บทที่ 2
ทฤษฎี แนวคิด และวรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีบทข้อมูลอนุกรมเวลา

ในการศึกษาข้อมูลแบบอนุกรมเวลาโดยลักษณะของอนุกรมเวลาใดๆ มีข้อควรพิจารณา คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งหรือไม่ ซึ่งข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำไปวิเคราะห์จะต้องเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบก่อน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หมายถึงข้อมูลอนุกรมเวลามีสภาพของการสมดุลเชิงสถิติ (statistic equilibrium) หมายถึง การที่ข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป แสดงได้ดังนี้

1. กำหนดให้ $x_t, x_{t+1}, x_{t+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+k}$ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่เวลา t,t+1,t+2,….,t+k
2. กำหนดให้ $x_{t+m}, x_{t++m+1}, x_{t+m+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+m+k}$ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่เวลา t+m,t+m+1,t+m+2,….,t+m+k
3. กำหนดให้ $P(x_t, x_{t+1}, x_{t+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+k})$ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $x_t, x_{t+1}, x_{t+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+k}$
4. กำหนดให้ $P(x_{t+m}, x_{t++m+1}, x_{t+m+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+m+k})$ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $x_{t+m}, x_{t++m+1}, x_{t+m+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+m+k}$

จากข้อกำหนดทั้ง 4 ข้อดังกล่าว จะเป็นอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งเมื่อ

$$P(x_t, x_{t+1}, x_{t+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+k}) = P(x_{t+m}, x_{t++m+1}, x_{t+m+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+m+k})$$

โดยหากพบว่า $P(x_t, x_{t+1}, x_{t+2},\ldots\ldots\ldots, x_{t+k})$ มีค่าไม่เท่ากับ $P(x_{t+m}, x_{t++m+1}, x_{t+m+2},\ldots\ldots, x_{t+m+k})$ จะสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) ซึ่งในการทดสอบ จะพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเอง (AutoCorrection coefficient function: ACF) ตามแบบจำลองของบอก-เจนกินน์ (Box- Jenkins Model) ซึ่งหากพบว่าค่า Correction (ρ) ที่ได้จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองนั้น มีค่าใกล้ 1 มากๆ จะส่งผลให้การพิจารณาที่ค่า ACF ค่อนข้างจะไม่แม่นยำ เพราะว่ากราฟแสดงค่า ACF มีแนวโน้มลดลงเหมือนๆกัน บางคนอาจสรุปไม่ได้เหมือนกันเพราะประสบการณ์ที่แตกต่างกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ดังนั้นดิกกี้-ฟลูเลอร์ (Dickey-Fuller) จึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พัฒนาการตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่โดยการทดสอบยูนิทรูท (unit root test)

2.1.2 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Unit Root)

การทดสอบ Unit Root นั้นสามารถทดสอบได้โดยใช้การทดสอบ DF (Dickey–Fuller (DF) test) และการทดสอบ ADF(Augmented Dickey–Fuller (ADF) test) สมมติฐานว่างของการทดสอบ DF คือ $H_0:\rho=1$ จากสมการ (2.1) ด้านล่าง สมมติความสัมพันธ์เป็นดังนี้

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

โดยที่

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

ε_t = ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

ρ = สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ (autocorrelation coefficience)

โดยมีสมมติฐานของการทดสอบคือ

$$H_0:\rho=1$$
$$H_1:|\rho|<1 \qquad ;-1<\rho<1$$

โดยมีการทดสอบสมมติฐานเป็นการทดสอบว่าตัวแปรที่ศึกษา (X_t) นั้นมี unit root หรือไม่สามารถพิจารณาได้จากค่า ρ ถ้ายอมรับ $H_0:\rho=1$ หมายความว่า X_t มี unit root หรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง แต่ถ้ายอมรับ $H_1:|\rho|<1$ หมายความว่า X_t ไม่มี unit root หรือ X_t มีลักษณะนิ่ง จากการเทียบค่า t-statistics ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dickey–Fuller ซึ่งค่า t-statistics ที่น้อยกว่าค่าในตาราง Dickey–Fuller จะสามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีลักษณะนิ่งหรือเป็น integrated of order 0 แทนด้วย $X_t \sim I(0)$ อย่างไรก็ตามการทดสอบ unit root ดังกล่าวข้างต้นสามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้ $\rho=(1+\theta);-2<\theta<0 \qquad (2.3)$

โดยที่ θ = พารามิเตอร์

จะได้

$$X_t = (1+\theta)X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.4)$$

$$X_t = X_{t-1} + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.5)$$

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

$$\Delta X_{t-1} = \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.7)$$

จะได้สมมติฐานการทดสอบของ Dickey–Fuller ใหม่ คือ

$$H_0:\theta=0 \quad \text{(non-stationary)}$$
$$H_1:\theta<0 \quad \text{(stationary)}$$

ถ้ายอมรับ $H_0:\theta=0$ จะได้ว่า $\rho=1$ หมายความว่า X_t มี unit root หรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t-1 แต่ถ้ายอมรับ $H_1:\theta<0$ จะได้ว่า $\rho<1$ หมายความว่า X_t ไม่มี unit root หรือ X_t มีลักษณะนิ่ง

เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t-1 ค่าคงที่และแนวโน้ม ดังนั้นแล้ว Dickey-Fuller จะพิจารณาสมการถดถอย 3 รูปแบบที่แตกต่างกันในการทดสอบว่ามี unit root หรือไม่ ซึ่ง 3 สมการดังกล่าวได้แก่

$$\Delta X_{t-1}=\theta X_{t-1}+\varepsilon_t \quad (2.8)$$
$$\Delta X_{t-1}=\alpha+\theta X_{t-1}+\varepsilon_t \quad (2.9)$$
$$\Delta X_{t-1}=\alpha+\beta t+\theta X_{t-1}+\varepsilon_t \quad (2.10)$$

การตั้งสมมติฐานของการทดสอบของ Dickey-Fuller เป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนการทดสอบโดยใช้การทดสอบ ADF(Augmented Dickey–Fuller Test) โดยเพิ่มขบวนการถดถอยในตัวเอง (autoregressive processes) เข้าไปในสมการ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาในกรณีที่ใช้การทดสอบของ Dickey-Fuller แล้วค่า Durbin-Watson ต่ำ การเพิ่มขบวนการถดถอยในตัวเองเข้าไปนั้น ผลการทดสอบ ADF จะทำให้ได้ค่า Durbin-Watson เข้าใกล้ 2 ทำให้ได้สมการใหม่จากการเพิ่ม lagged change เข้าไปในสมการทดสอบ unit root ทางด้านขวามือ ซึ่งพจน์ที่ใส่เข้าไปนั้นจำนวน lagged term (p) จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูล หรือสามารถใส่จำนวน lag ไปกระทั่งไม่เกิดปัญหา autocorrelation ดังนี้

None $$\Delta X_{t-1}=\theta X_{t-1}+\sum_{i=1}^{p}\phi_i\Delta X_{t-i}+\varepsilon_t \quad (2.11)$$

Intercept $$\Delta X_{t-1}=\alpha+\theta X_{t-1}+\sum_{i=1}^{p}\phi_i\Delta X_{t-i}+\varepsilon_t \quad (2.12)$$

Intercept & Trend $$\Delta X_{t-1}=\alpha+\beta t+\theta X_{t-1}+\sum_{i=1}^{p}\phi_i\Delta X_{t-i}+\varepsilon_t \quad (2.13)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ X_t = ข้อมูลตัวแปร ณ เวลา t

X_{t-1} = ข้อมูลตัวแปร ณ เวลา t-1

$\alpha, \beta, \theta, \phi$ = ค่าพารามิเตอร์

t = ค่าแนวโน้ม

ε_t = ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

จำนวนของ lagged term (p) ที่เพิ่มเข้าไปในสมการจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูล หรือเพิ่มค่า lag ในสมการจนกว่าส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนจะไม่เกิดปัญหา autocorrelation

การทดสอบสมมติฐานทั้งวิธี Dickey–Fuller Test (DF) และวิธี Augmented Dickey – Fuller Test (ADF) เป็นการทดสอบว่าตัวแปรที่ทดสอบ X_t มี unit root สามารถหาได้จากค่า θ ถ้าค่า θ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าตัวแปร X_t นั้นมี unit root ทดสอบสมมติฐานได้โดยการเปรียบเทียบค่า t-statistic ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dickey–Fuller ค่า t-statistics ที่นำมาทดสอบสมมติฐานในแต่ละรูปแบบนั้นจะต้องนำมาเปรียบเทียบกับตาราง Dickey–Fuller ณ ระดับต่าง ๆ ถ้าสามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบเป็น integrated of order 0 แทนด้วย $X_t \sim I(0)$

กรณีการทดสอบสมมติฐานพบว่า X_t มี unit root นั้นต้องมีค่า ΔX_t มาทำ differencing จนกระทั่งสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า X_t มีความไม่นิ่งของข้อมูลได้ เพื่อทราบว่า integrated of order (d) ว่าอยู่ในระดับใด $\left[X_t \sim I(d); d > 0\right]$

2.1.3 การทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลอนุกรมเวลา (Cointegration test)

เป็นการทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรคู่ใด ๆ ว่ามีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากภายใต้ความเชื่อที่ว่าในระยะยาวแล้วตัวแปรทางเศรษฐกิจควรจะมีการเคลื่อนไหวในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่สอดคล้องกัน แม้ว่าในระยะสั้นความเคลื่อนไหวของตัวแปรดังกล่าวอาจจะมีการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (Error term) ของสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

- ตัวแปรอนุกรมเวลาที่ต้องการทดสอบ ต้องมีคุณสมบัติความนิ่งของตัวแปร หรือถ้าตัวแปรที่ต้องการทดสอบไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลง (differened) ของตัวแปร ณ ลำดับที่ใด ๆ (d) มีคุณสมบัติของความนิ่งแล้ว กล่าวได้ว่าตัวแปรอนุกรมเวลาดังกล่าวมีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกัน (cointegration)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- แม้ว่าตัวแปรที่ต้องการทดสอบจะไม่มีคุณสมบัติความนิ่งอยู่ก็ตาม แต่ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรคู่ใดๆ มีคุณสมบัติของความนิ่ง เราสามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เป็น cointegration ได้

ขั้นตอนในการทดสอบ cointegraton มีดังต่อไปนี้ ทดสอบตัวแปรในแบบจำลองว่ามีลักษณะเป็น (non-stationary) หรือไม่โดยใช้วิธี ADF test และไม่ต้องใส่ค่าคงที่ และแนวโน้มของเวลา แล้วนำมาประมาณสมการการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (ordinary least squares : OLS) นำส่วนที่เหลือ (residuals) จากการถดถอยที่ประมาณได้มาทดสอบว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ ซึ่งการทดสอบส่วนที่เหลือ (residuals) มีสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta \hat{\varepsilon}_t = \gamma \hat{\varepsilon}_{t-1} + \nu_t \qquad (2.14)$$

โดยที่ $\hat{\varepsilon}_t, \hat{\varepsilon}_{t-1}$ = ส่วนที่เหลือ ณ เวลา t และ t-1 ที่นำมาหาสมการถดถอยใหม่

γ = ค่าพารามิเตอร์

ν_t = ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรสุ่ม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ cointegration มีดังนี้

$H_0 : \gamma = 0$ (no-cointegration)

$H_1 : \gamma < 0$ (cointegration)

การทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่า t-statistics ที่คำนวณได้จากอัตราส่วนของ $\hat{\gamma} / S.E.\hat{\gamma}$ ไปเปรียบเทียบกับตาราง ADF test ซึ่งถ้าค่า t-statistics มากกว่าค่าวิกฤตของ Mackinnon ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ ก็จะเป็นการปฏิเสธสมมติฐานนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าตัวแปรที่มีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) ในสมการดังกล่าวมีลักษณะร่วมกันไปด้วยกัน (cointegrated)

อย่างไรก็ตามถ้าส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (residuals) ของสมการ (2.14)ไม่เป็น write noise เราก็จะใช้การทดสอบ ADF แทนที่จะใช้สมการ (2.14) สมมติว่า ν_t ของสมการ (2.14) มีสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (serial correlation) เราก็จะใช้สมการดังนี้

$$\Delta \hat{\varepsilon}_t = \gamma \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} a_i \Delta \hat{\varepsilon}_{t-i} + \nu_t \qquad (2.15)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และถ้า $-2<\gamma<0$ เราสามารถสรุปได้ว่าส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (residuals) มีลักษณะนิ่ง (stationary) และ y_t และ x_t จะเป็น CI(1,1) โปรดสังเกตว่าสมการ (2.14) และ (2.15) ไม่มีพจน์ส่วนตัด (intercept term) เนื่องจาก $\hat{\varepsilon}_t$ เป็นส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (residuals) จากสมการถดถอย (regression equation)

2.1.4 การทดสอบ Error Correction Mechanism : (ECM)

เมื่อทำการทดสอบแล้ว ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ทำการศึกษาเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่ง และไม่เกิดปัญหาสมการถดถอยไม่แท้จริง สมการถดถอยที่ได้มีการร่วมกันไปด้วยกัน โดยมีกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวแต่ในระยะสั้นอาจมีการออกนอกดุลยภาพ แบบจำลอง Error Correction Mechanism (ECM) คือกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้น สมมติให้ Y_t และ X_t เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่งและไม่เกิดปัญหาสมการถดถอยไม่แท้จริง สมการถดถอยที่ได้มีการร่วมกันไปด้วยกัน โดยมีกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว นั่นคือตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว แต่ในระยะสั้นอาจจะมีการออกนอกดุลยภาพได้ เพราะฉะนั้นให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อนดุลยภาพนี้ อาจเป็นตัวเชื่อมพฤติกรรมในระยะสั้นและระยะยาวเข้าด้วยกัน โดยลักษณะสำคัญของตัวแปรอนุกรมเวลาที่มีการร่วมไปด้วยกันคือ วิถีเวลา (time path) ของอนุกรมเวลาเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนออกนอกดุลยภาพระยะยาว ดังนั้นเมื่อกลับเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาอย่างน้อยบางตัวแปรจะต้องตอบสนองต่อขนาดของการออกนอกดุลยภาพ (disequilibrium) ในแบบจำลอง Error Correction Mechanism พลวัตรระยะสั้น (short–term dynamics) ของตัวแปรในระบบจะได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพ

ตัวอย่างแบบจำลอง Error Correction Model (ECM) เป็นดังนี้

$$\Delta Y_t = k_1 + \sum_{i=1}^{k} \beta_t \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k} \omega_j \Delta Y_{t-i} + \delta e_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.16)$$

$$\Delta X_t = k_2 + \sum_{i=1}^{k} \tau_i \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k} \eta_j \Delta Y_{t-i} + \lambda u_{t-1} + \zeta_t \qquad (2.17)$$

โดยที่ δ , λ คือ ค่าความรวดเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพ(speed of adjustment)

X_t, Y_t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

e_{t-1}, u_{t-1} คือ พจน์ของ error term จากสมการที่ (2.16.1)และ (2.17.1) ตามลำดับ

$$e_{t-1} = Y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 X_{t-1} \quad (2.16.1)$$

$$u_{t-1} = X_{t-1} - \mu_0 - \mu_1 Y_{t-1} \quad (2.17.1)$$

α_1 , μ_1 คือ ค่าความยืดหยุ่นในระยะยาว

β_t , τ_t คือ ค่าความยืดหยุ่นในระยะสั้น

ε_t , ζ_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ Error Correction Mechanism มีดังนี้

1. $H_0 : \delta = 0$ ไม่มีการปรับตัวในระยะสั้นเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว
   $H_1 : \delta \neq 0$ มีการปรับตัวในระยะสั้นเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

2. $H_0 : \lambda = 0$ ไม่มีการปรับตัวในระยะสั้นเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว
   $H_1 : \lambda \neq 0$ มีการปรับตัวในระยะสั้นเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

2.1.5 การทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Granger Causality)

แนวคิดและวิธีการทดสอบสามารถสรุปได้ดังนี้ สมมติว่ามีตัวแปรอยู่ 2 ตัว คือ X และ Y ในลักษณะที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ถ้าการเปลี่ยนแปลงของ X เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของ Y แล้ว X ก็ควรที่จะเกิดขึ้นก่อน Y สรุปว่า ถ้า X เป็นต้นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน Y เงื่อนไขสองประการจะต้องเกิดขึ้น

ประการแรกคือ X ควรจะช่วยในการทำนาย Y นั่นก็คือในการถดถอยของ Y กับค่าที่ผ่านมาของ Y นั้น ค่าที่ผ่านมาของ X ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแปรอิสระควรที่จะมีส่วนช่วยในการอธิบายของสมการถดถอยอย่างมีนัยสำคัญ

ประการที่สอง Y ไม่ควรช่วยในการทำนาย X เหตุผลก็คือว่าถ้า X ช่วยทำนาย Y และ Y ช่วยทำนาย X ก็น่าจะมีตัวแปรอื่นอีกหนึ่งตัวหรือมากกว่าที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งใน X และ Y เพราะฉะนั้นสมมติฐานว่าง (null hypothesis) (H_0) ก็คือ X ไม่ได้เป็นต้นเหตุของ Y ดังนั้นในการทดสอบจะทำการถดถอยสองสมการดังนี้คือ

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i X_{t-i} + u_t \quad (2.18)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i Y_{t-i} + u_t \quad (2.19)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (2.18) เรียกว่า การถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด ส่วนสมการ (2.19) เรียกว่า การถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด

ให้ RSS_r = ผลบวกส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (residual sum of squares) จากสมการการถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด (resticted regression)

RSS_{ur} = ผลบวกส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (residual sum of squares) จากสมการการถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด (unresticted regression)

โดยที่สถิติทดสอบ (Test statistic) จะเป็นสถิติ F (F-statistic) ดังนี้

$$F_{q,(n-k)} = \frac{RSS_r - RSS_{ur} / q}{RSS_{ur} / (n-k)}$$

ถ้าเราปฏิเสธ H_0 ก็หมายความว่า X เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของ Y

ในทำนองเดียวกันถ้าเราต้องการทดสอบสมมติฐานว่าง (null hypothesis) ว่า Y ไม่ได้เป็นต้นเหตุของ X ต้องทำกระบวนการทดสอบอย่างเดียวกันกับข้างต้น เพียงแต่สลับเปลี่ยนแบบจำลองข้างต้นจาก X มาเป็น Y และจาก Y มาเป็น X เท่านั้น ดังนี้

$$X_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i Y_{t-i} + u_t \qquad (2.20)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i X_{t-i} + u_t \qquad (2.21)$$

เรียกสมการ (2.20) ว่าการถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด และสมการ (2.21)ว่า การถดถอยที่ใส่ข้อจำกัดและใช้สถิติทดสอบอย่างเดียวกัน คือ สถิติ F

โปรดสังเกตว่าจำนวนของ Lag ซึ่งคือ p ในสมการเหล่านี้เป็นตัวเลขที่กำหนดขึ้นเอง โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการที่ดีที่สุดที่จะทำการทดสอบ ณ ค่าของ p ที่แตกต่างกัน 2-3 ค่า เพื่อที่จะได้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้มานั้นไม่อ่อนไหว ไปกับค่าของ p ที่เลือกมา จุดอ่อนของการทดสอบต้นเหตุนี้คือว่า ตัวแปรสามตัว (Z) เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของ Y แต่อาจมีความสัมพันธ์กับ X วิธีแก้ปัญหาคือ ทำการถดถอยโดยที่ค่า lag ของ Z ปรากฏอยู่ทางด้านตัวแปรอิสระด้วย (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ , 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติ ศิริพัลลภ (2520) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างหุ้นของบริษัทต่าง ๆ ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยกับตัวแปรอิสระ 5 ตัว คือ อัตราดอกเบี้ย ปริมาณเงิน ดัชนีราคาผู้บริโภค อัตราเงินปันผลต่อราคาตลาด และอัตรากำไรสุทธิต่อราคาตลาดในช่วงปี 2519-2520 เป็นรายสัปดาห์โดยใช้วิธี stepwise regression ผลการศึกษาปรากฏว่า ราคาหุ้นของบริษัทต่าง ๆ ในตลาดหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเหล่านี้ โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ อัตราดอกเบี้ย

เมธินี รัศมีวิจิตรไพศาล (2530) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินกับการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาหลักทรัพย์ ทดสอบความสัมพันธ์ในรูปของสมการถดถอยเป็นรายเดือน โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2522-2527 พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณเงินทั้งในความหมายแคบและความหมายกว้างนั้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาหลักทรัพย์อย่างมีนัยสำคัญ แต่อาจจะมีความสัมพันธ์กับราคาหลักทรัพย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยผ่านตัวแปร 3 ตัวได้แก่ อัตราเงินปันผลต่อหุ้น อัตราการเจริญเติบโตของเงินปันผล และค่าธรรมเนียมความเสี่ยง

นินนาท เจริญเลิศ (2532) ศึกษาเพื่อดูความสัมพันธ์ของดัชนีราคาหลักทรัพย์ กับรายได้ประชาชาติ อัตราดอกเบี้ยเงินฝากสุทธิเฉลี่ย อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมระหว่างธนาคาร ดัชนีการลงทุนภาคเอกชน อัตราส่วนเงินให้สินเชื่อต่อเงินฝากในระบบธนาคารและดัชนีราคาหลักทรัพย์ที่คาดว่าจะเป็น โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงจากโปรแกรมสำเร็จรูป TSP (Time series process microcomputer) และได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วง คือช่วงแรกเป็นการศึกษาระยะสั้น โดยเปรียบเทียบระหว่างช่วงกลางปี 2520 ถึงกลางปี 2522 พบว่าดัชนีราคาหลักทรัพย์ รายได้ประชาชาติ อัตราดู้ยืมระหว่างธนาคาร มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ช่วงที่สองจะทำการศึกษาระยะสั้นเช่นกันแต่ใช้ช่วงต้นปี 2529 ถึงปลายปี 253 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการซื้อขายมากเช่นกัน ผลการศึกษาในช่วงนี้พบว่าดัชนีราคาหลักทรัพย์ที่คาดว่าจะเป็นเท่านั้น ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญและช่วงที่สามเป็นการศึกษาระยะยาวตั้งแต่กลางปี 2520 ถึงปลายปี 2530 ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ยเงินฝากสุทธิมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

ด้วยเหตุที่การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป TSP นั้นยังมีตัวแปรอิสระบางตัวที่มีความสัมพันธ์แบบไม่มีนัยสำคัญกับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์ ดังนั้นจึงมีการใช้วิธี stepwiss multiple regression มาทำการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า อัตราดอกเบี้ยเงินฝากกู้ยืมระหว่างธนาคาร อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำสุทธิ และราคาหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์ต่อการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แลกเปลี่ยนของราคาหลักทรัพย์ในระยะยาว และรายได้ของนักลงทุน และราคาหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์ในระยะสั้น

ธนิดา กาญจนพันธ์ (2535) ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์กับตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาค ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาหุ้นของกลุ่มหลักทรัพย์แต่ละกลุ่มกับตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาคและตัวแปรทางเศรษฐกิจจุลภาค และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาหุ้นของแต่ละหลักทรัพย์กับตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาคและตัวแปรทางเศรษฐกิจจุลภาค โดยใช้ข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่ มกราคม 2533 ถึง ธันวาคม 2533 โดยใช้วิธีสมการถดถอย (ordinary least square) โดยที่ตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาคประกอบด้วยปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติที่แท้จริง ปริมาณการลงทุนในหุ้นต่างประเทศ ดัชนีการลงทุนภาคเอกชน และดัชนีอุตสาหกรรมดาวน์โจนส์ ส่วนตัวแปรทางเศรษฐกิจจุลภาคได้แก่ เงินปันผลต่อหุ้น กำไรสุทธิต่อหุ้น และมูลค่าทางบัญชีต่อหุ้น ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาคกับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์ พบว่าตัวแปรที่อธิบายการเคลื่อนไหวของดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์ ได้แก่ปริมาณการลงทุนในหุ้นของแต่ละกลุ่มหลักทรัพย์กับตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาค และตัวแปรทางเศรษฐกิจจุลภาคว่าการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นในกลุ่มธนาคารขึ้นอยู่กับปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติที่แท้จริง ปริมาณการลงทุนในหุ้นจากต่างประเทศ ดัชนีอุตสาหกรรมดาวโจนส์ เงินปันผลต่อหุ้น และมูลค่าทางบัญชีต่อหุ้น การเคลื่อนไหวของราคาหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับดัชนีอุตสาหกรรมดาวโจนส์ และมูลค่าทางบัญชีต่อหุ้น หลังจากนั้นจะพิจารณาระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจมหภาคและตัวแปรทางเศรษฐกิจจุลภาคกับราคาหุ้นของแต่ละหลักทรัพย์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเพียง 20 หลักทรัพย์ โดยคัดเลือกจากหุ้นที่มีมูลค่าการซื้อขายมากที่สุด 10 อันดับแรกในแต่ละปี ผลปรากฏว่าตัวแปรแต่ละตัวมีผลต่อราคาหุ้นที่แตกต่างกันไป โดยการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นในแต่ละหลักทรัพย์จะขึ้นอยู่กับดัชนีอุตสาหกรรมดาวโจนส์มากที่สุด รองลงมาคือปริมาณการลงทุนในหุ้นจากต่างประเทศ มูลค่าทางบัญชีต่อหุ้น เงินปันผลต่อหุ้น ดัชนีการลงทุนภาคเอกชน ปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจ อัตราดอกเบี้ยเงินฝากที่แท้จริง กำไรสุทธิต่อหุ้น และผลิตภัณฑ์ประชาชาติที่แท้จริงตามลำดับ

ธนศักดิ์ ตันตินาคม (2539) ศึกษาเรื่องปัจจัยเชิงเศรษฐศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (Set Index) โดยได้ใช้ข้อมูล 2 ปี ตั้งแต่ 4 กรกฎาคม 2537 - 28 มิถุนายน 2539 รวมทั้งสิ้น 490 วันทำการ ซึ่งเป็นข้อมูลรายวัน ได้มีการกำหนดแบบจำลองค่าตัวแปรซึ่งได้แก่ ดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์ มูลค่าการซื้อขายหลักทรัพย์ ปริมาณการซื้อขาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักทรัพย์ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมระหว่างธนาคารประเภทข้ามคืน อัตราเงินเฟ้อ ค่าเงินบาท มูลค่าการซื้อขายรวม และดัชนีตลาดหลักทรัพย์ต่างประเทศ และได้มีการกำหนดสมมติฐานคือ มูลค่าการซื้อขาย ปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ มูลค่าการซื้อขายหลักทรัพย์ของนักลงทุนต่างประเทศ อัตราส่วนมูลค่าหลักทรัพย์รวมตามราคาตลาดต่อกำไรสุทธิรวม และดัชนีตลาดหลักทรัพย์ต่างประเทศ มีความสัมพันธ์ทางตรงกับดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และอัตราดอกเบี้ยกู้ยืมระหว่างธนาคารประเภทข้ามคืน อัตราเงินเฟ้อ ค่าเงินบาท มีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยการศึกษาได้ใช้รูปแบบสมการถดถอยเชิงซ้อนในการประมาณค่าทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า มูลค่าการซื้อขาย ปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมระหว่างธนาคาร อัตราเงินเฟ้อ ค่าเงินบาท มูลค่าการซื้อขายสุทธิของนักลงทุนต่างประเทศ อัตราส่วนมูลค่าหลักทรัพย์รวมตามราคาตลาดต่อกำไรสุทธิรวม ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ต่างประเทศยกเว้นดัชนี Nikkei เป็นตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนีตลาดหลักทรัพย์

ขวัญชนก ธรรมวิวรณ์ (2543) ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีราคาหุ้นในตลาดหลักทรัพย์กับเครื่องชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 6 ปี ตั้งแต่ 1 มกราคม 2537 - 31 ธันวาคม 2542 โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องชี้วัดทางเศรษฐกิจมหภาคกับดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงซ้อนใช้กับสมการถดถอย โดยผลที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient correlation) และทดสอบโดยใช้ t-test ด้วย พบว่า อัตราเงินเฟ้อ อัตราดอกเบี้ย อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ปริมาณเงิน มูลค่าการซื้อขายหลักทรัพย์ ปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ และระบบอัตราแลกเปลี่ยนเป็นตัวแปรที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ได้ โดยอัตราดอกเบี้ย ปริมาณเงิน และระบบอัตราแลกเปลี่ยนเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่อัตราเงินเฟ้อ และอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศให้ผลไม่ตรงกับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

กัลยาณี เจริญกิจหัตถกร (2547) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยกับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลุกทรัพย์สหรัฐอเมริกา โดยใช้ดัชนีที่ทำนำมาศึกษาคือ ดัชนี Nasdaq ดัชนี Dow Jones และดัชนี S&P 500 ซึ่งทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้เทคนิค การร่วมไปด้วยกัน (Cointegration) แบบจำลองเอเรอร์คอเรคชัน (Error Correction Model) และความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) โดยใช้ข้อมูลรายวัน จำนวน 513 ข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม 2546 ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2548 ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบความนิ่งของข้อมูล โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธี Augmented Dickey Fuller test (ADF test) ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะไม่นิ่งและมีลักษณะข้อมูลแบบ I(1) เมื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์ระยะยาวของสมการโดยวิธีของ Johensen พบว่า ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยนั้นมีความสัมพันธ์ในระยะยาวและในทิศทางเดียวกันกับดัชนี Nasdaq ดัชนี Dow Jones และดัชนี S&P 500 การปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลอง Error Correction Model พบว่ามีค่าความเร็วในการปรับตัวที่เหมาะสม คือ อยู่ในช่วง 0 ถึง 2 พิจารณาความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) พบว่า ดัชนี Nasdaq ดัชนี Dow Jones และดัชนี S&P 500 นั้นเป็นดัชนีชี้นำหรือตัวแปรสาเหตุที่ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยไม่ได้เป็นตัวแปรสาเหตุที่มีผลต่อดัชนี Nasdaq ดัชนี Dow Jones และดัชนี S&P 500 ซึ่งจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ในทิศทางเดียว

นลินี โอภาสชวลิต (2547) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย(SET)กับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์ในสหภาพยุโรป 3 ดัชนีคือ ดัชนี FTSE 100 ของอังกฤษ ดัชนี Xetra Dax ของเยอรมัน และดัชนี CAC 40 ของฝรั่งเศส โดยใช้เทคนิคความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น (Error Correction Model) และความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายวัน จำนวน 547 วัน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2545 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2548 ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบความนิ่งของข้อมูล ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะไม่นิ่งและมีลักษณะข้อมูลแบบ I(1) จากการศึกษา Cointegration, Error Correction Model และ Granger causality พบว่าดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) มีความสัมพันธ์ในระยะยาวกับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์ในสหภาพยุโรป โดยที่ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกับ ดัชนี FTSE 100 ของอังกฤษและดัชนี Xetra Dax ของเยอรมัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกับดัชนี CAC 40 ของฝรั่งเศส

สุนิสา คำแก้ว (2549) ศึกษาการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเงินเฟ้อของประเทศไทยกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยใช้วิธีโคอินทิเกรชัน ซึ่งได้ศึกษาตัวแปรทั้งหมด 2 ตัวแปร ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภคและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิรายไตรมาส ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2548 จากผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลทั้งสองตัวแปร คืออัตราเงินเฟ้อและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ พบว่าทุกตัวแปรทุกตัวมี order of integration คือ I(1) จากนั้นทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาวพบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว และเมื่อทดสอบขบวนการปรับตัวในระยะสั้น พบว่าในกรณีที่อัตราเงินเฟ้อเป็นตัวแปรต้น และผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มวลรวมภายในประเทศเป็นตัวแปรตามแบบจำลองมีการปรับตัวในระยะสั้น แต่ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเป็นตัวแปรต้น และอัตราเงินเฟ้อเป็นตัวแปรตามแบบจำลองไม่มีการปรับตัวในระยะสั้นสำหรับการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลพบว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันแบบสองทิศทางนั่นคือ อัตราเงินเฟ้อเป็นสาเหตุของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศและในทางกลับกันผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศเป็นสาเหตุ ของอัตราเงินเฟ้อ

อุทิศ นุ่นแก้ว (2550) ศึกษาการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเงินเฟ้อของประเทศไทยและราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก โดยใช้วิธีโคอินทิเกรชัน ซึ่งได้ศึกษาตัวแปรทั้งหมด 2 ตัวแปร ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภคและราคาน้ำมันดิบในตลาดดูไบ ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550 จากผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลทั้งสองตัวแปร คืออัตราเงินเฟ้อเงินเฟ้อของประเทศไทยและราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก ในแบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา แบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มเวลา และแบบจำลองที่มีจุดตัดและแนวโน้มเวลาพบว่ามี order of integration คือ I(1) และพบว่าส่วนที่เหลือ (residuals) จากสมการถดถอยทุกตัวแปรทุกตัวมี order of integration คือ I(0) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว และเมื่อทดสอบขบวนการปรับตัวในระยะสั้น พบว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีผลซึ่งกันและกันในการปรับตัวระยะสั้นทั้งสองทิศทางสำหรับการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลพบว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันแบบสองทิศทาง โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved