บทที่ 4

ระเบียบวิธีการศึกษา

4.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร

การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรในแบบจำลองของการศึกษานี้ได้ประยุกต์มาจากการศึกษาของ Bello and Abimbola (2009) โดยแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

$$CO_2 = f(FDI) \quad (4.1)$$

$$CO_2 = f(GDP) \quad (4.2)$$

$$CO_2 = f(IN) \quad (4.3)$$

$$CO_2 = f(EN) \quad (4.4)$$

$$CO_2 = f(TR) \quad (4.5)$$

โดยที่ CO_2 หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัว (carbon dioxide emission; metric ton per capita)

FDI หมายถึง ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (inward foreign direct investment; million US$)

GDP หมายถึง ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศเฉลี่ยต่อหัว (gross domestic product ;US$)

IN หมายถึง มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม (industry value added; % of GDP)

EN หมายถึง การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อหัว (energy consumption; Kgoe)

TR หมายถึง มูลค่าการค้าระหว่างประเทศ (trade; % of GDP)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการที่ (4.1) - (4.5) กำหนดให้อยู่ในรูป linear form ของตัวแปรต่างๆในระบบสมการ โดยการ take log ได้ ดังต่อไปนี้

$$CO_{2\,it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln FDI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.6)$$

$$CO_{2\,it} = \alpha_0 + \alpha_2 \ln GDP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.7)$$

$$CO_{2\,it} = \alpha_0 + \alpha_3 \ln IN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.8)$$

$$CO_{2\,it} = \alpha_0 + \alpha_4 \ln EN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.9)$$

$$CO_{2\,it} = \alpha_0 + \alpha_5 \ln TR_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.10)$$

โดยที่ $\ln CO_{2\,it}$ หมายถึง ค่า logarithm ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัว

$\ln FDI_{it}$ หมายถึง ค่า logarithm ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ

$\ln GDP_{it}$ หมายถึง ค่า logarithm ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเฉลี่ยต่อหัว

$\ln IN_{it}$ หมายถึง ค่า logarithm มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม

$\ln EN_{it}$ หมายถึง ค่า logarithm การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อหัว

$\ln TR_{it}$ หมายถึง ค่า logarithm มูลค่าการค้าระหว่างประเทศ

ε_{it} หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัจจัยอื่นๆ ที่มิได้ปรากฏในแบบจำลอง (error term)

เมื่อ t คือ ช่วงเวลาต่างๆ

i คือ กลุ่มประเทศที่ศึกษา

4.1.2 แบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบสมมิฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets

ในการทดสอบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets (EKC) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลองประเภท quadratic model แล้วทำการพิจารณาเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ bและ c ซึ่งจะแสดงถึงความสัมพันธ์การปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับตัวแปรทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศที่ศึกษา โดยแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้

$$\ln CO_{2it} = a + b \ln(GDP)_{it} + c \ln(GDP^2)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.11)$$

$$\ln CO_{2it} = a + b \ln(FDI)_{it} + c \ln(FDI^2)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.12)$$

$$\ln CO_{2it} = a + b \ln(IN)_{it} + c \ln(IN^2)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.13)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\ln CO_{2it} = a + b \ln(EN)_{it} + c \ln(EN^2)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.14)$$

$$\ln CO_{2it} = a + b \ln(TR)_{it} + c \ln(TR^2)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.15)$$

โดยที่ CO_{2it} หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกลุ่มประเทศ i ณ เวลา t

FDI หมายถึง ปริมาณการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (inward foreign direct investment; million US$)

GDP หมายถึง ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศเฉลี่ยต่อหัว (gross domestic product ;US$)

IN หมายถึง มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม (industry value added; % of GDP)

EN หมายถึง การใช้พลังงานเฉลี่ยต่อหัว (energy consumption; Kgoe)

TR หมายถึง มูลค่าการค้าระหว่างประเทศ (trade; % of GDP)

ε_{it} หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัจจัยอื่นๆที่มิได้ปรากฏในแบบจำลอง (error term)

a , b, c เป็นค่าคงที่ โดยที่ $b > 0$, $c < 0$ และ $d > 0$

4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลแบบทุติยภูมิ (secondary data) ประเภท panel data ประกอบไปด้วยข้อมูลอนุกรมเวล (time series data) เป็นข้อมูลรายปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2523 จนถึง ปี พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลา 28 ปี และข้อมูลภาคตัดขวาง(cross-section data) คือ ประเทศที่ศึกษาทั้งหมด 37 ประเทศ โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมที่พัฒนาแล้ว OECD (oversea economic cooperation and development) จำนวน 24 ประเทศ ได้แก่ ประเทศออสเตรเลีย ออสเตรีย อิตาลี เบลเยียม แคนาดา เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี กรีซไอซ์แลนด์ ไอร์แลนด์ ญี่ปุ่น ลักเซมเบิร์ก เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์ นอร์เวย์ โปรตุเกส สเปน สวีเดน ตุรกี สวิตเซอร์แลนด์ อังกฤษ สหรัฐอเมริกา และประเทศอุตสาหกรรมในกลุ่มตลาดเกิดใหม่ (emerging market) ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภูมิภาคเอเชียและลาตินอเมริกา 13 ประเทศ ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงค์โปร์ อินโดนีเซีย จีน อินเดีย เกาหลีใต้ อาร์เจนตินา บราซิล ชิลี เม็กซิโก และโคลัมเบีย ซึ่งสามารถเก็บรวบรวมจากแหล่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลจากฐานข้อมูลของธนาคารโลก (Word bank development indicators) ได้แก่ ข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มูลค่าผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ ปริมาณการใช้พลังงาน และมูลค่าการค้าระหว่างประเทศของประเทศที่ศึกษา

2) ข้อมูลจาก United Nation Conference on Trade and Development ได้แก่ ข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (foreign direct investment database) ของประเทศที่ศึกษา

3) ข้อมูลจากวารสารบทความทางเศรษฐกิจของสถาบันการเงินต่างๆเช่น ธนาคารโลก และวิทยานิพนธ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

4.3 วิธีการศึกษา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการค้า การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและการปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ของประเทศอุตสาหกรรมกลุ่ม OCED และกลุ่มตลาดเกิดใหม่ (emerging market) มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

4.3.1 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (stationary) หรือการทดสอบ panel unit root

การทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยวิธีการทดสอบ panel unit root มีวิธีการทดสอบดังนี้

พิจารณาจาก autoregressive model

$$CO_{2\,it} = \alpha_0 + \alpha_i FDI_{it} + \alpha_i GDP_{it} + \alpha_i IN_{it} + \alpha_i EN_{it} + \alpha_i TR_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.16)$$

สามารถเขียนได้เป็น

$$\Delta CO_{2\,it} = \alpha_0 + \pi_{it} FDI_{i,t-1} + \pi_{it} GDP_{i,t-1} + \pi_{it} IN_{i\,i,t-1} + \pi_{it} EN_{i,t-1} + \pi_{it} TR_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (4.17)$$

โดยที่ $\pi_i = \alpha_{i-1}$

i = 1, 2, …, N (ข้อมูลภาคตัดขวาง) ในช่วงเวลา t = 1,2,…, T

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

FDI_{it} , GDP_{it} ,GDP^2_{it} , IN_{it} , EN_{it} , TR_{it} คือ ตัวแปรภายนอก (exogenous variables)

π_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ autoregressive

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

ดังนั้นสมมติฐานหลักคือ

$H_0: \pi_i = 0$ ข้อมูลมีความนิ่งหรือไม่มี unit root

$H_1: \pi_i = \pi < 0$ ข้อมูลไม่นิ่ง หรือมี unit root

ซึ่งในการทดสอบ panel unit root นั้นมีวิธีการทดสอบอยู่ทั้งหมด 5 วิธีดังนี้

1) วิธีทดสอบของ Levin, Lin, and Chu (LLC)

ทดสอบข้อมูลพาแนล โดย $i = 1,...,N$ เป็นข้อมูลภาคตัดขวางสำหรับแต่ละหน่วย และ $t = 1,...,T$ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (ปี) โดยมีข้อสมมติว่า แต่ละหน่วยข้อมูลมีลักษณะเหมือนกันทุกประการในระดับ first–order แต่ค่าพารามิเตอร์ที่เกิดจากค่าความคลาดเคลื่อนอนุญาตให้แปรผันตามแต่ละหน่วยข้อมูล

2) วิธีทดสอบของ Breitung

มีวิธีการทดสอบ panel unit root เช่นเดียวกับ LLC test แต่การหาค่าตัวแทนแตกต่างกัน

3) วิธีทดสอบของ Hadri

ทำการทดสอบจากส่วนที่คงเหลือ (residual) จากสมการ ordinary least square ของ y_{it} ที่คงที่ (constant) และมีแนวโน้ม (trend)

4) วิธีทดสอบของ Im, Pesaran and Shin

ใช้ Augmented Dickey – Fuller ในการทดสอบ

5) วิธีทดสอบของ Fisher - ADF and Fisher - PP

ใช้ Fisher's (P) Test ในการทดสอบโดยการรวมค่า p – value

4.2.2 การทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาวของตัวแปรในแบบจำลอง (panel cointegration)

การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรในแบบจำลองมีการทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาวหลายวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล panel ซึ่งการศึกษานี้ได้ใช้การทดสอบของ Pedroni (1997, 2004) Kao (1990) และ Fisher Test โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) Pedroni test

Pedroni (1997, 2004) ได้พัฒนาสถิติการทดสอบ residual-based สำหรับความสัมพันธ์ระยะยาวที่แตกต่างกันของ Panel โดยพิจารณาลักษณะเฉพาะของผลกระทบที่คงที่แนวโน้มภายใน และเช่นเดียวกับลักษณะเฉพาะของสัมประสิทธิ์ของความชัน ถ้าข้อมูลอยู่ภายใต้ data generating process (DGP) ซึ่งถูกสมมติให้ในแต่ละส่วนของ panel มีความแตกต่างกันในความสัมพันธ์ ดังนั้นสมมติฐานการทดสอบคือ

H_0 : ทุกส่วนในแต่ละ panel มีความสัมพันธ์ระยะยาว

H_1 : มีบางส่วนใน panel มีความสัมพันธ์ระยะยาว

โดยมีสมการการถดถอยคือ

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_i X_{it} + e_{it} \qquad (4.18)$$

สำหรับ i= 1,2,…..N t = 1,2,….,T เมื่อ X_{it} คือ column vector ของมิติ m สำหรับสมาชิกแต่ละตัว (i) และ β_t คือ row vector ของมิติ m สำหรับสมาชิกแต่ละตัว (i) ตัวแปร y_{it} และ X_{it} ถูกกำหนดให้เป็น I(1) สำหรับสมาชิกของ i ในแต่ละ panel และภายใต้สมมติฐานหลักที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์ระยะยาว ส่วนตกค้าง (e_{it}) จะเป็น I(1)

2) Kao test

การทดสอบของ Kao (1999) ได้พิจารณาบนพื้นฐานเดียวกับการทดสอบ Pedroni แต่ได้มีการสมมติค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมือนกันในสมการถดถอยขั้นแรก Kao (1999) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริงโดยการใช้ least-square dummy variable (LSDV) ใน panel data และได้เสนอการทดสอบ residual-based สำหรับสมการความสัมพันธ์ระยะยาวใน panel data และได้ศึกษาการทดสอบ Dickey-Fully (DF) และ augmented Dickey-Fully (ADF) ในการทดสอบสมมติฐานของการไม่มีความสัมพันธ์ระยะยาว ดังนั้นผลการศึกษาของเขาได้เสนอว่าการทดสอบ ADF มีให้ความแน่นอนกว่าการทดสอบ DF เมื่อ มีขนาดใหญ่ จึงได้อธิบายเฉพาะการทดสอบ ADF

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้ $y_{it} = \sum_{s=1}^{t} u_{is}$ และ $x_{it} = \sum_{s=1}^{t} \varepsilon_{is}$ เมื่อ u_{it} และ ε_{it} ถูกกำหนดให้เป็น independence cross i ดังนั้น โมเดลของการถดถอยที่ไม่แท้จริงของ LSDV คือ

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + e_{it} \tag{4.19}$$

สำหรับ i=1,2,….,N , t=1,2,….,T

การทดสอบ ADF สามารถประยุกต์กับการใช้ส่วนตกค้างโดยพิจารณาสมการ

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^{p} \varphi_j \Delta \hat{e}_{it-j} + \upsilon_{itp}, \tag{4.20}$$

เมื่อ ρ ถูกเลือก ดังนั้นส่วนตกค้าง υ_{ipt} จะไม่มีความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง และ $\hat{e}_{it}$ เป็นค่าประมาณการของ e_{it} จากสมการ $y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + e_{it}$

ด้วยสมมติฐาน (null hypothesis) ที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์ระยะยาว ค่าสถิติการทดสอบ ADF จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

$$ADF = \frac{t_{ADF} + \sqrt{6N}\,\hat{\sigma}_{\upsilon}/2\hat{\sigma}_{0u}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{0\upsilon}^2/2\hat{\sigma}_{\upsilon}^2 + 3\hat{\sigma}_{\upsilon}^2/10\hat{\sigma}_{0\upsilon}^2}}, \tag{4.21}$$

เมื่อ t_{ADF} คือ t-statistic ของ ρ ซึ่ง Kao (1999) ได้แสดงให้เห็นกว่าการ ssymptotic distribution ของค่าสถิติ ADF จะปรับตัวเข้าสู่การแจกแจงแบบปกติ

3) Fisher test

เช่นเดียวกับการทดสอบ Unit Root ในแนวคิดการรวมกันของ p-value ของแต่ละการทดสอบสามารถประยุกต์ใช้ในการทดสอบ cointegration สำหรับ panel data การทดสอบของ Fisher ได้ถูกแนะนำโดย Maddala and Wu (1999) ซึ่งได้ปรับใช้ในการทดสอบของ Johansen ภายใต้สมมติฐา cross-sectional independence

4.2.3 การทดสอบสมมิฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets

ในการทดสอบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets ในการศึกษานี้ใช้แบบจำลองประเภท quadratic model ตามสมการที่ 4.11- 4.15โดยทำการศึกษาหลาย ระเทศข้ามช่วง เวลาไปพร้อมกัน ดังนั้น การกำหนดพฤติกรรมของ error term จะยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพราะมีปัจจัยทีแตกต่างกันระหว่างประเทศและข้ามช่วงเวลา ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณา หากไม่นำปัจจัยเหล่านี้มาพิจารณาค่า β ที่ได้จะมีความเอนเอียง (biased) และไม่มีประสิทธิภาพ (inefficient) ในการศึกษานี้จึงทำการประมาณค่าโดยแยกปัจจัยที่กระทบแต่ละประเทศข้ามช่วงเวลา (panel data estimation) โดยแบ่งแบ่งเป็นการประมาณค่าแบบ pooled OLS, fixed effect (FE) model และ random effect (RE) model และทดสอบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets (EKC) ของการปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับตัวแปรทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศที่ศึกษา โดยพิจารณาจากเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ b และ c และทำการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved