บทที่ 3
กรอบแนวคิดและทฤษฎี

3.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคา และปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ในกลุ่มเคมีภัณฑ์ด้วยวิธีโคอินทิเกรชัน จำนวน 7 หลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ จึงนำแบบจำลอง การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (unit root) การทดสอบการร่วมกันไปด้วยกัน (cointegration and error correction mechanism) และการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) มาใช้ในการศึกษา เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ในกลุ่มเคมีภัณฑ์

3.1.1 ทฤษฎีบทข้อมูลอนุกรมเวลา

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งลักษณะข้อมูลโดยพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลานั้นมีข้อควรพิจารณา คือข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งหรือไม่ ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้เกิดปัญหาระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการเป็นความสัมพันธ์ไม่แท้จริง (spurious regression) ซึ่งเป็นการยากที่จะยอมรับได้ในทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบก่อนว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หมายถึงการที่ข้อมูลอนุกรมเวลาอยู่ในสภาพของการสมดุลเชิงสถิติ (statistical equilibrium) ซึ่งหมายถึง การที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้เวลาจะเปลี่ยนแปลงไป แสดงได้ดังนี้

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

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

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

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

จากข้อกำหนดทั้ง 4 ข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะนิ่งเมื่อ $P(X_t, X_{t+1}, X_{t+2}, \ldots, X_{t+k}) = P(X_{t+m}, X_{t+m+1}, X_{t+m+2}, \ldots, X_{t+m+k})$ โดยหากพบว่า $P(X_t, X_{t+1}, X_{t+2}, \ldots, X_{t+k})$ มีค่าไม่เท่ากับ $P(X_{t+m}, X_{t+m+1}, X_{t+m+2}, \ldots, X_{t+m+k})$ แล้ว จะสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ซึ่งการทดสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่นั้น แต่เดิมจะพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเอง (autocorrelation coefficient function : ACF) ตามแบบจำลองของบ็อก-เจนกินส์ (Box-Jenkins Model) ซึ่งหากพบว่าค่า correlation (ρ) ที่ได้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองนั้น มีค่าใกล้ 1 มาก ๆ จะส่งผลในการพิจารณาที่ค่า ACF ค่อนข้างจะไม่แม่นยำ เพราะว่ากราฟแสดงค่า ACF มีค่าแนวโน้มลดลงเหมือน ๆ กัน บางคนอาจจะสรุปไม่ได้เหมือนกันเพราะประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นดิกกี้-ฟลูเลอร์ (Dickey-Fuller) จึงพัฒนาการตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ โดยการทดสอบยูนิทรูท (unit root test)

3.1.2 การทดสอบการร่วมกันไปด้วยกัน (cointegration and error correction mechanism)

การที่ข้อมูลทางเศรษฐกิจที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data) ส่วนมากมักจะมีลักษณะ non-stationary กล่าวคือ ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าความแปรปรวน (variance) จะมีค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการมีความสัมพันธ์ไม่แท้จริง (spurious regression) โดยสังเกตได้จากค่าสถิติบางอย่างอาทิ ค่า T-statistic จะไม่เป็นการแจกแจงที่เป็นมาตรฐาน และค่า R2 ที่สูง ในขณะที่ค่า Durbin-Watson (DW) statistic อยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นถึง high level of autocorrelated residuals จึงเป็นการยากที่จะยอมรับได้ในทางเศรษฐศาสตร์(Enders, 1995) และ (Johnston and Dinardo, 1997)

วิธีที่จะจัดการกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็น non-stationary ที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย คือ วิธี cointegration และ error correction mechanism (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538) เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegrating relationship) วิธีดังกล่าวแบ่งออกได้ 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

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการของ Engle and Granger เพื่อทดสอบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ที่มีเสถียรภาพในระยะยาว (cointegrating relationship) หรือไม่ ตามวิธีการของ Engle and Granger มีขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ทดสอบ unit root เพื่อทดสอบความเป็น stationarity ของตัวแปรที่นำมาทำการศึกษาโดยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF)
2. นำตัวแปรที่ทำการทดสอบโดยวิธี ADF แล้ว มาพิจารณาดุลยภาพในระยะยาว ตามแนวทางของ Engle and Granger
3. เมื่อพบว่าแบบจำลองมีความสัมพันธ์ในระยะยาวแล้ว ใช้วิธีการ error correction mechanism (ECM) คำนวณหาลักษณะการปรับตัวในระยะสั้น

3.1.2.1 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (stationary) และ การทดสอบ unit root

การทดสอบ unit root ถือเป็นขั้นตอนแรกในการศึกษาภายใต้วิธี cointegration and error correction mechanism ขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่จะใช้ในสมการเพื่อดูความเป็น stationary [I(0); integrated of order 0] หรือ non-stationary [I(d); d > 0, integrated of order d] ของตัวแปรทางสถิติ ซึ่งสมมติให้แบบจำลองเป็นดังนี้

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t$$

โดยที่ X_t, X_{t-1} คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ เวลา t และ t-1

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (random error)

ρ คือ สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ (autocorrelation coefficience)

ถ้าให้ $\rho = 1$

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

สมมติฐาน คือ

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

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

โดย ถ้ายอมรับ $H_0 : \rho = 1$ หมายความว่า X_t มียูนิทรูท หรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง

แต่ถ้ายอมรับ $H_1 : |\rho| < 1$ หมายความว่า X_t ไม่มียูนิทรูท หรือ X_t มีลักษณะนิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาจะนิยมการทดสอบ unit root ที่เสนอโดย David Dickey และ Wayne Fuller (Pindyck and Rubinfeld, 1998) ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อของ Dickey-Fuller test สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

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

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$X_t = \alpha + \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

$$X_t = \alpha + \beta t + \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

โดยที่ X_t คือตัวแปรที่เราทำการศึกษา α , ρ คือ ค่าคงที่ t คือ แนวโน้มเวลา และ ε_t คือ ตัวแปรสุ่ม มีการแจกแจงแบบปกติที่เป็นอิสระต่อกันและเหมือนกัน (independent and identical distribution) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนคงที่ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\varepsilon_t \sim$ i.i.d $(0, \sigma_\varepsilon^2)$

สมการแรกจะเป็นสมการที่แสดงถึง กรณีรูปแบบของตัวแปรที่ไม่มีค่าคงที่ ขณะที่สมการที่สองจะเป็นรูปแบบของสมการที่ปรากฏค่าคงที่ และสมการสุดท้ายแสดงถึงรูปแบบของสมการที่มีทั้งค่าคงที่ และแนวโน้มเวลา

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

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

โดยที่ $\theta = (\rho - 1)$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

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 $\left[\sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j}\right]$ เข้าไปในสมการทางด้านขวามือ จะได้ว่า

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \theta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.9)$$

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

โดยในการทดสอบสมมติฐานทั้งวิธี Dickey-Fuller test และวิธี Augmented Dickey-Fuller test ทดสอบว่าตัวแปรที่เราสนใจ (X_t) นั้นมี unit root หรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่า θ ถ้าค่า θ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า X_t นั้นมี unit root ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานในการทดสอบได้ดังนี้

$H_0 : \theta = 0$

$H_1 : \theta < 0$

ทดสอบสมมติฐาน โดยเปรียบเทียบค่า T-statistic ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต MacKinnon ซึ่งค่า T-statistic ที่จะนำมาทำการทดสอบสมมติฐานในแต่ละรูปแบบนั้นจะต้องนำไปเปรียบเทียบกับตารางค่าวิกฤติ MacKinnon ณ ระดับต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า X_t มี unit root นั้นต้องนำค่า ΔX_t มาทำ differencing ไปเรื่อยๆ จนสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า X_t เป็น non-stationary process ได้ เพื่อทราบ order of integration (d) ว่าอยู่ในระดับใด [$X_t \sim I(d); d > 0$]

ถ้าหากพบว่าข้อมูลดังกล่าวเป็น non-stationary process และมีอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (order of integration) ที่มากกว่า 0 [ทดสอบว่า $X_t \sim I(d)$] หรือไม่ จะทำการทดสอบตามรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta^{d+1} X_t = \alpha + \beta t + (\rho - 1)\Delta^{d} X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \lambda_j \Delta^{d+1} X_{t-j} + \varepsilon_t \qquad (3.10)$$

ภายหลังจากทราบค่า d (order of integration) แล้วต้องทำการ differencing ตัวแปร (เท่ากับ d+1 ครั้ง) ก่อนที่จะนำตัวแปรดังกล่าวมาทำการ regression เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา spurious regression ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่การกระทำดังกล่าวจะทำให้แบบจำลองที่ได้จากการประมาณขาดข้อมูลในส่วนของการปรับตัวของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2535) และ (Hataiseree, 1996)

3.1.2.2 การเลือก lag length ในการทดสอบ

สำหรับการเลือก Lag Length (P-lag) ที่เหมาะสมในการทดสอบ unit root ของตัวแปรนั้น Enders (1995) ได้กล่าวว่า ควรเริ่มต้นจาก lag length ที่สูงพอ เช่น P* แล้วดูว่าสัมประสิทธิ์ของ lag length P* แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือไม่โดยดูจากค่า t-statistic ถ้าพบว่าสัมประสิทธิ์ของ lag length P* นั้นไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ทำการทดสอบ Unit Root ของตัวแปรนั้นโดยใช้ lag length P* - 1 จนกระทั่ง lag length ที่ใช้นั้นจะแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเลือก lag length ในการทดสอบ causality ระหว่างราคาและปริมาณการซื้อขายหุ้น ส่วนใหญ่จะใช้วิธีที่เรียกว่า arbitary lag specification คือ กำหนดค่าที่คิดว่าเหมาะสมขึ้นซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ 4 ,8 และ 12 lags (โดยพิจารณาจากการทดสอบผลของราคาที่มีต่อปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์)

อย่างไรก็ตามการกำหนด lag length ด้วยวิธีการนี้ก็มีข้อบกพร่อง เนื่องจากแต่ละคู่ความสัมพันธ์ที่นำมาทดสอบอาจมีความไม่เหมาะสมกับ lag length ที่ต่างกันออกไป การกำหนด lag length แบบ arbitary จึงอาจมีความผิดพลาดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Hsiao (1981) ได้เสนอวิธีการกำหนด lag length ที่ดีกว่าวิธีเดิม คือ minimum final prediction error criterion (FPE) ซึ่งมีที่มาจากงานของ Akaike(1969) การกำหนด lag length ในแบบจำลองของการทดสอบ causality ที่ผ่านๆมา ส่วนใหญ่จะใช้วิธีที่เรียกว่า arbitrary specification คือ กำหนดช่วงเวลาที่คาดว่ามีความเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ทดสอบแต่ละคนและมักจะไม่มีวิธีการที่ชัดเจน วิธีการดังกล่าวนี้อาจกระทบต่อผลการทดสอบได้ เนื่องจากถ้ากำหนด lag length สูงกว่าที่ควรจะเป็นก็อาจทำให้ค่า Variance ของการทดสอบมีค่าสูงขึ้น แต่ถ้ากำหนด lag length ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อาจทำให้เกิด biasness ขึ้นในการทดสอบได้

Akaike (1969) ได้กำหนดวิธีการเลือก orders (Lag Length) สำหรับ autoregressive Model ขึ้นโดยใช้หลักเกณฑ์ที่เรียกว่า The minimum final prediction error (FPE) criterion และ Hsiao (1981) ได้นำ FPE criterion นี้มาเป็นเครื่องมือในการกำหนด orders ในแบบจำลองสำหรับ causality tests

การกำหนด lag length มีปัญหาอยู่ที่ว่า lag length สูงไปอาจเกิด inefficiency ในการทดสอบได้ แต่ถ้าใช้ lag length ต่ำไปก็อาจเกิดปัญหา biasness ในการทดสอบได้เช่นกัน Hsiao(1981) เห็นว่าวิธีการ FPE มีความเหมาะสมในการกำหนด lag length เนื่องจากเป็นวิธีการที่จะช่วยชดเชย (trade off) ในปัญหาดังกล่าว

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ FPEในการกำหนด lag length ซึ่งในกรณีของ The direct granger approach ก็คือ การใช้FPE กำหนดค่า m, n ที่เหมาะสม

3.1.2.3 Cointegration and Error Correction Mechanism

Cointegration เป็นการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาใช้ ว่ามีความสัมพันธ์ในระยะยาวตามที่ระบุไว้ในทฤษฎีหรือไม่ และพบว่าจะมีอยู่ 2 วิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบตัวแปร คือ วิธีของ Johansen and Juselius (1990) และวิธี two-step approach ของ Engle-Granger (1987)

วิธีของ Engle-Granger จะทำการระบุว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามและตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระซึ่งไม่สามารถแสดง multiple cointegrating vector ได้ กรณีมีรูปแบบของความสัมพันธ์มากกว่า 1 รูปแบบ

สำหรับการทดสอบ cointegration นั้น ให้ใช้ residuals จากสมการถดถอย (regression equation) ที่เราต้องการทดสอบ cointegration ซึ่งก็คือ $\hat{e}_t$ มาทำการถดถอยดังสมการดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta\hat{e}_t = \gamma\hat{e}_{t-1} + v_t \qquad (3.11)$$

(Gujarati, 1995 : 727) และนำค่าสถิติ t (t-statistic) ซึ่งได้มาจากอัตราส่วนของ $\hat{y}$ / S.E. $\hat{y}$ ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) โดยที่สมมุติฐานของการไม่มี cointregation คือ H_0 : □ = 0 ค่าลบของสถิติ t (t-statistic) ที่มีนัยสำคัญ ก็จะเป็นการปฏิเสธ H0 ซึ่งก็จะนำไปสู่ข้อสรุปว่าตัวแปรที่มีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary) ในสมการดังกล่าว cointegrated กัน(Johnston and Dinardo, 1997 : 264 – 265)

อย่างไรก็ตามถ้า residuals ของสมการ (3.10) ไม่เป็น white noise เราก็จะใช้การการทดสอบ ADF (Augmented Dickey - Fuller (ADF) test) แทนที่จะใช้สมการ (3.11) สมมุติว่า v_t ของสมการที่ (3.11) มีสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (serial correlation) เราก็จะใช้สมการดังนี้

$$\Delta\hat{e}_t = \gamma\hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} a_i\Delta\hat{e}_{t-1} + v_t \qquad (3.12)$$

และถ้า $-2 < \gamma < 0$ เราสามารถจะสรุปได้ว่า Residuals มีลักษณะนิ่ง (stationary) และ y_t และ x_t จะเป็น CI (1,1) โปรดสังเกตว่าสมการ (3.11) และ (3.12) ไม่มีพจน์ส่วนตัด (intercept term) เนื่องจาก $\hat{e}_t$ เป็น residuals จากสมการถดถอย (Enders , 1995 : 375)

Error Correction Mechanisms เป็นแบบจำลองที่อธิบายขบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ (13) เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ ตามที่แสดงไว้ในสมการที่ (14) และ (15) โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปรับตัวของตัวแปรต่าง ๆ ในระยะยาว (Z t-1) เข้าไปด้วย ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$Z_t = Y_t - \alpha_t + \beta x_t \qquad (3.13)$$

$$\Delta Xt = \phi_1 Z_t + \{ \text{lagged } (\Delta X_t , \Delta Y_t) \} + \varepsilon_{1t} \qquad (3.14)$$

$$\Delta Yt = \phi_1 Z_t + \{ \text{lagged } (\Delta X_t , \Delta Y_t) \} + \varepsilon_{2t} \qquad (3.15)$$

โดยที่

$Z_t = Y_t + \beta X_1 - Z_{t-1}$ เป็นตัว Error – correction (EC) term

ε_{1t} and ε_{2t} เป็น white noise

ϕ_1 and ϕ_2 เป็น non – zero

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากความสัมพันธ์ที่ปรากฏใน (3.14) และ (3.15) การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร (ΔX_t และ ΔY_t) ต่างขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของ distributed lags of first differences of X_t และ Y_t รวมทั้งตัว EC term ที่ล่าออกไปหนึ่งช่วงเวลา (Zt-1) รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลองของ ECM Model ตามที่แสดงในสมการ (3.14) และ (3.15) อาจสามารถตีความได้ว่าเป็นกลไกที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้นเมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ภาวะดุลยภาพ ($Y_t = \beta X_{t-1}$)

แบบจำลองที่แสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นตามรูปแบบของ ECM model นั้น คล้ายคลึงกับแบบจำลองที่แสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นที่เรียกว่า "General-to-Specific Approach" แบบจำลองทางเศรษฐกิจในลักษณะตายตัว โดยจะพยายามให้รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของแบบจำลองทางเศรษฐกิจถูกกำหนดโดยลักษณะของข้อมูลในแบบจำลองนั้น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ เหตุผลก็คือ ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ส่วนใหญ่สามารถใช้เป็นเครื่องชี้แนะให้เห็นว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจใดบ้างที่เกิดดุลยภาพทางเศรษฐกิจในระยะยาว (long-run economic equiribrium) ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องชี้แนะให้ว่าการปรับตัวในระยะสั้น (short-run adjustment) ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในแบบจำลองเหล่านั้นจะมีรูปแบบหรือรูปลักษณ์อย่างไรบ้าง นักเศรษฐศาสตร์กลุ่มนี้จึงเห็นว่าควรที่จะปล่อยให้ข้อมูลเป็นตัวกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นให้มากที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นให้มีลักษณะเป็นการทั่วไปให้มากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ก่อน หลังจากนั้น จึงใช้หลักการทดสอบทางสถิติบางอย่าง ยกตัวอย่างเช่น F-test เพื่อขจัดตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติให้มีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับ (test down) จนกระทั่งได้สมการขั้นสุดท้าย (final parsimonious equation) ที่มีค่าทางสถิติที่ดีและสามารถใช้แสดงรูปแบบการปรับตัวระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองนั้น ๆ ได้

การปรับตัวในระยะสั้นตามรูปแบบของ ECM model (หรือ general-to-specific modelling approach) จะมีลักษณะที่ทั่วไปและเป็นพลวัตร (Dynamic) มากกว่าการปรับตัวในระยะสั้นตามรูปแบบของ partial adjustment model

การทดสอบสมมุติฐาน

1. การทดสอบ α โดยค่า α ที่ได้ของแต่ละหลักทรัพย์ไม่ควรแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยการทดสอบจะใช้สถิติการทดสอบ t-test โดยมีสมมติฐานคือ

$H_0 : \alpha = 0$ (ไม่มีปัจจัยอื่นที่ทำให้เกิดผลตอบแทนที่ผิดปกติ)

$H_0 : \alpha \neq 0$ (มีปัจจัยอื่นที่ทำให้เกิดผลตอบแทนที่ผิดปกติ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การทดสอบ β โดยค่า β ที่ได้เป็น 0 หรือไม่
โดยใช้สมติฐานการทดสอบ T-test ดังนี้

$H_0 : \beta = 0$
(ผลตอบแทนของหลักทรัพย์กับผลตอบแทนของตลาดไม่มีความสัมพันธ์กัน)
$H_1 : \beta \neq 0$
(ผลตอบแทนของหลักทรัพย์กับผลตอบแทนของตลาดมีความสัมพันธ์กัน)

3.1.3 ทฤษฎีความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality model)

การวิเคราะห์ในรูปสมการถดถอยในแบบจำลองสมการการผลิตนั้น สามารถวัดถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในสมการถดถอยว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยดูจากค่าสหสัมพันธ์ แต่ไม่สามารถบอกได้ถึงทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือชี้ความเป็นเหตุเป็นผลกันระหว่างตัวแปรนั้นๆ

โดยการศึกษาเรื่องความเป็นเหตุเป็นผล (causality) เป็นการอธิบายหรือตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมุ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้นว่าอะไรคือสาเหตุ (causes) และอะไรคือผลของสาเหตุนั้น (effects) ซึ่งในการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลของ Granger (1969) จะเลือกวิธีการคำนวณที่ทำให้ค่าความแปรปรวนจากการพยากรณ์น้อยที่สุด หรือเรียกว่าใช้หลักความสามารถในการพยากรณ์ (predictability) เป็นตัวสะท้อนความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างตัวแปร โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

ถ้า X_t และ Y_t มีความสัมพันธ์กันแบบ cointegration จากการทดสอบแบบ Augmented Dickey-Fuller test (ADF) เราจะได้ ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น ตามแบบจำลองเอเรอร์คอเรคชัน (error correction model : ECM) ดังนี้

$$\Delta X_t = \beta_1 e_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \phi_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=0}^{k} \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_{1t} \qquad (3.16)$$

$$\Delta Y_t = \beta_2 e_{t-1} + \sum_{i=0}^{k} \pi_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^{k} \gamma_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \qquad (3.17)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(Rahman and Mustafa, 1997 : 81-84) โดยที่ Xt และ Yt จะมีความสัมพันธ์กันแบบ cointegration ก็ต่อเมื่อ ค่าสัมประสิทธิ์ , อย่างน้อย 1 ตัว มีค่าไม่เท่ากับ 0

ถ้า $\beta_1 \neq 0$ และ $\beta_2 = 0$ แสดงว่า Y_t จะเป็นตัวนำ X_t ในดุลยภาพระยะยาว

ถ้า $\beta_2 \neq 0$ และ $\beta_1 = 0$ แสดงว่า X_t จะเป็นตัวนำ Y_t ในดุลยภาพระยะยาว

ถ้า $\delta_j \neq 0$ แสดงว่า Y_t จะเป็นตัวนำ Xt ในดุลยภาพระยะสั้น

ถ้า $\pi_i \neq 0$ แสดงว่า X_t จะเป็นตัวนำ Y_t ในดุลยภาพระยะสั้น

ดังนั้นรูปแบบความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลที่อาจจะเกิดขึ้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. X และ Y ต่างเป็นอิสระต่อกัน (independent) หรือไม่เป็นสาเหตุซึ่งกันและกัน (non causality between X and Y)
2. X เป็นสาเหตุของ Y (unidirectional causality from X to Y)
3. Y เป็นสาเหตุของ X (unidirectional causality from Y to X)
4. X และ Y ต่างเป็นสาเหตุซึ่งกันและกัน (bidirectional causality หรือ feedback X and Y)

3.2 ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลอง Granger causality มาวิเคราะห์ผลการศึกษา โดยใช้ข้อมูลราคาปิดและปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์รายสัปดาห์ เริ่มตั้งแต่ปี 2542 ถึง 2547 รวมทั้งสิ้น 313 สัปดาห์ ของหลักทรัพย์กลุ่มเคมีภัณฑ์จำนวน 7 หลักทรัพย์ ได้แก่ บริษัทไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) บริษัท อะโรเมติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) บริษัท ไทยคาร์บอนแบล็ค จำกัด (มหาชน) บริษัทไทยเซ็นทรัลเคมีจำกัด (มหาชน) บริษัท ปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) บริษัท ไทยโอเลฟินส์ จำกัด (มหาชน) บริษัท วีนิไทย จำกัด (มหาชน) มาทำการศึกษาแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาคำนวณหาค่าตัวแปร เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.1 การทดสอบข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลหลักทรัพย์เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ลักษณะข้อมูลพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลาใดๆ มีข้อควรพิจารณาคือ ข้อมูลอนุกรมเวลานั้นๆ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งหรือไม่ เนื่องจากการที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์คาในอนาคต แต่ไม่ได้ตรวจสอบความนิ่งของอนุกรมเวลา ทำให้การพยากรณ์ดังกล่าวไม่ถูกต้อง กล่าวคือได้สมการถดถอยไม่

แท้จริงนั่นเอง ดังนั้นข้อมูลอนุกรมเวลาที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ได้จะต้องเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง จึงต้องทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยการทดสอบยูนิทรูท

3.2.1.1 การทดสอบ unit root

การทดสอบ unit root เพื่อทดสอบความนิ่ง (stationary ซึ่งก็คือ I[0]; Integrated of Order Zero) หรือ ไม่นิ่ง (non-stationary ซึ่งก็คือ I(d) โดย d>0 ; integrated of order d) ของข้อมูลที่นำมาทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดสอบ unit root ที่ใช้กันมีอยู่ 2 วิธี คือ Dicky-Fuller (DF) test และ Augmented Dicky-Fuller (ADF) test ซึ่งประกอบไปด้วยสมการ3 แบบ ดัง
แนวเดินเชิงสุ่ม

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \gamma X_{t-1} + \sum \lambda_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.18)$$

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \gamma Y_{t-1} + \sum \lambda_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.19)$$

แนวเดินเชิงสุ่มและจุดตัดแกน

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \gamma X_{t-1} + \sum \lambda_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.20)$$

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \gamma Y_{t-1} + \sum \lambda_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.21)$$

แนวเดินเชิงสุ่ม จุดตัดแกน และแนวโน้ม

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} = \alpha + \beta t + \gamma X_{t-1} + \sum \lambda_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.22)$$

$$\Delta X_t = Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum \lambda_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.23)$$

โดยที่ X_t คือ Log ของราคาการซื้อขายหลักทรัพย์ณ เวลา t
Y_t คือ Log ของปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ ณ เวลา t
$\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ คือ ค่าพารามิเตอร์
t คือ ค่าแนวโน้ม

สมมติฐาน คือ $H_0 : \gamma = 0$
$H_1 : \gamma < 0$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าสถิติที่ได้จากอ๊อกเม้นเทดดิกกี้ฟูลเลอร์ (ADF) ถ้าปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าข้อมูลมี integrated of order 0 แทนด้วย Xt □ I(0) คือ ข้อมูลมีลักษณะนิ่ง (stationary) แต่ถ้ายอมรับสมมติฐาน แสดงว่าข้อมูลที่ทดสอบไม่เป็น integrated of order 0 คือ ข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) นั่นเอง

3.2.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration)

การทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาว (long – run relationship) ของข้อมูล จะใช้วิธีการทดสอบของ Enger and Granger (1987) โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

(1) ทดสอบตัวแปรในแบบจำลองว่ามีลักษณะเป็น non-stationary process หรือไม่โดยวิธี ADF Test

(2) การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธี ordinary least squares (OLS)

(3) นำ residuals ที่ประมาณได้จากข้อ (2) มาทดสอบว่ามีลักษณะนิ่งหรือ I[0] หรือไม่

Cointegration

เมื่อข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็น non – stationary หรือ I[1] ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการวิเคราะห์เพื่อดูว่าราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาวหรือไม่ โดยใช้สมการดังนี้

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + e_t \qquad (3.24)$$

$$X_t = \mu_0 + \mu_1 Y_t + U_t \qquad (3.25)$$

ตามวิธีการ Engle and Granger การทดสอบเพื่อดูว่าราคาและปริมาณหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์ที่มีเสถียรภาพในระยะยาวหรือไม่นั้น สามารถทำได้โดยการเริ่มต้นด้วยการประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากนั้นก็จะทำการทดสอบดูความคาดเคลื่อน e_t ในสมการที่ (3.24) และ U_t ในสมการที่ (3.25) มีคุณสมบัติความเป็น ในลักษณะของ stationary ซึ่งก็คือ I[0] หรือไม่ ซึ่งขั้นตอนนี้สามารถทำได้โดยใช้การทดสอบแบบ ADF โดยไม่ต้องใส่ค่าคงที่และ time trend โดยสมการที่ใช้ทดสอบคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta e_t = (\lambda\text{-}1)e_{t-1} + \sum C_i \Delta e_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.26)$$

$$\Delta U_t = (\phi\text{-}1)e_{t-1} + \sum D_i \Delta U_{t-1} + \xi_t \quad (3.27)$$

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

ในสมการที่ (3.26) $H_o: (\lambda\text{-}1) = 0$

$H_1: (\lambda\text{-}1) < 0$

ในสมการที่ (3.27) $H_o: (\phi\text{-}1) = 0$

$H_1: (\phi\text{-}1) < 0$

เมื่อทำการทดสอบ unit root แล้ว พบว่าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลักสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลนั้นมีลักษณะ non – stationary หรือมี unit root นั่นเอง แต่ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นก็หมายถึงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะ stationary หรือไม่มี unit root

โดยถ้าค่าของความคาดเคลื่อนมีคุณสมบัติเป็น stationary ซึ่งก็คือ I[0] จะสมารถสรุปได้ว่า ตัวแปร X_t, Y_t มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว แต่ถ้าค่าความคาดเคลื่อนมีคุณสมบัติเป็น non-Stationary ซึ่งก็คือ I[1] จะสมารถสรุปได้ว่า ตัวแปร X_t, Y_t ไม่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว

3.2.3 Error Correction Model การทดสอบความสัมพันธ์การปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรอิสระต่อตัวแปรตาม มีแบบจำลองดังนี้

$$\Delta Y_t = C + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \Delta X_{t-1} + \sum_{j=0}^{n} \omega_j \Delta Y_{t-j} + \delta e_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.28)$$

$$\Delta X_t = D + \sum_{i=0}^{n} \tau_i \Delta X_{t-1} + \sum_{j=1}^{n} \eta_j \Delta Y_{t-j} + \lambda u_{t-1} + \zeta_t \quad (3.29)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ X_t คือ Log ของราคาการซื้อขายหลักทรัพย์ ณ เวลา t

Y_t คือ Log ของปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ ณ เวลา

δ , λ = (1-μ_1) เป็นค่าความรวดเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพ

e_{t-1} , u_{t-1} = พจน์ของ error term

e_{t-1} = $Y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 X_{t-1}$

u_{t-1} = $X_{t-1} - \mu_0 - \mu_1 Y_{t-1}$

β_1, η_1 = ค่าความยืดหยุ่นในระยะยาว

ε_t, ζ_t = ค่าความคาดเคลื่อน

รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นจะคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคาดเคลื่อนโดยพิจารณาการปรับตัวของตัวแปรในระยะยาวนั่นคือ et-1 ในสมการที่ (3.28) และ ut-1 ในสมการที่ (3.29) ซึ่งรูปแบบในการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลอง ECM Model ตามที่แสดงในสมการ (3.28)และ (3.29) สามารถตีความได้ว่าเป็นกลไกที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้นเมื่อขาดความสมดุลเพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุลในระยะยาว ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของ et-1 ในสมการที่ (3.28)และ ut-1 ในสมการที่ (3.29) จะแสดงให้เห็นถึง “ขนาดของการขาดความสมดุล” ระหว่างค่า Yt และXt ในช่างเวลาก่อน รูปแบบของ ECMชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของ Yt จะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของXt เท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับ “ขนาดของการขาดความสมดุล” ในระยะยาวระหว่างค่า Yt และ Xt ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนหน้านี้

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ของการปรับตัวระยะสั้น

ในสมการที่ (3.28) $H_o: \delta = 0$

$H_1: \delta \neq 0$

ในสมการที่ (3.29) $H_o: \lambda = 0$

$H_1: \lambda \neq 0$

เมื่อทำการทดสอบแล้วพบว่าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก สามารถสรุปได้ว่า Y_t และ X_t ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น แต่ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก สามารถสรุปได้ว่า Y_t และ X_t มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.4 การทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผล (Causality Test)

เป็นรูปแบบการทดสอบ Granger causality ระหว่างตัวแปร ΔX และ ΔY โดยใช้รูปแบบสมการในการทดสอบดังนี้

$$\Delta X_t = \alpha_1 e_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} \varphi_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=0}^{n} \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \qquad (3.30)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_2 e_{t-1} + \sum_{i=0}^{n} \pi_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} \gamma_j \Delta Y_{t-j} + \zeta_t \qquad (3.31)$$

โดยที่ X_t คือ Log ของราคาการซื้อขายหลักทรัพย์ณ เวลา t

Y_t คือ Log ของปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ ณ เวลา

α_1, α_2 คือ ดุลยภาพในระยะยาว

δ_j, π_i คือ ดุลยภาพในระยะสั้น

X_t และ Y_t จะมีความสัมพันธ์กันแบบ cointegration ก็ต่อเมื่อ ค่าสัมประสิทธิ์ α_1, α_2 อย่างน้อย 1 ตัว มีค่าไม่เท่ากับ 0 (Rahman and Mustafa,1997: 81-84)

ถ้า $\alpha_1 \neq 0$ และ $\alpha_2 = 0$ แสดงว่า Y_t จะมีผลต่อ X_t ในดุลยภาพระยะยาว

ถ้า $\alpha_1 = 0$ และ $\alpha_2 \neq 0$ แสดงว่า X_t จะมีผลต่อ Y_t ในดุลยภาพระยะยาว

ถ้า $\delta_j \neq 0$ แสดงว่า Y_t จะมีผลต่อ X_t ในดุลยภาพระยะสั้น

ถ้า $\pi_1 \neq 0$ แสดงว่า X_t จะมีผลต่อ Y_t ในดุลยภาพระยะสั้น

ถ้า $\alpha_1 = 0$ และ $\alpha_2 = 0$ แสดงว่า Y_t และ X_t ไม่มีผลต่อกันในดุลยภาพระยะยาว

ถ้า $\delta_j = 0$ และ $\pi_1 = 0$ แสดงว่า Y_t และ X_t ไม่มีผลต่อกันในดุลยภาพระยะสั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved