บทที่ 5
ผลการทดสอบความนิ่งและการพยากรณ์ราคา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศของประเทศไทย 4 ประเทศ ได้แก่ ประเทศโอมาน ประเทศดูไบ ประเทศไนจีเรียและประเทศอังกฤษ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแบบรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2527 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 จำนวนทั้งสิ้น 271 เดือน นำมาวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยโปรแกรม Eviews 3.0 การพยากรณ์ใช้แบบจำลองอารีมา (ARIMA) ช่วยในการวิเคราะห์อนุกรมเวลารายเดือน โดยใช้วิธีของ Box-Jenkins และทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี unit root test ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

5.1 การศึกษาราคานำเข้าน้ำมันจากประเทศโอมาน

5.1.1 ผลการทดสอบ Unit Root

การทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศโอมาน การพิจารณาความนิ่งของข้อมูล : [I(0); integrated of order 0] หรือความไม่นิ่ง : [I(0); integrated of order d] เพื่อหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (spurious regression) หรือข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปหรือช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยทำการทดสอบ ADF การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธี Serial Correlation LM-test ในการหา lag length ที่เหมาะสมโดยใช้หลักการพิจารณาค่า probability ซึ่งจะเลือก lag ที่ให้ค่า probability สูงที่สุดโดยเริ่มใช้ lag เท่ากับ 0 ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มค่า lag ไปเรื่อยๆ จนถึง lag ที่ให้ค่า probability สูงสุดจึงจะเลือกใช้ lag นั้น วิธี LM-test เป็นวิธีที่เหมาะสมมีหลักการเลือกแบบจำลองที่เป็นระเบียบวิธี ซึ่งมีผลการศึกษามีดังนี้

ผลการทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศโอมาน ที่ระดับ level สัมประสิทธิ์ของ lag length ที่ P-lag เท่ากับ 0 ใช้การทดสอบ ADF พบว่าค่า t-statistic ของข้อมูลที่ระดับ level เมื่อทำเปรียบเทียบกับค่า Mackinnon critical value แล้วยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0: $\theta = 0$) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มี unit root จึงได้ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 (1^{st} difference) เมื่อทำการทดสอบ ADF อีกครั้งพบว่าค่า ADF test statistic ของทั้ง 3 แบบจำลองเมื่อเทียบค่า Mackinnon critical value แล้วปฏิเสธสมมติฐานว่าง หมายความว่าข้อมูลชุดนี้มีความนิ่งแล้ว ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเลือกแบบจำลองจะอาศัยหลักการพิจารณาเลือกโดยการเปรียบเทียบแบบจำลองทีละคู่ คือ ระหว่างแบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา (without trend and intercept) กับแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลา (with intercept and without trend) และแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลากับแบบจำลองที่มีจุดตัดและแนวโน้มของเวลา เกณฑ์การพิจารณาจะพิจารณาจากค่า F-test ซึ่งผลการหาค่า F-test ของคู่แรกมีค่าความน่าจะเป็น (probability) เท่ากับ 0.919743 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% (ระดับความเชื่อมั่นที่ 99**%**) หมายความว่าแบบจำลองที่จะใช้คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา ส่วนการเลือก lag length ที่เหมาะสมจะใช้วิธี LM-test โดยพิจารณาจากค่าค่า probability ที่ให้ค่า probability สูงสุด ผลที่ได้คือ lag ที่ 16 เป็น lag ที่เหมาะสมซึ่งให้ค่า probability เท่ากับ 0.607346 สรุปได้ว่าแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศโอมาน คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลาที่ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 โดยใช้ lag ที่ 16 (ภาคผนวก ก 9)

ตาราง 5.1 ค่าสถิติการทดสอบ Unit Root

ราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศโอมาน									
P - lag[P]			LEVEL (Test - statistic)			1st differencing (Test – statistic)			I(d)
ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	
(16)	(16)	(16)	-0.7158	-3.3202**	-3.7939**	-20.6405*	-20.6071*	-20.6787*	I(1)

ที่มา: ตารางภาคผนวก ก 3 – ก 8

หมายเหตุ: 1) * หมายถึง ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%($\alpha = 0.01$)

2) ** หมายถึง ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%($\alpha = 0.05$)

3) I(d) หมายถึง order of integration

4) ตัวเลขในวงเล็บของ (P) คือ จำนวน P-lag ที่ใช้ในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.2 ผลการทดสอบ Seasonal Unit Root

ผลการทดสอบ seasonal unit root ที่ระดับ level พบว่าเมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ-1.600391 มีค่าอยู่ในอาณาเขตวิกฤตซึ่งยอมรับสมมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความไม่นิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_2=0$ ค่า t-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ-6.031761 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ หมายความว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_3=\gamma_4=0$ ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 31.77702 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3=\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส เมื่อทดสอบความนิ่งในระดับ level ข้อมูลยังมีความไม่นิ่งจึงต้องทำการทดสอบในระดับ 1st difference อีกครั้ง เมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ -4.171876 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความนิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_2=0$ ค่าt-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ -6.760323 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ หมายความว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน$\gamma_3=\gamma_4=0$ ค่า F - test มีค่าเท่ากับ 16.60016 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3=\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส

ตาราง 5.2 ค่าสถิติที่ทดสอบ seasonal unit root

	$\gamma_1=0$	$\gamma_2=0$	$\gamma_3=\gamma_4=0$
ค่าสถิติของ HEGY test	-2.87	-1.92	3.12
ค่าที่คำนวณระดับ level	-1.600391	-6.031761	31.77702
ค่าที่คำนวณได้ระดับ 1st difference	-4.171876	-6.760323	16.60016

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจาก

ข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(1) MA(2) **(5.1)**

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(2) MA(1) **(5.2)**

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.3)**

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.4)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

การประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.3 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(2)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 03:21
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 7 iterations
Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.037674	0.100949	0.373198	0.7093
AR(1)	-0.292077	0.061320	-4.763158	0.0000
MA(2)	-0.218049	0.062626	-3.481747	0.0006

R-squared	0.087439	Mean dependent var	0.041450
Adjusted R-squared	0.080578	S.D. dependent var	2.846664
S.E. of regression	2.729567	Akaike info criterion	4.857253
Sum squared resid	1981.842	Schwarz criterion	4.897342
Log likelihood	-650.3005	F-statistic	12.74372
Durbin-Watson stat	1.983170	Prob(F-statistic)	0.000005

Inverted AR Roots	-.29	
Inverted MA Roots	.47	-.47

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta OM_t = 0.037674 + \mu_t$$

$$(1+ 0.292077L)\ \mu_t = (1 - 0.218049L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.5)}$$

t-statistic (-4.7631) (-3.4817)

สมการ (5.5) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.037674 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.292077 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ -0.218049และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตาราง 5.4 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(1)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 03:37
Sample(adjusted): 4 271
Included observations: 268 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 5 iterations
Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.038231	0.106766	0.358086	0.7206
AR(2)	-0.111464	0.063883	-1.744806	0.0822
MA(1)	-0.291926	0.061527	-4.744697	0.0000

R-squared	0.084639	Mean dependent var	0.041604
Adjusted R-squared	0.077731	S.D. dependent var	2.851989
S.E. of regression	2.738903	Akaike info criterion	4.864123
Sum squared resid	1987.921	Schwarz criterion	4.904321
Log likelihood	-648.7925	F-statistic	12.25171
Durbin-Watson stat	1.980318	Prob(F-statistic)	0.000008

Inverted MA Roots .29

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.038231 + \mu_t$$

$$(1 + 0.111464L^2)\mu_t = (1 - 0.291926L)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.6)}$$

t-statistic (-1.7448) (-4.7446)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (5.6) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.038231 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ -0.111464 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 10% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ -0.291926 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตาราง 5.5 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 03:39
Sample(adjusted): 4 271
Included observations: 268 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 13 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.076180	0.057240	1.330895	0.1844
AR(2)	0.910258	0.022631	40.22113	0.0000
MA(2)	-0.979706	0.000392	-2498.874	0.0000

R-squared	0.042061	Mean dependent var	0.041604
Adjusted R-squared	0.034832	S.D. dependent var	2.851989
S.E. of regression	2.801879	Akaike info criterion	4.909589
Sum squared resid	2080.390	Schwarz criterion	4.949786
Log likelihood	-654.8849	F-statistic	5.817846
Durbin-Watson stat	2.473574	Prob(F-statistic)	0.003367

Inverted AR Roots	.95	-.95
Inverted MA Roots	.99	-.99

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.076180 + \mu_t$$

$$(1-0.910258L^2)\mu_t = (1- 0.9797067L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.7)}$$

t-statistic (40.2211) (-2498.874)

สมการ (5.7) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.076180 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ 0.910258 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ-0.9797067 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.6 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 03:42
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 6 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.035466	0.090384	0.392391	0.6951
AR(1)	0.363487	0.149826	2.426060	0.0159
MA(1)	-0.656818	0.121921	-5.387225	0.0000

R-squared	0.089510	Mean dependent var	0.041450
Adjusted R-squared	0.082665	S.D. dependent var	2.846664
S.E. of regression	2.726468	Akaike info criterion	4.854981
Sum squared resid	1977.345	Schwarz criterion	4.895070
Log likelihood	-649.9949	F-statistic	13.07525
Durbin-Watson stat	1.989202	Prob(F-statistic)	0.000004

Inverted AR Roots	.36
Inverted MA Roots	.66

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.035466 + \mu_t$$

$$(1-0.363487L)\mu_t = (1-0.656818L)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.8)}$$

t-statistic (2.4260) (-5.3872)

สมการ (5.8) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.035466 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.363487 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ -0.656818 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตาราง 5.7 เปรียบเทียบค่าสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Adjust R^2	0.080578	0.077731	0.034832	**0.082665**
Dubin – Watson Statistic	1.983170	1.980318	2.473574	**1.989202**
Akaike Information Criterion	4.857253	4.864123	4.909585	**4.854981**
Schwarz Criterion	4.897342	4.904321	4.949786	**4.895070**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise หรือมีการกระจายแบบปกติ และ e_t ไม่มีทั้งสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 ที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.8 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Q-Statistic (70)	39.988	40.502	65.961	**40.491**
Probability (70)	0.997	0.997	0.547	**0.997**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งได้จำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

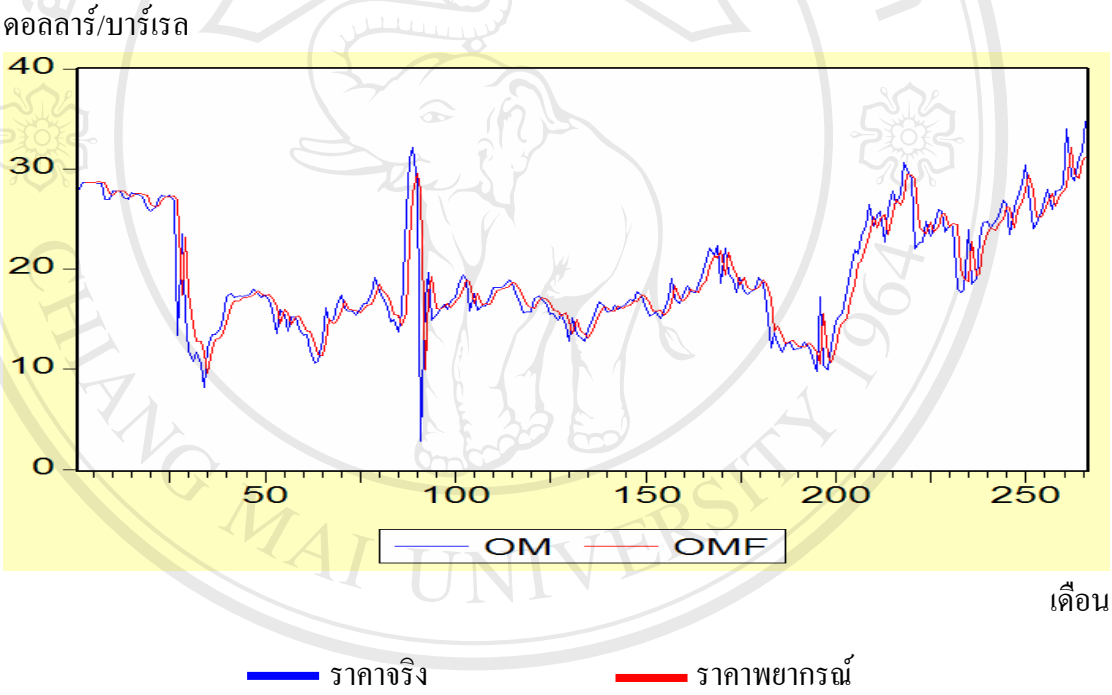
ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศโอมานตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 266 คือตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2527 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2547 พบว่าสมการที่ (5.4) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุดคือเท่ากับ 2.712993 และ 0.067250 ตามลำดับ จุดที่น่าสังเกตคือช่วงเดือนที่ 98 ราคาพยากรณ์กับราคาจริงมีความคลาดเคลื่อนมากให้ความเชื่อมั่นได้น้อยเนื่องจากอยู่ในช่วงที่มีความเคลื่อนไหวผิดปกติ (irregular variation) ที่กล่าวถึงในบทที่ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.9 การเปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Root Mean Square Error	2.718522	2.728592	2.788869	**2.712993**
Theil's Inequality Coefficient	0.067376	0.067749	0.069131	**0.065887**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.1 การพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast
ที่มา: จากการคำนวณ

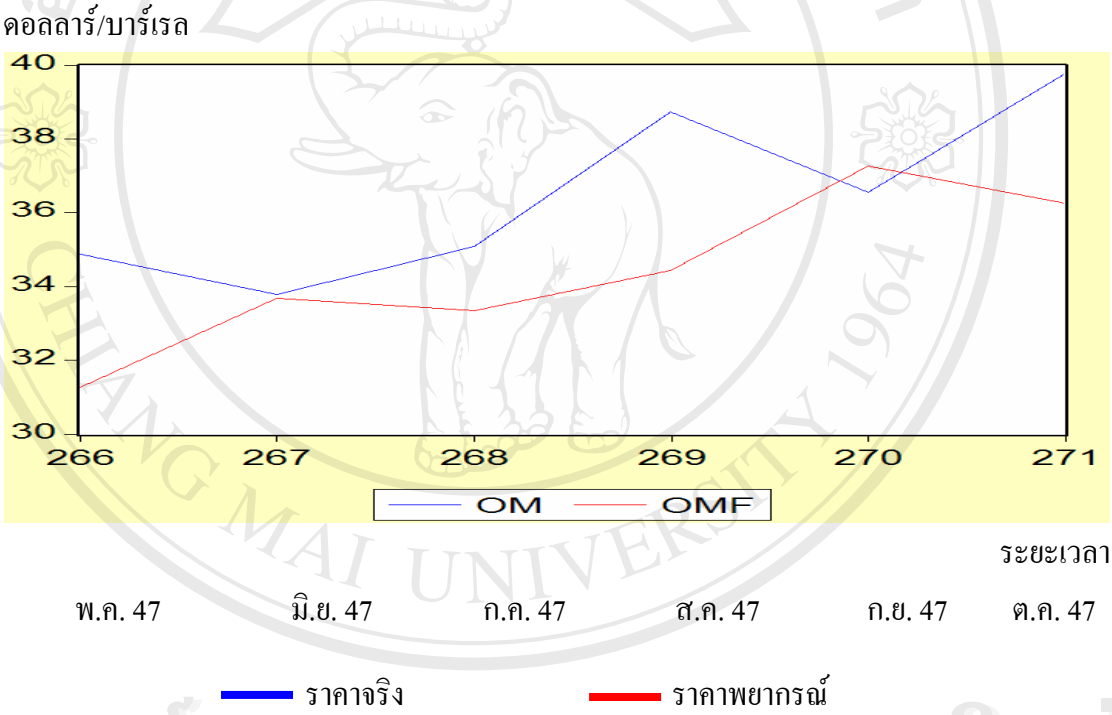
ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 5 ช่วงเวลา คือ ค่าที่ 267 จนถึงค่าที่ 271 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.4) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.711222 และ 0.065887 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.10 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Root Mean Square Error	2.714304	2.723530	2.786153	**2.711222**
Theil's Inequality Coefficient	0.065945	0.066274	0.067707	**0.065887**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.2 การพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.4) หรือแบบจำลอง AR(1) MA(1)

ที่มา: จากการคำนวณ

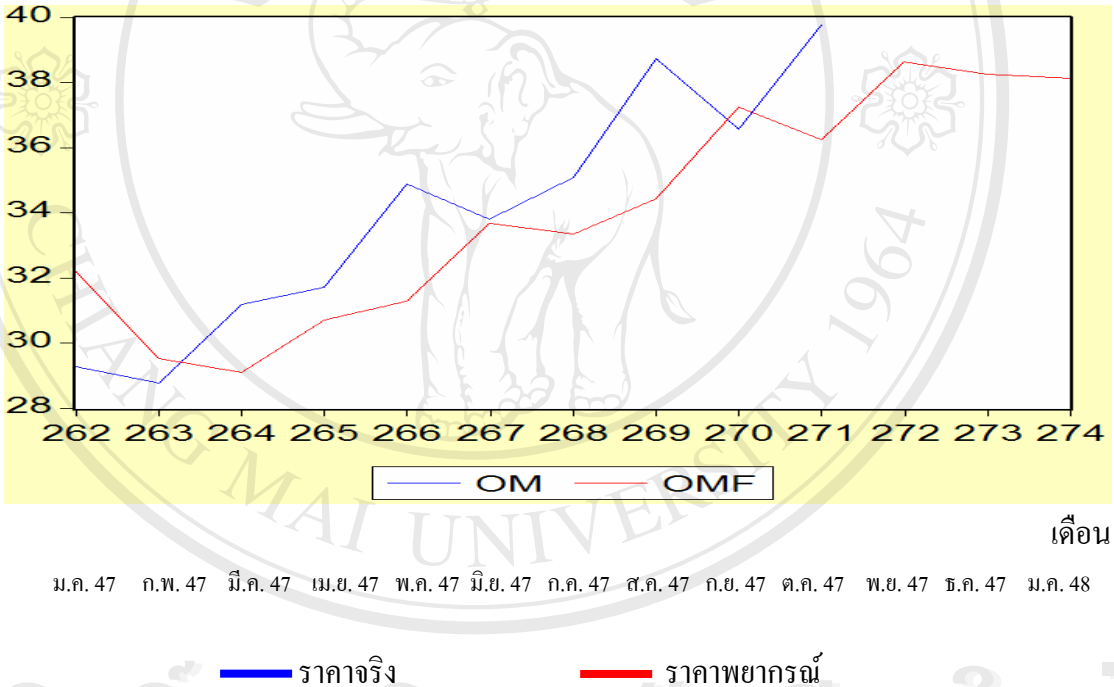
ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นซึ่งพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 เดือน คือค่าที่ 272 จนถึงค่าที่ 274 ซึ่งผลพยากรณ์ราคาเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือน มกราคม พ .ศ. 2548 แสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.11 ผลพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
272	พฤศจิกายน 47	38.63
273	ธันวาคม 47	38.25
274	มกราคม 48	38.13

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.3 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(1)

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–262 , 263–271 และ 272–274 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.12

ตาราง 5.12 ผลการพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
262	มกราคม 47	29.28	32.19
263	กุมภาพันธ์ 47	28.77	29.51
264	มีนาคม 47	31.19	29.09
265	เมษายน 47	31.72	30.71
266	พฤษภาคม 47	34.87	31.27
Ex – post Forecast			
267	มิถุนายน 47	33.79	33.67
268	กรกฎาคม 47	35.08	33.34
269	สิงหาคม 47	38.73	34.43
270	กันยายน 47	36.56	37.25
271	ตุลาคม 47	39.75	36.25
Ex – ante Forecast			
272	พฤศจิกายน 47	-	38.63
273	ธันวาคม 47	-	38.25
274	มกราคม 48	-	38.13

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins ข้อมูลแบบรายไตรมาส

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจากข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(1) MA(2) **(5.9)**

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(2) MA(1) **(5.10)**

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.11)**

ΔOM_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.12)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

การประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.13 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(2)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/21/05 Time: 12:19
Sample(adjusted): 3 90
Included observations: 88 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 5 iterations
Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.080786	0.256464	0.315000	0.7535
AR(1)	-0.132043	0.109295	-1.208133	0.2303
MA(2)	-0.131009	0.110905	-1.181274	0.2408

R-squared	0.031485	Mean dependent var	0.093182
Adjusted R-squared	0.008696	S.D. dependent var	3.134201
S.E. of regression	3.120543	Akaike info criterion	5.147388
Sum squared resid	827.7122	Schwarz criterion	5.231842
Log likelihood	-223.4851	F-statistic	1.381613
Durbin-Watson stat	1.984707	Prob(F-statistic)	0.256756

Inverted AR Roots	-.13	
Inverted MA Roots	.36	-.36

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.080786 + \mu_t$$

$$(1+ 0.132043L)\ \mu_t = (1\ -0.131009L^2)\varepsilon_t \quad \textbf{(5.13)}$$

t-statistic (-1.2081) (-1.1812)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (5.13) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.305000 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.132043 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ -0.131009และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 5.14 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(1)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/21/05 Time: 12:20
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 5 iterations
Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.091984	0.262005	0.351079	0.7264
AR(2)	-0.118831	0.110599	-1.074436	0.2857
MA(1)	-0.129998	0.109878	-1.183114	0.2401

R-squared	0.032287	Mean dependent var	0.106667
Adjusted R-squared	0.009246	S.D. dependent var	3.149802
S.E. of regression	3.135207	Akaike info criterion	5.157142
Sum squared resid	825.6799	Schwarz criterion	5.242173
Log likelihood	-221.3357	F-statistic	1.401283
Durbin-Watson stat	1.987190	Prob(F-statistic)	0.251978

Inverted MA Roots .13

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.091984 + \mu_t$$

$$(1 + 0.118831L^2)\mu_t = (1 - 0.129998L)\varepsilon_t \quad \textbf{(5.14)}$$

t-statistic (-1.0744) (-1.1831)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (5.14) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.091984 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ -0.118831 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ -0.129998 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 5.15 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/21/05 Time: 12:21
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 8 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.096912	0.310690	0.311925	0.7559
AR(2)	-0.541973	0.582757	-0.930015	0.3550
MA(2)	0.422308	0.629406	0.670963	0.5041

R-squared	0.019141	Mean dependent var	0.106667
Adjusted R-squared	-0.004213	S.D. dependent var	3.149802
S.E. of regression	3.156430	Akaike info criterion	5.170635
Sum squared resid	836.8963	Schwarz criterion	5.255666
Log likelihood	-221.9226	F-statistic	0.819600
Durbin-Watson stat	2.243246	Prob(F-statistic)	0.444100

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.096912 + \mu_t$$

$$(1+0.541973L^2)\mu_t = (1+0.422308L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.15)}$$

t-statistic (-0.9300) (0.6709)

สมการ (5.15) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.096912 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ 0.541973 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.422308 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.16 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(OM)
Method: Least Squares
Date: 05/21/05 Time: 11:23
Sample(adjusted): 3 90
Included observations: 88 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 16 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.189706	0.126333	1.501636	0.1369
AR(1)	0.831974	0.070228	11.84678	0.0000
MA(1)	-0.970726	0.036568	-26.54584	0.0000

R-squared	0.077996	Mean dependent var	0.093182
Adjusted R-squared	0.056302	S.D. dependent var	3.134201
S.E. of regression	3.044693	Akaike info criterion	5.098173
Sum squared resid	787.9630	Schwarz criterion	5.182628
Log likelihood	-221.3196	F-statistic	3.595242
Durbin-Watson stat	2.102977	Prob(F-statistic)	0.031706

Inverted AR Roots	.83
Inverted MA Roots	.97

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta OM_t = 0.189706 + \mu_t$$

$$(1\text{-}0.831974L)\mu_t = (1\text{–}0.970726L)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.16)}$$

t-statistic (11.8467) (-26.5458)

สมการ (5.16) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.189706 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.831974 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ -0.970726 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise หรือมีการกระจายแบบปกติ และ e_t ไม่มีทั้งสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 ที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.17 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Q-Statistic (70)	49.031	51.660	49.064	**58.496**
Probability (70)	0.960	0.930	0.960	**0.788**

ที่มา: จากการคำนวณ
หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งได้จำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

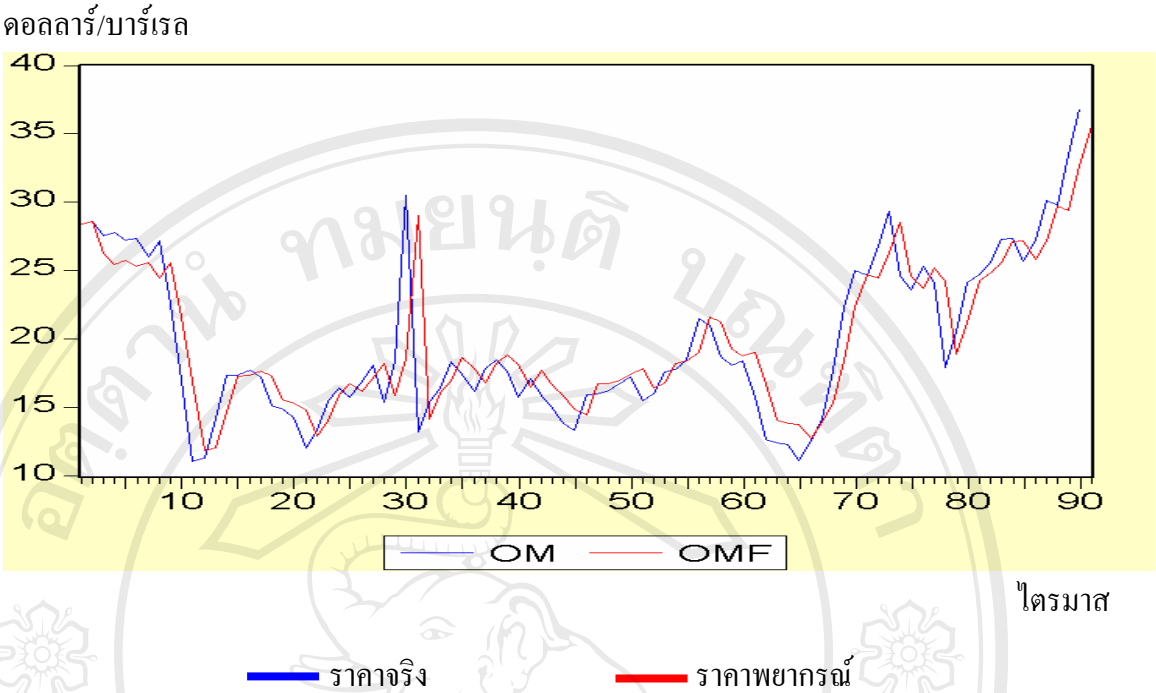
ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศโอมานตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 86 คือตั้งแต่ไตรมาสที่ 1ของ พ.ศ. 2527 ถึงไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2546 พบว่าสมการที่ (5.12) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุดคือเท่ากับ 2.793039 และ 0.075989 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.18 การเปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Root Mean Square Error	3.067400	3.082706	3.112745	**2.973039**
Theil's Inequality Coefficient	0.078363	0.079238	0.079952	**0.075989**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.4 การพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast
ที่มา: จากการคำนวณ

ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 3 ช่วงเวลา คือ ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2547 ถึง ไตรมาสที่ 3 พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.12) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.992344 และ 0.073786 ตามลำดับ

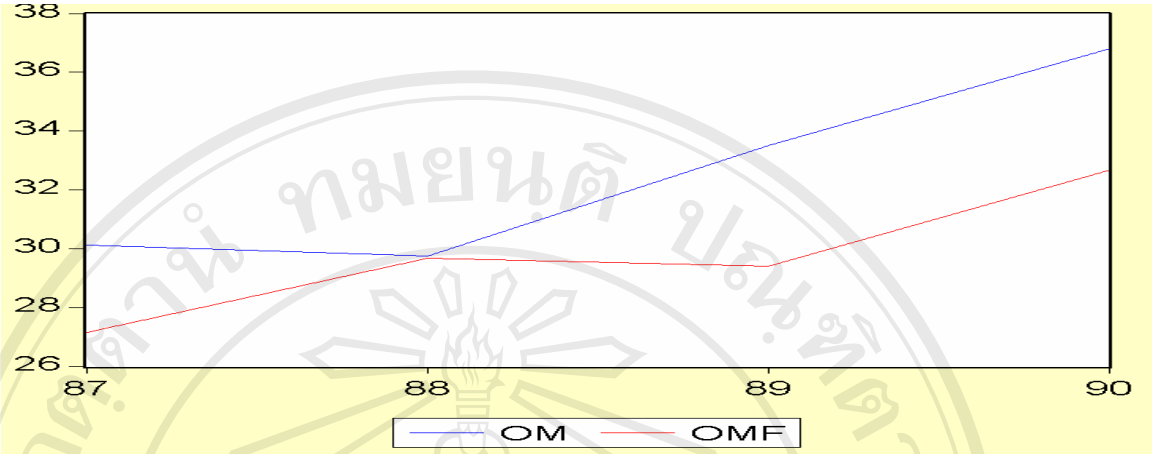
ตาราง 5.19 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(2)	AR(2) MA(1)	AR(2) MA(2)	**AR(1) MA(1)**
Root Mean Square Error	3.066891	3.080677	3.101532	**2.992344**
Theil's Inequality Coefficient	0.075703	0.076427	0.076856	**0.073786**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



ไตรมาส

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.5 การพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.12) หรือแบบจำลอง AR(1) MA(1)

ที่มา: จากการคำนวณ

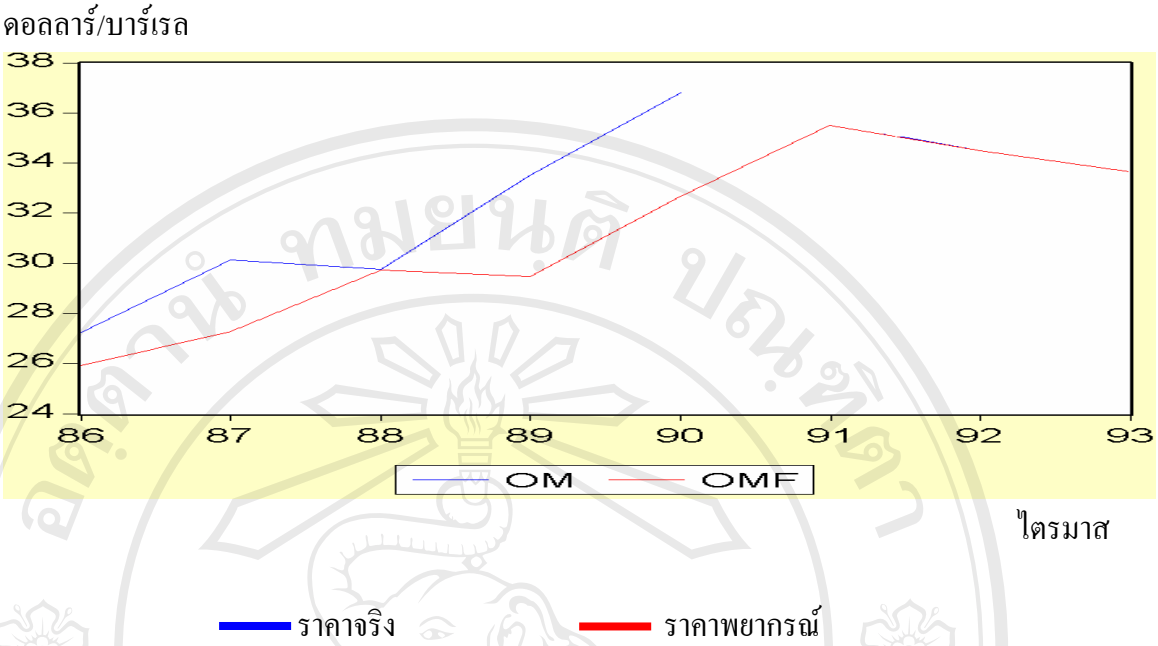
ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นซึ่งพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 ไตรมาส คือ ไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2547, ไตรมาสที่ 1 และ 2 พ.ศ. 2548 ซึ่งผลพยากรณ์ราคา แสดงได้ดังนี้

ตาราง 5.20 ผลพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
91	ไตรมาสที่ 4 /47	35.55
92	ไตรมาสที่ 1 /48	34.50
93	ไตรมาสที่ 2 /48	33.65

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.6 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(1)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–87 , 88–90 และ 91–93 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.21

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.21 ผลการพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
85	ไตรมาสที่ 2/ 46	25.7	27.19
86	ไตรมาสที่ 3 /46	27.24	25.80
87	ไตรมาสที่ 4 /46	30.12	27.15
Ex – post Forecast			
88	ไตรมาสที่ 1 /47	29.75	29.67
89	ไตรมาสที่ 2 /47	33.50	29.39
90	ไตรมาสที่ 3 /47	36.79	32.66
Ex – ante Forecast			
91	ไตรมาสที่ 4 /47	-	35.55
92	ไตรมาสที่ 1 /48	-	34.50
93	ไตรมาสที่ 2 /48	-	33.65

ที่มา: จากการคำนวณ

5.2 การศึกษาราคานำเข้าน้ำมันจากประเทศดูไบ

5.2.1 ผลการทดสอบ Unit Root

การทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศดูไบ การพิจารณาความนิ่งของข้อมูล : [I(0); integrated of order 0] หรือความไม่นิ่ง : [I(0); integrated of order d] เพื่อหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (spurious regression) หรือข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปหรือช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยทำการทดสอบ ADF การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธี Serial Correlation LM-test ในการหา lag length ที่เหมาะสมโดยใช้หลักการพิจารณาค่า probability ซึ่งจะเลือก lag ที่ให้ค่า probability สูงที่สุดโดยเริ่มใช้ lag เท่ากับ 0 ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มค่า lag ไปเรื่อยๆ จนถึง lag ที่ให้ค่า probability สูงสุดจึงจะเลือกใช้ lag นั้น วิธี LM-test เป็นวิธีที่เหมาะสมมีหลักการเลือกแบบจำลองที่เป็นระเบียบวิธี ซึ่งมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศดูไบที่ระดับ level สัมประสิทธิ์ของ lag length ที่ P-lag เท่ากับ 0 ใช้การทดสอบ ADF พบว่าค่า t-statistic ของข้อมูลที่ระดับ level เมื่อทำเปรียบเทียบกับค่า Mackinnon critical value แล้วยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0: $\theta = 0$) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มี unit root จึงได้ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 (1^{st} difference) เมื่อทำการทดสอบ ADF อีกครั้งพบว่าค่า t-statistic ของทั้ง 3 แบบจำลองเมื่อเทียบค่า Mackinnon critical value แล้วปฏิเสธสมมติฐานว่าง หมายความว่าข้อมูลชุดนี้มีความนิ่งแล้ว ในการเลือกแบบจำลองจะอาศัยหลักการพิจารณาเลือกโดยการเปรียบเทียบแบบจำลองทีละคู่ คือ ระหว่างแบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา (without trend and intercept) กับแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลา (with intercept and without trend) และแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลากับแบบจำลองที่มีจุดตัดและแนวโน้มของเวลา เกณฑ์การพิจารณาจะพิจารณาจากค่า F-test ผลการหาค่า F-test ของคู่แรกมีค่าความน่าจะเป็น (probability) เท่ากับ 0.911444 ซึ่งมีแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% (ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%) หมายความว่าแบบจำลองที่ใช้คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา ส่วนการเลือก lag length ที่เหมาะสมจะใช้วิธี LM-test โดยพิจารณาจากค่าค่า probability ที่ให้ค่า probability สูงสุด ผลที่ได้คือ lag ที่ 3 เป็น lag ที่เหมาะสมซึ่งให้ค่า probability เท่ากับ 0.984044 สรุปได้ว่าแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศดูไบคือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลาที่ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 โดยใช้ lag ที่ 3 (ตารางภาคผนวก ข 8)

ตาราง 5.22 ค่าสถิติการทดสอบ Unit Root

ราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศดูไบ									
P - lag[P]			LEVEL (Test - statistic)			1^{st} differencing (Test – statistic)			I(d)
ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	
(3)	(3)	(3)	-0.4918	-2.5632	-3.0697	-19.3995*	-19.3689*	-19.4614*	I(1)

ที่มา: ตารางภาคผนวก ข 2-ข 7

หมายเหตุ: 1) * หมายถึง ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%($\alpha = 0.01$)

2) I(d) หมายถึง order of integration

3) ตัวเลขในวงเล็บของ (P) คือ จำนวน P-lag ที่ใช้ในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.2 ผลการทดสอบ Seasonal Unit Root

การทดสอบ seasonal unit root ที่ระดับ level พบว่าเมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic มีค่าเท่ากับ-3.521486 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความนิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน$\gamma_2=0$ ค่า t-statistic มีค่าเท่ากับ -4.269586 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ ข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_3 =\gamma_4=0$ ค่า F-test ที่คำนวณได้เท่ากับ 21.2565 มีค่าอยู่ในอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3 =\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส จากการทดสอบ seasonal unit root ที่ระดับ level พบว่ามีความนิ่งในทุกสมมติฐานจึงไม่ต้องทำการทดสอบที่ระดับ 1^{st} difference

ตาราง 5.23 ค่าสถิติที่ทดสอบ seasonal unit root

	$\gamma_1 = 0$	$\gamma_2 = 0$	$\gamma_3= \gamma_4 = 0$
ค่าสถิติของ HEGY test	-2.87	-1.92	3.12
ค่าที่คำนวณระดับ level	-1.600391	-6.031761	31.77702

ที่มา: จากการคำนวณ

5.2.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจากข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองแสดงรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.17)**

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.18)**

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(1) AR(2) MA(2) **(5.19)**

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(1) AR(2) MA(1) **(5.20)**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

การประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.24 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 13:14
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 10 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.035718	0.113574	0.314489	0.7534
AR(1)	-0.005235	0.353316	-0.014817	0.9882
MA(1)	-0.168784	0.348151	-0.484802	0.6282

R-squared	0.029343	Mean dependent var	0.036654
Adjusted R-squared	0.022045	S.D. dependent var	2.276142
S.E. of regression	2.250914	Akaike info criterion	4.471640
Sum squared resid	1347.719	Schwarz criterion	4.511729
Log likelihood	-598.4355	F-statistic	4.020566
Durbin-Watson stat	1.998155	Prob(F-statistic)	0.019044

Inverted AR Roots	-.01
Inverted MA Roots	.17

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.035718 + \mu_t$$

$$(1+0.005235L)\,\mu_t = (1-0.168784L)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.21)}$$

t-statistic (-0.0148) (-0.4848)

สมการ (5.21) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.035718 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ-0.168784 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.25 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 13:46
Sample(adjusted): 4 272
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 13 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.034028	0.140858	0.241576	0.8093
AR(2)	0.044759	5.834034	0.007672	0.9939
MA(2)	-0.035014	5.835971	-0.006000	0.9952

R-squared	0.000094	Mean dependent var	0.034002
Adjusted R-squared	-0.007424	S.D. dependent var	2.276741
S.E. of regression	2.285177	Akaike info criterion	4.501854
Sum squared resid	1389.061	Schwarz criterion	4.541944
Log likelihood	-602.4993	F-statistic	0.012502
Durbin-Watson stat	2.336632	Prob(F-statistic)	0.987576

Inverted AR Roots	.21	-.21
Inverted MA Roots	.19	-.19

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.037193 + \mu_t$$

$$(1\text{-}0.046018L^2)\,\mu_t = (1\ \ 0.038098L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.22)}$$

t-statistis (0.0076) (-0.0060)

สมการ (5.22) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ 0.046018 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ -0.038098 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.26 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 13:47
Sample(adjusted): 4 272
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 12 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.032204	0.091732	0.351066	0.7258
AR(1)	-0.161592	0.057901	-2.790840	0.0056
AR(2)	0.497852	0.241063	2.065239	0.0399
MA(2)	-0.561258	0.236439	-2.373797	0.0183

R-squared	0.033655	Mean dependent var	0.034002
Adjusted R-squared	0.022716	S.D. dependent var	2.276741
S.E. of regression	2.250734	Akaike info criterion	4.475148
Sum squared resid	1342.438	Schwarz criterion	4.528601
Log likelihood	-597.9074	F-statistic	3.076421
Durbin-Watson stat	2.042472	Prob(F-statistic)	0.028128

Inverted AR Roots	.63	-.79
Inverted MA Roots	.75	-.75

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.032973 + \mu_t$$

$$(1-0.494917L)(1+0.161305L^2)\,\mu_t = (1-0.558066L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.23)}$$

t-statistic (-2.7908) (2.06525) (-2.3737)

สมการ (5.23) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.494917 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ-0.16305 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ-0.558066 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.27 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 13:48
Sample(adjusted): 4 272
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 14 iterations
Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.059939	0.034593	1.732670	0.0843
AR(1)	0.792520	0.060858	13.02254	0.0000
AR(2)	0.138509	0.061120	2.266203	0.0242
MA(1)	-0.989884	0.000542	-1827.088	0.0000

R-squared	0.053912	Mean dependent var	0.034002
Adjusted R-squared	0.043201	S.D. dependent var	2.276741
S.E. of regression	2.227019	Akaike info criterion	4.453963
Sum squared resid	1314.298	Schwarz criterion	4.507416
Log likelihood	-595.0581	F-statistic	5.033574
Durbin-Watson stat	2.004329	Prob(F-statistic)	0.002078

Inverted AR Roots	.94	-.15
Inverted MA Roots	.99	

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.061689 + \mu_t$$

$$(1-0.790341L)(1-0.141116L^2)\mu_t = (1-0.989466L)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.24)}$$

t-statistic (13.0225) (2.2662) (-1827.008)

สมการ (5.24) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.790341 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ 0.141116 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ -0.989466 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.28 เปรียบเทียบค่าสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1)**
Adjust R^2	0.022045	-0.007485	0.022203	**0.041844**
Dubin – Watson Statistic	1.998153	2.332953	2.039170	**1.996029**
Akaike Information Criterion	4.471640	4.505150	4.478920	**4.458630**
Schwarz Criterion	4.511729	4.545348	4.532517	**4.512227**

ที่มา: จากการคำนวณ

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการความคลาดเคลื่อน(residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลอง แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise มีการกระจายแบบปกติ ไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.29 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1)**
Q-Statistic (70)	55.438	60.231	52.132	**52.292**
Probability (70)	0.863	0.737	0.909	**0.906**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ราคาจะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งจำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

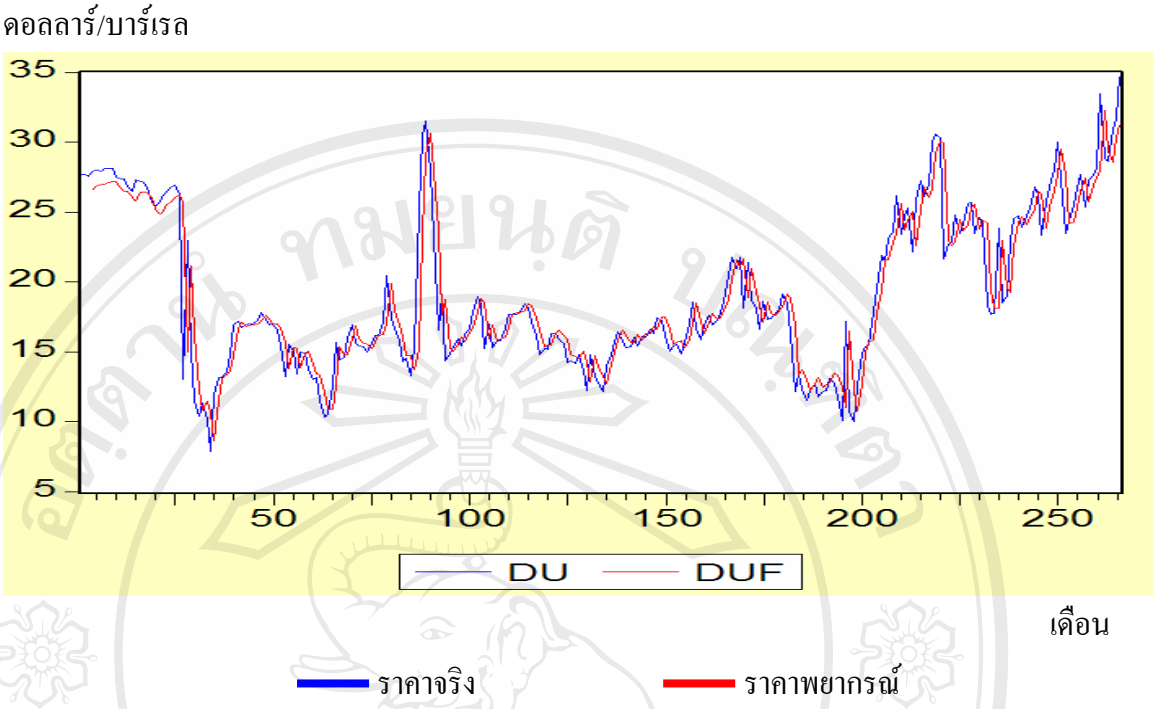
ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศโอมานตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 266 คือตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2527 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547 พบว่าสมการที่ (5.12) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุดคือเท่ากับ 2.212252 และ 0.054624 ตามลำดับ จากรูป 5.4 เส้นกราฟราคาจริงกับราคาพยากรณ์มีแนวโน้มทิศทางเดียวกันอิทธิพลของความเคลื่อนไหวผิดปกติมีไม่มากนัก ดังนั้นราคาที่พยากรณ์จึงมีความใกล้เคียงกับราคาจริง

ตาราง 5.30 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1)**
Root Mean Square Error	2.237475	2.271509	2.233684	**2.212252**
Theil's Inequality Coefficient	0.0056151	0.057075	0.056178	**0.054624**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.7 ราคาพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast
ที่มา: จากการคำนวณ

ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 5 ช่วงเวลา คือ ค่าที่ 267 จนถึงค่าที่ 271 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.12) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.215440 และ 0.054624 ตามลำดับ

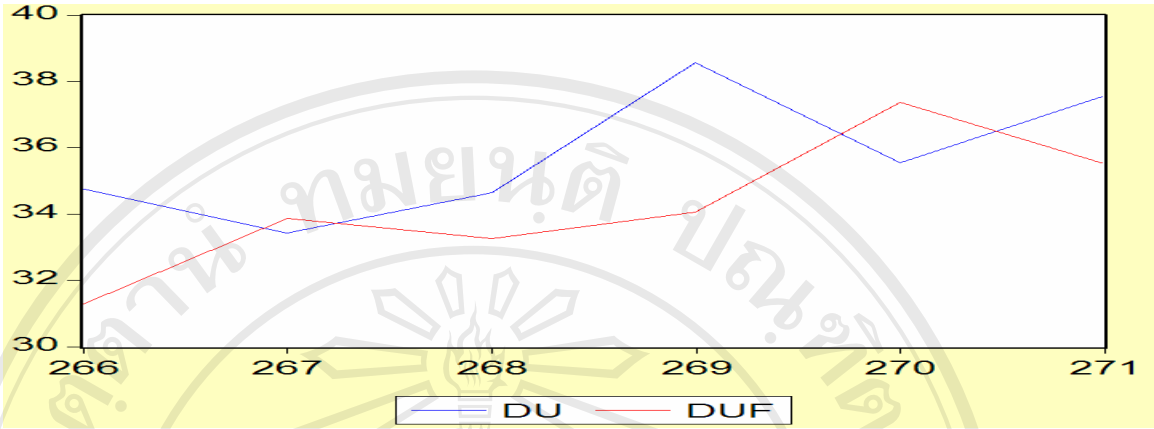
ตาราง 5.31 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1)**
Root Mean Square Error	2.238327	2.276052	2.238684	**2.215440**
Theil's Inequality Coefficient	0.055058	0.056038	0.055170	**0.054624**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



เดือน

พ.ค. 47 มิ.ย. 47 ก.ค. 47 ส.ค. 47 ก.ย. 47 ต.ค. 47

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.8 ราคาพยากรณ์ในช่วงEx-post Forecast จากสมการ (5.12) หรือแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)

ที่มา: จากการคำนวณ

ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นการพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 เดือน คือค่าที่ 272 จนถึงค่าที่ 274 ซึ่งผลพยากรณ์ราคาเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือน มกราคม พ .ศ. 2548 แสดงได้ดังนี้

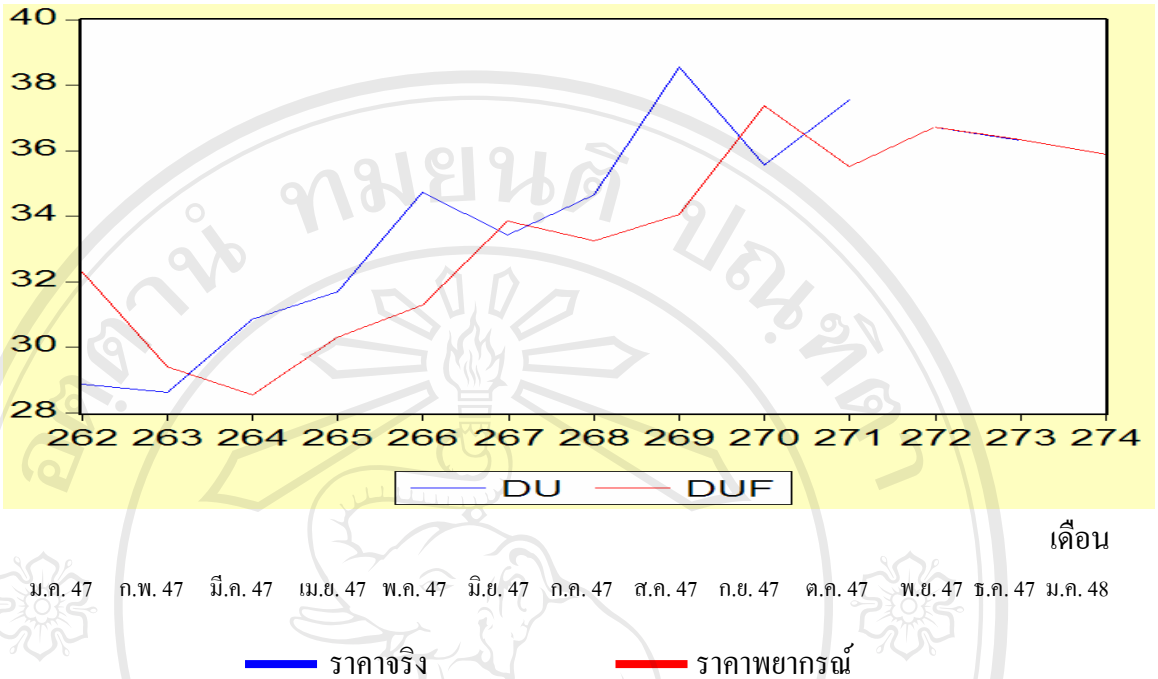
ตาราง 5.32 ราคาพยากรณ์จากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
272	พฤศจิกายน 47	36.71
273	ธันวาคม 47	36.31
274	มกราคม 48	35.89

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



รูป 5.9 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–262, 263–271 และ 272–274 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.33 จุดอ่อนของการพยากรณ์ครั้งนี้คือผลพยากรณ์จะมีความล่าช้ากว่าราคาจริงอยู่ประมาณ 1 เดือนอาจเนื่องมาจากเกิดความค่าเคลื่อนไหวผิดปกติมีอิทธิพลต่อผลการพยากรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.33 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
262	มกราคม 47	28.88	32.28
263	กุมภาพันธ์ 47	28.61	29.38
264	มีนาคม 47	30.85	28.53
265	เมษายน 47	31.68	30.29
266	พฤษภาคม 47	34.74	31.28
Ex – post Forecast			
267	มิถุนายน 47	33.43	33.86
268	กรกฎาคม 47	34.65	33.24
269	สิงหาคม 47	38.56	34.05
270	กันยายน 47	35.55	37.36
271	ตุลาคม 47	37.55	35.51
Ex – ante Forecast			
272	พฤศจิกายน 47	-	36.71
273	ธันวาคม 47	-	36.31
274	มกราคม 48	-	35.89

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins ข้อมูลแบบรายไตรมาส

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจากข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.17)**

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.18)**

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(1) AR(2) MA(2) **(5.19)**

ΔDU_t ค่าคงที่ AR(1) MA(2) **(5.20)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

การประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.34 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 01/01/00 Time: 03:38
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 9 iterations
Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.070796	0.332771	0.212746	0.8320
AR(1)	-0.538468	0.245280	-2.195317	0.0309
MA(1)	0.748990	0.192160	3.897749	0.0002

R-squared	0.057170	Mean dependent var	0.061264
Adjusted R-squared	0.034721	S.D. dependent var	2.782852
S.E. of regression	2.734113	Akaike info criterion	4.883365
Sum squared resid	627.9313	Schwarz criterion	4.968396
Log likelihood	-209.4264	F-statistic	2.546726
Durbin-Watson stat	2.119833	Prob(F-statistic)	0.084374

Inverted AR Roots	-.54
Inverted MA Roots	-.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.070796 + \mu_t$$

$$(1+0.538468L)\,\mu_t = (1+0.748990L)\varepsilon_t \quad \textbf{(5.21)}$$

t-statistic (-2.195317) (3.897749)

สมการ (5.21) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ-0.538468 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.748990 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ตาราง 5.35 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 01/01/00 Time: 03:43
Sample(adjusted): 5 90
Included observations: 86 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 8 iterations
Backcast: 3 4

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.055556	0.240647	0.230860	0.8180
AR(2)	-0.494764	0.327764	-1.509515	0.1350
MA(2)	0.233239	0.368918	0.632223	0.5290

R-squared	0.082101	Mean dependent var	0.060116
Adjusted R-squared	0.059983	S.D. dependent var	2.799153
S.E. of regression	2.713904	Akaike info criterion	4.868914
Sum squared resid	611.3177	Schwarz criterion	4.954531
Log likelihood	-206.3633	F-statistic	3.711963
Durbin-Watson stat	1.706103	Prob(F-statistic)	0.028575

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.055556 + \mu_t$$

$$(1+0.494764L^2)\,\mu_t = (1+0.233239L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.22)}$$

t-statistis (-1.5095) (0.6322)

สมการ (5.22) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ-0.494764 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.233239 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาค 5.36 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 01/01/00 Time: 03:48
Sample(adjusted): 5 90
Included observations: 86 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 36 iterations
Backcast: 3 4

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.187495	0.109744	1.708480	0.0913
AR(1)	-0.034952	0.075168	-0.464990	0.6432
AR(2)	0.720181	0.093742	7.682616	0.0000
MA(2)	-0.949039	0.053049	-17.88997	0.0000

R-squared	0.137851	Mean dependent var	0.060116
Adjusted R-squared	0.106309	S.D. dependent var	2.799153
S.E. of regression	2.646186	Akaike info criterion	4.829511
Sum squared resid	574.1885	Schwarz criterion	4.943666
Log likelihood	-203.6690	F-statistic	4.370396
Durbin-Watson stat	1.850335	Prob(F-statistic)	0.006618

Inverted AR Roots	.83	-.87
Inverted MA Roots	.97	-.97

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.187495 + \mu_t$$

$$(1+0.034952L)(1-0.720181L^2)\,\mu_t = (1-0.949039L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.23)}$$

t-statistic (-0.4649) (7.6826) (-17.8899)

สมการ (5.23) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.034952 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ 0.720181 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ -0.949039 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาค 5.37 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)

Dependent Variable: D(DU)
Method: Least Squares
Date: 01/01/00 Time: 03:58
Sample(adjusted): 5 90
Included observations: 86 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 38 iterations
Backcast: 3 4

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.042582	0.298734	0.142542	0.8870
AR(1)	-0.640359	0.032853	-19.49183	0.0000
AR(2)	-0.951798	0.033615	-28.31442	0.0000
MA(2)	0.975730	0.013754	70.93961	0.0000
MA(1)	0.774859	0.016233	47.73222	0.0000

R-squared	0.170320	Mean dependent var	0.060116
Adjusted R-squared	0.129348	S.D. dependent var	2.799153
S.E. of regression	2.611854	Akaike info criterion	4.814379
Sum squared resid	552.5645	Schwarz criterion	4.957074
Log likelihood	-202.0183	F-statistic	4.156992
Durbin-Watson stat	1.931353	Prob(F-statistic)	0.004106

Inverted AR Roots	-.32+.92i	-.32 -.92i
Inverted MA Roots	-.39+.91i	-.39 -.91i

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta DU_t = 0.040786 + \mu_t$$

$$(1+ 0.640359L)(1+0.951798L^2)\ \mu_t = (1+0.774859)\ (1 +0.975730L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.24)}$$

t-statistic (-19.4918) (-28.3144) (47.7322) (70.396)

สมการ (5.24) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.042582 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.640359 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR (2) มีค่าเท่ากับ -0.951798 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ค่าสัมประสิทธ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.774859 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1 % ค่าสัมประสิทธ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.975730 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise หรือมีการกระจายแบบปกติ และ e_t ไม่มีทั้งสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 ที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.38 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Q-Statistic (70)	78.601	64.441	71.666	**48.449**
Probability (70)	0.178	0.600	0.326	**0.948**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งได้จำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

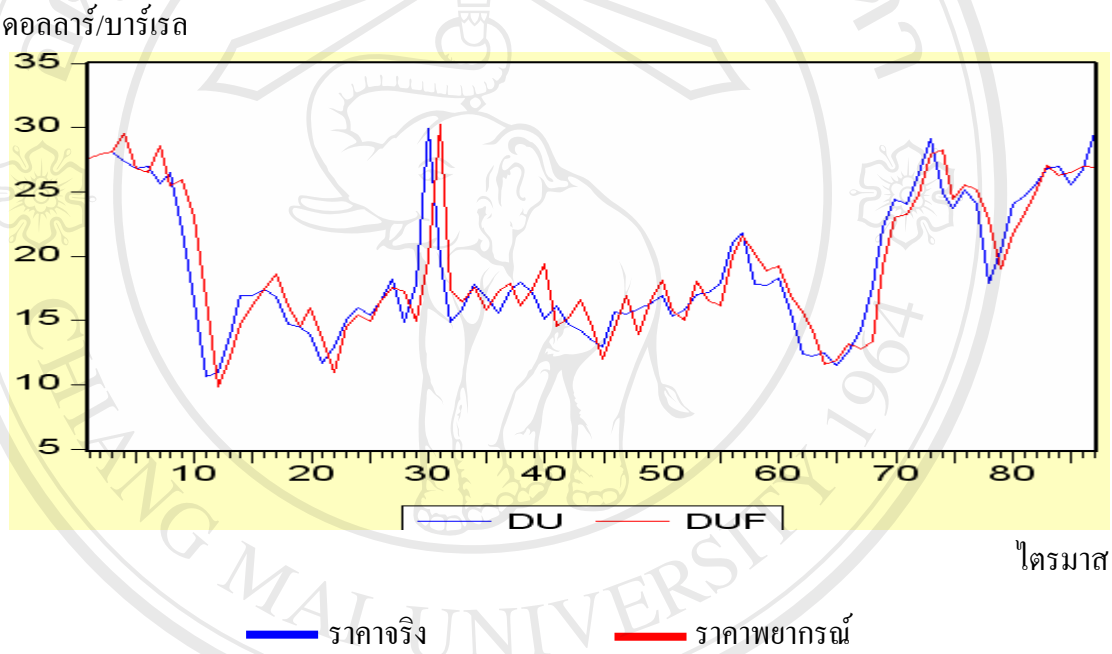
ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศคูไบตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 86 คือ ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ของ พ.ศ. 2527 ถึงไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2546 พบว่าสมการที่ (5.27) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือ เท่ากับ 2.734154 และ 0.071062 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.39 การเปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	2.681533	2.651785	2.545258	**2.734154**
Theil's Inequality Coefficient	0.069283	0.069058	0.066269	**0.071062**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.10 การพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast

ที่มา: จากการคำนวณ

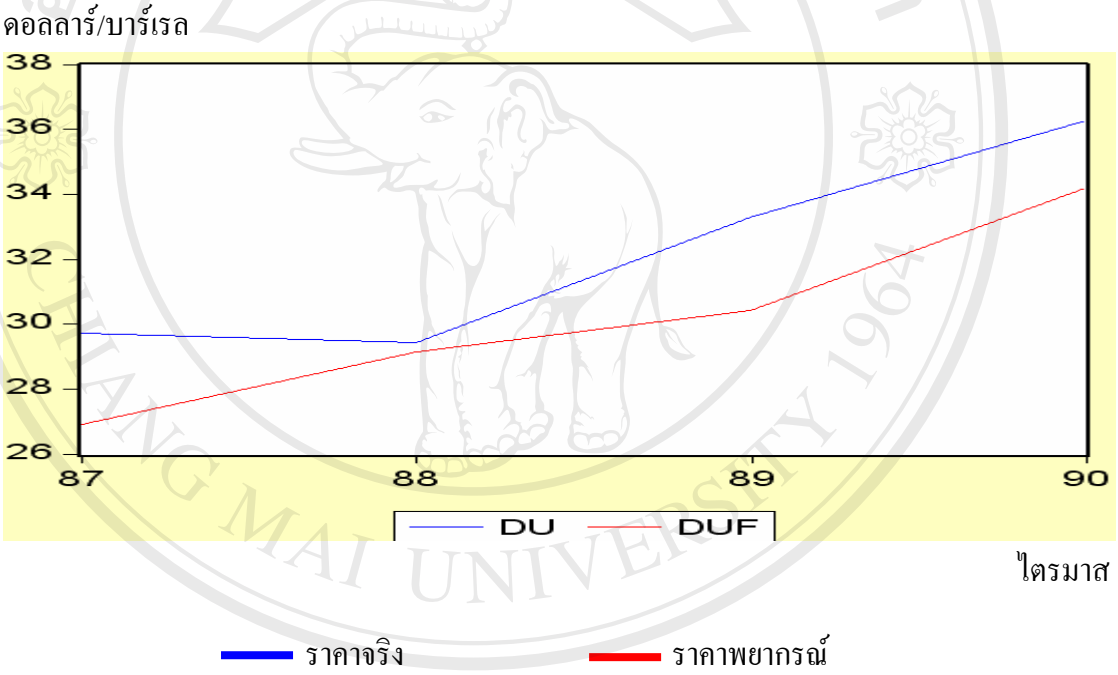
ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 3 ช่วงเวลา คือ ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2547 ถึง ไตรมาส 3 พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.28) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.534792 และ 0.064405 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.40 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	2.686559	2.666148	2.583914	**2.534792**
Theil's Inequality Coefficient	0.067814	0.067805	0.065562	**0.064405**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.11 การพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.28) หรือแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)

ที่มา: จากการคำนวณ

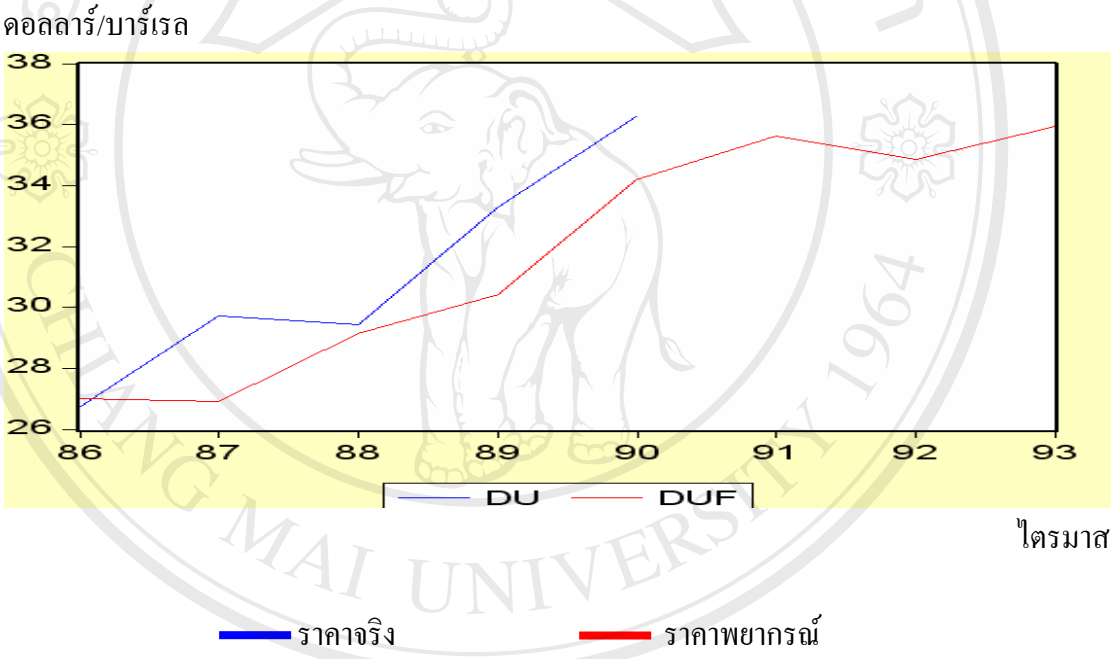
ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นซึ่งพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 ไตรมาส คือ ไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2547, ไตรมาสที่ 1 และ 2 พ.ศ. 2548 ซึ่งผลพยากรณ์ราคา แสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.41 ผลพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) MA(2) ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
91	ไตรมาสที่ 4 /47	34.67
92	ไตรมาสที่ 1 /48	34.73
93	ไตรมาสที่ 2 /48	35.95

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.12 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–87 , 88–90 และ 91–93 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.42

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.42 ผลการพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
85	ไตรมาสที่ 2/ 46	26.95	26.54
86	ไตรมาสที่ 3 /46	25.53	26.99
87	ไตรมาสที่ 4 /46	26.76	26.91
Ex – post Forecast			
88	ไตรมาสที่ 1 /47	29.73	26.15
89	ไตรมาสที่ 2 /47	29.44	30.40
90	ไตรมาสที่ 3 /47	33.28	34.18
Ex – ante Forecast			
91	ไตรมาสที่ 4 /47	-	34.67
92	ไตรมาสที่ 1 /48	-	34.73
93	ไตรมาสที่ 2 /48	-	35.95

ที่มา: จากการคำนวณ

5.3 การศึกษาราคานำเข้าน้ำมันจากประเทศไนจีเรีย

5.3.1 ผลการทดสอบ Unit Root

การทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศไนจีเรีย การพิจารณาความนิ่งของข้อมูล : [I(0); integrated of order 0] หรือความไม่นิ่ง : [I(0); integrated of order d] เพื่อหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (spurious regression) หรือข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยและความแปร ปรวนไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปหรือช่วงเวลาที่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธี Serial Correlation LM-test ในการหา lag ที่เหมาะสมโดยใช้หลักการพิจารณาค่า probability ซึ่งจะเลือก lag ที่ให้ค่า probability สูงที่สุดโดยเริ่มใช้ lag เท่ากับ 0 ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มค่า lag ไปเรื่อยๆ จนได้ lag ที่ให้ค่า probability สูงสุดจึงจะเลือกใช้ lag นั้น วิธี LM-test เป็นวิธีที่เหมาะสมมีหลักการเลือกแบบจำลองที่เป็นระเบียบวิธี ผลการทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศไนจีเรีย ที่ระดับ level สัมประสิทธิ์ของ lag length ที่ P-lag เท่ากับ 0 ใช้การทดสอบ ADF พบว่าค่า t-statistic ของข้อมูลที่ระดับ level เมื่อทำเปรียบเทียบกับค่า Mackinnon

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

critical value แล้วยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0: $\theta = 0$) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มี unit root จึงได้ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 (1^{st} difference) เมื่อทำการทดสอบ ADF อีกครั้งพบว่าค่า t statistic ของทั้ง 3 แบบจำลองเมื่อเทียบค่า Mackinnon critical value แล้วปฏิเสธสมมติฐานว่าง หมายความว่าข้อมูลชุดนี้มีความนิ่งแล้ว ในการเลือกแบบจำลองจะอาศัยหลักการพิจารณาเลือกโดยการเปรียบเทียบแบบจำลองทีละคู่ คือ ระหว่างแบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา (without trend and intercept) กับแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลา (with intercept and without trend) และแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลากับแบบจำลองที่มีจุดตัดและแนวโน้มของเวลา (with intercept and trend) เกณฑ์การพิจารณาจะพิจารณาจากค่า F-test ซึ่งผลการหาค่า F-test ของคู่แรกมีค่าความน่าจะเป็น (probability) เท่ากับ 0.752970 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% (ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%) แบบจำลองที่จะใช้คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา ส่วนการเลือก lag ที่เหมาะสมโดยวิธี LM-test โดยพิจารณาจากค่า probability ที่ให้ค่า probability สูงสุด ผลที่ได้คือ lag ที่ 4 เป็น lag ที่เหมาะสมซึ่งให้ค่า probability เท่ากับ 0.863667 สรุปได้ว่าแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศไนจีเรีย คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา(without trend and intercept) ที่ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 โดยใช้ lag ที่ 4 (ตารางภาคผนวก ค 9)

ตาราง 5.43 ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ Unit Root

ราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศไนจีเรีย									
P - lag[P]			LEVEL (Test - statistic)			1^{st} differencing (Test – statistic)			I(d)
ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	
(4)	(4)	(4)	-0.0559	-1.9058	-2.4077	-18.0905*	-18.0735*	-18.2081*	I(1)

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 1) * หมายถึง ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%($\alpha = 0.01$)

2) I(d) หมายถึง order of integration

3) ตัวเลขในวงเล็บของ (P) คือ จำนวน P-lag ที่ใช้ในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.2 ผลการทดสอบ Seasonal Unit Root

การทดสอบ seasonal unit root เมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic มีค่าเท่ากับ-1.611276 มีค่าอยู่ในอาณาเขตวิกฤตซึ่งยอมรับสมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความไม่นิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน$\gamma_2=0$ ค่า t-statistic ที่ค่าเท่ากับ-7.550655 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ ข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_3 =\gamma_4=0$ ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 23.74298 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3 =\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส เมื่อทดสอบความนิ่งในระดับ level ข้อมูลยังมีความไม่นิ่งจึงต้องทำการทดสอบในระดับ 1st difference อีกครั้ง เมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ -4.346878 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความนิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_2=0$ ค่าt-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ -6.080124 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ หมายความว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน$\gamma_3=\gamma_4=0$ ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 14.60411 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3=\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส

ตาราง 5.44 ค่าสถิติที่ทดสอบ seasonal unit root

	$\gamma_1 = 0$	$\gamma_2 = 0$	$\gamma_3= \gamma_4 = 0$
ค่าสถิติของ HEGY test	-2.87	-1.92	3.12
ค่าที่คำนวณระดับ level	-1.611276	-7.550655	23.74298
ค่าที่คำนวณได้ระดับ 1st difference	-4.346878	-6.080124	14.60411

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจาก

ข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองโดยแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(2) MA(1) MA(2) **(5.17)**

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.18)**

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(1) AR(1) MA(2) **(5.19)**

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.20)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

จากการประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.45 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 20:08
Sample(adjusted): 4 271
Included observations: 268 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 21 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.074948	0.150323	0.498581	0.6185
AR(2)	-0.953298	0.020513	-46.47358	0.0000
MA(1)	-0.059373	0.012986	-4.571907	0.0000
MA(2)	0.978193	0.010483	93.31335	0.0000
R-squared	0.050152	Mean dependent var		0.075522
Adjusted R-squared	0.039358	S.D. dependent var		2.556547
S.E. of regression	2.505732	Akaike info criterion		4.689851
Sum squared resid	1657.574	Schwarz criterion		4.743448
Log likelihood	-624.4401	F-statistic		4.646409
Durbin-Watson stat	2.091728	Prob(F-statistic)		0.003488
Inverted MA Roots	.03 -.99i	.03+.99i		

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta FO_t = 0.074948 + \mu_t$$

$$(1+0.953298L^2)\,\mu_t = (1 - 0.059373\,L)(1+0.978193L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.21)}$$

t-statistic (-46.4735) (-4.5719) (93.3133)

สมการ (5.21) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ-0.953298 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ-0.059373 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.978193 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตาราง 5.46 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 20:07
Sample(adjusted): 4 271
Included observations: 268 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 10 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.075987	0.151166	0.502670	0.6156
AR(2)	-0.880238	0.129011	-6.822963	0.0000
MA(2)	0.826300	0.152167	5.430219	0.0000

R-squared	0.013087	Mean dependent var	0.075522
Adjusted R-squared	0.005638	S.D. dependent var	2.556547
S.E. of regression	2.549330	Akaike info criterion	4.720669
Sum squared resid	1722.257	Schwarz criterion	4.760866
Log likelihood	-629.5696	F-statistic	1.756995
Durbin-Watson stat	2.203171	Prob(F-statistic)	0.174567

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta FO_t = 0.075987 + \mu_t$$

$$(1+0.880238L^2)\,\mu_t = (1 + 0.826300L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.22)}$$

t-statistic (-6.8229) (5.4302)

สมการ (5.22) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ-0.880238 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.826300 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตาราง 5.47 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 20:10
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 7 iterations
Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.071746	0.128238	0.559471	0.5763
AR(1)	-0.165406	0.982216	-0.168401	0.8664
MA(1)	0.044679	0.980221	0.045581	0.9637
MA(2)	-0.081777	0.130177	-0.628195	0.5304

R-squared	0.017755	Mean dependent var	0.076245
Adjusted R-squared	0.006635	S.D. dependent var	2.551801
S.E. of regression	2.543321	Akaike info criterion	4.719577
Sum squared resid	1714.148	Schwarz criterion	4.773030
Log likelihood	-630.7831	F-statistic	1.596684
Durbin-Watson stat	1.973504	Prob(F-statistic)	0.190545

Inverted AR Roots	-.17	
Inverted MA Roots	.26	-.31

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta FO_t = 0.071746 + \mu_t$$

$$(1 + 0.165406L)\,\mu_t = (1 + 0.044679\,L)(1 - 0.081777L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.23)}$$

t-statistic (-0.6684) (0.0455) (-0.6281)

สมการ (5.23) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ-0.165406 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.0444679 และไม่แตกต่างจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ และค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ-0.081777 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 5.48 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/04/05 Time: 20:11
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 9 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.063500	0.107112	0.592834	0.5538
AR(1)	0.646942	0.224242	2.885015	0.0042
MA(1)	-0.759724	0.194514	-3.905765	0.0001

R-squared	0.019797	Mean dependent var	0.076245
Adjusted R-squared	0.012427	S.D. dependent var	2.551801
S.E. of regression	2.535895	Akaike info criterion	4.710060
Sum squared resid	1710.583	Schwarz criterion	4.750150
Log likelihood	-630.5031	F-statistic	2.686218
Durbin-Watson stat	1.999353	Prob(F-statistic)	0.069987

Inverted AR Roots	.65
Inverted MA Roots	.76

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta FO_t = 0.063500 + \mu_t$$

$$(1-0.646942L)\ \mu_t = (1-0.759724L)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.24)}$$

t-statistic (2.8850) (-3.9057)

สมการ (5.24) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.646942 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ-0.759724 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.49 เปรียบเทียบค่าสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง

ค่าสถิติ	**AR(2) MA(1) MA(2)**	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(1) MA(2)	AR(1) MA(1)
Adjust R^2	**0.039358**	0.005638	0.006635	0.012427
Dubin – Watson Statistic	**2.091728**	2.203171	1.973504	1.999353
Akaike Information Criterion	**4.689851**	4.720669	4.719577	4.710060
Schwarz Criterion	**4.743448**	4.760866	4.773030	4.750150

ที่มา: จากการคำนวณ

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise มีการกระจายแบบปกติไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาต่อไปได้

ตาราง 5.50 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	**AR(2) MA(1) MA(2)**	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(1) MA(2)	AR(1) MA(1)
Q-Statistic (70)	**50.829**	53.118	60.281	58.056
Probability (70)	**0.929**	0.907	0.706	0.800

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งจำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศไนจีเรียตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณา โดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 266 คือตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2527 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547 พบว่าสมการที่ (5.17) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุดคือเท่ากับ 2.451814 และ 0.056433 ตามลำดับ เส้นราคาพยากรณ์กับเส้นราคาจริงมีแนวโน้มและทิศทางการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่าอิทธิพลของความเคลื่อนไหวผิดปกติไม่ส่งผลมากนักต่อการพยากรณ์

ตาราง 5.51 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

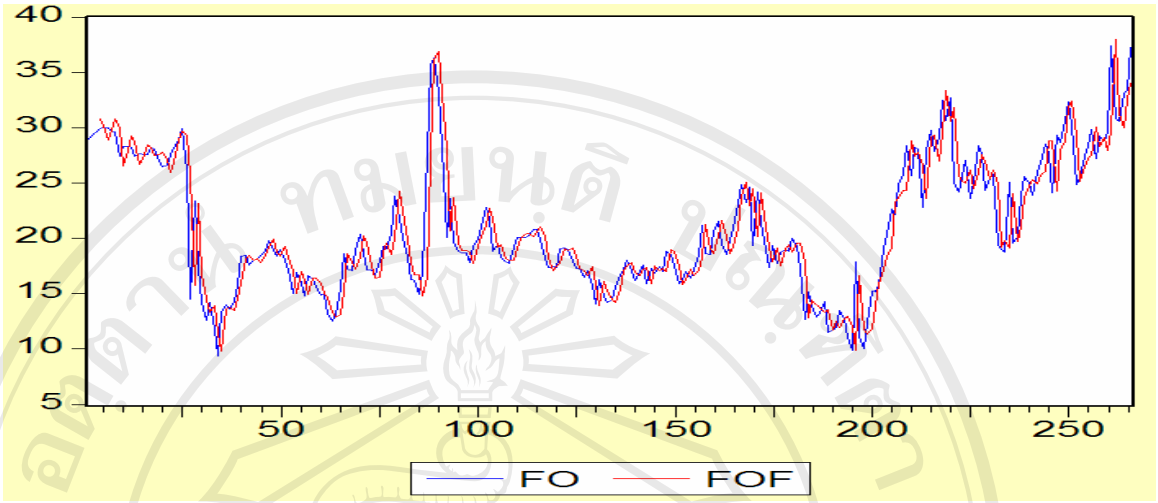
ค่าสถิติ	**AR(2)** **MA(1)** **MA(2)**	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(1) MA(2)	AR(1) MA(1)
Root Mean Square Error	**2.451814**	2.502372	2.488034	2.479267
Theil's Inequality Coefficient	**0.056433**	0.057597	0.057201	0.057016

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



เดือน

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.13 แสดงผลพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast
ที่มา: จากการคำนวณ

ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 5 ช่วงเวลา คือ ค่าที่ 267 จนถึงค่าที่ 271 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.17) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.486962 และ 0.055934 ตามลำดับ

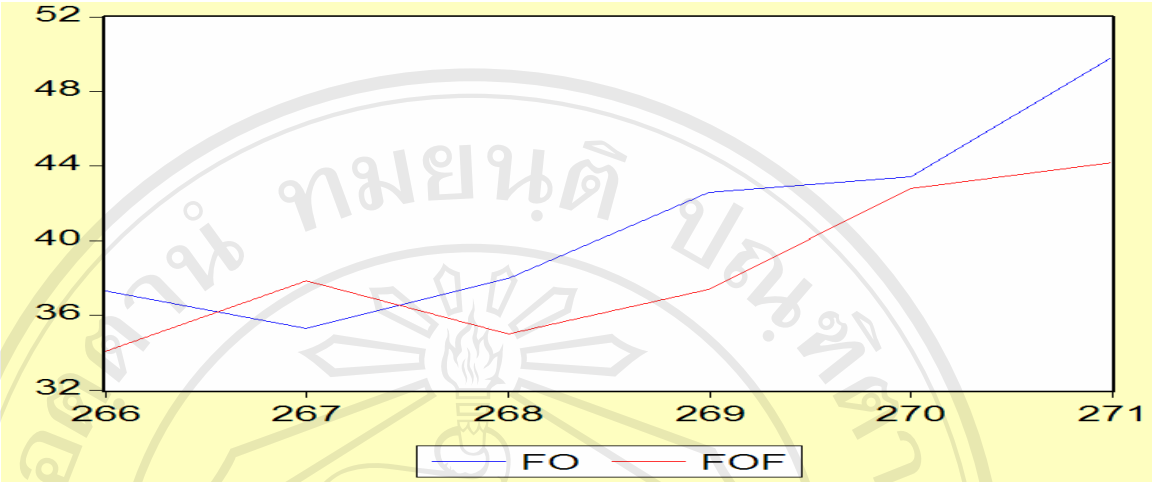
ตาราง 5.52 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	**AR(2) MA(1) MA(2)**	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(1) MA(2)	AR(1) MA(1)
Root Mean Square Error	**2.486962**	2.535021	2.524341	2.521715
Theil's Inequality Coefficient	**0.055934**	0.057022	0.056737	0.056701

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



เดือน

พ.ค. 47 มิ.ย. 47 ก.ค. 47 ส.ค. 47 ก.ย. 47 ต.ค.47

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.14 ราคาพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.17) หรือแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)

ที่มา: จากการคำนวณ

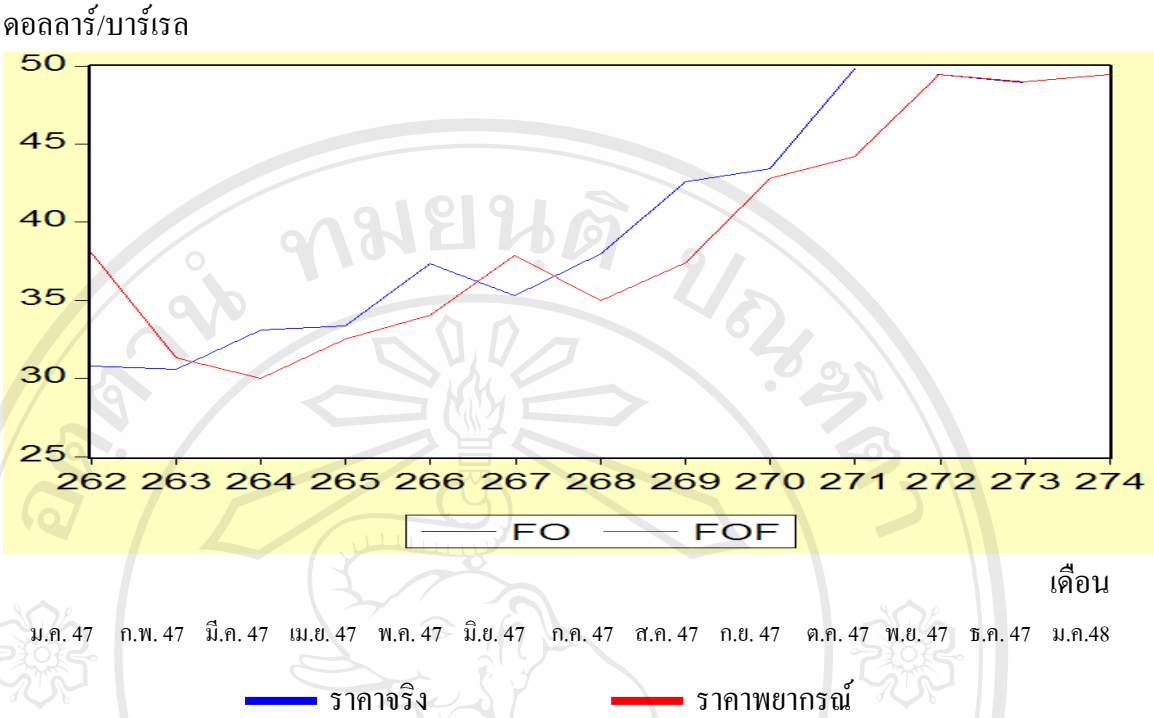
ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นการพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 เดือน คือค่าที่ 272 จนถึงค่าที่ 274 ซึ่งผลพยากรณ์ราคาเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือน มกราคม พ .ศ. 2548 แสดงได้ดังนี้

ตาราง 5.53 ราคาพยากรณ์จากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
272	พฤศจิกายน 47	49.44
273	ธันวาคม 47	48.94
274	มกราคม 48	49.43

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.15 ราคาพยากรณ์จากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–262, 263–271 และ 272–274 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.54 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
262	มกราคม 47	30.79	36.52
263	กุมภาพันธ์ 47	30.56	30.88
264	มีนาคม 47	33.10	30.67
265	เมษายน 47	33.36	32.92
266	พฤษภาคม 47	37.32	33.22
Ex – post Forecast			
267	มิถุนายน 47	35.31	36.79
268	กรกฎาคม 47	37.96	35.15
269	สิงหาคม 47	42.57	37.56
270	กันยายน 47	43.41	41.77
271	ตุลาคม 47	49.81	42.73
Ex – ante Forecast			
272	พฤศจิกายน 47	-	49.44
273	ธันวาคม 47	-	48.94
274	มกราคม 48	-	49.43

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins ข้อมูลแบบรายไตรมาส

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจากข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(2) MA(1) MA(2) **(5.17)**

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.18)**

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(1) AR(1) MA(2) **(5.19)**

ΔFO_t ค่าคงที่ AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) **(5.20)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

การประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.55 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/21/05 Time: 23:47
Sample(adjusted): 3 90
Included observations: 88 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 12 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.135131	0.366757	0.368450	0.7135
AR(1)	-0.526947	0.334367	-1.575953	0.1188
MA(1)	0.684086	0.285156	2.398986	0.0186

R-squared	0.035220	Mean dependent var	0.129318
Adjusted R-squared	0.012519	S.D. dependent var	3.144636
S.E. of regression	3.124889	Akaike info criterion	5.150171
Sum squared resid	830.0192	Schwarz criterion	5.234626
Log likelihood	-223.6075	F-statistic	1.551498
Durbin-Watson stat	2.112928	Prob(F-statistic)	0.217871

Inverted AR Roots	-.53
Inverted MA Roots	-.68

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta FO_t = 0.135131 + \mu_t$$

$$(1+0.526947L)\,\mu_t = (1+0.684086L)\varepsilon_t \quad \textbf{(5.41)}$$

t-statistic (-1.5759) (2.3989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (5.41) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ-0.526947 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.684086 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5%

ตาราง 5.56 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 00:01
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 7 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.123072	0.277211	0.443965	0.6582
AR(2)	-0.564156	0.314007	-1.796635	0.0760
MA(2)	0.320452	0.361313	0.886909	0.3777

R-squared	0.075748	Mean dependent var	0.143103
Adjusted R-squared	0.053742	S.D. dependent var	3.160190
S.E. of regression	3.074099	Akaike info criterion	5.117775
Sum squared resid	793.8072	Schwarz criterion	5.202806
Log likelihood	-219.6232	F-statistic	3.442170
Durbin-Watson stat	1.779397	Prob(F-statistic)	0.036575

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta FO_t = 0.123072 + \mu_t$$

$$(1+0.564156L^2)\,\mu_t = (1+0.320452L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.42)}$$

t-statistis (-1.7966) (0.8869)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (5.42) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ -0.564156 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.320452 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 5.57 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 00:06
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 11 iterations
Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.120647	0.284507	0.424055	0.6726
AR(1)	-0.223490	0.334864	-0.667406	0.5064
AR(2)	-0.274305	0.116253	-2.359555	0.0206
MA(1)	0.293630	0.345406	0.850102	0.3977

R-squared	0.084922	Mean dependent var	0.143103
Adjusted R-squared	0.051847	S.D. dependent var	3.160190
S.E. of regression	3.077177	Akaike info criterion	5.130789
Sum squared resid	785.9284	Schwarz criterion	5.244164
Log likelihood	-219.1893	F-statistic	2.567546
Durbin-Watson stat	1.934673	Prob(F-statistic)	0.059924

Inverted AR Roots	-.11+.51i	-.11 -.51i
Inverted MA Roots	-.29	

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta FO_t = 0.120647 + \mu_t$$

$$(1+0.223490L)(1+0.274305L^2)\,\mu_t = (1+0.293630L)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.43)}$$

t-statistic (-0.6674) (-2.3595) (0.8501)

สมการ (5.43) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.223490 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ -0.274305 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% และค่าสัมประสิทธ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.293630 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.58 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)

Dependent Variable: D(FO)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 00:32
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 23 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.138472	0.321544	0.430648	0.6679
AR(1)	-0.600702	0.058402	-10.28561	0.0000
AR(2)	-0.927605	0.069887	-13.27296	0.0000
MA(1)	0.702194	0.076409	9.189972	0.0000
MA(2)	0.837884	0.075544	11.09138	0.0000

R-squared	0.142711	Mean dependent var	0.143103
Adjusted R-squared	0.100892	S.D. dependent var	3.160190
S.E. of regression	2.996534	Akaike info criterion	5.088543
Sum squared resid	736.2955	Schwarz criterion	5.230262
Log likelihood	-216.3516	F-statistic	3.412585
Durbin-Watson stat	1.974557	Prob(F-statistic)	0.012416

Inverted AR Roots	-.30+.92i	-.30 -.92i
Inverted MA Roots	-.35 -.85i	-.35+.85i

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta FO_t = 0.138472 + \mu_t$$

$$(1+ 0.600702L)(1+0.927605L^2)\ \mu_t = (1+0.702194)\ (1 +0.837884L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.44)}$$

t-statistic (-10.2856) (-13.2729) (9.1899) (11.0913)

สมการ (5.44) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.138472 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.600702 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR (2) มีค่าเท่ากับ -0.927605 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ค่าสัมประสิทธ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.702194 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1 % ค่าสัมประสิทธ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.837884 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise หรือมีการกระจายแบบปกติ และ e_t ไม่มีทั้งสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 ที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.59 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Q-Statistic (70)	77.355	60.781	53.965	**36.503**
Probability (70)	0.205	0.721	0.875	**0.999**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งได้จำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

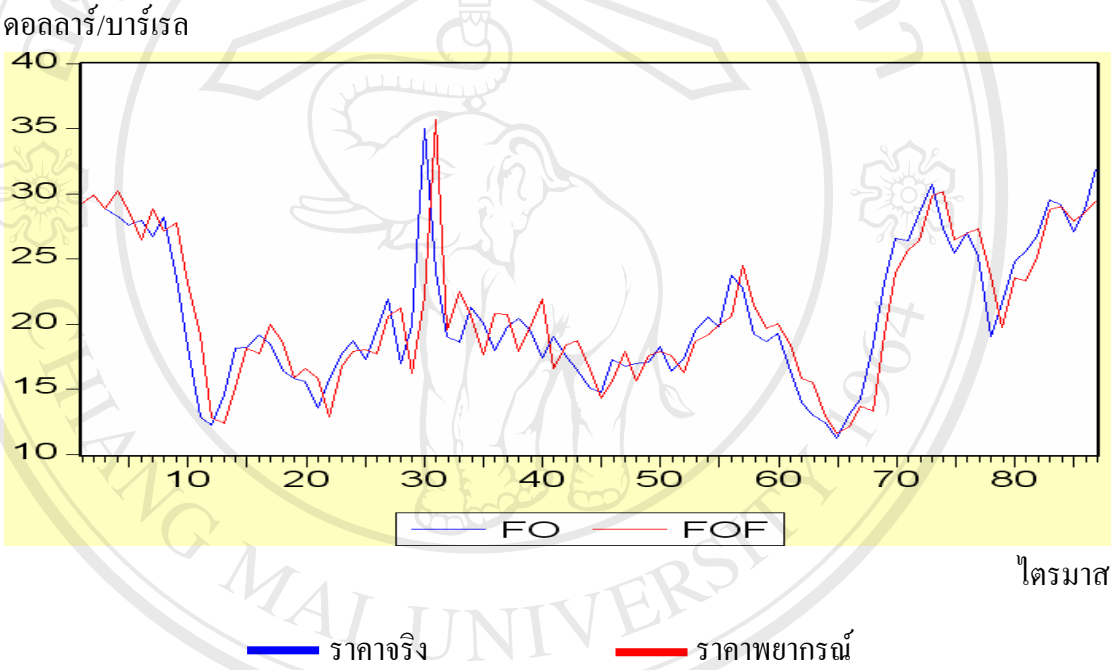
ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศคูไบตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 86 คือตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2527 ถึงไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2546 พบว่าสมการที่ (5.44) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.894523 และ 0.068309 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.60 การเปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	3.044080	2.968887	2.965177	**2.894523**
Theil's Inequality Coefficient	0.071502	0.070135	0.070051	**0.068309**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.16 การพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast

ที่มา: จากการคำนวณ

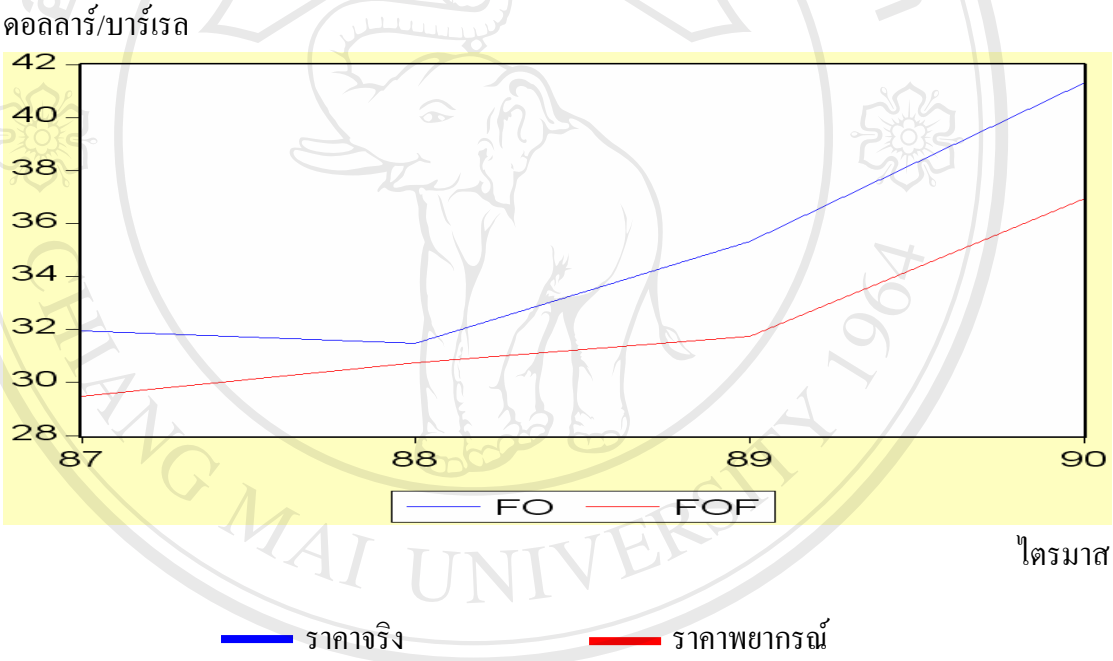
ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 3 ช่วงเวลา คือ ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2546 ถึง ไตรมาส 3 พ.ศ. 2546 หรือตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.44) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.909152 และ 0.066730 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.61 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	3.071162	3.020633	3.005605	**2.909152**
Theil's Inequality Coefficient	0.070157	0.067805	0.069035	**0.066730**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.17 การพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.44) หรือแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)

ที่มา: จากการคำนวณ

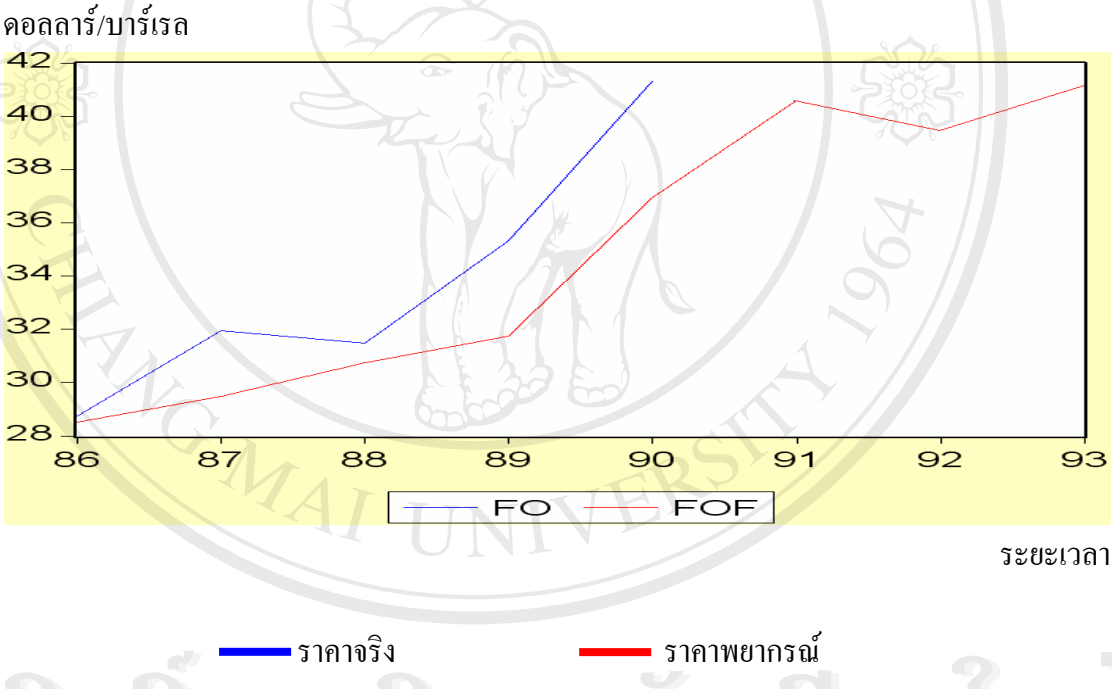
ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นซึ่งพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 ไตรมาส คือ ไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2547, ไตรมาสที่ 1 และ 2 พ.ศ. 2548 ซึ่งผลพยากรณ์ราคา แสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.62 ผลพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
91	ไตรมาสที่ 4 /47	40.57
92	ไตรมาสที่ 1 /48	39.46
93	ไตรมาสที่ 2 /48	41.16

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.18 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(1) MA(1) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–87 , 88–90 และ 91–93 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.63

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.63 ผลการพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
85	ไตรมาสที่ 2/ 46	27.06	27.89
86	ไตรมาสที่ 3 /46	28.76	28.51
87	ไตรมาสที่ 4 /46	31.94	29.48
Ex – post Forecast			
88	ไตรมาสที่ 1 /47	31.48	30.73
89	ไตรมาสที่ 2 /47	35.33	31.73
90	ไตรมาสที่ 3 /47	41.31	36.94
Ex – ante Forecast			
91	ไตรมาสที่ 4 /47	-	40.57
92	ไตรมาสที่ 1 /48	-	39.46
93	ไตรมาสที่ 2 /48	-	41.16

ที่มา: จากการคำนวณ

5.4 การศึกษาราคานำเข้าน้ำมันจากประเทศอังกฤษ

5.4.1 ผลการทดสอบ Unit Root

การทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศอังกฤษ การพิจารณาความนิ่งของข้อมูล : [I(0); integrated of order 0] หรือความไม่นิ่ง : [I(0); integrated of order d] เพื่อหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (spurious regression) หรือข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปหรือช่วงเวลาที่แตกต่าง การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธี Serial Correlation LM-test ในการหา lag ที่เหมาะสมโดยใช้หลักการพิจารณาค่า probability ซึ่งจะเลือก lag ที่ให้ค่า probability สูงที่สุดโดยเริ่มใช้ lag เท่ากับ 0 ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มค่า lag ไปเรื่อยๆ จนถึง lag ที่ให้ค่า probability สูงสุดจึงจะเลือกใช้ lag นั้น ผลการทดสอบ unit root ของข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศอังกฤษ ที่ระดับ level สัมประสิทธิ์ของ lag length ที่ P-lag เท่ากับ 0 ใช้การทดสอบ ADF พบว่าค่า t-statistic ของข้อมูลที่ระดับ level เมื่อทำเปรียบเทียบกับค่า Mackinnon critical value แล้วยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0: $\theta = 0$) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มี unit root จึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 (1st difference) เมื่อทำการทดสอบ ADF อีกครั้งพบว่าค่า t statistic ของทั้ง 3 แบบจำลองเมื่อเทียบค่า Mackinnon critical value แล้วปฏิเสธสมมติฐานว่าง หมายความว่าข้อมูลชุดนี้มีความนิ่งแล้ว ในการเลือกแบบจำลองจะอาศัยหลักการพิจารณาเลือกโดยการเปรียบเทียบแบบจำลองทีละคู่ คือ คู่แรกระหว่างแบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา (without trend and intercept) กับแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลา (with intercept and without trend) และคู่ที่สองแบบจำลองที่มีจุดตัดแต่ปราศจากแนวโน้มของเวลากับแบบจำลองที่มีจุดตัดและแนวโน้มของเวลา (with intercept and trend) เกณฑ์การพิจารณาจะพิจารณาจากค่า F-test ผลการหาค่า F-test ของคู่แรกมีค่าความน่าจะเป็น (probability) เท่ากับ 0.738089 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% (ระดับความเชื่อมั่นที่ 99**%**) หมายความว่าแบบจำลองที่จะใช้คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลา ส่วนการเลือก lag ที่เหมาะสมจะใช้วิธี LM-test โดยพิจารณาจากค่า probability ที่สูงสุด ผลที่ได้คือ lag ที่ 4 เป็น lag ที่เหมาะสมซึ่งให้ค่า probability เท่ากับ 0.84.2833 สรุปได้ว่าแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศอังกฤษ คือ แบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลาที่ทำการหาผลต่างลำดับที่ 1 โดยใช้ lag ที่ 4 (ตารางภาคผนวก ง 9)

ตาราง 5.64 ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ Unit Root

ราคาน้ำมันดิบที่นำเข้าจากประเทศอังกฤษ									
P - lag[P]			LEVEL (Test - statistic)			1st differencing (Test – statistic)			I(d)
ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	ปราศจากจุดตัดแกนและแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนแต่ปราศจากแนวโน้ม	มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม	
(4)	(4)	(4)	0.0188	-1.7078	-2.2701	-17.9334*	-17.9178*	-18.0639*	I(1)

ที่มา: ตารางภาคผนวก ง 3-ง 8

หมายเหตุ: 1) * หมายถึง ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%($\alpha = 0.01$)

2) I(d) หมายถึง order of integration

3) ตัวเลขในวงเล็บของ (P) คือ จำนวน P-lag ที่ใช้ในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4.2 ผลการทดสอบ Seasonal Unit Root

การทดสอบ seasonal unit root เมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic มีค่าเท่ากับ-1.588342 มีค่าอยู่ในอาณาเขตวิกฤตซึ่งยอมรับสมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความไม่นิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน$\gamma_2=0$ ค่า t-statistic ที่ค่าเท่ากับ-7.190343 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ ข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_3 =\gamma_4=0$ ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 26.19298 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3 =\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส เมื่อทดสอบความนิ่งในระดับ level ข้อมูลยังมีความไม่นิ่งจึงต้องทำการทดสอบในระดับ 1^{st} difference อีกครั้ง เมื่อทดสอบสมมติฐาน $\gamma_1=0$ ค่า t-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ -4.399771 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_1=0$ หมายความว่าข้อมูลมีความนิ่งแบบมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน $\gamma_2=0$ ค่าt-statistic ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ-6.223994 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_2=0$ หมายความว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบรายครึ่งปี การทดสอบสมมติฐาน$\gamma_3=\gamma_4=0$ ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 15.75536 มีค่าอยู่นอกอาณาเขตวิกฤตซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง $\gamma_3=\gamma_4=0$ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่งแบบเป็นรายไตรมาส

ตาราง 5.65 ค่าสถิติที่ทดสอบ seasonal unit root

	$\gamma_1 = 0$	$\gamma_2 = 0$	$\gamma_3= \gamma_4 = 0$
ค่าสถิติของ HEGY test	-2.87	-1.92	3.12
ค่าที่คำนวณระดับ level	-1.588342	-7.190343	26.19298
ค่าที่คำนวณได้ระดับ 1^{st} difference	-4.399771	-6.223994	15.75536

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจาก

ข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองโดยแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.45)**

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(1) MA(2) **(5.46)**

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.47)**

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(2) MA(1) MA(2) **(5.48)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

จากการประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ตาราง 5.66 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/06/05 Time: 02:30
Sample(adjusted): 4 271
Included observations: 268 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 15 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.107091	0.084710	1.264207	0.2073
AR(2)	0.912699	0.046472	19.63959	0.0000
MA(2)	-0.963066	0.030891	-31.17607	0.0000

R-squared	0.019955	Mean dependent var	0.075522
Adjusted R-squared	0.012558	S.D. dependent var	2.443745
S.E. of regression	2.428352	Akaike info criterion	4.623433
Sum squared resid	1562.676	Schwarz criterion	4.663631
Log likelihood	-616.5401	F-statistic	2.697833
Durbin-Watson stat	2.196597	Prob(F-statistic)	0.069201

Inverted AR Roots	.96	-.96
Inverted MA Roots	.98	-.98

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta BR_t = 0.107091 + \mu_t$$

$$(1-0.912699\,L^2)\,\mu_t = (1-0.963066\,L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.49)}$$

t-statistic (19.6395) (-31.1760)

สมการ (5.49) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ 0.2107091 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ-0.963066 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตาราง 5.67 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(2)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/06/05 Time: 02:36
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 5 iterations
Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.071190	0.122838	0.579548	0.5627
AR(1)	-0.111554	0.062218	-1.792950	0.0741
MA(2)	-0.078618	0.062636	-1.255158	0.2105

R-squared	0.016128	Mean dependent var	0.075836
Adjusted R-squared	0.008730	S.D. dependent var	2.439187
S.E. of regression	2.428516	Akaike info criterion	4.623527
Sum squared resid	1568.785	Schwarz criterion	4.663617
Log likelihood	-618.8644	F-statistic	2.180187
Durbin-Watson stat	1.971500	Prob(F-statistic)	0.115036

Inverted AR Roots	-.11	
Inverted MA Roots	.28	-.28

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta BR_t = 0.071190 + \mu_t$$

$$(1+0.111554L)\,\mu_t = (1-0.078618L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.50)}$$

t-statistic (-1.7929) (-1.2551)

สมการ (5.50) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.071190 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 10% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ-0.078618 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 5.68 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/06/05 Time: 02:39
Sample(adjusted): 3 271
Included observations: 269 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 10 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.065279	0.109197	0.597808	0.5505
AR(1)	0.608201	0.273016	2.227715	0.0267
MA(1)	-0.715005	0.243560	-2.935642	0.0036

R-squared	0.016533	Mean dependent var	0.075836
Adjusted R-squared	0.009138	S.D. dependent var	2.439187
S.E. of regression	2.428016	Akaike info criterion	4.623116
Sum squared resid	1568.139	Schwarz criterion	4.663205
Log likelihood	-618.8091	F-statistic	2.235842
Durbin-Watson stat	1.989165	Prob(F-statistic)	0.108907

Inverted AR Roots	.61
Inverted MA Roots	.72

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta BR_t = 0.065279 + \mu_t$$

$$(1\text{-}0.608201L)\ \mu_t = (1\text{-}0.715005L)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.51)}$$

t-statistic (2.2277) (-2.9356)

สมการ (5.51) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ 0.608201 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ- 0.715005 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.69 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/06/05 Time: 02:38
Sample(adjusted): 4 271
Included observations: 268 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 23 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.072013	0.143977	0.500169	0.6174
AR(2)	-0.946591	0.020314	-46.59739	0.0000
MA(1)	-0.061392	0.010314	-5.952472	0.0000
MA(2)	0.978450	0.008748	111.8448	0.0000

R-squared	0.051587	Mean dependent var	0.075522
Adjusted R-squared	0.040809	S.D. dependent var	2.443745
S.E. of regression	2.393361	Akaike info criterion	4.598088
Sum squared resid	1512.239	Schwarz criterion	4.651684
Log likelihood	-612.1437	F-statistic	4.786561
Durbin-Watson stat	2.068019	Prob(F-statistic)	0.002893

Inverted MA Roots	.03+.99i	.03 -.99i

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta BR_t = 0.072013 + \mu_t$$

$$(1+0.946591L^2)\,\mu_t = (1-0.061392L)(1+0.978450L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.52)}$$

t-statistic (-46.5973) (-5.9524) (111.8448)

สมการ (5.52) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ-0.946591 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ-0.061392 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% และค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.978450 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.70 เปรียบเทียบค่าสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(2)	AR(1) MA(1)	**AR(2) MA(1) MA(2)**
Adjust R^2	0.012558	0.008730	0.009138	**0.040809**
Dubin – Watson Statistic	2.196597	1.971500	1.989165	**2.068019**
Akaike Information Criterion	4.623433	4.623527	4.623116	**4.598088**
Schwarz Criterion	4.663631	4.663617	4.663205	**4.651684**

ที่มา: จากการคำนวณ

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise มีการกระจายแบบปกติไม่มีทั้งสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.71 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(2)	AR(1) MA(1)	**AR(2) MA(1) MA(2)**
Q-Statistic (70)	60.522	58.288	57.493	**52.685**
Probability (70)	0.729	0.793	0.814	**0.900**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งจำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศโอมานตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 266 คือตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2527 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547 พบว่าสมการที่ (5.28) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุดคือเท่ากับ 2.341509 และ 0.053929 ตามลำดับ กราฟมีทิศทางและแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน อิทธิพลของความผิดปกติมีผลต่อการพยากรณ์ไม่มากนัก

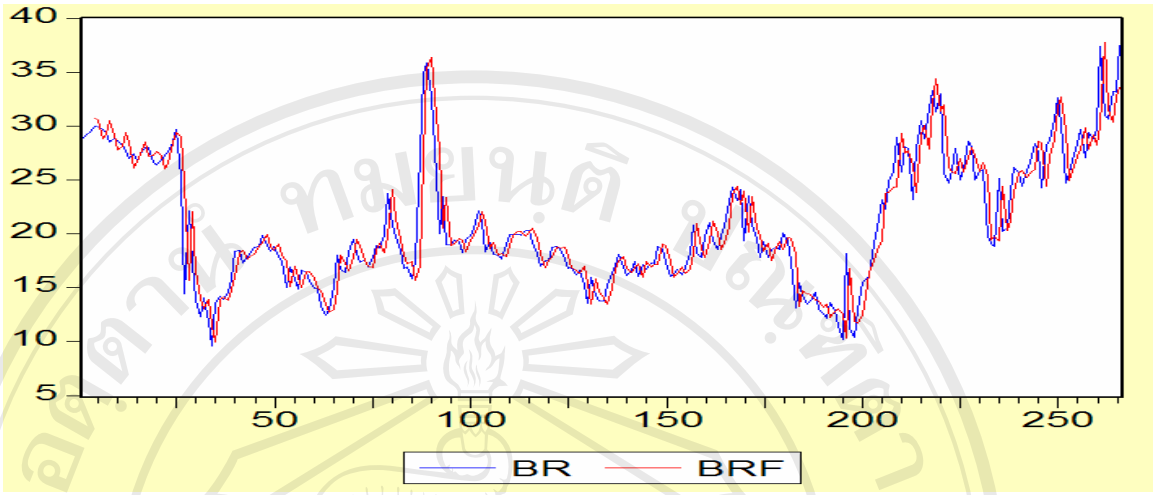
ตาราง 5.72 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(2)	AR(1) MA(1)	**AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	2.379374	2.378152	2.373706	**2.341509**
Theil's Inequality Coefficient	0.054820	0.054709	0.054616	**0.053929**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



เดือน

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.19 ราคาพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ที่มา: จากการคำนวณ

ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 5 ช่วงเวลา คือ ค่าที่ 267 จนถึงค่าที่ 271 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.48) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.375433 และ 0.053465 ตามลำดับ

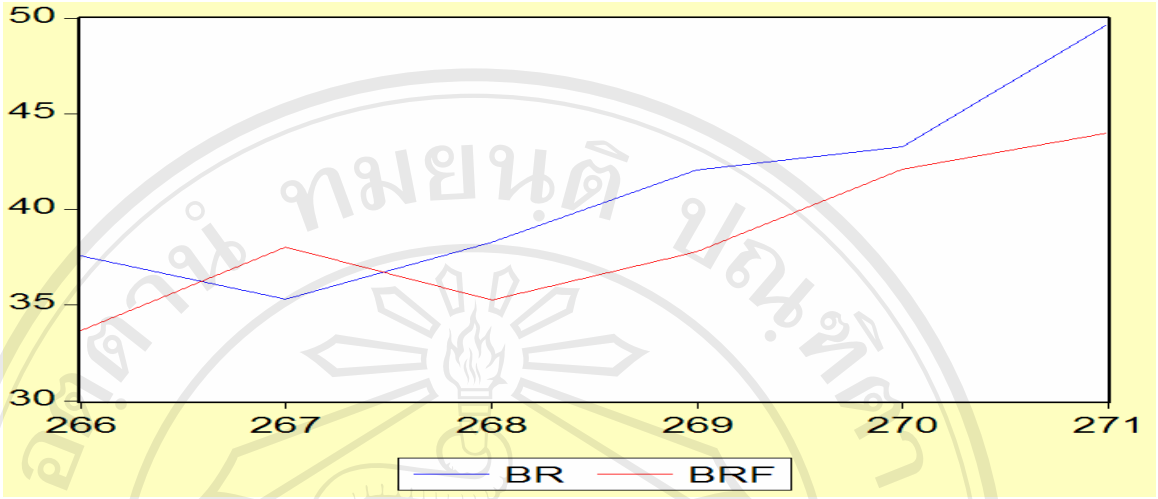
ตาราง 5.73 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(2) MA(2)	AR(1) MA(2)	AR(1) MA(1)	**AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	2.414722	2.414936	2.414439	**2.375433**
Theil's Inequality Coefficient	0.054373	0.054314	0.054317	**0.053465**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



ระยะเวลา

พ.ค. 47 มิ.ย. 47 ก.ค. 47 ส.ค. 47 ก.ย. 47 ต.ค. 47

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.20 ราคาพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.48) หรือแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)

ที่มา: จากการคำนวณ

ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นการพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 เดือน คือค่าที่ 272 จนถึงค่าที่ 274 ซึ่งผลพยากรณ์ราคาเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือน มกราคม พ .ศ. 2548 แสดงได้ดังนี้

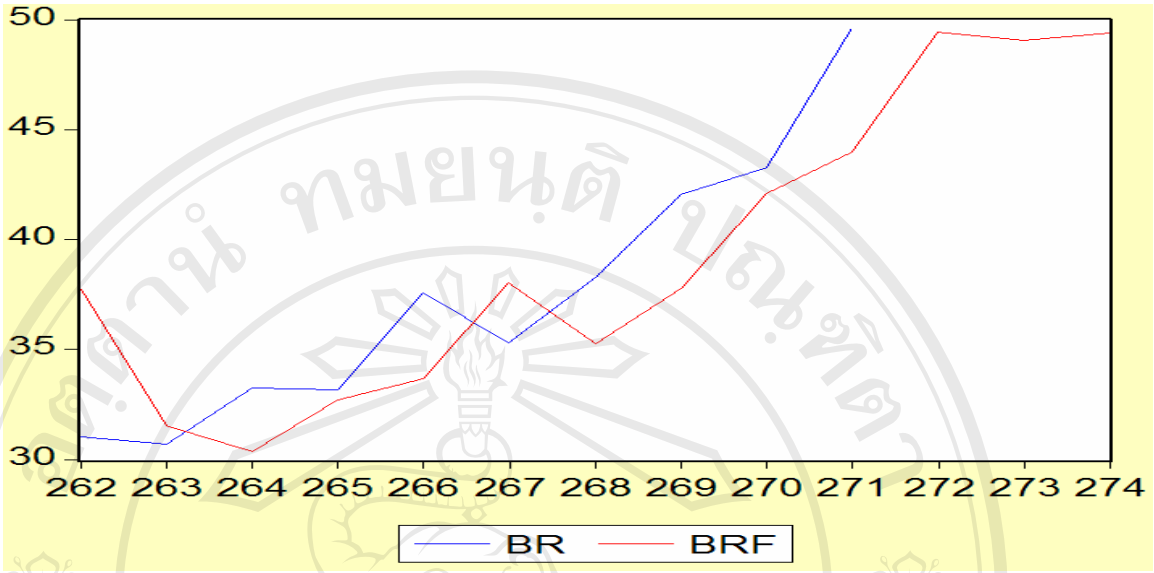
ตาราง 5.74 ราคาพยากรณ์จากแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2) ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
272	พฤศจิกายน 47	49.43
273	ธันวาคม 47	49.07
274	มกราคม 48	49.39

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอลลาร์/บาร์เรล



ระยะเวลา

ม.ค. 47 ก.พ. 47 มี.ค. 47 เม.ย. 47 พ.ค. 47 มิ.ย. 47 ก.ค. 47 ส.ค. 47 ก.ย. 47 ต.ค. 47 พ.ย. 47 ธ.ค. 47 ม.ค. 48

ราคาจริง ราคาพยากรณ์

รูป 5.21 ราคาพยากรณ์จากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast, ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–262, 263–271 และ 272–274 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.75 ราคาพยากรณ์จากแบบจำลอง AR(2) MA(1) MA(2) ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
262	มกราคม 47	31.02	37.73
263	กุมภาพันธ์ 47	30.68	31.53
264	มีนาคม 47	33.23	30.37
265	เมษายน 47	33.17	32.69
266	พฤษภาคม 47	37.57	33.66
Ex – post Forecast			
267	มิถุนายน 47	35.30	38.01
268	กรกฎาคม 47	38.30	35.24
269	สิงหาคม 47	42.06	37.76
270	กันยายน 47	43.29	42.10
271	ตุลาคม 47	49.63	43.99
Ex – ante Forecast			
272	พฤศจิกายน 47	-	49.43
273	ธันวาคม 47	-	49.07
274	มกราคม 48	-	49.39

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA โดยวิธี Box-Jenkins ข้อมูลแบบรายไตรมาส

1) การกำหนดแบบจำลอง (identification)

ในขั้นตอนนี้จะอาศัยการพิจารณาจากรูปแบบ correlogram ของผลต่างลำดับที่ 1 ในการกำหนดแบบจำลองเพื่อหาค่า autoregressive: AR(p) และ moving average: MA(q) โดยจะพิจารณาจากค่า ACF: autocorrelation function และ PACF: partial autocorrelation function ซึ่งจากข้อมูลราคาน้ำมันดิบสามารถกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมได้ 4 แบบจำลองแสดงในรูปสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(1) MA(1) **(5.53)**

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(2) MA(2) **(5.54)**

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(1) MA(2) **(5.55)**

ΔBR_t ค่าคงที่ AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) **(5.56)**

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา (parameter estimation)

การประมาณค่าทั้ง 4 แบบจำลองสามารถทำการประมาณค่า parameter โดยใช้ค่า t-statistic ในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังรูปสมการต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.76 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) MA(1)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 01:20
Sample(adjusted): 3 90
Included observations: 88 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 12 iterations
Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.134440	0.350705	0.383342	0.7024
AR(1)	-0.550383	0.361871	-1.520937	0.1320
MA(1)	0.682006	0.315007	2.165046	0.0332

R-squared	0.026992	Mean dependent var	0.128864
Adjusted R-squared	0.004098	S.D. dependent var	3.043855
S.E. of regression	3.037612	Akaike info criterion	5.093516
Sum squared resid	784.3022	Schwarz criterion	5.177971
Log likelihood	-221.1147	F-statistic	1.178989
Durbin-Watson stat	2.077460	Prob(F-statistic)	0.312568

Inverted AR Roots	-.55
Inverted MA Roots	-.68

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta BR_t = 0.134440 + \mu_t$$

$$(1+0.550383L)\,\mu_t = (1+0.682006L)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.57)}$$

t-statistic (-1.520937) (2.1650)

สมการ (5.57) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ-0.550383 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.682006 และแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.77 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(2) MA(2)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 01:21
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 12 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.124774	0.280072	0.445507	0.6571
AR(2)	-0.532512	0.392461	-1.356854	0.1785
MA(2)	0.331853	0.438494	0.756802	0.4513

R-squared	0.050193	Mean dependent var	0.141954
Adjusted R-squared	0.027579	S.D. dependent var	3.059008
S.E. of regression	3.016531	Akaike info criterion	5.079966
Sum squared resid	764.3547	Schwarz criterion	5.164998
Log likelihood	-217.9785	F-statistic	2.219521
Durbin-Watson stat	1.794096	Prob(F-statistic)	0.114996

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta BR_t = 0.124774 + \mu_t$$

$$(1+0.532512L^2)\,\mu_t = (1+0.331853L^2)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.58)}$$

t-statistis (-1.3568) (0.7568)

สมการ (5.58) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ -0.564156 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.331853 และไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.78 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 01:22
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 11 iterations
Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.123885	0.288923	0.428782	0.6692
AR(1)	-0.231187	0.409064	-0.565161	0.5735
AR(2)	-0.221231	0.119672	-1.848644	0.0681
MA(1)	0.297410	0.417054	0.713123	0.4778

R-squared	0.058027	Mean dependent var	0.141954
Adjusted R-squared	0.023980	S.D. dependent var	3.059008
S.E. of regression	3.022108	Akaike info criterion	5.094673
Sum squared resid	758.0504	Schwarz criterion	5.208048
Log likelihood	-217.6183	F-statistic	1.704312
Durbin-Watson stat	1.940786	Prob(F-statistic)	0.172441

Inverted AR Roots	-.12+.46i	-.12 -.46i
Inverted MA Roots	-.30	

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta BR_t = 0.123885 + \mu_t$$

$$(1+0.231187L)(1+0.221231L^2)\,\mu_t = (1+0.297410L)\,\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.59)}$$

t-statistic (-0.5651) (-1.8486) (0.7131)

สมการ (5.59) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.231187 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(2) มีค่าเท่ากับ -0.22123 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% และค่าสัมประสิทธ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.293630 ไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.79 การประมาณค่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)

Dependent Variable: D(BR)
Method: Least Squares
Date: 05/22/05 Time: 01:19
Sample(adjusted): 4 90
Included observations: 87 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 47 iterations
Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.114741	0.323599	0.354579	0.7238
AR(1)	-0.635275	0.030432	-20.87524	0.0000
AR(2)	-0.957103	0.029949	-31.95759	0.0000
MA(1)	0.752287	0.003878	194.0010	0.0000
MA(2)	0.979859	0.000364	2695.050	0.0000

R-squared	0.163773	Mean dependent var	0.141954
Adjusted R-squared	0.122981	S.D. dependent var	3.059008
S.E. of regression	2.864739	Akaike info criterion	4.998585
Sum squared resid	672.9517	Schwarz criterion	5.140304
Log likelihood	-212.4384	F-statistic	4.014874
Durbin-Watson stat	1.981573	Prob(F-statistic)	0.005042

Inverted AR Roots	-.32 -.93i	-.32+.93i
Inverted MA Roots	-.38+.92i	-.38 -.92i

ที่มา: จากการคำนวณ

$$\Delta BR_t = 0.114741 + \mu_t$$

$$(1+ 0.635275L)(1+0.957103L^2)\ \mu_t = (1+0.752287)\ (1 +0.979859L^2)\varepsilon_t \qquad \textbf{(5.60)}$$

t-statistic (-20.8752) (-31.9575) (194.0) (2695.05)

สมการ (5.60) ค่า t-statistic ของสัมประสิทธิ์ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 0.114741 ซึ่งไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) มีค่าเท่ากับ -0.635275 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของ AR (2) มีค่าเท่ากับ -0.957103 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ค่าสัมประสิทธ์ของ MA(1) มีค่าเท่ากับ 0.752287 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1 % ค่าสัมประสิทธ์ของ MA(2) มีค่าเท่ากับ 0.979859 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking)

ผลการทดสอบความถูกต้องโดยใช้คุณสมบัติของความเป็น white noise ของค่าประมาณการของความคลาดเคลื่อน (residual: e_t) ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Q-statistic โดยวิธี Box and Pierce พบว่าค่า Q-statistic ที่มีความล่าช้าของช่วงเวลาเท่ากับ 70 ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น white noise หรือมีการกระจายแบบปกติ และ e_t ไม่มีทั้งสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation) และความแปรปรวนแตกต่างกัน (heteroscedasticity) ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 ที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาทำการพยากรณ์ราคาได้

ตาราง 5.80 ค่า Q-statistic และ Probability ที่ได้จากการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Q-Statistic (70)	75.180	62.066	61.560	**43.582**
Probability (70)	0.257	0.680	0.696	**0.985**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: 70 คือความล่าช้าของช่วงเวลา

4. การพยากรณ์ (forecasting)

การเลือกแบบจำลองที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสถิติที่สำคัญคือ ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งได้จำแนกผลพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วงดังนี้

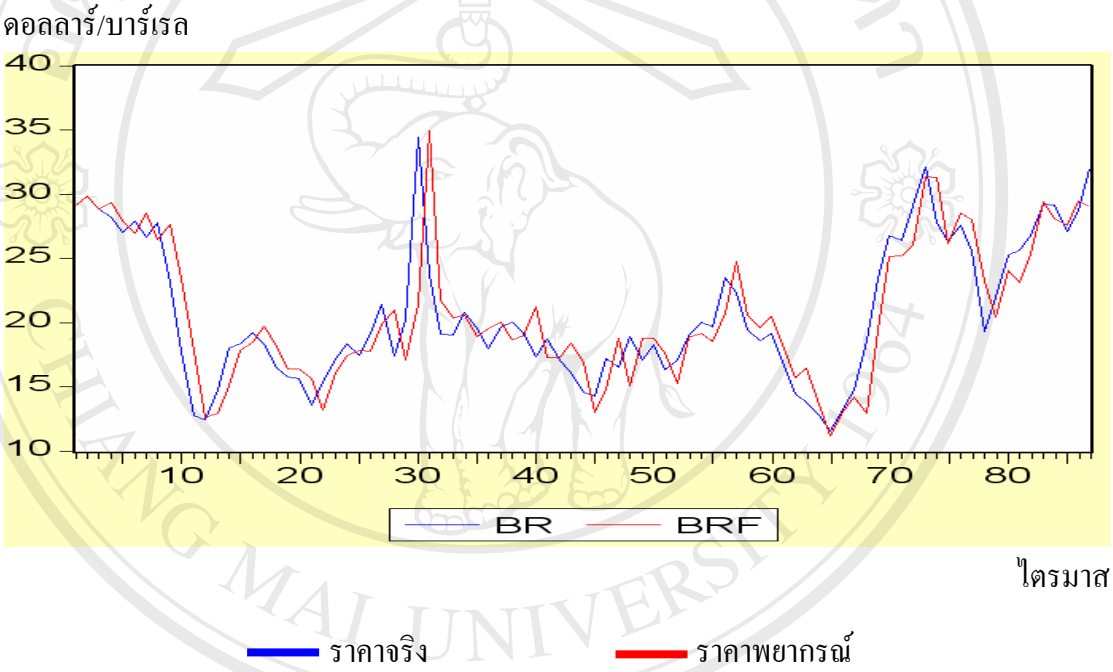
ก) Historical Forecast เป็นการพยากรณ์ราคานำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยจากประเทศคูไบตั้งแต่อดีตจนถึงช่วงเวลาที่พิจารณาโดยกำหนดช่วงการพยากรณ์เริ่มต้นจากค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 86 คือตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2527 ถึงไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2546 พบว่าสมการที่ (5.56) เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้เพราะมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.827759 และ 0.063679 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.81 การเปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Historical Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	2.957171	2.915427	2.918103	**2.827759**
Theil's Inequality Coefficient	0.069435	0.068840	0.068546	**0.063679**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.22 การพยากรณ์ราคาในช่วง Historical Forecast

ที่มา: จากการคำนวณ

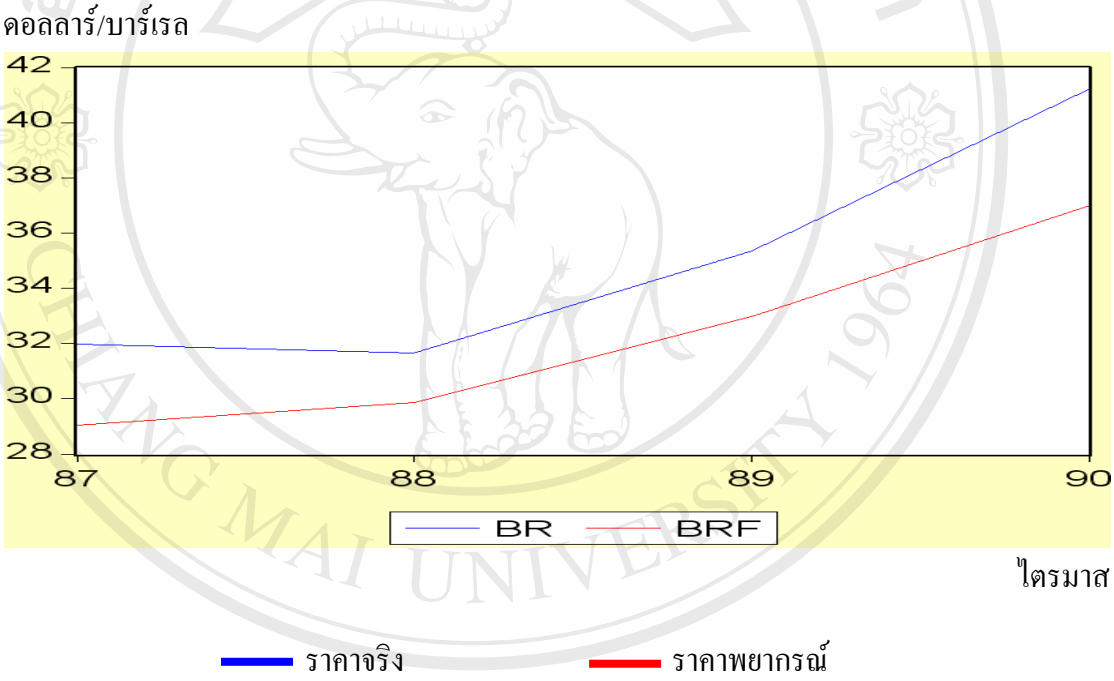
ข) Ex-post Forecast เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้กำหนดการพยากรณ์ย้อนกลับไป 3 ช่วงเวลา คือ ไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2547 ถึง ไตรมาส 3 พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับราคาจริงที่มีอยู่โดยใช้แบบจำลองแบบเดียวกับการพยากรณ์ช่วง historical forecast คือสมการที่ (5.56) เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า U ที่ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 2.781201 และ 0.063797 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.82 เปรียบเทียบค่าสถิติจากการพยากรณ์ในช่วง Ex-post Forecast

ค่าสถิติ	AR(1) MA(1)	AR(2) MA(2)	AR(1) AR(2) MA(2)	**AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)**
Root Mean Square Error	2.985385	2.964066	2.959272	**2.781201**
Theil's Inequality Coefficient	0.068172	0.068054	0.067628	**0.063797**

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.23 การพยากรณ์ราคาในช่วง Ex-post Forecast จากสมการ (5.56) หรือแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)

ที่มา: จากการคำนวณ

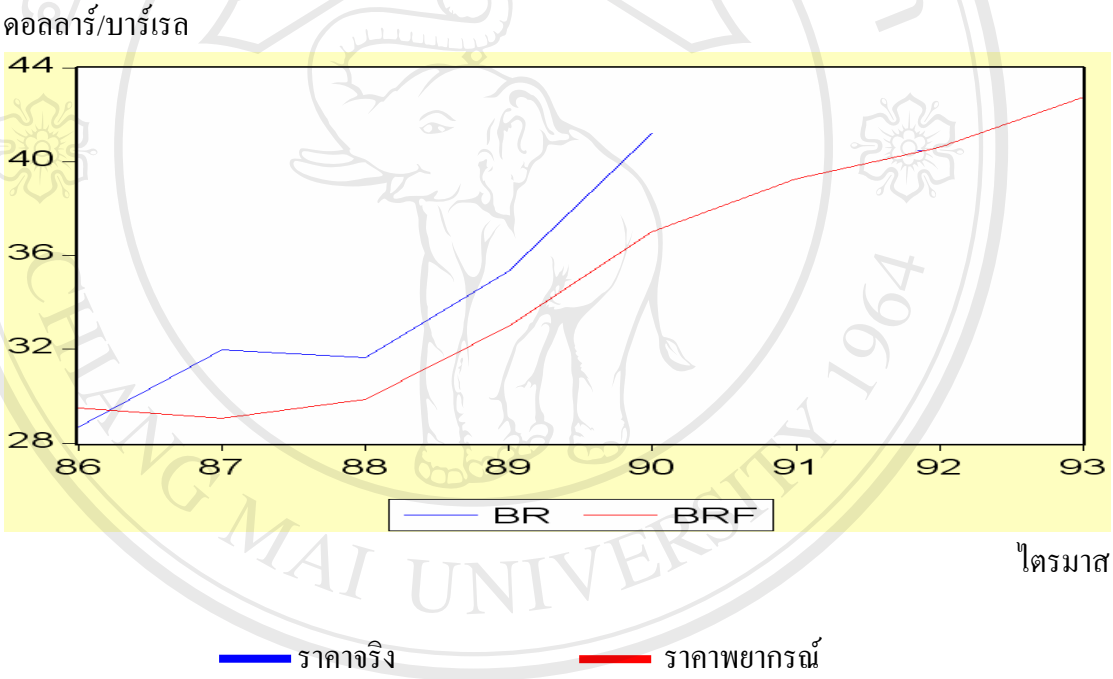
ค) Ex–ante Forecast เป็นช่วงการพยากรณ์ราคาในอนาคตเป็นซึ่งพยากรณ์ราคาล่วงหน้า ไปอีก 3 ไตรมาส คือ ไตรมาสที่ 4 พ.ศ. 2547, ไตรมาสที่ 1 และ 2 พ.ศ. 2548 ซึ่งผลพยากรณ์ราคา แสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.83 ผลพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1)MA(2)ในช่วง Ex–ante Forecast

ค่าที่	ระยะเวลา	ราคาน้ำมัน (ดอลลาร์/บาร์เรล)
91	ไตรมาสที่ 4 /47	40.74
92	ไตรมาสที่ 1 /48	40.44
93	ไตรมาสที่ 2 /48	42.74

ที่มา: จากการคำนวณ



รูป 5.24 การพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)
ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ historical forecast , ex-post forecast และ ex–ante forecast ที่คำนวณจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) โดยเริ่มคำนวณจากค่าที่ 1–87 , 88–90 และ 91–93 ตามลำดับ แสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 5.84

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.84 ผลการพยากรณ์ราคาจากแบบจำลอง AR(1) AR(2) MA(1) MA(2)ในแต่ละช่วงเวลา

ลำดับที่	ระยะเวลา	ราคาจริง (ดอลลาร์/บาร์เรล)	ราคาพยากรณ์ (ดอลลาร์/บาร์เรล)
Historical Forecast			
85	ไตรมาสที่ 2/ 46	27.1	27.89
86	ไตรมาสที่ 3 /46	28.7	28.51
87	ไตรมาสที่ 4 /46	31.99	29.48
Ex – post Forecast			
88	ไตรมาสที่ 1 /47	31.64	30.73
89	ไตรมาสที่ 2 /47	35.34	31.73
90	ไตรมาสที่ 3 /47	41.21	36.94
Ex – ante Forecast			
91	ไตรมาสที่ 4 /47	-	40.74
92	ไตรมาสที่ 1 /48	-	40.44
93	ไตรมาสที่ 2 /48	-	42.74

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved