บทที่ 3

แบบจำลอง Cointegration และ Error Correction Model

3.1 แบบจำลอง Cointegration และ Error Correction Model

ในการศึกษาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวของตัวแปรต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจด้วยวิธี Cointegration นี้มีลักษณะเด่นประการหนึ่ง คือ จะไม่ทำให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่บิดเบือนจากค่าที่แท้จริง (Spurious Regression) แม้ว่าตัวแปรที่ใช้จะมีลักษณะ Non-Stationary ก็ตาม ส่วนใหญ่ ในการประมาณการโดยทั่วไปมักจะเกิดปัญหาที่พบเสมอจากการประมาณการโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา โดยพบว่าตัวแปรจะมีลักษณะ Non-stationary ส่งผลให้การวิเคราะห์ที่ได้ผิดไปจากข้อเท็จจริง และมีค่าทางสถิติที่ไม่น่าเชื่อถือ ในอดีตการแก้ปัญหาดังกล่าวจะทำได้โดยการหาผลต่างลำดับที่หนึ่ง (First Difference) เพื่อให้ตัวแปรมีลักษณะ Stationary แต่เทคนิคดังกล่าวจะส่งผลให้ดุลยภาพในระยะยาวของข้อมูลขาดหายไปด้วย ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่บิดเบือนจากค่าที่แท้จริง และขณะเดียวกันก็ไม่ทำให้ลักษณะของตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป จึงทำการศึกษาโดยการประมาณการด้วยแบบจำลอง Error Correction Model (ECM) ส่วนแบบจำลอง ECM ที่นำมาใช้ในการทดสอบจะอยู่ในรูปแบบของการปรับตัวในระยะสั้นแบบพลวัตร (Short run Dynamic Adjustment) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขบวนการปรับตัวที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และยังสามารถวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นแยกออกเป็นผลกระทบในระยะสั้นและระยะยาวได้พร้อมๆ กัน โดยผลกระทบในระยะยาวจะสามารถคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่อยู่ในสมการระยะยาว (ได้จากการทำ Cointegrate Regression) ส่วนผลกระทบในระยะสั้นสามารถคำนวณได้จาก ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่อยู่ในสมการของ ECM ซึ่งการแยกผลกระทบออกเป็นระยะสั้น และระยะยาวได้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

3.2 ขั้นตอนการทดสอบ Cointegration และ Error Correction Model

3.2.1 จะเป็นการทดสอบ Unit Root ของตัวแปรทุกตัวในสมการในรูปของ Level (ดูรูปที่3.1 ประกอบ) เพื่อดูว่าตัวแปรเหล่านี้มีความเป็น Stationary หรือไม่ จะทดสอบโดยใช้แบบจำลอง Augmented Dickey-Fuller Test (ADF Test) โดยมีสมมติฐานหลักว่า ตัวแปรที่นำมาทดสอบมีความเป็น Unit Root หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ตัวแปรที่นำมาทดสอบนั้นมีลักษณะ Non-Stationary ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 กรณีด้วยกัน

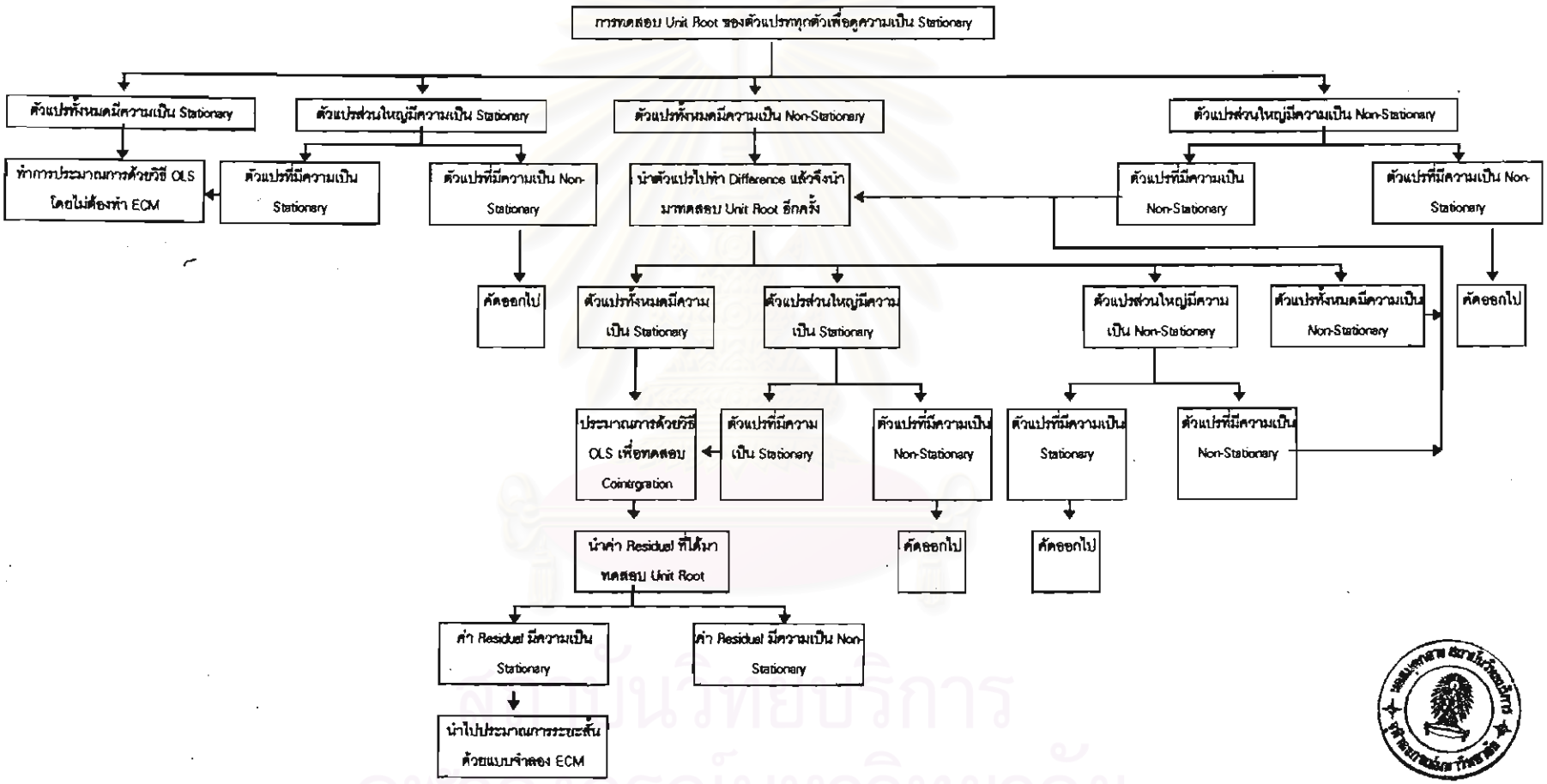
กรณีที่ 1 ตัวแปรทุกตัวที่นำมาใช้ในการทดสอบมีความเป็น Stationary หรืออาจกล่าวได้ว่าตัวแปรทุกตัวปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงไม่จำเป็นต้องทำ Cointegration และ ECM อีกต่อไป เพราะมื่อนำไปประมาณการด้วยสมการถดถอย OLS ก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหา Spurious Regression

กรณีที่ 2 ตัวแปรส่วนใหญ่มีลักษณะ Stationary เราก็จะคัดเอาตัวแปรเฉพาะที่เป็น Stationary มาประมาณการสมการถดถอยเหมือนในกรณีที่1 ส่วนตัวแปรที่มีลักษณะเป็น Non-Stationary ก็จะไม่นำมาพิจารณา

กรณีที่ 3 ตัวแปรทุกตัวที่นำมาใช้ในการทดสอบมีความเป็น Non-Stationary ซึ่งแสดงว่าตัวแปรทุกตัวในสมการยอมรับสมมติฐานหลักหรืออาจกล่าวได้ว่าตัวแปรนั้นมีความเป็น Unit Root จึงต้องนำไปทำ First Difference แล้วจึงมาทดสอบ Unit Root อีกครั้งก่อนที่จะนำไปทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว โดยตัวแปรทุกตัวจะต้องมีความเป็น Stationary ใน Order เดียวกัน

กรณีที่ 4 ตัวแปรส่วนใหญ่มีลักษณะ Non-Stationary เราก็จะคัดเอาตัวแปรเฉพาะที่เป็น Stationary มาทำ First Difference แล้วจึงมาทดสอบ Unit Root อีกครั้งเหมือนในกรณีที่ 3 ส่วนตัวแปรที่มีลักษณะเป็น Stationary ก็จะไม่นำมาพิจารณา

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดสอบ Cointegration และ ECM



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 จากการทดสอบ Unit Root ของตัวแปรในรูป First Difference สามารถแบ่งได้เป็น 4 กรณีด้วยกัน คือ

กรณีที่ 1 ตัวแปรทุกตัวมีความเป็น Non-Stationary จึงต้องนำไปทำ Difference อีกครั้งแล้วจึงมาทดสอบ Unit Root ก่อนที่จะนำไปทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว

กรณีที่ 2 ตัวแปรส่วนใหญ่ Non-Stationary ในส่วนของตัวแปรที่มีความเป็น Non-Stationary ก็จะนำไปทำเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 ส่วนตัวแปรที่มีลักษณะเป็น Stationary ก็จะไม่นำมาพิจารณา

กรณีที่ 3 ตัวแปรทุกตัวมีความเป็น Stationary ก็จะนำตัวแปรเหล่านี้มาทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Long-run Equilibrium Relationships) จะทำได้โดยการประมาณการสมการถดถอย โดยใช้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square)

กรณีที่ 4 ตัวแปรส่วนใหญ่ Stationary ในส่วนของตัวแปรที่มีความเป็น Stationary ก็จะนำไปทำเช่นเดียวกับกรณีที่ 3 ส่วนตัวแปรที่มีลักษณะเป็น Non-Stationary ก็จะไม่นำมาพิจารณา

3.2.3 จากขั้นตอนในหัวข้อที่ 3.2.2 ในกรณีที่ 3 และกรณีที่ 4 เมื่อนำตัวแปรที่มีความเป็น Stationary มาประมาณการด้วยวิธี OLS แล้วหลังจากนั้นจะนำค่า Residual ที่ได้จากการประมาณค่าดังกล่าวมาทำการทดสอบความเป็น Stationary ของข้อมูลอีกครั้ง โดยใช้แบบจำลอง ADF Test ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งถ้าเราได้ค่าResidual ดังกล่าวมีความเป็น Stationary เราจะได้ว่าแบบจำลองที่นำมาศึกษามีความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพกับตัวแปรอิสระ ซึ่งจะทำให้เราสามารถทดสอบการปรับตัวแบบพลวัตรของแบบจำลองในระยะสั้น โดยใช้แบบจำลอง ECM (Error Correction Mechanism) ได้ แต่ถ้าผลการทดสอบพบว่า แบบจำลองที่นำมาศึกษาไม่มีเสถียรภาพของความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพในระยะยาวกับตัวแปรอิสระ จะแสดงถึงความไม่มีเสถียรภาพของความสัมพันธ์ในระยะสั้นด้วย เราจะไม่สามารถทดสอบการปรับตัวของสมการในระยะสั้นโดยใช้แบบจำลอง ECM ได้ เนื่องจากผลที่ได้จะมีระดับความน่าเชื่อถือต่ำ

3.2.4 การประมาณการสมการระยะสั้นจะประมาณการสมการถดถอยด้วยเทคนิค OLS โดยจะประมาณการสมการที่มี Lag ของตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และ Lag หนึ่งของค่า Residual ที่ได้จากการทดสอบ Cointegration ซึ่งจะใช้หลักการทดสอบสถิติบางประการ เช่น F-Test เพื่อขจัดตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติให้มีจำนวนลดลง จนกระทั่งได้สมการขั้นสุดท้ายที่มีค่าทางสถิติที่ดีที่สุด และสามารถใช้แสดงรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองนั้นๆ

3.3 โครงร่างทางทฤษฎี

3.3.1 การทดสอบ Unit Root

การทดสอบความเป็น Stationary ของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้วิธีการของ Dickey and Fuller ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้กับการศึกษาที่มีจำนวนข้อมูลไม่มากนัก โดยการทดสอบหาคุณสมบัติของความเป็น Unit Root ในข้อมูล ซึ่งถ้าผลการทดสอบพบว่าข้อมูลดังกล่าวมีความเป็น Unit Root แล้ว เราจะได้ว่าข้อมูลไม่คงที่ต่อเวลา (Non-Stationary) เทคนิคของการทดสอบความเป็น Unit Root ของ Dickey and Fuller[1] จะเริ่มจากการประมาณการแบบจำลอง Autoregressive ตาม สมการที่ 3.1 ดังนี้

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \qquad (3.1)$$

เขียนสมการที่ 3.1 ใหม่ได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \qquad (3.2)$$

โดยที่ $\delta = \rho - 1$

เราจะสามารถทดสอบหา Unit Root ได้โดยการทำสมการถดถอยกับสมการที่ 3.3 ดังนี้

[1] Damodar N. GuJarati, Basic Econometrics Third Edition(McGRAW-Hill,1995) p. 718-722.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \delta Y_{t-1} + u_t \qquad (3.3)$$

โดยที่ Y_t เป็นตัวแปรที่ต้องการจะทดสอบ

α เป็นค่าคงที่

T เป็นตัวแปรแนวโน้มของเวลา (Time Trend)ที่ใส่เข้ามาเพื่อเปิดโอกาสให้ทดสอบคุณสมบัติ Trend Stationary

u_t เป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีค่าความแปรปรวนคงที่ หรืออาจกล่าวได้ว่า u_t มีการกระจายแบบ iid ($u_t \sim 0, \sigma_u^2$)

โดยมีสมมติฐานหลักของการทดสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์ δ มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ หรือแสดงได้ว่า

$$H_0 : \delta = 0$$

ซึ่งถ้าเราไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ จะได้ตัวแปรที่นำมาทดสอบดังกล่าวมีลักษณะไม่คงที่ต่อเวลา หรือมี Unit Root เป็นองค์ประกอบ (I (d) ; d>0)

นอกจากแบบจำลองดังกล่าวแล้ว Dickey and Fuller ยังได้แสดงการทดสอบ Unit Root ที่เรียกว่า Augmented Dickey Fuller Test (ADF Test) ซึ่งสามารถทดสอบความเป็น Unit Root ได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ตัวแปรสุ่ม u_t (Error Term) มีความสัมพันธ์กันในอันดับที่สูงขึ้น (Higher-Order Autoregressive Moving Average Processes) ซึ่งทำได้โดยการทดสอบจากสมการที่ 3.4 ดังนี้

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta Y_{t-i} + u_t \qquad (3.4)$$

โดยที่ p เป็นจำนวน Lag ของตัวแปรของผลต่างลำดับที่หนึ่งของตัวแปรอิสระ (Lagged Value of First Difference) ที่ใส่เข้าไปเพื่อแก้ปัญหา Autocorrelation ในตัวแปรสุ่ม u_t ซึ่งในแบบจำลอง Dickey Fuller ดังกล่าวข้างต้นจะไม่มีตัวแปรดังกล่าวอยู่ จากการศึกษาในเชิงประจักษ์

I 17601691

พบว่าการใส่ตัวแปรแนวโน้มของเวลา และค่าคงที่เข้าไว้ในแบบจำลองด้วย จะทำให้ผลการทดสอบที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากกว่าแบบจำลองที่ไม่มีตัวแปรดังกล่าวรวมอยู่ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลองในสมการที่ 3.4 ในการทดสอบคุณสมบัติความเป็น Unit Root ของตัวแปร

การทดสอบสมมติฐานหลักของความเป็น Unit Root นั้นจะพิจารณาจากค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ δ ของตัวแปร Y_{t-1} โดยถ้าได้ค่า t-statistic ของตัวแปรดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตตามตาราง ADF เราจะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักของความเป็น Unit Root ในตัวแปรได้ หรืออีกนัยหนึ่งเราอาจกล่าวได้ว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีลักษณะเป็น Stationary ซึ่งหากเราพบว่าตัวแปรมีลักษณะดังกล่าว ก็จำเป็นต้องทำผลต่างลำดับที่หนึ่งในตัวแปรนั้นๆ ก่อนที่จะทำการประมาณการสมการถดถอยเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความสัมพันธ์ที่บิดเบือนจากค่าที่แท้จริง (Spurious Relationship)นอกเสียจากเราจะได้ว่าข้อมูลดังกล่าวมีความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run Equilibrium Relationship) กับตัวแปรอื่นๆ ดังจะได้กล่าวต่อไป

3.3.2 ความสัมพันธ์ในเชิงทฤษฎีของ Cointegration และ ECM

เทคนิค Cointegration และแบบจำลอง ECM ได้ถูกนำมาใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ในระยะยาวของข้อมูล โดยอาศัยหลักการที่ว่า ถ้าตัวแปรที่ทดสอบมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว การประมาณค่าข้อมูลโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติแบบดั้งเดิมก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่บิดเบือนขึ้น ถึงแม้ตัวแปรที่ใช้จะเป็น Non-stationary ก็ตาม โดยการประมาณค่าแบบจำลองในสมการที่ 3.5 จากนั้นก็นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ (Z_t) มาทำการทดสอบความเป็น Stationary ถ้าได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อน Z_t มีความเป็น Stationary เราจะได้ว่า Y_t และ X_t มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวต่อกัน

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + Z_t \qquad (3.5)$$

เราสามารถที่จะทำการทดสอบตัวแปร Z_t ได้โดยการใช้แบบจำลอง Augmented Dickey-Fuller Test (ADF Test) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\Delta Z_t = \gamma + \lambda Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \varphi_i \Delta Z_{t-i} + u_t \qquad (3.6)$$

ถ้าค่าสัมบูรณ์ (Absolute) ของค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ λ ของตัวแปร Z_{t-1} มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตของ Mackinon เราจะได้ว่าตัวแปร X และตัวแปร Y ไม่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Non-Cointegration) ในทางตรงกันข้ามหากพบว่าว่าตัวแปร X และตัวแปร Y มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวต่อกัน เราจะสามารถสร้างแบบจำลอง ECM เพื่ออธิบายขบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่างๆ เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{p} [\beta_{1i} \Delta X_{t-i} + \beta_{2i} \Delta Y_{t-i}] + \gamma Z_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (3.7)$$

จากสมการที่ 3.7 สังเกตได้ว่ารูปแบบของการปรับตัวในระยะสั้น จะคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของการปรับตัวของตัวแปรต่างๆในระยะยาว (Z_{t-1}) ไว้ด้วย ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวคลาดเคลื่อนดังกล่าว จะแสดงให้เห็นถึงขนาดของความไม่สมดุลระหว่างค่า Y_t และ X_t ในช่วงเวลาที่ผ่านมา และชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของ Y_t จะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของ X_t เท่านั้น แต่จะขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของความไม่สมดุลในระยะยาวระหว่างค่า Y_t และ X_t ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ด้วย อาจกล่าวได้ในอีกความหมายหนึ่งว่าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในสมการ ECM จะแสดงถึงพลวัตรของการปรับตัวในระยะสั้นเข้าสู่ระยะยาวด้วย นั่นคือ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ γ มีค่ามากจะแสดงถึงว่า ตัวแปร Y_t จะมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้อย่างรวดเร็ว และลักษณะการปรับตัวดังกล่าวจะเป็นไปในทางตรงข้ามถ้าค่าสัมประสิทธิ์ γ มีค่าน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย