บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยวิเคราะห์ว่าเมื่อการบริโภคพลังงานเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างไร การวิเคราะห์จะเป็นการวิเคราะห์ในช่วงปี พ.ศ. 2520 ถึง ปี พ.ศ. 2550 โดยใช้ข้อมูลรายปี การวิเคราะห์ผลกระทบมี 2 วิธี คือ การวิเคราะห์โดยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model) และการวิเคราะห์โดยแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model) โดยมีขั้นตอนในการศึกษา คือ ขั้นตอนแรกเป็นการทดสอบข้อมูลว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่และมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับใด โดยใช้วิธี Augmented Dicky-Fuller test (ADF) ในการทดสอบ ขั้นตอนที่สอง เป็นการประมาณค่าความสัมพันธ์ในระยะยาว (cointegration) ของแบบจำลอง โดยวิธี Engle and Granger ขั้นตอนที่สามทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของแบบจำลอง โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares Method : OLS) ขั้นตอนที่สี่ เป็นการตรวจสอบแบบจำลองว่ามีคุณลักษณะของสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงหรือไม่ โดยใช้วิธี The Regression Error Specification Test (RESET) เมื่อพบว่าแบบจำลองมีคุณสมบัติของสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบจำลอง โดยวิธี Threshold Autoregressive Models (TAR Models) ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยโดยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการทดสอบเพื่อหาผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทำการทดสอบโดยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรงดังนี้

$$GY_t = Z_0 + Z_1 GK_t + Z_2 GL_t + Z_3 GE_t + \varepsilon_t$$

และสัญลักษณ์ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือ

GY_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ เวลา t

GK_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน ณ เวลา t

GL_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน ณ เวลา t

GE_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ณ เวลา t

Z_i คือ สัมประสิทธิ์

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

4.1.1 การทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธียูนิทรูท (Unit root)

จากแบบจำลองที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ต้องทำการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่ง (Stationary) หรือมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) ด้วยวิธี Augmented Dicky-Fuller test (ADF) ก่อนที่จะทำการทดสอบการร่วมไปด้วยกัน (Cointegration test) เพื่อหลีกเลี่ยงข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ย (mean) และความแปรปรวน (variances) ที่ไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยเริ่มทดสอบที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 0 หรือ I(0) คือ ที่ level with trend and intercept, level with intercept และ level without trend and intercept ตามลำดับ โดยมีสมมติฐานของการทดสอบยูนิทรูทดังนี้

H_0 : ตัวแปรอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง หรือ ตัวแปรอนุกรมเวลามียูนิทรูท

H_1 : ตัวแปรอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่ง หรือ ตัวแปรอนุกรมเวลาไม่มียูนิทรูท

พิจารณาความนิ่งของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบค่าสถิติ ADF กับค่าวิกฤต MacKinnon ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 ถ้าค่าสถิติ ADF มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต MacKinnon จะยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0) แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานั้นมีลักษณะไม่นิ่ง ซึ่งแก้ไขโดยการหาผลต่าง (differencing) ลำดับที่ 1 หรือลำดับถัดไปจนกว่าข้อมูลอนุกรมเวลานั้นมีลักษณะนิ่ง ผลการทดสอบยูนิทรูทของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ อันดับ I(0)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-2.822 (1.708)	-4.310	0.608	-2.822 (1.725)	-3.679	0.041	-1.739 (1.931)	-2.647
1	-2.926 (1.984)	-4.324	0.350	-2.775 (1.954)	-3.689	0.029	-1.416 (1.994)	-2.650
2	-2.212 (1.981)	-4.339	0.388	-2.047 (1.973)	-3.700	0.128	-1.034 (2.022)	-2.653

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 0 หรือ I(0) พบว่าค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ level with trend and intercept, level with intercept และ level without trend and intercept ณ ช่วงเวลาที่ 0 (lag 0) และ ช่วงเวลาที่ 1 (lag 1) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงต้องนำข้อมูลไปทดสอบที่อันดับของความสัมพันธ์ที่สูงขึ้น คือที่ อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ที่ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 แสดงดังตารางที่ 4.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ อันดับ I(1)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-5.415* (2.059)	-4.324	0.898	-5.532* (2.056)	-3.689	0.972	-5.641* (2.056)	-2.650
1	-4.977* (2.048)	-4.339	0.877	-5.082* (2.047)	-3.700	0.941	-5.187* (2.047)	-2.653
2	-3.551 (2.015)	-4.356	0.877	-3.632 (2.014)	-3.711	0.942	-3.713* (2.014)	-2.657

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 1 หรือ I(1) พบว่า ค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) และ ช่วงเวลา 1 (lag 1) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 แต่เมื่อพิจารณาค่าความเป็นไปได้ของแนวโน้มเวลา (Probability of time trend : Prob. Trend) ณ first difference with trend and intercept และ ค่าความเป็นไปได้ของค่าคงที่ (Probability of constant : Prob. Constant) ณ first difference with intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1 พบว่ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศไม่มีแนวโน้มเวลา (time trend) และ ค่าคงที่ (constant) ดังนั้นข้อมูลอัตรา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจึงมีลักษณะนิ่งที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1

ประกอบกับการพิจารณาค่าสถิติ Durbin-Watson (Durbin-Watson Statistic) เพื่อดูปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1 มีค่าเท่ากับ 2.056 และ 2.047 ตามลำดับ ซึ่งจากตารางค่าสถิติ Durbin-Watson (ดูที่ภาคผนวก ข) ค่าสถิติ Durbin-Watson ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียระดับความเชื่อมั่น (degree of freedom) โดยไม่จำเป็น จึงทำการเลือกข้อมูลที่ช่วงเวลาน้อยกว่า นั่นคือเลือก ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน ณ ระดับ I(0)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-1.420 (0.902)	-4.310	0.170	-0.863 (0.878)	-3.679	0.576	-0.749 (0.898)	-2.647
1	-2.407 (1.708)	-4.324	0.144	-1.876 (1.677)	-3.689	0.151	-1.158 (1.626)	-2.650
2	-1.640 (1.679)	-4.339	0.246	-1.196 (1.795)	-3.700	0.420	-1.010 (1.809)	-2.653

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic
ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 0 หรือ I(0) พบว่าค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ level with trend and intercept, level with intercept และ level without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) และ ช่วงเวลา 1 (lag 1) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่

ในช่วงที่ยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงต้องนำข้อมูลไปทดสอบที่อันดับของความสัมพันธ์ที่สูงขึ้น คือที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน ณ ระดับ I(1)

	With Trend and Intercept			**With Intercept**			**Without Trend and Intercept**	
Lag	**ADF Statistic**	**1% Critical Value**	**Prob. Trend**	**ADF Statistic**	**1% Critical Value**	**Prob. Constant**	**ADF Statistic**	**1% Critical Value**
0	-2.757 (1.602)	-4.324	0.693	-2.774 (1.606)	-3.689	0.790	-2.812* (1.605)	-2.650
1	-3.411 (1.812)	-4.339	0.697	-3.453 (1.811)	-3.700	0.626	-3.478* (1.800)	-2.653
2	-2.137 (1.909)	-4.356	0.691	-2.141 (1.899)	-3.711	0.746	-2.159 (1.899)	-2.657

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 1 หรือ I(1) พบว่า ค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา (lag 0) และ ช่วงเวลา 1 (lag 1) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตMacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ประกอบกับการพิจารณาค่าสถิติ Durbin-Watson (Durbin-Watson Statistic) เพื่อดูปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 พบว่าไม่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 จึงมีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ แต่ ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 1 ค่าสถิติ Durbin-Watson มีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ ดังนั้นจึงเลือกข้อมูล ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 1

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน ณ ระดับ I(0)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-12.738* (1.751)	-4.310	0.018	-11.401* (1.564)	-3.679	0.000	-8.190* (1.520)	-2.647
1	-4.054 (1.559)	-4.324	0.044	-3.236 (1.726)	-3.689	0.033	-2.149 (2.089)	-2.650
2	-2.469 (1.735)	-4.339	0.517	-2.622 (1.763)	-3.700	0.160	-2.306 (1.748)	-2.653

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 0 หรือ I(0) พบว่า ค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ level with trend and intercept, level with intercept และ level without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 แต่เมื่อพิจารณาค่าความเป็นไปได้ของแนวโน้มเวลา (Probability of time trend : Prob. Trend) ณ level with trend and intercept ณ lag 0 พบว่ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ

0.01 จึงอยู่ในช่วงยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลไม่มีแนวโน้มเวลา (time trend) และเมื่อพิจารณาค่าความเป็นไปได้ของค่าคงที่ (Probability of constant : Prob. Constant) ณ level with intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) พบว่ามีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลมีค่าคงที่ (constant) ดังนั้นข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงานจึงมีลักษณะนิ่งที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 0 หรือ I(0) ณ level with intercept และ level without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0

แต่เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Durbin-Watson (Durbin-Watson Statistic) เพื่อดูปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ณ level with intercept และ level without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 พบว่าไม่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงมีปัญหาอัตสหสัมพันธ์

เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงต้องนำข้อมูลทดสอบที่อันดับของความสัมพันธ์ที่สูงขึ้น คือที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน ณ ระดับ I(1)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-20.084* (2.500)	-4.324	0.883	20.477* (2.501)	-3.689	0.955	-20.867* (2.500)	-2.650
1	-9.543* (2.125)	-4.339	0.366	-9.603* (1.672)	-3.700	0.431	-9.661* (1.631)	-2.653
2	-3.733 (1.769)	-4.356	0.642	-3.774* (1.776)	-3.711	0.646	-3.812* (1.781)	-2.657

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 1 หรือ I(1) พบว่า ค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) และ ช่วงเวลา 1 (lag 1) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 แต่เมื่อพิจารณาค่าความเป็นไปได้ของแนวโน้มเวลา (Probability of time trend : Prob. Trend) ณ first difference with trend and intercept และ ค่าความเป็นไปได้ของค่าคงที่ (Probability of constant : Prob. Constant) ณ first difference with intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ ช่วงเวลา 1 พบว่ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลไม่มีแนวโน้มเวลา (time trend) และ ค่าคงที่ (constant) ดังนั้นข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงานจึงมีลักษณะนิ่งที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1

แต่เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Durbin-Watson (Durbin-Watson Statistic) เพื่อดูปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1 พบว่า ไม่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงมีปัญหาอัตสหสัมพันธ์

เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงพิจารณาค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 2 พบว่า มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 แต่เมื่อพิจารณาค่าความเป็นไปได้ของค่าคงที่ (Probability of constant : Prob. Constant) ณ first difference with intercept ณ ช่วงเวลา 2 พบว่ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลไม่มีค่าคงที่ (constant) ดังนั้นข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงานจึงมีลักษณะนิ่งที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 2

ประกอบกับการพิจารณาค่าสถิติ Durbin-Watson (Durbin-Watson Statistic) เพื่อดูปัญหาอัตสหสัมพันธ์ ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 2 พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ณ ระดับ I(0)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-2.613 (1.832)	-4.310	0.542	-2.571 (1.838)	-3.679	0.064	-1.638 (2.058)	-2.647
1	-2.546 (2.033)	-4.324	0.377	-2.432 (2.008)	-3.689	0.059	-1.345 (2.061)	-2.650
2	-2.218 (2.104)	-4.339	0.193	-2.010 (2.032)	-3.700	0.095	-0.962 (2.070)	-2.653

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 0 หรือ I(0) พบว่าค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ level with trend and intercept, level with intercept และ level without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) และ ช่วงเวลา 1 (lag) 1 มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงต้องนำข้อมูลทดสอบที่อันดับของความสัมพันธ์ที่สูงขึ้น คือที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 ดังตารางที่ 4.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ณ ระดับ I(1)

Lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
0	-5.715* (2.086)	-4.324	0.690	-5.799* (2.076)	-3.689	0.929	-5.910* (2.076)	-2.650
1	-4.882* (2.150)	-4.339	0.351	-4.801* (2.101)	-3.700	0.945	-4.915* (2.101)	-2.653
2	-4.163 (2.092)	-4.356	0.247	-3.964 (2.048)	-3.711	0.982	-4.056* (2.048)	-2.657

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า Durbin-Watson Statistic

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 1 หรือ I(1) พบว่า ค่าสถิติ ADF (ADF Statistic) ณ first difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) และ ช่วงเวลา 1 (lag 1) มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon (1% Critical Value) ดังนั้นจึงอยู่ในช่วงที่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 แต่เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของแนวโน้มเวลา (Probability of time trend : Prob. Trend) ณ first difference with trend and intercept และ ค่าความเป็นไปได้ของค่าคงที่ (Probability of constant : Prob. Constant) ณ first difference with intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1 พบว่ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงยอมรับสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลไม่มีแนวโน้มเวลา (time trend) และ ค่าคงที่ (constant) ดังนั้นข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานจึงมีลักษณะนิ่งที่อันดับของความสัมพันธ์เท่ากับ 1 หรือ I(1) ณ first difference without trend and intercept

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประกอบกับการพิจารณาค่าสถิติ Durbin-Watson (Durbin-Watson Statistic) เพื่อดูปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ณ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0 และ 1 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.650 และ 2.350 ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียระดับความเชื่อมั่น (degree of freedom) โดยไม่จำเป็น จึงทำการเลือกข้อมูลที่ช่วงเวลาน้อยกว่า นั่นคือเลือกช่วงเวลา 0

ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ซึ่งมีความนิ่งที่ระดับเดียวกัน คือที่อันดับของความสัมพันธ์ (order of integration) เท่ากับ 1 หรือ I(1) มาพิจารณาความสัมพันธ์ในระยะยาวต่อไป

4.1.2 ผลการทดสอบการร่วมไปด้วยกัน (Cointegration test)

ตามวิธีของ Engle and Granger การทดสอบเพื่อดูว่าอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน มีความสัมพันธ์ที่มีเสถียรภาพในระยะยาวหรือไม่นั้น สามารถทำได้โดยการประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares : OLS) จากนั้นนำค่าความคลาดเคลื่อน (residuals) มาทำการทดสอบว่ามีลักษณะนิ่ง ณ level without trend and intercept I(0) ณ ช่วงเวลา 0 (lag 0) หรือไม่ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการร่วมไปด้วยกันและยูนิทรูทของค่าความคลาดเคลื่อน

Dependent Variables	**Independent Variables**	**Coefficient**	**F-statistic (Prob.)**	**Adjusted R^2**	**ค่า ADF Statistic ของ residuals**
GY	Constant	0.009	13.682 (0.000)*	0.567	-3.765*
	GK	0.162			
	GL	0.145			
	GE	0.501			

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าความเป็นไปได้ของค่าสถิติ F

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 (1% critical value คือ -2.647)

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการนำค่าความคลาดเคลื่อนจากสมการที่ประมาณได้มาทดสอบยูนิทรูท (unit root) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 พบว่ามีความสัมพันธ์กันในระยะยาว เนื่องจากค่าสถิติที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต ซึ่งปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน มีความสัมพันธ์กันในเชิงดุลยภาพในระยะยาว ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 โดยสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$$GY_t = 0.009 + 0.162GK_t + 0.145GL_t + 0.501GE_t \quad (4.1)$$

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากับ +0.162 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะยาวในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.162 ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุนลดลงร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดลงร้อยละ 0.162

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากับ +0.145 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะยาวในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.145 ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงานลดลงร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดลงร้อยละ 0.145

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากับ +0.501 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะยาวในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.501 ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานลดลงร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดลงร้อยละ 0.501

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประกอบการพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Probability) ของค่าสถิติ F (F-statistic) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ว่าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานไม่มีมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ แสดงว่า อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

4.1.3 ผลการตรวจสอบความผิดพลาดของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงโดยวิธี RESET (The Regression Error Specification Test : RESET)

ตามวิธี RESET การตรวจสอบสมการถดถอยว่ามีลักษณะของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหรือไม่ ทำได้โดยประมาณค่าสมการถดถอยเชิงเส้นตรงด้วยวิธี กำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares : OLS) จากนั้นใส่พจน์ของค่าที่เหมาะสม (Fitted term) ซึ่ง Enders (1995) กล่าวว่าปกติแล้วจะใช้พจน์ของค่าที่เหมาะสมเท่ากับ 3 หรือ 4 ใส่เข้าไปในสมการถดถอยที่ประมาณค่าออกมาได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ค่าพจน์ที่เหมาะสมเท่ากับ 3 แสดงผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจสอบความผิดพลาดของสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

Dependent Variable	Independent Variables	Coefficient	t-statistic	Adjusted R^2	F-statistic (Prob.)
GY	Constant	0.053	3.634	0.758	7.840
	GK	0.481	2.862		(0.001)*
	GL	0.425	4.677		
	GE	1.421	5.747		
	Fitted^2	-115.620	-4.471		
	Fitted^3	7661.554	3.748		
	Fitted^4	-7135.123	-3.274		

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าความเป็นไปได้ของค่าสถิติ F

* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Probability) ของค่าสถิติ F พบว่าค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) ที่ว่าแบบจำลองมีลักษณะสมการถดถอยเชิงเส้นตรง ดังนั้นแบบจำลองนี้มีคุณลักษณะของสมการที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง จึงนำแบบจำลองไปประมาณค่าโดยสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยโดยแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model)

ในการทดสอบเพื่อหาผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทำการทดสอบโดยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงดังนี้

$$GY_t = I_t[Z_0 + Z_1 GK_t + Z_2 GL_t + Z_3 GE_t + \varepsilon_t] + (1 - I_t)[Z_0 + Z_1 GK_t + Z_2 GL_t + Z_3 GE_t + \varepsilon_t]$$

และสัญลักษณ์ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือ

GY_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ เวลา t

GK_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน ณ เวลา t

GL_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน ณ เวลา t

GE_t คือ อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน ณ เวลา t

Z_i คือ สัมประสิทธิ์

I_t คือ ตัวแปรหุ่น

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

และ $I_t = 0$ ถ้า $E_t \le \gamma$

$I_t = 1$ ถ้า $E_t > \gamma$

โดยที่ E_t คือ ปัจจัยพลังงาน ณ เวลา t

γ คือ ค่า threshold (threshold parameter)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.1 ผลการประมาณค่า threshold (Threshold parameter)

ในขั้นตอนแรกของการประมาณค่าแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงด้วยวิธี Threshold Autoregressive Models (TAR Models) การหาค่า threshold (threshold parameter : γ) นั้น ตัวแปร threshold (threshold variables) ต้องเป็นตัวแปรที่อยู่ภายนอกแบบจำลอง โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้ ปัจจัยพลังงาน (E_t) เป็นตัวแปร threshold และกำหนดขอบเขตค่าสูงสุดคือที่ร้อยละ 0.9 ของจำนวนค่าสังเกตและค่าต่ำสุดที่ร้อยละ 0.1 ของจำนวนค่าสังเกต ตัดตัวแปร threshold ที่อยู่นอกขอบเขตทิ้งไป จากนั้นทำการประมาณค่าของแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง และพิจารณาค่าผลรวมกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (sum of squared errors) ที่น้อยที่สุดของตัวแปร threshold เป็นค่า threshold ผลการประมาณค่า threshold ได้ค่า threshold เท่ากับ 59600 โดยมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.000341650 แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการประมาณค่า threshold parameter

Threshold Variable	sum of squared errors
34100	0.000511760
37100	0.000474650
41700	0.000472800
46600	0.000354280
53600	0.000349880
59600**	0.000341650*
62700	0.000497530
59700	0.000524030
61400	0.000545220
63700	0.000570380
65600	0.000561750
71500	0.000554770

หมายเหตุ: *ค่า ผลรวมกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด

**ค่า threshold

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 ผลการประมาณค่าสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงด้วยแบบจำลอง Threshold Autoregressive (Threshold Autoregressive Models : TAR Models)

ตามหลักการของ Threshold Autoregressive Models (TAR Models) เมื่อประมาณค่า threshold แล้ว ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า threshold (Low energy consumption) และกลุ่มที่มีค่ามากกว่า threshold (High energy consumption) จากนั้นนำแต่ละกลุ่มไปประมาณค่าสมการ ตามแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2 ซึ่งการประมาณค่าแบบจำลองสามารถทำได้ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares : OLS) แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการประมาณค่าสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงด้วยแบบจำลอง Threshold Autoregressive (TAR Models)

Dependent Variable	Independent Variables	Low energy consumption		High energy consumption	
		Coefficient	F-statistic (Prob.)	Coefficient	F-statistic (Prob.)
GY	Constant	0.026	7.022 (0.004)*	0.011	9.405 (0.007)*
	GK	0.157		-0.388	
	GL	0.060		2.136	
	GE	0.370		-0.059	
	Adjusted R^2	0.50		0.72	
	Number of samples	19		11	

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าความเป็นไปได้ของค่าสถิติ F

* มีนัยสำคัญสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.12 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ของกลุ่มข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่า threshold (Low energy consumption) ได้ดังนี้

$$GY_t = 0.026 + 0.157GK_t + 0.060GL_t + 0.370GE_t \quad (4.2)$$

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากับ +0.370 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.370 ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานลดลงร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดลงร้อยละ 0.370

ประกอบการพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Probability) ของค่าสถิติ F (F-statistic) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.004 ซึ่งน้อยกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ว่าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานไม่มีมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ แสดงว่า อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

และจากตารางที่ 4.12 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ของกลุ่มข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าค่า threshold (High energy consumption) ได้ดังนี้

$$GY_t = 0.011 - 0.388GK_t + 2.136GL_t - 0.059GE_t \quad (4.3)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงาน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากับ -0.059 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้ามกัน คือ ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มในอัตราที่ลดลงร้อยละ 0.059 ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการ

เจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานลดลงร้อยละ 1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดในอัตราที่ลดลงร้อยละ 0.059

ประกอบการพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Probability) ของค่าสถิติ F (F-statistic) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.007 ซึ่งน้อยกว่าค่าวิกฤต ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 0.01 จึงอยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ว่าอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานไม่มีมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ แสดงว่า อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยทุน อัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน และอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยพลังงานมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยระหว่างแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model) และ แบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model)

จากผลการวิเคราะห์ผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยด้วยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model) และแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model) พบว่า การวิเคราะห์ผลกระทบด้วยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรงนั้นการบริโภคพลังงานมีผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ส่วนการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง พบว่า กลุ่มข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า threshold (Low energy consumption) นั้น การบริโภคพลังงานมีผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่กลุ่มข้อมูลที่มีค่ามากกว่าค่า threshold (High energy consumption) นั้น การบริโภคพลังงานมีผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเช่นกัน แต่อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มในอัตราที่ลดลง แสดงผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการเปรียบเทียบผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยระหว่างแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model) และแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model)

Linear Model		**Nonlinear Model**			
		Low energy consumption		**High energy consumption**	
Adjusted R^2	**Coefficient of GE**	**Adjusted R^2**	**Coefficient of GE**	**Adjusted R^2**	**Coefficient of GE**
0.57	0.501	0.50	0.37	0.72	-0.059

ที่มา: จากการคำนวณ

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้นเห็นว่าแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model) สามารถอธิบายผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ชัดเจนและเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการวางนโยบายทางด้านพลังงานได้เหมาะสมกว่า แบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model) เนื่องจาก ในช่วงที่ระดับการบริโภคพลังงานต่ำ (Low energy consumption) การบริโภคพลังงานส่งผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย กล่าวคือ ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศโตในอัตราที่เพิ่มขึ้น ส่วนในช่วงที่ระดับการบริโภคพลังงานสูง (High energy consumption) การบริโภคพลังงานส่งผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศเช่นกัน แต่อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศโตในอัตราที่ลดลง แสดงว่าการบริโภคพลังงานในระดับสูงเกินไปก็ไม่ส่งผลดีต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศเสมอไป และเนื่องจากแหล่งพลังงานภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศอยู่ รัฐบาลจึงควรคำนึงถึงการบริโภคพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อป้องกันภาวะการขาดแคลนพลังงานภายในประเทศ

ดังนั้นแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงจึงเป็นแนวทางให้รัฐบาลนำไปใช้ในการวางนโยบายด้านพลังงานเพื่อประกอบการพิจารณาถึงระดับการบริโภคพลังงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพของประเทศไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved