บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีของสำนักคลาสสิค

ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิคที่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทฤษฎีนี้ ได้แก่ ทฤษฎีของอดัม สมิธ (Adam Smith) เดวิด ริคาร์โด (David Ricardo) และ โรเบิร์ต มันธัส (Robert Multhus) ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสำนักคลาสสิคมีลักษณะแนวคิดและวิธีการวิเคราะห์ตั้งอยู่บนพื้นฐานที่เหมือนกันอย่างน้อย 6 ประการ คือ (เบญจพร ทังเกษมวัฒนา, 2540 : 123-174)

1) เป็นการวิเคราะห์ศึกษาระบบเศรษฐกิจในเชิงมหาภาค หรือเป็นการมองเศรษฐกิจในภาพรวม (Macro-Approach) เกี่ยวกับวิธีหรือแนวทางในการสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

2) ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อในเรื่องของการปล่อยให้ระบบเศรษฐกิจดำเนินไปเองโดยอิสระ (Laissez Faire) ทั้งนี้เพราะเชื่อในการดำรงอยู่ของประสิทธิภาพในตลาดเสรี ว่าเป็นไปโดยอัตโนมัติในระบบแข่งขันที่เป็นอิสระจากการแทรกแซงของรัฐบาล และเชื่อในเรื่องของความไม่ขัดแย้งกันในระหว่างผลประโยชน์ส่วนบุคคล และผลประโยชน์ของสังคมโดยส่วนรวม หรือเชื่อในความลงรอยกันของผลประโยชน์ของสังคมว่าจะเกิดขึ้น เพราะการที่ปัจเจกบุคคลพยายามแสวงหาประโยชน์ส่วนตน เขาได้ช่วยให้สังคมโดยส่วนรวมบรรลุถึงการได้ผลประโยชน์สูงสุดในขณะเดียวกัน

3) เน้นการออม (โดยนายทุน เจ้าของที่ดิน) ว่าเป็นเรื่องสำคัญ เพราะทำให้การสะสมทุนซึ่งเป็นหัวใจของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นไปได้

4) เชื่อว่ากำไรเป็นแรงจูงใจของการลงทุน และเชื่อว่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมในภาคอุตสาหกรรม มีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการลดน้อยถอยลงของผลประโยชน์ (Law of Diminishing Returns) จะเกิดขึ้นในภาคเกษตร เพราะการมีที่ดินจำกัด แต่อาจไม่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรม

5) เชื่อในเรื่องของกฎเหล็กแห่งค่าจ้าง (Iron Law of Wage) ซึ่งกล่าวไว้ว่าอัตราค่าจ้างโดยธรรมชาติ (Natural Wage Rate) จะอยู่ที่ระดับพอยังชีพ (ในระยะสั้นอัตราค่าจ้างอาจจะไหวตัวขึ้นลง แต่ในที่สุดแล้วจะกลับเข้าสู่ระดับดุลยภาพระยะยาว ณ. ระดับพอยังชีพเสมอ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6) เชื่อว่าภาวะชะงักงันทางเศรษฐกิจ (Stationary State) เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ที่จุดชะงักงันทางเศรษฐกิจ ระบบเศรษฐกิจจะหยุดชะงัก กระบวนการสะสมจะทุนชะงักลง ประชาชนไม่เพิ่มกำไรของผู้ประกอบการจะลดลงจนถึงศูนย์ (ได้กำไรปกติ) และอัตราค่าจ้างจะอยู่ในระดับแค่พอยังชีพ

ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสำนักคลาสสิค เน้นที่บทบาทของการออม (การสะสมทุน) และกำไรในการก่อให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระบบเศรษฐกิจเสรี อย่างไรก็ตามนักเศรษฐศาสตร์สำนักนี้เชื่อว่า ภาวการณ์ชะงักงันทางเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ กล่าวคือ เมื่อระบบเศรษฐกิจขยายตัวถึงจุดๆ หนึ่ง กำไรของผู้ประกอบการจะลดลงจนถึงศูนย์ กระบวนการสะสมทุนจะสะดุดหยุดลง อัตราค่าจ้างจะลดลงจนถึงระดับแค่พอยังชีพ และประชาชนจะไม่ขยายการผลิตจนกว่าจะมีปัจจัยบางอย่างมากระตุ้นระบบเศรษฐกิจอีกครั้งหนึ่ง

ทฤษฎีอดัม สมิธ (Adam Smith)

อดัม สมิธ เป็นนักเศรษฐศาสตร์คนแรกที่ให้แนวความคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับเรื่องการพัฒนา แนวความคิดของอดัม สมิธ นั้น ในกระบวนการของการเจริญเติบโตหรือความมั่งคั่งเกิดจากการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ในระบบเศรษฐกิจ การเพิ่มผลิตภาพจะเกิดขึ้นจากความชำนาญเฉพาะอย่าง (Specialization) ซึ่งเป็นผลจากการแบ่งงานกันทำ (Division of Labour) หากระบบเศรษฐกิจมีการออมที่ก่อให้เกิดการลงทุนอย่างเพียงพอที่จะทำให้การแบ่งงานกันทำและตลาดมีการขยายตัว และดำเนินไปโดยเสรีภายในระบบการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ มือที่มองไม่เห็น (Invisible Hands) จะทำให้กลไกตลาดเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดสรรทรัพยากร ทำให้เกิดความลงรอยกันของผลประโยชน์ส่วนตน และผลประโยชน์ของสังคมส่วนรวม ส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและความมั่งคั่งของชาติ ซึ่งกระบวนการเจริญเติบโตนี้จะเกิดขึ้นเรื่อยๆ เมื่อตลาดมีการขยายตัว

กระบวนการของการเจริญเติบโตนี้ไม่สามารถดำเนินไปเรื่อยๆ อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ทั้งนี้เป็นเพราะการแข่งขันของนายทุน ทำให้ค่าจ้างสูงขึ้นเกินระดับพอยังชีพ อุปทานของแรงงานเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่ออำนาจในการต่อรองของแรงงาน (Bargaining Power) ลดลง ทำให้ค่าจ้างลดลงมายังระดับพอยังชีพ (Subsistence Level) ขณะที่การแข่งขันลงทุนทำให้เกิดการแข่งขันกันใช้ทรัพยากรและแรงงาน ส่งผลทำให้ผลตอบแทน (กำไร) ลดลง ระบบเศรษฐกิจจะเข้าสู่ภาวะชะงักงัน (Stationary State)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทฤษฎีของ เดวิด ริคาร์โด (David Ricado)

เดวิด ริคาร์โด กล่าวถึงสาเหตุของการสะสมทุนและขีดจำกัดแห่งการเจริญเติบโต (Limits of Growth) โดยระบุว่า การสะสมทุนเกิดขึ้นเพราะนายทุนมองเห็นแนวโน้มของกำไรจึงกล้าลงทุน ซึ่งการลงทุนจะทำให้เกิดการจ้างงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้ค่าจ้างสูงขึ้นในตอนแรก และมีผลทำให้แรงงานขยายตัว การขยายตัวของแรงงานทำให้ค่าจ้างลดลง ขณะที่ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณที่ดินที่เหมาะสมเหมาะกับการเกษตรมีจำกัด ทำให้จำเป็นต้องใช้ที่ดินที่มีคุณภาพเลวลง ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อหน่วยในภาคการเกษตรมีแนวโน้มลดลง (Diminishing Returns)

แนวความคิดของ เดวิด ริคาร์โด มีสมมติฐานสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ สมมติฐานเกี่ยวกับการลดน้อยถอยลงของผลผลิต (Diminishing Returns) และสมมติฐานเกี่ยวกับแรงงานส่วนเกินในภาคการเกษตร นอกจากนี้ตัวแบบของ เดวิด ริคาร์โด ยังมีลักษณะระบบเศรษฐกิจ 2 สาขา (Two Sector Model) คือ ภาคเกษตรและอุตสาหกรรม มีการแข่งขันการใช้ที่ดินทำให้เกิดค่าเช่า (Rent) เมื่อค่าเช่าสูงขึ้นจะทำให้กำไรและค่าจ้างลดลง เมื่อการขยายการผลิตทางด้านการเกษตรทำได้ไม่เต็มที่ แรงกดดันของการเพิ่มประชากรจะทำให้ราคาอาหารสูงขึ้น ส่งผลต่อการเรียกร้องการเพิ่มค่าจ้าง แต่เมื่อค่าเช่าสูงขึ้นเรื่อยๆ กำไรของนายทุนจะลดลง ทำให้ไม่สามารถเพิ่มค่าจ้างให้กับแรงงานได้ และเมื่อค่าเช่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ค่าจ้างจะมีแนวโน้มลดลงไปยังระดับพอยังชีพ กำไรจะหมดไป ระบบเศรษฐกิจจะเข้าสู่ภาวะชะงักงัน (Stationary State)

ทฤษฎีของโรเบิร์ต มัลธัส (Robert Malthus)

โรเบิร์ต มัลธัส ได้อธิบายการเจริญเติบโตของระบบเศรษฐกิจ แบ่งออกเป็น 2 สาขา คือ สาขาเกษตรกรรม และสาขาอุตสาหกรรม ภาคอุตสาหกรรมจะเป็นภาคการผลิตที่อาจให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นเมื่อขยายการผลิตออกไป (Increasing Returns) โดยเชื่อว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะภาคอุตสาหกรรม ขณะที่ภาคเกษตรมีการลดน้อยถอยลงของผลตอบแทน (Diminishing Returns) เพราะที่ดินมีจำกัด การหลีกเลี่ยงการลดน้อยถอยลงของผลตอบแทนอาจทำได้ หากมีการพัฒนาเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรมรวดเร็วพอ และมีการลงทุนมากพอที่จะดูดซับเอาแรงงานที่เพิ่มขึ้นในภาคอุตสาหกรรมได้หมด ทั้งนี้เพราะการลงทุนในสาขาเกษตรจะเกิดขึ้นจนกระทั่งที่ดินได้รับการปรับปรุงคุณภาพจนนำมาใช้ไม่ได้ จากนั้นโอกาสของการลงทุนโดยได้กำไรจะไม่มีอีกต่อไป การลุงทนโดยได้กำไรจะเกิดขึ้นในสาขาอุตสาหกรรมเท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 ทฤษฎีของจอห์น เมย์นาร์ด เคนส์ (John Maynard Keynes)

จอร์น เมย์นาร์ดเคนส์ ได้เสนอทฤษฎีการกำหนดขึ้นเป็นรายได้ประชาชาติ การศึกษาของเคนส์ให้ความสนใจเกี่ยวกับการลดลงของการลงทุนและการจ้างงานในระยะยาว ทำให้การศึกษาของเคนส์เกี่ยวข้องกับเรื่องของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมาก สาระสำคัญในทฤษฎีเกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วย

1) ตัวกำหนดโดยตรงของรายได้ และการจ้างงาน ได้แก่ การบริโภค (C) การลงทุน (I) ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

รายได้ (Y) = การบริโภค (C) + การลงทุน (I) (2.1)

กรณีที่ระบบเศรษฐกิจเป็นแบบเปิดและมีภาครัฐบาล ตัวกำหนดโดยตรงของรายได้ประชาชาติ ได้แก่ การบริโภค (C) การลงทุนในภาคเอกชน (I) การลงทุนในภาครัฐบาล (G) และการลงทุนสุทธิในภาคต่างประเทศ (X-M) ซึ่งสามารถเขียนสมการของรายได้ (Y) ได้ดังนี้

$$Y = C + I + G + (X-M) \quad (2.2)$$

2) ตัวกำหนดที่มีผลกระทบต่อรายได้และการจ้างงาน ระดับการบริโภคถูกกำหนดโดยขนาดของรายได้ และการใช้จ่ายลงทุนจะถูกกำหนดโดยอัตราดอกเบี้ยและประสิทธิภาพส่วนเพิ่มของทุน (Marginal Efficiency of Capital)

3) การแทรกแซงโดยรัฐบาลเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อส่งเสริมให้เกิดการจ้างงานอย่างเต็มที่

2.1.3 ทฤษฎีของฮาร์รอด – โดมาร์ (Harrod - Domar)

สมติฐานแบบจำลอง คือ ผลผลิตของหน่วยเศรษฐกิจจะขึ้นอยู่กับจำนวนทุนที่ลงในหน่วยเศรษฐกิจนั้นๆ ดังสมการ

$$Y = \frac{K}{k} \quad (2.3)$$

เมื่อ Y = ผลผลิตของหน่วยเศรษฐกิจ

K = จำนวนทุน

k = ค่าคงที่ หรือ อัตราส่วนทุนต่อผลผลิต

อัตราความเจริญเติบโตในระบบเศรษฐกิจ (g) ตามแนวความคิดของฮาร์รอด – โดมาร์ จะเท่ากับสัดส่วนของอัตราการออมในระบบเศรษฐกิจ (s) หารด้วยอัตราส่วนทุนต่อผลผลิต (k) ดังสมการ

$$g = \frac{s}{k} \quad (2.4)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในเชิงนโยบายแล้ว ถ้าค่า k คงที่ การขยายตัวของระบบเศรษฐกิจจะเป็นไปในอัตราใด จะขึ้นอยู่กับอัตราการออมในรายได้ เมื่อมีการกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่พึงประสงค์ให้สูงขึ้น ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายของตัวแบบนี้คือ รัฐบาลจะต้องมีมาตรการในการเพิ่มอัตราการออมในระบบเศรษฐกิจ ความไร้เสถียรภาพทางเศรษฐกิจเกิดจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Gw) อาจไม่เท่ากับการเจริญเติบโตที่ต้องการ หรืออัตราการเจริญเติบโตที่ประกันได้ว่าจะเกิดดุลยภาพที่รายได้ที่เกิดจากการจ้างงานเต็มที่ (G^*)

หาก $G^* > Gw$ ระบบเศรษฐกิจเจริญก้าวหน้า (หรือเกิดปัญหาเงินเฟ้อ)

$G^* = Gw$ ระบบเศรษฐกิจมั่นคงรายรื่น

$G^* < Gw$ ระบบเศรษฐกิจตกต่ำ (หรือเกิดปัญหาเงินฝืด)

2.1.4 ทฤษฎีของนีโอคลาสสิค

กลุ่มนีโอคลาสสิคมีความเชื่อในเรื่องของระบบเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มเข้าสู่ดุลยภาพได้ด้วยตนเอง (Laissez Faire) ความเจริญเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยไม่มีจุดสิ้นสุดตราบเท่าที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพราะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ ทำให้รายได้เพิ่มขึ้น อุปสงค์ต่อแรงงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การแข่งขันกันระหว่างการสะสมทุนกับการเพิ่มขึ้นของประชากรจะเป็นตัวกำหนดการขยายตัวของระบบเศรษฐกิจ หากทุนเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าการเพิ่มประชากร รายได้ประชาชาติและรายได้ตัวหัวจะเพิ่มขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยี การทดแทนกันระหว่างทุนและแรงงานจะทำให้ประสิทธิภาพของส่วนเพิ่มของทุนไม่ลดลง

ตัวแบบของโรเบิร์ต โซโล (Robert M.Solow)

โรเบิร์ต โซโล ได้สร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์ระบบเศรษฐกิจทั้งระบบ โดยไม่นำเอาภาคการเงินเข้ามาเกี่ยวข้อง และได้เสนอตัวแบบการเจริญเติบโตว่า อัตราการเพิ่มของผลผลิตหรืออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ($\frac{\Delta Q}{Q}$) ขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อทุน (d) อัตราการออม (s) อัตราส่วนของผลผลิตต่อทุน ($\frac{Q}{K}$ หรือ Output Capital Ratio) ความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อแรงงาน (B) และอัตราการเพิ่มประชากรหรืออัตราการเพิ่มของแรงงาน (n) ดังสมการ

$$\frac{\Delta Q}{Q} = d\frac{sQ}{K} + Bn \qquad (2.5)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.5 ทฤษฎีของรอสโท (W.W.Rostow)

รอสโท ได้เสนอแนวความคิดว่าการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นกระบวนการที่เป็นไปตามลำดับหรือขั้นตอน ซึ่งทุกประเทศจะต้องผ่านขั้นตอนเหล่านี้ตามลำดับในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ประเทศแต่ละประเทศจะอยู่ที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการเจริญเติบโต ซึ่งขั้นตอนการเจริญเติบโต (Stage of Growth) ของรอสโทมี 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นของสังคมโบราณหรือสังคมแบบดั่งเดิม (The Traditional Society) เป็นขั้นที่ยังล้าหลัง รูปแบบการผลิต ความเป็นอยู่ และองค์การต่างๆ ในสังคมถูกกำหนดโดยขนบธรรมเนียมประเพณีเก่าๆ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่ก้าวหน้า ประชาชนมีความเป็นอยู่แบบง่ายๆ ไม่กระตือรือร้น และไม่เห็นความสำคัญของการเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียมการเพื่อทะยานขึ้น (The Pre – Conditions for Take - Off) เป็นขั้นที่สังคมเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปในเรื่องของทัศนคติต่างๆ เริ่มมีการประดิษฐ์คิดค้นหรือนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ประโยชน์ มีการออมและการลงทุนสูงขึ้น เริ่มมีการพัฒนาแรงงานและลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจเพื่อรองรับการขยายตัวของระบบเศรษฐกิจ

ขั้นที่ 3 ขั้นทะยานขึ้น (The Take - Off) เป็นขั้นที่ระบบเศรษฐกิจมีการสะสมทุนในอัตราที่สูงมาก (เกินกว่าร้อยละ 10 ของรายได้ประชาชาติ) ระบบเศรษฐกิจเปลี่ยนจากการมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำไปสู่การเจริญเติบโตสูงขึ้น มีปฏิสัมพันธ์ทางโครงสร้างระหว่างภาคเศรษฐกิจกับส่วนอื่นๆ ของระบบ เกิดความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้ในภาคเศรษฐกิจค่อนข้างสูง การเพิ่มขึ้นของรายได้จะทำให้ตลาดขยายตัวในสัดส่วนที่สูงกว่าขนาดของรายได้ที่เพิ่มขึ้นในระบบเศรษฐกิจ เกิดการกระตุ้นให้เกิดอุปสงค์ในภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ที่เชื่อมโยงกับภาคเศรษฐกิจนั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นเร่งรัดการขยายตัวหรือขั้นไปสู่ความเจริญเติบโตเต็มที่ (The Drive to Maturity) เป็นขั้นที่ระบบเศรษฐกิจขยายช่วงของการผลิตออกไปอย่างมากมาย มีการขยายการใช้เทคโนโลยีออกไปสู่สาขาต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจ ทำให้ระบบเศรษฐกิจมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ขั้นที่ 5 ขั้นอุดมโภคา (The Hight Mass Consumption) เป็นขั้นที่ระบบเศรษฐกิจ มีความอุดมสมบูรณ์เพราะผลผลิตเพิ่มอย่างมากมาย สิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับประชาชนได้รับการตอบสนองจนไม่เป็นปัญหาอีกต่อไป ประชาชนมีสวัสดิการและมีคุณภาพชีวิตที่ดี

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจข้างต้น ล้วนแล้วแต่ได้กล่าวถึงกระบวนการผลิต การสะสมทุน และการสร้างกำไรจากการผลิต ซึ่งการสะสมทุนและสร้างกำไรในระบบเศรษฐกิจที่เกิดจากกระบวนการผลิตในภาคต่างๆ เช่น ภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และภาคการบริการ เป็นต้น โดยกระบวนการผลิตของภาคต่างๆ เหล่านั้นล้วนแล้วแต่ต้องพึ่งพาพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกระบวนการผลิต ดังนั้นพลังงานจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อนำไปสู่การสะสมทุน การสร้างกำไร และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

2.1.6 แบบจำลองการผลิตของนีโอคลาสสิคกับพลังงาน

ทฤษฎีทางมหาภาคที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงาน โดยลืมให้ความสำคัญในบทบาทและหน้าที่ของพลังงาน ซึ่งถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Stern and Cleveland (2003), Alam (2006) and Zhao et al. (2008))

พลังงานนั้นอยู่ในกระบวนการผลิตได้หลายทาง ซึ่งบางส่วนของพลังงานถูกนำมาบริโภคหรือนำมาใช้สำหรับการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิต ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่ทั้งนี้พลังงานก็ยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าการผลิตด้วยเช่นกัน ซึ่งทำให้สมการการผลิตแบบมีการใช้พลังงานมีค่าเท่ากับสมการการผลิตแบบนีโอคลาสสิค (Neoclassical) โดยสมการการผลิตเมื่อมีการใช้พลังงานอยู่ในรูปดังต่อไปนี้ (Soytas and Sari (2006) and Noor and Siddiqi (2010))

$$Y_t = f(K_t, L_t, E_t) \tag{2.6}$$

โดยที่ Y_t คือ ผลรวมของผลผลิตทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจหรือผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ เวลา t

K_t คือ ปัจจัยทุน ณ เวลา t

L_t คือ ปัจจัยแรงงาน ณ เวลา t

E_t คือ พลังงานที่ใช้ในการผลิต ณ เวลา t

นำ Y_t หารตลอดสมการ (2.6) จะได้ตัวแปรที่อยู่ในรูปแบบของอัตราการเจริญเติบโต ดังนี้

$$\dot{Y}_t = a\dot{K}_t + b\dot{L}_t + c\dot{E}_t \tag{2.7}$$

โดยที่ a คือ ค่าคงที่ของปัจจัยทุน

b คือ ค่าคงที่ของปัจจัยแรงงาน

c คือ ค่าคงที่ของพลังงานที่ใช้ในการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.7 ทฤษฎีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ

2.1.7.1 ข้อมูลพาแนล (Panel data)

ข้อมูลแบบ Panel เป็นข้อมูลที่เกิดจากการสังเกตกลุ่มตัวอย่างชุดเดิม เก็บข้อมูลซ้ำๆ เป็นเวลาหลายๆครั้งภายในระยะเวลาที่ศึกษา (Baltagi, 2002: 1) ซึ่งข้อมูลแบบพาแนลจะประกอบไปด้วย ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-sectional data) และข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series data) ทำให้สามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหน่วยภาคตัดขวางในแต่ละช่วงเวลาได้ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภาคตัดขวางทุกหน่วยในช่วงเวลาเดียวกันได้ ซึ่งข้อดีของข้อมูลแบบ Panel มีดังนี้ (Gujarati, 2003: 637-638)

1) ข้อมูลแบบพาแนลสามารถอธิบายข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันของบุคคล ครัวเรือน หน่วยงานหรือประเทศ ในแต่ละช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป และแก้ปัญหาข้อจำกัดของข้อมูลที่เนื่องมาจากปัญหาในการจัดเก็บหรือแหล่งที่มาของข้อมูล

2) เนื่องจากข้อมูลแบบพาแนลประกอบไปด้วยข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลา ทำให้สามารถประมาณค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดปัญหาความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปร และมีค่า degree of freedom สูงกว่า

3) การศึกษาข้อมูลซ้ำๆ หลายๆครั้งในช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัตร (dynamic of change) ได้ดียิ่งขึ้น

4) ข้อมูลแบบพาแนลสามารถประมาณค่าและแสดงผลที่มีค่าใกล้เคียงความเป็นจริง ที่ไม่สามารถวัดได้จากการใช้ข้อมูลภาคตัดขวางหรือข้อมูลอนุกรมเวลาเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งได้

5) ข้อมูลพาแนลสามารถศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองที่มีความซับซ้อนมากได้

6) ข้อมูลพาแนลเป็นการเก็บข้อมูลหลายๆหน่วยที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถศึกษาข้อมูลจำนวนมากได้

แบบจำลองของข้อมูลแบบพาแนลสามารถเขียนได้ดังนี้ (Verbeek, 2004: 342)

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}'\beta + \varepsilon_{it} \qquad (2.8)$$

กำหนดให้ i คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง ที่ $i = 1, 2, \ldots, N$

t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ที่ $t = 1, 2, \ldots, T$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งจำนวนค่าสังเกตของข้อมูลพาแนลเท่ากับ N*T

y_{it} คือ เวคเตอร์ NT x 1 ของตัวแปรตาม

α_i คือ ค่าคงที่ (Intercept)

x_{it} คือ เวคเตอร์ NT x k ของตัวแปรอธิบาย

β คือ เวคเตอร์ k x 1 ของค่าสัมประสิทธิ์ (Slope)

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error term)

การประมาณค่าความสัมพันธ์ของแบบจำลองพาแนล ขึ้นอยู่กับข้อสมมติเบื้องต้นของค่าคงที่ (α) ค่าสัมประสิทธิ์ (β) และค่าความคลาดเคลื่อน (ε) จากสมการที่ (2.8) สมมติให้ค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์คงที่สำหรับทุกหน่วยภาคตัดขวางและทุกช่วงเวลาที่พิจารณา และให้ค่าความคลาดเคลื่อนของหน่วยภาคตัดขวางและช่วงเวลาที่ต่างกันมีค่าแตกต่างกัน โดยไม่ได้ประมาณค่าความแตกต่างของหน่วยภาคตัดขวางและความแตกต่างของช่วงเวลาการประมาณค่าความสัมพันธ์ของแบบจำลองพาแนล ที่พิจารณาแยกความแตกต่างของหน่วยภาคตัดขวางและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน จะทำการประมาณค่าโดยแยกปัจจัยที่มากระทบต่อหน่วยภาคตัดขวางและช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยข้อสมมติของค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์มีได้หลายรูปแบบ ซึ่งการประมาณค่าแบบจำลองที่มีข้อสมมติของค่าคงที่ละค่าสัมประสิทธิ์ต่างกัน แบ่งออกเป็นการประมาณค่าแบบ Fixed Effects, Random Effect และ Pooled Estimator ดังนี้

1) แบบจำลอง Fixed Effects Model

จากข้อสมมติเกี่ยวกับค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งแบบจำลอง Fixed Effects Model ได้ดังต่อไปนี้ (Gujarati, 2003: 640-647)

แบบจำลองที่ 1 สมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์ (β) คงที่ แต่ค่าคงที่ (α) แตกต่างกันสำหรับหน่วยหรือช่วงเวลาที่ต่างกัน หรือเรียกว่า Least-Square Dummy Variable (LSDV) Regression Model นั่นคือ ค่าคงที่ที่ประมาณได้จากสมการมีค่าแตกต่างกันสำหรับหน่วย i ที่ต่างกัน ได้ดังนี้ (Verbeek, 2004: 345-347)

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}^{'}\beta + \varepsilon_{it} \qquad \varepsilon_{it} \sim \text{IID}(0,\sigma_{\varepsilon}^2) \qquad (2.9)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้ X_{it} ไม่ขึ้นอยู่กับ ε_{it} เขียนสมการถดถอยโดยมีตัวแปรหุ่นเป็นแต่ละหน่วย i ได้ดังนี้

$$y_{it} = \sum_{j=1}^{n} \alpha_j d_{ij} + x_{it}^{'} \beta + \varepsilon_{it} \qquad (2.10)$$

โดยให้ $d_{it} = 1$ ถ้า i = j

และ $d_{it} = 0$ อื่นๆ

จากสมการที่ (2.10) จึงมีกลุ่มของตัวแปรหุ่นจำนวน N และค่าพารามิเตอร์ คือ $\alpha_1,...,\alpha_2$ และ β ให้ y_{it} คือตัวแปรตาม x_{it} คือตัวแปรอิสระ และ ε_{it} คือค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่ง *i = 1, 2, ..., n* และ *t = 1, 2,..., T* โดย D_{it} เป็นตัวแปรหุ่นของหน่วยที่ต่างกัน และ Dum_1, Dum_2,..., Dum_T เป็นตัวแปรหุ่นของช่วงเวลาที่ต่างกัน จากสมการที่ (2.8) สามารถเขียนแบบจำลองพาแนลได้ดังนี้

$$y_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + ... + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \qquad (2.11)$$

ดังนั้น เขียนแบบจำลอง Fixed Effects Model ได้ดังนี้

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + ... + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \qquad (2.12)$$

เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างกันของหน่วย เขียนสมการได้ดังนี้

$$y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + ... + \alpha_n D_{ni} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + ... + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \qquad (2.13)$$

ดังนั้น เมื่อพิจารณาความแตกต่างกันของช่วงเวลา เขียนสมการได้ดังนี้

$$y_{it} = \lambda_1 + \lambda_2 Dum_2 + \lambda_3 Dum_3 + ... + \lambda_n Dum_T + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + ... + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \qquad (2.14)$$

แบบจำลองที่ 2 สมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์คงที่ แต่ค่าคงที่แตกต่างกันสำหรับหน่วยที่ต่างกันและช่วงเวลาที่ต่างกัน เขียนสมการได้ดังนี้

$$y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + ... + \alpha_n D_{ni} + \lambda_1 + \lambda_2 Dum_2 + \lambda_3 Dum_3 + ...$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$+\lambda_n Dum_T + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + ... + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \qquad (2.15)$$

แบบจำลองที่ 3 สมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่แตกต่างกันสำหรับหน่วยที่ต่างกัน เขียนสมการได้ดังนี้

$$y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + ... + \alpha_n D_{ni} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + ... + \beta_k x_{kit} + \gamma_{22}(D_{2i} x_{2it})$$
$$+\gamma_{23}(D_{2i} x_{3it}) + ... + \gamma_{2k}(D_{2i} x_{kit}) + \gamma_{n2}(D_{ni} x_{2it})$$
$$+\gamma_{n3}(D_{ni} x_{3it}) + ... + \gamma_{nk}(D_{ni} x_{kit}) + \varepsilon_{it} \qquad (2.16)$$

แบบจำลองที่ 4 สมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่แตกต่างกันสำหรับหน่วยที่ต่างกันและช่วงเวลาที่ต่างกัน

$$y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + ... + \alpha_n D_{ni} + \lambda_1 + \lambda_2 Dum_2 + ... + \lambda_n Dum_T + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it}$$
$$+ ... + \beta_k x_{kit} + \gamma_{22}(D_{2i} x_{2it}) + \gamma_{23}(D_{2i} x_{3it}) + ... + \gamma_{2k}(D_{2i} x_{kit})$$
$$+\gamma_{n2}(D_{ni} x_{2it}) + \gamma_{n3}(D_{ni} x_{3it}) + ... + \gamma_n(D_{ni} x_{2it}) + \gamma_{n+1}(D_{ni} x_{3it}) + \varepsilon_{it} \qquad (2.17)$$

2) แบบจำลอง Random Effects Model

แบบจำลองนี้สมมติให้ในการวิเคราะห์สมการถดถอย มีปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อตัวแปรตามแต่ไม่ได้รวมอยู่กับตัวแปรถดถอย ซึ่งสามารถแสดงในรูปของค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error Term) ข้อสมมติที่ได้คือ α_i คือ ตัวแปรสุ่ม (Random Factors) ซึ่งเป็นอิสระและมีการกระจายในแต่ละหน่วย ดังนั้นสามารถเขียนแบบจำลอง Random Effects Model ได้ดังนี้ (Verbeek, 2004: 347-348)

$$y_{it} = \mu + \beta x_{it}^{'} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \qquad \varepsilon_{it} \sim \text{IID}(0,\sigma_\varepsilon^2) \quad \alpha_i \sim \text{IID}(0,\sigma_\alpha^2) \qquad (2.18)$$

โดย $\alpha_i + \varepsilon_{it}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของความแตกต่างของแต่ละหน่วยที่ไม่มีความแตกต่างในช่วงเวลา และส่วนตกค้างหรือส่วนคงเหลือที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่มีความสัมพันธ์กันในช่วงเวลา ดังนั้นความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลาคือผลกระทบจากความแตกต่างของแต่ละหน่วย (α_i)

จากสมการที่ (2.12) ให้ β_{1i} คือ ค่าคงที่ ซึ่งสมมติให้เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นค่าเฉลี่ย β_1 และค่าคงที่ของแต่ละหน่วย เขียนได้ดังนี้ (Gujarati, 2003: 647-649)

$$\beta_{1i} = \beta + u_i \qquad i = 1, \ldots, N \tag{2.19}$$

ซึ่ง u_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_ε^2 ดังนั้นค่าคงที่ของแต่ละหน่วยคือ ค่าเฉลี่ย (β_1) และความแตกต่างของค่าคงที่ในแต่ละหน่วยเป็นผลมาจากค่าความคลาดเคลื่อน u_i แทนค่าสมการที่ (2.19) ในสมการที่ (2.12) จะได้

$$y_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \ldots + \beta_k x_{kit} + u_i + \varepsilon_{it}$$

$$= \beta_1 + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \ldots + \beta_k x_{kit} + w_{it} \tag{2.20}$$

โดย $w_{it} = u_i + \varepsilon_{it}$ ซึ่ง w_{it} ประกอบด้วย u_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วย หรือค่าที่ไม่สามารถสังเกตได้ (Unobservable หรือ Latent Variable) และ ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลา

3) แบบจำลอง Pooled Estimator

เป็นการวิเคราะห์โดยสมมติให้ค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการมีค่าเท่ากันทุกหน่วยหรือทุกประเทศ และตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา ซึ่งไม่ได้ประมาณค่าความแตกต่างระหว่างหน่วยหรือทุกประเทศในช่วงเวลาที่ศึกษา โดยมีแบบจำลองพื้นฐานเป็นสมการที่ (2.18) คือ

$$y_{it} = \alpha + x_{it}'\beta + \varepsilon_{it} \tag{2.21}$$

เนื่องจากข้อมูลพาแนลส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นข้อมูลพาแนลแบบไม่นิ่ง (Nonstationary Panel data) เพราะในการศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary) เนื่องจากค่าเฉลี่ย (Means) และค่าความแปรปรวน (Variance) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป และเมื่อนำไปทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square, OLS) อาจเกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่ไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แท้จริง (Spurious Regression) ทำให้ได้ค่าสถิติที่ขาดความน่าเชื่อถือและไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นก่อนนำข้อมูลพาแนลแบบไม่นิ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลามาทดสอบ จึงได้นำเอาวิธีการและแนวคิดจากการวิเคราะห์อนุกรมเวลามาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพาแนลที่ต้องให้ความสำคัญกับความนิ่งของข้อมูล (Stationary) ปัญหาความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious Regression) และการทดสอบ Cointegration ทำได้ด้วยการทดสอบพาแนลยูนิทรูท (Panel Unit Root Tests) และการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือที่เรียกว่าการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน (Panel Cointegration Tests) โดยการประมาณค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรในแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชัน

2.1.7.2 การทดสอบพาแนลยูนิทรูท (Panel Unit Root Tests)

การศึกษาความสัมพันธ์ระยะยาวของตัวแปรในแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชันต้องมีการทดสอบความนิ่งของข้อมูลพาแนล (Panel Unit Root Tests) เสียก่อน ในกรณีที่ข้อมูลพาแนลมีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary Panel Data) สามารถทดสอบได้หลายวิธีด้วยการพิจารณาสมการ AR (1) ของข้อมูลพาแนล ดังนี้

$$y_{it} = \rho_i y_{it-1} + x_{it}^{'}\delta_i + \varepsilon_{it} \qquad (2.22)$$

กำหนดให้ $i = 1, 2, \ldots, N$ คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง

$t = 1, 2, \ldots, T$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา

$x_{it}^{'}$ คือ ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) ซึ่งรวมผลกระทบ (Fixed Effects) หรือแนวโน้มของแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง (Individual Trends)

ρ_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ Autoregressive

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

จากสมการข้างต้น ถ้าหาก $|\rho_i| < 1$ แสดงว่า y_{it} ไม่มียูนิทรูท หรือข้อมูลพาแนลมีความนิ่ง แต่ถ้าหาก $|\rho_i| = 1$ แสดงว่า y_{it} มียูนิทรูท หรือข้อมูลพาแนลไม่นิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับสมมติฐานของค่า ρ_i สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 สมมติฐาน คือ

สมมติฐานแรก กำหนดให้ $\rho = \rho_i$ สำหรับทุก i หรือทุกหน่วยภาคตัดขวางจะใช้การทดสอบพาแนลยูนิทรูทด้วยวิธี Levin, Lin and Chu (LLC Test), วิธี Breitung Test และวิธี Hadri Test ซึ่งเป็นการทดสอบยูนิทรูทแบบธรรมดา (Tests with Common Unit Root Process)

สมมติฐานสอง กำหนดให้ ρ_i ของแต่ละหน่วย i หรือแต่ละหน่วยภาคตัดขวางเป็นอิสระต่อกัน จะใช้การทดสอบพาแนลยูนิทรูทด้วยวิธี Im, Pesaran and Shin (IPS Test) และวิธี Fisher-Typeโดยจะใช้ Fisher-ADF และ Fisher-PP ซึ่งเป็นการทดสอบยูนิทรูทของแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง (Tests with Individual Unit Root Process)

• การทดสอบยูนิทรูทแบบธรรมดา (Tests with Common Unit Root Process)

จากข้อสมมติฐานที่กำหนดให้ ρ_i ของทุกหน่วยภาคตัดขวางมีค่าเท่ากัน โดยการทดสอบด้วยวิธี Levin, Lin and Chu (LLC Test), วิธี Breitung Test ซึ่งมีสมมติฐานหลัก คือ ข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท แต่การทดสอบด้วยวิธี Hadri Test มีสมมติฐานหลัก คือ ข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท รายละเอียดของแต่ละวิธีแสดงได้ ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

วิธี LLC Test และวิธี Breitung พิจารณาได้จากสมการ Augmented Dickey-Fuller (ADF) ดังนี้

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{ij} \Delta y_{it-j} + x_{it}^{'} \delta + \varepsilon_{it} \qquad (2.23)$$

กำหนดให้ Δy_{it} คือ พจน์ผลต่าง (Difference Term) ของ y_{it}

y_{it} คือ ข้อมูลพาแนล (Panel Data)

α คือ $\rho - 1$

p_i คือ จำนวน Lag Order สำหรับพจน์ผลต่าง (Difference Terms)

$x_{it}^{'}$ คือ ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable)

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมมติฐานการทดสอบพาแนลยูนิทรูท คือ

$H_0 : \alpha = 0$ ข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

$H_1 : \alpha < 0$ ข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท

1) วิธี Levin, Lin and Chu (LLC Test) (2002)

ขั้นตอนแรก ทำการถดถอยเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ α จากตัวแทน (Proxies) ณ ระดับ Lag Order ที่กำหนด เป็นการประมาณค่าสมการ 2 สมการ โดยถดถอยจาก Δy_{it} และ y_{it-1} ที่ Lag term $\Delta y_{it-1}(j = 1,..., p_i)$ และตัวแปรภายนอก x_{it} ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากการถดถอยสองสมการ คือ $(\hat{\beta}, \hat{\delta})$ และ $(\dot{\beta}, \dot{\delta})$

สมการแรก เมื่อหาค่า $\Delta\bar{y}_{it}$ จาก Δy_{it} จากการแก้ปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autoregression) จากสมการที่ (2.22) แล้วเขียนสมการใหม่ได้ ดังนี้

$$\Delta\bar{y}_{it} = \Delta y_{it} - \sum_{j=1}^{p} \hat{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j} + x_{it}^{'} \hat{\delta} \qquad (2.24)$$

สมการที่สอง หาค่า $\Delta\bar{y}_{it-1}$ จาก

$$\Delta\bar{y}_{it} = y_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i} \dot{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j} + x_{it}^{'} \dot{\delta} \qquad (2.25)$$

การหาค่าตัวแทนจาก $\Delta\bar{y}_{it}$ และ $\bar{y}_{it-1}$ หารด้วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ได้ดังนี้

$$\Delta\tilde{y}_{it} = (\Delta\bar{y}_{it} / s_i) \qquad (2.26)$$

$$\tilde{y}_{it} = (\bar{y}_{it-1} / s_i) \qquad (2.27)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดย s_i คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ที่ได้จากการประมาณค่า ADF แต่ละค่าในสมการที่ (2.23)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ α หาได้จากสมการ ดังนี้

$$\Delta\tilde{y}_{it} = \alpha\tilde{y}_{it-1} + \eta_{it} \tag{2.28}$$

ค่าสถิติ t-Statistic ของ $\hat{\alpha}$ ที่มีการแจกแจงแบบปกติ หาได้จากสมการ ดังนี้

$$t_{\alpha}^{*} = \frac{t_{\alpha}.(N\tilde{T})S_N\hat{\sigma}^{*2}se(\hat{\alpha})\mu_{m\tilde{T}^{*}}}{\sigma_{m\tilde{T}^{*}}} \rightarrow N(0,1) \tag{2.29}$$

กำหนดให้ t_{α}^{*} คือ ค่าสถิติ t-Statistic สำหรับ $\hat{\alpha} = 0$

$\hat{\sigma}^{*2}$ คือ ค่าความแปรปรวนที่ประมาณได้จากความคลาดเคลื่อน η (Error Term)

$se(\hat{\alpha})$ คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของ $\hat{\alpha}$

และ $$\tilde{T} = T - (\sum_i P_i / N) - 1 \tag{2.30}$$

S_N คือ อัตราส่วนค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Average Standard Deviation Ratio) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละหน่วยภาคตัดขวางซึ่งประมาณค่าด้วยวิธี Kernel

$\mu_{m\tilde{T}^{*}}$ และ $\sigma_{m\tilde{T}^{*}}$ คือ พจน์การปรับตัว (Adjustment Term) ของค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ถ้าค่าสถิติ t – Statistic ของ t_{α}^{*} มีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท แต่ถ้า t_{α}^{*} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) วิธี Breitung Test (2000)

วิธีการนี้ถ้าพิจารณาในเบื้องต้นแล้ว จะมีวิธีการทดสอบพาแนลยูนิทรูท เช่นเดียวกับวิธี LLC Test แต่มีข้อแตกต่างคือ มีเฉพาะส่วนของอัตถดถอย (Autoregression Portion) และไม่มีส่วนของตัวแปรภายนอก ที่ถูกเอาออกในการหาค่าตัวแทน (Proxies) โดยทำได้ดังนี้

$$\Delta\tilde{y}_{it} = (\Delta y_{it} - \sum_{j=1}^{p_i} \hat{\beta}_{ij}\Delta y_{it-j}) / s_i \qquad (2.31)$$

$$\tilde{y}_{it-1} = (y_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i} \dot{\beta}_{ij}\Delta y_{it-j}) / s_i \qquad (2.32)$$

โดย $\hat{\beta}, \dot{\beta}$ และ s_i สามารถหาได้เช่นเดียวกับวิธี LLC Test ดังนั้น ตัวแทน (Proxies) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$\Delta y_{it}^{*} = \sqrt{\frac{(T-t)}{(T-t+1)}}\left(\Delta\tilde{y}_{it} - \frac{\Delta\tilde{y}_{it+1} + ... + \Delta\tilde{y}_{it+T}}{T-t}\right) \qquad (2.33)$$

$$y_{it-1}^{*} = \tilde{y}_{it-1} - c_{it} \qquad (2.34)$$

โดย $c_{it} = 0$ ไม่มีทั้งค่าคงที่และแนวโน้ม

$c_{it} = \tilde{y}_{i1}$ มีค่าคงที่ แต่ไม่มีแนวโน้ม

$c_{it} = \tilde{y}_{i1} - (t-1/T)\tilde{y}_{iT}$ มีทั้งจุดตัดและแนวโน้ม

การประมาณค่าพารามิเตอร์ α สามารถหาได้จากสมการตัวแทน

$$\Delta y_{it}^{*} = \alpha y_{it-1}^{*} + \upsilon_{i1} \qquad (2.35)$$

ภายใต้สมมติฐานหลัก ผลจากการประมาณค่า α^{*} มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$B_{nT} = \left[\left(\frac{\hat{\sigma}^2}{nT^2}\right)\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=2}^{T-1}\left(y_{it-1}^{*}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{n}T}\right)\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=2}^{T-1}\left(\Delta y_{it}^{*}\right)\left(y_{it-1}^{*}\right)\right)\right] \qquad (2.36)$$

หรือ $$B_{nT} = \left[B_{2nT}\right]^{-\frac{1}{2}} B_{1nT} \qquad (2.37)$$

โดย $\hat{\sigma}^2$ คือ ค่าประมาณของ σ^2

B_{nT} คือ ค่าสถิติ t-Statistic ของ Breitung

ถ้าค่าสถิติ t – Statistic ของ B_{nT} มีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท แต่ถ้า B_{nT} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

• การทดสอบยูนิทรูทของแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง (Tests with Individual Unit Root Process)

จะเป็นการทดสอบพาแนลยูนิทรูทด้วยวิธี Im, Pesaran and Shin (IPS Test) และวิธี Fisher-Type Tests โดยใช้ ADF และ PP-Tests เป็นการทดสอบยูนิทรูทของแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง ดังนั้น ρ_i ของแต่ละหน่วยภาคตัดขวางจึงมีค่าต่างกัน ซึ่งการทดสอบด้วยวิธีดังกล่าวจะเป็นการรวมผลการทดสอบยูนิทรูทของแต่ละหน่วยภาคตัดขวาง เพื่อใช้เป็นผลการทดสอบพาแนลยูนิทรูท โดยรายละเอียดของการทดสอบแต่ละวิธี มีดังนี้

3) วิธี Im, Pesaran and Shin (IPS Test) (2003)

สามารถทดสอบได้โดยใช้ Augmented Dickey-Fuller (ADF) โดยแยกพิจารณาข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross Section) แต่ละหน่วย มีสมการดังนี้

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i}\beta_{ij}\Delta y_{it-j} + x_{it}^{'}\delta + \varepsilon_{it} \qquad (2.38)$$

สมมติฐานการทดสอบพาแนลยูนิทรูท คือ

$H_0 : \alpha_i = 0$ สำหรับทุก i

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$H_1 : \begin{cases} \alpha_i = 0 & \text{สำหรับ } i = 1, 2, \ldots, N_i \\ \alpha_i < 0 & \text{สำหรับ } i = N+1, N+2, \ldots, N \end{cases}$$

ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติ t-Statistic สำหรับ α_i คือ

$$\bar{t}_{NT} = \left(\sum_{t=1}^{N} t_{iT}(p_i) \right) / N \tag{2.39}$$

โดย $\bar{t}_{NT}$ มีการแจกแจงแบบปกติ สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$W_{\bar{t}_{NT}} = \frac{\sqrt{N}\left(\bar{t}_{NT} - N^{-1} \sum_{i=1}^{N} E(\bar{t}_{iT}(p_i)) \right)}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^{N} Var(\bar{t}_{iT}(p_i))}} \rightarrow N(0,1) \tag{2.40}$$

ถ้า $W_{\bar{t}_{NT}}$ มีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท แต่ถ้า $W_{\bar{t}_{NT}}$ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

4) วิธี Fisher - Type Tests โดยใช้ ADF และ PP - Tests

Maddala and Wu (1999) ใช้ Fisher's (P_λ) Test โดยรวมค่า p-value ของค่าสถิติที่ทดสอบ t-Statistic ความนิ่งของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วย

โดย $\pi_i (i = 1,2,\ldots,N)$ คือค่า p-value ของการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลภาคตัดขวาง i จากข้อมูลภาคตัดขวางทั้งหมด N เป็นตัวแปรอิสระที่มี $u(0,1)$

$-2\log_e \pi_i$ มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi-Square: χ^2) และมี Degree of Freedom เท่ากับ 2 โดยค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$P_\lambda = -2 \sum_{i=1}^{N} \log_e \pi_i \rightarrow \chi^2 2N \tag{2.41}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกรณีของ Choi (2001) ให้ $p_i(i=1,2,...,N)$ คือค่า p-value ของการทดสอบยูนิทรูทของข้อมูลภาคตัดขวาง *i* จากข้อมูลภาคตัดขวางทั้งหมด

$$P=-2\sum_{i=1}^{N}\ln(p\ ) \tag{2.42}$$

โดยค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$Z=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{i=1}^{N}\phi^{-1}(p_i) \tag{2.43}$$

โดย $\phi(.)$ มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน $N(0,1)$ และสมมติฐานการทดสอบพาแนลยูนิทรูท คือ

$H_0:\rho_i=1$ ข้อมูลมีพาแนลยูนิทรูท

$H_1:\begin{cases}\rho_i=1\\ \rho_i<1\end{cases}$ ข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท

ถ้าทั้ง Fisher's ($P\lambda$) Test และ Z – Statistic มีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลไม่มียูนิทรูท แต่ถ้าทั้ง Fisher's ($P\lambda$) Test และ Z – Statistic ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูลพาแนลมียูนิทรูท

จากที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปออกมาดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 สมมติฐานและค่าสถิติที่ใช้ใน Panel unit root ด้วยวิธีการทดสอบที่แตกต่างกัน

การทดสอบ unit root แบบธรรมดา (Test with Common Unit Root Process)			
วิธีทดสอบ	**สมมติฐานหลัก**	**สมมติฐานรอง**	**ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ**
LLC	มี *unit root*	ไม่มี *unit root*	t^* *- Statistic*
Breitung	มี *unit root*	ไม่มี *unit root*	*Breitung t – Statistic*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

การทดสอบ *unit root* ของแต่ละภาคตัดขวาง (Test with Individual Unit Root Process)			
วิธีทดสอบ	**สมมติฐานหลัก**	**สมมติฐานรอง**	**ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ**
IPS	มี *unit root*	ข้อมูลบางประเทศไม่มี *unit root*	*w – Statistic*
Fisher – ADF Fisher – PP	มี *unit root*	ข้อมูลบางประเทศไม่มี *unit root*	*Fisher Chi - Square*

เมื่อทำการทดสอบ *Panel unit root* ของตัวแปรแต่ละตัวโดยวิธีทดสอบทุกวิธีดังกล่าว จากนั้นทำการพิจารณาเปรียบเทียบผลการทดสอบของแต่ละวิธี โดยในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกใช้ผลการทดสอบ *Panel unit root* จากวิธีที่ให้ผลการทดสอบดีที่สุด มีอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (*Order of Integration*) อันดับเดียวกัน คือ อันดับที่ 1 หรือ *I(1)* ทั้งนี้เพื่อนำไปทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลอง *Panel cointegration* ต่อไป

2.1.7.3 การทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน (Panel Cointegration Test)

การทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน (Panel Cointegration Test) ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการทดสอบด้วยวิธี Pedroni Test ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) วิธี Pedroni Test

Pedroni (1999, 2001, 2004) ได้เสนอวิธีการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชันที่มีพื้นฐานมาจากการทดสอบโคอินทิเกรชัน (Cointegration) ของ Engle-Granger ซึ่งวิธีการทดสอบของ Pedroni จะกำหนดให้ข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยมีค่าคงที่ (Intercept) และแนวโน้ม (Trend) ที่แตกต่างกัน (Heterogeneous) โดยพิจารณาได้จากสมการถดถอย ดังนี้

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} x_{1i,t} + \beta_{2i} x_{2i,t} + ... + \beta_{ki} x_{ki,t} + e_{i,t} \qquad (2.44)$$

โดย $i = 1,2,...,N$ คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$t = 1,2,...T$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา

$k = 1,2,..., K$ คือ ตัวแปรถดถอย

สมมติให้ y_{it} และ $x_{ki,t}$ มี Order of Integration = 1 หรือ $I(1)$ สำหรับแต่ละหน่วย i และค่าสัมประสิทธิ์ $\beta_{1i}, \beta_{2i}, ..., \beta_{ki}$ ของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยจะแตกต่างกัน สำหรับค่าพารามิเตอร์ α_i คือผลกระทบของภาคตัดขวางแต่ละหน่วย (Individual Effect) ซึ่งแต่ละหน่วยภาคตัดขวางจะมีความแตกต่างกัน ส่วน $\delta_i t$ คือผลกระทบจากแนวโน้ม (Trend Effect) ซึ่งแต่ละหน่วยภาคตัดขวางจะมีความแตกต่างกัน หรืออาจจะกำหนดให้ไม่มีผลกระทบจากแนวโน้ม

ภายใต้สมมติฐานหลัก H_0 : ไม่มีโคอินทิเกรชัน ส่วนตกค้างหรือส่วนคงเหลือ (Residual) $e_{i,t}$ ซึ่งได้จากการถดถอยสมการที่ (2.42) จะเป็น $I(1)$ และทดสอบได้จากสมการ ดังนี้

$$e_{i,t} = \rho_i e_{it-1} + u_{it} \tag{2.45}$$

หรือ
$$e_{i,t} = \rho_i e_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \psi_{ij} \Delta e_{it-j} + \upsilon_{it} \tag{2.46}$$

สำหรับข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วย มีหลายวิธีในการสร้างค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานหลัก และมีสมมติฐานรอง 2 แบบที่แตกต่างกัน โดยในกรณีที่สมมติให้ข้อมูลภาคตัดขวางทุกหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous)

H_0 : ไม่มีโคอินทิเกรชัน $\rho_i = 1$

H_1 : มีโคอินทิเกรชัน $\rho_i < 1$ สำหรับทุก i

สมมติฐานในการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน ในกรณีที่สมมติให้ข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยมีลักษณะแตกต่างกัน (Heterogeneous)

H_0 : ไม่มีโคอินทิเกรชัน $\rho_i = 1$

H_1 : มีโคอินทิเกรชัน $\rho_i < 1$ สำหรับทุก i

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบโคอินทิเกรชัน คือ $\aleph_{N,T}$ ซึ่งได้จากส่วนตกค้างจากสมการที่ (2.44) หรือ (2.45) ซึ่งจะได้ค่าสถิติทั้งหมด 7 ค่า เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก ได้แก่ (Pedroni, 1999)

1. ค่าสถิติ *Panel* $v-Statistic$ คือ

$$T^2N^{\frac{3}{2}}Z\overline{v}_{N,T} \equiv T^2N^{\frac{2}{3}}\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\hat{e}_{i,t-1}\right)^{-1} \tag{2.47}$$

2. ค่าสถิติ *Panel* $\rho-Statistic$ คือ

$$T\sqrt{N}Z\hat{\rho}_{N,T} \equiv T\sqrt{N}\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\hat{e}_{i,t-1}^2\right)^{-1}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\left(\hat{e}_{i,t-1}\Delta\hat{e}_{i,t}-\hat{\lambda}_i\right) \tag{2.48}$$

3. ค่าสถิติ *Panel* $pp-Statistic$ คือ

$$Zt_{N,T} \equiv \left(\tilde{\sigma}_{N,T}^2\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\hat{e}_{i,t-1}^2\right)^{-1/2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\left(\hat{e}_{i,t-1}\Delta\hat{e}_{i,t}-\hat{\lambda}_i\right) \tag{2.49}$$

4. ค่าสถิติ *Panel* $ADF-Statistic$ คือ

$$\tilde{Z}^*t_{N,T} \equiv \left(\tilde{s}_{N,T}^{*2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\hat{e}_{i,t-1}^2\right)^{-1/2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{L}_{1/i}^{-2}\hat{e}_{i,t-1}^*\Delta\hat{e}_{i,t}^* \tag{2.50}$$

5. ค่าสถิติ *Group* $\rho-Statistic$ คือ

$$TN^{-1/2}\tilde{Z}\hat{\rho}_{N,T-1} \equiv TN^{-1/2}\sum_{i=1}^{N}\left(\sum_{t=1}^{T}\hat{e}_{i,t-1}^2\right)^{-1}\sum_{t=1}^{T}\left(\hat{e}_{i,t-1}\Delta\hat{e}_{i,t}-\hat{\lambda}_i\right) \tag{2.51}$$

6. ค่าสถิติ *Group* $pp-Statistic$ คือ

$$N^{-1/2}\tilde{Z}t_{N,T} \equiv N^{-1/2}\sum_{i=1}^{N}\left(\hat{\sigma}_i^2\sum_{i=1}^{T}\hat{e}_{i,t-1}^2\right)^{-1/2}\sum_{i=1}^{T}\left(\hat{e}_{i,t-1}\Delta\hat{e}_{i,t}-\hat{\lambda}_i\right) \tag{2.52}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. ค่าสถิติ *Group* $ADF-Statistic$ คือ

$$N^{-1/2}\tilde{Z}^{*}t_{N,T} \equiv N^{-1/2}\sum_{i=1}^{N}\left(\sum_{t=1}^{T}\hat{s}_{N,T}^{*2}\hat{e}_{i,t-1}^{*2}\right)^{-1/2}\sum_{t=1}^{T}\hat{e}_{i,t-1}^{*}\Delta\hat{e}_{i,t}^{*} \tag{2.53}$$

ซึ่งค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก คือ

$$\frac{\aleph_{N,T}-\mu\sqrt{N}}{\sqrt{\nu}} \rightarrow N(0,1) \tag{2.54}$$

โดย $\aleph_{N,T}$ คือรูปแบบที่เหมือนกันของค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบโคอินทิเกรชันของแต่ละวิธีที่ใช้ทดสอบ ให้ μ และ ν คือตัวปรับค่า Monte Carlo ของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

โดยค่าสถิติ Panel Statistics จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลักในกรณีที่สมมติให้ข้อมูลภาคตัดขวางทุกหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งเป็นการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน หรือ Within Dimension และค่าสถิติ Group Panel Statistics จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก ในกรณีที่สมมติให้ข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการทดสอบ Group Mean Panel Cointegration Tests หรือ Between Dimension

ถ้าค่าสถิติ Panel Statistics ปฏิเสธสมมติฐานหลักแสดงว่าตัวแปรในแบบจำลองพาแนล โคอินทิเกรชันของทุกหน่วยภาคตัดขวางมีความสัมพันธ์กัน แต่ถ้าค่าสถิติ Group Panel Statistics ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าตัวแปรในแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชันของภาคตัดขวางอย่างน้อย 1 หน่วยมีความสัมพันธ์กัน

2) วิธี Kao Test

Kao (1999) ได้เสนอวิธีการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน โดยมีวิธีการทดสอบพื้นฐานคล้ายกับวิธีของ *Pedroni* แต่ให้ข้อมูลภาคตัดขวางมีค่าคงที่ (*Intercepts*) แตกต่างกัน และให้ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากันในตัวแปรที่ทำการถดถอยครั้งแรก (*First-Stage Regressors*) พิจารณาจากสมการดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + e_{it} \tag{2.55}$$

สำหรับ $y_{it} = y_{it-1} + u_{it}$

$$x_{it} = x_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

โดยที่ *i=1, 2,..., N ; t=1, 2,..., T* ทำการถดถอยสมการที่ (2.55) ซึ่งให้ α_i ของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยแตกต่างกัน β_i ของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยเหมือนกัน และให้ค่าสัมประสิทธิ์ γ_i ทั้งหมดของแนวโน้มมีค่าเข้าสู่ *0*

ทำการถดถอย $e_{it} = \rho e_{it-1} + \nu_{it}$ (2.56)

หรือ $e_{it} = \tilde{\rho} e_{it-1} \sum_{j=1}^{\rho} \psi_j \Delta e_{it-j} + \nu_{it}$ (2.57)

สมมติฐานหลักการทดสอบ คือ $H_0 : \rho = 1$ (ไม่มีโคอินทิเกรชัน) ค่าสถิติในการทดสอบด้วยวิธี *Dickey-Fuller (DF)* คือ

$$DF_\rho = \frac{\sqrt{N}T(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{10.2}} \tag{2.58}$$

$$DF_t = \sqrt{1.25} t_\rho + \sqrt{1.875N} \tag{2.59}$$

$$DF_\rho^* = \frac{\sqrt{N}T(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}\hat{\sigma}_\nu^2 / \hat{\sigma}_{0\nu}^2}{\sqrt{3 + 36\hat{\sigma}_\nu^4 / 5\hat{\sigma}_{0\nu}^4}} \tag{2.60}$$

$$DF_t^* = \frac{t_\rho + \sqrt{6N}\hat{\sigma}_\nu / (2\hat{\sigma}_{0\nu}^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{0\nu}^2 / (2\hat{\sigma}_\nu^2) + 3\hat{\sigma}_\nu^2 / (10\hat{\sigma}_{0\nu}^2)}} \tag{2.61}$$

และ $P > 0$ ค่าสถิติในการทดสอบด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) คือ

$$ADF = \frac{t_\rho + \sqrt{6N}\hat{\sigma}_\nu / (2\hat{\sigma}_{0u}^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{0\nu}^2 / (2\hat{\sigma}_\nu^2) + 3\hat{\sigma}_\nu^2 / (10\hat{\sigma}_{0\nu}^2)}} \tag{2.62}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งค่าสถิติมีการแจกแจงปกติมาตรฐาน หรือ *N(0,1)* ค่าความแปรปรวน คือ $\hat{\sigma}_{\nu}^{2} = \hat{\sigma}_{u}^{2} - \hat{\sigma}_{u\varepsilon}^{2}\hat{\sigma}_{\varepsilon}^{-2}$ และค่าความแปรปรวนในระยะยาว คือ $\hat{\sigma}_{0\nu}^{2} = \hat{\sigma}_{0u}^{2} - \hat{\sigma}_{0u\varepsilon}^{2}\hat{\sigma}_{0\varepsilon}^{-2}$

ค่าความแปรปรวนของ $w_{it} = \begin{bmatrix} u_{it} \\ \varepsilon_{it} \end{bmatrix}$ (2.63)

ประมาณค่าโดย $\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{u}^{2} & \hat{\sigma}_{u\varepsilon}^{2} \\ \hat{\sigma}_{u\varepsilon} & \hat{\sigma}_{\varepsilon}^{2} \end{bmatrix} = \frac{1}{NT}\sum_{i=1}^{N}\left[\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\hat{w}_{it}\hat{w}_{it}^{'} + \kappa(\hat{w}_{i})\right]$ (2.64)

โดย κ คือ Kernel Function (วันวิสา วิฒรจนารมย์, 2551)

3) วิธี Fisher Test ซึ่งอิงแนวคิดแบบ Johansen tests (Combined Individual Tests (Fisher/Johansen))

Fisher (1932) ได้เสนอการทดสอบที่รวบรวมการทดสอบแต่ละตัว (individual in independent tests) Maddala and Wu (1999) ได้ใช้ผลของ Fisher เพื่อที่จะเสนอแนวทางใหม่ในการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน โดยการรวมการทดสอบข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยเพื่อให้ได้การทดสอบทางสถิติแบบกลุ่มหรือ full panel

ถ้า π_{i} คือ *p*-value จากการทดสอบโคอินทิเกรชันแต่ละตัว สำหรับข้อมูลภาคตัดขวาง *i* ภายใต้สมมติฐานหลักในการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน

$$-2\sum_{i=1}^{N}\log(\pi_{i}) \rightarrow \chi_{2n}^{2} \qquad (2.65)$$

2.1.7.4 การทดสอบสมการพาแนล (Panel Equation Testing)

การทดสอบสมการพาแนล คือการทดสอบว่าควรทำการประมาณแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชันในรูปแบบใด ระหว่าง Pooled Estimator, Fixed Effects หรือ Random Effects สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะทำการทดสอบสมการพาแนล 3 วิธี คือ วิธี Lagrange

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Multiplier Test (LM-Test) วิธี Hausman Test และวิธี Redundant Fixed Effects Test ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธี Lagrange Multiplier Test (LM-Test)

เป็นการทดสอบว่าควรประมาณแบบจำลองในรูปแบบใดระหว่าง Random Effects และ Pooled Estimator โดยมีสมมติฐานว่าองค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Components) มีค่าเท่ากับศูนย์

$$H_0 : \sigma_\mu^2 = \sigma_\lambda^2 = 0$$

Breusch and Pagan (1980) ได้ร่วมกันพัฒนา จากการทดสอบ Lagange Multiplier Test (LM) จากสมการ

$$LM_\mu = \frac{nT}{2(T-1)}\left[\frac{e'DDe}{e'e} - 1\right]^2 = \frac{nT}{2(T-1)}\left[\frac{T^2\bar{e}'\bar{e}}{e'e} - 1\right]^2 \sim \chi^2 \quad (2.66)$$

$\bar{e}$ คือ เวกเตอร์ *nx1* ของ group specific means of pooled regression residuals

$e'e$ คือ ผลบวกกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (Sum Square of Errors : SSE) ของ pooled OLS regression

Lagrange Multiplier Test (LM) มีการกระจายแบบ Chi-squared โดยมี Degree of Freedom เท่ากับ *1*

Baltagi (2001) ได้เสนออีกวิธีหนึ่งในการทดสอบ Lagrange Multiplier Test (LM)

$$LM_\nu = \frac{nT}{2(T01)}\left[\frac{\sum\left(\sum e_{it}\right)^2}{\sum\sum e_{it}^2} - 1\right]^2 = \frac{nT}{2(T-1)}\left[\frac{\sum\left(T\bar{e}_{it}\right)^2}{\sum\sum e_{it}^2} - 1\right]^2 \sim \chi^2 \quad (2.67)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อรวมสมการทั้งสองเข้าด้วยกันจะเป็นการทดสอบแบบสุ่มสองทิศทาง (Two-way Random effects) ซึ่งมีสมฐานการทดสอบว่า องค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Components) ของทั้งข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลามีค่าเท่ากับศูนย์ โดยสมการที่ใช้ทดสอบคือ

$$LM_{\mu\nu} = LM_{\mu} + LM_{\nu} \sim \chi^2 \qquad (2.68)$$

H_0 : Pooled Estimator

H_1 : Random Effects

ถ้าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลักควรทำการประมาณค่าแบบจำลองในรูปแบบ Pooled Estimator ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลักควรทำการประมาณแบบจำลองในรูปแบบ Random Effects

2) วิธี Hausman Test

วิธีการของ Hausman (1978) ทดสอบโดยสมมติให้การประมาณค่าความแปรปรวนร่วมของ Fixed Effects และ Random Effects มีค่าเท่ากัน โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

H_0: Random Effects

H_1 : Fixed Effects

ถ้าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่าควรทำการประมาณแบบจำลองในรูปแบบ Random Effects ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าควรทำการประมาณแบบจำลองในรูปแบบ Fixed Effects

3) วิธี Redundant Fixed Effects Test

Moulton and Randolph (1989) พบว่า Anova F-test ที่ใช้ทดสอบ Fixed Effects เหมาะสำหรับทดสอบ One-way Error Component ซึ่ง Anova F-test มีสมการในรูปแบบทั่วไป คือ

$$F = \frac{y^{'}MD(D^{'}MD) - D^{'}My/(p-r)}{y^{'}Gy/\left(NT - (\tilde{k} + p - r)\right)} \qquad (2.69)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : No Fixed Effects

H_1 : Fixed Effects

ถ้าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่าควรทำการประมาณค่าแบบจำลองในรูปแบบ Random Effects ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าควรทำการประมาณค่าแบบจำลองในรูปแบบ Fixed Effects

2.1.7.5 การประมาณค่าแบบจำลองพาแนล (Panel Estimation)

สำหรับประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการศึกษาครั้งนี้จะใช้การประมาณค่าแบบจำลองพาแนลทั้งหมด 3 วิธีด้วยกัน ได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square, OLS) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเชิงพลวัตร (Dynamic Ordinary Least Square, DOLS) และวิธีโมเมนต์ในรูปทั่วไป (Generalized Method of Moments, GMM) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระว่าส่งผลต่อตัวแปรตามอย่างไร โดยรายละเอียดของแต่ละวิธีมี ดังนี้

1) การประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square, OLS)

วิธีประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด คือการประมาณค่าเส้นการถดถอย โดยทำให้ผลบวกของกำลังสองของส่วนที่เบี่ยงเบนไปจากเส้นถดถอย (ค่าคลาดเคลื่อน, Error Term) ของค่าสังเกตของตัวแปรมีค่าน้อยที่สุด โดย Kao and Chiang (2000) ได้เสนอสมการถดถอยแบบพาแนล ดังนี้

$$y_{it} = x_{it}^{'}\beta + z_{it}^{'}\gamma + u_{it} \tag{2.70}$$

เมื่อ $\{x_{it}\}$ คือ เวคเตอร์ K x 1 ของตัวแปรอิสระ สามารถประมาณค่า β ได้จากสมการ OLS ดังนี้

$$\hat{\beta}_{i,OLS} = \left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\tilde{x}_{it}^{'}\tilde{x}_{it}\right]^{-1}\left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\tilde{x}_{it}^{'}\tilde{y}_{it}\right] \tag{2.71}$$

โดย i คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

N คือ จำนวนของข้อมูลภาคตัดขวาง

t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา

T คือ จำนวนของข้อมูลอนุกรมเวลา

$\tilde{x}_{it}$ คือ ตัวแปร Exogeneous Variable ของแบบจำลอง โดยเท่ากับ $x_{it} - \bar{x}_{it}$

$\tilde{y}_{it}$ คือ ตัวแปร Endogeneous Variable ของแบบจำลอง โดยเท่ากับ $y_{it} - \bar{y}_{it}$

ซึ่งการประมาณค่าข้างต้นอาจยังไม่มีความเหมาะสมพอสำหรับการใช้กับข้อมูลแบบพาแนล เพราะอาจเกิดปัญหา Serial Correlation และ Non-exogeneity ที่ใช้เป็นตัวแปรในการถดถอย จึงมีการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเชิงพลวัตร (Dynamic Ordinary Least Square, DOLS) เพิ่มเติม

2) การประมาณค่าแบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเชิงพลวัตร (Dynamic Ordinary Least Square, DOLS)

การประมาณค่าด้วยวิธี DOLS (Phillips and Loretan, 1991) เป็นการประมาณค่าแบบ OLS แต่มีการเพิ่ม Dynamic Term เข้าไปในสมการ OLS สามารถพิจารณาได้จากสมการพื้นฐาน คือ

$$y_{it} = x_{it}^{'}\beta + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \gamma_{ik} \Delta x_{it-k} + \varepsilon_{it} \qquad (2.72)$$

สามารถประมาณค่า β จากสมการ DOLS ได้ดังนี้

$$\hat{\beta}_{i,DOLS} = \left[N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \left(\sum_{t=1}^{T} z_{it} z_{it}^{*} \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^{T} z_{it} \tilde{y}_{it} \right) \right] \qquad (2.73)$$

โดย i คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง

N คือ จำนวนของข้อมูลภาคตัดขวาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา

T คือ จำนวนของข้อมูลอนุกรมเวลา

z_{it} คือ 2(K+1)x1

$\tilde{y}_{it}$ คือ $y_{it} - \bar{y}_{it}$

นอกจากนี้ยังใช้วิธีการประมาณค่าแบบโมเมนต์ในรูปทั่วไป (Generalized Method of Moments, GMM) เพื่อการประมาณค่าแบบจำลองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3) การประมาณค่าแบบโมเมนต์ในรูปทั่วไป (Generalized Method of Moments, GMM)

Hansen (1982) ได้เสนอวิธีการประมาณค่าแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชันแบบ Generalized Method of Moments (GMM) ซึ่งเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยตรงจากเงื่อนไขโมเมนต์ (Moment Conditions) ซึ่งใส่เข้ามาในแบบจำลอง เงื่อนไขเหล่านี้สามารถที่จะมีลักษณะเชิงเส้นในพารามิเตอร์ (Linear in Parameter) ได้ แต่บ่อยครั้งที่จะมีลักษณะไม่เป็นแบบเชิงเส้น (Nonlinear in Parameter) และเพื่อที่จะทำให้เราสามารถหาค่าพารามิเตอร์ได้จำนวนของเงื่อนไขโมเมนต์อย่างน้อยที่สุดควรจะเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์, 2547) การประมาณค่าแบบ GMM มีรูปแบบพื้นฐานมาจากสมการ (2.72) สามารถเขียนได้เป็น

$$y_{it} - y_{it-} = \beta'(x_{it} - x_{it-1}) + \gamma'(z_{it} - z_{it-1}) + (u_{it} - u_{it-1}) \qquad (2.74)$$

โดย $i = 1, 2, \ldots, n$

$t = 2, \ldots, T_i$

อย่างไรก็ตามจากสมการที่ (2.74) จะมีความเอนเอียง (bias) เพิ่มขึ้นถ้า $y_{it-1} - y_{it-2}$ มีความสัมพันธ์กับ error term $(u_{it} - u_{it-1})$ การประมาณค่า OLS แบบ Dynamic Panel จะมีความเหมาะสมมากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ถ้ามีการใช้เครื่องมือ (Instrument) ที่ถูกต้อง การประมาณวิธีโมเมนต์ในรูปทั่วไป (Generalized Method of Moments, GMM) จะมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการใช้ประมาณค่าสมการ โดยทั่วไปจะมีการใส่ค่าความล่าช้า (lag) ของตัวแปรตามสองช่วงเวลา ที่ y_{it-2} นั้นจะไม่มีความสัมพันธ์กับ $(u_{it} - u_{it-1})$ ดังนั้น ค่าของ $y_{it-2}, k \geq 2$ จึงเป็นเครื่องมือ (Instrument) ที่ ถูกต้อง

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาญจนา บุญชัย (2551) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้ากับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยใช้เทคนิคโคอินทริเกรชัน (cointegration) ตามแนวคิดของ Engle และ Granger เพื่อดูความสัมพันธ์ในระยะยาว และดูการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้น สุดท้ายทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Granger causality) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว และในการปรับตัวระยะสั้นพบว่า กรณีที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นตัวแปรต้น และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นตัวแปรตาม แบบจำลองมีการปรับตัวในระยะสั้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และในกรณีที่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นตัวแปรต้น และปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นตัวแปรตาม พบว่าแบบจำลองมีการปรับตัวในระยะสั้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เช่นกัน ในส่วนของกรทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลของปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย พบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบสองทิศทาง

ผจงจิต ติ๊บประสอน (2551) ได้ศึกษาผลกระทบของการบริโภคพลังงานต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Model) และแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Model) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ทำการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิรายปีตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ.2520 ถึง ปี พ.ศ.2550 ประกอบด้วย ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ข้อมูลปัจจัยทุน ข้อมูลแรงงาน และข้อมูลการบริโภคพลังงาน แบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรงทำการการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยวิธีร่วมไปด้วยกัน (Cointegration test) ตามวิธีของ Engle and Granger ซึ่งพบว่าการบริโภคพลังงานมีผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และแบบจำลองสมการถดถอยที่ไม่ใช่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เชิงเส้นตรง การวิเคราะห์ผลกระทบด้วยแบบจำลอง Threshold Autoregressive (TAR Model) พบว่าระดับการบริโภคพลังงานต่ำ การบริโภคพลังงานส่งผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ส่วนที่ระดับการบริโภคพลังงานสูง การบริโภคพลังงานส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเช่นกัน แต่อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโตในอัตราที่ลดลง

Lee, K. and Oh, W. (2005) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกลุ่มประเทศเอเชียแปซิฟิกจำนวน 15 ประเทศ โดยใช้วิธี Log mean Divisia Method ในการศึกษาวิจัย โดยศึกษาข้อมูลตั้งแต่ปี 1980 – 1998 โดยแบ่งประเทศที่ทำการศึกษาออกเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศส่งผลกระทบต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่พัฒนาแล้ว นอกจากนี้หากทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์สัดส่วนของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการใช้พลังงานพบว่า ประเทศที่กำลังพัฒนามีสัดส่วนของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว

Mehrere, M. (2006) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความเป็นเหตุเป็นผลระหว่าง การบริโภคพลังงานต่อหัวและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวของกลุ่มประเทศผู้ส่งออกน้ำมัน 11 ประเทศ โดยการศึกษาได้ใช้แบบจำลอง Panel cointegration ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์กับการบริโภคพลังงานอย่างแข็งแกร่ง และพบว่ารัฐบาลประเทศผู้ส่งออกน้ำมันมีนโยบายรักษาระดับราคาน้ำมันภายในประเทศให้ต่ำกว่าระดับราคาที่ส่งออก ซึ่งส่งผลให้ระดับการบริโภคพลังงานภายในประเทศสูงตามไปด้วย ดังนั้นการปฏิรูปนโยบายด้านราคาพลังงานจะส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อประเทศในกลุ่มนี้

Lee, C.C. and Chang, C.P. (2008) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการบริโภคพลังงานและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในเอเชีย โดยการศึกษาได้ใช้แบบจำลอง Panel cointegration ในการหาความสัมพันธ์ และทำการวิเคราะห์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปร ทั้งนี้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจวัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากมูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) การสะสมทุน และการป้อนแรงงาน โดยการศึกษาได้ใช้ข้อมูลจาก 16 ประเทศในเอเชียมาทำการศึกษา ตั้งแต่ปี 1972 – 2002 ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการบริโภคพลังงานมีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ยังพบว่าถึงแม้ในระยะสั้นการบริโภคพลังงานจะลดลงแต่เศรษฐกิจก็ยังคงเติบโต และเมื่อทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลพบว่า การใช้พลังงานเป็นสาเหตุทำให้เศรษฐกิจเจริญเติบโต ซึ่งหมายความว่าการใช้พลังงานไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะสั้นแต่จะส่งผลในระยะยาว

Narayan, P.K. and Smyth, R. (2008) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างทุน การบริโภคพลังงาน และมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงของ 7 ประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำของโลก โดยวิธีพาแนลโคอินทิเกรชัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความเป็นเหตุเป็นผลและประมาณค่าความสัมพันธ์ในระยะยาว พบว่า โครงสร้างทุน การบริโภคพลังงาน และมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงมีโคอินทิเกรชันหรือมีความสัมพันธ์ในระยาว โครงสร้างทุนและการบริโภคพลังงานยังเป็นสาเหตุให้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงเพิ่มขึ้นและลดลงในทิศทางเดียวกันในระยะยาว นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้ามีการบริโภคพลังงานเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงเพิ่มขึ้น 0.12-0.39% และถ้าหากโครงสร้างทุนเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงเพิ่มขึ้น 0.1-0.28%

Apergis, N. and Payne, J.E. (2009) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง การบริโภคพลังงานและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในประเทศอเมริกากลาง ในช่วงปี 1980 – 2004 โดยใช้แบบจำลอง Panel cointegration ซึ่งจากข้อมูลที่นำมาศึกษาชี้ให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงต่อหัว ความสามารถในการผลิตพลังงาน และการใช้พลังงานแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน ประเทศที่ไม่ได้ผลิตก๊าซธรรมชาติหรือถ่านหินซึ่งมีการนำเข้าปิโตเลียมและพลังงานไฟฟ้ามีการตอบสนองความต้องการด้านพลังงานสูง ซึ่งเมื่อทำการทดสอบ Panel cointegration พบว่า เมื่อบริโภคพลังงานเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ผลิตมวลรวมภายในประเทศที่แท้จริงเพิ่มขึ้น 0.28% และเมื่อทำการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลพบว่า การบริโภคพลังงานเป็นสาเหตุของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Lean, H.H. and Smyth, R. (2010) ได้ทำการศึกษาความเป็นเหตุเป็นผลของความสัมพันธ์ระหว่าง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การบริโภคไฟฟ้า และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยใช้แบบจำลอง Panel vector error correction (Panel VECM) ซึ่งทำการศึกษาประเทศในกลุ่มอาเซียนจำนวน 5 ประเทศ ตั้งแต่ปี 1980 – 2006 ซึ่งจากการประมาณการในระยะยาวพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการบริโภคไฟฟ้าและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นระหว่างการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และผลผลิตที่แท้จริง นอกจากนี้ผลการตรวจสอบ Granger causality ชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุที่ทำให้เศรษฐกิจเจริญเติบโต

Noor, S. and Siddiqi, M.W. (2010) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ 5 ประเทศในเอเชียใต้ พบว่า ในระยะสั้นผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อประชากรและการใช้พลังงานต่อประชากรมีความสัมพันธ์กันทิศทางตรงกันข้ามในระยะยาว ถ้าปริมาณการใช้พลังงานต่อประชากรเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อประชากรลดลง 0.13% ในความสัมพันธ์ระยะสั้นและระยะยาวชี้ให้เห็นว่าสถาณการณ์การคลาดแคลนพลังงานในเอเชียใต้ เนื่องจากการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นควบคู่กับการจัดสรรพลังงานที่ไม่เพียงพอ และจากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อนชี้ให้เห็นว่ามีการปรับตัวนะระยะสั้นเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

Leesombatpiboon, P. (2010) ได้ทำการศึกษาเรื่องความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศไทย โดยในส่วนแรกได้ทำการประมาณการแบบจำลอง Error Correction Model ของฟังก์ชันการผลิตมวลรวมของประเทศไทย ซึ่งตัวแปรที่นำมาใช้ในการกำหนดฟังก์ชันการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจคือ แรงงาน ทุน และการบริโภคน้ำมัน และมุ่งเน้นการวัดค่าความยืดหยุ่นของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโดยให้ความสำคัญต่อการบริโภคน้ำมันและราคาน้ำมัน เนื่องจากน้ำมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของไทย จากผลการทดสอบพบว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ทุน แรงงาน และการบริโภคน้ำมันมีความสัมพันธ์กัน และพบว่าในระยะสั้นการขาดแคลนน้ำมันส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจไทยมากกว่าการปรับขึ้นราคาน้ำมัน เช่น ปริมาณการขาดแคลนน้ำมันลดลง 10% ส่งผลให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจลดลง 2% เป็นต้น ในส่วนที่สองได้ทำการทดสอบดุลยภาพในระยะสั้นและระยะยาวของการบริโภคน้ำมันในแต่ละภาค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เศรษฐกิจของประเทศไทย โดยใช้เทคนิค Autoregressive Distributed Lag (ARDL) ผลการทดสอบ คือ การตอบสนองในระยะยาวมีขนาดใหญ่กว่าการตอบสนองในระยะสั้น

Eggoh, J.C. et al. (2011) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคพลังงานและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ 21 ประเทศในแอฟริกา ช่วงปี 1970 – 2006 โดยใช้วิธี Panel cointegration และ Causality test โดยการศึกษาได้แบ่งประเทศออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ประเทศนำเข้าพลังงานและประเทศส่งออกพลังงาน ตัวแปรที่นำมาใช้ศึกษาคือ ปริมาณการบริโภคพลังงาน ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง ราคา แรงงาน และทุน จากการศึกษาพบว่าตัวแปรของทั้ง 2 กลุ่มมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว และพบว่าเมื่อปริมาณการบริโภคพลังงานลดลงจะทำให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจลดลง ในทิศทางตรงกันข้าม หากมีการบริโภคพลังงานที่เพิ่มขึ้นอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Niu, S. et al. (2011) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การอนุรักษ์พลังงาน และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคพลังงาน การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ข้อมูลพาแนลจาก 8 ประเทศในกลุ่มเอเชียแปซิฟิก ตั้งแต่ปี 1971 – 2005 มาทำการศึกษาวิจัย ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรที่นำมาทำการศึกษาทั้งหมด คือ การบริโภคพลังงาน การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กันในระยะยาว และจากการวิเคราะห์การบริโภคพลังงานและมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศชี้ให้เห็นว่า ประเทศที่พัฒนาแล้วมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่าประเทศที่กำลังพัฒนา

Wang, S.S. et al. (2011) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การบริโภคพลังงาน และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยใช้แบบจำลอง Panel cointegration และ Panel vector error correction ซึ่งได้ทำการศึกษาข้อมูลจาก 28 จังหวัดภายในประเทศตั้งแต่ปี 1995 – 2007 ผลการศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การบริโภคพลังงาน และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว นอกจากนี้การทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลยังพบว่า การบริโภคพลังงาน การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์แบบสองทิศทาง คือ ทั้งการบริโภคพลังงานและการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นสาเหตุของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นสาเหตุของการบริโภคพลังงาน อีกทั้งการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสาธารณรัฐประชาชนจีนไม่ได้ลดลงจากอดีต และหากจะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อาจทำให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศชะเกิดการชะลอตัวได้

Al-mulali, U. (2011) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคน้ำมัน การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในประเทศตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ ในช่วงปี 1980 – 2009 โดยใช้วิธี Panel cointegration ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการบริโภคน้ำมันมีความสัมพันธ์ในระยะยาวกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และเมื่อทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างการบริโภคน้ำมัน การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจพบว่า ปริมาณการบริโภคน้ำมันมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในประเทศตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved