ln(YD)_{it} = \alpha_i + \psi_{it} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(YD)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.41)$$

พิจารณาความความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ (ED)

$$\Delta \ln(GDP)_{it} = \alpha_{yi} + \psi_{yi} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(ED)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.42)$$

$$\Delta \ln(ED)_{it} = \alpha_i + \psi_{it} ECT_{it-1} + \sum_{j=1}^{J} \delta_i^j \Delta \ln(ED)_{it-j} + \sum_{j=1}^{J} \beta_i^j \Delta \ln(GDP)_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4.43)$$

โดยที่ Δ คือ ผลต่างลำดับที่ 1(First-Order Difference)

ECT คือ Error Correction Term ซึ่งได้จากการประมาณค่าแบบจำลองการหาความสัมพันธ์ระยะยาว

ψ_{it} คือ Adjust Coefficients

สมมติฐานในการทดสอบ คือ สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรทดสอบ หรือ β_i^j มีค่าต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้ค่า F -Statistic ในการตัดสินใจ โดยถ้าค่าสถิติบ่งชี้ว่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรทดสอบ หรือ β_i^j มีค่าต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญแสดงว่าตัวแปรทดสอบมีความสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เชิงเหตุและผลในระยะสั้นกับตัวแปร ตามนอกจากนั้นยังพิจารณาสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร ECT หรือ ψ_{it} โดยใช้ค่า t –Statistic ในการตัดสินใจซึ่งการมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรทดสอบมีความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลในระยะยาวกับตัวแปรตาม

4.2.5 การประมาณค่าแบบจำลอง

สำหรับขั้นตอนการประมาณค่าแบบจำลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดูขนาดและทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและตัวแปรสัดส่วนประชากรในแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ สัดส่วนประชากรวัยทำงาน สัดส่วนประชากรวัยสูงอายุ และสัดส่วนประชากรวัยเด็ก โดยเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดจาก 3 แบบจำลอง คือ แบบจำลอง Pooled OLS แบบจำลอง Fixed Effects และแบบจำลอง Random Effects โดยมีขั้นตอนการประมาณค่าแบบจำลอง ดังนี้

1. ใช้ข้อมูลเฉลี่ย 5 ปีจาก 106 ประเทศทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960-2009 ทดสอบคุณสมบัติความนิ่งของข้อมูลในทุกๆ ตัวแปรได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ.2548 ($\ln(GDP)_{it}$) สัดส่วนประชากรวัยทำงานต่อประชากรทั้งหมด ($\ln(working)_{it}$) สัดส่วนประชากรวัยเด็กต่อประชากรวัยทำงาน ($\ln(YD)_{it}$) และสัดส่วนประชากรวัยสูงอายุต่อประชากรวัยทำงาน ($\ln(ED)_{it}$) ในทุกๆ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่ม Full คือ กลุ่มประเทศตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 106 ประเทศ กลุ่มตัวอย่าง LI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำ (Low Income) ประกอบไปด้วย 24 ประเทศ กลุ่มตัวอย่าง LMI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับล่าง (Lower Middle Income) ประกอบไปด้วย 26 ประเทศ กลุ่มตัวอย่าง UMI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับสูง (Upper Middle Income) ประกอบไปด้วย 25 ประเทศ และกลุ่มตัวอย่าง HI คือ กลุ่มประเทศที่มีรายได้ระดับสูง (High Income) ประกอบไปด้วย 31 ประเทศ

2. เมื่อข้อมูลมีลักษณะนิ่งที่ระดับ Level สามารถประมาณค่าแบบจำลอง Pooled OLS แบบจำลอง Fixed Effects และแบบจำลอง Random Effects โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบจำลอง Pooled OLS เป็นแบบจำลองอย่างง่าย โดยมีข้อสมมติว่าค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการมีค่าเท่ากันทุกหน่วย/ประเทศ และตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา ซึ่งไม่ได้ประมาณค่าความแตกต่างระหว่างหน่วย/ประเทศในช่วงเวลาที่ศึกษา

แบบจำลองของ Pooled OLS คือ

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\,\beta + \varepsilon_{it} \tag{4.44}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ y_{it} คือ ตัวแปรตาม

x_{it} คือ ตัวแปรอิสระ

β คือ เวกเตอร์ $k \times 1$ ของค่าสัมประสิทธิ์

α คือ ค่าคงที่

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

พิจารณาแบบจำลองที่ศึกษา ประกอบด้วย

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha + \ln(working)'_{it}\,\beta + \varepsilon_{it} \tag{4.45}$$

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha + \ln(elder)'_{it}\,\beta + \varepsilon_{it} \tag{4.46}$$

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha + \ln(youth)'_{it}\,\beta + \varepsilon_{it} \tag{4.47}$$

2.2 แบบจำลอง Fixed effects เป็นการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายที่กำหนดให้ค่าคงที่มีการผันแปรตามแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง (ประเทศ) จะได้แบบจำลอง Fixed Effects ดังนี้

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x'_{it} + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it} \sim IID(0, \sigma_\varepsilon^2) \tag{4.48}$$

พิจารณาแบบจำลองที่ศึกษา ประกอบด้วย

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln(working)'_{it} + \varepsilon_{it} \tag{4.49}$$

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln(elder)'_{it} + \varepsilon_{it} \tag{4.50}$$

$$\ln(GDP)_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln(youth)'_{it} + \varepsilon_{it} \tag{4.51}$$

2.3 แบบจำลอง Random effects ได้ สมมติให้ในการวิเคราะห์สมการถดถอย มีปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อตัวแปรตามแต่ไม่ได้รวมอยู่กับตัวแปรถดถอย ซึ่งสามารถแสดงในรูปของค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error Term) ข้อสมมติที่ได้คือ α_i คือตัวแปรสุ่ม (Random Factors) ซึ่งเป็นอิสระและมีการกระจายในแต่ละหน่วย ดังนั้นเขียนแบบจำลอง Random Effects Model ได้ดังนี้

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}, \qquad \varepsilon_{it} \sim IID(0, \sigma_\varepsilon^2); \quad \mu_i \sim IID(0, \sigma_\alpha^2) \tag{4.52}$$

โดยที่ μ_i และ ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) ซึ่งมีความเป็นอิสระต่อกัน นอกจากนั้น ตัวแปรอิสระ x_{it} มีความสัมพันธ์ที่เป็นอิสระและไม่ขึ้นอยู่กับ μ_i และ ε_{it}

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พิจารณาแบบจำลองที่ศึกษา ประกอบด้วย

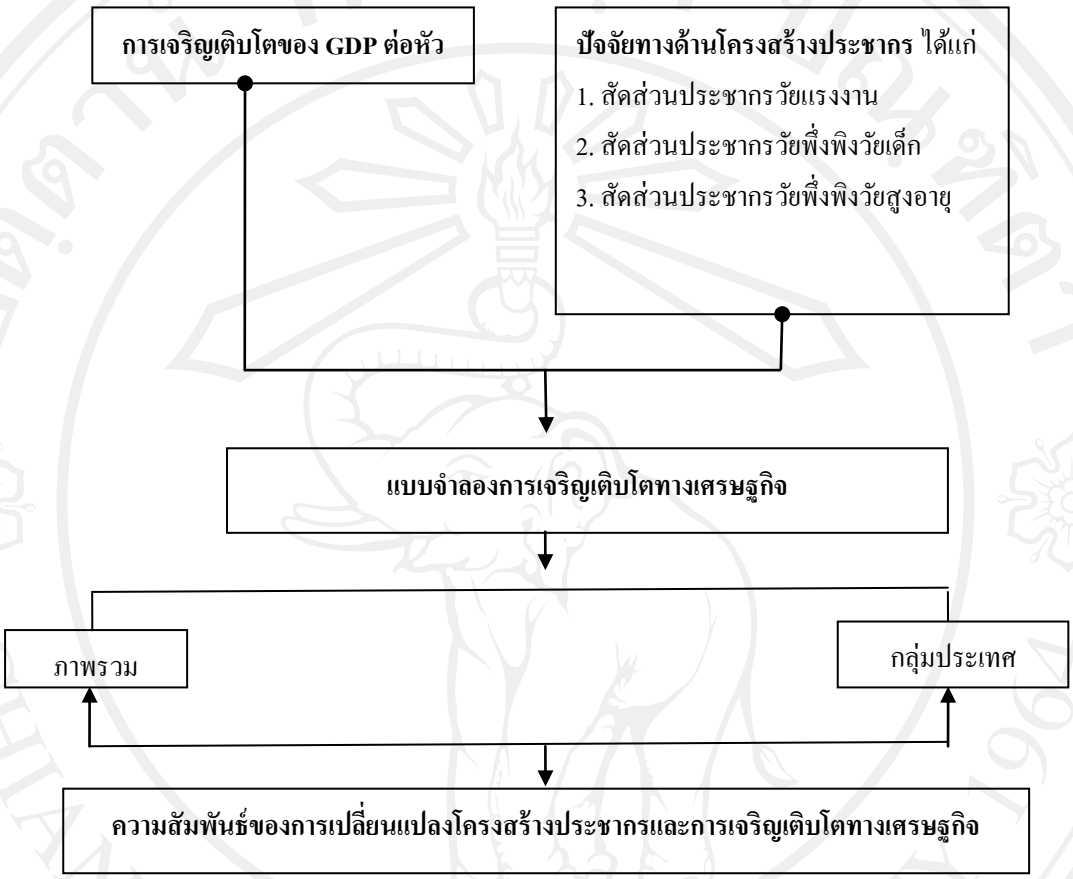
$$\ln\left(GDP\right)_{it} = \alpha + \beta \ln\left(working\right)'_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4.53)$$

$$\ln\left(GDP\right)_{it} = \alpha + \beta \ln\left(elder\right)'_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4.54)$$

$$\ln\left(GDP\right)_{it} = \alpha + \beta \ln\left(youth\right)'_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4.55)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 กรอบแนวคิด



รูปที่ 4.1 กรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved