บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ ขณะใดขณะหนึ่ง ปริมาณเงินตราที่หมุนเวียนในมือประชาชนทั้งหมด เรียกว่า ปริมาณเงิน (Money Supply) หรือ อุปทานของเงิน (Supply of Money) ปริมาณเงินนับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของทุกประเทศทั่วโลก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณเงินจะมีผลกระทบต่อตัวแปรอื่นๆ ที่อยู่ในกิจกรรมทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ กล่าวคือ ถ้าหากมีปริมาณเงินเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้ปริมาณเงินในมือประชาชนมากขึ้น เมื่อปริมาณเงินในมือประชาชนมากขึ้นมากจึงทำให้ความต้องการที่จะซื้อสินค้า และบริการมีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้ระดับราคาสินค้าของสินค้า และบริการโดยทั่วไปสูงขึ้น และในทางตรงกันข้าม ถ้าหากมีปริมาณเงินเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจลดน้อยลง ก็จะทำให้ปริมาณเงินในมือประชาชนน้อยลง เมื่อปริมาณเงินในมือประชาชนน้อยลงก็จะทำให้ความต้องการที่จะซื้อสินค้า และบริการมีจำนวนลดลง

การพัฒนาประเทศไทยระบบการเงินเป็นกลไกที่มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงทุกหน่วยเศรษฐกิจเข้าด้วยกันทั้งภาคการผลิตที่แท้จริง ภาคการเงินรวมทั้งภาคต่างประเทศ ทำให้ กระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศดำเนินการไปด้วยดี นอกจากนี้ ระบบการเงินยังเป็นเครื่องมือส่งผ่าน นโยบายการเงินในการดำเนินนโยบายการเงินของรัฐบาลได้อีกด้วย

โดยทั่วไปธนาคารกลางของแต่ละประเทศจะมีระบบการควบคุมปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับฐานะทางการเงิน และสถานการณ์ทางด้านเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ ซึ่งรัฐบาลของแต่ละประเทศจำเป็นที่จะต้องมีการจัดระบบการควบคุมปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจอย่างละเอียด รอบคอบ มิฉะนั้นอาจจะมีผลกระทบโดยตรงต่อตัวแปรสำคัญๆ ทางด้านเศรษฐกิจขึ้นได้

ดังนั้นเพื่อให้แต่ละประเทศสามารถที่จะดำเนินกิจกรรมต่างๆทางด้านเศรษฐกิจไปด้วยความราบรื่นและ อย่างมีระบบแต่ละประเทศจึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณเงินโดยการจัดวางระบบสำหรับการควบคุมปริมาณเงินให้มีความสะดวก และคล่องตัวในทางปฏิบัติมากที่สุด (อ้างถึงใน แสงจันทร์ ศรีประเสริฐ และอภินันท์ จันตะนี, 2543, น. 120-121)

ธนาคารแห่งประเทศไทยมีหน้าที่กำหนดและใช้นโยบายการเงิน เพื่อรักษาเสถียรภาพการเงินของประเทศ โดยรักษาอุปทานของเงินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการถือเงิน เพื่อให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจต่างๆ ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง การดำเนินนโยบายการเงินก็เพื่อควบคุมปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจ ทั้งนี้ เพราะถ้าในขณะใดขณะหนึ่งระบบเศรษฐกิจมีปริมาณเงินที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือ น้อยเกินไปหรือมากเกินไป การดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจก็จะไม่ราบรื่น ตัวอย่างเช่น ถ้าปริมาณเงินที่

หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจมีน้อยเกินไป นั่นคือ ปริมาณเงินลดลงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสินค้าและบริการที่ผลิตขึ้นมาแล้ว ค่าของเงินจะเพิ่มขึ้นและระดับราคาสินค้าลดลงเรื่อย ๆ ภาวะนี้เรียกว่า ภาวะเงินฝืด (Deflation) ถ้าเกิดภาวะเงินฝืดที่รุนแรงก็จะทำให้เศรศฐกิจตกต่ำ ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจมีมากเกินไป นั่นคือ ปริมาณเงินเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสินค้าและบริการที่ผลิตขึ้นมาแล้ว ค่าของเงินก็จะลดลงและราคาสินค้าจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ เรียกภาวะนี้ว่า ภาวะเงินเฟ้อ (Inflation) ถ้าเกิดภาวะเงินเฟ้อที่รุนแรงก็จะทำให้ระบบเศรษฐกิจขาดเสถียรภาพได้เช่นเดียวกัน ดังนั้น ธนาคารแห่งประเทศไทยจะต้องดำเนินนโยบายการเงิน โดยมุ่งหวังให้เกิดผลกระทบต่อปริมาณเงิน เพื่อแก้ไขปัญหาเงินเฟ้อ ซึ่งเครื่องมือในการดำเนินนโยบายการเงินที่ธนาคารแห่งประเทศไทยนำมาใช้ สามารถทำให้ปริมาณเงินเป็นไปในทิศทางที่ต้องการได้

ดังนั้น การศึกษานี้จึงสนใจศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 โดยจะทำการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งเป็นข้อมูลลักษณะอนุกรมเวลา (Time-Series Data) แบบรายเดือน ทั้งหมด 155 ค่ามาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่ทางผู้วิจัยคาดการณ์ว่าจะส่งผลต่อปริมาณเงินของประเทศไทย ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์จากสภาพข้อเท็จจริงปริมาณเงินของระบบเศรษฐกิจไทย เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ไปใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลเบื้องต้นช่วยในการวางแผนนโยบายทางการเงินของประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา :

เพื่อศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา :

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมพ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤษจิกายนพ.ศ. 2564 จำนวน 155 เดือน โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ จำเป็นต้องศึกษาตัวแปรอิสระ เพื่อนำตัวแปรอิสระนั้นมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อปริมาณของประเทศไทย ซึ่งตัวแปรอิสระที่ได้ศึกษามีทั้งหมด 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน (ล้านบาท) 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน (บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ) 3) เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน (ล้านบาท) 4) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน (ร้อยละ) 5) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน (ร้อยละ) 6) รายได้ของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) และ 7) รายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) มีตัวแปรตามคือปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (ล้านบาท) และการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ :

1. เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินและปัจจัยที่ส่งผล ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา และกำหนดดำเนินนโยบายการเงินให้สอดคล้องกับปริมาณเงิน ซึ่งส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศ

2. เพื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางประกอบในการพัฒนา และกำหนดการดำเนินนโยบายการเงินให้สอดคล้องกับปริมาณเงินได้ในอนาคต

1.5 นิยามศัพท์ :

1. ปริมาณเงิน (Money supply) หมายถึง เงินทั้งหลายที่หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจในขณะใดขณะหนึ่ง การวัดปริมาณเงินมีได้หลายระดับ โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ลักษณะโครงสร้างระดับการพัฒนาของระบบการเงินและพฤติกรรมการถือเงินของประชาชน

2. ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) หมายถึง มูลค่าของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตขึ้นภายในประเทศในระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่คำนึงถึงว่า ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการจะเป็นทรัพยากรของพลเมืองในประเทศหรือของชาวต่างประเทศ ในทางตรงกันข้ามทรัพยากรของพลเมืองในประเทศไปทำการผลิตในต่างประเทศไม่นับรวมไว้ในผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ

3. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (Loan Interest Rate : LI) หมายถึง อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่อปีที่สถาบันการเงินเรียกเก็บจากผู้กู้ เพื่อเป็นค่าตอบแทนที่ผู้ให้กู้จะได้รับจากการนำเงินมาให้ผู้กู้ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ รวมถึงเป็นค่าเสียประโยชน์

4. อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก (Deposit Interest Rate : DI) หมายถึง อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่อปีที่สถาบันการเงินจ่ายให้กับผู้ฝากเงิน เพื่อเป็นค่าตอบแทนที่ผู้ฝากนำเงินมาเปิดบัญชีเงินฝากไว้กับสถาบันการเงิน

5. รายได้ของรัฐบาล (Government Reverence : GR) หมายถึง รายได้ของรัฐบาลที่ได้จากภาษีที่รัฐบาลจัดเก็บ กำไรและรายได้จากรัฐวิสาหกิจ ค่าธรรมเนียมและรายได้อื่นๆ

6. รายจ่ายของรัฐบาล (Government Expenditure : GE) หรือรายจ่ายสาธารณะ (Public Expenditure) หมายถึง รายจ่ายที่รัฐบาลได้ใช้จ่ายไปเพื่อการบริหารงานอันเป็นภาระหน้าที่ของรัฐโดยทั่วไปและเพื่อจัดให้มีสินค้าและบริการอันเป็นประโยชน์กับประชาชนในประเทศ

7. เงินสำรองระหว่างประเทศ (Foreign Exchange Reserves : FE) คือสินทรัพย์ต่างประเทศที่ถือครองหรืออยู่ภายใต้การควบคุมโดยธนาคารกลางของแต่ละประเทศ มักจะประกอบไปด้วยเงินตรา

ต่างประเทศต่างๆ นอกจากนี้ยังมีทองคำ พันธบัตรรัฐบาล สิทธิพิเศษถอนเงิน (Special Drawing Rights: SDR) และสินทรัพย์ส่งสมทบกองทุนการเงินระหว่างประเทศอีกด้วย

8. อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ (Exchange Rate : E) หมายถึง ราคาของเงินตราต่างประเทศ 1 หน่วย เมื่อคิดเทียบเป็นเงินตราภายในประเทศ ซึ่งอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศนี้จะถูกกำหนดจากอุปสงค์และอุปทานของเงินตราต่างประเทศ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาการตัวแบบพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ในการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ ในบทนี้ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทาง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

2.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)

2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรหลายตัวแปร โดยประกอบด้วย (มธุวลี พินิจมนตรี, 2544, บทที่ 2)

1. ตัวแปรตาม (Dependent Variable: Y) 1 ตัวเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ซึ่งหมายถึง ตัวแปรสเกลแบบช่วง (Interval scale) หรือ สเกลอัตราส่วน (Ratio scale)

2. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable: X) หรือตัวแปรต้นเหตุ จำนวน k ตัว (k มากกว่าเท่ากับ 2) โดยตัวแปรอิสระทั้ง k ตัวแปรนี้อาจเป็นตัวแปรเชิงปริมาณทั้ง k ตัวแปร หรือมีตัวแปรบางตัวเป็นตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรบางตัวเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มหรือตัวแปรเชิงคุณภาพก็ได้

2.1.1.1 รูปแบบของสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัวแปร ($X_1, X_2, \dots, X_k$) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i1} + \cdots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \qquad \text{.......... (2.1)}$$

โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ เมื่อ n คือ จำนวนค่าที่สังเกต (n observation)

$j = 1, 2, \dots, k$ เมื่อ k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

Y_i คือ ค่าของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ที่ i

X_{ij} คือ ค่าของตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่ j หน่วยที่ i

β_0 คือ พารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย ส่วนตัดแกน Y

β_j คือ พารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระที่ j

โดยที่ β_j เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อตัวแปรอิสระ X_i เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย และถ้า

1) $\beta_j > 0$ แสดงว่า X_i และ Y_i มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้า X_i มีค่าเพิ่มขึ้น Y_i จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้า X_i มีค่าลดลง Y_i จะลดลงตามกันไป

2) $\beta_j < 0$ แสดงว่า X_i และ Y_i มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ถ้า X_i มีค่าเพิ่มขึ้น Y_i จะค่าลดลง แต่ถ้า X_i มีค่าลดลง Y_i จะเพิ่มขึ้นด้วยกัน

ε_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random Error) ที่ i

2.1.1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

จากสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ ซึ่งมีพารามิเตอร์ $k+1$ ตัว คือ $\beta_0,\ \beta_1,\ \beta_2,\ \ldots,\ \beta_k$ การประมาณค่าจะต้องใช้ข้อมูลจากตัวอย่างของตัวแปร $Y,\ X_1,\ X_2, \ldots,\ X_k$ โดยใช้ตัวอย่างขนาด n จากสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i1} + \cdots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \qquad \text{.......... (2.2)}$$

จะประมาณสมการที่ (2.2) ด้วยสมการที่ (2.3)

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \cdots + b_k x_{ik} \qquad \text{.......... (2.3)}$$

ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า Y_i ด้วย $\hat{Y}$ คือ $Y_i - \hat{Y}_i = e_i$

โดยที่ $\hat{Y}_i$ คือ ค่าประมาณของตัวแปรตามที่ i

β_0 คือ ค่าประมาณระยะตัดแกน Y

b_j คือ ค่าประมาณพารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระที่ j

ในการประมาณค่า $\beta_0,\ \beta_1,\ \beta_2,\ \dots,\ \beta_k$ ด้วย $b_0,\ b_1,\ b_2, \dots, b_k$ นั้นจะประมาณโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า Y_i และ $\hat{Y}$ (Residual) มีค่าต่ำสุด นั่นคือ หาค่า $b_0,\ b_1,\ b_2, \dots, b_k$ ที่ทำให้ $\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2$ มีค่าต่ำสุด

2.1.2 การทดสอบสมมติฐานของการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ก. การทดสอบนัยสำคัญของการถอถอย

เป็นการทอสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย β_j ของตัวแปรอิสระทุกตัวพร้อมกัน เพื่อกำหนดหรือตรวจสอบว่าตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ $X_1,\ X_2, \dots,\ X_k$ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือไม่ โดยมีขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานดังนี้

1. **สมมติฐาน**

   $\mathrm{H_0}$: $\beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_k = 0$

   $\mathrm{H_1}$: มีค่า β_j อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับศูนย์ โดยที่ $j = 1, 2, \dots, k$

   หรือ

   $\mathrm{H_0}$: ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

   $\mathrm{H_1}$: ตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

2. **สถิติทดสอบ**

   สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ F-test

$$F_{cal} = \frac{\frac{SSR}{k}}{\frac{SSE}{n-k-1}}$$

3. **อาณาเขตวิกฤต ที่ระดับนัยสำคัญ α**

   อาณาเขตวิกฤต คือ $F_{cal} > F_{(\alpha,k,n-1)}$

   โดยการเปิดตาราง F

$$df = k \text{ และ } (n-k-1)$$

4. คำนวณสถิติทดสอบ

ในการทดสอบจะใช้หลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวนมาทดสอบ โดยพิจารณาว่าการที่ค่าของ Y ไม่คงที่ เกิดจากความแปรปรวน 2 ส่วน คือ

(1) ค่าความแปรปรวนของ Y ที่เกิดจากการที่ X เปลี่ยนไป

(2) ค่าความแปรปรวนของ Y ที่เกิดจากปัจจัย (ตัวแปร) อื่นๆ ที่สัมพันธ์กับ Y หรือเรียกว่าค่าแปรปรวนอย่างสุ่มซึ่งกำหนดให้

SST (Sum Square Total) คือ ค่าความแปรปรวนของ Y

SSR (Sum Square Regression) คือ ค่าความแปรปรวนของ Y เนื่องจากอิทธิพล*ของ* X

SSE (Sum Square Error) คือ ค่าความแปรปรวนของ Y ที่เกิดจากปัจจัย (ตัวแปร) อื่นๆ หรือเรียกว่าค่าแปรปรวนอย่างสุ่ม

โดยที่ $SST = SSR + SSE$

$$SST = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2$$

$$SSR = \sum_{i=1}^{n}\left(\hat{Y}_i - \bar{Y}\right)^2$$

$$SSE = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2$$

ในการวิเคราะห์จะใช้ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) ดังนี้

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of variance	df	Sum of square	MS	F_{cal}	*Sig. F
Regression	k	SSR	SSR/k	MSR/MSE	Sig. F
Residual	$n-k-1$	SSE	SSE/ $(n-k-1)$		
Total	$n-1$	SST			

*Sig. F คือ ค่านัยสำคัญของสถิติทดสอบ F

5. สรุปผลการทดสอบทางสถิติ

- ถ้าผลการทดสอบยอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม
- ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

หมายเหตุ

1. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติ F_{cal} ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตารางที่องศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) k และ $n-k-1$ ณ ระดับนัยสำคัญ α ($F_{cal} > F_{(\alpha,k,n-k-1)}$)
2. พิจารณาจากค่าความจะเป็น P (P-Value) หรือ ค่านัยสำคัญของสถิติทดสอบ F (Sig. F) ถ้า P-Value หรือ Sig. F $\leq \alpha$ จะปฏิเสธ H_0 เช่นกัน

ข. การทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

เป็นการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ β_j ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว ทดสอบครั้งละ 1 ตัวแปรจนครบทุกตัวแปร เพื่อตัดสินใจว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือไม่ ควรจะเพิ่มตัวแปรเข้าไปหรือตัดตัวแปรออกจากรูปแบบสมการถดถอย โดยมีขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

1. สมมติฐาน

$H_0: \beta_j = 0$ สำหรับ $j = 1, 2, \dots, k$

$H_1: \beta_j \neq 0$ สำหรับ $j = 1, 2, \dots, k$

หรือ

H_0 : ตัวแปรอิสระตัวที่ j ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

H_1 : ตัวแปรอิสระตัวที่ j มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

2. สถิติทดสอบ

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ t-test

3. อาณาเขตวิกฤต ที่ระดับนัยสำคัญ α

อาณาเขตวิกฤต คือ $t_{cal} < -t_{\left(\frac{\alpha}{2},\ n-k-1\right)}$ หรือ $t_{cal} < -t_{\left(1-\frac{\alpha}{2},\ n-k-1\right)}$

โดยการเปิดตาราง t ; df $= n-k-1$

4. คำนวณสถิติทดสอบ

$$t_{cal} = \frac{b_j - 0}{S(b_j)} \quad , df = n - k - 1$$

หรือจะใช้สถิติทดสอบ Z ถ้า n มีค่ามาก

โดยที่ $S(b_j)$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณตัวแปรอิสระตัวที่ j

5. สรุปผลการทดสอบทางสถิติ

- ถ้าผลการทดสอบยอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระตัวที่ i ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ดังนั้นตัวแปรนี้ไม่ควรอยู่ในแบบจำลอง
- ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระตัวที่ i มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

หมายเหตุ

1. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติ t_{cal} ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่ได้จากการเปิดตารางที่องศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) $n - k - 1$ ณ ระดับนัยสำคัญ α ($t_{cal} < -t_{\left(\frac{\alpha}{2},\ n-k-1\right)}$ หรือ $t_{cal} < -t_{\left(1-\frac{\alpha}{2},\ n-k-1\right)}$)
2. พิจารณาจากค่าความจะเป็น P (P-Value) หรือ ค่านัยสำคัญของสถิติทดสอบ F (Sig. F) ถ้า P-Value หรือ Sig. F $\leq \alpha$ จะปฏิเสธ H_0 เช่นกัน

2.1.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) หรือ r เป็นค่าแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรสองตัว ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ

$$r = \pm\sqrt{R^2} \qquad \text{.......... (2.4)}$$

โดยที่ R^2 คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ จากสมการ (1.6)

หรือคำนวณได้ดังสมการดังนี้

$$r_{x_j y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_{ij} - \bar{X}_j)(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}} \qquad \text{.......... (2.5)}$$

โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, n$ เมื่อ n คือ จำนวนค่าที่สังเกต

$j = 1, 2, \ldots, k$ เมื่อ k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

Y_i คือ ค่าของตัวแปรตามหน่วยที่ i

X_{ij} คือ ค่าของตัวแปรอิสระที่ j หน่วยที่ i

$\bar{X}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระที่ j หน่วยที่ i

$\bar{Y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม Y

ค่า r มีขอบเขตตั้งแต่ -1 ถึง 1 เครื่องหมายบวกหรือลบเป็นสัญลักษณ์กำกับทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปร นั่นคือ เครื่องหมายบวก แสดงถึงตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแบบตามกัน (ทิศทางเดียวกัน) ส่วนเครื่องหมายลบ แสดงถึงตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแบบผกผัน (ทิศทางตรงข้ามกัน) แต่หาก r เท่ากับ 0 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.5) (พรสิน สุภวาลย์, 2556)

2.1.4 การวัดประสิทธิภาพของรูปแบบสมการถดถอย

การพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอย พิจารณาได้จากค่าสถิติที่ใช้วัดประสิทธิภาพของรูปแบบและการทดสอบสมมติฐาน คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination : R^2) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R^2: $\mathrm{R}^2_{\mathrm{adj}}$) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination : R^2) เป็นค่าสถิติที่ใช้วัดค่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในรูปแบบการถดถอยมีส่วนในการอธิบายความผันแปรรวม $\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2$ มากน้อยเท่าใด รูปแบบที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นรูปแบบที่ให้ค่า R^2 สูงสุด

โดยที่ $0 \leq \mathrm{R}^2 \leq 1$ ซึ่งค่าความสัมพันธ์ $R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$ .... (2.6)

(2) การเพิ่มจำนวนตัวแปรอิสระเข้าในรูปแบบสมการถดถอย จะส่งผลให้ค่า R^2 มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเพราะตัวแปรอิสระที่เพิ่มเข้ามาอาจไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเลยก็ได้ ในกรณีเช่นนี้จะทำให้การวัดความเหมาะสมของรูปแบบโดยใช้ค่า R^2 นั้นอาจจะไม่แม่นยำพอ เพื่อความถูกต้องยิ่งขึ้นควรพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R^2: $\mathrm{R}^2_{\mathrm{adj}}$) ซึ่งเป็นการนำผลบวกกำลังสองของแต่ละค่ามาหารด้วยองศาความเป็นอิสระ ดังนี้

โดยที่ $R^2_{adj} = 1 - \frac{\frac{SSE}{n-k-1}}{\frac{SST}{n-1}} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-k-1}\right)\left(\frac{SSE}{SST}\right)$ .... (2.7)

ค่า R^2_{adj} จะมีค่าน้อยกว่า R^2 เนื่องจากเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในรูปแบบสมการถดถอย ทำให้องศาความอิสระ $n-k-1$ มีค่าลดลง ส่งผลให้พจน์ $\frac{SSE}{n-k-1}$ มีค่าเพิ่มขึ้นแต่พจน์ $\frac{SST}{n-1}$ ยังไม่เปลี่ยนแปลง

2.1.5 วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย

การคัดเลือกตัวแปรอิสระมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ การหัวตัวแปรอิสระที่มีความเหมาะสมที่สุดในการอธิบายตัวแปรตามซึ่งการคัดเลือกตัวแปรอิสระ สามารถทำได้หลายวิธี ในการศึกษานี้ได้ใช้ 2 วิธี คือ

1. วิธีการพิจารณาทุกตัวแบบ (All-possible regression)

การพิจารณาทุกตัวแบบ เป็นเทคนิคที่สร้างตัวแบบโดยสร้างตัวแบบจากตัวแปรอิสระทุกตัวทีละ 1 ตัว จากนั้นเพิ่มเป็น 2 ตัวแปรเพิ่มไปจนครบจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มี แล้วเลือกตัวแบบที่มีค่าของสถิติที่ดีที่สุด หากมีตัวแปรอิสระอยู่ k ตัว จะมีตัวแบบที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมด 2^k ตัวแบบ ซึ่งวิธีจะยุ่งยากและเสียเวลาเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระมาก

การพิจารณาว่าควรเลือกสมการถดถอยใด จะพิจารณาจาก

1. สถิติทดสอบ F
2. สถิติทดสอบ t
3. สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2
4. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r
5. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน S_{yx}

นั่นคือ จากสมการการถดถอยที่ผลการทดสอบทั้งจากสถิติ F และ t ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ($H_0: \beta_j = 0$) จะเลือกสมการถดถอยที่มีค่า R^2 สูงสุด ค่า r มีค่ามาก (เข้าใกล้ 1 และ -1) และ S_{yx} มีค่าน้อย

2. วิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise regression)

เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันทั่วไป เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถหาข้อสรุปของตัวแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีนี้มีหลักการคัดเลือกตัวแปรอิสระคล้ายคลึงกับวิธี Forward selection แต่วิธี Stepwise จะมีการทดสอบในแต่ละครั้งที่นำตัวแปรอิสระตัวถัดไปเข้าสู่ตัวแบบ เพื่อหาข้อสรุปว่าเมื่อนำตัวแปรอิสระตัวถัดไปเข้าสู่ตัวแบบแล้ว ตัวแปรอิสระที่มีอยู่เดิมสมควรอยู่ในตัวแบบหรือไม่

2.1.6 การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอย

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอย รูปแบบนั้นจะต้องมีข้อสมมติเบื้องต้น (Assumption) ที่สำคัญ ดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y เป็น

2) ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ นั่นคือ $E(\varepsilon_i) = 0$

3) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า $V(\varepsilon_i) = \sigma^2$

4) ค่า ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกัน โดยที่ $i \neq j$ นั่นคือ Covariance $(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$

5) ความคลาดเคลื่อน (ε_i)เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงปรกติ (Normal Distribution)

ก. การทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

ทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน โดยแบ่งกลุ่มของค่าความคลาดเคลื่อนที่เรียงลำดับตามค่า X ออกเป็น 2 กลุ่มที่มีขนาดเท่ากันที่มีขนาด n_1 และ n_2 หาค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแต่ละกลุ่ม ให้แทนด้วย S_1^2 และ S_2^2 ตามลำดับ นำค่าความแปรปรวนนั้นมาทำการทดสอบ

H_0: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่
H_1: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

โดยที่ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F_{cal} \geq F_{1-\alpha,\ n_1-1,\ n_2-1}$ นั่นคือ ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่

ข. การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน

การทดสอบนี้จะทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลาปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลา 1 ช่วงก่อนหน้านี้หรือไม่ โดยส่วนใหญ่แล้วหากมีความสัมพันธ์กันมักจะมีอัตตสหสัมพันธ์กัน (Autocorrelation) ในเชิงบวก เช่นด้านการประยุกต์ด้านเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ จะพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson (D-W) โดยสมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้

H_0: ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน (ไม่มีความสัมพันธ์กันทางบวก)

H_1: ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน (มีความสัมพันธ์กันทางบวก)

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$\mathrm{D}-\mathrm{W}=\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_t-e_{t-1})^2}{\sum_{i=1}^{n}e_t^2} \qquad \text{.......... (2.8)}$$

โดยที่ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธ $\mathrm{H_0}$ เมื่อ $\mathrm{D}-\mathrm{W} < d_L$ จะยอมรับ $\mathrm{H_0}$ เมื่อ $\mathrm{D}-\mathrm{W} > d_U$ และจะสรุปการทดสอบไม่ได้เมื่อ $d_L \le \mathrm{D}-\mathrm{W} \le d_U$ ซึ่ง d_L และ d_U เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางสถิติตัวทดสอบสถิติ $\mathrm{D}-\mathrm{W}$

ค. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

สมมติฐานของการทดสอบความคลาดเคลื่อน คือ

$\mathrm{H_0}$: ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

$\mathrm{H_1}$: ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงปรกติ

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov

$$D = Max|F_E(X_i) - F_0(X_i)|\,;\, i = 1, 2, \dots, n \qquad \text{.......... (2.9)}$$

โดยที่ D คือ ความเบี่ยงเบนสูงสุด ()

$\mathrm{F_E(X_I)}$ คือ ความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวัง

$\mathrm{F_0(X_i)}$ คือ ความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้

จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อตัวสถิติทดสอบ D จากการคำนวณมีค่ามากกว่า D ที่เปิดตาราง Kolmogorov-Smirnov ที่ระดับนัยสำคัญ α

ง. การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity)

สามารถดูได้จากค่า VIF (Variance inflation factor) ซึ่งเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลร่วมของตัวแปรอิสระ โดยค่า VIF สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}$$

โดย $\mathrm{VIF_j}$ คือ ค่า Variance inflation factor ของตัวแปรอิสระตัวที่ j โดยที่ $j = 1, 2, \dots, k$

$\mathrm{R_j^2}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจระหว่างตัวแปรอิสระ $\mathrm{X_j}$ กับตัวแปรอิสระอื่น

ถ้าค่า $\mathrm{VIF_j} > 5$ แสดงถึงการเกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

และถ้าค่า $\mathrm{VIF_j} > 10$ แสดงถึงการเกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระอย่างรุนแรง

2.2 วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่จะใช้อนุกรมเวลาในอดีตเพียงอย่างเดียวในการพยากรณ์อนุกรมเวลาในอนาคต วิธีนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากในการวิเคราะห์ เพราะจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับ ARMA และใช้เวลาในการคำนวณมาก (จุฑามาศ ทองกันยา, 2549, บทที่2)

ลักษณะที่สำคัญของการพยากรณ์แบบบอกซ์-เจนกินส์ เป็นดังนี้

1) **การพยากรณ์ระยะสั้น** วิธีพยากรณ์แบบบอกซ์-เจนกินส์นี้ จะใช้พยากรณ์ในระยะสั้น เพราะรูปแบบของการพยากรณ์จะให้ความสำคัญกับอนุกรมเวลาที่อยู่ใกล้เวลาพยากรณ์มากกว่าอนุกรมเวลาที่อยู่ไกลเวลาพยากรณ์ ดังนั้นการพยากรณ์จากข้อมูลระยะยาวอาจทำให้เชื่อถือได้น้อยกว่าการพยากรณ์จากข้อมูลระยะสั้น

2) **ชนิดของอนุกรมเวลา** อนุกรมเวลาที่ใช้พยากรณ์จะเป็นจำนวนจริง และอนุกรมเวลาจะต้องเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เท่ากัน

3) **ขนาดของอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์** ควรจะใช้อนุกรมเวลาอย่างน้อย 50 ตัว และสำหรับอนุกรมเวลาที่เป็นฤดูกาลควรที่จะใช้จำนวนมากๆ

4) **อนุกรมเวลาคงที่ (Stationary Series)** อนุกรมเวลาที่จะใช้ในการพยากรณ์แบบบอกซ์-เจนกินส์ จะต้องเป็นอนุกรมเวลาคงที่ แต่ถ้าเป็นอนุกรมเวลาไม่คงที่ จะต้องหาผลต่าง หรือแปลงอนุกรมเวลาเพื่อเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมเวลาที่คงที่ก่อน

2.2.1 อนุกรมเวลาคงที่ (Stationary Series)

อนุกรมเวลาที่ใช้โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เมื่อจะเลือกรูปแบบพยากรณ์คุณสมบัติหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับอนุกรมเวลาคือ การคงที่ของอนุกรมเวลา

ในทางทฤษฎีการคงที่ของอนุกรมเวลา หมายถึง อนุกรมเวลาอยู่ในสภาวะสมดุลเชิงสถิติ (Statistic Equilibrium) นั่นคือคุณสมบัติทางสถิติของอนุกรมเวลาไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยให้

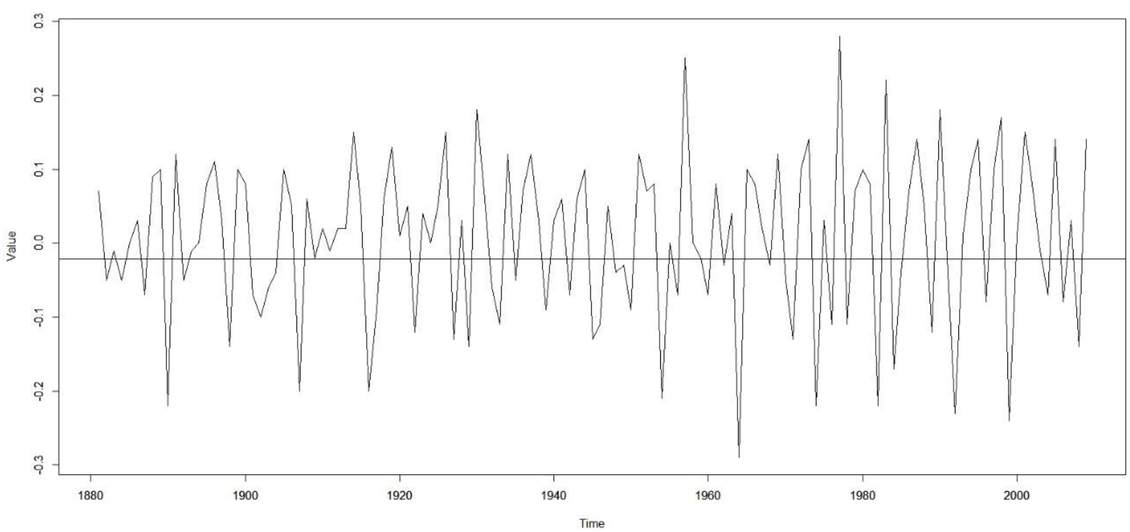
$X_t,\ X_{t+1}, \dots, X_{t+k}$ เป็นอนุกรมเวลา $t, t+1, \dots, t+k$ และ

$X_{t+k+1},\ X_{t+k+2}, \dots, X_{t+k+m}$ เป็นอนุกรมเวลา $t+k+1, t+k+2, \dots, t+k+m$

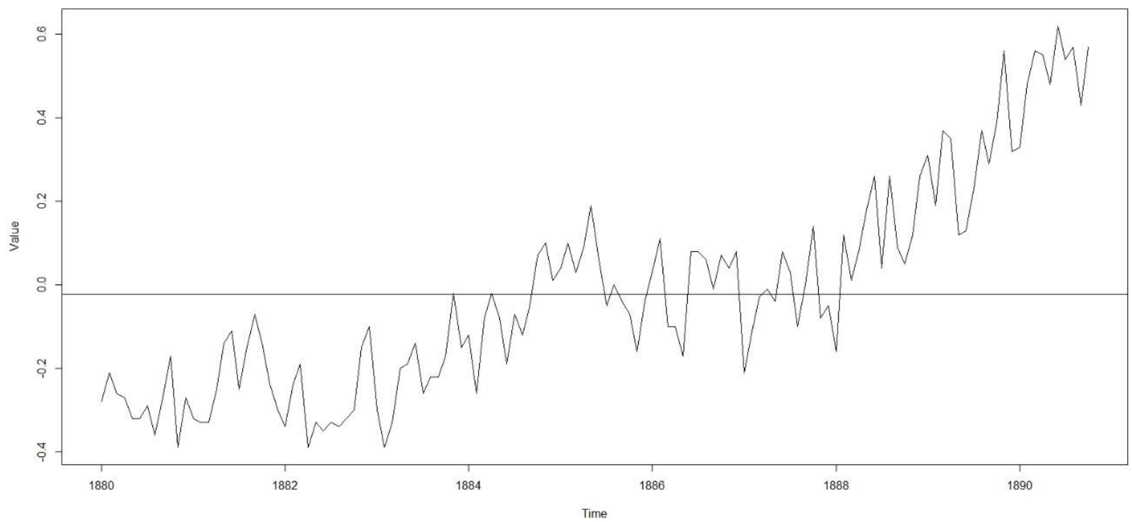
อนุกรมเวลา X จะเรียกอนุกรมเวลาคงที่แบบเข้ม (Strong or Strict stationary) เมื่อการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $X_t,\ X_{t+1},\dots,X_{t+k}$ เท่ากับ การแจกแจงความน่าจะเป็นร่วม $X_{t+k+1},\ X_{t+k+2},\dots,X_{t+k+m}$ แทนด้วย

$$P(X_t,\ X_{t+1},\dots,X_{t+k}) = P(X_{t+k+1},\ X_{t+k+2},\dots,X_{t+k+m})$$

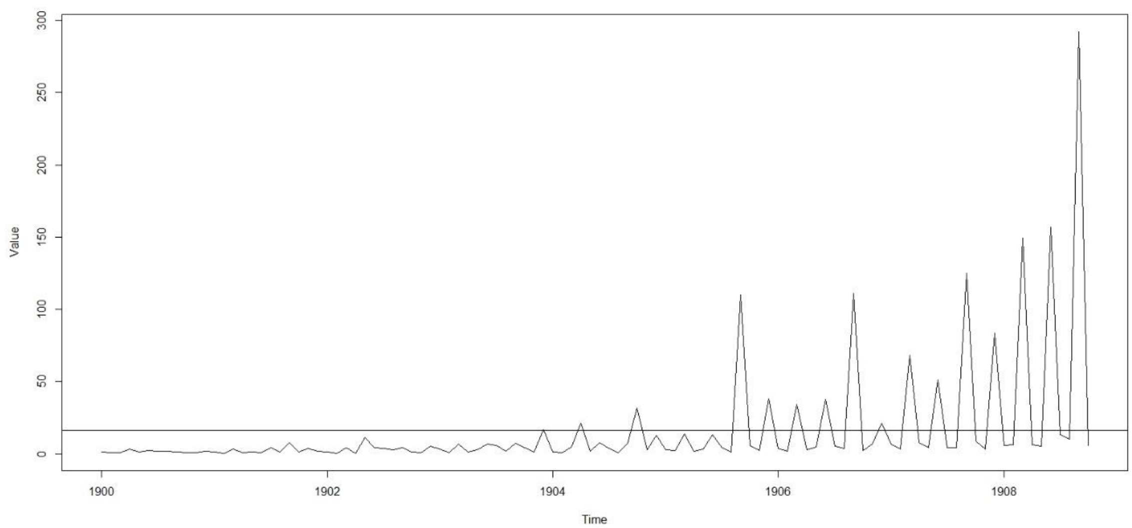
ส่วนอนุกรมเวลา X จะเรียกอนุกรมเวลาคงที่แบบอ่อน (Weak stationary) เมื่อลักษณะของการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลง เช่น ค่าเฉลี่ยน (Mean) ความแปรปรวนร่วม (Covariance) และความแปรปรวน (Variance) มีค่าคงที่ทุกช่วงเวลา สำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม หรือมีฤดูกาล จะมีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีความแปรผันสูงจะเป็นลักษณะของข้อมูลที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ ดังนั้นในการทดสอบอนุกรมเวลาว่าคงที่หรือไม่นั้น จึงทดสอบการมีแนวโน้มหรือมีฤดูกาลแทนการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยตรง เพราะไม่สะดวกในการแบ่งช่วงของอนุกรมเวลา ซึ่งการทดสอบแนวโน้มและฤดูกาลมีสถิติที่ใช้ในการทดสอบหลายตัว ในที่นี้จะเสนอเพียงวิธีของบอกซ์-เจนกินส์ โดยพิจารณาจากคอเรลโลแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล๊อตสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ρ_k) ในแต่ละช่วงห่างของเวลากับช่าวงห่าง k ช่วงเวลา ซึ่งจะพิจารณาคร่าวๆ จากกราฟก็สามารถดูลักษณะคร่าวๆ ได้ดังรูปที่ 2.1 - รูปที่ 2.3



รูปที่ 2.1 อนุกรมเวลาคงที่ทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน



รูปที่ 2.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ และไม่มีฤดูกาล



รูปที่ 2.3 อนุกรมเวลาไม่คงที่ และมีฤดูกาล

2.2.2 ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF)

ถ้าอนุกรมเวลาคงที่ จะได้ความแปรปรวนร่วมในตัวเอง (Auto covariance) ของอนุกรมเวลาที่มีช่วงห่างเท่ากันจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งความแปรปรวนร่วมในตัวเองของ X_t และ X_{t+m} ที่ห่างกัน k หน่วย ใช้สัญลักษณ์ γ_k โดยที่

$$\gamma_k = E[(X_t - \mu)(X_{t+m} - \mu)] \qquad \text{.......... (2.10)}$$

โดย $\mathrm{X_t}$ คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา t

μ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา

ให้ ρ เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Coefficients) โดยที่

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \qquad \text{.......... (2.11)}$$

เซตของ $\rho_k\,; k = 1, 2, \ldots$ เรียกว่า ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 กับ 1

ในทางปฏิบัติจะประมาณค่าของ ρ_k จากอนุกรมเวลา $X_1, X_2, \ldots, X_N$ การประมาณค่าของ ρ_k จะแทนด้วย r โดยที่

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k}(X_t-\bar{X})(X_{t+k}-\bar{X})}{\sum_{t=1}^{N}(X_t-\bar{X})^2} \qquad \text{.......... (2.12)}$$

หรือ

$$r_k = \frac{C_k}{C_0} \qquad \text{.......... (2.13)}$$

เมื่อ

$$C_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k}(X_t-\bar{X})(X_{t+k}-\bar{X})}{N} \qquad \text{.......... (2.14)}$$

และ

$$C_0 = \frac{\sum_{t=1}^{N}(X_t-\bar{X})^2}{N} \qquad \text{.......... (2.15)}$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $X_1, X_2, \ldots, X_N$ และ $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_t}{N}$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Standard Error of Autocorrelation Estimates) ในการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง ($\mathrm{r_k}$) Barlett ได้ประมาณค่าความแปรปรวนของ $\mathrm{r_k}$; $\mathrm{k} = 1, 2, \ldots$ ของอนุกรมเวลาคงที่ ดังนี้

$$Var(r_k) = \frac{1+2\sum_{j=1}^{k-1} r_j^2}{N} \qquad \text{.......... (2.16)}$$

ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $\mathrm{r_k}$ มีค่าเท่ากับ

$$SE(r_k) = \sqrt{\frac{1+2\sum_{j=1}^{k-1} r_j^2}{N}} \qquad \text{.......... (2.17)}$$

จะใช้ในการทดสอบนัยสำคัญของ $\mathrm{r_k}$ นั่นคือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้า $|r_k| \geq 1.96\, SE(r_k)$ แล้ว r_k จะมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ $r_k \neq 0$ และ r_k จะมีค่าเท่ากับ 0 ก็ต่อเมื่อ $|r_k| < 1.96\, SE(r_k)$

2.2.3 ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF)

สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนใช้สัญลักษณ์ ϕ_{kk} การหาสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนทำได้โดยอาศัยสมการยูล-วอคเกอร์ (Yule-Walker Equation) ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปเมทริกซ์ ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & & \rho_{j-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{j-2} \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & & \rho_{j-3} \\ & \vdots & & \ddots & \vdots \\ \rho_{j-1} & \rho_{j-2} & \rho_{j-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{k1} \\ \phi_{k2} \\ \phi_{k3} \\ \vdots \\ \phi_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \\ \vdots \\ \rho_j \end{bmatrix}$$

ในทางปฏิบัติประมาณค่า ρ_j ด้วย r_j ; $j = 1, 2, \ldots, k$ เช่น

เมื่อ $j = 1$; $\phi_{11} = r_1$

$$j = 2\, ; \begin{bmatrix} 1 & r_1 \\ r_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\phi}_{21} \\ \hat{\phi}_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{\phi}_{21} \\ \hat{\phi}_{22} \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 1 & -r_1 \\ -r_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}}{1-r_1^2}$$

$$\hat{\phi}_{21} = \frac{r_1 - r_2 r_1}{1-r_1^2} = \frac{r_1(1-r_2)}{1-r_1^2}$$

$$\hat{\phi}_{21} = \frac{r_2 - r_1^2}{1-r_1^2}$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Standard Error of Partial Autocorrelation Estimates) ในการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (ϕ_{kk}) Quenouille ได้ประมาณค่าความแปรปรวนของ ϕ_{kk} ดังนี้

$$Var(\phi_{kk}) = \frac{1}{N} \qquad \text{.......... (2.18)}$$

ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ ϕ_{kk} มีค่าเท่ากับ

$$SE(\phi_{kk}) = \sqrt{\frac{1}{N}} \qquad \text{.......... (2.19)}$$

จะใช้ในการทดสอบนัยสำคัญของ ϕ_{kk} นั่นคือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้า $|\phi_{kk}| \geq 1.96\, SE(\phi_{kk})$ แล้ว ϕ_{kk} จะมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ $\phi_{kk} \neq 0$ และ ϕ_{kk} จะมีค่าเท่ากับ 0 ก็ต่อเมื่อ $|\phi_{kk}| < 1.96\, SE(\phi_{kk})$

2.2.4 รูปแบบอนุกรมเวลาบอกซ์-เจนกินส์

1) รูปแบบถดถอยในตัวเอง (Autoregressive Model: AR) เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาคงที่ โดยที่สามารถกระจายอยู่ในรูปของอนุกรมเวลาที่ผ่านมา และค่าความคลาดเคลื่อน (a_t)

ให้ X_t, X_{t-1}, X_{t-2} ... เป็นอนุกรมเวลา

$\tilde{X}_t, \tilde{X}_{t-1}, \tilde{X}_{t-2}$ ... เป็นอนุกรมเวลาที่ X_t เบี่ยงเบน (Deviation) ไปจากค่าเฉลี่ย μ เพราะฉะนั้น $\tilde{X}_t = X_t - \mu$ ซึ่งจะใช้รูปแบบการถดถอยในตัวเอง AR(p) เป็นดังนี้

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ย

$$\tilde{X}_t = \phi_1\tilde{X}_{t-1} + \phi_2\tilde{X}_{t-2} + \cdots + \phi_p\tilde{X}_{t-p} + a_t \qquad \text{.......... (2.20)}$$

ซึ่งมีพารามิเตอร์ p+2 ตัว คือ $\mu, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \sigma_a^2$

เมื่อ (a_t) คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของรูปแบบ หรือเรียกว่าสิ่งรบกวนอย่างสุ่ม (White Noise) ซึ่งจะมีการแจกแจงปรกติ

ตัวอย่างรูปแบบของ AR(p)

AR(1) คือ $\tilde{X}_t = \phi_1\tilde{X}_{t-1} + a_t$

AR(2) คือ $\tilde{X}_t = \phi_1\tilde{X}_{t-1} + \phi_2\tilde{X}_{t-2} + a_t$

2) รูปแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model: MA) เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาคงที่ โดยสามารถกระจายอยู่ในรูปของ

$$\tilde{X}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \qquad \text{.......... (2.21)}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ q ใช้สัญลักษณ์ MA(q)

ซึ่งมีพารามิเตอร์ไม่ทราบค่า q+2 ตัว คือ $\mu, \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q, \sigma_a^2$

ตัวอย่างรูปแบบของ MA(q)

MA(1) คือ $\tilde{X}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$

MA(2) คือ $\tilde{X}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$

3) รูปแบบผสม (Mixed Autoregressive Moving Average Model: ARMA) เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาคงที่ โดย $\mathrm{X_t}$ สามารถกระจายอยู่ในรูปอนุกรมเวลาที่ผ่านมาและ a_t เป็นรูปแบบผสมของ AR และ MA ดังนี้

$$\tilde{X}_t = \phi_1 \tilde{X}_{t-1} + \phi_2 \tilde{X}_{t-2} + \cdots + \phi_p \tilde{X}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \qquad \text{.......... (2.22)}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการผสมการถดถอยในตัวเองและการเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ (p,q) ใช้สัญลักษณ์ ARMA(p,q) ซึ่งมีพารามิเตอร์ p+q+2 ตัว คือ $\mu, \phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p, \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q, \sigma_a^2$

4) รูปแบบการถดถอยในตัวเองรวมเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Autoregressive Integrated Moving Average Model: ARIMA) เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ ในกรณีที่ X_t ไม่คงที่ ก็จะต้องใช้ผลต่างเพื่อเปลี่ยนให้ X_t เป็นอนุกรมเวลาคงที่ สมมติว่าอนุกรมเวลาคงที่ (W_t) เป็นผลต่างครั้งที่ d ของอนุกรมเวลาไม่คงที่ (X_t) ดังนั้น $W_t = \nabla^d X_t$

ถ้า W_t สามารถกระจายอยู่ในรูปของ W ที่ผ่านมา ได้ดังนี้

$$\widetilde{W}_t = \phi_1 \widetilde{W}_{t-1} + \phi_2 \widetilde{W}_{t-2} + \cdots + \phi_p \widetilde{W}_{t-p} + a_t \qquad \text{.......... (2.23)}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการถดถอยในตัวเองลำดับที่ (p,d) (Autoregressive Integrated process of order (p,d)) ใช้สัญลักษณ์ ARI(p,d)

ถ้า W_t สามารถกระจายอยู่ในรูปของ a ที่ผ่านมา ได้ดังนี้

$$\widetilde{W}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \qquad \text{.......... (2.24)}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ (d,q) (Integrated Moving Average process of order (d,q)) ใช้สัญลักษณ์ IMA(d,q)

และถ้า W_t สามารถกระจายอยู่ในรูปของ W ที่ผ่านมา และ a ที่ผ่านมา ได้ดังนี้

$$\widetilde{W}_t = \phi_1 \widetilde{W}_{t-1} + \phi_2 \widetilde{W}_{t-2} + \cdots + \phi_p \widetilde{W}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$

.... (2.25)

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ (p,d,q) ใช้สัญลักษณ์ ARIMA(p,d,q)

2.2.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ (Non-Stationary Analysis)

อนุกรมเวลาที่ไม่คงที่หมายถึง อนุกรมเวลาที่ไม่อยู่ในสภาวะดุลเชิงสถิติ (Non-Statistical Equilibrium) กล่าวคือ อนุกรมเวลาไม่คงที่นั้น จะมีค่าเฉลี่ย (E(X_t)) ความแปรปรวน (V(X_t)) และคุณสมบัติอื่นๆ เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ก่อนการกำหนดรูปแบบให้กับอนุกรมเวลาในทฤษฎีของบอกซ์-เจนกินส์ ต้องปรับอนุกรมเวลาไม่คงที่ให้เป็นอนุกรมเวลาที่คงที่ก่อนเสมอ ด้วยการหาผลต่างของแต่ละช่วงเวลาหรือผลต่างฤดูกาลของอนุกรมเวลา หรือปรับโดยการแปลงข้อมูล (Transformation Data) ตามรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น แปลงในรูปลอการิทึม รากที่ n ของอนุกรมเวลา หรือในรูปเอ็กโปเนนเชียล เป็นต้น แต่โดยส่วนมากจะปรับอนุกรมเวลามาคงที่ให้เป็นอนุกรมเวลาที่คงที่ โดยการหาผลต่างครั้งที่ d

การหาผลต่างครั้งที่ d ของอนุกรมเวลา แทนสัญลักษณ์ ∇ เป็นผลต่างครั้งที่ 1 ∇^2 เป็นผลต่างครั้งที่ 2 และ ∇^d เป็นผลต่างครั้งที่ d เมื่อ $\nabla\tilde{X}_t = \tilde{X}_t - \tilde{X}_{t-1}$ ถ้าเขียนในรูปถอยหลัง (Back ward shift Quarter) จะแทนด้วย $B\tilde{X}_t = \tilde{X}_{t-1}$ และ $B^m\tilde{X}_t = \tilde{X}_{t-m}$ ดังนั้น

$$\nabla^d = (1-B)^d$$

ให้ $\widetilde{W}_t = (1-B)^d\tilde{X}_t$ เป็นอนุกรมเวลาคงที่โดยการหาผลต่างครั้งที่ d ของอนุกรมเวลาไม่คงที่ (X_t) ในการกำหนดรูปแบบให้กับอนุกรม W_t ก็ทำเช่นเดียวกับอนุกรมเวลาคงที่ ซึ่งเรียกรูปแบบของ W_t ว่า รูปแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Autoregressive Integrated Moving Average process of order (p,d,q)) แทนด้วยสัญลักษณ์ ARIMA(p,d,q)

รูปแบบ ARIMA(p,d,q) เขียนได้เป็น

$$\widetilde{W}_t = \phi_1 \widetilde{W}_{t-1} + \phi_2 \widetilde{W}_{t-2} + \cdots + \phi_p \widetilde{W}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \qquad \text{.......... (2.26)}$$

สามารถกระจายให้อยู่รูปอนุกรม $\mathrm{X_t}$ ได้เป็น

$$\widetilde{W}_t - \phi_1 B \widetilde{W}_t + \phi_2 B^2 \widetilde{W}_t + \cdots + \phi_p B^p \widetilde{W}_t = a_t - \theta_1 B a_t - \theta_2 B^2 a_t - \cdots - \theta_q B^q a_t$$

$$\left(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p\right) \widetilde{W}_t = \left(1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^p\right) a_t$$

$$\left(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p\right)(1 - B)^d \tilde{X}_t = \left(1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^p\right) a_t$$

$$\Phi(B)(1 - B)^d \tilde{X}_t = \Theta(B) a_t \qquad \text{.......... (2.27)}$$

การพิจารณาอนุกรมเวลาคงที่หรือไม่คงที่นั้น พิจารณาได้ดังนี้

1. นำอนุกรมเวลาพล๊อตกราฟ พิจารณาลักษณะของกราฟว่ามีแนวโน้มและมีฤดูกาลปรากฎหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าเป็นอนุกรมเวลาไม่คงที่
2. แบ่งอนุกรมเวลาเวลาเป็นช่วงๆ แล้วนำอนุกรมเวลาแบบแต่ละช่วงไปทดสอบค่าเฉลี่ย ทดสอบความแปรปรวน ทดสอบความแปรปรวนร่วมตามทฤษฎีทางสถิติ
3. พิจารณาคอเรลโรแกรมของ r_k กรณีที่อนุกรมเวลาคงที่ (Stationary) r_k จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโปเนนเชียล เมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนกรณีอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ (Non-Stationary) r_k จะมีค่าลดลงค่อนข้างช้า จะสังเกตว่าอนุกรมเวลานั้นมีแนวโน้ม

ถ้า $\mathrm{r_k}$ ของอนุกรมเวลามีค่าลดลงอย่างช้าๆ เมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น r_k มีค่าสูง เมื่อ k =*L, 2L, 3L, …* เมื่อ L เป็นคาบฤดูกาล แสดงข้อมูลมีแนวโน้มและฤดูกาล แต่ถ้า r_k มีค่าสูงเป็นลูกคลื่นครบรอบ L ช่วงเวลา แสดงว่าอนุกรมเวลามีฤดูกาล

2.2.6 การกำหนดรูปแบบ (Model Identification)

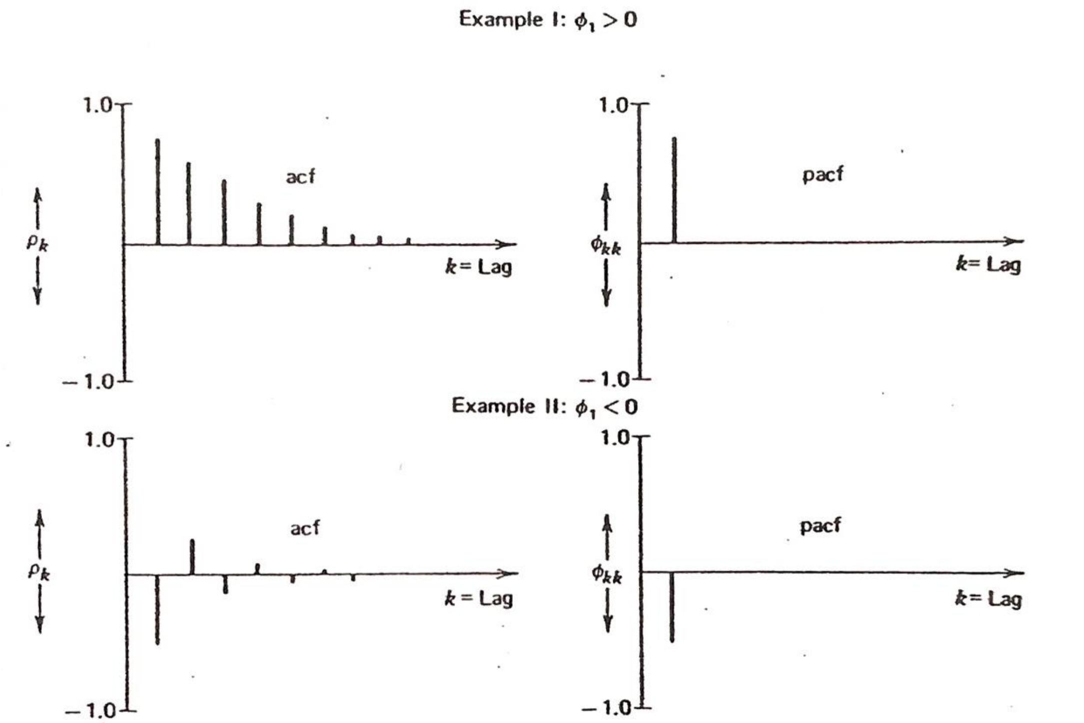
ในการหารูปแบบจะพิจารณาจากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ที่มีลักษณะลดลงหรือมีค่าเป็น 0 หลังจากช่วงห่าง p หรือ q หน่วยเวลา โดยใช้สถิติ t ในการทดสอบสมมติฐานว่ามีค่าสหสัมพันธ์เป็นศูนย์หรือไม่ รูปแบบที่สำคัญในการวิเคราะห์อนุกรมเวลามี 5 รูปแบบดังนี้

ARIMA	รูปแบบที่1 (1,d,0)	รูปแบบที่2 (0,d,1)
ลักษณะของ ρ_k	มีค่าลดลงแบบเอ็กโปเนนเชียล 1. ในเครื่องหมายเดียวกัน ถ้า $\phi_1 > 0$ 2. สลับเครื่องหมายลบ บวก โดยเริ่มลบก่อน ถ้า $\phi_1 < 0$	มีเพียงค่าเดียวคือ $\rho_1 \neq 0$ ส่วน $\rho_k = 0; k \geq 2$ 1. ถ้า $\rho_1 > 0$ ถ้า $\theta_1 < 0$ 2. ถ้า $\rho_1 < 0$ ถ้า $\theta_1 > 0$
ลักษณะของ ϕ_{kk}	มีเพียงค่าเดียวคือ $\phi_{kk} \neq 0$ ส่วน $\phi_{kk} = 0\,; k \geq 2$ 1. $\phi_{11} > 0$ ถ้า $\phi_1 > 0$ 2. $\phi_{11} < 0$ ถ้า $\phi_1 < 0$	มีค่าลดลงแบบเอ็กโปเนนเชียล 1. สลับเครื่องหมายลบ บวก โดยเริ่มลบก่อน ถ้า $\theta_1 < 0$ 2. เครื่องหมายลบ ถ้า $\theta_1 > 0$
ค่าประมาณารามิเตอร์	$\phi_1 = \rho_1$	$\rho_1 = \dfrac{-\theta_1}{1+\theta_1^2}$
การคงที่	$-1 < \phi_1 < 1$	$-1 < \theta_1 < 1$

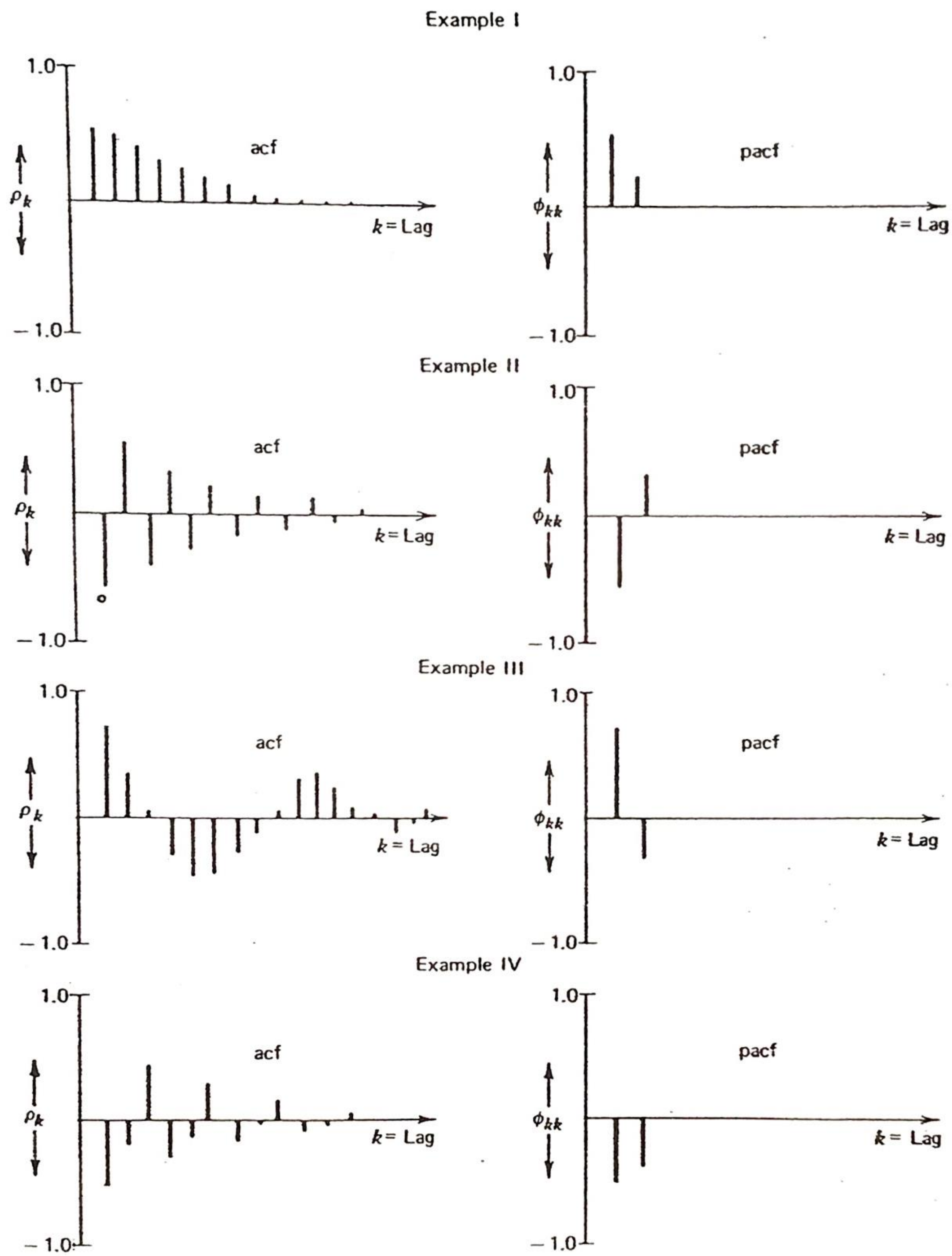
ARIMA	รูปแบบที่3 (2,d,0)	รูปแบบที่4 (0,d,2)
ลักษณะของ ρ_k	มีค่าลดลงแบบเอ็กโปเนนเชียล ในเครื่องหมายเดียวกันหรือต่างเครื่องหมาย	มี 2 ค่า คือ $\rho_1 \neq 0$ และ $\rho_2 \neq 0$ ส่วน $\rho_k = 0; k \geq 3$
ลักษณะของ ϕ_{kk}	มีค่า 2 ค่า คือ $\phi_{11} \neq 0$ และ $\phi_{22} \neq 0$ ส่วน $\phi_{kk} = 0\,; k \geq 3$	มีค่าลดลงแบบเอ็กโปเนนเชียล ในเครื่องหมายเดียวกันหรือต่างเครื่องหมาย
ค่าประมาณพารามิเตอร์	$\phi_1 = \dfrac{\rho_1(1-\rho_2)}{1+\rho_1^2}$ $\phi_2 = \dfrac{\rho_2(1-\rho_1^2)}{1+\rho_1^2}$	$\rho_1 = \dfrac{-\theta_1(1-\theta_2)}{1+\theta_1^2+\theta_2^2}$ $\rho_2 = \dfrac{-\theta_2}{1+\theta_1^2+\theta_2^2}$
การคงที่	$-1 < \phi_1 < 1$ $\phi_2 + \phi_1 < 1$ $\phi_2 - \phi_1 < 1$	$-1 < \theta_1 < 1$ $\theta_2 + \theta_1 < 1$ $\theta_2 - \theta_1 < 1$

ARIMA	รูปแบบที่5 (1,d,1)
ลักษณะของ ρ_k	มีค่าลดลงแบบเอ็กโปเนนชียลหลังจากช่วงห่าง 1 หน่วยเวลา 1. ในเครื่องหมายของ ρ_1 ถ้า $\rho_1 = \phi_1 - \theta_1$ 2. ในเครื่องหมายเดียวกัน ถ้า $\phi_1 > 0$ 3. สลับเครื่องหมาย ถ้า $\phi_1 < 0$
ลักษณะของ ϕ_{kk}	มีค่าลดลงแบบอ็กโปเนนเชียลหลังจากช่วงห่าง 1 หน่วยเวลา 1. $\phi_{11} = \rho_1$ 2. ในเครื่องหมายเดียวกัน ถ้า $\theta_1 > 0$ 3. สลับเครื่องหมาย ถ้า $\theta_1 < 0$
ค่าประมาณพารามิเตอร์	$\rho_1 = \frac{(1-\theta_1\phi_1)(\phi_1-\theta_1)}{1+\theta_1^2-2\phi_1\theta_1}$ $\rho_2 = \phi_1$
การคงที่	$-1 < \phi_1 < 1$ $-1 < \theta_1 < 1$

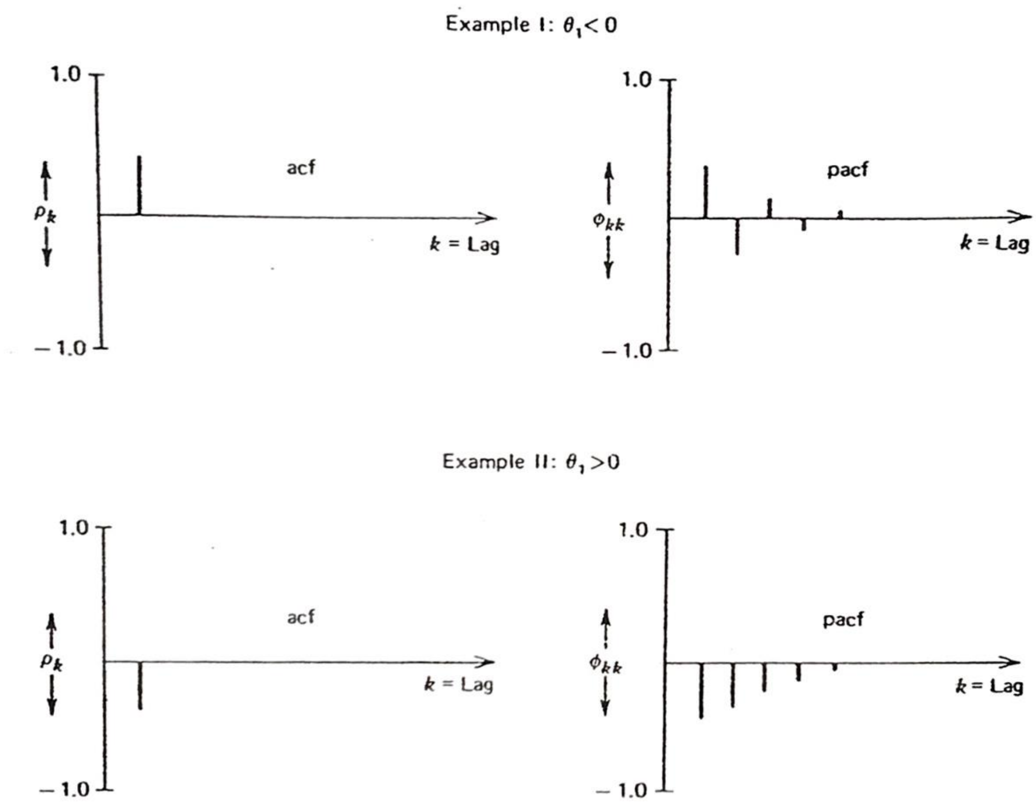
การพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของรูปแบบ AR(1), รูปแบบ AR(2), รูปแบบ MA(1), รูปแบบ MA(2) และรูปแบบ ARMA(1,1) พิจารณาได้ดังรูปที่ 2.4 ถึงรูปที่ 2.8



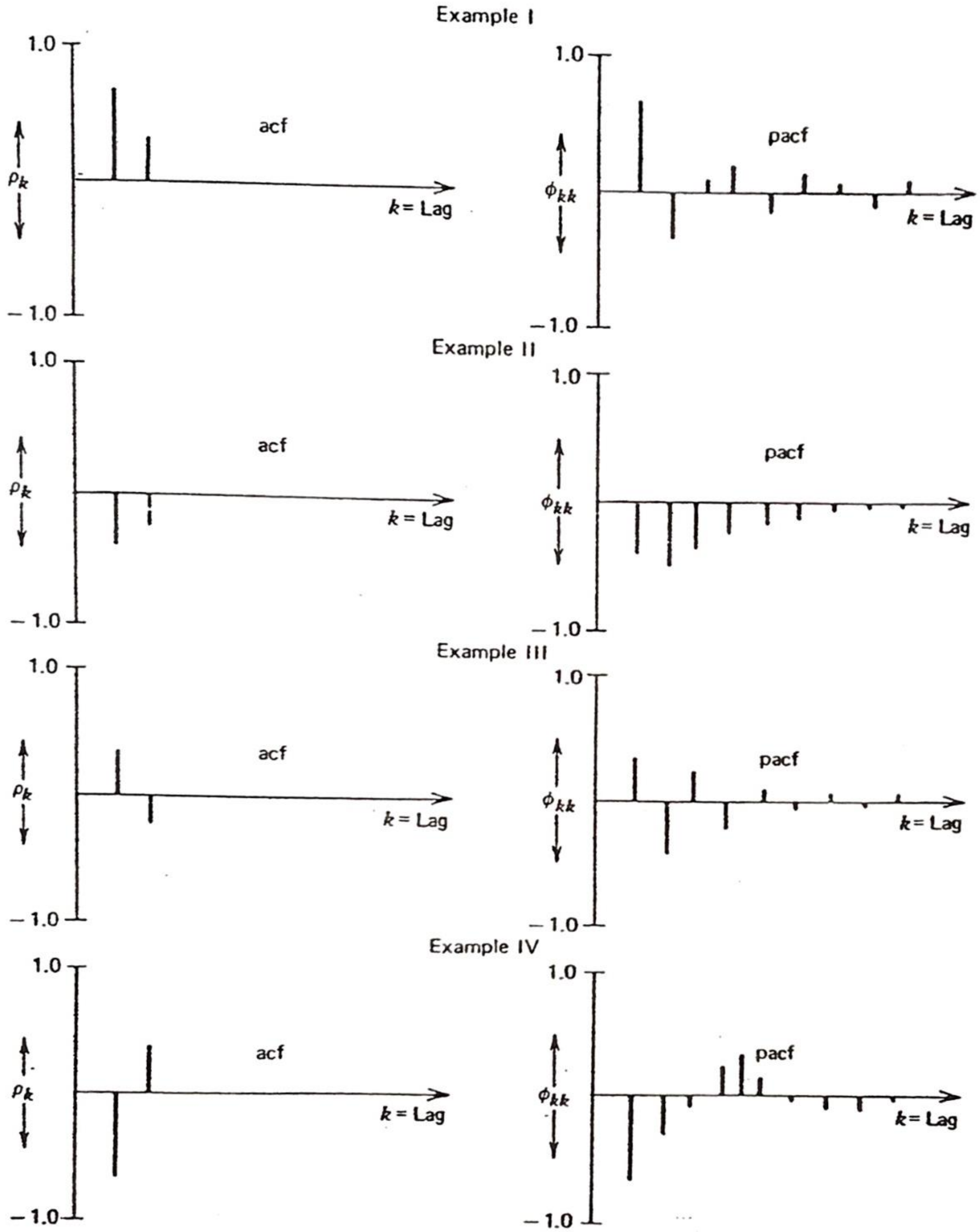
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการลดลงของ ACF และ PACF ของรูปแบบ AR(1)
(จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการลดลงของ ACF และ PACF ของรูปแบบ AR(2)
(จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)

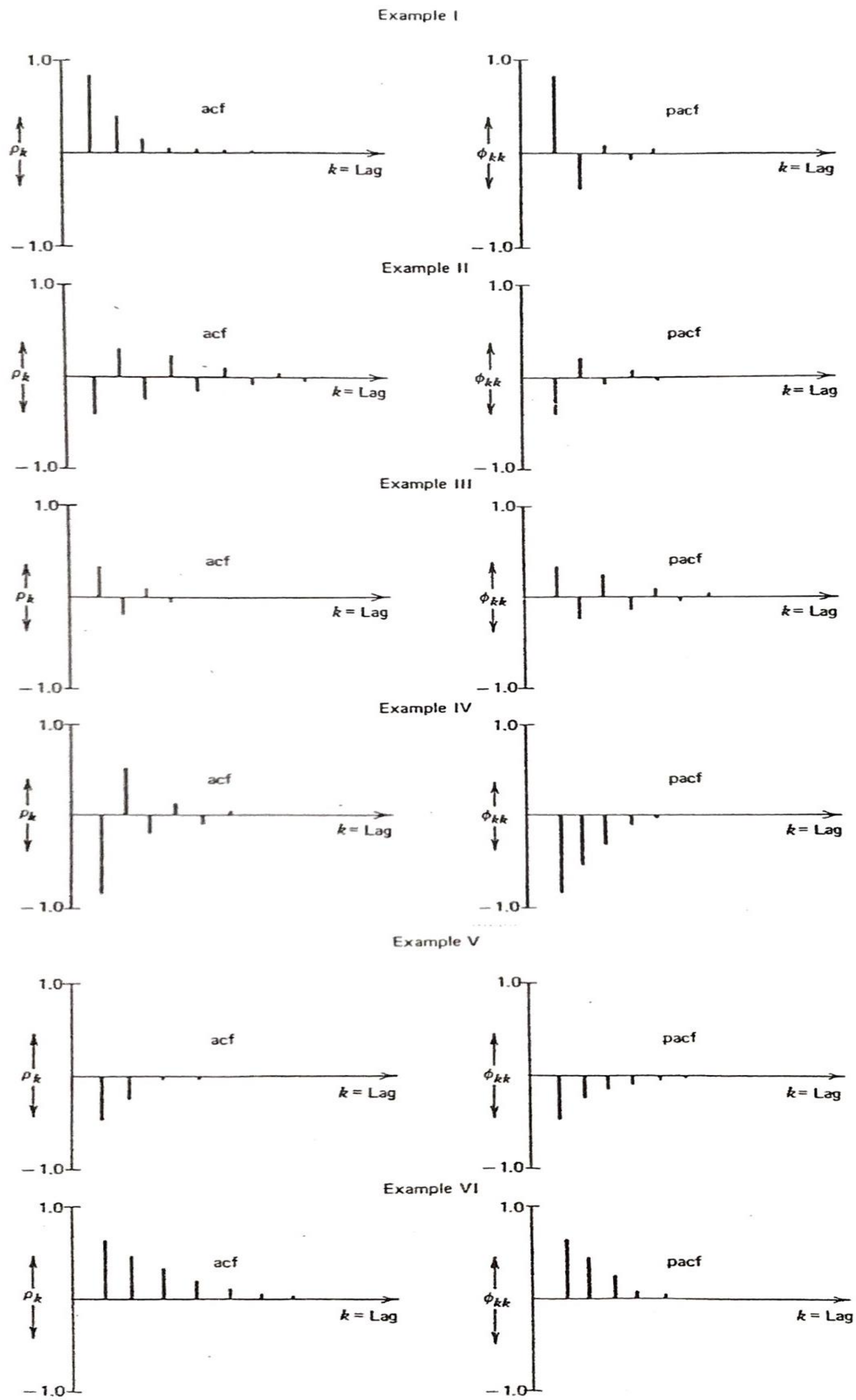


รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะการลดลงของ ACF และ PACF ของรูปแบบ MA(1)
(จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการลดลงของ ACF และ PACF ของรูปแบบ MA(2)

(จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการลดลงของ ACF และ PACF ของรูปแบบ ARMA(1,1)
(จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)

2.2.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบที่ดีที่สุด ก็คือ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood: MLE) แต่ในกรณีที่จำนวนตัวอย่างมีจำนวนขนาดใหญ่ การใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด จะใช้เวลาในการคำนวณมาก การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ก็จะได้ผลเช่นเดียวกัน

2.2.8 การตรวจสอบรูปแบบ (Diagnostic Checks)

เมื่อได้รูปแบบและค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จะถูกนำมาตรวจสอบ เพื่อดูว่ารูปแบบและค่าพารามิเตอร์ที่ได้นั้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพยากรณ์หรือไม่

ในการตรวจสอบจะทำการทดสอบเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนทุกตัว นั่นคือ ทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

ก. การทดสอบสมมติฐาน

$\mathrm{H}_0: \rho_1(\hat{a}_t) = \rho_2(\hat{a}_t) = \cdots = \rho_k(\hat{a}_t) = 0$

$\mathrm{H}_1: \rho_k(\hat{a}_t) \neq 0$ สำหรับ $1,2,\ldots,k$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เป็น 0

เป็นการทดสอบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนทุกช่วงห่างมีความเป็นอิสระต่อกันหรือไม่ โดยใช้สถิติ Q ของ

$$\text{Box} - \text{Ljung}\ (Q_m) = n(n+2)\frac{\sum_{k-1}^{m} r_k^2(\hat{a}_t)}{n-k} \qquad \text{.......... (2.28)}$$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อ $Q_m \geq \chi^2_{\alpha,m-b}$

เมื่อ n คือ ขนาดของอนุกรมเวลา ($\hat{a}_t$)

m คือ ช่วงเวลาห่างสูงสุดของ $\hat{a}_t$ ในอนุกรมเวลา ($\hat{a}_t$) ที่นำมาพิจารณา

b คือ จำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ถูกประมาณ ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบที่กำหนด

เมื่อเกิดการปฏิเสธขึ้นมาก็แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า $\hat{a}_t$ ไม่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบขึ้นใหม่จนกว่าจะได้รูปแบบที่ยอมรับสมมติฐาน

ข. การทดสอบสมมติฐาน

$H_0: \rho_k(\hat{a}_t) = 0$ สำหรับ $1,2,\dots,k$

$H_1: \rho_k(\hat{a}_t) \neq 0$ สำหรับ $1,2,\dots,k$

เป็นการทดสอบความเป็นอิสระของแต่ละช่วงห่าง ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนจะคำนวณได้ดังนี้

$$r_k(\hat{a}_t) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(\hat{a}_t-\bar{a})(\hat{a}_{t+k}-\bar{a})}{\sum_{t=1}^{n-k}(\hat{a}_t-\bar{a})^2} \quad \text{.......... (2.29)}$$

เมื่อ $r_k(\hat{a}_t)$ เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน k หน่วยเวลา การทดสอบจะใช้สถิติ t ดังนี้

$$t = \frac{r_k(\hat{a}_t)-0}{SE(r_k(\hat{a}_t))}$$

เมื่อ $SE(r_k(\hat{a}_t))$ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน ถ้ายอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

2.2.9 การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อกำหนดรูปแบบของอนุกรมเวลาและค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบที่ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดแล้ว ก็จะใช้รูปแบบที่ได้ทำการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต ซึ่งการพยากรณ์นั้นทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์แบบค่าเดียว (Point Forecasts or Single Numerical Value) และการพยากรณ์แบบช่วง (Interval Forecasts)

1) การพยากรณ์แบบค่าเดียว

การพยากรณ์นี้จะสมมติว่า ทราบรูปแบบ ค่าพารามิเตอร์ ค่าอนุกรมเวลา และค่าความคลาดเคลื่อน แล้วทำการพยากรณ์จากสิ่งที่ทราบเหล่านี้

สมมติว่าอนุกรมเวลา t ช่วงเวลา คือ $X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, \dots$ และทราบค่าความคลาดเคลื่อน t ช่วงเวลา คือ $\hat{a}_t, \hat{a}_{t-1}, \hat{a}_{t-2}, \dots$ ต้องการพยากรณ์ข้อมูลที่เวลา $t+L$ เมื่อ $L \geq 1$

โดย เวลา t เรียกว่า จุดเริ่มต้น (Origin)

เวลา L เรียกว่า หน่วยเวลาล่วงหน้า (Lead time)

ค่าพยากรณ์ของ X_{t+L} ใช้สัญลักษณ์ $\widehat{X}_t(L)$ เป็นค่าคาดหวังที่มีเงื่อนไขของ X_{t+L}

ดังนั้น

$\hat{X}_t(L) = E(X_{t+L}/I_t)$ เมื่อ I_t เป็นอนุกรมเวลา $X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, \ldots$

$$E(X_{t+L}) = \begin{cases} X_{t+L} & ; L \leq 0 \\ \hat{X}_t(L) & ; L > 0 \end{cases}$$

$$E(\hat{a}_{t+L}) = \begin{cases} a_{t+L} & ; L \leq 0 \\ 0 & ; L > 0 \end{cases}$$

สำหรับรูปแบบการพยากรณ์ของ AR(p), MA(q), ARMA(p,q) แสดงรูปแบบพยกรณ์ดังนี้

- **รูปแบบ** AR(1) $X_t = \phi_1 X_{t-1} + \theta_0 + \hat{a}_t$

  รูปแบบการพยากรณ์คือ

  $$\hat{X}_t(L) = \hat{\phi}_1 X_{t-1+L} + \hat{\theta}_0 \qquad ; L = 1,2, ...$$

  เช่น

  $$\hat{X}_t(L) = \hat{\phi}_1 X_t + \hat{\theta}_0 \qquad ; L = 1$$

  $$\hat{X}_t(1) = \hat{\phi}_1 \hat{X}_t(1) + \hat{\theta}_0 \qquad ; L \geq 2$$

- **รูปแบบ** AR(2) $X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \theta_0 + \hat{a}_t$

  รูปแบบพยากรณ์คือ

  $$\hat{X}_t(L) = \hat{\phi}_1 X_{t-1+L} + \hat{\phi}_2 X_{t-2+L} + \hat{\theta}_0 + \hat{a}_{t+L} \qquad ; L = 1,2, ...$$

  เช่น

  $$\hat{X}_t(1) = \hat{\phi}_1 X_t + \hat{\phi}_2 X_{t-1} + \hat{\theta}_0 \qquad ; L = 1$$

  $$\hat{X}_t(2) = \hat{\phi}_1 \hat{X}_t(1) + \hat{\phi}_2 X_t + \hat{\theta}_0 \qquad ; L = 2$$

- **รูปแบบ** MA(1) $X_t = \hat{\theta}_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1}$

  รูปแบบพยากรณ์คือ

  $$\hat{X}_t(L) = \hat{\theta}_0 + \hat{a}_{t+L} - \hat{\theta}_1 a_{t-1} \qquad ; L = 1,2, ...$$

  เช่น

  $$\hat{X}_t(1) = \hat{\theta}_0 + \hat{a}_t \qquad ; L = 1$$

  $$\hat{X}_t(2) = \hat{\theta}_0 \qquad ; L = 2$$

- **รูปแบบ MA(2)** $X_t = \hat{\theta}_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$

  รูปแบบพยากรณ์คือ

$$\hat{X}_t(L) = \hat{\theta}_0 + \hat{a}_{t+L} - \hat{\theta}_1 a_{t-1} - \hat{\theta}_2 a_{t-2}$$

  เช่น

$$\hat{X}_t(1) = \hat{\theta}_0 - \hat{\theta}_1 a_t - \hat{\theta}_2 a_{t-1} \qquad ; L = 1$$

$$\hat{X}_t(2) = \hat{\theta}_0 - \hat{\theta}_2 a_t \qquad ; L = 2$$

$$\hat{X}_t(L) = \hat{\theta}_0 \qquad ; L \geq 3$$

- **รูปแบบ ARMA(1)** $X_t = \phi_1 X_{t-1} + \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1}$

  รูปแบบพยากรณ์คือ

$$\hat{X}_t(L) = \phi_1 X_{t-1+L} + \hat{\theta}_0 + \hat{a}_{t+L} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_{t-1}$$

  เช่น

$$\hat{X}_t(1) = \phi_1 X_t + \hat{\theta}_0 + \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad ; L = 1$$

$$\hat{X}_t(L) = \phi_1 X_{t-1+L} + \hat{\theta}_0 \qquad ; L \geq 2$$

2.2.10 ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน

จะแสดงความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละรูปแบบดังนี้

รูปแบบ	สมการพยากรณ์ $\hat{X}_t(L)$ ในรูป $\hat{\theta}_0$	$\sigma^2_{a_t(L)}$
AR(1)	$\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_t \quad ; L = 1$ $\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_{t-1+L} \quad ; L \geq 2$	$[(1-\phi_1^{21})(1-\phi_1^2)]\sigma^2$
AR(2)	$\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_t + \hat{\phi}_2 X_{t-1} \quad ; L = 1$ $\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_{t-1} + \hat{\phi}_2 X_t \quad ; L = 2$ $\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_{t-1+L} + \hat{\phi}_2 X_{t-2+L} \quad ; L \geq 3$	$\left[1 + \sum_{j=1}^{L-1} \Psi_j^2\right]\sigma^2$ $\Psi_0 = 1, \Psi_1 = \phi_1$ $\Psi_j = \phi_1 \Psi_j + \phi_1 \Psi_{j-1}\ ; L > 1$
MA(1)	$\hat{\theta}_0 - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \quad ; L = 1$ $\hat{\theta}_0 \quad ; L \geq 2$	$\sigma^2 \quad ; L = 1$ $(1+\theta_1^2)\sigma^2 \quad ; L \geq 2$
MA(2)	$\hat{\theta}_0 - \hat{\theta}_1 a_t - \hat{\theta}_2 a_{t-1} \quad ; L = 1$ $\hat{\theta}_0 - \hat{\theta}_1 a_t \quad ; L = 2$ $\hat{\theta}_0 \quad ; L \geq 3$	$\sigma^2 \quad ; L = 1$ $(1+\theta_1^2)\sigma^2 \quad ; L = 2$ $(1+\theta_1^2+\theta_2^2)\sigma^2 \quad ; L \geq 3$
ARMA(1,1)	$\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \quad ; L = 2$ $\hat{\theta}_0 + \hat{\phi}_1 X_{t-1+L} \quad ; L \geq 3$	$\left[\frac{1+(\phi_1-\theta_1)^2+(1-\phi_1^{21-2})}{(1-\phi_1^2)}\right]\sigma^2$

2.2.11 รูปแบบฤดูกาล

การสร้างรูปแบบการถดถอยในตัวเองรวมเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ARIMA) ของอนุกรมที่มีฤดูกาล สร้างได้เหมือนรูปแบบถดถอยในตัวเองรวมเฉลี่ยเคลื่อนที่ของอนุกรมเวลาที่ไม่มีฤดูกาลคือ การกำหนดรูปแบบ การประมาณค่า และการตรวจสอบรูปแบบ แต่สำหรับข้อมูลที่มีฤดูกาลจะหาผลต่างของค่าสังเกตด้วยช่วงห่าง S หน่วยเวลา ดังนั้นการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนจะหาห่างกัน S หน่วยเวลา

รูปแบบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล จะมีรูปแบบดังต่อไปนี้

1) รูปแบบการถดถอยในตัวเองที่มีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Process of Oder P; $AR(P)_S$) สำหรับรูปแบบที่มีฤดูกาลที่คงที่จะมีรูปแบบดังนี้

$$\tilde{X}_t = \Phi_1 \tilde{X}_{t-s} + \Phi_2 \tilde{X}_{t-2s} + \cdots + \Phi_p \tilde{X}_{t-ps} + a_t \qquad .... (2.30)$$

2) รูปแบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีฤดูกาล (Seasonal Moving-Average Process of Oder Q; $\mathrm{MA(Q)_S}$) สำหรับข้อมูลที่มีฤดูกาลคงที่และมีรูปแบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่ ดังนี้

$$\tilde{X}_t = a_t - \Theta_1 a_{t-s} - \Theta_2 a_{t-s} - \cdots - \Theta_{qs} a_{t-qs} \qquad \text{.......... (2.31)}$$

3) รูปแบบการถดถอยในตัวเองและการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีฤดูกาล (Seasonal Mixed Autoregressive-Moving Average Process of Oder P and Q; $\mathrm{ARMA(P,Q)_S}$) สำหรับข้อมูลที่มีฤดูกาลคงที่และมีรูปแบบการถดถอยในตัวเองเฉลี่ยเคลื่อนที่ จะมีรูปแบบทั่วไปคือ

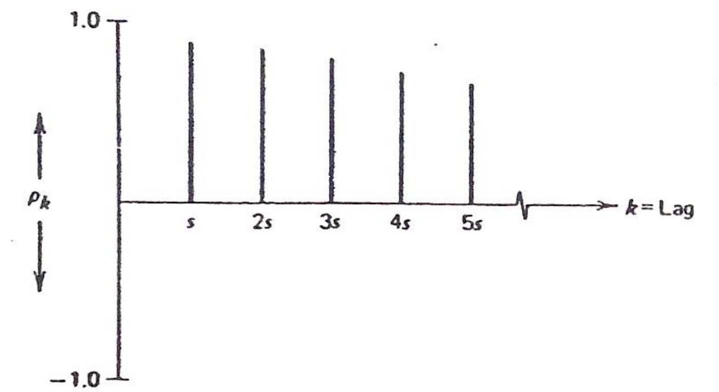
$$\tilde{X}_t = \Phi_1 \tilde{X}_{t-s} + \Phi_2 \tilde{X}_{t-2s} + \cdots + \Phi_p \tilde{X}_{t-ps} + a_t - \Theta_1 a_{t-s} - \Theta_2 a_{t-s} - \cdots - \Theta_{qs} a_{t-qs} \qquad \text{.......... (2.32)}$$

4) รูปแบบการถดถอยในตัวเองและการเฉลี่ยรวมเคลื่อนที่ที่มีฤดูกาล (Seasonal Mixed Autoregressive Integrated Moving Average Process of Oder P and Q; $\mathrm{ARIMA(P,D,Q)_S}$) เมื่อข้อมูลมีฤดูกาลที่ไม่คงที่ จะหาผลต่างของข้อมูลด้วยช่วงห่าง S หน่วยเวลา แล้วจะได้ข้อมูลที่คงที่ จากนั้นจะหารูปแบบได้เช่นเดียวกับข้อมูลที่ผ่านมา และ $\mathrm{ARIMA(P,D,Q)_S}$ มีรูปแบบคือ

$$\widetilde{W}_t = \Phi_1 \tilde{X}_{t-s} + \Phi_2 \widetilde{W}_{t-2s} + \cdots + \Phi_p \widetilde{W}_{t-ps} + a_t - \Theta_1 a_{t-s} - \Theta_2 a_{t-s} - \cdots - \Theta_{qs} a_{t-qs} \qquad \text{.......... (2.33)}$$

2.2.12 การสร้างรูปแบบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล

การคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลเหมือนกับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาที่ไม่มีฤดูกาล แต่การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลจะลดลงเป็นช่วง และการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) จะมีความสัมพันธ์กันในช่วงห่าง S (Lag S) หรือมากกว่านั้น (S, 2S, 3S, …) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ปรากฏในระยะยาว Lags 1,2,3,... ในการสร้างรูปแบบที่ไม่มีฤดูกาล คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ในระยะเวลา Lags S,2S,3S,... ของรูปแบบที่มีฤดูกาล ตัวอย่างกราฟแสดงลักษณะการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของข้อมูลที่มีฤดูกาลไม่คงที่ แสดงดังรูป 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง
ของข้อมูลที่มีฤดูกาลไม่คงที่ (จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)

โดยที่เราสามารถเขียนรูปแบบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองที่ Lag S ได้ดังนี้

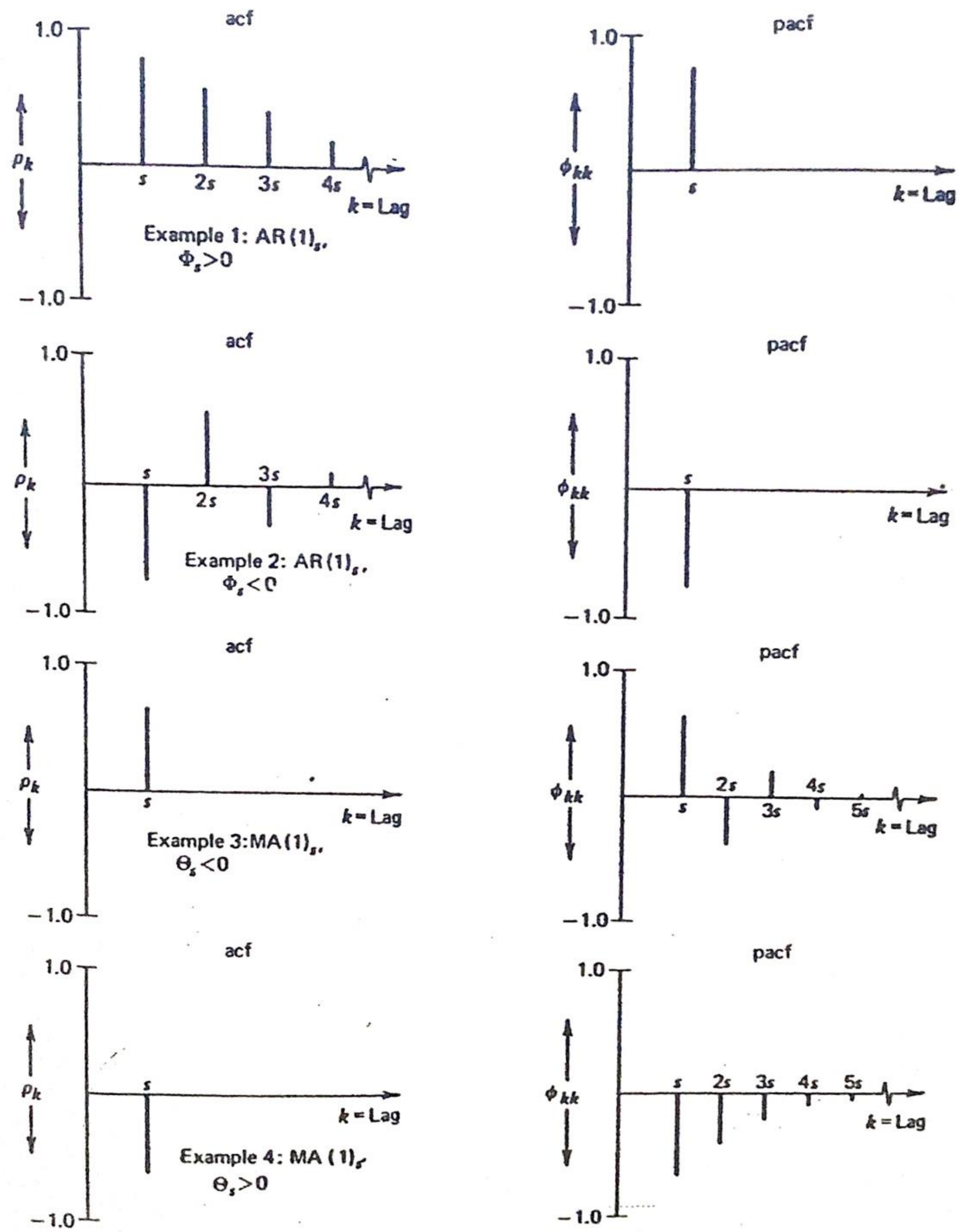
$$(1-\Phi_S B^S)\tilde{X}_t = a_t \qquad \text{.......... (2.34)}$$

เมื่อ Φ_s ใช้แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของฤดูกาล

และรูปแบบที่เป็นฤดูกาลของกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ Lag S ได้ดังนี้

$$\tilde{X}_t = (1-\Theta_S B^S)a_t \qquad \text{.......... (2.35)}$$

การพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของ AR(1) หรือ MA(1) ของการมีฤดูกาลพิจารณาได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงกราฟที่ใช้พิจารณา ACF และ PACF สำหรับกระบวนการมีฤดูกาล ด้วยสัญลักษณ์ Φ_S และ Θ_S ของรูปแบบ AR(1) และ MA(1) ตามลำดับ (จุฑามาศ ทองกันยา, 2549)

2.2.13 ผลต่างของฤดูกาล

ผลต่างของฤดูกาลจะคล้ายกับผลต่างของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีฤดูกาล โดยทั่วไปผลต่างของอนุกรมเวลาปรกติจะคำนวณจากระยะเวลาหนึ่งไปอีกระยะเวลาหนึ่ง : $X_t - X_{t-1}$ ส่วนผลต่างของฤดูกาลจะหาผลต่างของข้อมูลที่ห่างกัน S หน่วยเวลา : $X_t - X_{t-s}$

2.2.14 รูปแบบการคูณของอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล-ไม่มีฤดูกาล (Seasonal-Nonseasonal multiplication model: S-NS)

ในการสร้างรูปแบบ ARIMA ของค่าสังเกตที่มีฤดูกาลกับไม่มีฤดูกาล (S-NS) จะมีลักษณะแตกต่างกันบ้างในการประมาณค่า ACF และ PACF ดังนั้นในการสร้างรูปแบบ ARIMA จึงได้แยกสองส่วนออกจากกันอย่างเห็นได้ชัด

รูปแบบที่เกิดจากการคูณของค่าสังเกตที่มีฤดูกาลกับไม่มีฤดูกาล (S-NS) ในกระบวนการฤดูกาลเริ่มต้นจากรูปแบบ $(1 - \Phi_S B^S)\tilde{X}_t = a_t$ และ $\tilde{X}_t = (1 - \Theta_S B^S)a_t$ เทอมต่อมาเป็นเทอมของผลต่างของฤดูกาลและจำนวนของ AR และ MA ของฤดูกาล คือ

$$(1 - \Phi_S B^S - \Phi_{2S} B^{2S} - \cdots - \Phi_{PS} B^{PS})(1 - B^S)^D \tilde{X}_t = \left(1 - \Theta_S B^S - \Theta_{2S} B^{2S} - \cdots - \Theta_{QS} B^{QS}\right)a_t \quad \text{.......... (2.36)}$$

ในรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของ AR ที่มีฤดูกาล $(1 - \Phi_S B^S - \Phi_{2S} B^{2S} - \cdots - \Phi_{PS} B^{PS})$ เขียนในรูปง่ายๆ คือ $\Phi_P(B^S)$ ผลต่างฤดูกาลแทนด้วย ∇_S^D ส่วนรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของ MA ที่มีฤดูกาล $\left(1 - \Theta_S B^S - \Theta_{2S} B^{2S} - \cdots - \Theta_{QS} B^{QS}\right)$ เขียนในรูปง่ายๆ คือ $\Theta_Q(B^S)$ ดังนั้นจากรูปแบบที่ (2.28) เขียนรูปแบบใหม่ดังนี้

$$\Phi_P(B^S)\nabla_S^D \tilde{X}_t = \Theta_Q(B^S)a_t \quad \text{.......... (2.37)}$$

เมื่อ a_t แทนสิ่งรบกวนอย่างสุ่ม ซึ่งสมทติว่ามีการแจกแจงปรกติที่เหมือนกันทุกเวลาและเป็นอิสระต่อกัน จากสมการที่ (2.29) แสดงถึงรูปแบบที่เป็นฤดูกาลและยังสามารถอธิบายรูปแบบที่ไม่มีฤดูกาลได้ด้วย ดังนั้นจึงสามารถเขียนรูปแบบรวมทั้งรูปแบบที่มีฤดูกาล-ไม่มีฤดูกาล พร้อมผลต่างที่มีฤดูกาล และผลต่างที่ไม่มีฤดูกาลได้ดังนี้

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)\nabla^d \nabla_S^D \tilde{X}_t = \Theta_Q(B^S)\theta_q(B)a_t \quad \text{.......... (2.38)}$$

เมื่อ $\phi_p(B)$ เป็นรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของ AR ของค่าสังเกตที่ไม่มีฤดูกาล

$\theta_q(B)$ เป็นรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของ MA ของค่าสังเกตที่ไม่มีฤดูกาล

$\Phi_P(B^s)$ เป็นรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของ AR ของค่าสังเกตที่มีฤดูกาล

$\Theta_Q(B^s)$ เป็นรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของ MA ของค่าสังเกตที่มีฤดูกาล

และ $\nabla^d \nabla_S^D$ เป็นรูปแบบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์ของความแตกต่าง

จากสมการที่ (2.38) รูปแบบนี้เรียกว่าผลคูณของ ARIMA ของ (S-NS) ใช้สัญลักษณ์ $\mathrm{ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_S}$ และให้ $\widetilde{W}_t = \nabla^d \nabla_S^D \tilde{X}_t$ ดังนั้นจากสมการที่ (2.38) สามารถเขียนรูปแบบได้ใหม่ดังนี้

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)\nabla^d \nabla_S^D \widetilde{W}_t = \Theta_Q(B^S)\theta_q(B)a_t \quad \text{.......... (2.39)}$$

2.3 การวัดความถูกต้องของค่าพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ ต้องการวัดความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ ความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นผลต่างของค่าจริงและค่าพยากรณ์ ($a_t = Y_t - \hat{Y}_t$) ค่าความคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าพยากรณ์ห่างจากค่าจริงมาก และจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริง การศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณเงินของประเทศไทย โดยวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error :MAPE) สามารถคำนวณได้ดังสมการ ดังนี้

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{|Y_t|}\right) \times 100 \qquad \text{.......... (2.40)}$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลา

2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานการศึกษาความสัมพันธ์

ลัดดาวัลย์ ธรรมวงศ์ (2552) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินและปริมาณเงินที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้น การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินตามความหมายแคบ (M_1) พบว่า รายได้ประชาชาติ ฐานเงิน และสินเชื่อภาคเอกชน มีความสัมพันธ์กับปริมาณเงินตามความหมายแคบ (M_1) และปริมาณเงินตามความหมายกว้าง (M_2) ในทิศทางเดียวกัน ในขณะที่ดัชนีราคาผู้บริโภคและอัตราดอกเบี้ยนโยบายมีความสัมพันธ์กับปริมาณเงินตามความหมายแคบ (M_1) และปริมาณเงินตามความหมายกว้าง (M_2) ในทิศทางตรงกันข้าม ผลการประมาณค่า ECM พบว่า ในระยะสั้นหากตัวแปรต่างๆ เบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพแล้ว ในช่วงเวลาถัดไปจะมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว และการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้นกับปริมาณเงินตามความหมายแคบ (M_1) และปริมาณเงินตามความหมายกว้าง (M_2) พบว่า มีคุณสมบัติ Stationary ที่ระดับเดียวกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

สายสมร วงศ์สวัสดิ์ (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินของประเทศไทย พบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงินทุนสำรองเงินตราต่างประเทศ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธนบัตร และเหรียญกษาปณ์ที่ถือในมือประชาชนในทิศทางเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงของปริมาณธนบัตรและเหรียญกษาปณ์ที่ถือในมือประชาชน และอัตราการเพิ่มของผลิตภัณฑ์ประชาชาติมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกที่ถือในมือประชาชนในทิศทางเดียวกัน และการเปลี่ยนแปลงของรายจ่ายของรัฐบาล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสินเชื่อสุทธิในภาครัฐบาลในทิศทางเดียวกัน

สายสมร วงศ์สวัสดิ์ (2559) ได้ศึกษาผลกระทบของปริมาณเงินที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวพบว่า ข้อมูลมีลักษณะนิ่ง (Stationary) สามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม มีความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพในระยะยาว หรือมีลักษณะ Co-integration และผลการทดสอบวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะสั้น (Error-Correction Model : ECM) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปริมาณเงินตามความหมายกว้าง ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยซึ่งเป็นตัวแปรตาม พบว่าการ

เพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณเงินตามความหมายกว้างในระยะสั้นจะส่งผลให้ อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในครั้งนี้ พบว่าปริมาณเงินตามความหมายกว้างมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางเศรษฐกิจคือ สินเชื่อภาคเอกชน ดัชนีราคาผู้บริโภค และสินเชื่อรวมของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย และยังได้พบว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณเงินตามความหมายกว้าง ในระยะสั้นจะส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

จักรพันธ์ ชัยทัศน์ (2561) ได้ศึกษางบประมาณรายจ่ายของรัฐบาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลงบประมาณรายจ่ายจำแนกตามลักษณะงานและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีลักษณะนิ่ง (Stationary) ที่ระดับ I(1) และมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวในทิศทางเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะสั้นพบว่า กรณีที่งบประประมาณรายจ่ายจำแนกตามลักษณะงานเป็นตัวแปรอิสระและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเป็นตัวแปรตาม แบบจำลองไม่มีการปรับตัวระยะสั้น

งานการศึกษาตัวแบบพยากรณ์

ธรณินทร์ สัจวิริยทรัพย์ (2561) ศึกษาตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รายเดือนของประเทศไทย ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 โดยใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบต่างๆ 3 เกณฑ์ คือ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ พบว่า ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าที่เหมาะสมอาศัยข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 2 ค่ามีประสิทธิภาพที่สุด

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2562) ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาสุกรมีชีวิต 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ บราวน์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม โดยใช้ข้อมูลราคาสุกรมีชีวิตเฉลี่ยต่อเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนมกราคม 2561 แบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนกรกฎาคม 2561 สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำสุด และเกณฑ์รากของค่าความ

คลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์วิธีบอกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด

คชินทร์ โกกนุทาภรณ์ (2563) ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำ โดยใช้ข้อมูลราคาทองคำ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2555 ถึงเดือนธันวาคม 2562 แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2562 สำหรับเปรียบเทียบหาตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลของโฮลท์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2562 สำหรับการเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด พบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ วิธีบอกซ์-เจนกินส์

ดังนั้นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจึงมีความสนใจในงานของสายสมร วงศ์สวัสดิ์ ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินของประเทศไทย โดยดูตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเงินของประเทศไทย ทางผู้วิจัยจึงใช้ตัวแปรอิสระที่ได้มาช่วยในการสร้างตัวแบบที่เหมาะสมกับปริมาณเงินของประเทศไทย และในงานของวรางคณา เรียนสุทธิ์ และคชินทร์ โกกนุทาภรณ์ ได้ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาสุกรมีชีวิต 4 วิธี และการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำตามลำดับ โดยผู้วิจัยใช้วิธีบอกซ์-เจนกินส์ที่เป็นวิธีที่เหมาะสม มาช่วยในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย

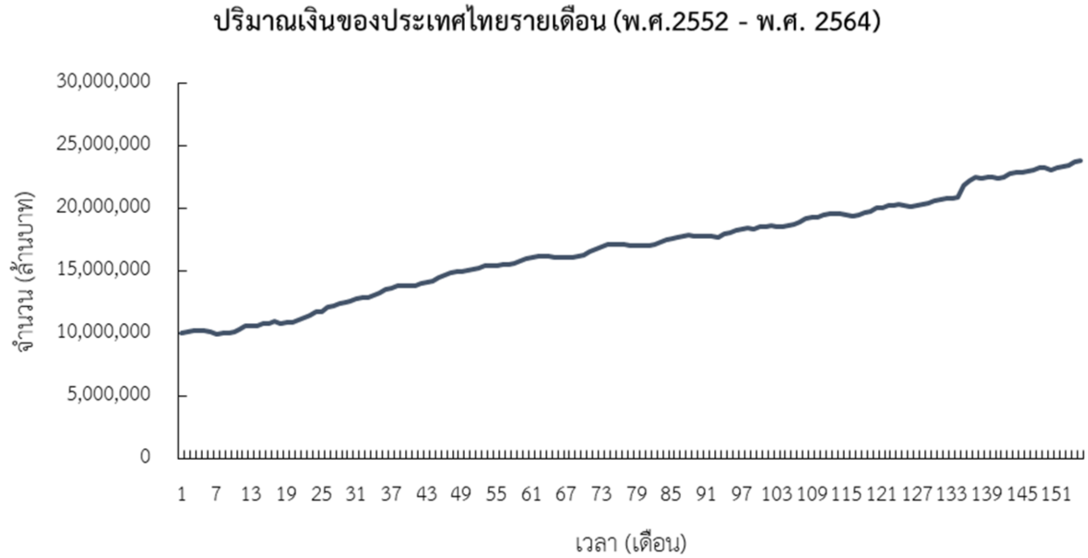
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยในการนำเนินการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจริงจำนวน 155 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ซึ่งเก็บรวบรวมมาจากเว็บไซต์ https://www.bot.or.th/ ของธนาคารแห่งประเทศไทย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 จำนวน 155 เดือน โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ จำเป็นต้องศึกษาตัวแปรอิสระ เพื่อนำตัวแปรอิสระนั้นมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อปริมาณของประเทศไทย ซึ่งตัวแปรอิสระที่ได้ศึกษามีทั้งหมด 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน (ล้านบาท) 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน (บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ) 3) เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน (ล้านบาท) 4) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน (ร้อยละ) 5) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน (ร้อยละ) 6) รายได้ของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) และ 7) รายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) มีตัวแปรตามคือปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (ล้านบาท) และการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ใช้ตัวแปรปริมาณในการวิเคราะห์ ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ กับวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยวัดความแม่นยำของการพยากรณ์จากค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (พ.ศ.2552 - พ.ศ.2564)

3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น

ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (X_1)

อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ (X_2)

เงินสำรองระหว่างประเทศ (X_3)

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (X_4)

อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก (X_5)

รายได้ของรัฐบาล (X_6)

รายจ่ายของรัฐบาล (X_7)

ตัวแปรตาม

ปริมาณเงินของประเทศไทย (Y)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้คือ โปรแกรม Microsoft Excel ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ และโปรแกรม RStudio ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ฟังก์ชันคำสั่ง ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

- library(readxl)
- library(tidyverse)
- library(car)
- library(RcmdrMisc)
- library(lmtest)
- library(tseries)
- library(modelr)
- pair() #แสดงรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ
- cor() #แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ
- lm() #กำหนดรูปแบบตัวแปรเข้าสมการ
- summary() #วิเคราะห์ตัวแบบ
- durbinWatsonTest() #ทดสอบ Durbin-Watson
- normalityTest() #ทดสอบการแจกแจงปรกติ
- bptest() #ทดสอบความแปรปรวน
- predict.lm() #คำนวณค่าพยากรณ์
- mape() #คำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

3.3.2 วิธีบอกซ์-เจนกินส์

- library(tseries)
- library(forcats)
- library(urca)
- library(trend)
- library(fpp2)
- library(ggplot2)
- library(stats)
- ts() #สร้างข้อมูลอนุกรมเวลา
- plot() #สร้างกราฟ
- acf() #แสดงกราฟการเคลื่อนไหวของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง
- pacf() #แสดงกราฟการเคลื่อนไหวของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

- kpss.test() #ทดสอบความคงที่ของอนุกรมเวลา
- diff() #การหาผลต่างสำหรับการแปลงความคงที่ของอนุกรมเวลา
- arima() #กำหนดรูปแบบตัวแบบพยากรณ์
- checkresiduals() #ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ
- t.test() #การทดสอบที
- var.test() #ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน
- ks.test() #ทดสอบการแจกแจงปรกติ

3.4 วิธีการดำเนินการศึกษาและแผนการดำเนินงาน

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ ระบุขอบเขตของการศึกษา และประโยชน์ที่ได้รับ
2. ศึกษาและค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. วางแผนการดำเนินงาน
4. เก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บจากธนาคารแห่งประเทศไทยเป็นข้อมูลแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 จำนวน 155 เดือน โดยทั้งหมด 8 ตัวแปร ได้แก่ 1) ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ 3) เงินสำรองระหว่างประเทศ 4) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 5) อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก 6) รายได้ของรัฐบาล 7) รายจ่ายของรัฐบาล และ 8) ปริมาณเงินของประเทศไทย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยทฤษฎีที่ใช้ คือ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ และการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ กับวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)
6. สรุปผลที่ได้รับจากการดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะพร้อมจัดทำรายงาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

จากการศึกษาวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยใช้ข้อมูลปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (ล้านบาท) ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน (ล้านบาท) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน (บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ) เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน (ล้านบาท) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน (ร้อยละ) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน (ร้อยละ) รายได้ของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) และรายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) นับตั้งแต่เดือนมกราคมพ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤษจิกายนพ.ศ. 2564 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีแปลงข้อมูล ด้วยโปรแกรม R studio

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ข้อมูลทั้งหมด 155 เดือน ได้ผลดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.3 สมการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ทั่วไป

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา มีดังนี้

ตัวแปรตาม

Y : ปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (ล้านบาท)

ตัวแปรอิระ

X_1 : ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน (ล้านบาท)

X_2 : อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน (บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ)

X_3 : เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน (ล้านบาท)

X_4 : อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน (ร้อยละ)

X_5 : อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน (ร้อยละ)

X_6 : รายได้ของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท)

X_7 : รายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท)

ตารางที่ 4.1.1 ผลสรุปข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด (Max.)	ค่าสูงสุด (Min.)	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ค่ามัธยฐาน (Median)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (s.d.)
Y	23,826,627	10,003,328	16,809,450	17,113,914	3918,636
X_1	4,337,937	2,342,870	3,440,644	3,416,379	566,813.8000
X_2	36.1600	29.0800	32.3800	32.2900	1.7405
X_3	8,293,598	3,862,466	5,989,340	5,634,631	1,027,201
X_4	18.0000	10.4500	15.6800	16.1300	2.4036
X_5	0.8700	0.2500	0.4374	0.4000	0.1818
X_6	381,711	80,821	181,415	167,173	61,647.1500
X_7	483,528	95,378	212,194	198,538	68,908.1900

จากตารางที่ 4.1.1 ปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 23,826,627 ล้านบาท ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 10,003,328 ล้านบาท ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 16,809,450 ล้านบาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3918,636 ล้านบาท

ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 4,337,937 ล้านบาท ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 2,342,870 ล้านบาท ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3,440,644 ล้านบาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 566,813.8000 ล้านบาท

อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 36.1600 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 29.0800 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 32.3800 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.7405 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ

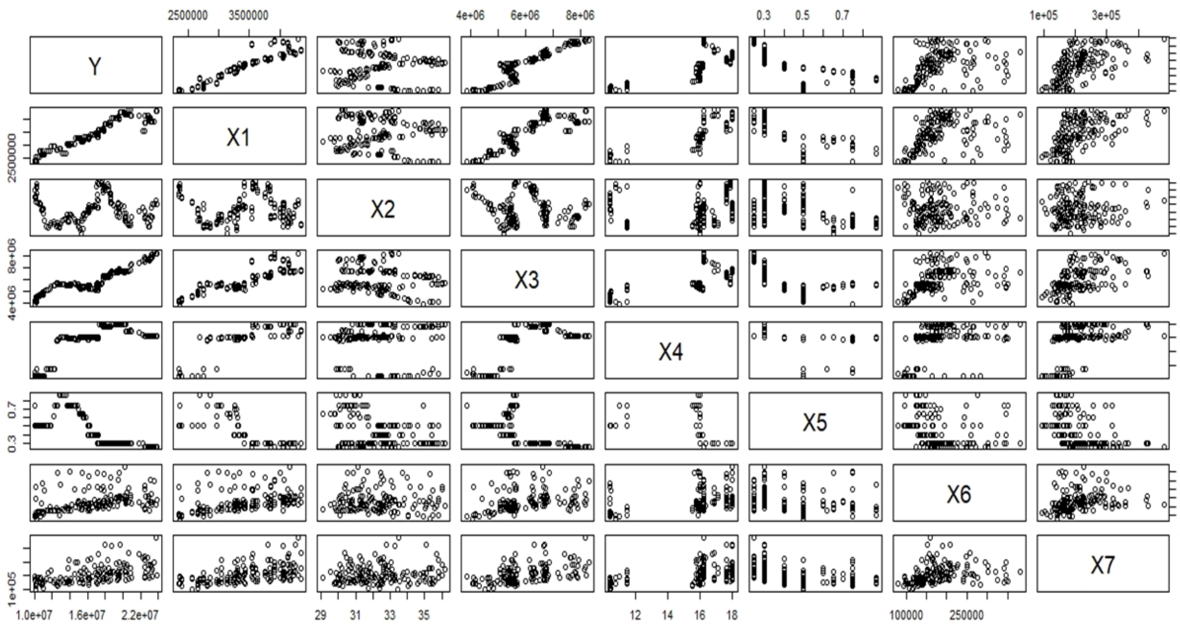
เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 8,293,598 ล้านบาท ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 3,862,466 ล้านบาท ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5,989,340 ล้านบาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1,027,201 ล้านบาท

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 18.0000 ค่าต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 10.4500 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 15.6800 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 2.4036

อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 0.8700 ค่าต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 0.2500 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.4374 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 0.1818

รายได้ของรัฐบาลรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 381,711 ล้านบาท ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 80,821 ล้านบาท ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 181,415 ล้านบาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 61,647.1500 ล้านบาท

รายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 483,528 ล้านบาท ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 95,378 ล้านบาท ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 212,194 ล้านบาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 68,908.1900 ล้านบาท



รูปที่ 4.1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ตารางที่ 4.1.2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการวิเคราะห์

	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Y	1.0000	0.9309 (0.0000)	-0.0374 (0.6439)	0.9326 (0.0000)	0.7594 (0.0000)	-0.7306 (0.0000)	0.3684 (0.0000)	0.5392 (0.0000)
X_1	0.9309 (0.0000)	1.0000	-0.0260 (0.7485)	0.8500 (0.0000)	0.8040 (0.0000)	-0.7289 (0.0000)	0.3672 (0.0000)	0.5535 (0.0000)
X_2	-0.0374 (0.6439)	-0.0260 (0.7485)	1.0000	-0.1657 (0.0393)	0.0247 (0.7607)	-0.3876 (0.0000)	0.0085 (0.9157)	0.0688 (0.3951)
X_3	0.9326 (0.0000)	0.8500 (0.0000)	-0.1657 (0.0393)	1.0000	0.6456 (0.0000)	-0.6154 (0.0000)	0.3427 (0.0000)	0.4997 (0.0000)
X_4	0.7594 (0.0000)	0.8040 (0.0000)	0.0247 (0.7607)	0.6456 (0.0000)	1.0000	-0.3880 (0.0000)	0.3871 (0.0000)	0.4166 (0.0000)
X_5	-0.7306 (0.0000)	-0.7289 (0.0000)	-0.3876 (0.0000)	-0.6154 (0.0000)	-0.3880 (0.0000)	1.0000	0.2648 (0.0009)	-0.4005 (0.0000)
X_6	0.3684 (0.0000)	0.3672 (0.0000)	0.0086 (0.9157)	0.3427 (0.0000)	0.3871 (0.0000)	0.2648 (0.0009)	1.0000	0.2450 (0.0021)
X_7	0.5392 (0.0000)	0.5535 (0.0000)	0.0688 (0.3951)	0.4997 (0.0000)	0.4166 (0.0000)	-0.4005 (0.0000)	0.2450 (0.0021)	1.0000

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บ คือ ค่า p-value

จากตารางที่ 4.1.2 พบว่า ปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือนมีความสัมพันธ์แปรผันตามกับผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน เท่ากับ 0.9309 0.9326 และ 0.7594 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือนมีความสัมพันธ์แปรผกผันมากกับปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน และเงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน เท่ากับ -0.7306 -0.7289 และ -0.6154 ตามลำดับ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลได้ผลการวิเคราะห์ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ได้ดังนี้

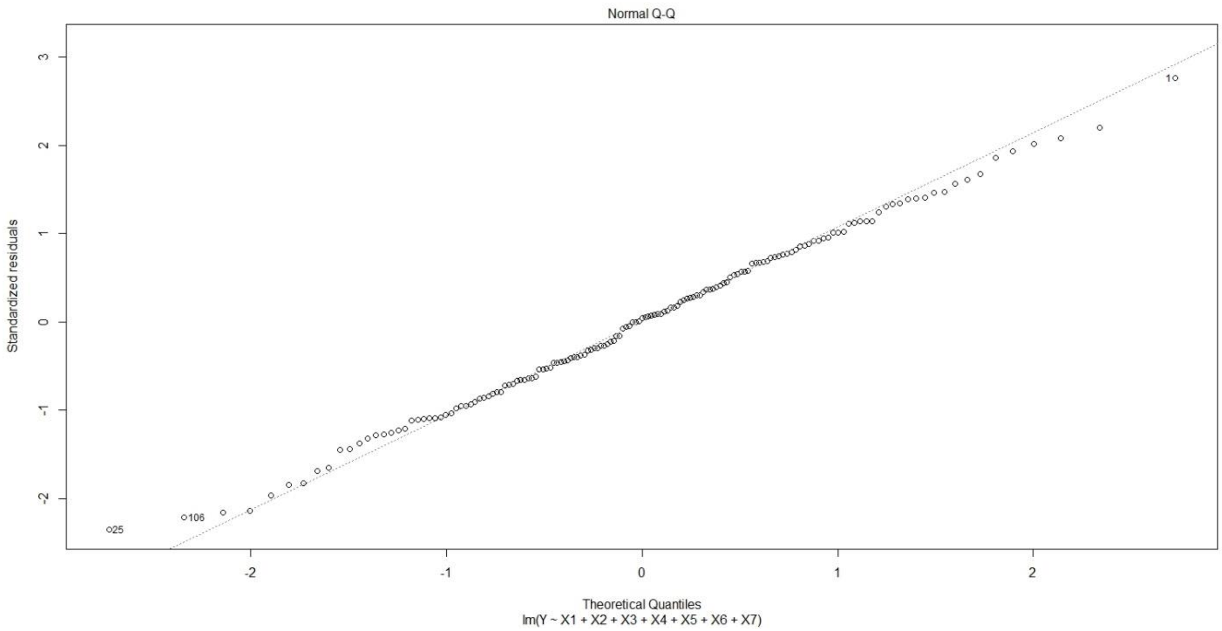
1) เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว

ตารางที่ 4.1.3 ผลการวิเคราะห์ตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว

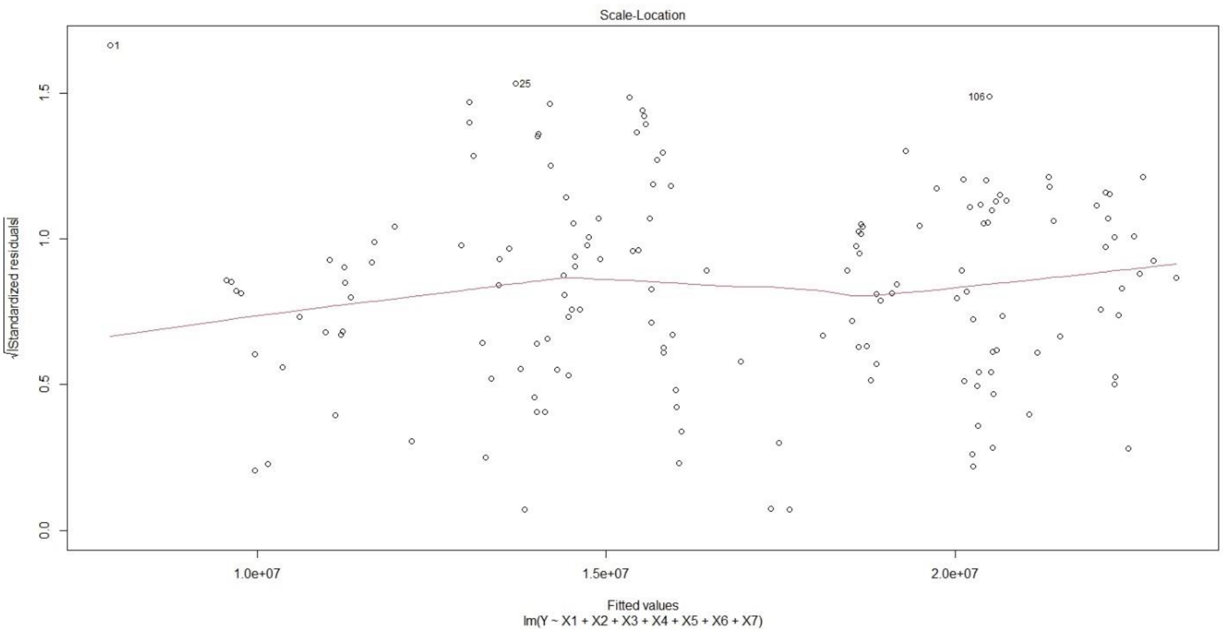
ตัวแปร	Estimate	Std. Error	t	VIF	p-value
ค่าคงที่ (Intercept)	4.822e+06	2.815e+06	1.713	-	0.089
X_1	3.998e-01	4.521e-01	0.884	14.986	0.378
X_2	-1.637e+05	5.968e+04	-2.743	2.462	0.007
X_3	1.945e+00	1.309e-01	14.856	4.128	2e-16
X_4	4.305e+05	6.437e+04	6.688	5.462	4.40e-10
X_5	-6.258e+06	9.179e+05	-6.818	6.355	2.23e-10
X_6	-9.257e-01	1.186e+00	-0.781	1.220	0.436
X_7	1.973e+00	1.191e+00	1.657	1.536	0.010
F-statistic: 479.6 p-value: < 2.2e-16					
R-squared: 0.9581 Adjusted R-squared: 0.9561 Residual standard error: 821500					

จากตารางที่ 4.1.3 ได้สมการพยากรณ์คือ $\hat{Y}_i = 4822000 + 0.03998(X_1) - 163700(X_2) + 1.945(X_3) + 430500(X_4) - 6258000(X_5) - 0.9257(X_6) + 1.973(X_7)$ และพบว่า ค่าสถิติ F เท่ากับ 479.6 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแล้ว เท่ากับ 0.9561 และ p-value: < 2.2e-16 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ ตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยการวิเคราะห์ค่าส่วนเหลือ พบว่า ค่า D-W เท่ากับ 0.2149 และ p-value = 0.0000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงไม่เป็นไปตามข้อสมมติของตัวแบบวิเคราะห์ เมื่อทำการพล็อตกราฟ Normal Q-Q plot และทำการทดสอบการแจกแจงปรกติของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่า ค่าสถิติ Shapiro-Wilk เท่ากับ 0.9957 และ p-value = 0.932 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงยอมรับบสมมติฐานหลัก นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน พบว่า p-value = 0.3672 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่า

ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเมื่อพิจารณาค่า VIF พบว่า ตัวแปร X_1 หรือผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ มีค่า VIF มากแสดงถึงการเกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ จึงสมควรนำออกจากตัวแบบ



รูปที่ 4.1.2 แสดงการแจกแจงปรกติของความคลาดเคลื่อนของตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว



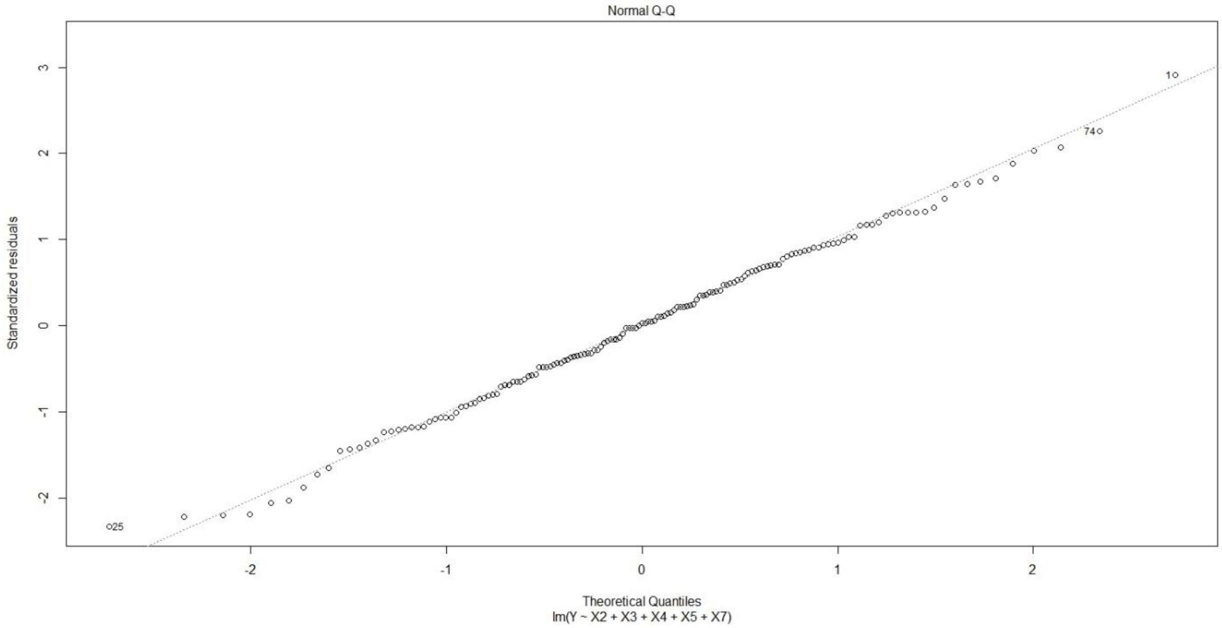
รูปที่ 4.1.3 แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ของตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว

2) เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระแล้วด้วยวิธี stepwise

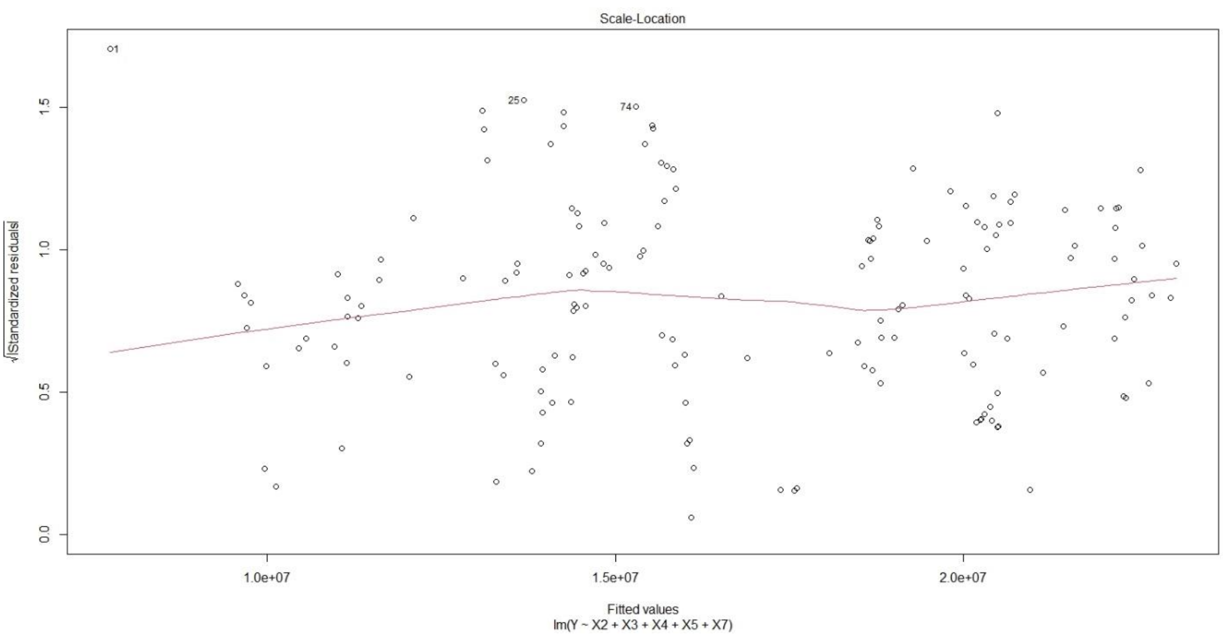
ตารางที่ 4.1.4 ผลการวิเคราะห์ตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise

ตัวแปร	Estimate	Std. Error	t	VIF	p-value
ค่าคงที่ (Intercept)	6.259e+06	2.212e+06	2.830	-	0.005
X_2	-1.893e+05	5.123e+04	-3.696	1.820	0.000
X_3	1.978e+00	1.241e-01	15.932	3.722	< 2e-16
X_4	4.687e+05	3.735e+04	12.549	1.845	< 2e-16
X_5	-6.258e+06	9.179e+05	-6.818	2.748	< 2e-16
X_7	2.233e+00	1.134e+00	1.969	1.398	0.051
F-statistic: 479.6 p-value: < 2.2e-16					
R-squared: 0.9581 Adjusted R-squared: 0.9561 Residual standard error: 821500					

จากตารางที่ 4.1.3 ได้สมการพยากรณ์คือ $\hat{Y}_i = 6259000 - 189300(X_2) + 1.978(X_3) + 468700(X_4) - 6258000(X_5) + 2.233(X_7)$ และพบว่า ค่าสถิติ F เท่ากับ 673.3 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแล้ว เท่ากับ 0.9562 และ p-value: < 2.2e-16 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ ตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยการวิเคราะห์ค่าส่วนเหลือ พบว่า ค่า D-W เท่ากับ 0.2388 และ p-value = 0.0000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทำการพล็อตกราฟ Normal Q-Q plot และทำการทดสอบการแจกแจงปรกติของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่า ค่าสถิติ Shapiro-Wilk เท่ากับ 0.9956 และ p-value = 0.9285 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงยอมรับบสมมติฐานหลัก นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน พบว่า p-value = 0.5828 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ และเมื่อพิจารณาค่า VIF พบว่าไม่มีตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่น



รูปที่ 4.1.4 แสดงการแจกแจงปรกติของความคลาดเคลื่อนของตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise



รูปที่ 4.1.5 แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ของตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise

4.1.3 สมการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย

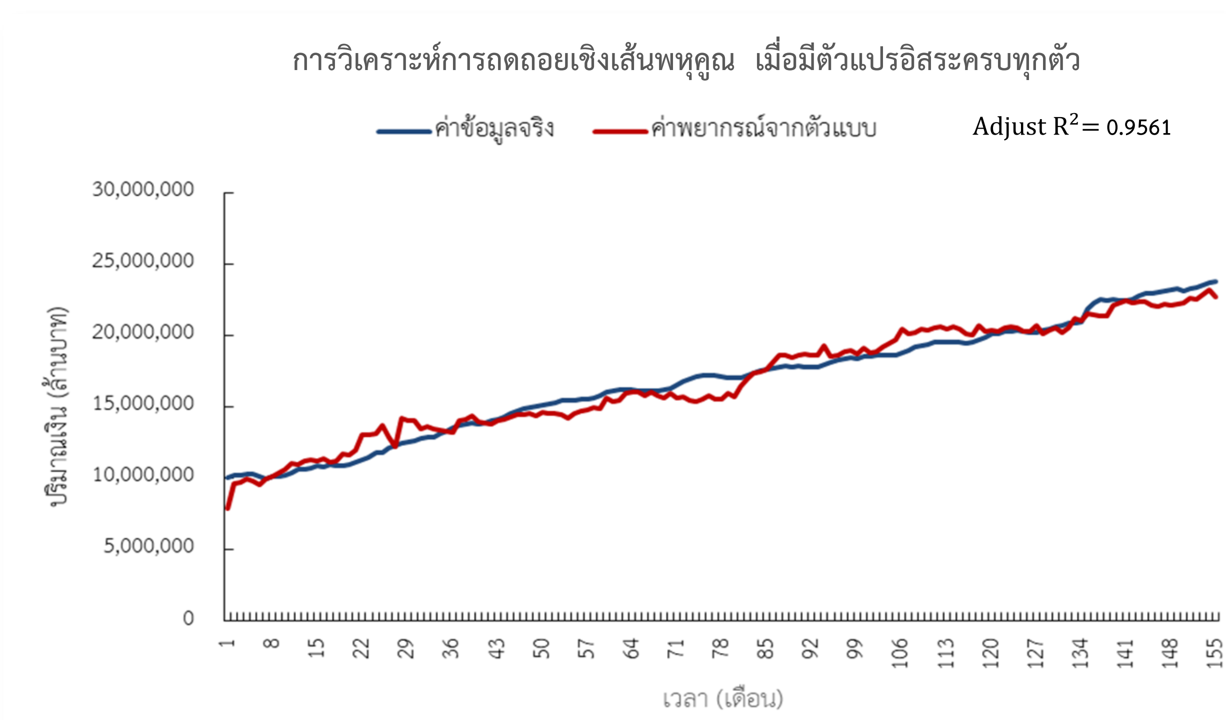
ได้ตัวแบบการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยที่ i คือจำนวนค่าสังเกต $i = 1, 2, \dots, 155$ ดังนี้

– เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว

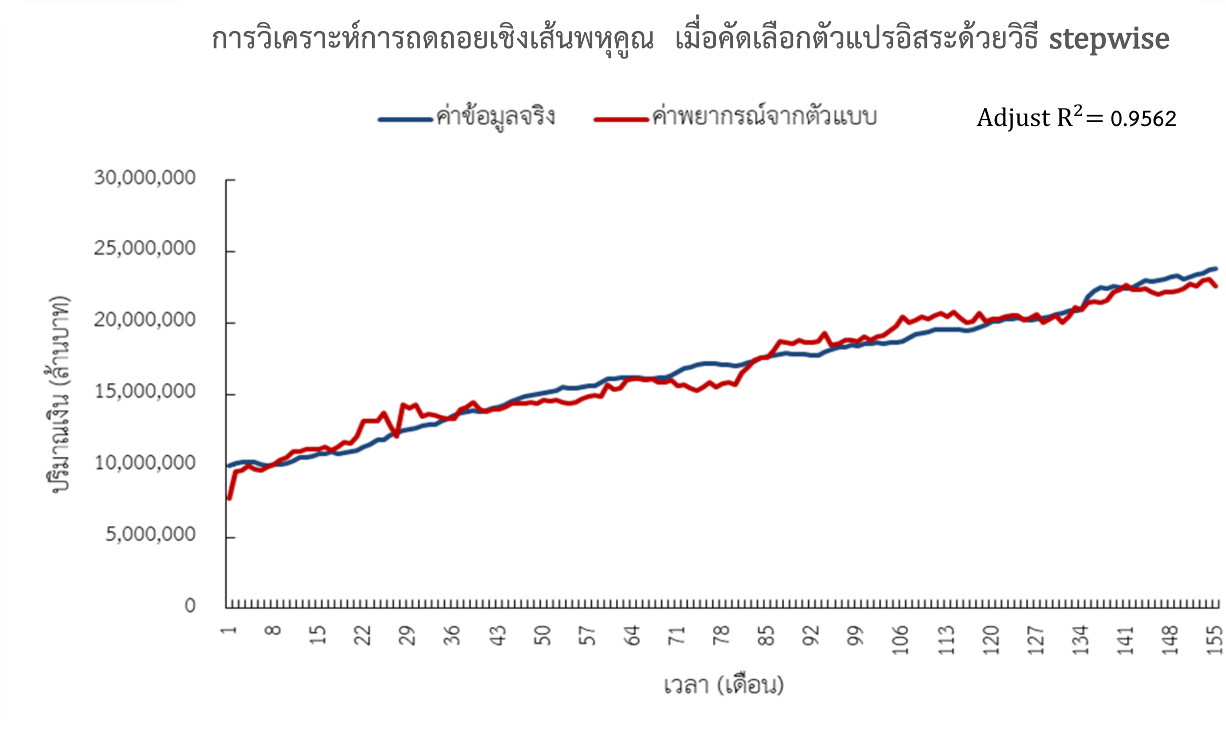
$$\hat{Y}_i = 4822000 + 0.03998(X_{1i}) - 163700(X_{2i}) + 1.945(X_{3i}) + 430500(X_{4i}) - 6258000(X_{5i}) - 0.9257(X_{6i}) + 1.973(X_{7i}) \quad \text{.......... (4.1)}$$

– เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise

$$\hat{Y}_i = 6259000 - 189300(X_{2i}) + 1.978(X_{3i}) + 468700(X_{4i}) - 6258000(X_{5i}) + 2.233(X_{7i}) \quad \text{.......... (4.2)}$$



รูปที่ 4.1.6 แสดงค่าพยากรณ์ของปริมาณเงินของประเทศไทยจากการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว

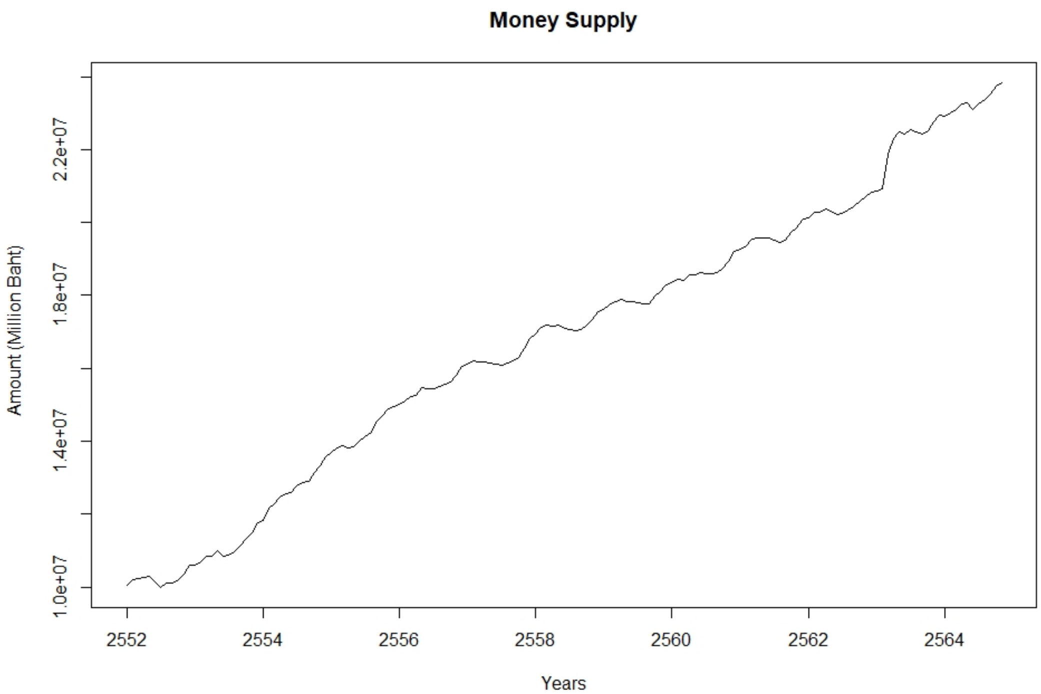


รูปที่ 4.1.7 แสดงค่าพยากรณ์ของปริมาณเงินของประเทศไทยจากการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise

จากรูปที่ 4.1.6 แสดงค่าพยากรณ์ของปริมาณเงินของประเทศไทยจากการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Adjust R^2) เท่ากับ 0.9561 และ รูปที่ 4.1.7 แสดงค่าพยากรณ์ของปริมาณเงินของประเทศไทยจากการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี แสดงค่าพยากรณ์ของปริมาณเงินของประเทศไทยจากการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Adjust R^2) เท่ากับ 0.9562 จากผลลัพธ์ทั้งสองรูปพบว่า การพยากรณ์จากตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากกว่าตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว โดยตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise สามารถอธิบายความผันแปรตัวแปรตามได้ 95.62% ได้ตัวแปรอิสระประกอบด้วยอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน และรายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน

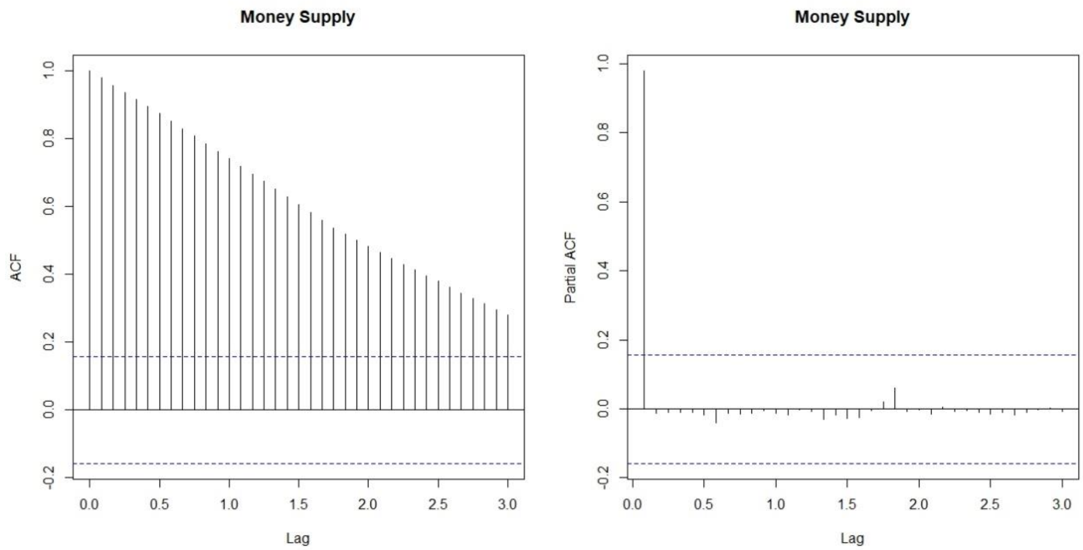
4.2 การพยากรณ์วิธีบอกซ์-เจนกินส์

จากการศึกษาการพยากรณ์วิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (ล้านบาท) ตั้งแต่เดือนมกราคมพ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤษจิกายนพ.ศ. 2564 จำนวน 155 ค่า



รูปที่ 4.2.1 อนุกรมเวลารายเดือนของปริมาณเงินของประเทศไทย

4.2.1 พิจารณาความคงที่ของข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทย

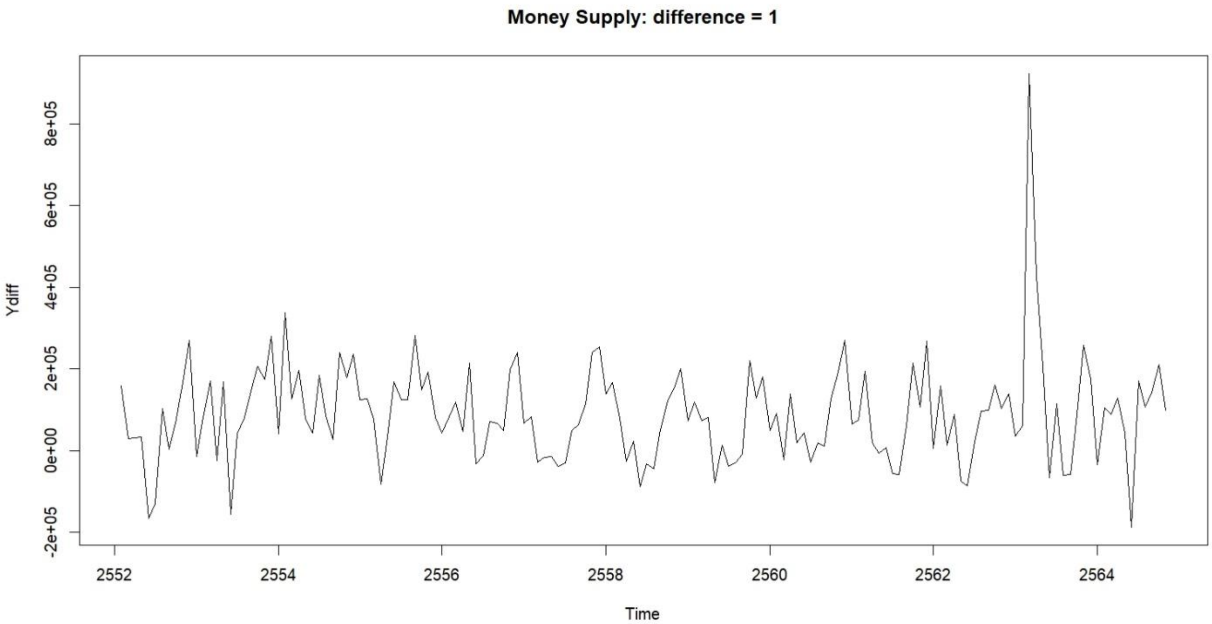


รูปที่ 4.2.2 แสดงการเคลื่อนไหวของ ACF และ PACF สำหรับอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทย

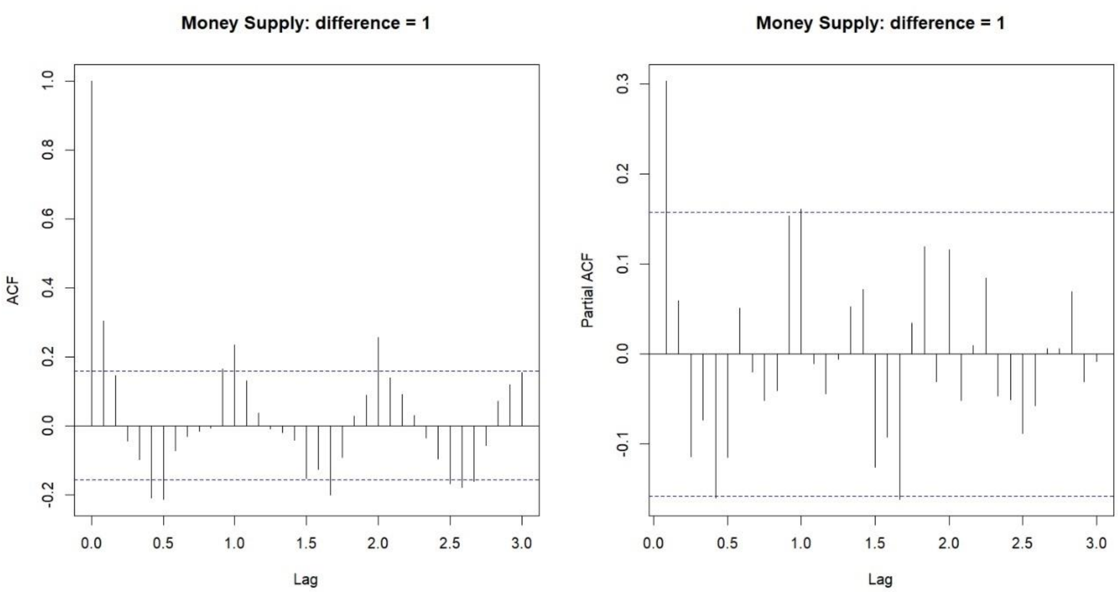
ตารางที่ 4.2.1 แสดงผลการทดสอบความคงที่ของอนุกรมเวลาปริมาณของประเทศไทย

ค่าสถิติ KPSS	**p-value**
3.1138	0.01

จากรูปที่ 4.2.1 จะเห็นได้ว่าข้อมูลปริมาณเงินของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากตารางที่ 4.2.1 การทดสอบความคงที่ของอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน พบว่า ค่าสถิติ KPSS เท่ากับ 3.1138 และ p-value เท่ากับ 0.01 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือข้อมูลปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือนเป็นอนุกรมเวลาแบบไม่คงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะทำการปรับข้อมูลอนุกรมเวลาให้คงที่ด้วยการหาผลต่างครั้งที่ 1



รูปที่ 4.2.3 แสดงอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทยด้วยการหาผลต่างครั้งที่ 1



รูปที่ 4.2.4 แสดงการเคลื่อนไหวของ ACF และ PACF สำหรับอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทย ด้วยการหาผลต่างครั้งที่ 1

ตารางที่ 4.2.2 แสดงผลการทดสอบความคงที่ของอนุกรมเวลาปริมาณของประเทศไทยด้วยการหาผลต่างครั้งที่ 1

ค่าสถิติ KPSS	p-value
0.0675	0.1

จากตารางที่ 4.2.2 การทดสอบความคงที่ของอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือนด้วยการหาผลต่างครั้งที่ 1 พบว่า ค่าสถิติ KPSS เท่ากับ 0.0675 และ p-value เท่ากับ 0.1 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ จึงยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือข้อมูลปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือนเมื่อหาผลต่างครั้งที่ 1 เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2.2 กำหนดตัวแบบพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย

การกำหนดตัวแบบ $\mathrm{ARIMA}(p,d,q)(P,D,Q)_S$ เป็นการกำหนดอันดับ (p,d,q) และ $(P,D,Q)_S$ จากการพิจารณาการเคลื่อนไหวของ ACF และ PACF สำหรับอนุกรมเวลาปริมาณเงินของประเทศไทยด้วยการหาผลต่างครั้งที่ 1 ได้ตัวแบบที่เป็นไปได้คือ $\mathrm{ARIMA}(0,1,1)(2,0,0)_{12}$

4.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ตารางที่ 4.2.3 แสดงค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของรูปแบบ $\mathrm{ARIMA}(0,1,1)(2,0,0)_{12}$

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
MA(1)	-0.9308	0.0644
SRA(1)	0.1506	0.0735
SRA(2)	0.4359	0.0975

4.2.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

ทำการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน โดยทำการทดสอบค่าเฉลี่ย (t-test) ทดสอบความแปรปรวน (F-test) และทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (Ljung-Box test)

ตารางที่ 4.2.4 การทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบปริมาณเงินของประเทศไทย

การทดสอบ	**ค่าสถิติ**	**p-value**
การแจกแจงปรกติ	$\mathrm{D} = 0.1299$	0.5376
ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์	$\mathrm{t} = 0.2190$	0.8269
ความแปรปรวนคงที่	$\mathrm{F} = 0.5902$	0.0227
ความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน	$Q_m = 27.5620$	0.1530

จากตารางที่ 4.2.4 พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเงินของประเทศไทย มีการแจกแจงปรกติ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ มีความแปรปรวนคงที่ และมีความเป็นอิสระกัน นั่นคือตัวแบบนี้มีความเหมาะสม

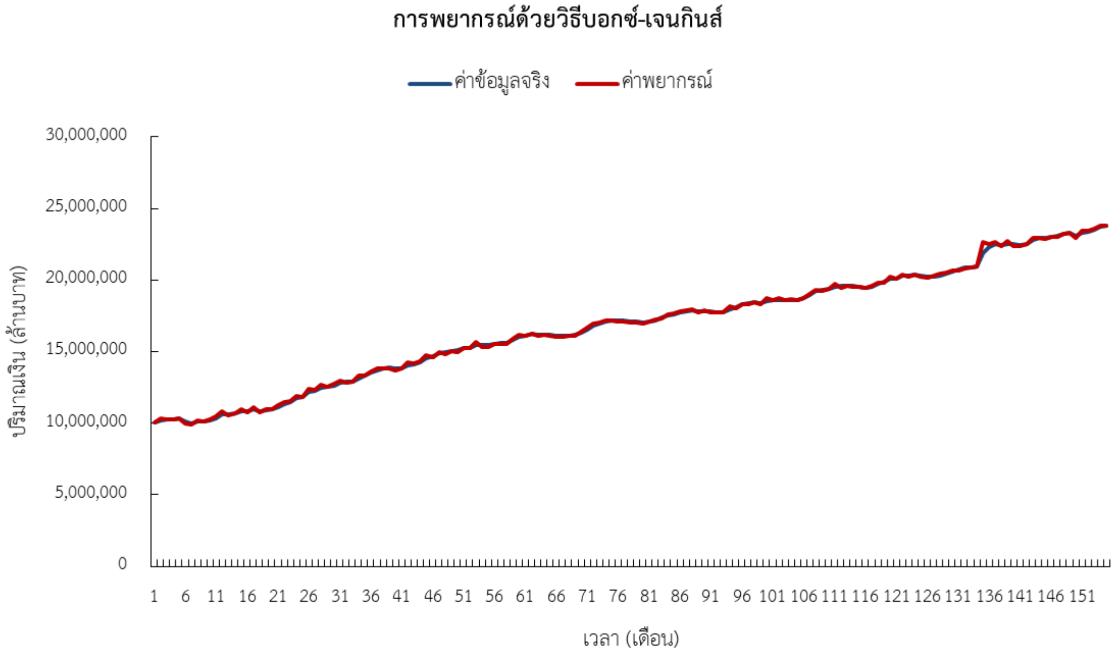
4.2.5 ตัวแบบพยากรณ์

จะได้รูปแบบสมการดังนี้

$$Y_t = \theta_0 + \Theta_{12}Y_{t-12} + \Theta_{24}Y_{t-24} - \Theta_{12}Y_{t-13} - \Theta_{24}Y_{t-25} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad \text{.......... (4.3)}$$

จากรูปแบบพยากรณ์ที่ได้ของปริมาณเงินของประเทศไทย คือ $\mathrm{ARIMA}(0,1,1)(2,0,0)_{12}$ และได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$Y_t = 89497.21 + 0.1506Y_{t-12} + 0.4359Y_{t-24} - 0.1506Y_{t-13} - 0.4359Y_{t-25} + 0.9308a_{t-1}$$



รูปที่ 4.2.5 แสดงค่าพยากรณ์ของปริมาณเงินของประเทศไทยจากการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

4.3 การวัดความถูกต้องของตัวแบบ

ตารางที่ 4.3.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของตัวแบบ

ตัวแบบ	MAPE
การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว	4.14
การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise	4.12
วิธีบอกซ์-เจนกินส์	0.49

จากตารางที่ 4.3.1 จากการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของตัวแบบแล้ว พบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของตัวแบบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.49%

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทย ซึ่งสถิติที่ใช้คือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมพ.ศ. 2552 ถึง เดือนพฤษจิกายนพ.ศ. 2564 จำนวน 155 เดือน โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ จำเป็นต้องศึกษาตัวแปรอิสระ เพื่อนำตัวแปรอิสระนั้นมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อปริมาณของประเทศไทย ซึ่งตัวแปรอิสระที่ได้ศึกษามีทั้งหมด 8 ตัวแปร ได้แก่ 1) ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศรายเดือน (ล้านบาท) 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน (บาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ) 3) เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน (ล้านบาท) 4) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน (ร้อยละ) 5) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน (ร้อยละ) 6) รายได้ของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) 7) รายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน (ล้านบาท) และ 8) ปริมาณเงินของประเทศไทยรายเดือน (ล้านบาท)

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ และเป็นไปตามข้อสมมติของตัวแบบ จึงสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี stepwise มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Adjust R^2) เท่ากับ 0.9562 ได้ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและสมการพยากรณ์คือ $\hat{Y}_i = 6259000 - 189300(X_2) + 1.978(X_3) + 468700(X_4) - 6258000(X_5) + 2.233(X_7)$ จากสมการถดถอยที่ได้สามารถอธิบายได้ว่าเมื่ออัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศรายเดือน (X_2) และอัตราดอกเบี้ยเงินฝากรายเดือน (X_5) มีค่าลดลง 1 หน่วยจะทำให้มีปริมาณเงินของประเทศไทยลดลง 189,300 และ6,258,000 ล้านบาทตามลำดับ ในขณะที่เงินสำรองระหว่างประเทศรายเดือน (X_3) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้รายเดือน (X_4) และรายจ่ายของรัฐบาลรายเดือน (X_7) มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ให้ปริมาณเงินของประเทศไทยเพิ่มขึ้น 1.978 468,700 และ2.233 ล้านบาทตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) มีค่าเป็น 4.12 %

จากการศึกษาการพยากรณ์ด้วย วิธีบอกซ์-เจนกินส์ จากรูปแบบพยากรณ์สามารถกำหนดรูปแบบได้ คือ $\mathrm{ARIMA}(0,1,1)(2,0,0)_{12}$ และได้ตัวแบบสมการพยากรณ์คือ $Y_t = 89497.21 + 0.1506Y_{t-12} + 0.4359Y_{t-24} - 0.1506Y_{t-13} - 0.4359Y_{t-25} + 0.9308a_{t-1}$ ทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) มีค่าเท่ากับ 0.49%

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาการหาตัวแบบทางสถิติเมื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อมีตัวแปรอิสระครบทุกตัว และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระแล้ว พบว่าการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีให้ตัวแบบที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจไม่แตกต่างกันมาก จึงเลือกวิธีที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่มากกว่า นั่นคือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระแล้ว และงานวิจัยมีความสอดคล้องคล้องกับ สายสมร วงศ์สวัสดิ์ ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินของประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงินทุนสำรองเงินตราต่างประเทศ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธนบัตร และเหรียญกษาปณ์ที่ถือในมือประชาชนในทิศทางเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงของปริมาณธนบัตรและเหรียญกษาปณ์ที่ถือในมือประชาชน และอัตราการเพิ่มของผลิตภัณฑ์ประชาชาติมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงินฝากเผื่อเรียกที่ถือในมือประชาชนในทิศทางเดียวกัน และการเปลี่ยนแปลงของรายจ่ายของรัฐบาล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสินเชื่อสุทธิในภาครัฐบาลในทิศทางเดียวกัน และจากการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ พบว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม และได้ค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) มีค่าเท่ากับ 0.49% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบที่ใช้ในการพยากรณ์วิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา ทำให้การพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทยที่อาศัยเพียงตัวแปรของเวลา จึงทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้จึงมีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อย ซึ่งการพยากรณ์ปริมาณเงินของประเทศไทยที่อาศัยตัวแปรอื่นมาร่วมวิเคราะห์ด้วยอาจทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเกิดขึ้น หรือตัวแบบไม่เป็นไปตามข้อสมมติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะเพิ่มตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่นอกเหนือจากที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เช่นอัตราดอกเบี้ยเชิงนโยบาย อัตราเงินเฟ้อ เป็นต้น

2. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเปรียบเทียบการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีอื่นนอกเหนือจากการศึกษาในครั้งนี้ เช่น การเพิ่มตัวแปรอิสระในตัวแบบการถดถอยเข้าไปในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average with external variable (ARIMAX)

บรรณานุกรม

คชินทร์ โกกนุทาภรณ์. (2563). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 5(1), 1-9. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2564, จาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/yru_jst/article/view/236350

จักรพันธ์ ชัยทัศน์. (2561). งบประมาณรายจ่ายของรัฐบาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ. วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร, 13(1), 101-114. สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2564, จากhttps://so02.tci- thaijo.org/index.php/BECJournal/article/view/86098/92398

จุฑามาศ ทองกันยา. (2549). การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนตามลักษณะภูมิประเทศในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน (รายงานการค้นคว้าอิสระ). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เฉลิมพล จตุพร. (2561). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวและการปรับตัวระยะสั้น คู่มือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางเศรษฐมิติ GRETL. สืบค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2564, จาก https://cj007blog.files.wordpress.com/2020/04/04-eg-cointegration-2nd-2018.pdf

ชัญญนิษฐ์ ไพรินทร์. (2551). การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของปริมาณเงินกับอัตราเงินเฟ้อของประเทศไทย (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2564, จาก https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:109946

ดวงใจ พรหมมินทร์. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ภาษีเงินได้นิติบุคคลและภาษีมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ. วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ, 8(16), 1-17. สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2564, จาก https://so01.tci-thaijo.org/index.php/econswu/article/view/117858

ทรงศักดิ์ ศรีบุจิตต์. (2547). เศรษฐมิติ: ทฤษฎีและการประยุกต์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะเศรษฐศาสตร์.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2549). การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทวกุล ชูช่อ, สุเมธ แก่นมณี และจักรกฤช เจียวิริยบุญญา. ปัจจัยที่มีอิทธิพลระหว่างการชำระเงินอิเล็กทรอนิกส์กับปริมาณเงินในประเทศไทย. Journal of Modern Learning Development, 6(1), 210-222. สืบค้นเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2564, จาก https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jomld/article/download/247244/167845/

ธัญชนก ศรีบุญเรือง. (2550). การพยากรณ์ยอดขายประกันอุบัติเหตุหมู่โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ (การค้นคว้าแบบอิสระศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2565, จาก https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:107150

ธีรศักดิ์ ทรัพย์วโรบล. (2564). การทดสอบปรากฏการณ์ Fisher Effect ในตลาดการเงินและตลาดพันธบัตรรัฐบาลของ ประเทศไทยด้วยวิธี Cointegration An Empirical Investigation of the Fisher Effect in Financial Market and Government Bond Market in Thailand: A Cointegration Approach. วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(2), 1-13.สืบค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2564, จาก https://so02.tci-thaijo.org/index.php/BECJournal/issue/view/17002

ปพิชญา ศิริสิทธิ์. (2562). การหาตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่(รายงานการค้นคว้าอิสระ). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรสิน สุภวาลย์. (2556). การวิเคราะห์การถดถอย (พิมพ์ครั้งที่ 1). พระนครศรีอยุธยา: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

มธุวลี พินิจมนตรี. (2544). การวิเคราะห์การถดถอยข้อมูลการออมของครัวเรือนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2564, จาก https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:98221

มุกดา แม้นมินทร์. (2549). อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. สำนักพิมพ์ประกายพรึก.

ลัดดาวัลย์ ธรรมวงศ์. (2552). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินกับอัตราการเจริญเติบโตทาง เศรษฐกิจของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง. สืบค้นเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2564, จาก https://library.lib.ru.ac.th/search*thx?/X{u0E1B}{u0E23}{u0E34}{u0E21}{u0E32}{u0E13}{u0E40}{u0E07}{u0E34}{u0E19}&SORT=D/X{u0E1B}{u0E23}{u0E34}{u0E21}{u0E32}{u0E13}{u0E40}{u0E07}{u0E34}{u0E19}&SORT=D&SUBKEY=%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%93%E0%B9%80%E0%B8%87%E0%B8%B4%E0%B8%99/1%2C121%2C121%2CB/frameset&FF=X{u0E1B}{u0E23}{u0E34}{u0E21}{u0E32}{u0E13}{u0E40}{u0E07}{u0E34}{u0E19}&SORT=D&7%2C7%2C

วรัชยา พรพงศา. (2561). ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพและความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์และตัวชี้วัดเศรษฐกิจของประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาในภูมิภาคเอเชีย. (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, สาขาวิชาการบริหารการเงิน

วรางคณา เรียนสุทธิ์. (2562). การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาสุกรมีชีวิต. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 11(2), 349-365. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2564, จาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/rmutsvrj/article/view/189311

วีนัส ฤาชัย. (2543). สถิติเศรษฐศาสตร์. เชียงใหม่ : คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศุภลักษณ์ ศรีวิไลย และสราวุธ ลักษณะโต. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์และร้อยละการเติบโตผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของประเทศในภูมิภาคอาเซียน. วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น, 6(3), 87-99. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2564, จาก https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jsa-journal/article/view/241377

สุภาพร อุ๊ตแก้ว. (2551). การวิเคราะห์การถดถอยปริมาณน้ำฝนในเขตจังหวัดเชียงใหม่ (รายงานการค้นคว้าอิสระ). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สายสมร วงศ์สวัสดิ์. (2559). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินของประเทศไทย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, 10(21), 70-78. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2564, จาก https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/issue/view/5389

สายสมร วงศ์สวัสดิ์. (2559). ผลกระทบของปริมาณเงินที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, 10(22), 89-98. สืบค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2564, จาก https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/issue/view/5392

แสงจันทร์ ศรีประเสริฐ และอภินันท์ จันตะนี. (2543). เศรษฐศาสตร์การเงินและธนาคาร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พิทักษ์อักษร

Bednarik, R., 2010. Money Supply and real GDP: The case of the Czech Republic. Retrieved November 23, 2021, from http://papaers.ssrn.com/so13/papaers.cfm?abstract_id=1539390.

Prasert Chaitip , Kanchana Chokethaworn , Chukiat Chaiboonsri , Monekeo Khounkhalax. (2015). Money Supply Influencing on Economic Growth-wide Phenomena of AEC Open Region. International Conference on Applied Economics (ICOAE) 2015. Retrieved November 23, 2021, from https://www.sciencedirect.com/journal/procedia-economics-and-finance/vol/24/suppl/C

Stephan Koloassa. (2017). What are the shortcomings of the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ?. Retrieved March 17, 2022, from https://stats.stackexchange.com/questions/299712/what-are-the-shortcomings-of-the-mean-absolute-percentage-error-mape

ภาคผนวก

ก

ตารางแสดงข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	10044057	2359124	34.9168	3862466	11	0.75	95525	190567
2	10202715	2359124	35.3258	4079426	10.75	0.5	80821	143956
3	10231803	2359124	35.7832	4123318	10.75	0.5	96646	182244
4	10264378	2342870	35.4573	4120184	11.5	0.5	102914	141127
5	10297551	2342870	34.5738	4171422	10.45	0.5	104550	143220
6	10132924	2342870	34.1377	4105108	10.45	0.5	264932	139299
7	10003328	2395561	34.0492	4196099	10.45	0.5	98714	163937
8	10106721	2395561	34.0205	4325332	10.45	0.5	93284	122433
9	10111451	2395561	33.8284	4415161	10.45	0.5	193777	172616
10	10179589	2561112	33.4118	4515558	10.45	0.5	115827	95378
11	10346188	2561112	33.284	4636947	10.45	0.5	118129	182215
12	10616239	2561112	33.2322	4617472	10.45	0.5	119169	172237
13	10601551	2750665	33.0353	4720817	10.45	0.5	115404	148848
14	10683909	2750665	33.1491	4691794	10.45	0.5	95323	182589
15	10855023	2750665	32.5077	4664613	10.45	0.5	120437	149985
16	10831395	2652164	32.2877	4770343	10.45	0.5	164648	128096
17	11001115	2652164	32.3946	4668516	10.45	0.5	117738	104038
18	10845954	2652164	32.4723	4760575	10.45	0.5	283384	134691
19	10886627	2656614	32.3265	4890612	10.5	0.5	109897	142491
20	10967388	2656614	31.7424	4857036	10.5	0.5	107479	109725
21	11115259	2656614	30.8341	4962516	10.5	0.5	241188	161626
22	11322881	2748702	29.9704	5127571	11.5	0.5	124854	176149
23	11496988	2748702	29.886	5074995	11.5	0.5	125512	222584
24	11778110	2748702	30.1176	5189687	11.5	0.5	144694	164359

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
25	11818917	2960302	30.5839	5419928	11.5	0.5	129902	234081
26	12157275	2960302	30.7164	5493245	11.5	0.62	126718	153935
27	12283648	2960302	30.3684	5501088	11.5	0.75	127476	170670
28	12481271	2810921	30.0541	5684357	15.5	0.75	141447	133850
29	12560026	2810921	30.2456	5619962	15.5	0.75	128165	126770
30	12603119	2810921	30.5173	5684575	15.63	0.75	342273	149976
31	12788704	2852152	30.0732	5580374	15.88	0.87	99318	142119
32	12873246	2852152	29.8835	5652710	15.88	0.87	126039	139965
33	12901794	2852152	30.4244	5611231	16	0.87	275649	188850
34	13143074	2683531	30.8905	5588563	16	0.87	133224	166509
35	13322122	2683531	30.9566	5563512	16	0.87	125164	150234
36	13559129	2683531	31.2191	5551949	16	0.87	146695	172607
37	13684472	3046078	31.5779	5542284	16	0.75	138806	150325
38	13811949	3046078	30.7281	5455984	15.88	0.75	124873	258126
39	13889632	3046078	30.6963	5528720	15.88	0.75	138801	316046
40	13808521	2993447	30.8882	5497363	15.88	0.75	140817	157170
41	13842798	2993447	31.3418	5477589	15.88	0.75	143136	144922
42	14011976	2993447	31.6558	5557209	15.88	0.75	350154	157354
43	14136870	3051976	31.6549	5535736	15.88	0.75	127504	178523
44	14261209	3051976	31.4356	5622400	15.88	0.75	159709	152450
45	14542998	3051976	30.9991	5660123	15.88	0.75	248787	207110
46	14692073	3265841	30.6937	5567847	15.75	0.75	149311	296322
47	14884833	3265841	30.7092	5574310	15.75	0.75	168805	296867
48	14965674	3265841	30.6366	5562107	15.75	0.7	184179	173933

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
49	15010190	3287583	30.0686	5413802	15.75	0.7	174973	208021
50	15092780	3287583	29.8252	5341754	16	0.65	142568	150379
51	15212616	3287583	29.5191	5209981	16	0.65	159046	225477
52	15260977	3139844	29.0765	5232628	16	0.65	131629	185269
53	15476208	3139844	29.784	5289773	16	0.65	170630	137855
54	15444486	3139844	30.839	5319479	16	0.65	344907	169370
55	15433360	3178279	31.1306	5401214	16	0.65	130334	167707
56	15505225	3178279	31.6133	5415671	16	0.6	163781	148235
57	15572400	3178279	31.7143	5408338	16	0.6	243305	215684
58	15622614	3309452	31.2181	5352007	16	0.6	179528	257326
59	15821643	3309452	31.6403	5377488	16	0.6	153159	241806
60	16062482	3309452	32.3538	5490918	15.75	0.5	163710	317078
61	16129179	3322196	32.943	5505806	15.75	0.5	167361	210646
62	16211972	3322196	32.6514	5486831	16	0.5	128088	173156
63	16184821	3322196	32.3936	5432989	16	0.4	141721	166221
64	16168422	3242837	32.3198	5459693	16	0.4	136138	187348
65	16154938	3242837	32.5304	5497349	16	0.4	159820	145550
66	16116009	3242837	32.5144	5457985	16	0.4	324371	164736
67	16086326	3257779	32.1011	5422087	16	0.4	129071	183972
68	16135041	3257779	32.0089	5352708	16	0.4	133134	133240
69	16198823	3257779	32.1887	5229767	16.13	0.4	259564	215551
70	16314321	3407492	32.4575	5222770	16.13	0.4	166104	324819
71	16554381	3407492	32.7925	5202773	16.13	0.4	144215	195415
72	16809042	3407492	32.9082	5178895	16.13	0.4	186470	270737

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
73	16947602	3431888	32.7378	5085286	16.13	0.4	162172	215671
74	17113914	3431888	32.5715	5080469	16.13	0.4	142868	145246
75	17193104	3431888	32.634	5087877	16.13	0.4	173661	248530
76	17166475	3333291	32.5163	5295787	16.13	0.4	149338	191189
77	17190904	3333291	33.5589	5344922	15.88	0.4	162712	157043
78	17103883	3333291	33.7316	5412933	15.88	0.4	346960	201477
79	17071604	3416379	34.3114	5520663	15.88	0.4	141062	214333
80	17027719	3416379	35.4279	5591783	15.88	0.4	165688	147878
81	17080201	3416379	36.0243	5655040	16	0.3	265732	198538
82	17201009	3561922	35.7178	5634631	16	0.3	156339	359987
83	17354610	3561922	35.7833	5585989	17.88	0.3	178396	228620
84	17554630	3561922	36.0144	5646554	17.88	0.3	249251	283852
85	17628999	3597737	36.1615	5724405	17.88	0.3	151917	242722
86	17748543	3597737	35.6041	5999096	17.88	0.3	141691	160223
87	17821574	3597737	35.2364	6167832	17.88	0.3	182495	259450
88	17902958	3557050	35.0947	6239178	17.62	0.3	167508	223298
89	17825307	3557050	35.4528	6269091	17.62	0.3	240541	172719
90	17838170	3557050	35.3045	6288252	17.62	0.3	340512	253568
91	17800827	3628315	35.0706	6284603	17.62	0.3	155618	179346
92	17772742	3628315	34.7185	6262280	17.62	0.3	183048	158223
93	17765549	3628315	34.7365	6263168	17.62	0.3	264450	213728
94	17986304	3807235	35.0603	6309682	17.62	0.3	151054	432849
95	18114619	3807235	35.3277	6222826	17.62	0.3	204948	175274
96	18295749	3807235	35.8084	6155783	17.62	0.3	193740	319022

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
97	18345560	3830606	35.4327	6305227	17.62	0.3	167173	254917
98	18436681	3830606	35.0172	6386043	17.62	0.3	139302	157475
99	18414542	3830606	34.9022	6230944	17.62	0.3	183805	223614
100	18553810	3753348	34.4532	6386349	17.62	0.3	160730	216843
101	18574127	3753348	34.4515	6275583	17.62	0.3	216954	199400
102	18617776	3753348	33.9992	6305905	17.62	0.3	319598	224890
103	18590428	3854593	33.7475	6342364	17.62	0.3	162375	222100
104	18609457	3854593	33.2612	6539327	17.62	0.3	188561	164619
105	18622205	3854593	33.151	6650591	17.62	0.3	265794	205899
106	18749249	4050117	33.2541	6662268	18	0.3	188550	426030
107	18942857	4050117	32.9263	6623431	18	0.3	153212	230165
108	19212873	4050117	32.666	6615482	18	0.3	203702	288941
109	19277817	4053070	31.8798	6731898	18	0.3	194196	224165
110	19354026	4053070	31.4758	6693492	18	0.3	156944	165540
111	19549464	4053070	31.2594	6730413	18	0.3	187613	209707
112	19569290	3999458	31.3148	6779442	18	0.3	210453	246054
113	19563179	3999458	31.9697	6803196	18	0.3	202968	185104
114	19571115	3999458	32.4702	6858421	18	0.3	344855	299431
115	19515727	4065277	33.2698	6842758	18	0.3	181206	202509
116	19457487	4065277	33.0248	6696907	18	0.3	199422	174443
117	19518512	4065277	32.6181	6620728	18	0.3	301128	229471
118	19733639	4255538	32.7718	6712565	18	0.3	208079	429198
119	19840154	4255538	32.9695	6685360	18	0.3	199631	225752
120	20109643	4255538	32.7009	6666267	18	0.3	207529	269192

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
121	20116050	4220390	31.8139	6556982	18	0.3	207258	293848
122	20275685	4220390	31.3075	6694182	18	0.3	170010	199750
123	20288970	4220390	31.7285	6748482	18	0.3	173379	225147
124	20378259	4154137	31.8596	6721913	18	0.3	189305	262371
125	20305324	4154137	31.7958	6667145	18	0.3	206092	164112
126	20218762	4154137	31.1251	6633303	18	0.3	381711	227042
127	20240395	4179947	30.7927	6720429	18	0.3	187805	230094
128	20338459	4179947	30.768	6747321	16.87	0.3	182326	167659
129	20437342	4179947	30.5704	6742726	16.87	0.3	227092	280951
130	20598791	4337937	30.3665	6723806	16.87	0.3	256236	366948
131	20702025	4337937	30.2439	6681266	16.87	0.3	175186	176824
132	20841010	4337937	30.2228	6756943	17.12	0.3	216871	252186
133	20875700	4137075	30.4396	7170455	17.12	0.3	198710	216216
134	20936712	4137075	31.3392	7259071	16.87	0.3	164867	186016
135	21859688	4137075	32.1078	7405300	16.75	0.3	174492	358789
136	22289133	3534836	32.6341	7628012	16.35	0.3	152437	337033
137	22495100	3534836	32.0391	7552008	16.22	0.25	132678	189328
138	22429835	3534836	31.1561	7461291	16.22	0.25	250600	261499
139	22545523	3853530	31.4171	7816099	16.22	0.25	209894	223178
140	22485755	3853530	31.2168	7909919	16.22	0.25	142142	183198
141	22427108	3853530	31.3565	7949346	16.22	0.25	270381	319350
142	22516771	4128440	31.2689	7750573	16.22	0.25	248700	344099
143	22774949	4128440	30.4766	7674523	16.22	0.25	163204	334940
144	22949666	4128440	30.0944	7747645	16.22	0.25	206319	279910

T	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
145	22915295	4053192	30.006	7701306	16.22	0.25	192688	205718
146	23019908	4053192	29.9857	7627902	16.22	0.25	123893	180852
147	23109674	4053192	30.7894	7699243	16.22	0.25	171073	278513
148	23239804	3913505	31.3406	7811106	16.22	0.25	177710	230807
149	23282599	3913505	31.2993	7869268	16.22	0.25	161643	192952
150	23095124	3913505	31.4383	7901247	16.22	0.25	302426	276234
151	23266308	3917629	32.6109	8158327	16.22	0.25	224633	264313
152	23374468	3917629	33.119	8149583	16.22	0.25	175234	250572
153	23516802	3917629	33.0368	8293598	16.22	0.25	293941	300287
154	23727837	4295500	33.4816	8166577	16.22	0.25	159502	483528
155	23826627	4295500	33.0958	8194278	16.22	0.25	187928	198771

ภาคผนวก

ข

แสดงโค้ดการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยโปรแกรม RStudio

```
library(readxl)
library(tidyverse)
library(car)
library(RcmdrMisc)
library(lmtest)
library(tseries)
library(modelr)

sheet_name = excel_sheets("D:/Bachelor's Degree/208499/data/data.xlsx")

list <- lapply(sheet_name, function(x)
{as.data.frame(read_excel("D:/Bachelor's Degree/208499/data/data.xlsx",
sheet = x)) } )

names(list) = sheet_name

M = list$MoneySupply[,3]
GR = list$Government[,2]
GE = list$Government[,3]
LI_MIN = list$InterestRate[,2]
LI_MAX = list$InterestRate[,3]
DI_MIN = list$InterestRate[,4]
DI_MAX = list$InterestRate[,5]
E = list$ExchangeRate[,2]
FE = list$ForeignExchange[,2]
GDP = list$GDP[,2]

data <-
data.frame(M,GDP[1:155],E[1:155],FE[1:155],LI_MIN[1:155],DI_MIN[1:155],
GR,GE)
names(data) <- c("Y","X1","X2","X3","X4","X5","X6","X7")

#Correlation analysis
pairs(data)
correlation <- cor(data)
print(correlation)

#Regression analysis
model1 <- lm(Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 ,data)
summary(model1)
model2 <- step(model1, direction = "both")
model3 <-  lm(Y ~  X2 + X3 + X4 + X5 + X7 ,data)
summary(model3)
```

```r
#Fit model
durbinWatsonTest(model1)
durbinWatsonTest(model3)
res <- model1$residuals
normalityTest(res)
res1 <- model3$residuals
#Normal
normalityTest(res1)
plot(model1,2)
plot(model1,3)
plot(model3,2)
plot(model3,3)
#Variance residual
bptest(model1)
bptest(model3)

#Predict
data_ts <- ts(data,frequency = 12,start = c(2552,1),end = c(2564,11))
prediction1 <- predict.lm(model1,data_ts)
prediction2 <- predict.lm(model2,data_ts)
prediction1_data <- data.frame(Y=data$Y,Y_hat=prediction1,e=data$Y-pred
iction1)
prediction2_data <- data.frame(Y=data$Y,Y_hat=prediction2,e=data$Y-pred
iction2)

#VIF test
vif(model1)

#MAPE
mapeRe1 <- mape(model1,data)
mapeRe1*100
mapeRe2 <- mape(model3,data)
mapeRe2*100
```

แสดงโค้ดการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยโปรแกรม RStudio

```r
library(readxl)
library(tseries)
library(forcats)
library(urca)
library(trend)
library(fpp2)
library(ggplot2)
library(stats)

dataM <- read_xlsx("D:/Bachelor's Degree/208499/data/data.xlsx")
Y <- dataM[,3]
Y = ts(Y, start = c(2552,1), frequency = 12)
```

```
#Graph
plot(Y,main = "Money Supply", xlab = "Years",
     ylab = expression("Amount (Million Baht)"))

#Test stationary
par(mfrow = c(1,2)); acf(Y,main="Money Supply" , lag = 36); pacf(Y,main
="Money Supply",lag = 36)
adf.test(Y)
kpss.test(Y)

Ydiff1 <- diff(Y,differences = 1) #diff 1
plot(Ydiff1,main = "Money Supply: difference = 1",
     ylab = "Ydiff",type="l")
par(mfrow = c(1,2)); acf(Ydiff1,main="Money Supply: difference = 1" , l
ag = 144); pacf(Ydiff1,main="Money Supply: difference = 1",lag = 144)
adf.test(Ydiff1)
kpss.test(Ydiff1)

#Set model
fitA <- auto.arima(Ydiff1)
summary(fitA)
checkresiduals(fitA)

#Residual
fit6 <- arima(Y,order = c(0,1,1),seasonal = list(order=c(2,0,0),period=
12))
res6 <- residuals(fit6)
#Estimated
summary(fit6)
checkresiduals(res6)

#Diagnostics model
rs = residuals(fit6)
t.test(rs)
var.test(rs[1:77],rs[78:154])
ks.test(rs[1:77],rs[78:154])
```