บทที่ 4
แบบจำลองและแนวคิดทางเศรษฐมิติ

ในบทนี้จะครอบคลุมถึงแบบจำลองตามแนวคิดทางการเงินที่ใช้ในการศึกษา และสมมติฐานของแบบจำลอง รวมถึงแนวคิดทางเศรษฐมิติที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีที่จะนำมาใช้ในการศึกษานี้ โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองและสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคนิค Panel Data Approach มาประยุกต์ใช้กับเทคนิค Cointegration ตามหลักของ Johansen and Juselius (1990) มาใช้ในการทดสอบแบบจำลองตามแนวคิดทางการเงินในการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัว โดยจะทำการทดสอบแบบจำลองทั้งแบบ Flexible-Price Monetary Model และ Sticky-Price Monetary Model ตามลำดับดังสมการต่อไปนี้

<u>กรณี Flexible-Price Monetary Model</u> มีรูปแบบสมการ คือ

สมการ (1): $s_t = (m - m^*)_t - \Phi(y - y^*)_t + \lambda(i - i^*)_t + \varepsilon_t$ หรือ

สมการ (2): $s_t = (m - m^*)_t - \Phi(y - y^*)_t + \lambda(\pi - \pi^*)_t + \varepsilon_t$

<u>กรณี Sticky-Price Monetary Model</u> มีรูปแบบสมการ คือ

สมการ (3): $s_t = (m - m^*)_t - \Phi(y - y^*)_t + (\lambda + \frac{1}{\theta})(\pi - \pi^*)_t - \frac{1}{\theta}(i - i^*)_t + \varepsilon_t$

โดยที่ s_t คือ log ของอัตราแลกเปลี่ยน ในช่วงเวลา t

$(m - m^*)_t$ คือ log ของปริมาณเงินโดยเปรียบเทียบ ในช่วงเวลา t
(ในที่นี้เลือกใช้ ปริมาณเงิน M_2)

$(y - y^*)_t$ คือ log ของระดับรายได้ที่แท้จริงโดยเปรียบเทียบ ในช่วงเวลา t

$(i - i^*)_t$ คือ อัตราดอกเบี้ยโดยเปรียบเทียบ ในช่วงเวลา t
(ในที่นี้เลือกใช้ อัตราดอกเบี้ยระยะสั้นหรือ interbank rate)

$(\pi - \pi^*)_t$ คือ อัตราดอกเบี้ยที่คาดการณ์ไว้โดยเปรียบเทียบในช่วงเวลา t

ε_t คือ residual terms ($\varepsilon_t = (\varepsilon'_{1t}, \varepsilon'_{2t}, \varepsilon'_{3t}, \varepsilon'_{4t})$)

(* แทน ตัวแปรของต่างประเทศ โดยในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ข้อมูลของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นข้อมูลต่างประเทศ)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ได้มีตัวแปรที่เป็น Exogeneous คือ ระดับการค้าระหว่างประเทศ (Openness) ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของผลรวมของมูลค่าการส่งออกและมูลค่าการนำเข้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP)

สมมติฐานของแบบจำลอง

กรณี Flexible-Price Monetary Model

ถ้าตัวแปรต่าง ๆ ตามแนวคิด Flexible-Price Monetary Model มีอิทธิพลต่อการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวของประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา การประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการ (1) และ (2) ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. **อัตราดอกเบี้ยโดยเปรียบเทียบ** $(i - i^*)$ ถ้าอัตราดอกเบี้ยภายในประเทศสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณความต้องการถือเงินลดลง แต่ต้องการซื้อสินค้ามากขึ้น ทำให้เกิดความต้องการสินค้าส่วนเกิน ถ้าการผลิตเป็นไปตามภาวะการจ้างงานเต็มที่ตามข้อสมมติแล้ว ระดับราคาสินค้าทั่วไปจะสูงขึ้น ทำให้ค่าเงินลดลง

2. **การขยายตัวของปริมาณเงินโดยเปรียบเทียบ** $(m - m^*)$ ถ้าปริมาณเงินภายในประเทศสูงขึ้น จะทำให้เกิดปริมาณเงินส่วนเกิน อันเป็นเหตุให้มีปริมาณความต้องการจับจ่ายใช้สอยเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ด้าน ส่งผลให้ระดับราคาสินค้าสูงขึ้น และมีแนวโน้มว่าค่าเงินจะอ่อนตัวลง และถ้าเป็นไปตามทฤษฎีทางการเงินแล้ว สัดส่วนการอ่อนตัวของค่าเงินจะเท่ากับสัดส่วนของการขยายตัวของปริมาณเงินโดยเปรียบเทียบ

3. **ระดับรายได้ที่แท้จริงโดยเปรียบเทียบ** $(y - y^*)$ การมีรายได้สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณความต้องการถือเงินเพิ่มขึ้นจนเกิดความต้องการถือเงินส่วนเกิน และเกิดอุปทานสินค้าส่วนเกิน ทำให้มีสินค้าเหลือ ราคาสินค้าภายในประเทศจึงลดลง ส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนลดลงหรือค่าเงินแข็งขึ้น

4. **อัตราเงินเฟ้อที่คาดการณ์ไว้โดยเปรียบเทียบ** $(\pi - \pi^*)$ ถ้าราคาสินค้าภายในประเทศมีการปรับตัวสูงขึ้น จะส่งผลให้ราคาของเงินตราต่างประเทศสูงขึ้นด้วย นั่นคือ อัตราแลกเปลี่ยนจะสูงขึ้นหรือค่าเงินอ่อนตัวลง ทั้งนี้เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันของสินค้าภายในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยในอดีต ปรากฏว่า Bilson (1976) พบว่า อัตราดอกเบี้ยโดยเปรียบเทียบมีผลในการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยน โดยความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าอัตราดอกเบี้ยในประเทศสูงขึ้นจะส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนสูงขึ้น นอกจากนี้ Bilson (1976) และ Macdonald and Taylor (1992) ได้พบว่า ปริมาณเงินโดยเปรียบเทียบที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราแลกเปลี่ยนอ่อนค่าลง ในขณะที่รายได้ที่แท้จริงสูงขึ้นกลับส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนแข็งค่าขึ้น

กรณี Sticky-Price Monetary model

ถ้าตัวแปรต่าง ๆ ตามแนวคิด Sticky-Price Monetary Model มีอิทธิพลต่อการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวของประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา การประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการ (3) ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. **อัตราดอกเบี้ยโดยเปรียบเทียบ** $(i - i^*)$ ถ้าอัตราดอกเบี้ยภายในประเทศสูงขึ้นจะทำให้เกิดเงินทุนไหลเข้าประเทศมากขึ้น เพื่อหวังผลตอบแทนที่มากขึ้น ส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนลดลงหรือค่าเงินแข็งค่าขึ้น

2. **ปริมาณเงินโดยเปรียบเทียบ** $(m - m^*)$ ถ้าปริมาณเงินภายในประเทศสูงขึ้นซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการใช้นโยบายการเงินแบบขยายตัวของรัฐบาล อันมีผลให้อัตราดอกเบี้ยภายในประเทศปรับตัวลดลง ทำให้เกิดเงินทุนไหลออกต่างประเทศเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลตอบแทนลดลง ความต้องการเงินตราต่างประเทศมีมากขึ้น ส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนสูงขึ้นหรือค่าเงินอ่อนตัวลง

3. **ระดับรายได้ที่แท้จริงโดยเปรียบเทียบ** $(y - y^*)$ ถ้ามีรายได้สูงขึ้น จะทำให้ความต้องการถือเงินมีมากขึ้นจนเกิดความต้องการถือเงินส่วนเกิน ทำให้อัตราดอกเบี้ยภายในประเทศปรับตัวสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดเงินทุนไหลเข้าประเทศมากขึ้น ทำให้อัตราแลกเปลี่ยนลดลงหรือค่าเงินแข็งค่าขึ้น

4. **อัตราเงินเฟ้อที่คาดการณ์ไว้โดยเปรียบเทียบ** $(\pi - \pi^*)$ ถ้าราคาสินค้าในประเทศปรับตัวสูงขึ้น ทำให้เกิดความต้องการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศมากขึ้น จึงเกิดความต้องการเงินตราต่างประเทศมากขึ้น ส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนสูงขึ้นหรือค่าเงินอ่อนตัวลง

โดยจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ในอดีต ปรากฏว่า ผลการทดสอบของ Frankel (1984) Chinn (1997และ1998) และ Groen (1998) พบว่า อัตราแลกเปลี่ยนแปรผันตรงกับปริมาณเงินเปรียบเทียบ และอัตราเงินเฟ้อโดยเปรียบเทียบ กล่าวคือ ถ้าปริมาณเงินโดยเปรียบเทียบสูงขึ้น หรืออัตราเงินเฟ้อในประเทศสูงขึ้นเมื่อเทียบกับต่างประเทศ จะส่งผลให้อัตราแลกเปลี่ยนสูงขึ้น นอกจาก

นี้ Frankel (1984) Chinn (1997และ1998) Groen (1998) และ Nitinant (1995) ได้ศึกษาพบว่าการเพิ่มของอัตราดอกเบี้ยภายในประเทศเมื่อเทียบกับต่างประเทศจะมีผลทำให้อัตราแลกเปลี่ยนลดลง

อย่างไรก็ตาม หากในการศึกษานี้ทำการทดสอบแล้วค่าสัมประสิทธิ์เป็นไปตามเงื่อนไขต่างๆ ข้างต้น ก็แสดงว่า ตัวแปรต่าง ๆ ตามแนวคิดทางการเงินทั้งแบบ Flexible-Price Monetary Model และแบบ Sticky-Price Monetary Model มีอิทธิพลต่อการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวของประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา

ขั้นตอนในการศึกษานี้คือ

ขั้นตอนแรก ทดสอบเพื่อดูว่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ปรากฏในแบบจำลองตามสมการ (1) (2) และ (3) มีลักษณะเป็น Non-stationary process หรือไม่ ด้วยการทดสอบ Unit root แบบ Augmented Dickey Fuller ถ้าพบว่าตัวแปรต่าง ๆ มีระดับ Integrate ที่ระดับเดียวกันจะทดสอบขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่สอง ทดสอบเพื่อหาจำนวน Cointegrating vectors (Cointegrating ranks) โดยใช้ Johansen's Likelihood ratio test เพื่อใช้ในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาวระหว่างอัตราแลกเปลี่ยนและตัวแปรทางการเงินต่าง ๆ

ขั้นตอนที่สาม ทดสอบหารูปแบบของการปรับตัวระยะสั้นตาม VEC Model โดยเลือก Cointegrating vectors ที่ให้ค่าเครื่องหมายและขนาดของค่าสัมประสิทธิ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนที่สี่ ทำการเลือกว่าแบบจำลองใดมีความเหมาะสมกับแต่ละกลุ่มประเทศมากที่สุด โดยพิจารณาจาก Adjusted R^2รวมทั้งการทดสอบ J-Test

ขั้นตอนสุดท้าย ทดสอบ Chow Test เพื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดระหว่างกลุ่มประเทศทั้ง 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มประเทศในยุโรป กลุ่มประเทศในละตินอเมริกาและกลุ่มประเทศในเอเชีย ว่ามีรูปแบบโครงสร้างและการปรับตัวเพื่อเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวของอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวแตกต่างกันหรือไม่

4.2 แนวคิดทางเศรษฐมิติ

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์มหภาคที่ประมาณและทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติแบบดั้งเดิม เช่น Ordinary Least Squares (OLS) และ Two-Stage Least Squares (TSLO) อาจเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง

(Spurious relationships) ได้[47] ถ้าหากข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้มีลักษณะ Non-stationary หรือ Stochastic process แบบจำลองที่ประมาณการได้ดังกล่าว จึงอาจให้ภาพที่บิดเบือนไปจากข้อเท็จจริงได้ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้มีลักษณะเป็น "Non-stationary" ทำให้เกิดปัญหา Collinearity หรือ Multicollinearity ได้ ในทางปฏิบัติที่ผ่านมามักแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการปรับข้อมูลโดยการทำ First differencing ตามวิธีการของ Box and Jenkins (1970) เพื่อทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะเป็น Stationary[48] แต่โดยมากนักวิเคราะห์และนักวิจัยมักละเลยปัญหาดังกล่าว หรือไม่ก็ตั้งสมมติฐานอย่างกลาย ๆ (Implicit assumption) ว่าข้อมูลที่ใช้มีลักษณะเป็น Stationary ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งทำให้ค่าทางสถิติที่ประมาณการได้ไม่มีประสิทธิภาพและขาดความน่าเชื่อถือ จากปัญหาต่างๆ ดังกล่าว เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติแนวใหม่ที่เรียกว่า Cointegration และ Error Correction จึงได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็น Non-stationary ได้ ทำให้เทคนิคดังกล่าวสามารถหาความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegrating relationships) ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ได้โดยตรง

ในส่วนของแนวคิดที่เกี่ยวกับ Cointegration และ Error Correction Model จะกล่าวถึงการทดสอบคุณสมบัติ Stationary การประมาณการและการทดสอบ Cointegration และ Error Correction Model ตามวิธีการของ Johansen & Juselius (1990) ตามลำดับ ส่วนต่อมาจะเป็นแนวคิดเกี่ยวกับ J-Test และในส่วนสุดท้ายจะเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบ Chow Test โดยรายละเอียดต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

---

[47] รังสรรค์ หทัยเสรี, " Cointegration and error correction approach: ทางเลือกใหม่ในการประยุกต์ใช้กับแบบจำลองทางเศรษฐกิจมหภาคของไทย," วารสารเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์ 13, 3 (กันยายน 2538): 20-33.

[48] **คุณสมบัติของข้อมูลอนุกรมที่มีลักษณะ Stationary process**

การกำหนดฟังก์ชันใด ๆ ที่ต้องใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตมากำหนดฟังก์ชัน เพื่อใช้พยากรณ์ข้อมูลนอกช่วงเวลาจะต้องมีข้อสมมติว่าฟังก์ชันที่ใช้ต้องคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือมีคุณสมบัติ Stationary กล่าวคือ

1. ค่าเฉลี่ย (mean) มีค่าคงที่
2. ความแปรปรวน (Varian) มีค่าคงที่
3. ความแปรปรวนร่วม (Covariance) มีค่าคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับเวลา t ใด ๆ

หากข้อมูลที่พิจารณาขาดคุณสมบัติที่กล่าวข้างต้น แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณสมบัติ Non-stationary อย่างไรก็ตาม เราสามารถแปลงข้อมูลที่มีคุณสมบัติ Non-stationary ให้มีคุณสมบัติเป็น Stationary ด้วยการหาผลต่าง (differencing) 1 ครั้งหรือมากกว่า แต่โดยทั่วไปไม่เกิน 2 ครั้ง

4.2.1 การทดสอบคุณสมบัติ Stationary

การทดสอบคุณสมบัติ Stationary ที่จะกล่าวถึงในส่วนนี้ได้แก่ การทดสอบคุณสมบัติ โดยพิจารณาจากการทดสอบ Unit root ที่เสนอโดย Dickey และ Fuller (1979) เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งเริ่มต้นด้วยการประมาณการ Autoregressive model ดังสมการ (1) หรือ (2) ต่อไปนี้

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

สมการ (1) สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + (\alpha_2 - 1) Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

โดยที่ Y_t คือตัวแปรที่ศึกษาอยู่ ส่วน T แทน Time Trend ที่อาจใส่เข้ามาเพื่อเปิดโอกาสให้ทดสอบดูว่าตัวแปรนั้น ๆ อาจมีคุณสมบัติเป็น Trend Stationary หรือไม่ และ u_t เป็น ตัวแปรสุ่ม (Random variables) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวนคงที่ หรือ $u_t \sim iid(0, \sigma_u^2)$

การทดสอบแบบ Dickey-Fuller (DF) มีสมมติฐานหลักคือ H_0:α_1 =0, α_2=1ส่วนสมมติฐานรองคือ H_1: $/\alpha_2/ < 1$ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Tau ratio โดยมีวิธีการคำนวณเหมือน t-ratio ถ้าค่าที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตาราง Dickey-Fuller statistic ณ ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด แสดงว่าเราไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคือ ตัวแปรดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็น Non-stationary หรือมี Unit root

อย่างไรก็ตาม การทดสอบ Unit root ด้วยวิธี Dickey-Fuller ยังมีจุดอ่อนเนื่องจากได้สมมติว่าตัวรบกวนสุ่มไม่เกิดปัญหา Autocorrelation แต่ถ้าตัวรบกวนสุ่มเกิดปัญหานี้ขึ้นมา จะทำให้การประมาณค่าด้วย OLS ได้ความแปรปรวนที่สูงเกินความเป็นจริง ปัญหานี้ Dickey และ Fuller (1981) ได้แก้ด้วยการเพิ่มตัวแปรในรูป lag (ΔY_{t-i}) เข้าไปเป็นตัวแปรอธิบายตัวหนึ่ง การทดสอบนี้จึงเรียกว่า Augmented Dickey-Fuller test (ADF)[49] ดังสมการต่อไปนี้

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{k} \phi_j \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{k} \phi_j \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (4)$$

---

[49] Walter Enders, Applied econometric times series (New York: John Wiley&sons,1995), pp.222-223.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{k} \phi_j \Delta Y_{t-i} + u_t \qquad (5)$$

โดยที่ $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$, Y_t = vector $(Y_{1t}, Y_{2t}, \ldots, Y_{pt})'$ ส่วน $\delta = \alpha_2 - 1$ และค่า k คือ จำนวนตัวแปรในรูป lag ที่ทำให้ตัวรบกวนสุ่มในสมการ (3) (4) และ (5) ไม่เกิดปัญหา Autocorrelation

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบยังคงเหมือนวิธี Dickey-Fuller ซึ่งในการทดสอบ Unit root ต้องพิจารณาด้วยว่าเลือกที่จะมี drift และ time trend ดังสมการ (5) หรือเลือกที่จะมี drift อย่างเดียวดังสมการ (4) หรือไม่เลือกทั้งสองอย่างดังสมการ (3) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่กำลังพิจารณา ดังนั้น Dickey-Fuller (1981) จึงได้นำวิธี F-statistics มาใช้ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ โดยจากสมการ (4) มีสมมติฐานหลักคือ $\delta = \alpha_0 = 0$ ใช้ ϕ_1 statistic ในการทดสอบ หากเลือกที่จะมี time trend ดังสมการ (5) ต้องทดสอบสมมติฐานหลักว่า $\alpha_0 = \delta = \alpha_1 = 0$ และใช้ ϕ_2 statistic ในการทดสอบ และหากเลือกที่จะไม่มี drift และ time trend ต้องทดสอบสมมติฐานหลักว่า $\delta = \alpha_1 = 0$ โดยใช้ ϕ_3 ในการทดสอบ ทั้งนี้สามารถคำนวณหาค่า ϕ_1 ϕ_2 และ ϕ_3 ได้ด้วยวิธีเดียวกับ F-test นั่นคือ

$$\phi_i = \frac{(RSS(restricted) - RSS(unrestricted))/r}{RSS(unrestricted)/(t-p)}$$

โดยที่ RSS(restricted) และ RSS(unrestricted) คือ sum of squared residuals จากสมการ restricted และ unrestricted

r	คือ	จำนวน restrictions
t	คือ	จำนวน usable observation
p	คือ	จำนวน parameters ในสมการ unrestricted

4.2.2 การทดสอบ Cointegration และการประมาณ Error Correction model

Cointegration และ Error Correction เป็นเทคนิคทางเศรษฐศาสตร์แนวใหม่ที่สามารถใช้ทดสอบเพื่อดูว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run equilibrium relationships) หรือไม่ โดยมีลักษณะเด่นคือไม่ก่อให้เกิดปัญหา Spurious regression แม้ว่าตัวแปรที่ใช้จะมีคุณสมบัติเป็น Non-stationary

ตามหลักการของ Cointegration นั้น แม้ว่าตัวแปรที่ใช้ในสมการ (6) จะมีคุณสมบัติเป็น Non-stationary หรือ I(1) แต่ตัวแปรเหล่านั้นอาจมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegrating relationships) ภายใต้เงื่อนไขที่ X_t และ Y_t มีความสัมพันธ์กันในลักษณะหนึ่งที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ประมาณได้จากสมการ (6) หรือ Z_t ในสมการ (7) มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว

$$Y_t = \alpha_t + \beta X_t + Z_t \tag{6}$$

$$Z_t = Y_t - \alpha_t - \beta X_t \tag{7}$$

แนวคิดเกี่ยวกับ Cointegration และ Error Correction นั้น เป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันตามหลักของ "Granger Representation Theorem" (Engel and Granger,1987) นัยที่สำคัญตามทฤษฎีนี้ก็คือ ถ้าพบว่าตัวแปร X_t และ Y_t ในสมการ (6) มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวแล้ว เราสามารถสร้างแบบจำลองการปรับตัวที่เรียกว่า "Error-Correction Mechanisms" เพื่ออธิบายกระบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ (7) เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ ดังแสดงในสมการ (8) และ (9) ข้อที่น่าสังเกตคือตามทฤษฎีนี้ รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นจะคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปรับตัวของตัวแปรต่าง ๆ ในระยะยาว (Z_{t-1}) เข้าไปด้วย

$$\Delta X_t = \phi_1 Z_{t-1} + \{lagged(\Delta X_t, \Delta Y_t)\} + \varepsilon_{1t} \tag{8}$$

$$\Delta Y_t = \phi_2 Z_{t-1} + \{lagged\ (\Delta X_t, \Delta Y_t)\} + \varepsilon_{2t} \tag{9}$$

โดยที่ $Z_t = Y_t + \beta' X_t . Z_{t-1}$ เป็น ตัว Error-correction (EC) term ส่วน ε_{1t} และ ε_{2t} เป็น white noise และ ϕ_1 และ ϕ_2 เป็น non-zero ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมการ (8) และ (9) การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของ distributed lags of first differences of X_t and Y_t รวมทั้งตัว EC term ที่ล่าออกไปหนึ่งช่วงเวลา (Z_{t-1}) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเป็นกลไกที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้นเมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ภาวะดุลยภาพในระยะยาว

ส่วนการทดสอบ Cointegration และ Error Correction ตามเทคนิคของ Johansen and Juselius (1990) ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้นั้น เป็นวิธีการทดสอบในรูปแบบของ Multivariate Cointegration โดยอิงกับแบบจำลองที่เรียกว่า Vector Autoregression (VAR) ซึ่งสามารถทำได้โดยเริ่มที่สมมติให้มีตัวแปรเท่ากับ n นั่นคือ $Y_t = (Y_{1t}, \ldots, Y_{nt})'$ และสมมติให้มีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองในอันดับ

$$Y_t = \pi_1 Y_{t-1} + \text{---} + \pi_k Y_{t-k} + \varepsilon_t \tag{10}$$

โดยที่ ε_t เป็นเวคเตอร์ของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงที่เหมือนกันและเป็นอิสระจากกัน(ε_t~iid) ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเป็นเมตริกซ์ Λ

จากสมการ (10) สามารถเขียนในรูป Error correction model ได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \Gamma_1\Delta Y_{t-1} + \Gamma_2\Delta Y_{t-2} + \Gamma_{k-1}\Delta Y_{t-k+1} + \Pi Y_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (11)$$

เมื่อ $\Gamma_i = -(I - \Pi_1 - \Pi_2 - \ldots - \Pi_i) : i=2,3,\ldots..,\ k-1$

$\Pi = -(I - \Pi_1 - \Pi_2 - \ldots.. - \Pi_k)$

โดยที่ I เป็น Identity Matrix

เมตริกซ์ Π เป็นเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระยะยาวของตัวแปร และ Rank ของเมตริกซ์ Π เป็นตัวกำหนดจำนวน Cointegrating vector ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในเวคเตอร์ Y_t

เมื่อพิจารณาตัวแปร ΔY_t และ ΔY_{t-i} พบว่า มีระดับของ Integration ที่ศูนย์ ดังนั้น ΠY_{t-k} ต้องมีระดับของ Integration ที่ศูนย์ด้วย

ตามวิธีการของ Johansen และ Juselius นั้น จะต้องทำการทดสอบเพื่อหาจำนวน lag ที่เหมาะสมก่อนหน้าที่จะทดสอบเพื่อหาจำนวน Cointegrating vector ของตัวแปรใน Vector Y_t ที่จะใส่ใน VAR model ในสมการ (10) ซึ่งอาจทำได้โดยวิธีการ "Likelihood Ratio Test" ของ Sims หรือวิธี "Minimum final prediction error test" ของ Akaike ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ Likelihood ratio test ในการทดสอบหาจำนวน lag ที่เหมาะสม

$$LR = (T-c)(\log|\Sigma_r| - \log|\Sigma_u|)$$

โดยที่ T คือ จำนวนข้อมูล

c คือ จำนวน parameters ใน unrestricted model

$\log|\Sigma_r|$ และ $\log|\Sigma_u|$ คือ log ของ determinant of variance/covariance matrix Σ ใน restricted และ unrestricted model ตามลำดับ

H0: จำนวน Lag เท่ากับจำนวน Lag ในสมการ restricted model

H1: จำนวน Lag เท่ากับจำนวน Lag ในสมการ unrestricted model

ค่า LR test statistic มีการกระจายแบบ χ^2 และมี degree of freedom เท่ากับ จำนวน coefficient ใน restricted model

จำนวน Cointegrating vectors ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ใน Vector Y_t อาจเป็นไปได้ 3 กรณีดังนี้คือ

(1) Rank (Π) = 0 แสดงว่าตัวแปรทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์ในดุลยภาพระยะยาว

(2) Rank (Π) = n เรียกว่า Full rank แสดงว่าตัวแปรใน Vector Y_t ทุกตัวมีคุณสมบัติ Stationary หรือมีระดับของ Integration ที่ศูนย์

(3) Rank (Π) = r เมื่อ 0 < r < n แสดงว่า มีจำนวน Cointegrating vector เท่ากับ r

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบหาจำนวน Cointegrating vectors (r) ใน VAR model ได้แก่ Trace test และ Maximal eigenvalue test ดังสมการข้างล่างนี้

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^{n} \ln(1-\hat{\lambda}_i)$$

$$\lambda_{max}(r) = -T \ln(1-\hat{\lambda}_{t+1})$$

โดยที่ T คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

n คือ จำนวน Endogenous variable ในฟังก์ชัน

$\hat{\lambda}$ คือ ค่า Eigenvalues ซึ่งคำนวณจากการประมาณการ Π เมตริกซ์

ในกรณีของ Trace test นั้น สมมติฐานหลัก (H_0) ตัวแปรใน VAR model ตามสมการ (11) มีจำนวน Cointegrating vector น้อยกว่าหรือเท่ากับ r ในขณะที่สมมติฐานรอง (H_1) จำนวน Cointegrating vestor มากกว่าหรือเท่ากับ r

ส่วนกรณีของ Maximum eigenvalue test นั้น สมมติฐานหลัก (H_0) ตัวแปรใน VAR model ตามสมการ (11) มีจำนวน Cointegrating vector อย่างมากเท่ากับ r ในขณะที่สมมติฐานรอง (H_1) จำนวน Cointegrating vector เท่ากับ r + 1

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบ Likelihood Ratio test ทั้งสองวิธี Serletis (1994) วิจารณ์ว่า Tract test มีพลังในการทดสอบมากกว่า Maximum eigenvalue test เนื่องจากทราบว่า Eigenvalue ที่เล็กที่สุดจำนวนทั้งหมด p-r ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงใช้ Trace test ในการทดสอบหา Cointegrating vector

การทดสอบโดยทั่วไปจะเริ่มจาก r=0 สมมติฐานหลัก (H_0) ไม่มี Cointegrating vector ในฟังก์ชัน VAR model ถ้าไม่สามารถปฏิเสธได้ จะสิ้นสุดการทดสอบ เนื่องจากยืนยันไม่ได้ว่า Cointegrating vector มีอยู่จริง และถ้าปฏิเสธจะทดสอบสมมติฐานในลำดับต่อมาดังนี้ $r \leq 1$,

$r \leq 2$ ถ้าไม่สามารถปฏิเสธ $r \leq r_0$ ได้ แต่ปฏิเสธ $r \leq r_0 - 1$ เมื่อ $r_0 = 1,2,3,...$ สรุปได้ว่า จำนวน Cointegrating vector = r_0 และเมื่อ normalizing Cointegrating vector β จะได้พารามิเตอร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระยะยาว

สรุปขั้นตอนการทดสอบ Cointegration และการประมาณการ Error Correction Model ด้วยวิธีการของ Johansen and Juselius (1990) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบคุณสมบัติ Stationary ของข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยน กับข้อมูลของปัจจัยที่จะมีอิทธิพลต่อการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยน โดยวิธี Unit root แบบ Augmented Dickey Fuller (ADF) ถ้าพบว่าอัตราแลกเปลี่ยนและปัจจัยที่มีอิทธิพลกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนมีระดับ Integrate ที่อันดับเดียวกันจะทดสอบขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 2 ทดสอบ Cointegration ระหว่างอัตราแลกเปลี่ยนและปัจจัยที่มีอิทธิพลกำหนดอัตราแลกเปลี่ยน โดยการประมาณค่า Cointegrating vector ด้วย Maximum likelihood และใช้ Trace test ในการทดสอบเพื่อกำหนดจำนวน Cointegrating vector ซึ่งจะใช้ในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาวระหว่างอัตราแลกเปลี่นและตัวแปรทางการเงิน จากนั้นจะทำการทดสอบในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ทดสอบหารูปแบบของการปรับตัวระยะสั้นตาม Error Correction Model โดยเลือก Cointegrating vectors ที่ให้ค่าเครื่องหมายและขนาดของค่าสัมประสิทธิ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีเศรษฐศาสตร์

4.2.3 การทดสอบ J-Test[50]

การทดสอบแบบจำลองที่มีลักษณะ nonnested หรือแบบจำลองที่ไม่มีการทับซ้อนกันระหว่างสองแบบจำลองหรือมากกว่า เช่น แบบจำลอง A และ B ที่แสดงข้างล่างนี้ว่าแบบจำลองใดเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมมากกว่ากัน อาจทำได้ด้วยวิธีการที่ง่ายที่สุด คือการพิจารณาจาก Adjusted R^2 ($\overline{R}^2$) โดยจะเลือกแบบจำลองที่มีค่า $\overline{R}^2$ สูงที่สุด นอกจากนี้ อาจใช้วิธีการทดสอบ J-Test ในการเลือกแบบจำลองที่แท้จริง หรือแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด โดยมีขั้นตอน ดังนี้

---

[50] Damodar N. Gujarati, Basic econometrics (Singapore: McGraw-Hill Book , 1995), pp.487-493.

Model A: $Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + u_i$ (12)

Model B: $Y_i = \beta_1 + \beta_2 Z_{2i} + v_i$ (13)

โดยที่ Y คือตัวแปรตาม ในขณะที่ X และ Z คือตัวแปรอิสระที่มีรูปแบบของตัวแปรต่างกัน

ขั้นตอนที่ 1 ทำการประมาณสมการตามแบบจำลอง B และจากการประมาณสมการ (13) ตามแบบจำลอง B จะทำให้สามารถประมาณค่า $\hat{Y}_i^B$ ได้

ขั้นตอนที่ 2 นำ $\hat{Y}_i^B$ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นตัวแปรหนึ่งในแบบจำลอง A และทำการประมาณสมการใหม่

$$Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 \hat{Y}_i^B + u_i \quad (15)$$

จากนั้นทดสอบ T-Test โดยมีสมมติฐานหลักคือ $\alpha_3 = 0$ ถ้าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่า เรายอมรับว่าแบบจำลอง A เป็นแบบจำลองที่แท้จริง เนื่องจาก ค่า $\hat{Y}_i^B$ ที่แสดงถึงผลของตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในแบบจำลอง A ไม่สามารถอธิบายถึง ความสัมพันธ์กับแบบจำลอง A ได้ หรือ อาจกล่าวได้ว่า แบบจำลอง A ได้รวมแบบจำลอง B ไว้แล้ว แต่ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก ก็แสดงว่า แบบจำลอง A ไม่ใช่แบบจำลองที่แท้จริง

ขั้นตอนที่ 3 ทำเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 แต่เป็นการประมาณสมการตามแบบจำลอง A และหาค่า $\hat{Y}_i^A$ แล้วทำซ้ำกับขั้นตอนที่ 2 โดยนำ $\hat{Y}_i^A$ ใส่ในแบบจำลอง B และทำการประมาณสมการใหม่

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 Z_{2i} + \beta_3 \hat{Y}_i^A + u_i \quad (16)$$

จากนั้นทดสอบ โดยมีสมมติฐานหลัก คือ $\beta_3 = 0$ ถ้าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่า เราควรเลือกแบบจำลอง B แทนแบบจำลอง A แต่ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ เราควรเลือกแบบจำลอง A แทนแบบจำลอง B

สรุปขั้นตอนในการทดสอบ J-Test

ขั้นที่ 1 นำแบบจำลองต่าง ๆ ตามแนวคิดทางการเงินที่มีความสัมพันธ์ในดุลยภาพระยะยาวของอัตราแลกเปลี่ยนมาทำการประมาณสมการถดถอยเชิงเส้นตรง เช่น ถ้าพบว่ามีแบบจำลองทางการเงิน 2 แบบที่มีความสัมพันธ์ในดุลยภาพระยะยาว ก็ทำการประมาณสมการถดถอยเชิงเส้นตรง 2 สมการ โดยกระทำเช่นนี้ในกลุ่มประเทศที่พบว่ามีแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์ในดุลยภาพระยะยาวมากกว่า 1 แบบจำลอง

ขั้นที่ 2 ประมาณค่าอัตราแลกเปลี่ยนที่ได้จากขั้นที่ 1 $\hat{\ln s}$ ในทุกแบบจำลอง (สมมติให้มี 2 แบบจำลอง) แล้วใส่กลับเข้าไปในแบบจำลองที่มิใช่แบบจำลองที่ประมาณค่าอัตราแลกเปลี่ยนเดิม จากนั้น ทดสอบ T-Test เพื่อดูว่าสัมประสิทธิ์ของอัตราแลกเปลี่ยนที่ประมาณได้นั้นมีค่าแตกต่างจาก

ศูนย์หรือไม่ ถ้า T-Test ที่คำนวณได้มากกว่าค่าที่เปิดได้จากตาราง แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน นั่นคือ แบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่เหมาะสม แต่ถ้า T-Test ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ แบบจำลองนั้นไม่ใช่แบบจำลองที่เหมาะสม แต่แบบจำลองที่เหมาะสมคือ แบบจำลองอีกแบบจำลองหนึ่ง นั่นเอง

4.2.4 การทดสอบ Chow Test[51]

การทดสอบ Chow test เป็นการทดสอบเพื่อดูว่ารูปแบบโครงสร้างของแบบจำลอง regression มีความแตกต่างกันหรือไม่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังตัวอย่างสมการต่อไปนี้

First Period: $Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + u_{1t}$ (17)

$t = 1, 2, \ldots, n_1$

Second Period: $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_{2t}$ (18)

$t = 1, 2, \ldots, n_2$

โดย u_t เป็น disturbance term ส่วน n_1 และ n_2 เป็นจำนวนข้อมูลในช่วงเวลาที่ 1 และช่วงเวลาที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีข้อสังเกตว่าจำนวนข้อมูลในทั้งสองช่วงเวลาสามารถมีจำนวนที่เท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ ทั้งนี้ การทดสอบต้องอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า

1) $u_{1t} \sim N(0, \sigma^2)$ และ $u_{2t} \sim N(0, \sigma^2)$

นั่นคือ error term ของทั้งสอง model จะต้องมีความแปรปรวนเหมือนกัน และ

2) u_{1t} และ u_{2t} มีการกระจายอย่างเป็นอิสระต่อกัน

ส่วนขั้นตอนในการทดสอบ Chow test มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลทั้ง n_1 และ n_2 มาประมาณการสมการ (19) แล้วกำหนดให้ sum of squared residual (RSS) คือ S_1 และมี degree of freedom เท่ากับ n_1+n_2-k โดยที่ k คือจำนวน parameters

$$Y_t = \lambda_1 + \lambda_2 X_t + u_t \quad (19)$$

ขั้นตอนที่ 2 ประมาณสมการ (17) และ (18) แล้วกำหนดให้ S_2 และ S_3 คือ RSS ของสมการ (17) และ (18) ตามลำดับ และมี degree of freedom เท่ากับ $n_1- k$ และ $n_2- k$ ตามลำดับ จะได้ $S_4 = S_2 + S_3$ ซึ่งมี degree of freedom เท่ากับ $n_1+ n_2- 2k$

ขั้นตอนที่ 3 ให้ $S_5 = S_1 - S_4$

---

[51] Ibid., pp.262-265.

ขั้นตอนที่ 4 ภายใต้ข้อสมมติของ Chow test เราจะได้ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$F = \frac{S_5 / k}{S_4 /(n_1 + n_2 - 2k)} \qquad (20)$$

โดย มีการกระจายแบบ F-test ซึ่งมี degree of freedom เท่ากับ (k, n_1+ n_2- 2k) ถ้าค่า F ที่คำนวณได้จากสมการ (20) มีค่ามากกว่า ค่าวิกฤตที่เปิดได้จากตาราง F-statistics ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่าสมการ (17) และ สมการ (18) มีรูปแบบโครงสร้างที่เหมือนกัน นอกจากนี้ อาจสังเกตได้จากค่า p-value ของค่า F ที่ได้จากสมการ (20) ว่ามีค่าต่ำหรือไม่ ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า รูปแบบโครงสร้างของทั้งสองสมการเหมือนกัน

สรุปขั้นตอนในการทดสอบ Chow test

ขั้นที่ 1 นำข้อมูลทั้งของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วในยุโรป และกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งในภูมิภาคละตินอเมริกาและเอเชีย มาทำการประมาณสมการตามแนวคิดทางการเงินที่เหมาะสมที่สุด โดยรวม

ขั้นที่ 2 ประมาณสมการตามแนวคิดทางการเงินที่เหมาะสมที่สุดเป็น 3 สมการตามจำนวนกลุ่มประเทศคือ กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วในยุโรป กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาในละตินอเมริกา และเอเชีย

ขั้นที่ 3 ทดสอบ F-test เพื่อดูว่าสมการในเชิงดุลยภาพระยะยาวตามแนวคิดทางการเงินที่เหมาะสมที่สุดระหว่างกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วในยุโรป กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาในภูมิภาคละตินอเมริกา และกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาในภูมิภาคเอเชียว่า มีรูปแบบการปรับตัวของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤตที่เปิดได้จากตาราง F-statistics แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า สมการในเชิงดุลยภาพระยะยาวตามแนวคิดทางการเงินระหว่างทั้ง 3 กลุ่มประเทศมีรูปแบบการปรับตัวของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวที่เหมือนกัน