บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา

เป็นทฤษฎีที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งในการศึกษาเชิงประจักษ์ที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) มีเงื่อนไขว่าข้อมูลที่นำมาศึกษาจะต้องมีลักษณะนิ่ง (Stationary) เพื่อจะได้มองเห็นความสัมพันธ์ที่แท้จริงของตัวแปรต่าง ๆ นี้ ดังนั้น ในการนำข้อมูลอนุกรมเวลามาศึกษาจะต้องมีการทดสอบก่อนว่า ข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่งหรือไม่ โดยทฤษฎีแล้ว การใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยไม่ได้ตรวจสอบความนิ่งของข้อมูลก่อน แล้วทำการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยตัวแปรที่ไม่นิ่ง (Non-stationary) ค่าสถิติ (t-statistics) จะมีการแจกแจงแบบไม่มาตรฐาน (Nonstandard Distributions) ซึ่งผลที่ตามมาก็คือ อาจนำไปสู่การลงความเห็นที่ผิด ซึ่งเป็นไปได้ที่จะนำไปสู่การถดถอยที่ไม่ถูกต้อง (Spurious Regression) ยกเว้นว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์แบบการร่วมไปด้วยกัน (Cointegration Relationship) ซึ่งจะทำให้ค่าสถิติ t และ F ที่เราใช้กันตามปกติ สามารถใช้ทดสอบได้ (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์, 2547) ซึ่งข้อมูลทางเศรษฐกิจที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาส่วนใหญ่ จะมีลักษณะไม่นิ่ง กล่าวคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความแปรปรวน (Variances) จะมีค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการ มีความสัมพันธ์กันแบบไม่แท้จริง (Spurious Relationship) โดยสังเกตจากค่าสถิติบางตัว เช่น ค่าสถิติ t จะไม่เป็นการแจกแจงแบบมาตรฐาน และค่า R^2 ที่สูง ในขณะที่ค่า Durbin-Watson (DW) Statistic ต่ำ ซึ่งแสดงว่าเกิดปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ของความคลาดเคลื่อน ดังนั้นในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอนุกรมเวลาด้วยเทคนิค regression จึงต้องมีการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) การทดสอบความนิ่งของข้อมูลหรือยูนิทรูท (Unit Root Test)

วิธีการทดสอบ Unit Root หรืออันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (Order of Integration) เป็นการทดสอบตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในสมการว่าข้อมูลมีลักษณะ "นิ่ง" [I(0); Integrated of Order Zero] หรือ "ไม่นิ่ง" [I(d); d > 0, Integrated of Order d] ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการศึกษาภายใต้วิธี Cointegration and Error Correction Mechanism ถ้าเราไม่สามารถปฏิเสธ ข้อสมมติฐานว่าตัวแปรหนึ่งๆ (x) เป็น Unit Root แล้ว ก็เท่ากับเราพบว่า ตัวแปรนั้นไม่นิ่ง ซึ่งวิธีการทดสอบ Unit Root นั้นสามารถทดสอบโดยใช้การทดสอบ Dicky-Fuller (DF Test) (Dicky and Fuller, 1981) และการทดสอบ Augmented Dicky-Fuller (ADF Test) ที่ Said and Dicky ได้กล่าวไว้ เพื่อทดสอบความนิ่งของข้อมูลที่นำมาศึกษา โดยนำค่า ADF t-statistic ของข้อมูลที่ทำการทดสอบมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ MacKinnon แสดงว่าข้อมูลมีความนิ่ง (Stationary) และสามารถปฏิเสธสมมติฐาน (Dimitrova, Desislava, 2005)
โดยสมมติให้ความสัมพันธ์เป็นดังนี้

$$Y_t \quad | \quad \zeta\ 2\ \eta X_t\ 2\ \kappa_t \qquad (2.10)$$

$$X_t \quad = \quad \psi X_{t41} + e_t \qquad (2.11)$$

โดยที่ Y_t คือ ตัวแปรตาม

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

ζ , η คือ ค่าพารามิเตอร์

ψ คือ ค่าสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Coefficient)

κ_t , e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error)

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$H_o : \psi = 1$

$H_1 : |\psi| < 1 ; -1, \psi < 1$

การทดสอบว่าตัวแปรที่ศึกษา (X_t) มียูนิทรูทหรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่า ψ โดยที่

ถ้ายอมรับ $H_o : \psi = 1$ หมายความว่า X_t มียูนิทรูท หรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง

ถ้ายอมรับ $H_1 : |\psi| < 1$ หมายความว่า X_t ไม่มียูนิทรูท หรือ X_t มีลักษณะนิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการเปรียบเทียบค่า t-statistics ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dicky-Fuller ซึ่งค่า t-statistics ที่น้อยกว่าค่าในตาราง Dicky-Fuller จะสามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีลักษณะนิ่ง หรือ เป็น Integrated of Order Zero แทนด้วย $X_t \sim I(0)$

อย่างไรก็ตามการทดสอบยูนิทรูทดังกล่าวข้างต้น สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ

ให้

$$\psi = (1 2 \chi) \; ; -1 < \chi < 1 \qquad (2.12)$$

โดยที่ χ = พารามิเตอร์

จะได้

$$X_t = (1 2 \chi) X_{t41} 2 \; e_t \qquad (2.13)$$

$$X_t = X_{t41} 2 \chi X_{t41} + e_t \qquad (2.14)$$

$$X_t 4 X_{t41} = \chi X_{t41} + e_t \qquad (2.15)$$

$$\div X_t = \chi X_{t41} + e_t \qquad (2.16)$$

จะได้สมมติฐานการทดสอบ Dicky-Fuller (DF) คือ

$H_0 : \chi = 0$ (X_t เป็น Non-stationary)

$H_1 : \chi < 0$ (X_t เป็น Stationary)

ถ้ายอมรับ $H_0 : \chi = 0$ จะได้ว่า $\psi = 1$ หมายความว่า ตัวแปรที่ศึกษา (X_t) มียูนิทรูท หรือมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t-1 แต่ถ้ายอมรับ $H_1 : \chi < 0$ จะได้ว่า $\psi < 1$ หมายความว่า ตัวแปรที่ศึกษา (X_t) ไม่มียูนิทรูท หรือ มีลักษณะนิ่ง (Stationary)

เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t-1 ค่าคงที่และแนวโน้มดังนั้น Dicky-Fuller จึงพิจารณาสมการถดถอย 3 รูปแบบที่แตกต่างกันในการทดสอบว่ามียูนิทรูทหรือไม่ ได้แก่

Random Walk Process $\div X_t = \chi X_{t41} + e_t \qquad (2.17)$

Random Walk Drift $\div X_t = \zeta 2 \chi X_{t41} + e_t \qquad (2.18)$

Random Walk with Driff and Linear Time Trend $\div X_t = \zeta 2 \eta t + \chi X_{t41} + e_t \qquad (2.19)$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

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

ζ, η, χ คือ ค่าพารามิเตอร์

t คือ แนวโน้มเวลา

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

การตั้งสมมติฐานการทดสอบ Dicky-Fuller เป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนการทดสอบโดยใช้ Augmented Dicky-Fuller (ADF Test) โดยการเพิ่มขบวนการถดถอยในตัวเอง (Autoregressive Process) เข้าไปในสมการ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหากรณีที่ใช้การทดสอบ Dicky-Fuller แล้วค่า D.W. (Durbin-Watson Statistic) ต่ำ การเพิ่มขบวนการถดถอยในตัวเองเข้าไปนั้น ผลการทดสอบ ADF จะทำให้ได้ค่า D.W. เข้าใกล้ 2 ทำให้ได้สมการใหม่จากการเพิ่มจำนวนของตัวแปรล่า (Lagged Difference Terms, p) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูล หรือสามารถใส่จำนวน Lagged Difference Terms, p เข้าไปได้จนกระทั่งไม่เกิดปัญหา Autocorrelation ดังนี้

$$\div X_t = \chi X_{t41} + \sum_{i|1}^{p} \lambda_i \div X_{t4i} \; 2 \; e_t \qquad (2.20)$$

$$\div X_t = \zeta \; 2 \; \chi X_{t41} + \sum_{i|1}^{p} \lambda_i \div X_{t4i} \; 2 \; e_t \qquad (2.21)$$

$$\div X_t = \zeta \; 2 \; \eta t \; 2 \; \chi X_{t41} + \sum_{i|1}^{p} \lambda_i \div X_{t4i} \; 2 \; e_t \qquad (2.22)$$

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

$\zeta, \eta, \chi, \lambda$ คือ ค่าพารามิเตอร์

t คือ แนวโน้มเวลา

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

จำนวน Lagged Difference Terms, p ที่เพิ่มเข้าไปในสมการจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละงานวิจัยหรือสามารถใส่จำนวน Lagged Difference Terms, p เข้าไปได้จนกว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะไม่เกิดปัญหา Autocorrelation จำนวนของตัวแปรล่า (Lagged Difference Terms, p) ที่จะนำเข้ามารวมในสมการนั้น จะต้องมีมากพอที่จะทำให้ตัวแปรความคลาดเคลื่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Error Terms) มีลักษณะเป็นอิสระต่อกัน (Serially Independent) และเมื่อนำเอาการทดสอบ DF Test มาใช้กับสมการ (2.20), (2.21), (2.22) แล้ว เราจะเรียกว่า Augmented Dicky – Fuller (ADF Test) ซึ่งค่าสถิติทดสอบ ADF จะมีการแจกแจงเชิงเส้นกำกับ (Asymptotic Distribution) เหมือนกับค่าสถิติ DF ดังนั้นก็สามารถใช้ค่าวิกฤต (Critical Value) แบบเดียวกันได้

โดยในการทดสอบสมมติฐานทั้งวิธี Dicky-Fuller Test (DF Test) และ Augmented Dicky-Fuller (ADF Test) จะทดสอบเพื่อให้ทราบว่าตัวแปรที่ศึกษานั้นมียูนิทรูทหรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่า χ ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า ตัวแปรที่สนใจมียูนิทรูท

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$H_0 : \chi = 0$ (X_t เป็น Non-stationary)

$H_1 : \chi < 0$ (X_t เป็น Stationary)

สามารถทดสอบสมมติฐานได้โดยการเปรียบเทียบค่า t-statistic ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dicky-Fuller ซึ่งค่า t-statistic ที่จะนำมาทดสอบสมมติฐานในแต่ละรูปแบบนั้น จะต้องนำไปเปรียบเทียบกับตาราง Dicky-Fuller ณ ระดับต่างๆ ถ้าสามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีลักษณะนิ่ง หรือ เป็น Integrated of Order Zero แทนด้วย $X_t \sim I(0)$ กรณีที่การทดสอบสมมติฐานพบว่า ตัวแปรที่ศึกษามียูนิทรูทหรือมีลักษณะไม่นิ่ง จะต้องนำค่า $\div X_t$ มาทำ Differencing จนกระทั่งสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า X_t มีลักษณะไม่นิ่งได้ เพื่อทราบว่า Order of Integration (d) ว่าอยู่ในระดับใด [$X_t \sim I(d)$; $d > 0$]

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration Test)

วิธีการทดสอบการร่วมไปด้วยกัน (Cointegration Test) เป็นการทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรคู่ใดๆ ว่ามีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากความเชื่อในทางเศรษฐศาสตร์ที่ว่า อย่างน้อยในระยะยาวแล้ว ตัวแปรทางเศรษฐกิจควรจะมีความเคลื่อนไหวในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่สอดคล้องกัน แม้ว่าในระยะสั้นการเคลื่อนไหวของตัวแปรดังกล่าว อาจมีการเคลื่อนไหวที่ไม่สามารถกำหนดทิศทางที่แน่นอนได้ก็ตาม และยังเป็นการทดสอบการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) ของสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1) ตัวแปรอนุกรมเวลาที่ต้องการทดสอบ ต้องมีคุณสมบัติความนิ่งของตัวแปร แต่ถ้าตัวแปรที่ต้องการทดสอบไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร ณ ลำดับที่ใดๆ (d) มีคุณสมบัติของความนิ่ง ตัวแปรอนุกรมเวลาดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว

2.2) แม้ว่าตัวแปรที่ต้องการทดสอบจะไม่มีคุณสมบัติความนิ่งอยู่ก็ตาม แต่ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรคู่ใดๆ มีคุณสมบัติของความนิ่ง สามารถกล่าวได้ว่า ตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์เป็น Cointegration ได้

ขั้นตอนการทดสอบ Cointegration มีดังต่อไปนี้

1) ทดสอบตัวแปรในแบบจำลองว่ามีลักษณะเป็น Non-Stationary หรือไม่ โดยใช้วิธี ADF Test โดยไม่ต้องใส่ค่าคงที่และแนวโน้มของเวลา

2) การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square : OLS)

3) นำส่วนที่เหลือ (Residuals) ที่ประมาณได้จากข้อ 2 มาทดสอบว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ ซึ่งเป็นการทดสอบ Residuals ดังต่อไปนี้

$$\div\hat{e}_t = \nu\hat{e}_{t41} + v_t \qquad (2.23)$$

โดยที่ $\hat{e}_t$, $\hat{e}_{t41}$ คือ ค่า Residual ณ เวลา t และ t-1 ที่นำมาถดถอยใหม่

ν คือ ค่าพารามิเตอร์

v_t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรสุ่ม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ Cointegration คือ

$H_0 : \nu = 0$ (ไม่มีการร่วมกันไปด้วยกัน)

$H_1 : \nu < 0$ (มีการร่วมกันไปด้วยกัน)

การทดสอบสมมติฐานโดยการเปรียบเทียบค่า t-statistic ที่คำนวณได้จากอัตราส่วนของ $\hat{\gamma}$ / S.E. $\hat{\gamma}$ ไปเปรียบเทียบกับค่าในตาราง ADF Test ซึ่งถ้าค่า t-statistic มากกว่าค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon Critical Value) ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าตัวแปรมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ในสมการดังกล่าวมีลักษณะร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegration)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตาม ถ้าส่วนตกค้าง หรือ ส่วนที่เหลือของสมการ (2.23) ไม่เป็น White Noise ก็จะใช้การทดสอบ ADF แทนที่จะใช้สมการ (2.23) สมมติว่า v_t ของสมการ (2.23) มีสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (Serial Correlation) จะใช้สมการ ดังนี้

$$\div\hat{e}_t = \nu\hat{e}_{t41}\,2\,\sum_{i|1}^{p}\alpha_i\div\hat{e}_{t41}\,2\,v_t \qquad (2.24)$$

และถ้า $-2 < \gamma < 0$ เราสามารถจะสรุปได้ว่า ส่วนที่ตกค้างหรือส่วนทีเหลือ (Residuals) มีลักษณะนิ่ง และ X_t , Y_t จะเป็น CI (1,1) สังเกตว่าสมการ (2.23) , (2.24) ไม่มีพจน์ส่วนตัด (Intercept Term) เนื่องจาก $\hat{e}_t$ เป็นส่วนตกค้างจากสมการถดถอย (Regression Equation)

3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น (Error Correction Model)

เมื่อทำการทดสอบข้อมูลอนุกรมเวลาแล้ว ข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งและไม่เกิดปัญหาสมการถดถอยไม่แท้จริง สมการถดถอยที่ได้มีการร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegrated) โดยมีกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long Term Equilibrium Relationship) แต่ในระยะสั้นอาจมีการออกนอกดุลยภาพได้ แบบจำลอง Error Correction Mechanism (ECM) คือกลไกการปรับตัวเข้าสูดุลยภาพในระยะสั้น

สมมติให้ตัวแปร X_t และ Y_t เป็นข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่งและไม่เกิดปัญหาสมการถดถอยไม่แท้จริง สมการถดถอยที่ได้มีการร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegrated) มีกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long Term Equilibrium Relationship) แต่ในระยะสั้นอาจมีการออกนอกดุลยภาพ ฉะนั้น เราสามารถกำหนดให้ตัวแปรคลาดเคลื่อน (Error Term) ในสมการที่ร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegrated) เป็นค่าความคลาดเคลื่อนดุลยภาพ (Equilibrium Error) และเราสามารถนำตัวแปรคลาดเคลื่อนนั้นเป็นตัวเชื่อมระหว่างพฤติกรรมระยะสั้นและระยะยาวเข้าด้วยกัน ลักษณะสำคัญของตัวแปรอนุกรมเวลาที่มีการร่วมไปด้วยกัน คือ วิถีเวลา (Time Path) ของตัวแปรเหล่านี้จะได้รับอิทธิพลการเบี่ยงเบนจากดุลยภาพระยะยาว (Long Run Equilibrium) และถ้าระบบจะกลับไปสู่ดุลยภาพระยะยาว การเคลื่อนไหวของตัวแปรอย่างน้อยบางตัวแปรจะต้องตอบสนองต่อขนาดของการออกนอกดุลยภาพใน Error Correction Mechanism (ECM) ลักษณะพลวัตพจน์ระยะสั้น (Short-Term Dynamics) ของตัวแปรในระบบซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพในระยะยาว (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์, 2547: 480)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างแบบจำลอง ECM เป็นดังนี้

$$\div X_t = \eta_1 \hat{e}_{t41} 2 \sum_{i|1}^{p} \lambda_i \div X_{t4i} 2 \sum_{j|0}^{q} \iota_j \div Y_{t4j} 2 \kappa_{1t} \quad (2.25)$$

$$\div Y_t = \eta_2 \hat{u}_{t41} 2 \sum_{m|0}^{r} \phi_m \div X_{t4m} 2 \sum_{n|1}^{k} \xi_n \div Y_{t4n} 2 \kappa_{2t} \quad (2.26)$$

โดยที่ X_t, Y_t คือ ค่า Natural Logarithm ของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t

η_1, η_2 คือ ค่าความเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว

ι_j, ϕ_m คือ ค่าความยืดหยุ่นระยะสั้น

$\hat{e}_{t41}, \hat{u}_{t41}$ คือ พจน์ของ Error Term

κ_{1t}, κ_{2t} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นจะคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนโดยพิจารณาการปรับตัวของตัวแปรในระยะยาว นั่นคือ e_{t41} ในสมการ (2.25) และ u_{t41} ในสมการ (2.26) ซึ่งรูปแบบในการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลอง ECM Model ตามที่แสดงในสมการที่ (2.25) และ (2.26) สามารถตีความได้ว่าเป็นกลไกที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้นเมื่อขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุลในระยะยาว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ e_{t41} และ u_{t41} จะแสดงให้เห็นถึงขนาดของการขาดความสมดุล ระหว่างค่า X_t และ Y_t ในช่วงเวลาก่อนหน้า รูปแบบของ ECM ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของ Y_t จะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของ X_t เท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับขนาดของการขาดความสมดุลในระยะยาว ระหว่างค่า X_t และ Y_t ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนหน้านี้

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

1. $H_0 : \eta_1 \mid 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น
   $H_1 : \eta_1 \prod 0$ มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น
2. $H_0 : \eta_2 \mid 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น
   $H_1 : \eta_2 \prod 0$ มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น

เมื่อทำการทดสอบแล้วพบว่า ผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) สามารถสรุปได้ว่า X_t และ Y_t ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น แต่ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก โดย η จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง -1 สรุปได้ว่า X_t และ Y_t มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผล (Granger Causality Test)

แนวคิดและวิธีทดสอบ โดยสมมติว่ามีตัวแปรจำนวน 2 ตัว คือ X และ Y ในลักษณะที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ถ้าการเปลี่ยนแปลงของ X เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลง Y แล้ว การเปลี่ยนแปลงของ X ก็ควรที่จะเกิดขึ้นก่อนการเปลี่ยนแปลงของ Y ดังนั้น ถ้า X เป็นต้นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน Y เงื่อนไข 2 ประการที่จะต้องเกิดขึ้น คือ

ประการแรก X จะช่วยในการทำนาย Y หมายความว่า ในการถดถอยของ Y กับค่าที่ผ่านมาของ X ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแปรอิสระ ควรที่จะมีส่วนช่วยในการเพิ่มอำนาจการอธิบาย (Explanatory Power) ของสมการถดถอยอย่างมีนัยสำคัญ

ประการที่สอง ไม่ควรใช้ Y ในการทำนาย X เนื่องจากว่า ถ้า X สามารถช่วยในการทำนาย Y และ Y ก็สามารถช่วยทำนาย X ได้ นั่นหมายความว่า ควรจะมีตัวแปรอื่นอีกหนึ่งตัวหรือมากกว่านั้น ที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งใน X และ Y ดังนั้น ต้องทดสอบสมมติฐานว่าง (H_0) ที่ว่าการเปลี่ยนแปลงของ X ไม่ได้เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลง Y โดยใช้สมการถดถอย 2 สมการ ดังนี้

$$Y_t = \sum_{m=1}^{r} \phi_m X_{t-m} + \sum_{n=1}^{h} \xi_n Y_{t-n} + u_t \qquad (2.27)$$

$$Y_t = \sum_{n=1}^{h} \xi_n Y_{t-n} + u_t \qquad (2.28)$$

สมการที่ (2.27) เรียกว่า การถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด (Unrestricted Regression)

สมการที่ (2.28) เรียกว่า การถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด (Restricted Regression) โดยที่

RSS_r = ส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (Residual Sum of Squares) จากสมการถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด

RSS_{ur} = ส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (Residual Sum of Squares) จากสมการถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด

เพราะฉะนั้น สมมติฐานว่าง ในเชิงสถิติ สามารถจะเขียนได้ดังนี้

$H_0 : \phi_1 = \phi_2 = \ldots = \phi_r = 0$

H_1 : H_0 ไม่เป็นจริง

โดยสถิติที่จะใช้ในการทดสอบจะเป็น สถิติ F ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

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

ถ้าเราปฏิเสธ H_0 ก็หมายความว่า X เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลง Y ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราต้องการทดสอบสมมติฐานว่าง ว่าการเลี่ยนแปลงของ Y ไม่ได้เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลง X เราก็จะต้องทำกระบวนการทดสอบอย่างเดียวกับข้างต้น เพียงแต่ว่า สลับเปลี่ยนแบบจำลองข้างต้น จาก X มาเป็น Y และจาก Y มาเป็น X ดังนี้

$$X_t = \sum_{m=1}^{r} \phi_m Y_{t-m} + \sum_{n=1}^{k} \xi_n X_{t-m} + u_i \qquad (2.29)$$

$$X_t = \sum_{n=1}^{k} \xi_i X_{t-n} + u_i \qquad (2.30)$$

เรียกสมการที่ (2.29) ว่าการถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด และสมการ (2.30) ว่าการถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด และนำมาใช้สถิติ F ในการทดสอบเช่นเดียวกัน

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล คือ

$H_0 : \phi_1 = \phi_2 = \ldots = \phi_r = 0$

H_1 : H_0 ไม่เป็นจริง

จะสังเกตเห็นจำนวนของค่าตัวแปรล่า (Lagged Difference Terms) ซึ่งคือ p ในสมการเหล่านี้ เป็นตัวเลขที่กำหนดขึ้นเอง โดยทั่วไปแล้ว ควรทำการทดสอบค่า p ในสมการที่แตกต่างกัน 2 – 3 ค่า เพื่อที่จะแน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้มานั้นไม่อ่อนไหวไปกับค่า p ที่กำหนดมา โดยที่ตั้งข้อสังเกตว่า จุดอ่อนของการทดสอบต้นเหตุนี้ คือ ตัวแปรที่สาม (Z) ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้วอาจเป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลง Y และในขณะเดียวกันก็อาจมีความสัมพันธ์กับ X วิธีแก้ไขปัญญานี้ สามารถทำได้โดยทำการถดถอยโดยที่ค่า p ของตัวแปร Z ปรากฏอยู่ทางขวามือด้วย (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัชวาล นทลีรักษ์ (2524) ศึกษาอุปสงค์พลังงานไฟฟ้าประเภทบ้านที่อยู่อาศัยในเขต กฟน. มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการพลังงานไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัยกับปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า และเพื่อวิเคราะห์นโยบายการปรับอัตราค่าไฟฟ้า ในส่วนบ้านอยู่อาศัยว่าจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดในการกระตุ้นให้เกิดการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยแบบจำลองที่ใช้ศึกษาเป็นชนิดสมการเดี่ยวหลายตัวแปรและใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Ordinary Least Squares (OLS) โดยอิงข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือน มกราคม 2513 ถึงเดือน ธันวาคม 2522 รวมระยะเวลา 10 ปี

จากผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบอุปสงค์พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดมีลักษณะเป็น Dynamic Model ทั้งในรูปของ Linear และ Double log-linear form และการปรับปรุงอัตราค่าไฟฟ้าไม่มีผลทำให้ลักษณะโครงสร้างการใช้ไฟฟ้าของประชากรเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงพอ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในส่วนบ้านที่อยู่อาศัยไม่ค่อยมีความไหวตัวต่อปัจจัยทางเศรษฐกิจทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ได้แก่ ราคาไฟฟ้า ราคาเครื่องใช้ไฟฟ้า และรายได้ของผู้บริโภค แต่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างจะไหวตัวต่อปัจจัยที่ไม่ใช่ปัจจัยทางเศรษฐกิจ คือ อุณหภูมิ ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้คือ การใช้นโยบายประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีปรับอัตราค่าไฟฟ้าไม่สัมฤทธิ์ผลที่ควร เพราะการใช้พลังงานไฟฟ้าตามบ้านที่อยู่อาศัย มีความยืดหยุ่นต่อราคาต่ำมาก แต่วิธีนี้เป็นวิธีที่จะทำให้รัฐมีรายรับเพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า ซึ่งถ้ารัฐนำรายได้ส่วนนี้ไปใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพก็อาจจะช่วยเพิ่มสวัสดิการแก่สังคมโดยรวมได้ อีกประการหนึ่งคือรัฐควรได้มีการพิจารณานโยบายอัตราค่าไฟฟ้าตามฤดูกาล

นิสิต พันธมิตร (2537) ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์พลังงานไฟฟ้าของครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆทั้งที่เป็นปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ความยืดหยุนของอุปสงค์ต่อราคา เพื่อใช้ประกอบการวางมาตรการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า วิธีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square:OLS) จากแบบจำลองสมการถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple regression)

จากผลการศึกษาพบว่า ราคาไฟฟ้าและรายได้ของครัวเรือนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างน้อย โดยค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้และราคาเท่ากับ 0.01 และ 0.03 ดังนั้นการใช้นโยบายการขึ้นราคาไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่อยู่อาศัยเพื่อให้ประหยัดไฟฟ้านั้น ไม่มีผลกระทบใดๆต่อพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนเนื่องจากไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการใช้มาตรการประหยัดไฟฟ้าของรัฐโดยการขึ้นราคาไฟฟ้า เก็บภาษีเครื่องใช้ไฟฟ้าให้แพงขึ้น เป็นมาตรการที่ประชาชนยังไม่ยอมรับ ดังนั้นรัฐบาลควรให้ความรู้ ความเข้าใจ ให้แก่ประชาชน ซึ่งอาจก่อให้เกิดความสมัครใจในการที่จะประหยัดไฟฟ้าได้

ประยูร พงษ์ประภาพันธ์ (2540) ศึกษาผลกระทบของการใช้อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ ประการแรก เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการนำอัตราค่าไฟฟ้าที่ต่างกันตามช่วงเวลาของวัน (TOD) มาใช้บังคับกับภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจขนาดใหญ่ ประการที่สอง เพื่อศึกษาลักษณะการใช้ไฟฟ้าและขบวนการผลิต เพื่อวิเคราะห์ว่าเหตุใดอุตสาหกรรมบางรายจึงสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้มาก บางรายได้น้อย และประการสุดท้าย ศึกษาผลตอบแทนที่ประหยัดได้อันเนื่องมาจากการใช้อัตรา TOD โดยใช้ข้อมูลผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ จำนวน 30 ราย มาวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Partial Peak และ Off Peak โดยใช้วิธีของ Park and Acton

จากผลการศึกษาพบว่า ผลกระทบของอัตรา TOD ทำให้การใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ลดลงโดยจะไปเพิ่มในช่วง Partial Peak และ Off Peak แทน สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการตอบสนองต่ออัตรา TOD มากที่สุดคือ โรงบ่มใบยาสูบ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ได้ ได้แก่ โรงน้ำแข็งและห้องเย็น อุตสาหกรรมผลิตโลหะ และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น จากการที่ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ลงทำให้ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศได้

ยงยุทธ ลิขิตผดุงกิจ (2540) ศึกษาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครหลวงและปริมณฑลซึ่งประกอบด้วยจังหวัด กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ โดยมีวัตถุประสงค์คือ ประการแรก เพื่อศึกษาโครงสร้างความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครหลวงและปริมณฑล ประการที่สอง เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ากับปัจจัยที่สำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมในเขตนครหลวงและปริมณฑล ประการที่สาม เพื่อศึกษาแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครหลวงและปริมณฑล โดยใช้แบบจำลอง Single Equation การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS)

จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการพยากรณ์ของสมการแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบค่าประมาณจากสมการแบบจำลองกับค่าของข้อมูลจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ แสดงว่าสมการแบบจำลองที่ประมาณการได้เหมาะสมที่จะเป็นตัวแบบใช้อธิบายและพยากรณ์ความต้องการใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไฟฟ้า ในเขตนครหลวงและปริมณฑลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง ส่วนตัวแปรทางด้านค่าไฟฟ้า การศึกษานี้ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีอิทธิพลต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกประเภทเสมอไป เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่อยู่อาศัยมีค่าความยืดหยุ่นมากกว่า 1 เพราะพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ให้ความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต ในส่วนความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทไฟฟ้าถนนและสาธารณะ ตัวแปรที่สำคัญคือ จำนวนประชากร ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่นมากกว่า 1 เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ให้ความสะดวก ปลอดภัยแก่ประชาชนตามท้องถนนและความต้องการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ มักถูกกำหนดด้วยนโยบายและการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญ และจากการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2538-2542 ผลการพยากรณ์ปรากฏว่าผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจการค้า อุตสาหกรรม และไฟฟ้าถนน สาธารณะจะมีความต้องการที่เพิ่มขึ้นในอัตราเพิ่มเฉลี่ยที่ลดลง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยจะมีความต้องการในอัตราเพิ่มเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในภาพรวมจะพบว่าปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับช่วงที่ผ่านมา และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มในอัตราเฉลี่ยที่ลดลง ซึ่งขึ้นอยู่กับภาวะทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญ

สุจิตร ไพรินทร์ (2541) ศึกษาปริมาณความต้องการและการสนองความต้องการพลังงานไฟฟ้า ในเขตนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ และเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงดำเนินงานด้านระบบจำหน่าย โดยการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ จำนวน 64 โรงงาน การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการทางสถิติอย่างง่ายในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาพบว่า โรงงานในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 147.3 ล้านหน่วย โรงงานร้อยละ 96.88 ใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพียงแหล่งเดียว มีเพียงร้อยละ 3.12 ที่ใช้น้ำมันดีเซลมาผลิตพลังงานไฟฟ้าช่วยในช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก มีโรงงานจำนวน42 โรงงาน จากทั้งหมด 64 โรงงาน ประสบปัญหาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เกี่ยวกับไฟตก ไฟดับ และไฟกระพริบ นอกจากนี้ยังมีปัญหาในการดับไฟเพื่อปฏิบัติงานของพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอีกด้วย โดยผู้ทำการวิจัยได้เสนอว่าควรต้องสร้างความมั่นคงของระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือมากขึ้น โดยตั้งสถานีควบคุมการจ่ายไฟ หรือหน่วยแก้กระแสไฟฟ้าขัดข้องไว้ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ เพิ่มขนาดสายส่งเพื่อสำรองพลังงานไฟฟ้า ให้เพียงพอต่อการขยายตัวของความต้องการ การดับไฟปฏิบัติงานของพนักงานต้องมีน้อยครั้งที่สุด และการเยี่ยมเยียนผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับไฟฟ้าต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง ควรรับทราบและร่วมมือกันแก้ปัญหาระหว่างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม

นิศานาถ นิศากรเกรียงเกช (2548) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้จ่ายของรัฐบาลกับการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยตัวแปรที่นำมาศึกษาได้แก่การใช้จ่ายของรัฐบาล ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและจำนวนประชากรของประเทศ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นรายปี ตั้งแต่ปี 2493-2546 โดยประยุกต์ใช้เทคนิคโคอินทิเกรชัน แบบจำลองเออร์เรอร์คอเรคชันและการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล จากการทดสอบความสัมพันธ์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว พบว่า การใช้จ่ายของรัฐบาลและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ในระยะสั้น และมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวทั้งสองทิศทางด้วยเช่นกัน สำหรับสัดส่วนการใช้จ่ายของภาครัฐบาลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อคนนั้น พบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น และมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวในทิศทางเดียว การทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลพบว่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อคนและสัดส่วนการใช้จ่ายของภาครัฐบาลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ที่มีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลทั้งสองทิศทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved