การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรายวันระหว่างวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล

A Comparison of Forecasting Method of Daily Jewellery Gold Prices: Holt's Forecast Method, Box-Jenkins Method and Combined Forecast Method

Wararit Panichkitkosolkul

ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต คลองหลวง ปทุมธานี 12121

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University (Rangsit Campus), Klong Laung, Pathumthani 12121, Thailand.

Corresponding author. E-mail address: wararit@mathstat.sci.tu.ac.th (W. Panichkitkosolkul)

Received 30 November 2005; accepted 13 July 2006

บทคัดย่อ

ทองคำเป็นหลักทรัพย์ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในฐานะทุนสำรองระหว่างประเทศ และมีความเกี่ยวข้องกับฐานะและเสถียรภาพทางการเงินของทุกประเทศ ดังนั้นจึงควรมีการหาตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ราคาทองคำก็จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการรักษาเสถียรภาพของราคา ตัวแบบอนุกรมเวลาที่สร้างสำหรับพยากรณ์ระยะสั้นล่วงหน้า 10 วัน โดยเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) ที่ต่ำที่สุด โดยศึกษากับข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน ผลการวิจัยพบว่า การพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน โดยวิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด สรุปได้ว่าตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ ARIMA(0,2,1) ซึ่งมีสมการพยากรณ์คือ $Y_t - Y_{t-2} = \varepsilon_t - 0.9997909\varepsilon_{t-1}$ เมื่อ Y_t และ ε_t แทน อนุกรมเวลา และความผิดพลาดสุ่ม ณ เวลา t ตามลำดับ

คำสำคัญ: ราคาทองคำรูปพรรณ การพยากรณ์ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

Abstract

Gold is an important economic property as the international capital reserves. It is related to a status and a monetary stability of the countries. Thus, we should find time series forecasting model of gold prices and make use of the prices stability maintenance. Time series forecasting model of jewellery gold prices are created for short periods (10 days) and to compare three methods of forecasting. The methods are Holt's forecast method, Box-Jenkins method and combined forecast based on regression method. The method which gives the lowest Mean Absolute Percent Error (MAPE) is the most suitable method. Data used to forecast the daily purchase jewellery gold prices. Results show that the Box-Jenkins method is the most suitable method because it has the lowest MAPE . The suitable forecasting model is ARIMA(0,2,1) and the forecasting equation is $Y_t - Y_{t-2} = \varepsilon_t - 0.9997909\,\varepsilon_{t-1}$ when Y_t and ε_t is the time series data and the random error at time t, respectively.

Keywords: Jewellery gold prices, Forecasting, Time series analysis

บทนำ

ทองคำเป็นโลหะที่หายาก มีความสวยงาม คงทน สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องประดับ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และทันตกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ทองคำยังเป็นหลักทรัพย์ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในฐานะทุนสำรองระหว่างประเทศ มีความเกี่ยวข้องกับฐานะและเสถียรภาพทางการเงินของทุกประเทศ โดย ยังถูกนำมาใช้ชำระหนี้ระหว่างประเทศได้ด้วย โดยเฉพาะทองคำแท่งบริสุทธิ์ถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนุนหลังในการพิมพ์ธนบัตรของประเทศ ในปัจจุบันความต้องการทองคำในเชิงพาณิชย์ประมาณร้อยละ 60 ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องประดับ (ปฏิมากร, 2544) ในขณะเดียวกันทองคำก็ได้เข้าไปมีอิทธิพลในแวดวงการลงทุนและการเก็งกำไร โดยประชาชนส่วนใหญ่มักซื้อทองคำในรูปของทองคำรูปพรรณ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ราคาทองคำรูปพรรณมีความสำคัญต่อประชาชนทั่วไปและเศรษฐกิจของประเทศค่อนข้างมาก

จากการตรวจสอบเอกสารรายงานวิจัย พบว่ามีรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคาทองคำ ดังนี้ นริศรา สมุทรสาคร ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง และราคาทองคำรูปพรรณโดยใช้วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลราคาขายภายในประเทศเป็นรายเดือนของปี 2537 ถึง 2546 พบว่าตัวแบบพยากรณ์ AR(2) MA(2) MA(5) เป็นตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับพยากรณ์ราคาทองคำแท่งและราคาทองคำรูปพรรณ (นริศรา, 2546) จากข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณในรูปที่ 1 จะเห็นว่าราคาทองคำรูปพรรณมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นมาก ดังนั้นถ้ามีการหาตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณก็จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการรักษาเสถียรภาพของราคา และการกำหนดนโยบายการนำเข้าทองคำรูปพรรณของประเทศ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาถึงลักษณะการเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงราคาทองคำรูปพรรณ รวมทั้งหาตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน โดยเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ (Holt's forecast method) วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) และวิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Combined forecast based on regression method) ซึ่งเป็นวิธีการรวมวิธีการพยากรณ์เดี่ยวหลายวิธีเข้าด้วยกันโดยการให้น้ำหนัก

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวแบบพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

<u>การจัดเตรียมข้อมูล</u>

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน ความบริสุทธิ์ 99.99% ต่อน้ำหนักทองคำ 1 บาท ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2546 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ.2548 จำนวน 857 วัน ซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูล คือ สมาคมค้าทองคำ ซึ่งสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต (สมาคมค้าทองคำ, 2548) และใช้ข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณของวันที่ 1 ถึง 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2548 เป็นข้อมูลทดสอบสำหรับการตรวจสอบผลของการพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์แต่ละตัวแบบที่สร้างขึ้น

<u>การศึกษาความเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลา</u>

การศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นการพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลานั้น ๆ มีลักษณะเป็นแบบใด โดยพิจารณาจากกราฟ (t, Y_t)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows โดยวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์และวิธีการพยากรณ์รวม มีวิธีดำเนินการวิเคราะห์ดังนี้

วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ (Bowerman & O'Connell, 1993)

วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้นตรง หลักการของวิธีนี้คือจะต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นและค่าปรับน้ำหนัก ซึ่งจะมีค่าปรับน้ำหนัก 2 ค่า ได้แก่ α เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม และ γ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับความชัน ตัวแบบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ

$$Y_t = \mu_t + \beta_t t + \varepsilon_t$$

ค่าพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา τ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t คือ

$$\hat{Y}_t(\tau) = \hat{\mu}_t + \hat{\beta}_t \tau$$

ซึ่ง

$$\hat{\mu}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(\hat{\mu}_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1})$$

$$\hat{\beta}_t = \gamma(\hat{\mu}_t - \hat{\mu}_{t-1}) + (1-\gamma)\hat{\beta}_{t-1}$$

โดยที่

พารามิเตอร์ μ_t และ β_t แทนระดับของข้อมูล และความชัน ตามลำดับ

ตัวแปรสุ่ม ε_t , t = 1, 2, 3,...., T แทนความคลาดเคลื่อน ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ไม่มีสหสัมพันธ์และความแปรปรวนคงที่

วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ (Box et al., 1994)

วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์จะหาตัวแบบอนุกรมเวลาโดยพิจารณาสหสัมพันธ์ระหว่าง Y ที่ตำแหน่งเวลาหรือคาบเวลา t (Y_t) และ Y_t ที่ตำแหน่งเวลาหรือคาบเวลาต่าง ๆ ที่ผ่านมา (Y_{t-1}, Y_{t-2} ,...) เมื่อได้ตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t กับ Y_{t-1}, Y_{t-2} ,.. จะใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์ Y_{t+1}, Y_{t+2} ,.. ในอนาคต

วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์มีขั้นตอนดังนี้

(1) การตรวจสอบข้อมูล เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาอยู่ภายใต้ภาวะคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลา หรือพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ของอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$

(2) สร้างอนุกรมเวลาชุดใหม่ เมื่ออนุกรมเวลาอยู่ภายใต้ภาวะไม่คงที่ ต้องทำให้อนุกรมเวลาอยู่ในภาวะคงที่ ซึ่งข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันอยู่ในภาวะไม่คงที่ จึงต้องแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{W_t\}$ โดยการหาผลต่าง

(3) สร้างกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา $\{W_t\}$ เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่อยู่ในภาวะคงที่หรือไม่

(4) การกำหนดรูปแบบ เป็นการหารูปแบบอนุกรมเวลาที่คาดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณากราฟ ACF และ PACF

(5) การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

(6) การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ

อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นอนุกรมเวลา ARIMA(p,d,q) มีตัวแบบคือ

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_q(B)\varepsilon_t$$

โดยที่

$$\phi_p(B) = 1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-\ldots-\phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q$$

$\phi_1,\ldots,\phi_p$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Autoregressive Coefficients)

$\theta_1,\ldots,\theta_q$ คือ สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving-Average Coefficients)

B คือ ตัวดำเนินการถอยหลังเวลา (Backward Shift Operator) นั่นคือ $B^m z_t = z_{t-m}$

d คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลา $\{Z_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาอยู่ในสภาวะคงที่หรือนิ่ง (Stationary)

p คือ อันดับของตัวแบบการถดถอย

q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ε_t คือ ตัวแปรสุ่มอิสระและมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ_ε^2 เรียก ε_t ว่าความผิดพลาดสุ่ม หรือกระตุกสุ่ม (Random Shocks)

วิธีการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Swanson & Zeng, 2001)

ในการพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย มีขั้นตอนดังนี้

(1) หาค่าพยากรณ์ของราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันโดยวิธีพยากรณ์เดี่ยวที่ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบแล้ว ซึ่งวิธีพยากรณ์เดี่ยวในการศึกษาครั้งนี้มี 2 วิธี

(2) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างค่าพยากรณ์โดยวิธีพยากรณ์เดี่ยวกับข้อมูลอนุกรมเวลา โดยกำหนดให้ค่าพยากรณ์โดยวิธีพยากรณ์เดี่ยวเป็นตัวแปรอิสระ และข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นตัวแปรตาม สมการพยากรณ์เขียนได้ดังนี้

$$Y_t = \beta_1 \hat{Y}_{1,t} + \beta_2 \hat{Y}_{2,t} + \varepsilon_t$$

โดยที่

Y_t	แทน	ค่าข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา t
$\hat{Y}_{1,t}$	แทน	ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ ณ เวลา t
$\hat{Y}_{2,t}$	แทน	ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากวิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ ณ เวลา t
β_1, β_2	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยของค่าพยากรณ์เดี่ยวจากวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์และวิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ ตามลำดับ
ε_t	แทน	ความผิดพลาดสุ่ม ณ เวลา t ที่เกิดจากการประมาณค่าตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ

(3) ใช้สมการพยากรณ์ที่ได้พยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน

<u>การพยากรณ์และการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์</u>

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีแล้วจะทำการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันของวันที่ 1 ถึง 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2548 สำหรับการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^{n} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|$$

ผลการศึกษา

<u>ความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา</u>

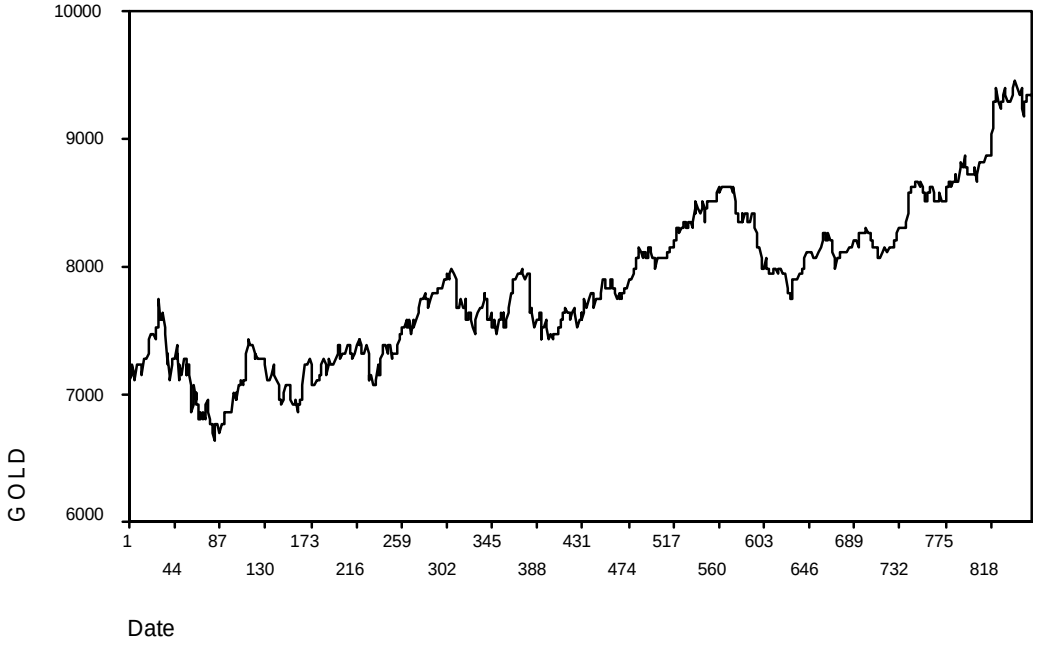
จากข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2546 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ.2548 โดยการพิจารณาจากกราฟ (t, Y_t) พบว่า การเคลื่อนไหวของราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการหาผลต่างอันดับที่ 2 เพื่อปรับระดับของอนุกรมให้คงที่ แสดงดังรูปที่ 1

<u>การพยากรณ์ของโฮลต์</u>

วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ จะทำการเลือกค่า α และ γ อยู่ระหว่าง 0.001-1.0 โดยการทดลองแปรค่า α และให้เพิ่มขึ้นทีละ 0.001 แล้วเลือกค่า α และ γ ที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ซึ่งค่า α และ γ ของวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ คือ α = 0.933 และ γ = 0.001 ซึ่งผลการพยากรณ์แสดงดังตารางที่ 1

<u>การพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์</u>

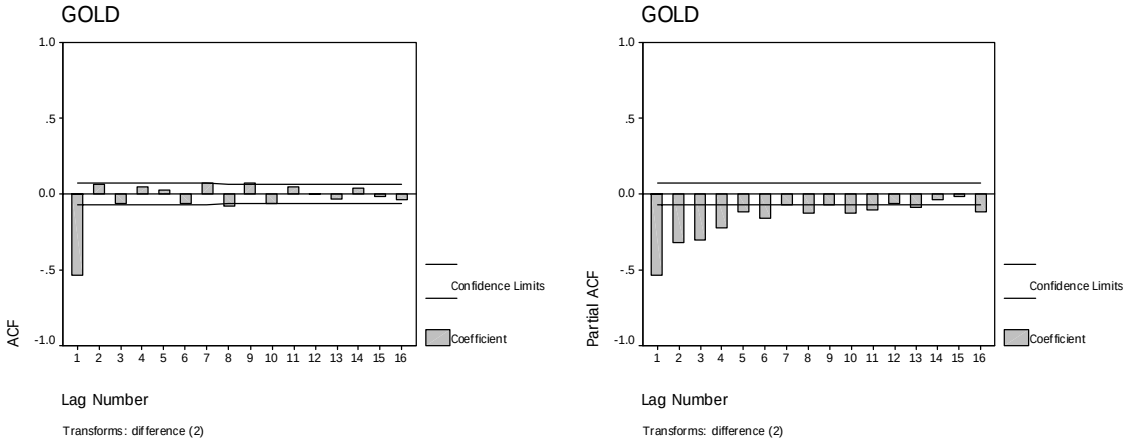
(1) การตรวจสอบข้อมูล จากการพิจารณากราฟ (t, Y_t) พบว่าราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันอยู่ในภาวะไม่คงที่ จึงต้องแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{W_t\}$ โดยการหาผลต่างอันดับที่ 2 จากนั้นสร้างกราฟ ACF และกราฟ PACF ของอนุกรมเวลา $\{W_t\}$ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2546 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ.2548

ตารางที่ 1 ค่าพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันของวันที่ 1 ถึง 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2548

วันที่	ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อจริง (บาท)	ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อ (บาท) จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		โฮลต์	บ๊อกซ์-เจนกินส์	พยากรณ์รวม
1 พ.ย. 2548	9,232.44	9,356.77	9,356.35	9,355.99
2 พ.ย. 2548	9,186.96	9,359.62	9,358.98	9,358.92
3 พ.ย. 2548	9,186.96	9,362.47	9,361.61	9,361.85
4 พ.ย. 2548	9,186.96	9,365.32	9,364.24	9,364.78
5 พ.ย. 2548	9,141.48	9,368.17	9,366.87	9,367.71
7 พ.ย. 2548	9,141.48	9,371.02	9,369.49	9,370.64
8 พ.ย. 2548	9,141.48	9,373.86	9,372.12	9,373.56
9 พ.ย. 2548	9,232.44	9,376.71	9,374.75	9,376.49
10 พ.ย. 2548	9,353.72	9,379.56	9,377.38	9,379.41
11 พ.ย. 2548	9,353.72	9,382.41	9,380.01	9,382.34
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์		1.676	1.660	1.671



รูปที่ 2 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF; ภาพซ้าย) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF; ภาพขวา) ของอนุกรมเวลา $\{W_t\}$

(2) การกำหนดรูปแบบ จากกราฟ ACF และ PACF ที่ได้จากข้อ (1) นำไปใช้ในการหารูปแบบ ARIMA(p,d,q) ที่คาดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา ในที่นี้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA(0,2,1) ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ของตัวแบบแสดงดังตารางที่ 2
ตัวแบบพยากรณ์ คือ

$$(1-B)^2 Y_t = (1-\theta_1 B)\varepsilon_t$$

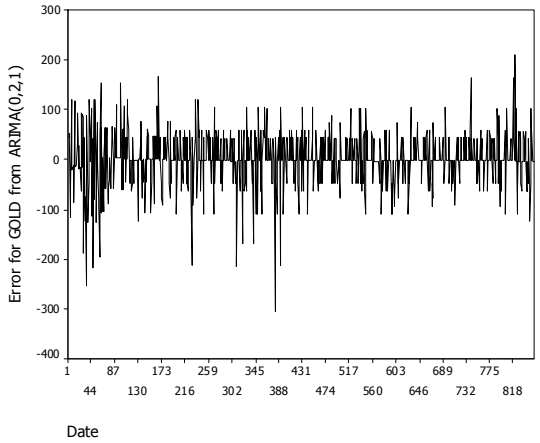
$$Y_t - Y_{t-2} = (1-0.9997909B)\varepsilon_t$$

$$Y_t - Y_{t-2} = \varepsilon_t - 0.9997909\varepsilon_{t-1}$$

ตารางที่ 2 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ ARIMA(0,2,1)

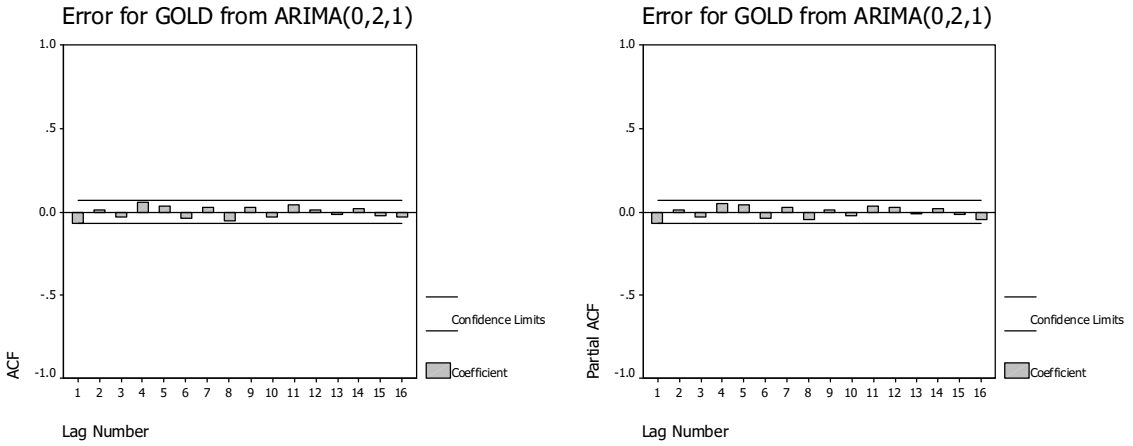
พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าความคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ t	APPROX. PROB.
สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ 1	0.99979109	0.06274852	15.933302	0.0000000

(3) การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนโดยพิจารณากราฟความคลาดเคลื่อนกับเวลา ดังรูปที่ 3 พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนกระจายอยู่รอบค่าศูนย์ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 3 กราฟความคลาดเคลื่อนจากวิธีพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์

จากนั้นพิจารณากราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน ดังรูปที่ 4 พบว่า ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อนจะตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทุกค่า lag แสดงว่าความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์ และจากค่าสถิติ Q เมื่อ K = 1, 2, ..., 16 มีค่าน้อยกว่าค่าไคสแควร์ (χ^2) ทุกค่า lag แสดงว่าตัวแบบบ๊อกซ์-เจนกินส์ที่เลือกมานั้นเหมาะสมแล้ว ซึ่งผลการพยากรณ์แสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF; ภาพซ้าย) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial autocorrelation Function: PACF; ภาพขวา) ของความคลาดเคลื่อนจากวิธีพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์

<u>การพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย</u>

เมื่อได้ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ และวิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์แล้ว ขั้นต่อไปจะสร้างสมการถดถอยโดยกำหนดให้ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากแต่ละวิธีเป็นตัวแปรอิสระ และข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นตัวแปรตาม สมการพยากรณ์ที่ได้คือ

$$\hat{Y}_t = 1.3636\ \hat{Y}_{1,t} - 0.3637\ \hat{Y}_{2,t}$$

เมื่อ

$\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์รวมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย ณ เวลา t

$\hat{Y}_{1,t}$ แทน ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ ณ เวลา t

$\hat{Y}_{2,t}$ แทน ค่าพยากรณ์เดี่ยวจากวิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ ณ เวลา t

ค่าพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันโดยวิธีการการพยากรณ์รวม แสดงดังตารางที่ 1

<u>การเปรียบเทียบตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์</u>

จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ พบว่า วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์และวิธีการพยากรณ์รวม ให้ค่า MAPE เป็นร้อยละ 1.676, 1.660 และ 1.671 ตามลำดับ เมื่อเรียงลำดับวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันจากวิธีการที่เหมาะสมมากไปน้อยคือ วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ วิธีการพยากรณ์รวม และวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์

ในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยพิจารณาค่า MAPE พบว่า วิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังนั้นสรุปได้ว่า วิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีให้ค่าพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันไม่แตกต่างกัน

วิจารณ์ผลการศึกษา

ในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณ โดยใช้ข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2546 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ.2548 เพื่อพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณของวันที่ 1 ถึง 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2548 พบว่า วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากที่สุด ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ ตัวแบบ ARIMA(0,2,1) ซึ่งตัวแบบพยากรณ์ที่ได้นั้นไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของนริศรา สมุทรสาคร ซึ่งการศึกษาของนริศราเป็นการพยากรณ์ราคาทองคำแท่งและราคาทองคำรูปพรรณรายเดือน โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2537-2546 เพื่อพยากรณ์ราคาทองคำแท่งและราคาทองคำรูปพรรณ

ของเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ.2547 ซึ่งตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ AR(2) MA(2) MA(5) สาเหตุที่ผลการศึกษาได้ตัวแบบพยากรณ์ที่แตกต่างกัน มี 2 ประการ คือ ประการแรก ลักษณะข้อมูลของการวิจัยทั้งสองแตกต่างกัน คือเป็นราคาทองคำรายวันและรายเดือน ประการที่สอง รูปแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลแตกต่างกัน

สรุปผลการศึกษา

การพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน โดยใช้ข้อมูลราคาทองคำรูปพรรณรับซื้อรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2546 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ.2548 โดยเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์และวิธีการพยากรณ์รวม ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) พบว่า วิธีการพยากรณ์ของบ๊อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากที่สุด รองลงมาคือ วิธีการพยากรณ์รวม และวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

นริศรา สมุทรสาคร. (2546). *การพยากรณ์ราคาทองคำโดยวิธีอารีมา*. การค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปฏิมากร คุ้มเดช. (2544). *ธุรกิจอัญมณีและเครื่องประดับ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์.

สมาคมค้าทองคำ. (2548). *ราคาทองคำรายเดือน ปี 2546-2548*. สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2548, จากเว็บไซต์ http://www.goldtraders.or.th/price.php

Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1993). *Forecasting and time series: An applied approach* (3rd ed.). Belmont, CA: Duxbury Press.

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time series analysis: Forecasting and control* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Swanson, N. R., & Zeng, T. (2001). Choosing among competing econometric forecasts: Regression-based forecast combination using model selection. *Journal of Forecasting*, *20*, 425-440.