บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย โดยศึกษาเปรียบเทียบเส้นสมมุติฐานสิ่งแวดล้อม environmental kuznets curve (EKC) และวิธี ARDL ซึ่งได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ดังนี้

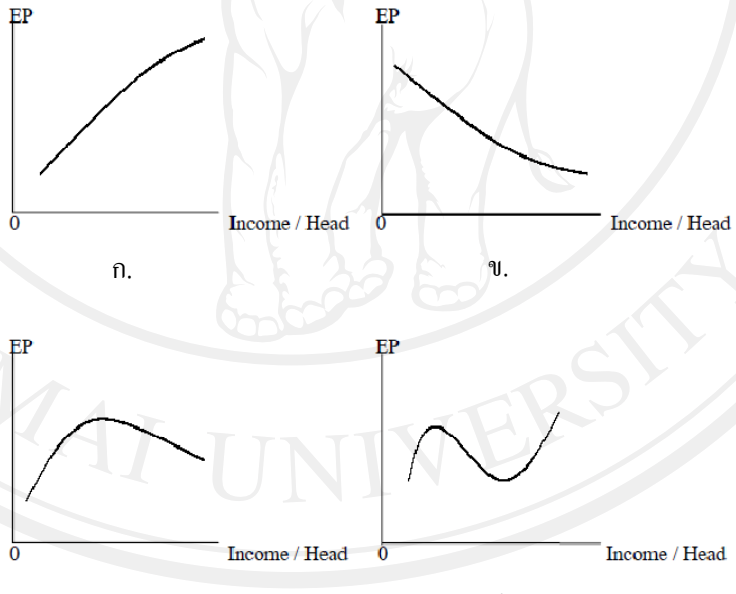
2.1.1 สมมุติฐาน Environmental Kuznets Curve (EKC)

เป็นสมมติฐานที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาประเทศกับแนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อม และหาจุดเปลี่ยนหรือจุดวกกลับในรูปของโค้งตัว U คว่ำ กล่าวคือในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาเศรษฐกิจจะมีการนำ ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยการผลิตมาใช้ในกระบวนการผลิตในปริมาณที่มากขึ้น จนทำให้ปริมาณของทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ลดลง นอกจากนี้ของเสียที่ได้ภายหลังจากการผลิตสินค้าก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้มลภาวะเป็นพิษมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกด้วยซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดในช่วงต้นของการพัฒนาเศรษฐกิจ แต่ในระยะยาวเมื่อระบบมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น เมื่อสังคมหรือประเทศมีความมั่งคั่งมากขึ้นก็ได้มีการกำหนดมาตรการหรือนโยบายดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้นจนเป็นผลทำให้การสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติหรือการเพิ่มของระดับมลภาวะที่เป็นพิษมีปริมาณลดลง ทำให้เกิดจุดเปลี่ยนหรือจุดวกกลับตามสมมติฐานของ EKC และ EKC มาจากชื่อของ Kuznets ผู้กำหนดสมมุติฐานที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติกับระดับของรายได้ประชาชาติในรูป U คว่ำและแสดงถึงจุดเปลี่ยนหรือจุดวกกลับของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ประชาชาติกับแนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในลักษณะต่าง ๆ โดยอธิบายได้ด้วยรูปที่ 2.1

กราฟ ก. และ ข. จะแสดงถึงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงโดยตลอดของระดับภาวะมลพิษ เมื่อรายได้ประชาชาติต่อหัวของประชากรในประเทศเพิ่มขึ้น ส่วน ค. เป็นกราฟที่เป็นรูปโค้ง U คว่ำแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้กับแนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ในช่วงต้นของการเพิ่มขึ้นของระดับการพัฒนาเศรษฐกิจ มีแนวโน้มว่าสิ่งแวดล้อมจะเกิดการสูญเสียเพิ่มอันเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในปริมาณที่มาก แต่เมื่อถึงจุด ๆ หนึ่งซึ่งเป็นจุดเปลี่ยนของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์ เมื่อระดับการพัฒนาเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นแต่ความสูญเสียด้านสิ่งแวดล้อมมีปริมาณลดลง ซึ่งเป็นช่วงที่ประชาชน และหน่วยงานต่าง ๆ ได้ตระหนักถึงความสูญเสียของทรัพยากรธรรมชาติ จึงได้มีการกำหนดมาตรการต่างๆเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม ส่วนกราฟ ง. เมื่อการพัฒนาเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นระดับของภาวะมลพิษเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดเปลี่ยนของความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นจุดที่หลายฝ่ายได้ตระหนักถึงระดับภาวะมลพิษ และความสูญเสียของสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้น ได้มีการกำหนดมาตรการต่าง ๆ มารักษาและปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น ในช่วงระยะเวลานี้เองเมื่อการพัฒนาเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นระดับของภาวะมลพิษและความสูญเสียทางสิ่งแวดล้อมจะมีปริมาณลดลง แต่ในระยะหลังเมื่อความสูญเสียของสิ่งแวดล้อม และระดับภาวะมลพิษลดลงจนถึงระดับหนึ่งซึ่งเป็นระดับที่ประชากรขาดความตระหนักในการรักษาสิ่งแวดล้อม กล่าวคือจะทำให้เกิดจุดเปลี่ยนของความสัมพันธ์อีกครั้งเมื่อการพัฒนาเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น กลับทำให้เกิดความสูญเสียทางสิ่งแวดล้อมและระดับภาวะมลพิษเพิ่มขึ้น จนกลายเป็นรูปตัว N



รูปที่ 2.1 รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ประชาติกับระดับของมลพิษ
ที่มา: Bruyn *et. al*, 1998: 163

จากรูปกำหนดให้

EP = ระดับของมลพิษ (environmental pollution)

Income / Head = รายได้ประชาชาติต่อหัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปทั้งหมดข้างต้นมีรูปแบบจำลองทั่วไปที่ใช้อธิบายดังนี้

$$E_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \beta_3 Y_t^3 + \beta_4 t + \beta_5 v_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad \ldots(2.1)$$

โดยที่

E = ระดับของสิ่งแวดล้อมประเภทที่ i ในเวลาที่ t

Y = รายได้ต่อหัวที่เกิดขึ้นในเวลาที่ t

v = ตัวแปรที่สร้างมลภาวะต่าง ๆ ต่อสิ่งแวดล้อมประเภทที่ i ในเวลาที่ t เช่น จำนวนประชากร จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

α = ค่าคงที่ ของระดับสิ่งแวดล้อมประเภทที่ i และในเวลาที่ t

β = ค่าพารามิเตอร์

ε = ค่าความคลาดเคลื่อน

i = ประเภทของสิ่งแวดล้อม

t = เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

จากสมการสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ถ้า $\beta_1 > 0$ และ $\beta_2 = \beta_3 = 0$ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ในลักษณะที่มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นโดยตลอด (กราฟ a)

2. ถ้า $\beta_1 < 0$ และ $\beta_2 = \beta_3 = 0$ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ในลักษณะที่มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงโดยตลอด (กราฟ b)

3. ถ้า $\beta_1 > 0$ และ $\beta_2 < 0$ และ $\beta_3 = 0$ จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะของสมการยกกำลังสอง กล่าวคือจะสามารถหาจุดวกกลับหรือจุดเปลี่ยนตามสมมติฐาน EKC ได้และเมื่อหาอนุพันธ์ลำ ดับที่ 1 จากสมการจะได้ $Yt = -\beta_1 / 2\beta_2$ (กราฟ c)

4. ถ้า $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ และ $\beta_3 > 0$ จะแสดงความสัมพันธ์ออกมาในรูปตัว N (กราฟ d)

2.1.2 ทฤษฎีข้อมูลอนุกรมเวลา

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งลักษณะพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลานี้จะมีข้อควรพิจารณา คือ ข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งหรือไม่ เพราะอาจจะทำให้เกิดปัญหาระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการ โดยเป็นความสัมพันธ์ไม่แท้จริง (Spurious

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

regression) ซึ่งเป็นการยากที่จะยอมรับได้ในทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบก่อนว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หมายถึง การที่ข้อมูลอนุกรมเวลาอยู่ในสภาพของการสมดุลเชิงสถิติ (statistical equilibrium) ซึ่งหมายถึง การที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้เวลาจะเปลี่ยนแปลงไป แสดงได้ดังนี้

1. กำหนดให้ $X_t, X_{t+1}, X_{t+2},..., X_{t+k}$ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่เวลา $t, t+1, t+2, ..., t+k$

2. กำหนดให้ $X_{t+m}, X_{t+m+1}, X_{t+m+2},..., X_{t+m+k}$ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่เวลา $t+m, t+m+1, t+m+2, ..., t+m+k$

3. กำหนดให้ $P(X_t, X_{t+1}, X_{t+2},..., X_{t+k})$ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2},..., Z_{t+k}$

4. กำหนดให้ $P(X_{t+m}, X_{t+m+1}, X_{t+m+2},..., X_{t+m+k})$ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $Z_{t+m}, Z_{t+m+1}, Z_{t+m+2},..., Z_{t+m+k}$

จากข้อกำหนดทั้ง 4 ข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะนิ่งเมื่อ $P(X_t, X_{t+1}, X_{t+2},..., X_{t+k}) = P(X_{t+m}, X_{t+m+1}, X_{t+m+2},..., X_{t+m+k})$ โดยหากพบว่า $P(X_t, X_{t+1}, X_{t+2},..., X_{t+k})$ มีค่าไม่เท่ากับ $P(X_{t+m}, X_{t+m+1}, X_{t+m+2},..., X_{t+m+k})$ แล้ว จะสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวมีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) ซึ่งการทดสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่นั้น แต่เดิมจะพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเอง (autocorelation coefficient function: ACF) ตามแบบจำลองของบ็อก-เจนกินส์ (Box-Jenkins model) ซึ่งหากพบว่าค่า correlation (ρ) ที่ได้จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองนั้นมีค่าใกล้ 1 มาก ๆ จะส่งผลในการพิจารณาที่ค่า (ACF) ค่อนข้างจะไม่แม่นยำ เพราะว่ากราฟแสดงค่า ACF มีค่าแนวโน้มลดลงเหมือน ๆ กัน บางคนอาจจะสรุปไม่ได้เหมือนกันเพราะประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ จึงมีการพัฒนาการตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่โดยการทดสอบยูนิทรูท (Dickey and Fuller, 1979)

2.1.3 การทดสอบ Unit Root

การทดสอบ unit root ถือเป็นขั้นตอนแรกในการศึกษาภายใต้วิธี cointegration and error correction mechanism ขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบตัวแปรทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่จะใช้สมการเพื่อดูความเป็น stationary [I(0): Integrated of order 0] หรือ non-stationary [I(d): d > 0, Integrated of order d] ของตัวแปรทางสถิติ ซึ่งสมมุติให้แบบจำลองเป็นดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.2)$$

โดยที่

X_t, X_{t-1} คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระณ เวลา t และ t-1

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (random error)

ρ คือ สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ (autocorrelation coefficience)

ถ้าให้ $\rho = 1$

จะได้ว่า $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t \; ; \; \varepsilon_t \sim i.i.d\,(0, \sigma_\varepsilon^2)$

สมมุติฐาน คือ

$H_0 : \rho = 1$ (หมายความว่า X_t มียูนิทรูทหรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง)

$H_1 : |\rho| < 1;\ -1<\rho<1$ (หมายความว่า X_t ไม่มียูนิทรูทหรือ X_t มีลักษณะนิ่ง)

โดยถ้ายอมรับ $H_0 : \rho = 1$ (หมายความว่า X_t มียูนิทรูทหรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง)

$H_1 : |\rho| < 1$ (หมายความว่า X_t ไม่มียูนิทรูทหรือ X_t มีลักษณะนิ่ง)

การศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาจะนิยมการทดสอบ Unit Root ที่เสนอโดย David Dickey และ Wayne Fuller ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อของ Dickey-Fuller Test สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี (Pindyck and Rubinfeld, 1998) คือ

1.) Dickey-Fuller Test (DF) ทำการทดสอบตัวแปรที่เคลื่อนไหวไปตามช่วงเวลา มีลักษณะเป็น Autoregressive model โดยสามารถเขียนรูปแบบของสมการได้ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.3)$$

$$X_t = \alpha + \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.4)$$

$$X_t = \alpha + \beta t + \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.5)$$

โดยที่ X_t คือ ตัวแปรที่เราทำการศึกษา

α, ρ คือ ค่าพารามิเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

t คือ แนวโน้มเวลา

ε_t คือ ตัวแปรสุ่มมีการแจกแจงแบบปกติที่เป็นอิสระต่อกันและเหมือนกัน (independent and identical distribution) โดยที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนคงที่ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\varepsilon_t \sim$ i.i.d $(0,\sigma_\varepsilon^2)$

สมการแรกจะเป็นสมการที่แสดงถึง กรณีรูปแบบของตัวแปรที่ไม่มีคงที่ ขณะที่สมการที่สองจะเป็นรูปแบบของสมการที่ปรากฏค่าคงที่ และสมการสุดท้ายแสดงถึงรูปแบบของสมการที่มีทั้งค่าคงที่ และแนวโน้มเวลา

ในการทดสอบว่า X_t มีลักษณะเป็น stationary process $[X_t \sim I(0)]$ หรือไม่ ทำการทดสอบโดยการแปลงสมการทั้งสามรูปแบบให้อยู่ในรูปของ first differencing (ΔX_t) ได้ดังนี้

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.6)$$

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.7)$$

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.8)$$

โดยที่ $\theta = (\rho - 1)$

2.) Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) เป็นการทดสอบ Unit Root อีกวิธีหนึ่งที่พัฒนามาจาก DF Test เนื่องจากวิธี DF ไม่สามารถทำการทดสอบตัวแปรในกรณีที่เป็น serial correlation ในค่า error term (ε_t) ที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันเองในระดับสูง ซึ่งจะมีการเพิ่ม Lagged Change $\left[\sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j}\right]$ เข้าไปในสมการทางขวามือจะได้ว่า

$$\Delta X_t = X_t + X_{t-1} = \theta X_{t-1} + \left[\sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j}\right] + \varepsilon_t \quad \ldots(2.9)$$

$$\Delta X_t = X_t + X_{t-1} = \alpha + \theta X_{t-1} + \left[\sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j}\right] + \varepsilon_t \quad \ldots(2.10)$$

$$\Delta X_t = X_t + X_{t-1} = \alpha + \beta_t + \theta X_{t-1} + \left[\sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j}\right] + \varepsilon_t \quad \ldots(2.11)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งพจน์ที่ใส่เข้าไปนั้นจำนวน lagged term (p) ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละงานวิจัย หรือสามารถใส่จำนวน lag ไปจนกระทั่งไม่เกิดปัญหา autocorrelation ในส่วนของ error term (Pindyck and Rubinfeld, 1998)

โดยการทดสอบสมมุติฐานทั้งวิธี Dickey-Fuller test และวิธี Augmented Dickey-Fuller Test ทดสอบว่าตัวแปรที่เราสนใจ (X_t) นั้นมี Unit Root หรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่า θ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า X_t นั้นมี Unit Root ซึ่งสามารถเขียนสมมุติฐานในการทดสอบได้ดังนี้

$$H_0 : \theta = 0$$
$$H_1 : \theta < 0$$

ทดสอบสมมุติฐานโดยเปรียบเทียบค่า T-statistic ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต MacKinon ซึ่งค่า T-statistic ที่จะนำมาทำการทดสอบสมมุติฐานในแต่ละรูปแบบนั้นจะต้องนำไปเปรียบเทียบกับตารางค่าวิกฤติ MacKinon ณ ระดับต่าง ๆ ถ้าสามารถปฏิเสธสมมุติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบเป็น Integrated of order 0 แทนได้ด้วย $X_t \sim I(0)$ ถ้าต้องการทดสอบกรณีที่ θ ร่วมกับ drift term หรือร่วมกับ time trend coefficient หรือทดสอบ θ ร่วมกับ drift term และ time trend coefficient ในขณะเดียวกัน สามารถทดสอบโดยใช้ค่า F-statistic ซึ่งเป็น joint hypothesis ($\phi_1\phi_2$ และϕ_3) เป็นสถิติทดสอบทำการเปรียบเทียบกับค่า Dickey-Fuller Tables (Enders, Walter, 1995) ซึ่งในการทดสอบสมการที่ (2.7) และ (2.10) ทดสอบภายใต้สมมุติฐานที่ว่า $\theta = \alpha = 0$ จะใช้ ϕ_1 statistic ขณะที่สมการที่ (2.8) และ (2.11) ทดสอบภายใต้สมมุติฐาน $\beta = \theta = \alpha = 0$ ใช้ ϕ_2 statistic สำหรับการทดสอบภายใต้สมมุติฐาน $\beta = \theta = \alpha = 0$ ใช้ ϕ_3 statistic ในการทดสอบซึ่งค่าสถิติดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\Phi = (N - K)\left(\frac{SSR_R - SSR_{UR}}{r(SSR_{UR})}\right) \quad ...(2.12)$$

โดยที่ SSR_R = The sum of square of residuals from the restricted model

SSR_{UR} = The sum of square of residuals from the unrestricted model

N = Number of observations

k = Number of parameters estimated in the unrestricted model

r = Number of restrictions

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่ผลการทดสอบสมมุติฐานพบว่า X_t มี Unit Root นั้นต้องนำค่า ΔX_t มาทำ differencing ไปเรื่อย ๆ จนสามารถปฏิเสธสมมุติฐานที่ว่า X_t เป็น non-stationary process ได้เพื่อทราบ order of integration (d) ที่มากกว่า [ทดสอบว่า $X_t \sim I(d)$] หรือไม่จะทำการทดสอบตามรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta^{d+1} X_t = \alpha + \beta t + (\rho - 1)\Delta^d X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta^{d+1} X_{t-j} + \varepsilon_t \quad \ldots(2.13)$$

ภายหลังจากทราบค่า d (order of integration) แล้วต้องทำการ differencing ตัวแปร (เท่ากับ d+1 ครั้ง) ก่อนที่จะนำตัวแปรดังกล่าวมาทำการ regression เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา spurious regression ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่การกระทำดังกล่าวจะทำให้แบบจำลองที่ได้จากการประมาณขาดข้อมูลในส่วนของการปรับตัวของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538)

2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Co integration)

Cointegration เป็นการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาใช้ว่ามีความสัมพันธ์ในระยะยาวตามที่ระบุไว้ในทฤษฎีหรือไม่ และการที่ข้อมูลทางเศรษฐกิจที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data) ส่วนมากมักจะมีลักษณะ non-stationary กล่าวคือ ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าความแปรปรวน (variance) จะมีค่าไม่คงที่และเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการมีความสัมพันธ์ไม่แท้จริง (spurious regression) โดยสังเกตได้จากค่าสถิติบางอย่างอาทิ ค่า t-statistic จะไม่เป็นการแจกแจงที่เป็นมาตรฐาน และค่า R^2 ที่สูง ในขณะที่ค่า Durbin-Watson (DM) Statistic อยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นถึง High level of auto correlated residuals จึงเป็นการยากที่จะยอมรับได้ในทางเศรษฐศาสตร์ (Enders, Walter, 1995; Johnston and Dinardo, 1997) วิธีที่จะจัดการกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็น non-stationary ที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย คือ วิธี co integration และ error correction mechanism (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538) เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegrating relationship) วิธีดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1.) Two-step Approach ที่เสนอโดย Engle and Granger

2.) Full Information Maximum Likelihood Approach ที่เสนอโดย Johansen and Juselius

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการของ Engle and Granger เพื่อทดสอบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ที่มีเสถียรภาพในระยะยาว (co integrating relationship) หรือไม่ ซึ่งวิธีของ Engle and Granger จะทำการระบุว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งไม่สามารถแสดง multiple co integrating vector ได้ กรณีมีรูปแบบของความสัมพันธ์มากกว่า 1 รูปแบบ สำหรับการทดสอบ co integration นั้นให้ใช้ residuals จากสมการถดถอย (regression equation) ที่เราต้องการทดสอบ co integration ซึ่งก็คือ ε_t มาทำการถดถอยดังสมการดังต่อไปนี้ (Gujarati, Domodar N., 1995: 727)

$$\Delta\varepsilon_t = \gamma\varepsilon_{t-1} + W_t \quad \ldots(2.14)$$

โดยที่ $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}$ คือ ค่า Residual ณ เวลา t และ t-1 ที่นำมาหาสมการถดถอยใหม่

γ คือ ค่าพารามิเตอร์

W_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

และนำค่าสถิติ t (t-statistic) ซึ่งได้มาจากอัตราส่วนของ γ/S.E. γ ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) โดยที่สมมุติฐานดังนี้

$H_0 : \gamma = 0$ (ไม่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว)

$H_1 : \gamma < 0$ (มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว)

การทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่า t-statistic ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง ADF Test ซึ่งถ้าค่า t-statistics มากกว่าค่าวิกฤตของแมคคินนอน ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 จึงปฏิเสธสมมุติฐาน ดังนั้น ส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (Residuals) มีลักษณะนิ่ง (Stationary) หรือ Integrated of order 0 แทนด้วย I(0) แล้วแสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยาว

2.1.5 Error Correction Mechanisms: ECM

เป็นแบบจำลองที่อธิบายขบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ (2.15) เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ ตามที่แสดงไว้ในสมการที่ (2.16) และ (2.17) โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปรับตัวของตัวแปรต่าง ๆ ในระยะยาว (K_t) เข้าไปด้วย ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$K_t = Y_t - \alpha_t - \beta X_t \quad \ldots(2.15)$$

$$\Delta X_t = \theta_1 K_t + [\, lagged\ (\Delta X_t, \Delta Y_t)\,] + \mu_{1t} \quad \ldots(2.16)$$

$$\Delta Y_t = \theta_2 K_t + [\, lagged\ (\Delta X_t, \Delta Y_t)\,] + \mu_{2t} \quad \ldots(2.17)$$

โดยที่

$\Delta K_t = Y_t + \beta X_t - K_{t-1}$ เป็นตัว Error – Correction Term (EC)

$\mu_{1t} = \mu_{2t}$ เป็น White Noise

$\theta_1 = \theta_2$ เป็น Non – Zero

จากความสัมพันธ์ที่ปรากฏใน (2.15) และ (2.16) การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร (ΔX_t และ ΔY_t) ต่างขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของ Distribution Lag of First Difference of X_t และ Y_t รวมทั้งตัว EC Term ที่ล่าออกไปหนึ่งช่วงเวลา (K_{t-1}) รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลองของ ECM Model ตามที่แสดงในสมการ (2.15) และ (2.16) อาจสามารถตีความได้ว่าเป็นกลไกที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้น เมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ภาวะดุลยภาพ ($Y_t = \beta X_{t-1}$)

แบบจำลองที่แสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นตามรูปแบบของ EC Model นั้นคล้ายคลึงกับแบบจำลองที่แสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นที่เรียกว่า “General-to-Specific Approach” แบบจำลองทางเศรษฐกิจในลักษณะตายตัว โดยจะพยายามให้รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของแบบจำลองทางเศรษฐกิจถูกกำหนดโดยลักษณะของข้อมูลในแบบจำลองนั้น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ เหตุผลก็คือ ทฤษฎีทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่สามารถใช้เป็นเครื่องชี้แนะให้เห็นว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจใดบ้างที่เกิดดุลยภาพทางเศรษฐกิจในระยะยาว (long-run economic equilibrium) ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องชี้แนะให้ว่าการปรับตัวในระยะสั้น (short-run adjustment) ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในแบบจำลองเหล่านั้นจะมีรูปแบบหรือรูปลักษณ์อย่างไรบ้าง นักเศรษฐศาสตร์กลุ่มนี้จึงเห็นว่าควรที่จะปล่อยให้ข้อมูลเป็นตัวกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นให้มากที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นให้มีลักษณะเป็นการทั่วไปให้มากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ก่อน หลังจากนั้นจึงใช้หลักการทดสอบทางสถิติที่ดีและสามารถใช้แสดงรูปแบบการปรับตัวระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองนั้น ๆ ได้ (ยุวดี คันทะมูล, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.6 เทคนิคการประมาณ ARDL และ ECM

แบบจำลองเชิงพลวัตร (Dynamic Model) โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยค่าปัจจุบันของตัวแปรและความล่าช้า (Lagged) ของตัวแปรอยู่ในระบบสมการร่วมกัน ซึ่งระบบสมการในลักษณะดังกล่าวสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น

แบบจำลอง Distributed Lag Model

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 x_{t-1} + u_t \quad ...(2.18)$$

แบบจำลอง Autoregressive Model

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_4 y_{t-1} + u_t \quad ...(2.19)$$

แบบจำลอง Autoregressive Distributed Lag Model

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 x_{t-1} + \beta_4 y_{t-1} + u_t \quad ...(2.20)$$

ซึ่งระบบสมการที่ยกตัวอย่างดังกล่าวถือเป็นการลำดับ order ของข้อมูลที่เท่ากับ 1 ในองค์ประกอบของ Autoregressive ดังสมการ (2.19) และเป็นลำดับของข้อมูลที่เท่ากับ I ในองค์ประกอบของ Distributed Lag ดังสมการ (2.18) จึงเขียนได้เป็น ARDL(1,1) ดังสมการ (20) และถ้าระบบมีการลำดับของข้อมูลเป็น ณ ลำดับใด ๆ โดยสมมุติให้เป็น ณ p และ q แล้วจึงได้เป็น ARDL(p,q) และแสดงความสัมพันธ์ให้เป็นรูปแบบสมการได้ดังต่อไปนี้ (University of Strathclyde, 2011: online)

$$y_t = a + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + ... \beta_q x_{t-q} + \alpha_1 y_{t-1} + ... + \alpha_p y_{t-p} + u_t \quad ...(2.21)$$

โดยทั่วไปลักษณะของความสัมพันธ์ที่เป็น ARDL ตัวแปรต่าง ๆ ในสมการถดถอยจะประกอบด้วยค่าความล่าช้าของตัวแปรตามและค่าปัจจุบันกับค่าความล่าช้าของตัวแปรอธิบายหนึ่งตัวแปรหรือมากกว่านั้น ซึ่งโครงสร้างที่เป็นความล่าช้าในลักษณะที่กล่าวมานั้นสามารถ Generalization ให้เป็นสมการในรูป Lag polynomial ภายใต้เงื่อนไขของค่าความคลาดเคลื่อน (error term) ซึ่งแทนด้วย white noise คือมีค่าเฉลี่ย (mean) ซึ่งเป็นศูนย์และความแปรปรวน (variance) คงที่แล้วระบบสมการเป็น ARDL(p,q) ซึ่งอยู่ภายใต้ตัวแปรอธิบายเพียงหนึ่งตัว สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้ (Johnston, Jack and Dinardo, John, 1997:244 – 248)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$A(L)y_t = a + B(L)x_t + u_t \quad \ldots(2.22)$$

โดยที่ $A(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L_2 - \ldots\ldots\ldots - \alpha_2 L^p$

$B(L) = \beta_0 - \beta_1 L - \beta_2 L_2 - \ldots\ldots\ldots - \beta_1 L^p$

หากเพิ่มตัวแปรอธิบายเข้าไปในฝั่งขวาของสมการ (right – hand – side) โดยให้เป็น ARDL($p,q_1q_2\ldots..q_k$) จะได้ดังสมการต่อไปนี้

$$A(L)y_t = a + B_1(L)x_{1t} + B_2(L)x_{2t} + \ldots.. + B_k(L)x_{kt} + u_t \quad \ldots(2.23)$$

วิธีการทั่วไปเพื่อใช้ปรับหรือจัดรูปแบบสมการที่เป็น Dynamic Adjustment Process เพื่อเข้าสู่การ parameteriazation ของแบบจำลองให้อยู่ในรูปบบ ECM นั้น ยกตัวอย่างที่เป็น Simple ECM ดังต่อไปนี้ (Leighton, Thomas R., 1993: 152-154)

สมมุติ ระบบสมการที่มีความสัมพันธ์ในระยะยาวถูกกำหนดโดยสมการ (2.23) ดังนี้

$$y_t = \gamma_1 + \gamma_2 x_t \quad \ldots(2.24)$$

แต่เนื่องจากตัวแปร y และ x ไม่ได้อยู่ในดุลยภาพตลอดเวลาจึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ในระยะยาวได้โดยตรง แต่เราสามารถหาความสัมพันธ์ที่ขาดดุลยภาพ ด้วยการพิจารณาถึงค่าความล่าช้าของตัวแปรดังกล่าว ซึ่งแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} + \alpha_1 y_{t-1} + u_t \quad \ldots(2.25)$$

โดยที่ $0 < \alpha < 1$

จะเห็นว่า สมการ (2.25) มีระดับของตัวแปรที่เป็น Non-stationary และอยู่ในรูป ARDL(1,1) และเมื่อทำการจัดรูปแบบสมการใหม่อีกครั้งและทำการ reparameterised โดยลบด้วย y_{t-1} ทั้ง 2 ข้างของสมการ (2.25) จะได้เป็นสมการ (2.26) ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} - (1 - \alpha) y_{t-1} + u_t \quad \ldots(2.26)$$

เนื่องจาก $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ และ $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ จึงจัดสมการใหม่ได้เป็น

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_2) x_{t-1} - (1 - \alpha) y_{t-1} + u_t \quad \ldots(2.27)$$

จากนั้นยังสามารถ reparameterise สมการ (27) ได้อีกเป็นดังนี้

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t - (1 - \alpha) [y_{t-1} - \gamma_2 x_{t-1}] + u_t \quad \ldots(2.28)$$

โดยที่ $\gamma_2 = (\beta_1 + \beta_2) / (1 - \alpha)$

จากนั้นยังสามารถ reparameterise สมการ (2.28) ได้อีกเป็นดังนี้

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t - (1 - \alpha) [y_{t-1} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-1}] + u_t \quad \ldots(2.29)$$

โดยที่ $\gamma_1 = \beta_0 / (1 - \alpha)$

ฉะนั้นสมการ (2.29) ถือเป็น ECM โดยที่การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร y จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร x และเทอมของ $[y_{t-1} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-1}]$ ที่ถือเป็น dis-equilibrium error จากช่วงระยะเวลาก่อนหน้า และค่า γ_1 และ γ_2 ก็เป็น parameter ของความสัมพันธ์ในระยะยาวสมการ(23) อีกทั้งค่า $(1 - \alpha)$ ในสมการ (2.29) หมายถึงการลดลงของความผิดพลาดเนื่องจาก $0 < \alpha < 1$ ดังนั้นค่า $(1 - \alpha)$ ที่ได้จึงเป็นค่าความเร็วในการปรับตัวสู่ดุลยภาพในระยาวจาก ECM ในสมการ (2.29) สามารถพิจารณาผลกระทบทั้งระยะสั้นและระยะยาวได้ เนื่องจากตัวพารามิเตอร์ (parameter) γ_1 และ γ_2 ที่ปรากฏใน dis-equilibrium error term ในสมการ (2.29) ก็คือตัวพารามิเตอร์ในระยะยาวของสมการ (24) อีกทั้งสัมประสิทธิ์ของ Δx_1 หรือ β_1 รวมทั้ง α ถือเป็นตัวพารามิเตอร์ในระยะสั้นวัดผลกระทบโดยทันทีในระยะสั้นของตัวแปร y จากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร x

นอกจากนั้น ECM ยังมีความสอดคล้องกันกับแบบจำลองที่นำเสนอโดย Henry (1983) หรือที่เรียกว่า “General-to-Specific Approach” เนื่องจากทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่สามารถชี้แนะให้เห็นว่าการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในแบบจำลองนั้น ๆ ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไรได้ ในขณะที่ดุลยภาพในระยะยาวนั้นกลับสามารถชี้ให้เห็นได้ว่าตัวแทนทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เศรษฐกิจใดบ้างที่จะส่งผลหรือให้การอธิบายว่ามีลักษณะเป็นอย่างไดได้ถึงแม้ว่าตัวแปรจะ Co integrated กันแล้วก็ตาม แต่ความสัมพันธ์ในระยะนั้นหรือที่มีลักษณะเป็น dis-equilibrium relationship จะถูกแสดงด้วย ECM เสมอ อีกทั้งการวิเคราะห์ที่เป็นลักษณะของการมี Co integration นั้นกลับไม่ได้กล่าวถึงรูปแบบที่แน่นอนแต่อย่างใด และโครงสร้างของความล่าช้าก็ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ในระยะสั้นได้อย่างชัดเจนอีกเช่นกัน ดังนั้นเขาจึงเห็นว่าควรปล่อยให้ข้อมูลเป็นตัวกำหนดรูปแบบการปรับตัวระยะสั้นให้มากที่สุดโดยการให้มีลักษณะทั่วไปให้มากที่สุดก่อน หลังจากนั้นจึงใช้หลักการทางสถิติทดสอบ เช่น F-test เพื่อให้ตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติลดลงเรื่อย ๆ นั่นคือกระบวนการที่เรียกว่า test-down procedure จนกระทั่งได้สมการที่มีค่าสถิติที่ดีและสามารถใช้แสดงรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองนั้น ๆ ได้ (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538:29)

อธิบายวิธีการ “Hendry-type general-to-specific methology” โดยยกตัวอย่างจากแบบจำลอง ARDL (p,q) โดยที่ p = q = 2 ได้ดังต่อไปนี้ (Leighton, Thomas R., 1993: 155-157)

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} + \beta_3 x_{t-2} + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + u_t \quad \ldots(2.30)$$

และทำการจัดรูปสมการ (2.30) ใหม่ได้ดังนี้

$$\Delta y_t = \beta_0 + (1 - \alpha)\Delta y_{t-1} + \beta_2 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_2)\Delta x_{t-1} - (1 - \alpha_1 - \alpha_2) y_{t-2} + (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)\Delta x_{t-2} + u_t \quad \ldots(2.31)$$

จากนั้น reparameterising สมการ (2.31) ได้เป็น

$$\Delta y_t = (\alpha_1 - 1)\Delta y_t + \beta_1 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_2)\Delta x_{t-1} - (1 - \alpha_1 - \alpha_2)[y_{t-2} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-2}] + u_t \quad \ldots(2.32)$$

โดยที่ $\gamma_i = \beta_0 / (1 - \alpha_1 - \alpha_2)$ และ $\gamma_0 = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) / (1 - \alpha 1 - \alpha 2)$ ...(2.33)

เนื่องจาก γ_1 และ γ_2 เป็น unknown จากสมการ (2.24) จึงไม่สามารถประมาณค่าได้ แต่สามารถประมาณค่าเริ่มต้นในสมการ (2.31) ก่อน และนำมาใส่ในสมการที่ (2.33) เพื่อประมาณค่า γ_1 และ γ_2 อีกครั้ง จึงสามารถอธิบายความสัมพันธ์ในระยะยาวได้ อันเนื่องจากการพิจารณาความสัมพันธ์ในระยะสั้นในแบบจำลอง ECM ดังที่กล่าวมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะเป็นว่าสมการ (2.31) ถูก reparameterization บนช่วงเวลา (period) t-1 หรือ t-2 ซึ่งแทนได้ด้วย

$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ หรือ $y_1 = y_{t-1} + \Delta y_t$ จะได้ว่า $y_{t-1} = y_1 - \Delta y_t$ ดังนั้น $y_{t-2} = y_{t-1} - \Delta y_{t-1}$

$\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ หรือ $x_1 = x_{t-1} + \Delta x_t$ จะได้ว่า $x_{t-1} = x_1 - \Delta x_t$ ดังนั้น $x_{t-2} = x_{t-1} - \Delta x_{t-1}$

แล้วนำไปแทนในสมการ (2.31) ได้การจัดรูปแบบเป็นดังต่อไปนี้

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t + \alpha_2 \Delta y_{t-1} - \beta \Delta x_{t-1} - (1 - \alpha_1 - \alpha_2)[y_{t-2} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-2}] + u_t \quad \ldots(2.34)$$

จากสมการ (2.34) จะเห็นว่า Error Correction term มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา (period) t-1 และตัวแปรอื่น ๆ ทั้งหมดจะเป็นช่วงเวลาปัจจุบันกับเป็นความล่าช้าที่มีผลต่างลำดับที่หนึ่ง

นอกจากนั้น สมการ(2.32) เป็น ECM โดย term $[y_{t-2} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-2}]$ นั้นคือ dis-equilibrium จาก 2 period ก่อนหน้านั้น ดังนั้น หากมีลำดับ order ที่ m ตามกระบวนการ general distributed lag แล้วจะสามารถเขียนรูปแบบสมการได้เป็นดังต่อไปนี้

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i y_{t-1} + \sum_{i=1}^{m+1} \beta_i \Delta x_{t-i+1} + u_t \quad \ldots(2.35)$$

ดังนั้นสมการทั่วไปดังสมการ (2.35) จะมีการซ้อนกันของ ECM มากว่า 1 ทำให้ Hendry methodology พยายามทำการ testing down procedure เพื่อกำหนดให้ ECM สามารถอธิบายข้อมูลได้ดีที่สุด

อย่างไรก็ตาม ECM ก็อยู่บนพื้นฐานการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ในระยะยาวระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ฉะนั้นเราจะสามารถแน่ใจได้อย่างไรว่า ความสัมพันธ์ในระยะยาวนั้นมีอยู่จริง หรือเป็น co integration หรือไม่ และถ้าหากเป็นแล้วเราจะแน่ใจว่าตัวแรปใน ECM ที่เราประมาณค่านั้นมัน stationary หรือไม่ เหล่านี้เป็นข้อจำกัดของตัวแปร Non-stationary ซึ่งการใช้เทคนิคที่เป็น standard regression เช่น การใช้ OLS จะไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ในขณะที่เทคนิค co integration จะต้องมีการทดสอบ Stationary ของข้อมูลอนุกรมเวลาก่อนหรือที่เรียกว่าการทดสอบ Unit root นั่นเอง โดยที่นิยมใช้มากก็คือ Augmenter Dickey-Fuller (ADF) test และหากเราต้องการให้ข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็น Stationary นั้น เราต้องทำการ First difference ตามด้วย Second difference ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสมมุติฐานหลักที่ตั้งไว้ว่าตัวแปรเป็น Non-stationary (มี unit root) นั้นจะถูกปฏิเสธ และพบว่าตัวแปรต่าง ๆ นั้นมีคุณสมบัติ Stationary ที่ระดับการ differenceing ใด ๆ เช่น $x_t \sim I(d)$ เป็นต้น

จากนั้นก็ทำการพิจารณาถึงการทดสอบ co integrationซึ่งโดยทั่วไปนั้นความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระหว่าง 2 ตัวแปรอนุกรมเวลา x และ y นั้นจะเข้าสู่การทดสอบได้ต้องมี I(d) อยู่ ณ order เดียวกัน แล้วทำการประมาณค่าของ dis-equilibrium errors หรือ residual โดย OLS โดยการทดสอบค่า residuals ว่าเป็น Stationary หรือไม่ เช่น ถ้า $u_t \sim I(0)$ หรือสามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่เป็น Non-stationary ได้ แสดงว่าตัวแปร x และ y ทั้งคู่เป็น co integrated ระหว่างกัน ทั้งนี้ Engle and Granger ได้เสนอสถิติที่ใช้ทดสอบ co integrationอยู่ 7 วิธี อาทิเช่น co integrating Regression Durbin-Watson (CRDW) test และ co integration ADF test เป็นต้น (Leighton, Thomas R., 1993:165)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิรมล สุธรรมกิจ (2548) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ กับ ตัวแปรด้านมลพิษทางอากาศโดยทำการศึกษา 2 กระบวนการใหญ่ๆ คือ (1) การกำหนดแบบจำลองเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ดังกล่าว และ (2) การพิจารณาเลือกและกำหนดตัวแปร ที่เหมาะสมในการศึกษาโดยเฉพาะการกำหนดตัวแปรคุณภาพอากาศโดยรวม เช่น การคำนวณ “ดัชนีคุณภาพอากาศรวม”เพื่อให้สอดคล้องกับตัวแปรทางเศรษฐกิจระดับมหภาคเมื่อพิจารณาตามหลักความสัมพันธ์ของ EKC การศึกษานี้ พบว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่เกิดขึ้นกับสารมลพิษทางอากาศ แต่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นที่มีความแปรผันไปในทางเดียวกันระหว่างระดับ GPP ต่อหัวกับระดับดัชนีมลพิษทางอากาศ (ยกเว้น ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ที่มีความสัมพันธ์ผกผัน) นั่นหมายความว่า ปัจจุบันนี้ระดับสารมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดจะอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มากก็ตาม การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของจังหวัดเหล่านี้ มีแนวโน้มที่จะกระตุ้นให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศมากขึ้น และผลการศึกษานี้ยังสามารถบ่งชี้ได้ว่า จังหวัดใดที่มี GPP ต่อหัวสูงอาจมีระดับสารมลพิษทางอากาศสูงกว่าจังหวัดที่มี GPP ต่อหัวต่ำ

จิระ บุรีคำ (2553) ได้ทำการวิเคราะห์เส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets (the environmental Kuznets curve :EKC) โดยได้ใช้ข้อมูลปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อหัวและรายได้เฉลี่ยต่อหัวของไทยและญี่ปุ่นในการทดสอบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยและรายได้เฉลี่ยต่อหัวของไทยและญี่ปุ่นเป็นไปตามสมมติฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets (EKC) โดยระดับรายได้เฉลี่ยต่อหัวที่เป็นจุดวกกลับของไทยเท่ากับ 59,715.48 บาท ในขณะที่ระดับรายได้เฉลี่ยต่อหัวที่เป็นจุดวกกลับของญี่ปุ่นเท่ากับ 3,743,114.67 เยน

Nobuko Yabe (2004) ทำการวิเคราะห์การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคอุตสาหกรรม ของประเทศญี่ปุ่นระหว่างปี 1985 – 1995 โดยได้ทดสอบหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคอุตสาหกรรมในประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1985 – 1995 โดยใช้วิธี Input–output decomposition ซึ่งพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม (environmental technological changes :ETC) ต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีด้านการผลิต (production technological changes :PTC) ต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีทั้ง 2 ด้านมีผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าปัจจัยด้านการค้าเป็นตัวที่ส่งผลให้เกิดการลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งสองช่วง (ปลายปี 1980 และต้นปี 1990) ดังนั้นโครงสร้างด้านการค้าของญี่ปุ่นจึงมีลักษณะเป็นผู้นำเข้าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1985 – 1995

Lantz and Feng (2006) ศึกษาปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์มหภาคภายใต้การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้น้ำมันในประเทศแคนาดา โดยงานวิจัยหลายแห่งได้กล่าวไว้ว่า การเสื่อมเสียของสภาพแวดล้อมมีปัจจัย 3 ประการที่ส่งผลกระทบต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ รายได้ประชาชาติต่อหัว จำนวนประชากร และการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้ข้อมูลจาก 5 ภูมิภาค ของประเทศแคนาดา ในช่วง 1970 – 2000 โดยพบว่า รายได้ประชาชาติต่อหัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งไม่เป็นไปตามทฤษฎีของ Kuznets ส่วนการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและเทคโนโลยีมีผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับสมมติฐานของEKC (กราฟรูประฆังคว่ำที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ประชาชาติต่อหัวกับการเสื่อมเสียของสภาพแวดล้อม)

Yi-Ming Wei *et. al* (2006) ทำการศึกษาถึงผลกระทบของจำนวนประชากรและความมั่งคั่งทางเทคโนโลยี ต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับรายได้ที่แตกต่างกันของช่วงปี 1975 – 2000 ซึ่งผลการทดสอบโดยใช้แบบจำลอง Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology: STRIPAT โดยหลัก ๆ แล้วพบว่าในระดับสากลการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีผลกระทบต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และสัดส่วนประชากรที่มีอายุระหว่าง 15 – 64 ปีจะให้ผลกระทบต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ซึ่งสัดส่วนประชากรที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อายุระหว่าง 15- 64 ปี จะให้ผลกระทบทางลบต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ในกรณีที่มีรายได้สูงๆ ส่วนผลกระทบทางบวกจะเกิดขึ้นในกลุ่มกลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำลงมา ซึ่งอธิบายได้ด้วยสมการ I = PABT โดยกล่าวได้ว่าพฤติกรรมที่แตกต่างกัน สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ โดยในกลุ่มประเทศรายได้ต่ำ ผลกระทบของผลิตภัณฑ์ประชาชาติรายหัวต่อการปลดปล่อย CO_2 มีน้อยมาก ส่วนผลกระทบของความเข้มพลังงานต่อการปลดปล่อย CO_2 ก็มีน้อยมากเช่นกันในกลุ่มประเทศรายได้ปานกลาง ส่วนประเทศที่มีรายได้สูง ผลกระทบของทั้งผลิตภัณฑ์ประชาชาติรายหัวและความเข้มข้นพลังงานต่อการปลดปล่อย CO_2 นั้นมีน้อย นั่นคือการวิจัยนี้พบว่าผลกระทบของจำนวนประชากร การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ต่อการปลดปล่อย CO_2 ขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของแนวทางการพัฒนาของแต่ละประเทศ

Ferda Halicioglu (2009) ได้ทำการศึกษาเรื่องเศรษฐมิติของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การบริโภคพลังงาน รายได้ และการค้าระหว่างประเทศกรณีศึกษาประเทศตุรกีโดยศึกษาผลของความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ การบริโภคพลังงาน รายได้ และการค้าต่างประเทศ ในกรณีของประเทศตุรกี โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในช่วงปี 1960 – 2005 โดยได้ทดสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระยะยาวซึ่งผลการทดสอบ พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระยะยาวอยู่ 2 แบบ คือ การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สามารถประมาณการได้จากการบริโภคพลังงาน รายได้ และการค้าระหว่างประเทศ และอีกความสัมพันธ์ในระยะยาวคือ รายได้สามารถประมาณการได้จากการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ การบริโภคพลังงาน และการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตว่ารายได้เป็นตัวแปรสำคัญในการอธิบายการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศตุรกีนอกจากนั้นก็จะเป็นการบริโภคพลังงานและตามด้วยการค้าระหว่างประเทศ

จากการทดสอบในระยะยาวพบว่าความยืดหยุ่นของการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการบริโภคพลังงานคำนวณได้เท่ากับ 0.78 ส่วนความยืดหยุ่นของการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรายได้เท่ากับ 12.31 ส่วนผลกระทบต่อการค้าระหว่างประเทศต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด ส่วนการทดสอบ Granger causality พบว่าอยู่ในทิศทางระหว่างการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และรายได้ทั้งคู่ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

Sai Xing Zeng *et. al* (2009) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศจีนโดยสมมุติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของคุซเนตส์โดยพัฒนา Regression model สำหรับรวบรวมข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศจีน โดยการวิเคราะห์ EKC ของงานวิจัยนี้ใช้แหล่งมลพิษ 6 ประเภท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จาก jiaxing of Zhejiang ประเทศจีน มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งได้แก่ 1. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม 2. ก๊าซมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม 3. การปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 4. เขม่าควัน 5. ฝุ่นจากโรงงานอุตสาหกรรม และ 6. ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งมลพิษทั้ง 6 ประเภทจาก jiaxing of Zhejiang ประเทศจีนและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (รายได้ประชาชาติต่อหัว) ไม่เป็นไปตามสมมติฐานเส้นโค้งสิ่งแวดล้อมของ Kuznets ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่า EKCเป็นเพียงหนึ่งในสมมติฐานที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ซึ่งในความเป็นจริงแล้วความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจมีความซับซ้อนมากกว่า EKC ก็เป็นได้ โดยมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่น เทคนิคการเก็บตัวอย่าง ช่วงเวลาการสำรวจ นโยบายของภาครัฐ และการควบคุม/ก่อตั้งภาคอุตสาหกรรม ที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ในรูปแบบที่แตกต่างออกไปโดย S.X Zeng et. al ได้ให้ความเห็นว่าจุดวกกลับของเส้นสมมุติฐาน Kuznets จะแตกต่างกันไปกันไปตามแต่ละแห่งหรือประเทศต่าง ๆ โดยที่ระยะเวลาในการวกกลับก็เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเป็นไปตามโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่แตกต่างกันไปของแต่ละประเทศ

Ilhan Ozturk and Ali Acaravci (2010) ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อย CO_2 การบริโภคพลังงาน และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยใช้แบบจำลอง ARDL สำหรับกลุ่มประเทศยุโรป 19 ประเทศ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการปลดปล่อย CO_2 ที่ขึ้นอยู่กับการบริโภคพลังงานมีความยืดหยุ่นเป็นบวกในระยะยาวที่ระดับนัยสำคัญ 1% ได้แก่ ประเทศเดนมาร์ค ประเทศเยอรมัน ประเทศกรีซ ประเทศอิตาลี และประเทศโปรตุเกส ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อย CO_2 กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจพบว่า ประเทศเดนมาร์คและประเทศอิตาลี มีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมมติฐาน EKC ที่ระดับนัยสำคัญ 1% และ 5% ตามลำดับ

Kihoon Lee *et. al* (2010) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยวิธี nonlinear ในประเทศเกาหลี โดยใช้แบบจำลอง smooth transition autoregressive (STAR) ในการทดลองคุณสมบัติ nonlinear dynamic ของการปลดปล่อย CO_2 และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของเกาหลีทดแทนเส้นสมมติฐานของ Kuznets (EKC) พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อย CO_2 และการผลิตภาคอุตสาหกรรมให้ผล nonlinear asymmetric dynamics ในขณะที่การทดสอบเชิงเส้นของ Granger ไม่พบความสัมพันธ์ไปในทิศทางใดๆ ส่วนการทดสอบแบบ nonlinear ของ Granger พบความสัมพันธ์ 2 ทิศทางระหว่างการปลดปล่อย CO_2 และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจซึ่งอธิบายได้ว่าการวางนโยบายทางด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานที่เหมาะสมมีส่วนในการลดการปลดปล่อย CO_2 ในขณะที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจมีส่วนในการลดการปลดปล่อย CO_2 น้อยมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved