บทที่ 2
กรอบแนวคิดทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

การศึกษาถึงผลของการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยพื้นฐานทั่วไปมีแนวทางการศึกษาอยู่ 3 แนวทาง คือ

2.1.1 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

เทคโนโลยี หมายถึง การประยุกต์เอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มาทำให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ เทคโนโลยีจึงเป็นวิธีการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของสิ่งต่างๆ ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น เช่น ทรายหรือซิลิกอน เป็นสารแร่ที่พบเห็นทั่วไปตามชายหาด หากนำมาสกัดด้วยเทคโนโลยีและใช้เทคนิควิธีการสร้างเป็นชิป (chip) สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะทำให้สารแร่ซิลิกอนนั้นมีคุณค่า และมูลค่าเพิ่มขึ้นได้อีกมาก

สารสนเทศ หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับความจริงของคน สัตว์ สิ่งของ ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม หากมีการจัดเก็บรวบรวม เรียกค้น และสื่อสารระหว่างกัน นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) หมายถึง การนำเทคโนโลยีมาใช้สร้างข้อมูลเพิ่มให้กับสารสนเทศ ทำให้สารสนเทศมีประโยชน์และใช้งานได้กว้างขวางมากขึ้น เทคโนโลยีสารสนเทศรวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ ที่จะรวบรวม จัดเก็บใช้งาน ส่งต่อหรือสื่อสารระหว่างกัน เทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถแบ่งกลุ่มย่อยเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ คอมพิวเตอร์, การสื่อสาร และข้อมูลแบบมัลติมีเดีย ซึ่งในแต่ละกลุ่มนี้ยังแบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้อีกมากมาย องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ ยังต้องอาศัยการทำงานร่วมกัน ยกตัวอย่างเช่น เครื่องเซิร์ฟเวอร์คอมพิวเตอร์ (คอมพิวเตอร์) เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเครือข่าย (การสื่อสาร) โดยมีการส่งข้อมูลต่างๆ ไปยังเครื่องลูก (ข้อมูลแบบมัลติมีเดีย) ในบางครั้งจะมีการใช้ชื่อว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communications Technology)

เทคโนโลยีสารสนเทศจึงมีความหมายที่กว้างขวางมาก โดยเราจะได้พบกับสิ่งรอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวกับการใช้สารสนเทศอยู่มาก ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบ ตัวอย่างเช่น พนักงานการไฟฟ้าไปที่บ้านพร้อมเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเพื่อบันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ในการสอบแข่งขันที่มีผู้สอบจำนวนมาก ก็มีการใช้ดินสอระบายตามช่องที่เลือกตอบ เพื่อให้เครื่องอ่านเก็บรวบรวมข้อมูลได้ เมื่อไปซื้อสินค้าที่ห้างสรรพสินค้าก็มีการใช้รหัสแท่ง (Bar Code) พนักงานจะนำสินค้าผ่านการตรวจของเครื่องเพื่ออ่านข้อมูลการซื้อสินค้าที่บรรจุในรหัสแท่ง เมื่อไปที่ห้องสมุดก็พบว่าหนังสือมีรหัสแท่งเช่นเดียวกันการใช้รหัสแท่งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการเก็บรวบรวม

การประมวลผล ข้อมูลที่เก็บมาได้มักจะเก็บในสื่อต่าง ๆ เช่น แผ่นบันทึก แผ่นซีดี หรือเทป เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาประมวลผลตามต้องการ เช่น แยกแยะข้อมูลเป็นกลุ่ม เรียงลำดับข้อมูล คำนวณ หรือจัดการคัดแยกข้อมูลที่จัดเก็บนั้น

การแสดงผลลัพธ์ อุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีในการแสดงผลลัพธ์มีมาก สามารถแสดงเป็นตัวหนังสือ เป็นรูปภาพ ตลอดจนพิมพ์ออกมาที่กระดาษ การแสดงผลลัพธ์มีทั้งที่แสดงเป็นภาพ เป็นเสียง เป็นวีดีทัศน์ เป็นต้น

การทำสำเนา เมื่อมีข้อมูลที่จัดเก็บในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ การทำสำเนาจะทำได้ง่ายและทำได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นอุปกรณ์ช่วยในการทำสำเนา จัดได้ว่าเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เรามีเครื่องพิมพ์ เครื่องถ่ายเอกสาร อุปกรณ์การเก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น จานบันทึก ซีดีรอม ซึ่งสามารถทำสำเนาได้เป็นจำนวนมาก

การสื่อสารโทรคมนาคม เป็นวิธีการที่จะส่งจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือกระจายออกไปยังปลายทางครั้งละมาก ๆ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ระบบสื่อสารโทรคมนาคมหลายประเภท ตั้งแต่โทรเลข โทรศัพท์ เส้นใยนำแสง เคเบิลใต้น้ำ คลื่นวิทยุไมโครเวฟ ดาวเทียม เป็นต้น

ลักษณะสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศ

โดยพื้นฐานของเทคโนโลยีย่อมมีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าได้ ลักษณะเด่นที่สำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศมีดังนี้

เทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในการประกอบการทางด้านเศรษฐกิจ การค้า และการอุตสาหกรรม จำเป็นต้องหาวิธีในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน คอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารเข้ามาช่วยทำให้เกิดระบบอัตโนมัติ เราสามารถฝากถอนเงินสดผ่านเครื่องเอทีเอ็มได้ตลอดเวลา ธนาคารสามารถให้บริการได้ดีขึ้น ทำให้การบริการโดยรวมมีประสิทธิภาพ ในระบบการจัดการทุกแห่งต้องใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลเพื่อการดำเนินการและการตัดสินใจ ระบบธุรกิจจึงใช้เครื่องมือเหล่านี้ช่วยในการทำงาน เช่น ใช้ในระบบจัดเก็บเงินสด จองตั๋วเครื่องบิน เป็นต้น

เทคโนโลยีสารสนเทศเปลี่ยนรูปแบบการบริการเป็นแบบกระจาย เมื่อมีการพัฒนาระบบข้อมูล และการใช้ข้อมูลได้ดี การบริการต่าง ๆ จึงเน้นรูปแบบการบริการแบบกระจาย ผู้ใช้สามารถสั่งซื้อสินค้าจากที่บ้าน สามารถสอบถามข้อมูลผ่านทางโทรศัพท์ นิสิตนักศึกษาสามารถใช้คอมพิวเตอร์สอบถามผลสอบจากที่บ้านได้

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการในหน่วยงานต่าง ๆ ปัจจุบันทุกหน่วยงานต่างพัฒนาระบบรวบรวมจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในองค์กร เช่น ระบบทะเบียนราษฎร์ ระบบเวชระเบียนในโรงพยาบาล ระบบการจัดเก็บข้อมูลภาษี ในองค์การทุกระดับเห็นความสำคัญที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้

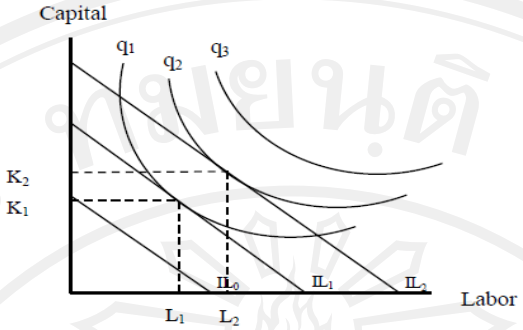
เทคโนโลยีสารสนเทศเกี่ยวข้องกับคนทุกระดับ พัฒนาการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของคนเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ดังจะเห็นได้จากการพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ตารางคำนวณ และใช้อุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคมแบบต่าง ๆ เป็นต้น

2.1.2 ทฤษฎีความมีประสิทธิภาพและผลิตภาพ

Deak (2004) ได้อธิบายทฤษฎีความมีประสิทธิภาพและผลิตภาพไว้ว่า ในทางเศรษฐศาสตร์จุลภาค ความมีประสิทธิภาพนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งภายในหน่วยธุรกิจและตลาด ซึ่งการเกิดความมีประสิทธิภาพในหน่วยธุรกิจเริ่มจากข้อสมมติที่ว่า เจ้าของธุรกิจมีความต้องการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุด ซึ่งการที่จะได้รับผลประโยชน์สูงสุดนั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1) หน่วยธุรกิจต้องมีผลผลิตสูงสุด (Output Maximization) โดยการที่ได้รับปริมาณการผลิตที่สูงที่สุดตามเป้าหมายซึ่งกำหนดให้ราคาปัจจัยการผลิตคงที่ 2) หน่วยธุรกิจต้องมีต้นทุนที่ต่ำที่สุด (Cost Minimization) โดยตั้งเป้าหมายคือกำหนดให้ระดับผลผลิตคงที่ แต่ต้นทุนทั้งหมดที่รวมกับระดับค่าจ้างแรงงานและราคาปัจจัยการผลิตคงที่ต้องให้มีค่าต่ำที่สุดซึ่งจะทำให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายการผลิตแล้วส่งผลให้เกิดความมีประสิทธิภาพได้

สามารถอธิบายความมีประสิทธิภาพของหน่วยธุรกิจผ่านทางเส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant) และเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost) ได้ จากรูปที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ที่มา: Deak (2004)

รูปที่ 2.1 ผลผลิตสูงที่สุดและต้นทุนต่ำที่สุด

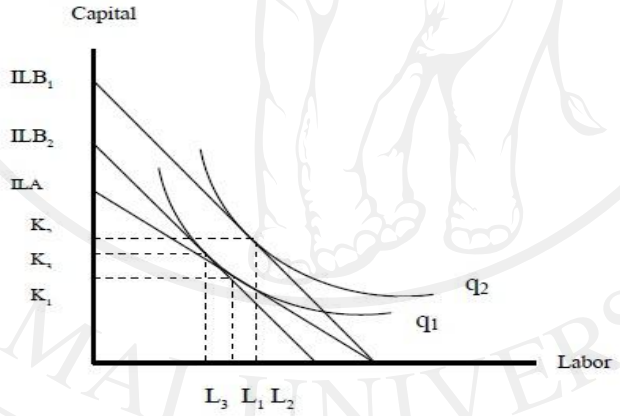
โดยที่เส้นผลผลิตเท่ากันนั้น จะเป็นเส้นที่โค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิดและมีระดับผลผลิตคงที่ ซึ่งผลิตโดยรวมเอาปัจจัยการผลิตหลายอย่างไว้ด้วยกัน แต่ในกรณีนี้จะใช้ทุนและแรงงานเป็นปัจจัยการผลิตเท่านั้น ซึ่งตำแหน่งของเส้นผลผลิตเท่ากันแต่ละเส้นจะบอกให้รู้ถึงจำนวนของผลผลิต โดยที่ถ้าเส้นผลผลิตเท่ากันขยับเคลื่อนไปทางขวาเพิ่มขึ้นทั้งเส้นจะแสดงถึงระดับของการผลิตที่เพิ่มขึ้น สำหรับเส้นผลผลิตเท่ากันที่เป็นเส้นโค้งเว้าเข้าหาจุดกำเนิดเนื่องจากมีข้อสมมติที่ว่าปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงานสามารถทดแทนกันได้ในกระบวนการผลิต เพราะฉะนั้นถ้ามีการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายบนเส้นผลผลิตเท่ากัน หมายความว่ากำลังใช้ปัจจัยทุนแทนปัจจัยแรงงาน โดยใช้ปัจจัยทุนที่เพิ่มขึ้นแทนปัจจัยแรงงานที่ลดลง โดยกำหนดให้ระดับของผลผลิตคงที่ ในทางตรงกันข้ามการเคลื่อนที่ลงไปทางขวาบนเส้นผลผลิตเท่ากันหมายความว่ากำลังใช้ปัจจัยแรงงานแทนปัจจัยทุน โดยใช้ปัจจัยแรงงานที่เพิ่มขึ้นแทนปัจจัยทุนที่ลดลง

สำหรับเส้นต้นทุนเท่ากันนั้นจะเป็นเส้นที่เป็นผลรวมของปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงานที่สามารถใช้จ่ายได้ โดยกำหนดให้ราคาปัจจัยการผลิตคงที่ เพราะฉะนั้นเงินทั้งหมดที่มีจะใช้เพื่อซื้อปัจจัยการผลิตทั้งหมด คือ ทุนและแรงงาน ซึ่งเท่ากับ ต้นทุนทั้งหมด (Total Cost: TC) โดยที่เส้นต้นทุนเท่ากันนั้นจะเป็นเส้นตรงหรือมีความชันคงที่ เนื่องจากมีข้อสมมติที่ว่าปัจจัยทั้งหมดสามารถหาซื้อได้ในตลาดแข่งขันสมบูรณ์ เพราะฉะนั้นจะให้ราคาตลาดของปัจจัยทุนคือ อัตราดอกเบี้ย (Interest; i) และราคาตลาดของปัจจัยแรงงานคือ อัตราค่าจ้าง (Wage; w) แล้วแต่ว่าจะซื้อปัจจัยแต่ละชนิดในสัดส่วนเท่าใด ตำแหน่งของเส้นต้นทุนเท่ากันบอกให้รู้ถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการซื้อปัจจัยทั้งคู่ และถ้าขยับ เส้นเคลื่อนต่ำลงทั้งเส้นจะแสดงถึงการมีต้นทุนที่ต่ำลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับเป้าหมายแรกที่หน่วยธุรกิจต้องการจะให้มีผลผลิตสูงสุดนั้น (Output Maximization) สามารถแสดงได้โดย จากรูปที่ 2.1 ถ้ากำหนดให้จำนวนเงินทั้งหมดที่ซื้อปัจจัยการผลิตคือ เส้น IL_2 แต่ถ้าให้ธุรกิจสามารถซื้อปัจจัยการผลิตและผลิตผลผลิตได้ที่ระดับ q_1 เท่านั้น จะทำให้ระดับการผลิตที่ q_1 จะเกิดความไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเส้น IL_2 ต้องได้ผลผลิตที่ระดับ q_2 เนื่องจากเส้น IL_2 สัมผัสกับเส้นผลผลิตเท่ากันโดยใช้ปัจจัยการผลิตทุนและแรงงานเท่ากับ K_2 และ L_2 จะทำให้ได้ระดับผลผลิตที่สูงสุดภายใต้ต้นทุนการผลิตที่ IL_2 จึงจะเกิดความมีประสิทธิภาพและที่ระดับ q_3 จะไม่สามารถใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ผลิตได้เพียงพอ

สำหรับเป้าหมายที่สองที่ต้องการให้ใช้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด (Cost Minimization) จากรูปที่ 2.1 ถ้ากำหนดเป้าหมายระดับการผลิตเป็นเส้น q_1 ซึ่งให้แสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดโดยใช้ปัจจัยการผลิตทุนและแรงงานในการผลิต q_1 ถ้าใช้ต้นทุนระดับ IL_2 ผลิตที่ระดับการผลิต q_1 ทำให้เป็นการใช้ต้นทุนการผลิตที่มากเกินไป เพราะฉะนั้นต้นทุนที่ใช้ในการผลิต q_1 คือ เส้น IL_1 จึงถือว่าเป็นต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยจะใช้ปัจจัยการผลิตที่ K_1 และ L_1 ส่วนเส้นต้นทุน IL_0 จะเป็นเส้นต้นทุนที่ไม่สามารถผลิตระดับผลผลิต q_1 ได้ เนื่องจากต้นทุนการผลิตไม่เพียงพอ



ที่มา: Deak (2004)

รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงในราคาที่ต่ำลงของปัจจัยทุน

เมื่อมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพิ่มเข้ามา ส่งผลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ เพราะเสมือนกับว่ามีปัจจัยทุนเพิ่มมากขึ้นจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้เส้นต้นทุนเท่ากันทางด้านปัจจัยทุนเพิ่มขึ้น จาก ILA เป็น ILB_1 จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการซื้อปัจจัยการผลิตคือ เส้น ILB_1 ทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้นที่สามารถผลิตได้เสมือนราคาปัจจัยทุนถูกลง ในขณะที่ราคาของปัจจัยแรงงานคงที่ เลยมีการใช้ปัจจัยทุนมากขึ้น ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ณ ระดับ q_2 เพราะฉะนั้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และการสื่อสารจะได้รับประโยชน์ผ่านทางผู้บริโภคคือ ทำให้มีราคาที่ต่ำลงเนื่องจากผลผลิตที่มากขึ้น แต่ถ้าให้ระดับผลผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ระดับ q_1 ซึ่งเท่ากับก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี คือ ให้เส้นต้นทุนการผลิตลดลง โดยการขยับเส้นต้นทุนเท่ากันลงมาเป็น ILB_2 ซึ่งเป็นเส้นที่ขนานกับเส้นเดิม (ILB_1) จะทำให้เกิดการใช้ปัจจัยการผลิตที่ระดับ K_3 และ L_3 ผลสุดท้ายจะมีการใช้ปัจจัยทุนเพิ่มขึ้นแต่ใช้ปัจจัยแรงงานลดลง

ผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity: TFP) หมายถึงการเพิ่มขึ้นของผลผลิตโดยมิได้มีที่มาจากการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต คือ ปัจจัยแรงงาน ที่ดิน และปัจจัยทุน ซึ่งนักเศรษฐศาสตร์ จะเรียกส่วนที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวว่าเป็น Residual Growth หรือเป็นผลมาจากความก้าว หน้าทางเทคโนโลยี (Technical Progress) และอื่นๆ ซึ่งมีองค์ประกอบหลายปัจจัย ได้แก่ การบริหารจัดการ ประสบการณ์ คุณภาพของแรงงานซึ่งขึ้นอยู่กับระดับการศึกษา อายุ เพศ และที่สำคัญคือ ปัจจัยเทคโนโลยีของทุน รวมถึงการวิจัยและพัฒนา (R&D) การมีประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการผลิต เป็นต้น

การมีผลิตภาพการผลิตในเศรษฐกิจมหภาคขึ้นอยู่กับว่าเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงนั้นมีความสำคัญและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเพียงใด โดยที่ผลิตภาพการผลิตในเศรษฐกิจมหภาคนั้นจะมีผลเท่ากับการเปลี่ยนแปลงในระดับของเศรษฐกิจจุลภาค ซึ่งการวัดผลิตภาพการผลิตสามารถวัดได้โดยผลผลิตโดยรวมต่อแรงงาน ซึ่งก็คือระดับความมีประสิทธิภาพพื้นฐานที่มีอยู่ในหน่วยการผลิตและบริการของแต่ละธุรกิจมีค่าเท่ากับดัชนีของความมีประสิทธิภาพในระบบเศรษฐกิจโดยรวม แต่การเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีส่วนใหญ่นั้นอาจจะมีขนาดที่จำกัดหรือมีขอบเขตที่แคบในการที่จะค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภาพการผลิตโดยรวม แต่ต่อมาถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีนั้นแล้วก็จะมีความจำเป็นอย่างมากในกระบวนการผลิตที่จะส่งผลต่อระดับของผลิตภาพการผลิตโดยรวมตลอดเวลา ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีผลอย่างมากต่อผลิตภาพการผลิต ได้แก่ การค้นพบเครื่องจักรกลไอน้ำ การค้นพบกระแสไฟฟ้า การสร้างพลังงานทดแทน และการค้นพบเทคโนโลยีการสื่อสาร เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3 ทฤษฎีปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ Solow (Solow Growth Model)

ตัวแบบของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ตามแนวคิดของสำนักนีโอคลาสสิกซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนา และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในปัจจุบันมากที่สุดตัวแบบหนึ่ง ก็คือ Solow Growth Model มีแบบการผลิตอย่างง่ายของ Solow สามารถเขียนออกมาในรูปสมการดังนี้

$$Y = Af(K,L) \tag{2.1}$$

โดยที่ Y = ปริมาณสินค้าหรือบริการที่สังคมหนึ่งๆสามารถผลิตได้ในช่วงเวลาหนึ่ง (ซึ่งก็คือตัวชี้วัดอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ)

A = ปัจจัยด้านความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technological Progress)

K = ปัจจัยทุนที่ใช้ในการผลิต (Amount of Capital)

L = ปริมาณแรงงาน (Labor)

ตามแนวคิดของ Solow นั้น A เป็นปัจจัยที่มาจากภายนอก (Exogenous Factor) และในระยะสั้นสามารถให้คงที่ได้ เพราะค่อนข้างเปลี่ยนแปลงช้า ส่วน L หรือปริมาณแรงงานก็เช่นเดียวกันกำหนดให้เป็นสัดส่วนที่ขึ้นอยู่กับปริมาณการลงทุน (K) กล่าวคือ K ไม่เพิ่มความต้องการแรงงานเพื่อทำการผลิตก็จะไม่เพิ่มขึ้น แต่ถ้า K เพิ่มขึ้น ความต้องการแรงงานเพื่อผลิตสินค้า และบริการควบคุมเครื่องมือ เครื่องจักร ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น L จึงเป็นสัดส่วนของ K

รูปแบบการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ Solow สามารถอธิบายให้เห็นถึงกฎการลดน้อยถอยลงของผลผลิตส่วนเพิ่ม (Diminishing Return) ของปัจจัยทุน กล่าวคือ เมื่อประเทศใดประเทศหนึ่งพยายามเพิ่มการลงทุน เช่น สร้างโรงงานเพิ่ม ซื้อเครื่องมือเครื่องจักรเพิ่ม ตลอดจนสร้างโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ ก็จะส่งผลให้สามารถผลิตสินค้าได้เพิ่มขึ้น ทำให้เศรษฐกิจมีการเจริญเติบโตมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มการลงทุนมากขึ้นไปเรื่อยๆ จะถึงจุดจำกัดในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากทุกประเทศมีปัจจัยการผลิตอื่นๆ จำกัด เช่น มีที่ดินจำกัด มีแรงงานที่มีทักษะที่เหมาะสม มีทรัพยากร และวัตถุดิบที่จำกัด ดังนั้นการเพิ่มปัจจัยทุนเข้าไปเรื่อยๆ สุดท้ายก็จะถึงขีดจำกัดทำให้ผลผลิตส่วนเพิ่ม (Marginal Product) ที่ได้รับเริ่มลดน้อยถอยลง ดังจะเห็นได้จากเส้น Y ซึ่งเป็นเส้นการผลิต หรือเส้นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่เป็นเส้นโค้งทอดลงมาเมื่อมีการเพิ่มปัจจัย K เมื่อมีการเพิ่มปัจจัยทุนเรื่อยๆ การผลิตก็จะถึงขีดจำกัด และมีการขยายตัวที่ลดลง ทำให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจชะลอตัวลงด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามตัวแบบของ Solow เชื่อว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (A) จะมีผลกระทบต่อตัวแบบการผลิตด้วย กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจะส่งผลให้เส้นการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งก็หมายความว่าปริมาณปัจจัยทุนเท่าเดิม จะทำให้ประเทศสามารถผลิตสินค้า และบริการได้มากขึ้นและมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากยิ่งขึ้นด้วย แต่ออย่างไรก็ตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (A) ของ Solow ไม่สามารถวัดกันได้ง่ายๆนัก ในแบบจำลองจึงให้เป็นตัวแปรที่ถูกกำหนดมาจากภายนอก (Exogenous Variable)

Van Den Berg (2001) ได้อธิบายถึงแนวคิดทฤษฎีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนัก เศรษฐศาสตร์สำนักนีโอคลาสสิคที่ได้ทำการศึกษาถึงความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโดยอาศัย ฟังก์ชันการผลิตซึ่งอยู่ในรูปทั่วไป ดังนี้

$$Y = f(K, L) \tag{2.2}$$

กำหนดให้ Y = จำนวนผลผลิต

K = ปัจจัยทุน

L = ปัจจัยแรงงาน

f = ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต

แต่รูปทั่วไปของฟังก์ชันการผลิตดังกล่าวนั้นมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในการศึกษา กล่าวคือ ฟังก์ชันดังกล่าวสามารถนำมาใช้ได้ดีในการศึกษาเชิงคุณภาพ แต่สำหรับการศึกษาในเชิงปริมาณ รูปทั่วไปของฟังก์ชันการผลิตดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาคำตอบในการศึกษาได้ เช่น สามารถอธิบายถึงการเพิ่มขึ้นของอัตราการออมว่าจะส่งผลต่อปัจจัยทุนและทำให้ระดับของผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าการเพิ่มขึ้นของระดับผลผลิตนั้น มีการเพิ่มขึ้นในปริมาณเท่าใด ดังนั้นเพื่อให้สามารถหาผลการศึกษาในเชิงปริมาณได้ จึงจำเป็นต้องทำให้ฟังก์ชันการผลิตมาอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Cobb-Douglas Production Function ดังนี้

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \tag{2.3}$$

กำหนดให้ Y = จำนวนผลผลิต

K = ปัจจัยทุน

L = ปัจจัยแรงงาน

A = เทคโนโลยีและปัจจัยอื่น ๆ ที่เหลือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำสมการ (2.3) มา Take Natural Logarithm เพื่อให้อยู่ในรูปสมการเชิงเส้น จะได้

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L \tag{2.4}$$

หาอนุพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Differential) เทียบกับเวลา จะได้

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \frac{d \ln A}{dt} + \alpha \frac{d \ln K}{dt} + \beta \frac{d \ln L}{dt} \tag{2.5}$$

โดยที่

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} \tag{2.6}$$

ทำให้อยู่ในรูปการเปลี่ยนแปลงจะได้

$$\frac{dY}{dt} = \dot{Y} = \Delta Y \tag{2.7}$$

ดังนั้น

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\Delta Y}{Y} \tag{2.8}$$

ทำนองเดียวกับ $\frac{d \ln Y}{dt}$ จะได้

$$\frac{d \ln A}{dt} = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\Delta A}{A} \tag{2.9}$$

$$\frac{d \ln K}{dt} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\Delta K}{K} \tag{2.10}$$

$$\frac{d \ln L}{dt} = \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\Delta L}{L} \tag{2.11}$$

นำสมการ (2.8), (2.9), (2.10) และ (2.11) แทนค่าในสมการ (2.5) จะได้

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta K}{K} + \beta \frac{\Delta L}{L} \tag{2.12}$$

จากสมการ (2.12) ซึ่งแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลง สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$g_Y = g_A + \alpha g_K + \beta g_L \quad (2.13)$$

โดยที่ g_Y = อัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต

g_A = อัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและปัจจัยอื่น ๆ

g_K = อัตราการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุน

g_L = อัตราการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแรงงาน

สมการ (2.13) แสดงให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง 2 ส่วน กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงในปัจจัยการผลิตซึ่งหมายถึงทุนกับแรงงาน และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและปัจจัยอื่น ๆ ที่เหลือ โดยเราสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด ได้ดังนี้

$$g_Y = c + \beta_1 g_K + \beta_2 g_L + \varepsilon_{it} \quad (2.14)$$

นักเศรษฐศาสตร์เป็นจำนวนมากได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโต ทางเศรษฐกิจและทำการวัดผลของปัจจัยเหล่านั้นที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยใช้ สมการ (2.14) เป็นพื้นฐานในการศึกษา ซึ่งเป็นปัจจัยต่าง ๆ ที่น่าจะสามารถอธิบายถึงการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้

2.1.4 แนวคิดการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ กรณีข้อมูลแบบพาแนล

1) ข้อมูลพาแนล (Panel Data)

ข้อมูลพาแนลเป็นชุดข้อมูลที่เกิดจากการสังเกตซ้ำๆหลายๆครั้งจากข้อมูลชุดเดิมตามระยะเวลาที่เลือกทำการศึกษา ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลที่ประกอบไปด้วย ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data) กับข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) การประมาณการโดยแยกปัจจัยที่กระทบแต่ละประเทศข้ามช่วงเวลา เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Panel Data Estimation ซึ่งข้อดีของการประมาณการโดยใช้ Panel Data Estimation (Gujarati, 2003 ; Verbeek, 2004) มีดังต่อไปนี้

1. สามารถอธิบายข้อมูลเฉพาะหน่วยที่มีความสัมพันธ์กันแบบข้ามเวลาได้และแก้ปัญหาที่เกิดจากการขาดข้อมูลในบางช่วงเนื่องจากอาจมีข้อจำกัดทางด้านข้อมูล อันเนื่องมาจากปัญหาการจัดเก็บข้อมูลหรือแหล่งที่มาของข้อมูล
2. ให้ผลการประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีทั้งข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลา ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องความละเอียดความหลากหลายของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูล ความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรมีน้อย รวมทั้งมีค่าระดับความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) สูงกว่า

3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัตของข้อมูลที่เกิดจากการสังเกตซ้ำๆได้ดี
4. วัดได้ง่ายและให้ค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลภาคตัดขวางและอนุกรมเวลา เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง
5. สามารถใช้วิเคราะห์แบบจำลองที่มีความยุ่งยากซับซ้อนได้ดีกว่า
6. สามารถใช้ได้กับค่าสังเกตที่มีจำนวนมากๆได้

นอกจากนี้ยังมีเหตุผลสำคัญที่ทำให้ข้อมูล Panel ได้เปรียบข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลาเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็คือ ข้อมูล Panel ไม่มีข้อมูลจำกัดด้านสมมติฐาน และสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแต่ละหน่วยและข้ามช่วงเวลาได้

จากแบบจำลองข้อมูล Panel เชิงเส้นโดยทั่วไป

$$Y_{it} = X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \tag{2.15}$$

เมื่อเพิ่ม Intercept Term จะเขียนได้เป็น

$$Y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \tag{2.16}$$

โดยที่ i คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง ซึ่ง $i = 1,.....,N$

t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่ง $t = 1,.....,T$

Y_{it} คือ เวกเตอร์ 1×1 ของตัวแปรตาม

α คือ จำนวนจริง (Scalar)

β_{it} คือ เวกเตอร์ $k\times1$ ของค่าสัมประสิทธิ์

X_{it} คือ เวกเตอร์ $k\times1$ ของตัวแปรอธิบาย

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

2) การทดสอบพาแนลยูนิทรูท (Panel Unit Root Tests)

การทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยวิธีการทดสอบพาแนลยูนิทรูท (Verbeek, 2004) มีวิธีการทดสอบดังนี้

พิจารณาจาก Autoregressive Model

$$y_{it} = \alpha_i + \gamma_i y_{it-1} + \varepsilon_{it} \tag{2.17}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถเขียนได้เป็น

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \pi_i y_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2.18)$$

โดยที่ $\pi_i = \gamma_i - 1$

i = 1,2,….,N (ข้อมูลภาคตัดขวาง) ในช่วงเวลา t = 1,2,….,T

y_{it} คือ ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables)

π_{it} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ Autoregressive

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

สมมติฐาน คือ $H_0: \quad \pi_i = 0$

$H_1: \quad \pi_i < 0$

ซึ่งในการทดสอบ Panel Unit Root นั้นมีวิธีการทดสอบทั้งหมด 5 วิธี ดังนี้

2.1) วิธีการทดสอบของ Leivn, Lin,and Chu (LLC) (2002)

2.1.1) แบบจำลอง

ให้ y_{it} เป็นข้อมูล Panel โดย i = 1,….,N เป็นข้อมูลภาคตัดขวางสำหรับแต่ละหน่วย และ t = 1,….,T เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา โดยมีข้อสมมติว่า แต่ละหน่วยข้อมูลมีลักษณะเหมือนกันทุกประการในระดับ First-Order แต่ค่าพารามิเตอร์ที่เกิดจากค่าความคลาดเคลื่อนอนุญาตให้แปรผันตามแต่ละหน่วยข้อมูล

สมมติให้ y_{it} มาจากโมเดลต่อไปนี้

แบบจำลองที่ 1: ไม่มีค่าคงที่และไม่มีค่าแนวโน้ม

$$\Delta y_{it} = \delta y_{it-1} + \xi_{it} \quad (2.19)$$

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root คือ

$H_0: \quad \delta = 0$ ข้อมูล Panel มี Unit Root

$H_1: \quad \delta < 0$ ข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

แบบจำลองที่ 2: ค่าคงที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละหน่วย

$$\Delta y_{it} = \alpha_{0i} + \delta y_{it-1} + \xi_{it} \quad (2.20)$$

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root คือ

$H_0: \quad \delta = 0$ และ $\alpha_{0i} = 0$ สำหรับทุก i ข้อมูล Panel มี Unit Root

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

H_1: $\delta < 0$ และ $\alpha_{0i} \in R$ ข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

แบบจำลองที่ 3: ค่าคงที่และค่าแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละหน่วย

$$\Delta y_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i} t + \delta y_{it-1} + \xi_{it} \quad (2.21)$$

โดยที่ $-2 < \delta \leq 0$ for $i = 1,\ldots,N$

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root คือ

H_0: $\delta = 0$ และ $\alpha_{1i} = 0$ สำหรับทุก i ข้อมูล Panel มี Unit Root

H_1: $\delta < 0$ และ $\alpha_{1i} \in R$ ข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

ξ_{it} มีการกระจายอย่างเป็นอิสระตามแต่ละหน่วย

$$\xi_{it} = \sum_{j=1}^{\infty} \theta_{it} \xi_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (2.22)$$

$i = 1,\ldots,N$ และ $t = 1,\ldots,T$

2.1.2) ขั้นตอนการทดสอบ

$$\Delta y_{it} = \delta y_{it-1} + \sum_{L=1}^{Pi} \theta_{iL} \Delta y_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \qquad m = 1,2,3 \quad (2.23)$$

โดยที่ Δy_{it} คือ Difference Term ของ y_{it}

y_{it} คือ ข้อมูล Panel

δ คือ $\rho - 1$

p_i คือ จำนวน Lag Order สำหรับ Difference Terms

d_{mt} คือ จำนวนตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable)

ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

กระบวนการทดสอบมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการถดถอยสมการ ADF ของแต่ละหน่วย ทำให้ได้ส่วนตกค้างคงเหลือสองตัวจากสมการ (2.23)

The Lag Order p_i กำหนดให้แปรผันไปตามแต่ละหน่วย จากนั้นให้เลือก Lag ที่เหมาะสมที่สุด $p_{\max}$ และใช้ค่า t-statistics ของ $\hat{\theta}_{iL}$ อธิบาย แล้วทำการถดถอยสมการจะได้ส่วนตกค้างคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\hat{e}_{it} = \Delta y_{it} - \sum_{L=1}^{Pi} \hat{\pi}_{iL} \Delta y_{it-L} - \tilde{\alpha}_{mi} d_{mt} \tag{2.24}$$

และ $$\hat{v}_{it} = y_{it-1} - \sum_{L=1}^{Pi} \hat{\pi}_{iL} \Delta y_{it-L} - \tilde{\alpha}_{mi} d_{mt} \tag{2.25}$$

เพื่อควบคุมข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน จึงทำการปรับ $\hat{e}_{it}$ และ $\hat{v}_{it}$ โดยทำการถดถอยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากสมการ $Y_{it} = \alpha_i + X'_{it}\beta_{it} + \varepsilon_{it}$

$$\tilde{e}_{it} = \frac{\hat{e}_{it}}{\hat{\sigma}_{\varepsilon i}}, \hat{v}_{it-1} = \frac{\hat{v}_{it-1}}{\hat{\sigma}_{\varepsilon i}} \tag{2.26}$$

โดยที่ $\hat{\sigma}_{\varepsilon i}$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการถดถอยสมการสมการ (2.23) ซึ่งสามารถหาค่าได้จาก

$$\hat{e}_{\varepsilon i}{}^2 = \frac{1}{\mathrm{T} - p_i - 1} \sum_{t=p_i+2}^{T} \left(\hat{e}_{it} - \hat{\delta}_i \hat{v}_{it-1}\right)^2 \tag{2.27}$$

ขั้นตอนที่ 2 ทำการคำนวณหาอัตราส่วนของค่าความแปรปรวนระยะสั้นกับค่าความแปรปรวนระยะยาวสำหรับแต่ละหน่วยภายใต้สมมติฐานหลักของ Unit Root ค่าความแปรปรวนระยะยาว จากแบบจำลองที่ 1 หาได้จาก

$$\hat{e}_{yi}{}^2 = \frac{1}{\mathrm{T}-1} \sum_{t=2}^{T} \Delta y_{it}^2 + 2 \sum_{L=1}^{\bar{k}} W_{\bar{K}L} \left[\frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^{T} \Delta y_{it} \Delta y_{it-L} \right] \tag{2.28}$$

จากแบบจำลองที่ 2 แทนที่ Δy_{it} ในสมการ (2.23) ด้วย $\Delta y_{it} - \Delta \bar{y}_i$ โดย $\Delta \bar{y}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยของ Δy_{it} สำหรับแต่ละหน่วย (i)

สำหรับแต่ละหน่วย อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระยะยาวต่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระยะสั้น คือ

$$s_i = \sigma_{yi} / \sigma_{\varepsilon i} \tag{2.29}$$

และ $\hat{s}_i = \hat{\sigma}_{yi} / \hat{\sigma}_{\varepsilon i}$ ทำให้อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น $s_N = (1/N)\sum_i^N s_i$ และ $\hat{s}_N = (1/N)\sum_i^N \hat{s}_i$ ซึ่งค่านี้มีความสำคัญในการอธิบายความหมายของค่า t-statistics ในขั้นตอนที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่า t-statistics โดยวิธี Pooled

จากสมการ Pooled: $\tilde{e}_{it} = \delta \tilde{v}_{it-1} + \tilde{\varepsilon}_{it}$ (2.30)

โดยมีปัจจัยพื้นฐานคือ มีจำนวนค่าสังเกตเท่ากับ $N\tilde{T}$ โดย $\tilde{T} = T - \bar{p} - 1$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตต่อหน่วยในข้อมูล Panel และ $\bar{p} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} p_i$ คือ ค่าเฉลี่ยของ Lag สำหรับแต่ละหน่วยจาก ADF Regression

ขั้นตอนการหาค่า t-statistics เพื่อทดสอบว่า $\delta = 0$

$$t_{\delta} = \frac{\hat{\delta}}{STD(\hat{\delta})} \tag{2.31}$$

โดยที่ $$\hat{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T} \tilde{v}_{it-1}^{2}\ \tilde{e}_{it}}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T} \tilde{v}_{it-1}^{2}} \tag{2.32}$$

$$STD(\hat{\delta}) = \hat{\sigma}_{\varepsilon i}\left[\sum_{t=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T} \tilde{v}_{it-1}^{2}\right]^{-1/2} \tag{2.33}$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{\varepsilon}}^{\ 2} = \left[\frac{1}{N\tilde{T}}\sum_{t=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T}\left(\tilde{e}_{it} - \hat{\delta}\tilde{v}_{it-1}\right)^{2}\right] \tag{2.34}$$

ภายใต้สมมติฐาน $H_0: \ \delta = 0$ ทำการถดถอยเพื่อหาค่า t-statistics (t_{δ}) ทำให้เกิดการกระจายแบบปกติใน แบบจำลองที่ 1 แต่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนเข้าสู่ $-\infty$ ในแบบจำลองที่ 2 และแบบจำลองที่ 3 อย่างไรก็ตามเพื่อความง่ายยิ่งขึ้นจึงมีการปรับค่า t-statistics เป็น

$$t_{\alpha}^{*} = \frac{t_{\alpha} - N\tilde{T}\hat{S}_N\,\hat{\sigma}^{-2}STD(\hat{\delta})\mu_{m\bar{T}}^{*}}{\sigma_{m\bar{T}}^{*}} \rightarrow N(0,1) \tag{2.35}$$

ค่าสถิติ t-statistics ของ $\hat{\alpha}$ ที่มีการแจกแจงแบบปกติ หาได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$t_{\alpha}^{*} = \frac{t_{\alpha} - N\tilde{T}S_{N}\,\hat{\sigma}^{-2}se(\hat{\alpha})\mu_{m\bar{T}^{*}}}{\sigma_{m\bar{T}^{*}}} \rightarrow N(0,1) \qquad (2.36)$$

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

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

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

S_{N} คือ อัตราส่วนค่าเฉลี่ย Standard Deviation (Average Standard Deviation Ratio)

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

ถ้าค่าเฉลี่ย t-statistics ของ t_{α}^{*} มีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root แต่ถ้า t_{α}^{*} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel มี Unit Root

2.2) วิธีทดสอบของ Breitung (2000) มีวิธีการทดสอบ Panel Unit Root เช่นเดียวกับ LLC Test แต่การหาค่าตัวแทนแตกต่างกัน คือ

จาก
$$\Delta\tilde{y}_{it} = \left(\Delta y_{it} - \sum_{j=1}^{p_i}\hat{\beta}_{it}\Delta y_{it-j}\right)/s_{i} \qquad (2.37)$$

$$\tilde{y}_{it-1} = \left(y_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i}\hat{\beta}_{ij}\Delta y_{it-j}\right)/s_{i} \qquad (2.38)$$

สามารถเขียนได้เป็น

$$\Delta y_{it}^{*} = \sqrt{\frac{T-t}{T-t+1}}\left(\Delta\tilde{y}_{it} - \frac{\Delta\tilde{y}_{it+1} + \ldots + \Delta\tilde{y}_{it+T}}{T-t}\right) \qquad (2.39)$$

$$y_{it}^{*} = \Delta\tilde{y}_{it-1} - c_{it} \qquad (2.40)$$

ค่าพารามิเตอร์ α หาได้จากสมการตัวแทน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta y^{*}_{it} = \alpha y^{*}_{it-1} + v_{it} \tag{2.41}$$

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลักคือ

$$B_{nT} = \left[\left(\frac{\hat{\sigma}^2}{nT^2}\right)\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=2}^{T-1}\left(y^{*}_{it-1}\right)^2\right]^{-1/2}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{nT}}\right)\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=2}^{T-1}\left(y^{*}_{it}\right)\left(y^{*}_{it-1}\right)\right)\right] \tag{2.42}$$

$$\text{หรือ } B_{nT} = \left[B_{2nT}\right]^{-\frac{1}{2}} B_{1nT} \tag{2.43}$$

โดยที่ $\hat{\sigma}^2$ คือ ค่าประมาณของ $\hat{\sigma}^2$

B_{nT} คือ ค่าสถิติ t-statistics ของ Breitung

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root คือ

H_0: ข้อมูล Panel มี Unit Root

H_1: ข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

ถ้าค่าสถิติ t-statistics ของ B_{nT} มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root แต่ถ้า B_{nT} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel มี Unit Root

2.3) วิธีทดสอบ IPS (Im, Pesaran and Shin, 2003) ทดสอบโดยใช้ Augmented Dickey-Fuller (ADF) โดยแยกพิจารณาข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วย มีสมการดังนี้

$$\text{จาก} \quad \Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{Pi}\beta_{ij}\Delta y_{it-j} + X'_{it}\delta + \varepsilon_{it} \tag{2.44}$$

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root คือ

$$H_0: \ \alpha_i = 0 \qquad \text{สำหรับทุก } i$$

$$H_1: \begin{cases} \alpha_i = 0 & \text{สำหรับ } i = 1,2,...,N_1 \\ \alpha_i < 0 & \text{สำหรับ } i = N+1, N+2,....,N \end{cases}$$

ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติ t-statistics สำหรับ α_i คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\bar{t}_{NT} = \left(\sum_{i=1}^{N} t_{iT_i}(p_i) \right) / N \tag{2.45}$$

โดยที่ $\bar{t}_{NT}$ มีการแจกแจงแบบปกติและสามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$W_{\bar{t}NT} = \frac{\sqrt{N}\left(\bar{t}_{NT} - N^{-1} \sum_{i=1}^{N} E(\bar{t}_{iT}(p_i)) \right)}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^{N} Var(\bar{t}_{iT}(p_i))}} \rightarrow N(0,1) \tag{2.46}$$

โดยที่ $W_{\bar{t}NT}$ คือ W -statistics

ถ้า $W_{\bar{t}NT}$ มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root แต่ถ้า $W_{\bar{t}NT}$ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel มี Unit Root

2.4) วิธีทดสอบ Fisher Type Test โดยใช้ ADF และ PP-Test (Maddala and Wu (1999) and Choi (2001) ใช้ Fisher's (P_λ) Test ในการทดสอบโดยการรวมค่า p - value

โดยที่ $\pi_i (i = 1,2,..., N)$ คือ ค่า p - value ของการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลภาคตัดขวาง i จากข้อมูลภาคตัดขวางทั้งหมด N เป็นตัวแปรอิสระที่มี $U(0,1)$

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi-Squared: χ^2) และมี Degree of Freedom เท่ากับ 2N ดังนี้

$$P_\lambda = -2 \sum_{i=1}^{N} \log_e \pi_i \tag{2.47}$$

ในกรณีของ Choi ให้ p_i ($i = 1,2,..., N$) คือ ค่า p - value ของการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลภาคตัดขวาง i จากข้อมูลภาคตัดขวางทั้งหมด

$$P_\lambda = -2 \sum_{i=1}^{N} \ln(p_i) \rightarrow \chi^2_{2N} \tag{2.48}$$

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^{N} \phi^{-1}(p_i) \tag{2.49}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ $\phi(.)$ มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน $N(0,1)$ และ

$$L = \sum_{i=1}^{N} \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) \tag{2.50}$$

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root ด้วย Fisher's (P_λ) Test และ Z – Statistics Test คือ

H_0 : ข้อมูล Panel มี Unit Root

H_1 : ข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

ถ้าทั้ง Fisher's (P_λ) Test และ Z – Statistics Test มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root แต่ถ้าทั้ง Fisher's (P_λ) Test และ Z – Statistics Test ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel มี Unit Root

2.5) วิธีทดสอบของ Hadri (1999) ทำการทดสอบจากส่วนที่คงเหลือ (Residual) จากสมการ Ordinary Least Square ของ y_{it} ที่คงที่ (Constant) และมีแนวโน้ม (Trend)

จาก $$y_{it} = \delta_i + \eta_i t + \varepsilon_{it} \tag{2.51}$$

โดยที่ y_{it} คือ Panel Data ซึ่ง ($i = 1,2,...,N$) คือ Cross-Section Unit หรือ คือ Cross-Section

δ_i คือ ค่าคงที่ (Constant Term)

η_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ t หรือแนวโน้ม (Trend)

ε_{it} คือ ส่วนคงเหลือ หรือส่วนที่ตกค้าง (Residual)

ให้ส่วนคงเหลือจากการถดถอย $\hat{\varepsilon}_{it}$ อยู่ในรูปของค่าสถิติ LM (LM Statistic)

$$LM_1 = \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{N}\left(\sum_t S_i(t)^2 / T^2\right) / f_0\right) \tag{2.52}$$

โดยที่ $S_i(t)$ คือ ค่าสะสมของ Sums of The Residuals

$$S_i(t) = \sum_{s=1}^{t} \hat{\varepsilon}_{it} \tag{2.53}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ $\bar{f}_0$ คือ ค่าเฉลี่ยของการประมาณค่าส่วนคงเหลือที่ความถี่เท่ากับศูนย์

$$\bar{f}_0 = \sum_{i=1}^{N} f_{i0} / N \tag{2.54}$$

สำหรับค่าสถิติ LM (LM Statistic) ในกรณีที่ i มีความแตกต่างกัน (Heteroskedasticity) เขียนสมการได้ดังนี้

$$LM_2 = \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{N}\left(\sum_{t} S_i(t)^2 / T^2 \right) / f_{i0} \right) \tag{2.55}$$

ดังนั้นจึงใช้ LM_1 ในกรณีเป็น Homoskedasticity และใช้ LM_2 ในกรณี ที่เป็น Heteroskedasticity ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลักคือ Z – Statistics ดังนี้

$$Z = \frac{\sqrt{N}(LM - \xi)}{\zeta} \rightarrow N(0,1) \tag{2.56}$$

โดยที่ N คือ จำนวนค่าสังเกตในข้อมูล Panel

$\xi = 1/6$ และ $\zeta = 1/45$ ถ้าแบบจำลองมีค่าคงที่เพียงอย่างเดียว (η_i มีค่าเป็นศูนย์ สำหรับทุกๆ i)

$\xi = 1/15$ และ $\zeta = 11/6300$ สำหรับกรณีอื่น

สมมติฐานการทดสอบ Panel Unit Root คือ

H_0 : ข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

H_1 : ข้อมูล Panel มี Unit Root

ถ้าค่าสถิติ Z – Statistics มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel มี Unit Root แต่ถ้า Z – Statistics ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก หรือข้อมูล Panel ไม่มี Unit Root

3) การทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน (Panel Cointegration Tests)

การทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน (Panel Cointegration Tests) หรือการทดสอบความสัมพันธ์ในแบบจำลอง ซึ่งการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน ทดสอบด้วยวิธี Pedroni Test และ วิธี Kao Test ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1) วิธี Pedroni Test

Pedroni (1999, 2001, 2004) เสนอวิธีการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชันที่มีพื้นฐานมาจากการทดสอบโคอินทิเกรชันของ Engle-Grange ซึ่งวิธีการทดสอบของ Pedroni จะให้ข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยมีค่าคงที่ (Intercept) และแนวโน้ม (Trend) แตกต่าง (Heterogeneous) พิจารณาจากสมการถดถอยดังนี้

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} X_{1i,t} + \beta_{2i} X_{2i,t} + ... + \beta_{Mi} X_{Mi,t} + e_{i,t} \quad (2.57)$$

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

$t = 1,2,...,T$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา

และ $m = 1,2,...,M$ คือ ตัวแปรถดถอย

สมมติให้ y_{it} และ $X_{Mi,t}$ มี Order of Integration = 1 หรือ $I(1)$ สำหรับแต่ละหน่วย i

ค่าสัมประสิทธิ์ $\beta_{1t}, \beta_{2i}, ..., \beta_{Mi}$ ของภาคตัดขวางแต่ละหน่วยจะแตกต่างกัน สำหรับค่าพารามิเตอร์ α_i คือ ผลกระทบของภาคตัดขวางแต่ละหน่วย (Individual Effects) ซึ่งแต่ละหน่วยภาคตัดขวางจะมีความแตกต่าง ส่วน $\delta_i t$ คือ ผลกระทบจากแนวโน้ม (Trend Effects) ซึ่งแต่ละหน่วยภาคตัดขวางจะมีความแตกต่างกัน หรืออาจกำหนดให้ไม่มีผลกระทบจากแนวโน้ม

ภายใต้สมมติฐานหลัก H_0 : ไม่มีโคอินทิเกรชัน ส่วนตกค้างหรือส่วนคงเหลือ (Residual) $e_{i,t}$ ซึ่งได้จากการถดถอยสมการ (2.57) จะเป็น $I(1)$ และทดสอบได้จากสมการดังนี้

$$e_{it} = \rho_i e_{it-1} + \mu_{it} \quad (2.58)$$

หรือ $$e_{it} = \rho_i e_{it-1} + \sum_{i=1}^{p^i} \psi_{ij} \Delta e_{it-j} + \upsilon_{it} \quad (2.59)$$

สำหรับข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยมีหลายวิธีในการสร้างค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานหลักและมีสมมติฐานรอง 2 แบบที่แตกต่างกัน

สมมติฐานในการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน กรณีที่สมมติให้ข้อมูลภาคตัดขวางทุกหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous)

H_0 : ไม่มีโคอินทิเกรชัน $(\rho_i = 1)$

H_1 : มีโคอินทิเกรชัน $(\rho_i = \rho) < 1$ สำหรับทุก i

สมมติฐานในการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน กรณีที่สมมติให้ข้อมูลภาคตัดขวางทุกหน่วยมีลักษณะแตกต่างกัน (Heterogeneous)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

H_0 : ไม่มีโคอินทิเกรชัน $(\rho_i = 1)$

H_1 : มีโคอินทิเกรชัน $\rho_i < 1$ สำหรับทุก i

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบโคอินทิเกรชัน คือ $\aleph_{N,T}$ ซึ่งได้จากส่วนตกค้างจากสมการ (2.58) หรือ (2.59) ซึ่งจะได้ค่าสถิติทั้งหมด 7 ค่า เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก ได้แก่ (Pedroni, 1999)

ค่าสถิติ Panel $v-Statistic$ คือ

$$T^2 N^{\frac{2}{3}} Z\hat{v}_{N,T} \equiv T^2 N^{\frac{2}{3}} \left(\sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \hat{e}^2_{i,t-1} \right)^{-1} \tag{2.60}$$

ค่าสถิติ Panel $\rho-Statistic$ คือ

$$T\sqrt{N} Z\hat{\rho}_{N,T} \equiv T\sqrt{N} \left(\sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \hat{e}^2_{i,t-1} \right)^{-1} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \left(\hat{e}^2_{i,t-1} \Delta\hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i \right) \tag{2.61}$$

ค่าสถิติ Panel $pp-Statistic$ คือ

$$Zt_{N,T} \equiv \left(\tilde{\sigma}^2_{N,T} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \hat{e}^2_{i,t-1} \right)^{-1/2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \left(\hat{e}^2_{i,t-1} \Delta\hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i \right) \tag{2.62}$$

ค่าสถิติ Panel $ADF-Statistic$ คือ

$$\tilde{Z}^* t_{N,T} \equiv \left(\tilde{s}^{*2}_{N,T} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \hat{e}^2_{i,t-1} \right)^{-1/2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{1li}^{-2} \hat{e}^*_{i,t-1} \Delta\hat{e}^*_{i,t} \tag{2.63}$$

ค่าสถิติ Group $\rho-Statistic$ คือ

$$TN^{-1/2} \tilde{Z}\hat{\rho}_{N,T} \equiv TN^{-1/2} \sum_{i=1}^{N} \left(\sum_{t-1}^{T} \hat{e}^2_{i,t-1} \right)^{-1} \sum_{t=1}^{T} \left(\hat{e}^2_{i,t-1} \Delta\hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i \right) \tag{2.64}$$

ค่าสถิติ Group $pp-Statistic$ คือ

$$N^{-1/2} \tilde{Z}t_{N,T} \equiv N^{-1/2} \sum_{i=1}^{N} \left(\hat{\sigma}_i^2 \sum_{t-1}^{T} \hat{e}^2_{i,t-1} \right)^{-1/2} \sum_{t=1}^{T} \left(\hat{e}^2_{i,t-1} \Delta\hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i \right) \tag{2.65}$$

ค่าสถิติ Group $ADF-Statistic$ คือ

$$N^{-1/2} \tilde{Z}^* t_{N,T} \equiv N^{-1/2} \sum_{i=1}^{N} \left(\sum_{t-1}^{T} \hat{s}^{*2}_{N,T} \hat{e}^{*2}_{i,t-1} \right)^{-1/2} \sum_{t=1}^{T} \hat{e}^*_{i,t-1} \Delta\hat{e}^*_{i,t} \tag{2.66}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก คือ

$$\frac{\aleph_{N,T} - \mu\sqrt{N}}{\sqrt{\nu}} \Rightarrow N(0,1) \tag{2.67}$$

โดยที่ $\aleph_{N,T}$ คือ รูปแบบที่เหมือนกันของค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบโคอินทิเกรชันของแต่ละวิธีทดสอบให้ μ และ ν คือ ตัวปรับค่า Monte Carlo ของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

โดยค่าสถิติ Panel Statistics จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลักในกรณีที่สมมติฐานให้ข้อมูลภาคตัดขวางทุกหน่วยมีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งเป็นการทดสอบ Panel Cointegration Test หรือ Within Dimension และค่าสถิติ Group Panel Statistics จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานหลัก ในกรณีที่สมมติฐานให้ข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการทดสอบ Group Mean Panel Cointegration Test หรือ Between Dimension

ถ้าค่าสถิติ Panel Statistics ปฏิเสธสมมติฐานหลักแสดงว่าตัวแปรในแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชันของทุกหน่วยภาคตัดขวางมีความสัมพันธ์กัน แต่ถ้าค่าสถิติ Group Panel Statistics ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าตัวแปรในแบบจำลองพาแนลโคอินทิเกรชันของภาคตัดขวาง อย่างน้อย 1 หน่วย มีความสัมพันธ์กัน

3.2) วิธี Kao Test

Kao (1999) ได้เสนอวิธีการทดสอบพาแนลโคอินทิเกรชัน โดยมีวิธีการทดสอบพื้นฐานคล้ายกับวิธีของ Pedroni แต่ให้ข้อมูลภาคตัดขวางมีค่าคงที่ (Intercepts) แตกต่างกันและให้ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเท่ากันในตัวแปรที่ทำการถดถอยครั้งแรก (First-Stage Regressors) พิจารณาจากสมการดังนี้

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + e_{it} \tag{2.68}$$

สำหรับ $$y_{it} = y_{it-1} + u_{it} \tag{2.69}$$

$$x_{it} = x_{it-1} + \varepsilon_{it} \tag{2.70}$$

โดยที่ $i = 1,2,...,N$, $t = 1,2,...,T$ ทำการถดถอยสมการ (2.57) ซึ่งให้ α_i ของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยแตกต่างกัน β_i ของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วยเหมือนกันและให้ค่าสัมประสิทธิ์ γ_i ทั้งหมดของแนวโน้มมีค่าเข้าสู่ 0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการถดถอย $$e_{it} = \rho e_{it-1} + v_{it} \quad (2.71)$$

หรือ $$e_{it} = \tilde{\rho} e_{it-1} \sum_{j=1}^{p} \psi_j \Delta e_{it-j} + v_{it} \quad (2.72)$$

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

$$DF_\rho = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{10.2}} \quad (2.73)$$

$$DF_t = \sqrt{1.25 t_\rho} + \sqrt{1.875 N} \quad (2.74)$$

$$DF_\rho^* = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}\hat{\sigma}_v^2 / \hat{\sigma}_{0v}^2}{\sqrt{3 + 36\hat{\sigma}_v^4 / 5\hat{\sigma}_{0v}^4}} \quad (2.75)$$

$$DF_t^* = \frac{t_\rho + \sqrt{6N}\hat{\sigma}_v / (2\hat{\sigma}_{0v}^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{0v}^2 / (2\hat{\sigma}_v^2) + 3\hat{\sigma}_v^2 / (10\hat{\sigma}_{0v}^2)}} \quad (2.76)$$

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

$$ADF = \frac{t_\rho + \sqrt{6N}\hat{\sigma}_v / (2\hat{\sigma}_{0u}^2)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{0v}^2 / (2\hat{\sigma}_v^2) + 3\hat{\sigma}_v^2 / (10\hat{\sigma}_{0v}^2)}} \quad (2.77)$$

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

ค่าความแปรปรวนร่วมของ $w_{it} = \begin{bmatrix} u_{it} \\ \varepsilon_{it} \end{bmatrix}$ (2.78)

ประมาณค่าโดย $$\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_u^2 & \hat{\sigma}_{u\varepsilon}^2 \\ \hat{\sigma}_{u\varepsilon} & \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \end{bmatrix} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \hat{w}_{it} \hat{w}_{it}' \quad (2.79)$$

และค่าความแปรปรวนร่วมในระยะยาวประมาณค่าโดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\hat{\Omega}=\begin{bmatrix}\hat{\sigma}_{0u}^2 & \hat{\sigma}_{0u\varepsilon}^2\\ \hat{\sigma}_{0u\varepsilon} & \hat{\sigma}_{0\varepsilon}^2\end{bmatrix}=\frac{1}{NT}\sum_{i=1}^{N}\left[\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\hat{w}_{it}\hat{w}_{it}'+\kappa(\hat{w}_i)\right] \tag{2.80}$$

โดย κ คือ Kernel Fuction

4) การทดสอบสมการพาแนล (Panel Equation Testing)

การทดสอบสมการพาแนล คือ การทดสอบว่าควรทำการประมาณค่าแบบจำลอง Panel Cointegration รูปแบบใดระหว่าง Pooled OLS, Fixed Effects Model หรือ Random Effects Model สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะทำการทดสอบสมการพาแนล 2 วิธี คือ วิธี Hausman Test และวิธี Redundant Fixed Effects Test มีรายละเอียดดังนี้

4.1) วิธี Hausman Test

เป็นการทดสอบว่าควรทำการประมาณค่าแบบจำลองในรูปแบบใดระหว่าง Fixed Effects และ Random Effects ภายใต้สมมติฐานหลัก คือค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ

$$H_0: E(u_{it}/X_{it})=0$$

โดยวิธีการของ Hausman (1978) ทดสอบโดยสมมติให้การประมาณค่าความแปรปรวนร่วมของ Fixed Effects และ Random Effects มีค่าเท่ากัน $(\hat{\beta}_{RE}-\hat{\beta}_{FE}=0)$ ถ้ายอมรับสมมติฐานหลักควรทำการประมาณแบบจำลองในรูปแบบ Random Effects ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลักควรทำการประมาณค่าแบบจำลองในรูปแบบ Fixed Effects

4.2) วิธี Redundant Fixed Effects Test

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

$$F=\frac{y'MD(D'MD)-D'My/(p-r))}{y'Gy/[NT-(\tilde{k}+p-r)]} \tag{2.81}$$

โดยมีสมมติฐานหลักว่าข้อมูลมีการกระจายแบบ F-distribution

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

เมื่อ $p-r$ และ $NT-(\tilde{k}+p-r)$ คือ Degree of Freedom, $D=I_N\otimes l_T$, $M=\overline{P}_z$, $\tilde{k}=K'$, $p=N$, $r=K'+N-rank(Z,D)$ และ $G=\overline{P}_{(Z,D)}$ เมื่อ $P_z=Z(Z'Z)^{-1}Z'$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) การประมาณค่าแบบจำลองพาแนล (Panel Estimation)

การประมาณค่าความสัมพันธ์ของแบบจำลองพาแนล ที่พิจารณาแยกความแตกต่างของหน่วยภาคตัดขวางและช่วงเวลาที่ต่างกันจะทำการประมาณค่าโดยแยกปัจจัยที่มากระทบต่อหน่วยภาคตัดขวางและช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยข้อสมมติของค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์มีได้หลายแบบ ซึ่งมีการประมาณค่าแบบจำลองที่มีข้อสมมติของค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ต่างกัน สามารถแสดงได้ 3 ประเภท ดังนี้

การวิเคราะห์แบบจำลอง Panel Data มี 3 ประเภท คือ

1. Pooled OLS
2. Fixed Effects Models
3. Random Effects Models

แบบจำลองทั้งสอง 3 ประเภทนี้ เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเป็น Dynamic Panel, Robust และ Covariance Structure Models

5.1) แบบจำลอง Pooled OLS

การวิเคราะห์แบบ Constant Coefficient Models หรือแบบจำลอง ที่ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าคงที่ หรือเรียกว่า Pooled regression model เป็นการประมาณ Panel Model ที่กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์รวมถึงค่าคงที่และสัมประสิทธิ์มีค่าคงที่ด้วย โดยเป็นการประมาณข้อมูลที่เป็นข้อมูลภาคตัดขวางและอนุกรมเวลาด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การประมาณแบบ Pooled Estimator เป็นวิธีการประมาณที่ง่ายและเป็นพื้นฐานการประมาณแบบอื่น ๆ โดยแบบจำลองพื้นฐานที่ใช้ในการประมาณคือ

$$Y_{it} = X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \tag{2.82}$$

โดยสมมติให้ $\varepsilon_{it} \approx IID\left(0, \sigma^2{}_{\varepsilon}\right)$ สำหรับทุก i และ t นั่นคือให้ค่าของแต่ละประเทศและค่าสังเกตเป็นค่าอนุกรมที่ไม่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ ในขณะที่แต่ละประเทศช่วงเวลาและพจน์รบกวน เป็นความเบี่ยงเบนที่มีลักษณะคงที่

การประมาณแบบจำลองข้างต้นเป็นการประมาณทางตรงนี้ ซึ่งสมมติให้มีความสอดคล้องกับแบบจำลองเชิงเส้นตรงของคลาสสิค วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบ Pooled Data จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด สมมติฐานคือแต่ละค่าสังเกตจะมีลักษณะเป็น iid (Yaffee, 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2) แบบจำลอง Fixed Effects Models

แบบจำลอง Fixed Effects Models เป็นการประมาณแบบจำลองโดยสมมติให้ค่าคงที่ของสมการเปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละหน่วยหรือตามแต่ละประเทศโดยที่

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it} \tag{2.83}$$

โดยที่ $i = 1,2,...,N$

$t = 1,2,...,T$

โดย i คือจำนวนของประเทศ และ t คือลำดับของช่วงเวลา และสมมติให้ N คือ จำนวนที่มากที่สุดของประเทศ และให้ T คือ จำนวนที่มากที่สุดของช่วงเวลา ถ้าแต่ละประเทศ มีจำนวนเวลาเท่ากันทุกประเทศ เราจะเรียก Panel Data นี้ว่า Balance Panel

จากข้อสมมติเกี่ยวกับค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งจำลอง Fixed Effects Models ได้ดังนี้ (Gujarati, 2003)

5.2.1) เป็นการสมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์ทุกค่าเป็นค่าคงที่หรือมีค่าเดียวกันในทุกช่วงประเทศและช่วงเวลา และพจน์คลาดเคลื่อนมีค่าแตกต่างกันในทุกประเทศ และช่วงเวลา โดยใช้การประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด

5.2.2) รูปแบบนี้เป็นการสมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าคงที่ แต่ค่าคงที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละประเทศซึ่งจะให้ค่าคงที่มีหลายค่าตามจำนวนประเทศ โดยสมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละประเทศเป็นค่าคงที่ นั่นคือค่าคงที่ที่ประมาณได้จากสมการมีค่าแตกต่างกัน สำหรับหน่วย i ที่แตกต่างกันเขียนสมการได้ดังนี้ (Verbeek, 2004)

จากสมการ (2.16) แสดงแบบจำลองของข้อมูลพาแนล

$$Y_{it} = \alpha_i + X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \tag{2.84}$$

โดยที่ $\varepsilon_{it} \approx IID\left(0, \sigma^2{}_{\varepsilon}\right)$

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

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^{N} \alpha_j d_{ij} + X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \tag{2.85}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ $d_{ij} = 1$ ถ้า $i = j$

และ $d_{ij} = 0$ อื่นๆ

จากสมการ (2.85) จึงมีกลุ่มของตัวแปรหุ่นจำนวน N และค่าพารามิเตอร์ คือ $\alpha_1,.....,\alpha_N$ และ β

ให้ y_{it} คือ ตัวแปรตาม X_{2it}, X_{3it} คือ ตัวแปรอิสระ และ ε_{it} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนซึ่ง $i = 1,2,3,4$ และ $t = 1,2,....,20$ โดย D_{2i}, D_{3i}, D_{4i} เป็นตัวแปรหุ่นของหน่วยที่ต่างกัน

จากสมการ (2.84) สามารถเขียนแบบจำลองพาแนลได้ดังนี้

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it} \tag{2.86}$$

ดังนั้นสามารถเขียนแบบจำลอง Fixed Effects Model ได้ดังนี้

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it} \tag{2.87}$$

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของหน่วย สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$Y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \alpha_4 D_{4i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it} \tag{2.88}$$

โดยตัวแปรหุ่นที่ใช้ในสมการจะมีน้อยกว่าจำนวนของประเทศ 1 ค่า ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหากับดักตัวแปรหุ่นและค่า α_1 แสดงถึงค่าคงที่ของประเทศที่ไม่ได้ใช้ตัวแปรหุ่น การใช้ตัวแปรหุ่นในการประมาณ Fixed Effects ในสมการ (2.88) นั้นเรียกว่า Least-Squares Dummy Variable Model (LSDV)

การประมาณค่าโดยใช้วิธี LSDV จะทำให้นัยสำคัญทางสถิติของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์และค่า R^2 และค่า Durbin-Watson มีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบ 5.2.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประมาณค่าในแบบที่ 5.2.2 จะได้ผลการประมาณที่ดีกว่าแบบที่ 5.2.1

5.2.3) ค่าสัมประสิทธิ์เป็นค่าเฉลี่ยคงที่ แต่ค่าคงที่แตกต่างกันสำหรับหน่วยที่ต่างกันและช่วงเวลาที่ต่างกัน นั่นคือค่าคงที่เปลี่ยนไปในแต่ละประเทศและช่วงเวลา เขียนสมการได้ดังนี้

$$Y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \alpha_4 D_{4i} + \lambda_0 + \lambda_1 Dum_1 + ... + \lambda_{19} Dum_{19} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it} \tag{2.89}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อประมาณสมการข้างต้นจะพบว่าตัวแปรหุ่นของแต่ละประเทศ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละประเทศจะมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เวลาของตัวแปรหุ่นจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าจะเกิดผลกระทบในแต่ละประเทศแต่จะไม่เกิดผลทางด้านผลของเวลา

5.2.4) ในกรณีนี้สมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่แตกต่างกันสำหรับหน่วยที่ต่างกัน นั่นคือ ค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์แตกต่างกันในทุกประเทศ โดยสามารถขยายรูปแบบของสมการ LSDV เขียนสมการได้ดังนี้

$$Y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \alpha_4 D_{4i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \gamma_1 (D_{2i} X_{2it}) + \gamma_2 (D_{2i} X_{3it}) + \gamma_3 (D_{3i} X_{2it}) + \gamma_4 (D_{3i} X_{3it}) + \gamma_5 (D_{4i} X_{2it}) + \gamma_6 (D_{4i} X_{3it}) + \varepsilon_{it} \quad (2.90)$$

โดยที่ γ คือ ค่าที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศและ α_2, α_3 และ α_4 คือค่าคงที่ที่แตกต่างกัน ถ้ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ γ เพียงหนึ่งตัวหรือมากกว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ จะสามารถบอกได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์หนึ่งค่าหรือมากว่ามีค่าแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่าง คือถ้า β_2 และ γ_1 มีนัยสำคัญทางสถิติ ในกรณีนี้ $\beta_2 + \gamma_1$ จะแสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ X_2 ในประเทศที่ 2 มีค่าแตกต่างจากประเทศที่ 1 หรือแตกต่างจากประเทศอื่น

5.3) แบบจำลอง Random Effects Models

แม้ว่าวิธี Fixed Effects หรือ LSDV จะเป็นวิธีที่ง่ายสำหรับการนำไปประยุกต์ ใช้ แต่ไม่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองที่มีค่า Degree of Freedom จำนวนมากหรือข้อมูลภาคตัดขวางมีจำนวนมาก การประมาณโดยวิธี Random Effect Model ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณโดยแบบจำลองนี้มีข้อสมมติให้ความแตกต่างในค่าคงที่ของสมการเป็นการสุ่มและถูกรวมเข้าไปอยู่ในส่วนประกอบของพจน์คลาดเคลื่อน ซึ่งแบบจำลองนี้เรียกว่า Error Component Model (ECM) หรือ Random Effect Model (REM) (Gujarati, 2003)

สมมติให้ในการวิเคราะห์สมการถดถอยมีปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อตัวแปรตามแต่ไม่ได้รวมอยู่กับตัวแปรถดถอย ซึ่งสามารถแสดงในรูปของค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error Term) ข้อสมมติที่ได้คือ α_i คือตัวแปรสุ่ม (Random Factors) ซึ่งเป็นอิสระและมีการกระจายในแต่ละหน่วย ดังนั้นสามารถเขียนแบบจำลอง Random Effect Model (REM) ได้ดังนี้ (Verbeek, 2004)

$$Y_{it} = \mu + X' \beta_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (2.91)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดย $\varepsilon_{it} \approx IID\left(0, \sigma^2{}_{\varepsilon}\right)$

$\alpha_{it} \approx IID\left(0, \sigma^2{}_{\alpha}\right)$

โดย $\alpha_i + \varepsilon_{it}$ คือค่าความคาดเคลื่อน (Error Term) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของความแตกต่างของแต่ละหน่วยที่ไม่มีความแตกต่างในช่วงเวลาและส่วนตกค้างหรือส่วนคงเหลือที่ไม่มีความสัมพันธ์กันในช่วงเวลา ดังนั้นความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลาคือผลกระทบจากความแตกต่างของแต่ละหน่วย $\left(\alpha_i\right)$

จากสมการแบบจำลองสมการ (2.62) Fixed Effects Model

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_{it} \tag{2.92}$$

ให้ค่า β_{1i} คือค่าคงที่ ซึ่งสมมติให้เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ β_1 และค่าคงที่ของแต่ละหน่วย หรือแต่ละประเทศเขียนได้ดังนี้ (Gujarati, 2003)

$$\beta_{1i} = \beta_1 + u_i \tag{2.93}$$

โดยที่ $i = 1,....,N$

ซึ่ง u_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_{μ}^2 ดังนั้นค่าคงที่ของแต่ละหน่วยคือ ค่าเฉลี่ย $\left(\beta_1\right)$ และความแตกต่างของค่าคงที่ในแต่ละหน่วยเป็นผลมาจากค่าความคลาดเคลื่อน u_i

แทนค่าสมการ (2.93) ในสมการ Fixed Effects Model (2.92) สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + u_i + \varepsilon_{it} \\ &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + w_{it} \end{aligned}$$

ซึ่ง w_{it} ประกอบด้วย u_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาคตัดขวางแต่ละหน่วย หรือ ค่าที่ไม่สามารถสังเกตได้ (Unobservable หรือ Latent Variable) ของแต่ละประเทศ และ ε_{it} คือค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาคตัดขวางและข้อมูลอนุกรมเวลา ของแต่ละประเทศและแต่ละช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปรียบเทียบ Fixed Effects Model (LSDV) กับ Random Effects Model

มีการศึกษาค้นคว้าจำนวนมากเพื่อหาข้อสรุปที่ว่าการประมาณแบบไหนดีกว่ากัน ระหว่างการประมาณแบบ Fixed Effects และ Random Effects โดยที่มีข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นค้นคว้าข้างต้นอยู่ที่หลักการและข้อสมมติของความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละหน่วยหรือแต่ละประเทศ ส่วนประกอบของพจน์คลาดเคลื่อนคือ u_i และตัวแปร X

ถ้าสมมติให้ u_i และ $X's$ มีลักษณะไม่เป็นสหสัมพันธ์ การประมาณโดยวิธี Error Component Model (ECM) หรือ Random Effect Model (REM) จะมีความเหมาะสมมากกว่า แต่ถ้าหาก u_i และ $X's$ มีลักษณะสหสัมพันธ์การประมาณโดยวิธี Fixed Effects Model (FEM) จะดีกว่า เนื่องจากหลักการพื้นฐานที่แตกต่างกันระหว่าง FEM และ REM ดังนั้นจึงได้มีแนวทางในการเลือกใช้ระหว่าง FEM และ REM ดังนี้ (Gujarati, 2003)

1. ถ้าจำนวนของ T (จำนวนข้อมูลของอนุกรมเวลา) มีขนาดใหญ่และ N (จำนวนข้อมูลของแต่ละหน่วยหรือแต่ละประเทศ) มีขนาดเล็กกว่าและมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ระหว่างการประมาณค่าสัมประสิทธิ์โดยวิธี FEM และ REM ดังนั้นทางเลือกในการประมาณที่ดีกว่าคือการประมาณด้วย FEM

2. เมื่อ N มีขนาดใหญ่และ T มีขนาดเล็กกว่า การประมาณจากทั้ง 2 วิธี การจะให้ค่านัยสำคัญจากสถิติที่แตกต่างกัน และในขณะที่ REM ประกอบด้วย $\beta_{1i} = \beta_1 + \mu_i$ โดยที่ u_i ประกอบด้วยตัวแปรเชิงสุ่มของแต่ละหน่วยหรือของแต่ละประเทศ และ FEM ประกอบด้วย β_{1i} มีค่าคงที่ และไม่ได้เป็นตัวแปรเชิงสุ่ม โดยที่ข้อมูลแต่ละหน่วยหรือแต่ละประเทศ และกลุ่มตัวอย่างไม่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ ในกรณีนี้การประมาณแบบ FEM จะเหมาะสมกว่า อย่างไรก็ตามถ้ากลุ่มตัวอย่างของประเทศเป็นแบบการสุ่ม การใช้ REM จะเหมาะสมกว่าสำหรับการอนุมานค่าสถิติที่ไม่มีข้อจำกัด

3. ถ้าแต่ละส่วนของพจน์คลาดเคลื่อน u_i และตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว หรือมากกว่ามีความสัมพันธ์กันเอง การประมาณโดยวิธี REM จะเอนเอียง ในขณะที่การประมาณโดยวิธี FEM จะไม่เอนเอียง

4. ถ้า N มีขนาดใหญ่ และ T มีขนาดที่เล็กกว่าและการประมาณภายใต้สมมติฐาน REM จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณโดยวิธี FEM (Gujarati, 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กวิน ชิณะวงศ์ (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ: กรณีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2525-2534 และ พ.ศ. 2535-2549 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแหล่งที่มาและโครงสร้างเทคโนโลยีสารสนเทศกับศึกษาผลของปัจจัยทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ทุน แรงงาน และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ คือ มูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ สัดส่วนของมูลค่าการลงทุนทางด้านวิทยาศาสตร์ต่อค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาของประเทศ และจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ต โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas และคาดประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ผลการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างการผลิต จากการศึกษาพบว่า การขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุน ปัจจัยแรงงาน และปัจจัยทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้อินเตอร์เน็ตและมูลค่าการลงทุนด้านวิทยาศาสตร์ต่อค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาประเทศมีผลในทางลบต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการลงทุนและการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าวไม่ได้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง และยังพบว่าเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นมีบทบาทต่อการผลิตในภาคอุตสาหกรรมในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน

ศิริขวัญ เจริญวิริยะกุล (2551) ได้ทำการศึกษาผลของการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในกลุ่มประเทศอาเซียน ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศกับมูลค่าการใช้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศอาเซียน ซึ่งการศึกษาดังกล่าวอาศัยฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ที่ประกอบด้วยปัจจัยการผลิต คือ สต็อกของทุน จำนวนแรงงาน และกำหนดให้รายจ่ายทางเทคโนโลยีสารสนเทศและมูลค่าการใช้จ่ายพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนที่เหลือ (Residual) ในปัจจัยการผลิตที่มีกระทบต่อการเจริญเติบโตในกลุ่มประเทศอาเซียน โดยใช้ข้อมูลแบบภาคตัดขวางผสมเวลา (Panel Data) ซึ่งประกอบด้วยประเทศที่ทำการศึกษาทั้งหมด 5 ประเทศ ได้แก่ ประเทศไทย ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศมาเลเซีย ประเทศเวียดนามและประเทศอินโดนีเซีย และคลอบคลุมช่วงเวลาเป็นรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศแล้วมีผลกระทบต่อพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนหนึ่งของการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้นถ้ามีการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศเพิ่มมากขึ้น จึงมีผลทำให้มูลค่าการใช้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศนั้น พบว่าถ้ามีรายจ่ายทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ในกระบวนการผลิตสามารถผลิตผลผลิตได้เพิ่มมากขึ้นได้ ดังนั้นย่อมส่งผลให้เศรษฐกิจในกลุ่มประเทศอาเซียนเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยและภายหลังจากที่ได้มีการใช้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเป็นโครงสร้างพื้นฐานของกระบวนการผลิตแล้ว สามารถทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงได้ เนื่องจากการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ไม่ต้องมีคนกลางระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย แต่จะเป็นการซื้อขายผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแทน ทำให้ลดเวลาในการดำเนินการ ลดค่าใช้จ่ายลงได้ เมื่อต้นทุนการผลิตลดลงก็สามารถที่จะเพิ่มปัจจัยการผลิตได้ ดังนั้นจึงสามารถที่จะผลิตผลผลิตได้เพิ่มมากขึ้น

Ark, Inklaar and McGuckin (2003) ทำการศึกษาเรื่อง ICT and Productivity in Europe and The United State.Where do The Differences Come From? โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) โดยเป็นการเปรียบเทียบผลการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของทวีปยุโรปและประเทศอเมริกาที่มีผลต่อผลิตภาพการผลิต โดยเป็นการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตระหว่างอุตสาหกรรมในประเทศอเมริกากับทวีปยุโรปจำนวน 51 อุตสาหกรรม สำหรับในทวีปยุโรปได้มีการใช้ข้อมูลทั้งหมด11 ประเทศ ซึ่งข้อมูลที่ใช้อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2000

ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุที่มีการเจริญเติบทางเศรษฐกิจนั้นมีผลมากจากการปรับตัวทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยที่ทวีปยุโรปนั้นการเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตมีความล่าช้ากว่าทางด้านประเทศอเมริกา เนื่องจากในยุโรปส่วนใหญ่มีการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศน้อยกว่าอเมริกา ยิ่งไปกว่านั้นการเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตในอเมริกายังมีความรวดเร็วกว่าในยุโรปตั้งแต่กลางทศวรรษ 1990 เป็นต้นมา

Meijers (2007) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ICT Externalities: Evidence From Cross Country Data โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบภายนอกของการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและระดับผลิตภาพการผลิต โดยข้อมูลที่ใช้เป็นแบบ Panel และคาดประมาณด้วยวิธี Fixed Effect ที่ประกอบด้วย 15 ประเทศและครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996-2004

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการลงทุนในไอทีซอฟแวร์ (IT Software) และอุปกรณ์การติดต่อสื่อสาร (Telecommunication Equipments) มีผลทำให้ผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้น แต่ไอที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฮาร์ดแวร์ (IT Hardware) กลับไม่ส่งผล ซึ่งพิจารณาผลกระทบของช่วงเวลาพบว่า ช่วงเวลาที่การลงทุนในอุปกรณ์การติดต่อสื่อสาร จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจใช้เวลาอยู่ที่ 3 ปี และการลงทุนในไอทีซอฟแวร์จะใช้เวลามากกว่า 7 ปี ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้และการปฏิบัติ (Learning-by-Doing) มีผลกระทบให้เกิดการเจริญเติบโตได้ภายหลังจากการลงทุนในเทคโนโลยีสารสนเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved