บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหมุนเวียนของเงินในประเทศไทย ทั้งอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบและอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้าง การศึกษาในบทนี้เป็นการนำเสนอระเบียบและวิธีการศึกษา ซึ่งจะนำเสนอ 3 ประเด็น ดังนี้

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวที่ใช้ในการศึกษา จะมีรายละเอียดดังนี้

(1) อัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบ (V1) หาได้จาก ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ หารด้วยปริมาณเงินตามความหมายแคบ (Nominal GDP/M1)

(2) อัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้าง (V2) หาได้จาก ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ หารด้วยปริมาณเงินตามความหมายกว้าง (Nominal GDP/M2)

(3) รายได้เฉลี่ยต่อหัว (RY) หาได้จาก Per capita real GDP ซึ่งก็คือ Real GDP หารด้วยจำนวนประชากร (Real GDP/N)

(4) นวัตกรรมทางการเงิน (FI, FI1) ในส่วนของแบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบ จะใช้สัดส่วนของปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกต่อเงินสดที่อยู่ในมือประชาชน (Demand Deposit/Currency : FI) เป็นตัวแทนตัวแปรนวัตกรรมทางการเงิน (Bordo and Jonung, 1981)

ในส่วนของแบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้าง จะใช้สัดส่วนของปริมาณเงินเผื่อเรียกและเงินฝากออมทรัพย์ต่อเงินสดที่อยู่ในมือประชาชน (Demand Deposit and Saving Deposit /Currency : FI1) เป็นตัวแทนตัวแปรนวัตกรรมทางการเงิน (Aghevli, 1980)

(5) จำนวนรวมสาขาของธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงิน (NB) หาได้จาก จำนวนสาขาธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงินภายในประเทศ และสาขาของธนาคารพาณิชย์ต่างประเทศในประเทศไทย

(6) สิ่งที่ใช้แทนเงิน (NEAR) หาได้จาก จำนวนบัตรเครดิต บัตรเดบิตและบัตรเอทีเอ็ม ที่ออกโดยธนาคารพาณิชย์ภายในประเทศ และสาขาของธนาคารพาณิชย์ต่างประเทศในประเทศไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(7) อัตราเงินเฟ้อ (INF) หาได้จาก ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI) ชุดทั่วไป โดยคำนวณเทียบกับไตรมาสก่อนหน้า $\left(\frac{CPI_t - CPI_{t-1}}{CPI_{t-1}}\right)\times 100$

(8) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ (SD) จะใช้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์

(9) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 1 ปี (TD) จะใช้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 1 ปี หรือ 12 เดือนของธนาคารพาณิชย์

(10) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) จะใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี (Minimum Loan Rate : MLR) ของธนาคารพาณิชย์

(11) อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล (B) จะใช้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุไถ่ถอน 3 ปี

(12) อัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทมหาชน (B) จะใช้อัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทมหาชนที่มีอายุไถ่ถอน 3 ปี

(13) จำนวนเครื่องรูดบัตรเครดิตและบัตรเดบิต (EDC) จะใช้จำนวนเครื่องรูดบัตรที่ออกโดยธนาคารพาณิชย์ภายในประเทศ

3.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้จะประกอบไปด้วย แบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบ และแบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้าง ซึ่งได้มาจากการทบทวนงานศึกษา งานวิจัยและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 และแบบจำลองถูกกำหนดให้เป็น ฟังก์ชัน Double – Log เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของแต่ละตัวแปรในแบบจำลองได้

1) แบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบ

$$V1_t = f(RY_t, FI_t, NB_t, NEAR_t, INF_t, SD_t, TD_t, MLR_t, B_t, BS_t, EDC_t)$$

$$\begin{aligned}\ln(V1_t) = {} & \alpha_0 + \alpha_1 \ln(RY_t) + \alpha_2 \ln(FI_t) + \alpha_3 \ln(NB_t) + \alpha_4 \ln(NEAR_t) + \alpha_5 \ln(INF_t) \\ & + \alpha_6 \ln(SD_t) + \alpha_7 \ln(TD_t) + \alpha_8 \ln(MLR_t) + \alpha_9 \ln(B_t) + \alpha_{10} \ln(BS_t) \\ & + \alpha_{11} \ln(EDC_t) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3.1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) แบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้าง

$$V2_t = f(RY_t, FI_t, NB_t, NEAR_t, INF_t, SD_t, TD_t, MLR_t, B_t, BS_t, EDC_t)$$

$$\begin{aligned}\ln(V2_t) = {} & \beta_0 + \beta_1 \ln(RY_t) + \beta_2 \ln(FI_t) + \beta_3 \ln(NB_t) + \beta_4 \ln(NEAR_t) + \beta_5 \ln(INF_t) \\ & + \beta_6 \ln(SD_t) + \beta_7 \ln(TD_t) + \beta_8 \ln(MLR_t) + \beta_9 \ln(B_t) + \beta_{10} \ln(BS_t) \\ & + \beta_{11} \ln(EDC_t) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3.2)$$

3) สมมติฐานของแบบจำลอง

(1) รายได้เฉลี่ยต่อหัว (RY) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนเวียนของเงินกับรายได้เฉลี่ยต่อหัวจะขึ้นอยู่กับค่าความยืดหยุ่นของความต้องการถือเงินต่อรายได้

จากสมมติฐาน“Luxury good effect” (Friedman, 1969) กล่าวคือ ถ้าค่าความยืดหยุ่นของความต้องการถือเงินต่อรายได้มีค่ามากกว่า 1 จะพบว่า เมื่อรายได้เพิ่มขึ้นแล้วจะทำให้ความต้องการถือเงินเพิ่มขึ้นในอัตราที่มากกว่าการเพิ่มขึ้นของรายได้ ซึ่งจะมีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินลดลงดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับรายได้เฉลี่ยต่อหัวในทิศทางตรงข้าม

$$\frac{\partial V1}{\partial RY} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial RY} < 0$$

จากสมมติฐาน “Economy of scale” (Gurley and shaw, 1971) กล่าวคือ ถ้าค่าความยืดหยุ่นของความต้องการถือเงินต่อรายได้มีค่าน้อยกว่า 1 จะพบว่า เมื่อรายได้เพิ่มขึ้นแล้วจะทำให้ความต้องการถือเงินเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของรายได้ ซึ่งจะมีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้นดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับรายได้เฉลี่ยต่อหัวในทิศทางเดียวกัน

$$\frac{\partial V1}{\partial RY} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial RY} > 0$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) นวัตกรรมทางการเงิน (FI, FI1) แบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบ จะใช้สัดส่วนของปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกต่อเงินสดที่อยู่ในมือประชาชน (Demand Deposit/Currency : FI) เป็นตัวแทนของนวัตกรรมทางการเงิน กล่าวคือ นวัตกรรมทางการเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบในทิศทางเดียวกัน เพราะว่าการที่มีปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกหรือเงินฝากกระแสรายวันเพิ่มขึ้นก็หมายความว่า คนจะมีการถือเงินสดน้อยลงหรือมีการใช้จ่ายโดยใช้เงินสดน้อยลง แต่จะมีการใช้จ่ายโดยการใช้เงินฝากกระแสรายวัน

หรือว่าเช็คแทนการใช้เงินสดมากขึ้น ทำให้การใช้จ่ายทำได้ง่ายขึ้นมีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินเพิ่มสูงขึ้น (Bordo and Jonung, 1981)

ในขณะที่แบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้างจะใช้สัดส่วนของปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกและเงินฝากออมทรัพย์ต่อเงินสดที่อยู่ในมือประชาชน (Demand Deposit and Saving Deposit/Currency : FI1) กล่าวคือ นวัตกรรมทางการเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้างในทิศทางเดียวกัน เพราะว่าการที่ปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกและเงินฝากออมทรัพย์เพิ่มสูงขึ้น ก็จะเป็นการส่งเสริมทำให้คนมีการใช้จ่ายเงินโดยใช้ เช็ค บัตรเครดิต บัตรเดบิต บัตรเงินสดและบัตรกดเงินสดแทนการใช้เงินสด เป็นต้น ทำให้การใช้จ่ายมีความสะดวกส่งผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น (Aghevli,1980)

$$\frac{\partial V1}{\partial FI} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial FI1} > 0$$

(3) จำนวนรวมสาขาของธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงิน (NB) อัตราการหมุนเวียนของเงินอาจจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนรวม สาขาของธนาคารพาณิชย์ และสถาบันรับฝากเงินในทิศทางเดียวกัน เพราะ การมีระบบธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงินซึ่งรับฝากเงินประเภทเงินฝากเผื่อเรียก เงินฝากกระแสรายวัน (เช็ค) ซึ่งเป็นเงินฝากที่ธนาคารจะต้องจ่ายเงินคืนให้กับผู้ฝากเมื่อผู้ฝากทวงถาม เพื่ออำนวยความสะดวกในการชำระหนี้ของหน่วยธุรกิจหรือ การใช้จ่ายของประชาชน ซึ่งเงินประเภทนี้สามารถที่จะเบิกถอนหรือโอนได้โดยไม่จำกัดจำนวนเงิน ดังนั้นถ้าจำนวน สาขาของธนาคารพาณิชย์ และสถาบันรับฝากเงินมีจำนวนมากขึ้นจะทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น

$$\frac{\partial V1}{\partial NB} > 0 \quad , \frac{\partial V2}{\partial NB} > 0$$

ในขณะเดียวกันอัตราการหมุนเวียนของเงินอาจ มีความสัมพันธ์กับจำนวนรวม สาขาของธนาคารพาณิชย์ และสถาบันรับฝากเงินในทิศทางตรงกันข้าม เพราะการที่ธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงินต่างๆ ซึ่งรับฝากเงินฝากออมทรัพย์ เงินฝากประจำ ซึ่งเงินฝากประเภทนี้ไม่สามารถที่จะเบิกถอนได้เต็มจำนวนหรือถอนไม่ได้ถ้าไม่ครบตามระยะเวลาที่กำหนด เพราะถ้าเกิดมีการถอนเงินผู้ฝากเงินก็จะไม่ได้รับผลตอบแทนจากอัตราดอกเบี้ย จึงเหมือนกับเป็นการลดปริมาณเงินหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจลง ดังนั้นถ้าจำนวน สาขาของธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงินมีจำนวนมากขึ้นก็จะทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินลดลง

$$\frac{\partial V1}{\partial NB} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial NB} < 0$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) สิ่งที่ใช้แทนเงิน (NEAR) สิ่งที่ใช้แทนเงินหรือสิ่งที่คล้ายเงินในที่นี้ คือ การใช้ บัตรเครดิต บัตรเดบิตและบัตรกดเงินสด (บัตร ATM) ถ้าประชาชนมีพฤติกรรมในการใช้สิ่งที่ใช้แทนเงินหรือสิ่งที่คล้ายเงินในการจับจ่ายใช้สอยแทนการใช้เงินสดมากขึ้นก็จะทำให้คนไม่จำเป็นต้องถือเงินสดไว้ในมือเป็นจำนวนมากในการซื้อสินค้าและบริการ จึงทำให้มีความสะดวกและมีความคล่องตัวในการใช้จ่าย มีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น ดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่ใช้แทนเงินในทิศทางเดียวกัน

$$\frac{\partial V1}{\partial NEAR} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial NEAR} > 0$$

(5) อัตราเงินเฟ้อ (INF) เมื่อเกิดภาวะเงินเฟ้อหรือมีการคาดการณ์ว่าระดับราคาสินค้าจะสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ค่าของเงินลดลงหรืออำนาจซื้อของเงินลดลง ทำให้คนจะไม่เก็บเงินไว้กับตัวแต่จะรีบใช้เงินซื้อสินค้าโดยเร็วก่อนที่ราคาจะสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น ดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราเงินเฟ้อในทิศทางเดียวกัน

$$\frac{\partial V1}{\partial INF} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial INF} > 0$$

(6) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์ (SD) เงินฝากออมทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์เป็นเงินฝากที่จัดไว้ให้กับหน่วยเศรษฐกิจหรือประชาชนที่มีเงินออมในแต่ละช่วงไม่มากนักเพื่อสะสมอำนาจซื้อไว้ใช้จ่ายในอนาคต ซึ่งอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ถือได้ว่าเป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสของประชาชนในการถือเงินไว้ในมือ ถ้าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์อยู่ในระดับสูง (โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่) จะทำให้ค่าเสียโอกาสในการถือเงินของประชาชนสูงขึ้น ดังนั้นประชาชนจะถือเงินไว้ในมือน้อยลง และเลือกที่จะนำเงินไปฝากธนาคารพาณิชย์เพื่อที่จะได้รับผลตอบแทนในรูปของดอกเบี้ย มีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินในระบบเศรษฐกิจลดลง ในทางตรงกันข้าม ถ้าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์อยู่ในระดับต่ำ ประชาชนจะมองข้ามสถาบันรับฝากเงินหรือธนาคารพาณิชย์โดยไม่สนใจที่จะฝากเงิน แต่จะนำเงินไปลงทุนหรือเลือกที่จะลงทุนในสินทรัพย์ที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ เพราะฉะนั้น อัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์ในทิศทางตรงกันข้าม

$$\frac{\partial V1}{\partial SD} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial SD} < 0$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(7) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 1 ปีของธนาคารพาณิชย์ (TD) เงินฝากประจำของธนาคารพาณิชย์เป็นเงินฝากที่ธนาคารพาณิชย์ใช้ระดมเงินออมจากประชาชนและนำเงินฝากที่ได้ไปแสวงหาผลตอบแทน ซึ่งอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำของธนาคารพาณิชย์เป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสของประชาชนในการถือเงินไว้ในมือ ถ้าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำอยู่ในระดับที่สูง (โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่) ก็จะเป็นสิ่งจูงใจที่ทำให้ประชาชนเลือกที่จะนำเงินไปฝากธนาคารพาณิชย์เพื่อได้รับผลตอบแทนในรูปของอัตราดอกเบี้ยแทนที่จะถือเงินไว้ในมือเฉยๆ มีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินลดลง ในทางตรงกันข้าม ถ้าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำอยู่ในระดับต่ำประชาชนจะมองข้ามสถาบันรับฝากเงินหรือธนาคารพาณิชย์โดยไม่สนใจที่จะฝากเงิน แต่จะนำเงินไปลงทุนหรือเลือกที่จะลงทุนในสินทรัพย์ที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ เพราะฉะนั้น อัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำของธนาคารพาณิชย์ในทิศทางตรงกันข้าม

$$\frac{\partial V1}{\partial TD} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial TD} < 0$$

(8) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี (MLR) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้หมายถึง อัตราดอกเบี้ยที่เสนอให้แก่ผู้ที่ต้องการกู้เงินหรือผู้ที่ต้องการนำเงินไปลงทุน เมื่อมีการขยายตัวของสินเชื่อ ซึ่งการกู้ยืมเงินทำได้ง่ายก็จะทำให้คนมีการกู้ยืมเงินเพื่อที่จะนำเงินไปลงทุนมากขึ้น มีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีการเข้มงวดในการปล่อยสินเชื่อหรือการกู้ยืมเงินทำได้โดยยาก ดังนั้นคนก็จะเลือกที่จะไม่กู้ยืมเงินมาลงทุน การลงทุนจึงไม่เกิดขึ้นมีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินลดลง ดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ในทิศทางตรงกันข้าม

$$\frac{\partial V1}{MLR} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{MLR} < 0$$

(9) อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลอายุ 3 ปี (B) พันธบัตรรัฐบาลคือ ตราสารที่รัฐบาลโดยกระทรวงการคลังเป็นผู้ออกเพื่อระดมทุนจากประชาชนซึ่งสัญญาว่าจะจ่ายดอกเบี้ยพร้อมเงินต้นให้แก่ผู้ถือเมื่อครบกำหนดหรือจ่ายดอกเบี้ยเป็นงวดๆ แล้วแต่จะตกลงกันรัฐบาลจะออกพันธบัตรรัฐบาลเพื่อกู้ยืมเงินจากประชาชน ผู้ซื้อพันธบัตรจะมีฐานะเป็นเจ้าหนี้รัฐบาล พันธบัตรรัฐบาลเป็นสินทรัพย์ที่ก่อให้เกิดกระแสของรายได้ในรูปตัวเงิน และเป็นสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงต่ำที่สุดในบรรดาสินทรัพย์ชนิดอื่นๆ ถ้าอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลอยู่ในระดับสูงจะทำให้ประชาชนเลือกที่จะลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลมากขึ้น ส่งผลทำให้รัฐบาลได้รับเงินเป็นจำนวนมากในการระดมเงิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออมจากประชาชน ทำให้สามารถนำเงินที่ได้ไปใช้เป็นงบประมาณในการใช้จ่ายเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจต่อไป และจะมีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้นในที่สุด ดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลในทิศทางเดียวกัน

$$\frac{\partial V1}{\partial B} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial B} > 0$$

(10) อัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทเอกชนอายุ 3 ปี (BS) หุ้นกู้เป็นหลักทรัพย์ชนิดหนึ่งที่ออกโดยบริษัทมหาชน เพื่อขอกู้ยืมเงินจากประชาชนเพื่อนำเงินมาใช้ในการดำเนินกิจการ ผู้ถือหุ้นกู้หรือผู้ลงทุนในหุ้นกู้ก็คือเจ้าหนี้ของบริษัท จะได้รับผลตอบแทนในรูปดอกเบี้ย ถ้าอัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทเอกชนอยู่ในระดับสูง ประชาชนก็จะเลือกลงทุนในหุ้นกู้มากขึ้น ทำบริษัทมีเงินทุนหมุนเวียนในการดำเนินกิจการมากขึ้น สามารถนำเงินไปขยายกิจการหรือขยายการผลิตต่อไปได้ ก็จะมีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น ดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทเอกชนในทิศทางเดียวกัน

$$\frac{\partial V1}{\partial BS} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial BS} > 0$$

(11) จำนวนเครื่องรูดบัตรเครดิตและบัตรเดบิต (EDC) ถ้าร้านค้ามีบริการรับชำระค่าสินค้าและบริการด้วยบัตรเครดิตและบัตรเดบิตผ่านระบบออนไลน์ (Electronic Data Capture - EDC) หรือมีเครื่องรูดบัตรอัตโนมัติที่ใช้รับชำระค่าสินค้าและบริการด้วยบัตรเครดิตและบัตรเดบิต จะเป็นการเพิ่มโอกาสในการจำหน่ายสินค้ามากขึ้นเพราะผู้ถือบัตรจะมีการตัดสินใจซื้อได้ง่ายกว่าการชำระด้วยเงินสด มีผลทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินสูงขึ้น ดังนั้นอัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนเครื่องรูดบัตรเครดิตและบัตรเดบิตในทิศทางเดียวกัน

$$\frac{\partial V1}{\partial EDC} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial EDC} > 0$$

เพื่อที่จะทำให้เป็นการง่ายต่อการพิจารณาสมมติฐานของแบบจำลอง ดังนั้นจะแสดงการตั้งสมมติฐานโดยทำให้อยู่ในรูปของตาราง ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.1 สมมติฐานของแบบจำลอง

ตัวแปร	สมมติฐาน
รายได้เฉลี่ยต่อหัว (RY)	$\frac{\partial V1}{\partial RY} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial RY} < 0$
	$\frac{\partial V1}{\partial RY} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial RY} > 0$
นวัตกรรมทางการเงิน (FI)	$\frac{\partial V1}{\partial FI} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial FI1} > 0$
จำนวนรวมสาขาของธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงิน (NB)	$\frac{\partial V1}{\partial NB} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial NB} < 0$
	$\frac{\partial V1}{\partial NB} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial NB} > 0$
สิ่งที่ใช้แทนเงิน (NEAR)	$\frac{\partial V1}{\partial NEAR} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial NEAR} > 0$
อัตราเงินเฟ้อ (INF)	$\frac{\partial V1}{\partial INF} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial INF} > 0$
อัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์ (SD)	$\frac{\partial V1}{\partial SD} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial SD} < 0$
อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 1 ปีของธนาคารพาณิชย์ (TD)	$\frac{\partial V1}{\partial TD} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial TD} < 0$
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี (MLR)	$\frac{\partial V1}{MLR} < 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{MLR} < 0$
อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลอายุ 3 ปี (B)	$\frac{\partial V1}{\partial B} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial B} > 0$
อัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทเอกชนอายุ 3 ปี (BS)	$\frac{\partial V1}{\partial BS} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial BS} > 0$
จำนวนเครื่องรูดบัตรเครดิตและบัตรเดบิต (EDC)	$\frac{\partial V1}{\partial EDC} > 0 \quad , \quad \frac{\partial V2}{\partial EDC} > 0$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากในการศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่ออัตราการหมุนเวียนของเงินในครั้งนี้ ได้มีการใช้ข้อมูลทางเศรษฐกิจที่เป็นข้อมูล อนุกรมเวลา (Time series data) ซึ่งตัวแปรเหล่านั้นมักจะมีลักษณะ Non-stationary กล่าวคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความแปรปรวน (Variances) จะมีค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของสมการมีความสัมพันธ์ไม่แท้จริง (spurious regression) สังเกตได้จากค่าสถิติบางอย่างอาทิ ค่า t-Statistic จะไม่เป็นการแจกแจงที่เป็นมาตรฐาน และค่า R^2 ที่สูง ในขณะที่ค่า Durbin-Watson Statistic (DW) อยู่ในระดับต่ำแหน่งแสดงให้เห็นถึง High Level of Autocorrelated Residuals จึงเป็นการยากที่จะยอมรับได้ในทางเศรษฐศาสตร์ (Ender, 1995 และ Johnston and DiNardo, 1997)

สมมติให้ตัวแปร Y_t มีลักษณะ stationary ตัวแปร Y_t จะมีคุณสมบัติดังนี้

Mean : $E(Y_t) = \mu$

Variance : $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$

Covariance : $E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$

สมมติให้ตัวแปร Y_t มีลักษณะ nonstationary ตัวแปร Y_t จะมีคุณสมบัติดังนี้

Mean : $E(Y_t) = t\mu$

Variance : $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = t\sigma^2$

Covariance : $E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = t\gamma_k$

วิธีการจัดการกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Non-stationary ที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย คือ วิธี Cointegration และ/หรือ Error Correction Model (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538) เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegrating Relationship) วิธีดังกล่าวมีขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบความเป็น Stationary ของตัวแปรที่นำมาทำการศึกษาโดยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) และ Phillips-Perron Unit Root Test (PP)

(2) นำตัวแปรที่ทำการทดสอบโดยวิธี ADF และ PP แล้ว มาพิจารณาดุลยภาพในระยะยาว ตามแนวทางของ Johansen Methodology

- พิจารณาความล่าของตัวแปร (Lag Length) โดยวิธี Likelihood Ratio (LR Test) Multivariate generalization Akaike Information Creterion (AIC) และ Schwartz Bayesian Criterion (SBC)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- เลือกรูปแบบของแบบจำลองที่เหมาะสม

- คำนวณหาจำนวน Cointegrating Vectors โดยวิธี Maximal Eigenvalue Statistic (λ_{Max}) และวิธี Eigenvalue Trace Statistic (λ_{Trace})

(3) เมื่อพบว่าแบบจำลองมีความสัมพันธ์ในระยะยาวแล้ว ใช้วิธีการของ Error Correction Model มาคำนวณหาลักษณะการปรับตัวในระยะสั้น

เนื่องจากตัวแปรที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ จะประกอบไปด้วย ตัวแปรอัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายแคบ (V1) อัตราการหมุนเวียนของเงินตามความหมายกว้าง (V2) รายได้เฉลี่ยต่อหัว (RY) นวัตกรรมทางการเงิน (FI, FI1) จำนวนรวมสาขาของธนาคารพาณิชย์และสถาบันรับฝากเงิน (NB) สิ่งที่ใช้แทนเงิน (NEAR) อัตราเงินเฟ้อ (INF) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ (SD) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ (TD) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล (B) อัตราดอกเบี้ยหุ้นกู้ของบริษัทมหาชน (BS) และจำนวนเครื่องรูดบัตรเครดิตและบัตรเดบิต (EDC) ซึ่งก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run equilibrium relationship) ระหว่างอัตราการหมุนเวียนของเงินกับตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ จะต้องทำการทดสอบปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงหลายตัวแปร (Multicollinearity) กล่าวคือ จะต้องทำการทดสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันเองในระดับสูงหรือไม่ ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระเหล่านี้สามารถวัดได้จากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 โดยถ้าหากตัวแปรอิสระมีค่าสหสัมพันธ์กันสูงมาก (มีค่าสหสัมพันธ์เกิน 0.80) ก็จะทำให้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยขาดความแม่นยำและไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจะต้องทำการทดสอบว่าตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง โดยใช้วิธี Simple Correlation Coefficients

จากที่ได้กล่าวถึงขั้นตอนของวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวและลักษณะการปรับตัวในระยะสั้นของข้อมูลโดยสังเขป ต่อไปนี้จะเป็นการนำเสนอขั้นตอนของวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด ซึ่งมีลำดับดังต่อไปนี้

1) Unit Root Test

การทดสอบ Unit Root ถือเป็นขั้นแรกในการศึกษาภายใต้วิธี Cointegration and Error Correction Model ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบตัวแปรต่างๆ ที่จะใช้ในแบบจำลอง เพื่อพิจารณาความเป็น Stationary [I(0) : Intergrated of Order 0] หรือ Non-stationary [I(d) : Intergrated of Order d ; d > 0] การศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาจะนิยมการทดสอบ Unit root ที่เสนอโดย David Dickey และ Wayne Fuller (Pindyck and Rubinfeld, 1998) ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อ Dickey-Fuller Test สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) Dickey-Fuller test (DF) โดยทำการทดสอบตัวแปรที่เคลื่อนไหวไปตามช่วงเวลามีลักษณะเป็น Autoregressive Model โดยสามารถเขียนในรูปของสมการได้ออกเป็น 3 รูปแบบคือ

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.3}$$

$$Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.4}$$

$$Y_t = \alpha + \beta t + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.5}$$

โดยที่ Y_t คือตัวแปรที่เราทำการศึกษา α, ρ คือค่าคงที่ t คือ Time Trend และ ε_t คือตัวแปรสุ่ม (Random Variables) ที่มีการแจกแจงแบบปกติที่เหมือนกันและเป็นอิสระต่อกัน (Independent and Identical Distribution) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนคงที่

สมการแรกจะเป็นสมการที่แสดงถึง กรณีรูปแบบของตัวแปรที่ไม่มีค่าคงที่ ในขณะที่สมการที่สองจะเป็นรูปแบบของสมการที่ปรากฏค่าคงที่ และสมการสุดท้ายจะแสดงถึงรูปแบบของสมการที่มีทั้งค่าคงที่และ time trend

ตัวแปร Y_t อาจจะมีการเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป (Positive Trend) เห็นได้จากกรณีที่สอง และอาจมีลักษณะที่เรียกว่า random walk with drift ถ้า $\alpha > 0, \beta > 0, \rho = 1$ ดังเช่นสมการที่ 3.5 ในการทดสอบว่า Y_t มีลักษณะเป็น Stationary Process (Y_t เป็น $I(0)$) หรือไม่ ทำการทดสอบโดยการแปลงสมการทั้งสามรูปแบบให้อยู่ในรูปของ First Differencing (ΔY_t) ได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.6}$$

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.7}$$

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.8}$$

โดยที่ $\gamma = (\rho - 1)$

(2) Augmented Dickey-Fuller test (ADF) เป็นการทดสอบ Unit Root อีกวิธีหนึ่งที่พัฒนามาจาก DF Test เนื่องจากวิธี DF ไม่สามารถทำการทดสอบตัวแปรในกรณีที่เป็น Serial Correlation ในค่า Error Term (ε_t) ที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันเองในระดับสูง (High-Order Autoregressive Moving Average Processes) ซึ่งจะมีการเพิ่มพจน์ที่เรียกว่า Lagged Change ($\sum_{i=1}^{P} \phi \Delta Y_{t-i}$) เข้าไปในสมการทางด้านขวามือ จะได้ว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} \phi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.9)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} \phi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} \phi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

พจน์ที่เราใส่เข้าไปนั้น คือ จำนวน Lagged Term (p) จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละงานวิจัย (Pindyck and Rubinfeld, 1998) หรือสามารถใส่ส่วนล่าช้าไปใน Error Term จนกระทั่งไม่เกิดปัญหา Autocorrelation (พิเชษฐ์ พรหมผุย, 2540)

ในการทดสอบสมมติฐานทั้งวิธี Dickey-Fuller test และ Augmented Dickey-Fuller test เป็นการทดสอบว่าตัวแปรที่เราสนใจ (Y_t) นั้นมี Unit root หรือไม่ ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานในการทดสอบได้ดังนี้

$H_0 : \gamma = 0$ (Y_t มี Unit root)

$H_1 : |\gamma| < 1$ (Y_t ไม่มี Unit root)

การทดสอบสมมติฐานนั้นทำได้โดยการเปรียบเทียบค่า t-statistic ที่คำนวณได้กับค่าที่ในตาราง Dickey-Fuller ซึ่งค่า t-statistic ที่จะนำมาทำการทดสอบสมมติฐานในแต่ละรูปแบบนั้นจะต้องนำไปเปรียบเทียบกับตาราง Dickey-Fuller ที่ต่างกัน กล่าวคือใช้ค่า τ ในรูปแบบของสมการที่ (3.8) และ (3.11) ใช้ค่า τ_μ ในรูปแบบของสมการที่ (3.6) และ (3.9) และใช้ค่า τ_τ ในรูปแบบของสมการที่ (3.7) และ (3.10) ถ้าสามารถปฏิเสธสมมติฐานได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบเป็น Intergrated of Order 0 แทนได้ด้วย $Y_t \sim I(0)$ ถ้าต้องการทดสอบกรณีที่ γ ร่วมกับ drift term หรือร่วมกับ time trend หรือกรณีที่ต้องการทดสอบ γ ร่วมกับ drift term และ time trend coefficient สามารถทดสอบได้โดยใช้ค่า F-Statistic ซึ่งเป็น joint hypothesis (Φ_1, Φ_2, Φ_3) เป็นสถิติทดสอบทำการเปรียบเทียบกับค่า Dickey-Fuller (Ender, 1995) ซึ่งในการทดสอบสมการที่ (3.6) และ (3.9) ทดสอบภายใต้สมมติฐานที่ว่า $\gamma = \alpha = 0$ จะใช้ Φ_1 statistic ในขณะที่สมการ (3.7) และ (3.10) จะทดสอบภายใต้สมมติฐานที่ว่า $\beta = \gamma = \alpha = 0$ จะใช้ Φ_2 statistic สำหรับการทดสอบภายใต้สมมติฐาน $\beta = \gamma = 0$ จะใช้ Φ_3 statistic ในการทดสอบ ซึ่งค่าสถิติดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Phi_i = \frac{(N-k)(SSR_R - SSR_{UR})}{r(SSR_{UR})}$$

โดยที่ SSR_R = The sum of square of residuals from the restricted model

SSR_{UR} = The sum of square of residuals from the unrestricted model

k = Number of parameters estimated in the unrestricted model

r = Number of restrictions

กรณีที่ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า Y_t มี Unit root นั้น เราจะต้องนำค่า ΔY_t มาทำ Differencing ไปเรื่อยๆ จนสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า Y_t เป็น Non-stationary process ได้ เพื่อทราบ Order of Integration (d) ว่าอยู่ในระดับใด [Y_t เป็น I(d) ; d > 0] ถ้าหากพบว่าข้อมูลดังกล่าวเป็น Non-stationary process และมีอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (Intergrated of Order) ที่มากกว่า 0 [Y_t เป็น I(d) ; d > 0] จะทำการทดสอบตามรูปแบบสมการดังต่อไปนี้ (วิโชติ ตั้งศักดาพร, 2540)

$$\Delta^{d+1} Y_t = \alpha + \beta t + \gamma \Delta^d Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} \phi \Delta^{d+1} Y_{t-i} + \varepsilon_t \qquad (3.12)$$

ภายหลังจากทราบว่า d (Intergrated of Order) แล้ว เราจะต้องทำการ Differencing ตัวแปร (เท่ากับ d+1 ครั้ง) ตามกระบวนการของ Box-Jenkin's Method (1970) ก่อนที่จะนำตัวแปรดังกล่าวมาทำการ Run Regression เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา Spurious Regression แม้ว่าวิธีนี้จะได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่การกระทำดังกล่าวจะทำให้แบบจำลองที่ได้จากการประมาณขาดข้อมูลในส่วนของการปรับตัวของตัวแปรต่างๆ เพื่อเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2535)

(3) Phillips-Perron Unit Root Tests เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองอัตราการหมุนเวียนของเงิน เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาทางการเงินรายไตรมาส ซึ่งข้อมูลอยู่ในระยะเวลาช่วงการเกิดวิกฤตเศรษฐกิจทางการเงินในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540 จากข้อมูลดังกล่าว อาจจะทำให้เกิดปัญหา Structure Break ซึ่งปัญหานี้จะนำไปสู่การพยากรณ์ที่ผิดพลาดและแบบจำลองที่ได้จะไม่มีความน่าเชื่อถือ

Phillips-Perron Unit Root Test (PP) เป็นวิธีการทดสอบความนิ่งของข้อมูลที่ใช้ได้ดีในกรณีที่ข้อมูลเกิด Structure Break ซึ่ง Phillips and Perron (1988) ได้พัฒนาวิธีการทดสอบ Unit Root แบบใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากวิธี ADF และวิธีนี้ก็ยังได้รับความนิยมในการใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางด้านการเงิน ซึ่งวิธีการทดสอบ Unit Root ด้วยวิธี PP จะแตกต่างกับวิธี ADF ตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ว่าวิธี ADF นั้นจะทำการทดสอบโดยการใช้โครงสร้างของวิธี ARMA ใส่เข้าไว้ในตัว Error Term ในสมการเพื่อแก้ไขปัญหาพจน์คลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (Serial Correlation) และวิธี PP จะไม่ให้ความสนใจกับปัญหา Serial Correlation ในสมการ ซึ่งวิธีการทดสอบด้วยวิธี PP แสดงได้ดังนี้

$$\Delta y_t = \beta' D_t + \pi y_{t-1} + u_t \tag{3.13}$$

โดยที่ u_t เป็น $I(0)$ และอาจจะเกิดปัญหาความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ (Heteroskedasticity) ซึ่งวิธีการทดสอบ PP จะทำการแก้ปัญหา Serial correlation และ ปัญหา Heteroskedasticity ในตัว Error term (u_t) โดยทำการปรับเปลี่ยนสถิติทดสอบ $t_{\pi=0}$ และ $T\hat{\pi}$ ซึ่งแสดงได้โดย Z_t และ Z_π ดังนี้

$$z_t = \left(\frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\lambda}^2}\right)^{1/2} . \; t_{\pi=0} - \frac{1}{2}\left(\frac{\hat{\lambda}^2 - \hat{\sigma}^2}{\hat{\lambda}^2}\right).\left(\frac{T.SE(\hat{\pi})}{\hat{\sigma}^2}\right) \tag{3.14}$$

$$z_\pi = T\hat{\pi} - \frac{1}{2}\frac{T^2.SE(\hat{\pi})}{\hat{\sigma}^2}(\hat{\lambda}^2 - \hat{\sigma}^2) \tag{3.15}$$

เทอมของ $\hat{\sigma}^2$ และ $\hat{\lambda}^2$ เป็นการประมาณค่าของค่าความแปรปรวน (Variance)

$$\sigma^2 = \lim_{T\to\infty} T^{-1}\sum_{t=1}^{T} E\left[u_t{}^2\right] \tag{3.16}$$

$$\lambda^2 = \lim_{T\to\infty} \sum_{t=1}^{T} E\left[T^{-1}S_T{}^2\right] \tag{3.17}$$

โดยที่ $S_T = \sum_{t=1}^{T} u_t$ ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน (residual) $\hat{u}_t$ เป็นการประมาณค่าของ σ^2 และการประมาณค่าความแปรปรวนระยะยาว Newey-West ของ u_t จะใช้ $\hat{u}_t$ เป็นตัวประมาณค่าของ λ^2

ภายใต้สมมติฐานหลักที่ว่า $\pi = 0$ ของวิธี PP สถิติ Z_t และ Z_π จะมีการกระจายแบบ Asymptotic เหมือนกับค่าสถิติ t ของวิธี ADF แต่จุดเด่นของวิธี PP ที่เหนือกว่า วิธี ADF ก็คือ วิธี PP จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับปัญหา Heteroskedasicity ในตัว Error term (u_t) อีกทั้ง วิธี PP จะมีการคำนวณจำนวน Lag ที่เหมาะสมออกมาเลย โดยเราไม่ต้องกำหนดจำนวน Lag

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เองอีกด้วย ซึ่งวิธี PP test จะมีความเหมาะสมในการทดสอบความนิ่งของข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลเกิดปัญหา Structure Break

2) Cointegration and Error Correction Model

Cointegration เป็นขั้นตอนของการทดสอบตัวแปรต่างๆ ที่นำมาใช้ว่ามีความสัมพันธ์ในระยะยาวตามที่ระบุไว้ในทฤษฎีหรือไม่ โดยวิธีการทดสอบที่นิยมใช้จะมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีของ Johansen และ Juselius (1990) และวิธี Two-step Approach ของ Engle-Granger (1987)

การทดสอบดุลยภาพระยะยาวนั้น วิธีของ Johansen – Juselius และวิธีของ Engle-Granger มีแนวการทดสอบที่แตกต่างกันกล่าวคือ ตามกระบวนการของ Engle-Granger จะทำการทดสอบดุลยภาพระยะยาวจากค่า Error Term ว่ามี Stationary หรือไม่ ขณะที่การทดสอบของ Johansen Methodology จะพิจารณาค่า Rank ของ π (ดูจากการประมาณค่าแบบจำลองและหาจำนวน Cointegrating Vectors) แม้ว่าวิธีการของ Engle-Granger จะเป็นที่นิยม แต่ยังมีความไม่เหมาะสมในกรณีที่ตัวแปรมีมากกว่า 2 ตัวแปรขึ้นไป (Gulen, 1996)

วิธีของ Engle-Granger จะทำการระบุว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ทำให้ไม่สามารถแสดง Multiple Cointegrating Vector ได้ กรณีมีรูปแบบความสัมพันธ์มากกว่า 1 รูปแบบ

แม้ว่าวิธีของ Johansen – Juselius จะไม่ระบุว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม แต่เราก็ยังสามารถจะทดสอบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ได้จาก Granger Causality Test

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จะได้เลือกใช้วิธีการของ Johansen and Juselius ซึ่งมีพื้นฐานการวิเคราะห์บนรูปแบบของ Vector autoregressive (VAR model) และเป็นกระบวนการทดสอบ Cointegration ที่มีลักษณะเป็น Multivariate Framework (Wolter, 1998) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบขั้นต้นกับตัวแปรทุกตัวเพื่อหา Order of Integration และความยาวของ lag ที่เหมาะสม

โดยเริ่มต้นจากการทดสอบหาอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (Order of Integration) ของตัวแปรทุกตัว หากมีอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างกัน Johensen จะไม่รวมตัวแปรเหล่านั้นไว้ด้วยกัน

เนื่องจากการทดสอบ Cointegration มีพื้นฐานมาจากแบบจำลอง VAR ทำให้ผลการทดสอบค่อนข้างอ่อนไหวกับจำนวน Lag ที่กำหนด ดังนั้นควรเลือกจำนวน Lag ที่เหมาะสมในแบบจำลองดังกล่าว ซึ่งสามารถทำได้โดยประมาณค่า VAR โดยใช้ข้อมูลที่มิใช่ผลต่าง (Undifferenced data)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และพยายามหาค่าความยาว Lag ที่ยาวที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ หลังจากนั้นทดสอบดูว่าความยาวของ Lag ที่เลือกนั้นเหมาะสมหรือไม่ โดยพิจารณาจาก Likelihood ratio test (LR)

$$LR = (T - c)(\log|\Sigma_r| - \log|\Sigma_u|) \tag{3.18}$$

โดยที่ T คือ จำนวนค่าสังเกต

c คือ จำนวนค่าพารามิเตอร์ในระบบที่ไม่มีข้อจำกัด

$|\Sigma_U|$ คือ Determinant ของเมตริกซ์ค่าความแปรผันของค่าความคลาดเคลื่อน

$|\Sigma_r|$ คือ Determinant ของเมตริกซ์ค่าความแปรผันของระบบข้อจำกัด

การทดสอบ LR นี้จะเริ่มจากการสร้างแบบจำลอง 2 แบบจำลอง ได้แก่ Unrestricted Model (u) กำหนดให้จำนวน Lag เริ่มต้นเท่ากับจำนวน Lag ที่ยาวที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และ Restricted Model (r) ที่จำกัดจำนวน Lag ให้น้อยกว่าแบบจำลองแรก 1 Lag โดยตั้งสมมติฐานหลัก (H_0) ว่าแบบจำลอง Restricted Model ไม่แตกต่างไปจากแบบจำลอง Unrestricted Model นั่นคือ จำนวน Lag ที่เหมาะสม คือ จำนวน Lag ใน Restricted Model

ทั้งนี้การเลือกความยาว Lag ที่เหมาะสมนั้นก็เพื่อทำให้แบบจำลองมีลักษณะ parsimonious model หรือมีตัวแปร Lag เท่าที่จำเป็นเท่านั้น อย่างไรก็ตาม LR-test เป็นการทดสอบที่อิงกับ Asymptotic theory หรือใช้ได้ดีกรณีที่มีจำนวนตัวอย่างขนาดใหญ่ แต่อาจไม่เหมาะสมกับการทดสอบในกรณีที่มีจำนวนตัวอย่างขนาดเล็ก ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้เลือกความยาว Lag ที่เหมาะสมในกรณีดังกล่าวคือ Multivariate generalization Akaike Information Creterion (AIC) และ Schwartz Bayesian Criterion (SBC)

$$AIC = T\log|\Sigma| + 2N \tag{3.19}$$

$$SBC = T\log|\Sigma| + N\log(T) \tag{3.20}$$

โดยที่ T = จำนวนค่าสังเกต

N = จำนวนค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดในทุกสมการ

$|\Sigma|$ = Determinantของเมตริกซ์ค่าความแปรผันของค่าความคลาดเคลื่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตาม แม้จะเลือกความยาวของ Lag ที่เหมาะสมได้แล้วแต่ก็จะต้องพิจารณาอีกครั้งว่าความยาว Lag ที่เลือกมาได้กำจัด serial correlation ของตัวแปรทุกตัวออกไปแล้ว การทดสอบ Residual test โดยทดสอบจาก Correlogram, Cross-correlogram และค่า LB-stat ซึ่งจะเทียบกับค่า

χ^2 ที่มี degree of freedom เท่ากับ $k^2(h-p)$ โดยที่ k = จำนวน Endogeneous variable ในสมการ p = จำนวน Lag order, h = จำนวน Lag ในสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าตั้งแต่ Lag 1 ถึง Lag h ไม่มี Serial Correlation เกิดขึ้น

ถ้าค่า Chi-square $(\chi)^2$ ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า (น้อยกว่า) ค่าวิกฤติแล้ว แสดงว่า (ไม่) สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ หรือสามารถทำการทดสอบโดยใช้ F-test ในแต่ละสมการก็จะได้ผลการทดสอบเช่นเดียวกันกับการทดสอบโดยใช้ χ^2 หากพบว่าสามารถใช้ Lagged term ได้หลายจำนวน ควรเลือกใช้เทอมที่ยาวที่สุด แต่ควรคำนึงถึง degree of freedom ด้วย เพราะหากใช้จำนวน Lagged term มากเกินไป จะทำให้สูญเสีย degree of freedom (Enders, 1995) ส่งผลกระทบถึงค่าวิกฤติมีผลทำให้การยอมหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เกิดความคลาดเคลื่อนได้

อย่างไรก็ตาม ความยาวของ Lag สามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เนื่องจากการเพิ่มหรือลดความยาว Lag อาจจะมีผลกระทบต่อเครื่องหมายของตัวแปรต่างๆ (เปลี่ยนจากเครื่องหมายบวกเป็นเครื่องหมายลบ หรือเปลี่ยนจากเครื่องหมายลบเป็นเครื่องหมายบวก) ซึ่งจะส่งผลต่อการอธิบายตามหลักการทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าแบบจำลองและหาจำนวนของ Cointegrating Vector

หลังจากทำการทดสอบเบื้องต้นและหาจำนวน Lag ที่เหมาะสมได้แล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบว่าแบบจำลองควรมีรูปแบบใด ซึ่งมีรูปทั้งหมดห้ารูปแบบ ได้แก่

<u>รูปแบบที่ 1</u> VAR Model ไม่ปรากฏทั้งค่าคงที่และแนวโน้มเวลา

จาก $$X_t = A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + ... + A_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.21)$$

หรือเท่ากับ $$X_i = \sum_{i=1}^{P} A_i X_{t-i} - i + \varepsilon_t \quad (3.22)$$

นำ X_{t-1} ลบในสมการ (3.21) ทั้ง 2 ข้าง จะได้

$$\Delta X_t = (A_1 - I)X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + A_3 X_{t-3} + ... + A_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.23)$$

นำ $(A_1 - I)X_{t-2}$ ทั้งบวกและลบเข้าไปทางด้านขวาของสมการ (3.23) จะได้

$$\Delta X_t = (A_1 - I)\Delta X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + A_3 X_{t-3} + ... + A_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.24)$$

ทำแบบเดียวกันไปเรื่อยๆ จะได้สมการดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + \pi X_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (3.25)$$

โดยที่ค่า π และ π_i คือ

$$\pi = \sum_{i=1}^{P} A_i - I$$

$$\pi_i = \sum_{j=i+1}^{P} A_j$$

โดยที่ X_t = $n \times 1$ vectors ของตัวแปร $(x_{1t}, x_{2t}, ..., x_{nt})'$

A_t = $n \times n$ matrix ของพารามิเตอร์

I = เมตริกซ์เอกลักษณ์ที่มีมิติ $n \times n$

ε_t = $n \times 1$ vectors ของ white noise โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

$E(\varepsilon_t) = 0$ สำหรับทุกค่าของ t

$$E(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = \begin{cases} \Omega & s = t \\ 0 & s \neq t \end{cases}$$

โดยที่ Ω = เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมซึ่งได้ถูกสมมติให้มีลักษณะเป็นบวกแน่นอน (Positive Definite) สำหรับ ε_t นั้นจะมีลักษณะ Serially Uncorrelated แต่อาจจะเป็น Contemporaneously Correlated ได้

<u>รูปแบบที่ 2</u> VAR Model ไม่มีแนวโน้มเวลา แต่จำกัดค่าคงที่ใน Cointegrating Vector

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-1} + \pi^* X^*_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (3.26)$$

โดยที่ $\pi^* = \begin{bmatrix} \pi_{21} & \pi_{22} & \dots & \pi_{2n} & a_{02} \\ M & & & & M \\ \pi_{n1} & \pi_{n2} & \dots & \pi_{nn} & a_{0n} \end{bmatrix}$

$$X^*_{t-p} = (X_{1t-1}, X_{2t-1}, K, X_{nt-1}, 1)'$$

<u>รูปแบบที่ 3</u> VAR Model มีเฉพาะค่าคงที่

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^{P} A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \qquad (3.27)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น $$\Delta X_t = A_0 + \pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.28)$$

โดยที่ $A_0 = n \times 1$ vectors ของค่าคงที่ $(a_{01}, a_{02}, ..., a_{0n})'$

<u>รูปแบบที่ 4</u> VAR Model มีค่าคงที่และจำกัดแนวโน้มเวลาใน Cointegrating Vector

$$\Delta X_t = A_0 + \pi^{**} X^{**}{}_{t-1} + \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.29)$$

$$\pi^* = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & K & \pi_{1n} & t_{01} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & K & \pi_{2n} & t_{02} \\ M & & & & M \\ \pi_{n1} & \pi_{n2} & K & \pi_{nm} & t_{0n} \end{bmatrix}$$

โดยที่ $X^{**}{}_{t-1} = (X_{1t-1}, X_{2t-1}, K, X_{mt-1}, T)'$

T = เป็นค่าคงที่ มีค่าเป็น 1, 2, 3,…, n

<u>รูปแบบที่ 5</u> VAR Model ประกอบไปด้วยค่าคงที่และแนวโน้มเวลา

$$\Delta X_t = A_0 + A_1 T + \pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.30)$$

โดยที่ $A_t = n \times 1$ vectors สัมประสิทธิ์แนวโน้มเวลา $(t_{01}, t_{02}, ..., t_{0n})'$

จากนั้นทำการคำนวณหาค่า Characteristic Roots ของ π Matrix (λ_{ij}) ของแบบจำลองทั้ง 5 รูปแบบ สามารถหาได้จาก $|\pi - \lambda I| = 0$ (Johnston and Dinardo, 1997) หรือ เขียนได้ดังนี้

$$\left| \lambda S_{PP} - S_{P0} S_{00}{}^{-1} S_{0P} \right| = 0 \quad (3.31)$$

ขณะที่ $S_{00}, S_{0P}, S_{P0}, S_{PP}$ คือ The product moment metrics of the residuals (Harris, 1995) โดยที่

$$S_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T} R_{it} R_{jt}^{'}}{T} \quad ; \quad \forall_{i,j} = 0, P \quad (3.32)$$

R_{ot} คือ residuals จากการประมาณสมการ $\Delta X_t = \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + R_{ot}$

R_{pt} คือ residuals จากการประมาณสมการ $\Delta X_{t-1} = \sum_{i=1}^{P-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + R_{pt}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วทำการทดสอบว่าแบบจำลองควรจะมีรูปแบบใด โดยกรณีของการทดสอบว่าแบบจำลองจะมี Drift Term หรือมีค่าคงที่ใน Cointegrating Vector นั้นทำการทดสอบ โดยตั้งสมมติฐานหลัก (H_0) ว่าแบบจำลองมีค่าคงที่ใน Cointegrating Vector แล้วพิจารณาผลจากค่าสถิติ

$$-T\sum_{i=r+1}^{n}\left[\ln(1-\lambda_i^*)-(1-\lambda_i)\right] \tag{3.33}$$

โดยที่ T = Number of observations

n = Number of variables

r = Rank of π

λ_i^* = Characteristic roots of restricted model (model with intercept term in the cointegrating vector)

λ_i = Characteristic roots of unrestricted model (model with drift term)

ใช้การแจกแจงแบบ χ^2 โดยมี degree of freedom เท่ากับ n-r หากค่าสถิติที่คำนวณได้มากกว่าค่าในตาราง χ^2 แสดงว่า รูปแบบของแบบจำลองจะไม่มีค่าคงที่ใน Cointegrating Vector แต่จะปรากฏอยู่ในรูปแบบของ Drift Term

เมื่อทราบรูปแบบของแบบจำลองที่จะใช้แล้วให้คำนวณหาจำนวน Cointegrating Vector ซึ่งมีค่าเท่ากับ Rank (r) ของ π Matrix โดยใช้ Likelihood Ratio Test ประกอบด้วย Eigenvalue Trace Statistic (λ_{trace}) และ Maximal Eigenvalue Statistic $(\lambda_{\max})$ ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\lambda_{trace}(r) = -T\sum_{i=r+1}^{n}\ln(1-\hat{\lambda}_i) \tag{3.34}$$

$$\lambda_{\max}(r, r+1) = -T\ln(1-\hat{\lambda}_{r+1}) \tag{3.35}$$

โดยที่ T = The number of usable observations

r = Rank of π

n = Number of variables

$\hat{\lambda}_i$ = The estimated value of characteristic roots (eigenvalue) obtained from the estimated π matrix

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยวิธี Trace Statistic จะเริ่มทำการทดสอบสมมติฐานหลัก (H_0) โดยเปรียบเทียบค่าสถิติ λ_{trace} ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤตในตาราง Distribution ถ้าค่า λ_{trace} ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) โดยเริ่มจาก $H_0 : r = 0$ และ $H_1 : r > 0$ ถ้าปฏิเสธ H_0 ก็ทำการเพิ่มค่า r ในสมมติฐานครั้งละ 1 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งยอมรับ H_0 ลักษณะการตั้งสมมติฐานแสดงได้ดังตาราง 3.2 ในส่วนของวิธี Max statistic นั้น จะทำการทดสอบสมมติฐานหลัก (H_0) โดยเริ่มจาก $H_0 : r = 0$ และ $H_1 : r = 1$ ถ้าปฏิเสธ H_0 ก็แสดงว่า $r = 1$ และทำการทดสอบต่อไปโดยให้ $H_0 : r = 1$ และ $H_1 : r = 2$ ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบว่า ยอมรับ H_0 ได้

ตาราง 3.2 การทดสอบสมมติฐานการหาจำนวน Cointegrating Vectors

Eigenvalue Trace Statistic Hypothesis Testing		และ Maximal Eigenvalue Statistic Hypothesis Testing	
H_0	H_1	H_0	H_1
$r = 0$	$r > 0$	$r = 0$	$r = 1$
$r \le 1$	$r > 1$	$r = 1$	$r = 2$
$r \le 2$	$r > 2$	$r = 2$	$r = 3$
$r \le 3$	$r > 3$	$r = 3$	$r = 4$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

ที่มา : Walter Enders (1995)

ซึ่งค่า r ที่ได้ ก็คือจำนวน Cointegrating Vectors โดยพิจารณาได้ 3 กรณี (Johansen and juselius, 1990) ได้แก่

กรณีที่ได้ full rank อันดับที่ n (r = n) แสดงว่าตัวแปรทุกตัวใน X_t เป็น Stationary หรือ $I(0)$

กรณีที่ได้ zero rank (r = 0) แสดงว่าตัวแปรทุกตัวใน X_t มี Unit root หรือ $I(1)$ ซึ่งต้องปรับข้อมูลโดยการทำ differencing ก่อน

ในกรณีที่มี rank เท่ากับ r (o < r < n) แสดงว่ามี cointegrating vector เท่ากับ r สำหรับตัวแปรใน X_t

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 3 ทำการ Normalized Cointegrating Vectors และ Speed of Adjustment Coefficient

ทำการ Normalized Cointegrating Vectors และ Speed of Adjustment Coefficient เพื่อปรับ β และ α ให้สอดคล้องกับรูปแบบสมการที่ต้องการ โดยที่

$$\pi = \alpha\beta' \tag{3.36}$$

โดยที่ β = The (n x r) matrix of cointegrating parameters

α = The (n x r) matrix of Speed of Adjustment parameters in ΔX_t

ทดสอบความถูกต้องของสมการว่าควรจะมีค่าคงที่ และเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์ตรงตามทฤษฎีหรือไม่โดยใช้ Chi-square (χ^2) และมี degree of freedom เท่ากับจำนวนข้อจำกัดในการทดสอบ ทั้งนี้ควรเริ่มทำการทดสอบจากค่าคงที่ก่อน แล้วจึงทำการทดสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอื่นๆ จนครบทุกตัว โดย Cointegrating Vectors จะมีคุณสมบัติในการปรับค่าข้อมูลที่เป็น Non-stationary process ให้เป็น stationary process ได้เมื่ออยู่ในรูปของ Linear combination $\beta' X_t \sim I(0)$; $X_t \sim I(1)$ แต่ในกรณีทั่วไปถ้า $X_t \sim I(d)$ และ X_t เป็น cointegrated of order d และ b หรือ $X_t \sim CI(d,b)$ จะมี Linear combination ของตัวแปรที่ทำให้ $\beta' X_t \sim I(d-b)$ โดยที่ $d \geq b > 0$ และ β คือ Cointegrating Vectors

ทำการ Normalized โดยสมมติว่า มีความยาวของ lag เท่ากับ 1 และ rank เท่ากับ 1 จะได้รูปแบบดังนี้

$$\Delta X_{1t} = \pi_{11} X_{1t-1} + \pi_{12} X_{2t-1} + ... + \pi_{1n} X_{nt-1} + \varepsilon_{1t} \tag{3.37}$$

ทำการ Normalized โดยคำนึงถึง X_{1t-1} จะได้ว่า

$\alpha_1 = \pi_{11}$ และ $\beta_{ij} = \dfrac{\pi_{ij}}{\pi_{11}}$

$$\Delta X_{1t} = \alpha_1 (X_{1t-1} + \beta_{12} X_{2t-1} + ... + \beta_{1n} X_{nt-1}) + \varepsilon_{1t} \tag{3.38}$$

ฉะนั้น

$X_{1t-1} + \beta_{12} X_{2t-1} + ... + \beta_{1n} X_{nt-1} = 0$ คือ long-run relationship

$\beta = (1 \beta_{12} ... \beta_{1n})$ คือ Cointegrating vector

α_1 คือ speed of adjustment coefficient

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 4 การปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้น (Error Correction Model : ECM)

แนวคิดเกี่ยวกับ Cointegration และ Error Correction Model เป็นแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันตามหลักของ Granger Representation Theorem ทฤษฎีนี้กล่าวว่า ถ้าพบว่าตัวแปรในแบบจำลองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวแล้ว จะสามารถสร้างแบบจำลองการปรับตัวที่เรียกว่า Error Correction Model เพื่ออธิบายขบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ ข้อน่าสังเกตคือ ตามทฤษฎีนี้รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นจะคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการปรับตัวของตัวแปรต่างๆ ในระยะยาวเข้าไปด้วย (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538)

ถ้า y_t และ x_t Cointegrating หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (long-run equilibrium relationship) แต่ในระยะสั้นอาจจะมีการออกนอกดุลยภาพ (disequilibrium) ได้ เพราะฉะนั้นเราสามารถจะให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อน (error term) และสามารถที่จะนำพจน์ค่าความคลาดเคลื่อนนี้ไปผูกพฤติกรรมระยะสั้นกับระยะยาวได้ (Gujarati, 1995)

ลักษณะสำคัญของตัวแปรร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegrated variables) คือ วิถีเวลา (Time path) ของตัวแปรเหล่านี้จะได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนจากดุลยภาพระยะยาว (long-run equilibrium) และถ้าระบบจะกลับไปสู่ดุลยภาพระยะยาว การเคลื่อนไหวของตัวแปรอย่างน้อยบางตัวจะต้องตอบสนองต่อขนาดของการออกนอกดุลยภาพใน Error Correction Model

สมมติตัวแปรในแบบจำลอง $y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + e_t$ มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (long-run equilibrium relationship) นั่นคือ ทั้ง (y_t) และ (z_t) ต่างก็เป็น $I(1)$ ถ้าตัวแปรสองตัว Cointegrated กัน ส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (residuals) จากการถดถอยดุลยภาพ (equilibrium regression) สามารถที่จะนำไปใช้ในการประมาณ Error Correction Model ได้ดังนี้ (Enders, 1995)

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \alpha_y (y_{t-1} - \beta_1 z_{t-1}) + \sum_{i=1} \alpha_{11}(i) \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{12}(i) \Delta z_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (3.39)$$

$$\Delta z_t = \alpha_2 + \alpha_z (y_{t-1} - \beta_1 z_{t-1}) + \sum_{i=1} \alpha_{21}(i) \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{22}(i) \Delta z_{t-i} + \varepsilon_{zt} \quad (3.40)$$

โดยที่

β_1 = Parameter of the cointegrating vector

$\varepsilon_{yt}, \varepsilon_{zt}$ = Whites-noise disturbances

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_y, \alpha_i, \alpha_{11}(i), \alpha_{12}(i), \alpha_{21}(i), \alpha_{22}(i)$ = Paramiters

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Engle and Granger ได้เสนอวิธีการที่จะกำจัดข้อจำกัดของ Cross-equation ที่เกี่ยวข้องในการประมาณโดยตรง (direct estimation) ของสมการ (3.39) และ (3.40) ค่าของส่วนที่เหลือ (residuals) จากการถดถอย $\hat{e}_{t-1}$ จะประมาณส่วนเบี่ยงเบนจากดุลยภาพในระยะยาว (long-run equilibrium) ในช่วงเวลา t-1 ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะใช้ $\hat{e}_{t-1}$ ที่ได้จากการถดถอยสมการ $y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + e_t$ แทนค่า $(y_{t-1} - \beta_1 z_{t-1})$ ในสมการ (3.39) และ (3.40) ดังนั้น การใช้ส่วนที่เหลือ (Saved residuals) ที่ได้จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ดุลยภาพในระยะยาว จะสามารถประมาณ Error Correction Model ได้ดังนี้

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \alpha_y \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1} \alpha_{11}(i)\Delta y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{12}(i)\Delta z_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (3.41)$$

$$\Delta z_t = \alpha_2 + \alpha_z \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1} \alpha_{21}(i)\Delta y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{22}(i)\Delta z_{t-i} + \varepsilon_{zt} \quad (3.42)$$

โดยที่

α_y, α_z = speed of adjustment coefficient

$\hat{e}_{t-1}$ = error correction term

$\varepsilon_{yt}, \varepsilon_{zt}$ = Whites-noise disturbances

เนื่องจากทุกพจน์ในสมการ (3.41) และ (3.42) มีลักษณะนิ่ง (Stationary) ทั้ง Δy_t, Δy_{t-1}, Δz_t, Δz_{t-1} และ $\hat{e}_{t-1}$ ต่างก็เป็น $I(0)$ ดังนั้น สถิติทดสอบที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ VAR สามารถที่จะนำมาใช้สำหรับสมการ (3.41) และ (3.42) ได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น ความยาว lag สามารถจะกำหนดได้โดย χ^2 test และข้อจำกัดที่ $\alpha_{jk}(i) = 0$ สามารถตรวจสอบได้โดยใช้ F-test (Enders, 1995)

จากรูปแบบความสัมพันธ์ในสมการ (3.41) และ (3.42) จะเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Δy_t และ Δz_t ต่างขึ้นอยู่กับฟังก์ชัน distributed lags of first differences of y_t and z_t รวมทั้งตัว error correction term ที่ล่าช้าออกไปช่วงเวลา e_{t-1} รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลองของ error correction model ที่แสดงในสมการ (3.41) และ (3.42) แสดงการปรับตัวในระยะสั้น เมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) Impulse Response Function (IRF)

การวิเคราะห์ Impulse Response Function (IRF) เป็นอีกหนึ่งวิธีการ ที่อาศัยแนวคิด Moving Average เพื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของตัวแปรที่เป็นอนุกรมเวลา โดยแบบจำลอง VAR จะอาศัยคุณสมบัติ Stability ของแบบจำลอง ในการเขียนแบบจำลองให้อยู่ในรูปของ Vector Moving Average (VMA) ดังนี้

$$\begin{pmatrix} y_t \\ x_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{y} \\ \bar{x} \end{pmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{pmatrix} \phi_{11}(i) & \phi_{12}(i) \\ \phi_{21}(i) & \phi_{22}(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{yt-i} \\ \varepsilon_{xt-i} \end{pmatrix} \tag{3.43}$$

จากนั้นทำการหาตัวคูณ (Multiplier ($\phi_{11}(i)$)) ของค่าความผิดพลาด (ε_i) ในแบบจำลอง VMA ในแต่ละช่วงเวลา และนำตัวคูณนั้นมา Plot กราฟเทียบกับเวลา จะได้ IRF

หลังจากที่ได้ IRF จะสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งต่ออีกตัวแปรหนึ่งในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งในการศึกษานี้ IRF สามารถบอกทิศทาง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและขนาดของผลกระทบในแต่ละช่วงเวลาได้ โดยตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการหมุนเวียนของเงิน คือ ความหนืดของอัตราการหมุนเวียนของเงิน (Persistence) และตัวแปรเศรษฐกิจอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved