บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างรายได้จากภาษีอากรกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยนั้น ในส่วนของรายได้จากภาษีอากรจะทำการศึกษารายได้จากภาษีอากรรวม โดยไม่แยกว่าเป็นรายได้จากภาษีอากรประเภทใด โดยให้สมการรายได้จากภาษีอากรที่แท้จริงขึ้นอยู่กับตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง

$$GDP_t = B_0 + B_1 TAX_t + E_t \qquad (3.1)$$

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อหาความสัมพันธ์ว่ารายได้จากภาษีอากรของรัฐบาลขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงหรือไม่ โดยได้สมการดังนี้

$$TAX_t = b_0 + b_1 GDP_t + e_t \qquad (3.2)$$

โดยที่ GDP_t = ค่า natural logarithm ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

TAX_t = ค่า natural logarithm ของรายได้จากภาษีอากรของรัฐบาล

E_t, e_t = ค่าความคลาดเคลื่อน

B_0, B_1, b_0, b_1 = ค่าพารามิเตอร์

3.2 วิธีการศึกษา

ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของภาครัฐบาลจากภาษีอากรและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จะใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (time-series data) โดยทั่วไปตัวแปรที่นำมาใช้ในการทดสอบเหล่านี้ส่วนใหญ่แล้วจะมีลักษณะไม่นิ่ง (non stationary) หรือ stochastic process กล่าวคือ ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าความแปรปรวน (variances) จะมีค่าไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา โดยอาจมีแนวโน้มในระยะยาวและในขณะเดียวกันก็มีการแกว่งตัวในระยะสั้น (cyclical) ขึ้นอยู่กับสิ่งที่มากระทบและหากสิ่งที่มากระทบนั้นเกิดขึ้นอย่างถาวร ก็อาจทำให้เป็นแนวโน้มมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการใช้วิธีการแบบกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

least squares) ในการประมาณค่า อาจก่อให้เกิดปัญหาทำให้ได้ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการมีความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (spurious relationship) ก็เป็นได้

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค cointegration test และวิธี error correction mechanism (ECM) ตามวิธีการของ Engle and Granger และเพิ่มการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) ด้วย โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ทดสอบความนิ่งของข้อมูล (stationary) ของตัวแปรที่นำมาศึกษาด้วยวิธี augmented Dickey-Fuller test (ADF)
2. นำตัวแปรที่ทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลแล้วมาพิจารณาดุลยภาพในระยะยาวตามวิธีการของ Engle and Granger
3. เมื่อพบว่าแบบจำลองมีความสัมพันธ์ในระยะยาวแล้ว จึงใช้วิธีการ error correction mechanism (ECM) เพื่อพิจารณากระบวนการปรับตัวในระยะสั้น
4. การทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล โดยการหาช่วงเวลาที่เหมาะสมแล้วจึงทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลที่ช่วงเวลานั้น

3.2.1 การทดสอบยูนิทรูท (Unit Root)

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ข้อมูลสถิติที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time-series data) ลักษณะพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลาใด ๆ มีข้อควรพิจารณา คือ ข้อมูลอนุกรมเวลานั้นๆ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งหรือไม่ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ได้จะต้องเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบก่อนว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หมายถึง การที่ข้อมูลอนุกรมเวลาอยู่ในสภาพของการสมดุลเชิงสถิติ (statistical equilibrium) ซึ่งหมายถึง การที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้เวลาจะเปลี่ยนแปลงไป การทดสอบยูนิทรูท เป็นการทดสอบตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่นำมาใช้ในสมการ เพื่อดูว่ามีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ “นิ่ง” (stationary) คือมี integrated of order เท่ากับ 0 หรือ I(0)) หรือมีลักษณะ “ไม่นิ่ง” (non-stationary) คือมี integrated of order d หรือ I(d) โดยที่ $d > 0$ โดยส่วนมากแล้วจะนิยมการทดสอบด้วยวิธี Dicky-Fuller test ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีที่ 1 Dickey-Fuller Test (DF)

วิธีนี้จะทำการทดสอบตัวแปรที่เคลื่อนไหวไปตามช่วงเวลามีลักษณะเป็น autoregressive model โดยพิจารณาสมการ 3 รูปแบบที่แตกต่างกัน ดังนี้

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + e_t \quad \text{(random walk process)} \quad (3.3)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + e_t \quad \text{(random walk with drift)} \quad (3.4)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + e_t \quad \text{(random walk with drift and linear time trend)} \quad (3.5)$$

โดยที่ ΔX_t คือ ค่าความแตกต่างครั้งที่ 1 ของตัวแปรที่ทำการศึกษา

α, θ, β คือ ค่าคงที่

t คือ แนวโน้มเวลา

e_t คือ ตัวแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวนที่คงที่

การทดสอบ จะพิจารณาค่า θ โดยเปรียบเทียบค่าสถิติ t (t-statistic) ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) ซึ่งมีสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$H_0 : \theta = 0$: non-stationary

$H_1 : \theta < 0$: stationary

ถ้ายอมรับ $H_0 : \theta = 0$ จะได้ว่า ตัวแปรที่สนใจ (x_t) มี unit root หรือ x_t มีลักษณะเป็น non-stationary

แต่ถ้ายอมรับ $H_1 : \theta < 0$ จะได้ว่า ตัวแปรที่สนใจ (x_t) ไม่มี unit root หรือ x_t มีลักษณะเป็น stationary

วิธีที่ 2 Augmented Dickey-Fuller Test (ADF)

เป็นการทดสอบ unit root อีกวิธีหนึ่งที่พัฒนามาจาก DF test เนื่องจากวิธี DF ไม่สามารถทำการทดสอบตัวแปรในกรณีที่เป็น serial correlation ในค่าความคลาดเคลื่อน (error term (e_t)) ที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันเองในระดับสูง ดังนั้นจึงมีการเพิ่มกระบวนการเชิงอัตถดถอย (autoregressive processes) เข้าไปในสมการ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาในกรณีที่ค่าสถิติ Durbin-Watson มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าต่ำ ทำให้ได้สมการใหม่จากการเพิ่ม lagged change ในสมการการทดสอบ unit root โดยสมการที่ได้จะมีดังนี้

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta X_{t-1} + e_t \quad (3.6)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta X_{t-1} + e_t \quad (3.7)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i \Delta X_{t-1} + e_t \quad (3.8)$$

โดยที่ X_t คือ ข้อมูลตัวแปร ณ เวลา t

X_{t-1} คือ ข้อมูลตัวแปร ณ เวลา t-1

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

t คือ ค่าแนวโน้ม

et คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

ซึ่งจำนวน lagged term (p) สามารถใส่ไปจนกระทั่งไม่เกิดปัญหา serial correlation ในส่วนของความคลาดเคลื่อน (error term)

การทดสอบ จะพิจารณาค่า θ โดยเปรียบเทียบค่าสถิติ t (t-statistic) ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) ซึ่งมีสมมติฐานการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี DF คือ

H_0 : $\theta = 0$: non-stationary

H_1 : $\theta < 0$: stationary

3.2.2 แนวคิดการทดสอบ Cointegration

แนวคิดเกี่ยวกับวิธี cointegration คือ การทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรสองตัว ว่ามีการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะสอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากตัวแปรทั้งสองตัวแปรที่นำมาทดสอบแม้ว่าจะมีลักษณะไม่นิ่ง แต่ก็อาจจะมีค่าสูงขึ้นตามเวลาไปด้วยกัน ซึ่งในระยะยาวแล้วตัวแปรทางเศรษฐกิจจะมีการเคลื่อนไหวไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่อาจมีความสอดคล้องกัน ถึงแม้ว่าในระยะสั้นนั้นอาจไม่สามารถกำหนดทิศทางการเคลื่อนไหวได้อย่างแน่นอน ทั้งนี้การทดสอบความสัมพันธ์ในระยะยาวโดยใช้วิธี cointegration ยังเป็นการทดสอบทิศทางการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (error term) ที่ได้จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร ซึ่งมีเงื่อนไขสองประการดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประการแรก ตัวแปรอนุกรมเวลาต้องมีคุณสมบัติของความนิ่งของตัวแปร ถ้าหากตัวแปรไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว การเปลี่ยนแปลง (differenced) ของตัวแปร ณ ลำดับที่ใดๆ (d) เมื่อมีคุณสมบัติของความนิ่งแล้ว กล่าวได้ว่า ตัวแปรอนุกรมเวลาดังกล่าวมีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกัน (cointegration)

ประการที่สอง ถึงแม้ว่าตัวแปรจะไม่มีคุณสมบัติของความนิ่งอยู่ก็ตาม แต่ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรคู่นั้น มีคุณสมบัติของความนิ่ง จะสามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรทั้งสองมีลักษณะความสัมพันธ์เป็น cointegration ได้

ดังนั้น cointegration คือ เทคนิคการประมาณค่าความสัมพันธ์ดุลยภาพระยะยาว (long term equilibrium relationship) ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่ง โดยการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพจะต้องมีลักษณะนิ่ง วิธี cointegration มีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

1. ทดสอบตัวแปรในแบบจำลองว่ามีลักษณะเป็น non-stationary หรือไม่โดยใช้วิธี ADF test
2. การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least squares)
3. นำส่วนที่เหลือ (residuals) ที่ประมาณได้จากสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมาทดสอบว่ามีลักษณะนิ่งหรือ I(0) หรือไม่ โดยไม่ต้องใส่ค่าคงที่ และแนวโน้มของเวลา

ซึ่งการทดสอบส่วนที่เหลือ (residuals) มีสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta\hat{e}_t = \gamma\hat{e}_{t-1} + v_t \qquad (3.9)$$

โดยที่ $\hat{e}_t, \hat{e}_{t-1}$ คือ ส่วนที่เหลือ (residuals) ณ เวลา t และ t-1 ที่นำมาหาสมการถดถอยใหม่

γ คือ ค่าพารามิเตอร์

v_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ cointegration มีดังนี้

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

$H_1: \gamma \neq 0$ (cointegration)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบค่าสถิติ (t-statistics) ที่คำนวณได้จากค่าสถิติ t (t-statistic) ที่คำนวณได้จากอัตราส่วนของ $\hat{\gamma}/S.E\hat{\gamma}$ ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) ซึ่งถ้าค่าสถิติ (t-statistics) มากกว่าค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ ก็จะเป็นการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ดังนั้นส่วนที่เหลือ (residuals) ที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หรือ Integrated of order 0 หรือ I(0) จึงนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า ตัวแปรที่มีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) ในสมการดังกล่าวมีลักษณะร่วมกันไปด้วยกัน (cointegrated)

อย่างไรก็ตาม ถ้าส่วนที่เหลือ (residuals) ของสมการ(3.9) ไม่เป็น white noise ก็จะใช้การทดสอบ ADF แทนที่จะใช้สมการ (3.9) นั่นคือ สมมติว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (v_t) ของสมการที่ (3.9) มีสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (serial correlation) จะใช้สมการดังนี้

$$\Delta\hat{e}_t = \gamma\hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} a_i \Delta\hat{e}_{t-1} + v_t \qquad (3.10)$$

และถ้า $-2 < \gamma < 0$ จะสามารถสรุปได้ว่า ส่วนที่เหลือ (residuals) มีลักษณะนิ่ง (stationary) และ y_t และ x_t จะเป็น $CI(1,1)$ จะสังเกตได้ว่าสมการ (3.9) และ (3.10) ไม่มีพจน์ส่วนตัด (intercept term) เนื่องจาก $\hat{e}_t$ เป็นส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (residuals) จากสมการถดถอย (regression equation)

3.2.3 แนวคิดเกี่ยวกับ Error Correction Mechanism: ECM

แนวคิดเกี่ยวกับ error correction mechanism (ECM) คือ กลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้น เมื่อพบว่ามีความสัมพันธ์กันในระยะยาวก็สามารถนำตัวแปรนั้นมาหาการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้นได้ เนื่องจากในระยะสั้นอาจมีการออกนอกดุลยภาพได้ จึงทำการทดสอบกระบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม เพื่อเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว โดยแบบจำลอง error correction mechanism สามารถที่จะให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อน (error term) จากสมการถดถอยที่ได้จากการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยวิธี cointegration เป็นค่าความคลาดเคลื่อนดุลยภาพ (equilibrium error) และสามารถที่จะให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นตัวเชื่อมระหว่างพฤติกรรมระยะสั้นกับระยะยาวเข้าด้วยกันได้ ซึ่งลักษณะที่สำคัญคือ วิถีเวลาของตัวแปรเหล่านี้จะได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพระยะยาว ดังนั้นถ้าระบบจะกลับเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว การเคลื่อนไหวของตัวแปรอย่างน้อยบางตัวจะต้องตอบสนองต่อขนาดของการออกนอกดุลยภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการทดสอบกระบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรอนุกรมเวลาที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration relationship) มีวิธีการดังนี้

1. ตัวแปรต้องมีการทดสอบความเป็น stationary และควรจะมีระดับ order เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน
2. นำส่วนที่เหลือหรือค่าความคลาดเคลื่อนจากสมการ cointegration และตัวแปรมาทำการประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด
3. เลือกแบบจำลองโดยการเพิ่ม lag ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามทีละตัวและทีละช่วงเวลา (lag) และใช้การทดสอบ Breusch-Godfrey serial correlation LM test โดยการเลือกแบบจำลองที่ได้ค่า probability จากการทดสอบ Breusch-Godfrey serial correlation LM test ที่มีค่าเข้าใกล้ 1.000 มากที่สุด

ตัวอย่างแบบจำลอง error correction mechanism (ECM) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = a_1 + a_2\hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{m=1}^{n} a_{4m}\Delta X_{t-m} + \sum_{p=1}^{q} a_{5p}\Delta Y_{t-p} + \mu_{yt} \qquad (3.11)$$

$$\Delta X_t = b_1 + b_2\hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{r=1}^{s} b_{4r}\Delta X_{t-r} + \sum_{u=1}^{v} b_{5u}\Delta Y_{t-u} + \mu_{xt} \qquad (3.12)$$

โดยที่ X_t , Y_t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t

X_{t-m} , X_{t-r} คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t-m และเวลา t-r

Y_{t-p} , Y_{t-u} คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t - p และ t - u

$\hat{\varepsilon}_{t-1}$ คือ ส่วนที่เหลือ ณ เวลา t - 1 จากสมการความสัมพันธ์ระยะยาว

μ_{yt} , μ_{xt} คือ ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสุ่ม

$a_1, a_2, a_{4m}, a_{5p}, b_1, b_2, b_{4r}, b_{5u}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ ตัวที่ m = 1, 2, 3…..n ตัวที่ p = 1,2,3……,qตัวที่ r = 1,2,3……,s ตัวที่ u = 1, 2, 3…..,v ตามลำดับ

จากสมการเรียก $\hat{\varepsilon}_{t-1}$ ว่า error correction term และค่าสัมประสิทธิ์ของ $\hat{\varepsilon}_{t-1}$ (a_2 และ b_2) คือ ความเร็วของการปรับตัวในระยะสั้น เพื่อให้เข้าสู่ภาวะดุลยภาพในระยะยาวเมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ error correction mechanism มีดังนี้

1. $H_0: a_2 = 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น
   $H_1: a_2 \neq 0$ มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น

2. $H_0: b_2 = 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น
   $H_1: b_2 \neq 0$ มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น

จะเห็นได้ว่าแบบจำลอง error correction mechanism นี้จะไม่ค่อยจำกัดรูปแบบของการปรับตัวในระยะสั้น แต่จะพยายามทดสอบโดยใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ ทางสถิติมาชี้วัด ตัวแปรต่างๆในสมการระยะสั้นนี้จะมีลักษณะเป็น stationary แล้ว กล่าวคือ มีลักษณะเป็น I(0) หลังจากทำการหาผลต่างหรือการเปลี่ยนแปลง (differenced) ของตัวแปรแล้ว สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อน (a_2 และ b_2) จะต้องมีค่าเป็นลบ เพื่อที่จะทำให้ขนาดของการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพในระยะยาวลดลงเรื่อยๆ จนทำให้ค่าที่แท้จริงเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ในที่สุด

3.2.4 แนวคิดความเป็นเหตุเป็นผล (Granger Causality)

แนวคิดความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) เป็นการทดสอบว่าข้อมูลตัวแปรที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา ถ้าหากเกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง อาจเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง หรือตัวแปรทั้งสองตัวที่นำมาศึกษาก็อาจเป็นตัวแปรที่กำหนดซึ่งกันและกันได้ หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่หนึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่สอง ในขณะเดียวกันตัวแปรที่สองก็อาจเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรที่หนึ่งก็เป็นได้

ถ้าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่หนึ่ง (X) เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่สอง (Y) มีเงื่อนไขสองประการที่จะต้องเกิดขึ้น นั่นคือ

ประการแรก ตัวแปร X ควรจะช่วยในการทำนายตัวแปร Y นั่นคือ ในการถดถอยของตัวแปร Y กับค่าที่ผ่านมาของตัวแปร Y นั้น และค่าที่ผ่านมาของตัวแปร X ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแปรอิสระ ควรที่จะมีส่วนช่วยในเพิ่มอำนาจในการอธิบาย (explanatory power) ของสมการถดถอยอย่างมีนัยสำคัญ

ประการที่สอง ก็คือตัวแปร Y ไม่ควรช่วยในการทำนายตัวแปร X เหตุผลก็คือว่าถ้าตัวแปร X ช่วยทำนายตัวแปร Y และตัวแปร Y ช่วยทำนายตัวแปร X ก็มีความน่าจะเป็นที่จะมีตัวแปรอื่นที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้งสอง เพราะฉะนั้นจะทำการทดสอบสมการถดถอยสองสมการดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} \gamma_i X_{t-i} + u_i \quad (3.13)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i Y_{t-1} + u_i \quad (3.14)$$

สมการ (3.13) เรียกว่า การถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด (unrestricted regression) ส่วนสมการ (3.14) เรียกว่า การถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด (restricted regression)

โดยที่ RSS_r = ส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (residual sum of squares) จากสมการการถดถอยที่ใส่ข้อจำกัด

RSS_{ur} = ส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (residual sum of squares) จากสมการการถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด

โดยที่สถิติทดสอบจะเป็นสถิติ F (F statistic) ดังนี้

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

เพราะฉะนั้น สมมุติฐานว่าง ในเชิงสถิติสามารถเขียนได้ดังนี้

H_0: $\gamma_1 = \gamma_2 = ... = \gamma_p = 0$ (ตัวแปร X ไม่ได้เป็นต้นเหตุของตัวแปร Y)

H_1: H_0 ไม่เป็นจริง (ตัวแปร X เป็นต้นเหตุของตัวแปร Y)

ถ้าเราปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) ก็หมายความว่าตัวแปร X เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y

ในทำนองเดียวกันถ้าเราต้องการทดสอบสมมติฐานว่าตัวแปร Y ไม่ได้เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร X จะต้องทำกระบวนการทดสอบเช่นเดียวกับวิธีข้างต้นเพียงแต่สลับเปลี่ยนแบบจำลองข้างต้นจากตัวแปร X มาเป็นตัวแปร Y และจากตัวแปร Y มาเป็นตัวแปร X ดังนี้

$$X_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i Y_{t-i} + u_t \quad (3.15)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^{p} \theta_i X_{t-i} + u_t \quad (3.16)$$

เรียกสมการ (3.15) ว่า การถดถอยที่ไม่ใส่ข้อจำกัด และสมการ (3.16) ว่า การถดถอยที่ใส่ข้อจำกัดและใช้สถิติทดสอบอย่างเดียวกันคือ สถิติ F

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรดสังเกตว่าจำนวนของค่า lags ซึ่งคือ p ในสมการเหล่านี้ เป็นตัวเลขที่กำหนดขึ้นเอง โดยทั่วไปแล้วควรทดสอบค่าของ p ที่กำหนดมา โดยให้ตั้งข้อสังเกตว่า จุดอ่อนของการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลนี้ก็คือ ตัวแปรที่สาม (Z) โดยความเป็นจริงแล้วอาจจะเป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y แต่อาจจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปร X วิธีแก้ปัญหานี้ คือ ทำการถดถอยโดยที่ค่า lags ของ Z ปรากฏอยู่ทางขวามือด้วย (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved