บทที่ 2

ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาความต้องการถือเงินของประเทศไทยภายใต้นโยบายอัตราแลกเปลี่ยนแบบลอยตัวในครั้งนี้ จะศึกษาถึงทฤษฎีและแนวคิดต่างๆ เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

ทฤษฎีทางด้านปริมาณเงินและความต้องการถือเงิน มีการพัฒนาโดยนักเศรษฐศาสตร์ทั้งสำนักคลาสสิค สำนักเคมบริดจ์ สำนักเคนส์และนักการเงินนิยม ซึ่งมีทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

2.1.1 ทฤษฎีปริมาณเงินของเออร์วิง ฟิชเชอร์

เออร์วิง ฟิชเชอร์ ได้พยายามอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินกับกระแสของการใช้จ่ายในรูปของตัวเงิน โดยให้ความสนใจกับปัจจัยที่กำหนดอัตราการหมุนเวียนของเงินทั้งในระยะยาวและระยะสั้นหรือในช่วงระยะเวลาของการปรับตัว ฟิชเชอร์ได้สร้างสมการการแลกเปลี่ยนเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินกับกระแสของการใช้จ่ายในรูปของตัวเงิน ดังนี้ (ชมเพลิน จันทร์เรืองเพ็ญ, 2541 : 57-58)

$$MV_T \equiv P_T T \qquad (2.1)$$

โดยที่ M คือ ปริมาณเงิน

P_T คือ ดัชนีราคาของรายการแลกเปลี่ยนทุกชนิดในระยะเวลาหนึ่ง

V_T คือ อัตราการหมุนเวียนของเงินหรือจำนวนครั้งที่เงินแต่ละหน่วยโดยเฉลี่ยถูกใช้ไปในรายการแลกเปลี่ยนทุกชนิดในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่ง $V_T \equiv P_T T/M$

T คือ ดัชนีปริมาณของรายการแลกเปลี่ยนทุกชนิดในระยะเวลาหนึ่ง

นั่นคือมูลค่ามวลรวมของซื้อทั้งหมดย่อมเท่ากับมูลค่ารวมของการขายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในงวดเวลาเดียวกัน

เนื่องจาก T ในสมการการแลกเปลี่ยนข้างต้น ซึ่งแสดงถึงรายการแลกเปลี่ยนทุกชนิดที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ มิได้รวมเฉพาะสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตขึ้นในงวดที่พิจารณาเท่านั้น จึงเรียกสมการข้างต้นได้ว่า สมการการแลกเปลี่ยนในรูปแบบรายการแลกเปลี่ยน (The Equation of Exchange : The Transaction Approach)

ตามสมการแลกเปลี่ยนข้างต้น แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง สมการแลกเปลี่ยนก็จะยังคงเป็นความจริงอยู่ โดยที่จะต้องมีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวในสมการที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อยังคงทำให้ทั้งสองด้านของสมการเท่ากัน แต่สมการดังกล่าวมิได้บอกให้ทราบว่าตัวแปรใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือตัวแปรใดเป็นผลของการเปลี่ยนแปลง และมิได้ชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามอยู่ในรูปแบบใด ดังนั้น สมการการแลกเปลี่ยนจึงมิใช่เป็นทฤษฎี แต่แม้ว่าสมการแลกเปลี่ยนจะไม่ใช่ทฤษฎีแต่ก็ได้ให้เครื่องมือที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์บทบาทของเงินที่มีต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจ

สมการการแลกเปลี่ยนในข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ถ้าปริมาณเงินเปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่จะต้องเปลี่ยนแปลงไปคือ

1. อัตราการหมุนเวียนของเงิน (V_T) จะต้องเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณเงิน

2. มูลค่ารวมของการขายทั้งหมด ($P_T T$) จะต้องเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงิน ดังนั้น P_T หรือ T หรือทั้ง P_T และ T จะต้องเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของ M

2.1.2 ทฤษฎีความต้องการถือเงินของจอห์น เมนาร์ด เคนส์

จอห์น เมนาร์ด เคนส์ ได้เสนอทฤษฎีความต้องการถือเงิน โดยได้อธิบายว่าการที่ประชาชนถือเงินไว้ (Liquidity preference) มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ (ชมเพลิน จันทร์เรืองเพ็ญ, 2535 : 15-17) คือ

1. ความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวัน (Transaction demand for money) ประชาชนจะถือเงินไว้ใช้สอยในชีวิตประจำวันจำนวนหนึ่ง แต่จะเป็นจำนวนเท่าใดขึ้นอยู่

กับรายได้และระยะเวลาที่จะได้รับรายได้ในครั้งต่อไป ถ้ารายได้มากการถือเงินเพื่อใช้สอยก็มากด้วยและ ถ้าระยะเวลาที่จะได้รับรายได้ยิ่งห่างกันมากเท่าใด การถือเงินประเภทนี้ก็ยิ่งมากด้วย

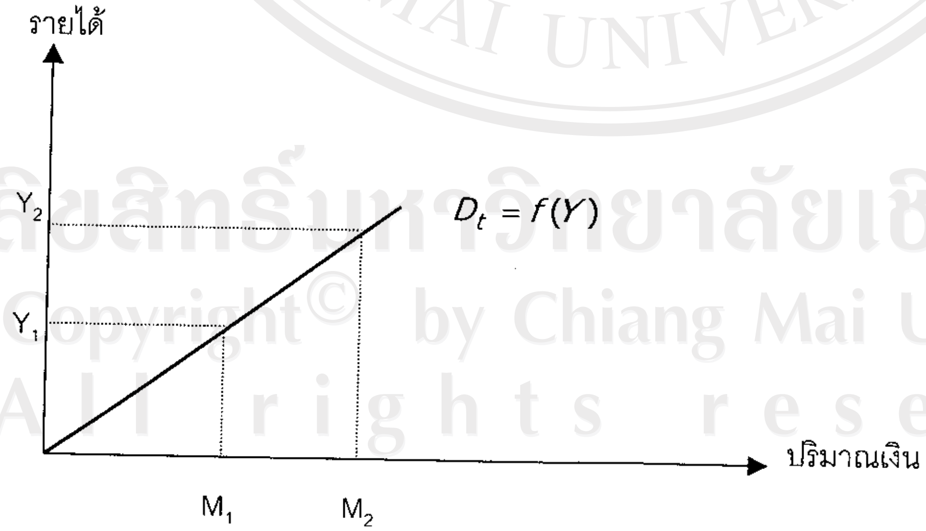
2. ความต้องการถือเงินเพื่อใช้จ่ายยามฉุกเฉิน (Precautionary demand for money) การถือเงินเพื่อใช้จ่ายยามฉุกเฉิน เช่น เจ็บป่วย เกิดอุบัติเหตุ หรือมีรายได้ไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ความต้องการถือเงินประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับรายได้ ถ้ามีรายได้มากก็จะถือเงินประเภทนี้มากด้วย สามารถแสดงความสัมพันธ์ของความต้องการถือเงินทั้งสองประเภทกับรายได้ ดังนี้

$$D_t = f(Y^+) \qquad \text{ซึ่ง} \qquad \frac{dD_t}{dY} > 0 \tag{2.2}$$

ซึ่ง D_t คือ ความต้องการถือเงินเพื่อการจับจ่ายใช้สอยและเพื่อใช้ในยามฉุกเฉิน และ Y คือระดับรายได้

รูปที่ 2.1 เส้น D_t คือ เส้นความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉินซึ่งขึ้นอยู่กับรายได้ (Y) จะเห็นได้ว่ายิ่งรายได้มากขึ้น ความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉินจะยิ่งมากขึ้น เส้นความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉินจึงเป็นเส้นที่ลากจากจุดกำเนิด (Origin)

รูปที่ 2.1 แสดงเส้นความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉิน



3. ความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไร (Speculative demand for money) จากแนวคิดของนักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิคที่เชื่อว่า ประชาชนจะไม่ถือเงินไว้มากกว่าการจับจ่ายใช้สอยและการถือไว้ในยามฉุกเฉิน มิเช่นนั้นจะเกิดการสูญเสียรายได้ที่เกิดจากการลงทุนในการซื้อหลักทรัพย์ ซึ่งเคนส์เห็นว่าการซื้อหลักทรัพย์ก็คือการเก็งกำไรสอดคล้องกับแนวคิดความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไรของเคนส์ ที่เห็นว่าประชาชนสามารถหาผลประโยชน์จากเงินที่ถือได้จากการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ย โดยทำการเก็งกำไรในการลงทุนซื้อหลักทรัพย์ เช่น พันธบัตรรัฐบาล หรือหุ้นกู้เอกชน เป็นต้น โดยทั่วไปราคาหลักทรัพย์จะเปลี่ยนแปลงในทางตรงข้ามกับอัตราดอกเบี้ย ถ้าประชาชนเห็นว่าอัตราดอกเบี้ยในปัจจุบันสูงกว่าปรกติ และคาดว่าอัตราดอกเบี้ยจะลดลงในอนาคตก็จะซื้อหลักทรัพย์ไว้เพื่อเก็งกำไร เพราะเมื่ออัตราดอกเบี้ยลดลงราคาหลักทรัพย์จะสูงขึ้นจึงขายหลักทรัพย์ที่ถือไว้เพื่อหากำไร

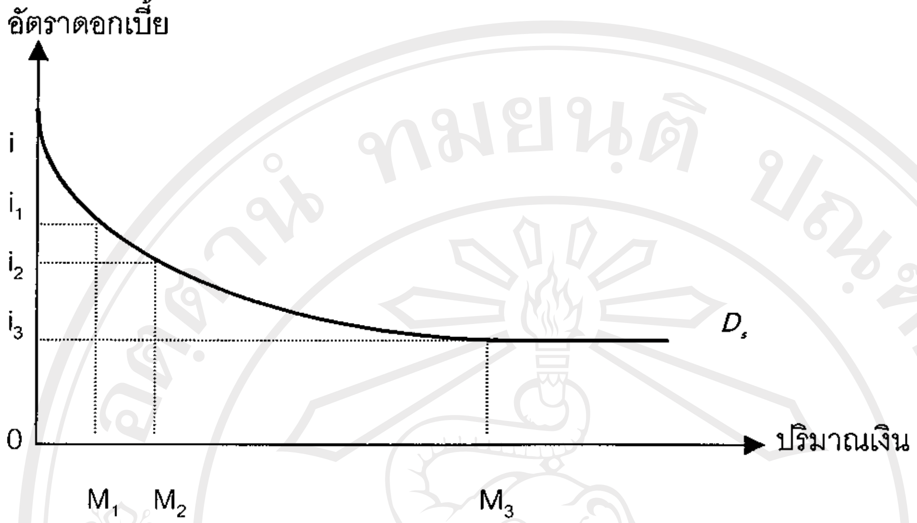
ดังที่อธิบายมาแล้วข้างต้น ความต้องการถือเงินประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยและแปรผันอย่างผกผันกันกับอัตราดอกเบี้ย

$$D_s = f(i^-) \quad \text{ซึ่ง} \quad \frac{dD_s}{di} < 0 \qquad (2.3)$$

โดยที่ D_s คือการถือเงินเพื่อการจับจ่ายใช้สอย และ i คืออัตราดอกเบี้ย ซึ่งที่ระดับอัตราดอกเบี้ยต่ำมาก ๆ ประชาชนคาดว่าอัตราดอกเบี้ยจะไม่ต่ำไปกว่านี้ ประชาชนจะถือเงินไว้ทั้งหมด ความต้องการถือเงินเพื่อการเก็งกำไรจะมีความยืดหยุ่นสมบูรณ์ เรียกว่า กับดักแห่งสภาพคล่อง (Liquidity trap) ซึ่งสภาพการณ์เช่นนี้การใช้นโยบายการเงินจะไม่ได้ผลเลย นั่นคือ แม้ว่าจะมีการเพิ่มปริมาณเงินเข้าไปในระบบเศรษฐกิจ เพื่อให้เกิดการขยายตัวของกิจกรรมที่แท้จริงทางเศรษฐกิจ แต่เมื่ออัตราดอกเบี้ยอยู่ในระดับต่ำมาก ๆ ผลจากการเพิ่มปริมาณเงินเข้าไปจะถูกขจัดให้หมดสิ้นไป โดยการที่ประชาชนจะถือเงินไว้ทั้งหมดจึงไม่ก่อให้เกิดการใช้จ่ายและลงทุนที่จะทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจขยายตัวได้

รูปที่ 2.2 เส้น D_s คือเส้นความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไร ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นที่ลาดลงจากซ้ายไปขวา แสดงว่าถ้าอัตราดอกเบี้ยสูง ความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไรจะน้อย และถ้าอัตราดอกเบี้ยต่ำมากๆ (i_3) ประชาชนคาดว่าอัตราดอกเบี้ยจะไม่ต่ำลงไปกว่านี้ ความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไรจะมีความยืดหยุ่นสมบูรณ์ (Perfectly elastic) นั่นคือ ประชาชนจะถือเงินไว้ทั้งหมด เส้นความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไรจะขนานกับแกนนอน เรียกว่า "กับดักแห่งสภาพคล่อง (Liquidity trap)"

รูปที่ 2.2 แสดงเส้นความต้องการถือเงินเพื่อเก็งกำไร



เมื่อรวมความต้องการถือเงินทั้ง 3 ประเภทเข้าด้วยกัน จะแสดงความสัมพันธ์ของความต้องการถือเงินตามแนวคิดของเคนส์ได้ ดังนี้

$$M_d = f(Y^+, i^-) \qquad (2.4)$$

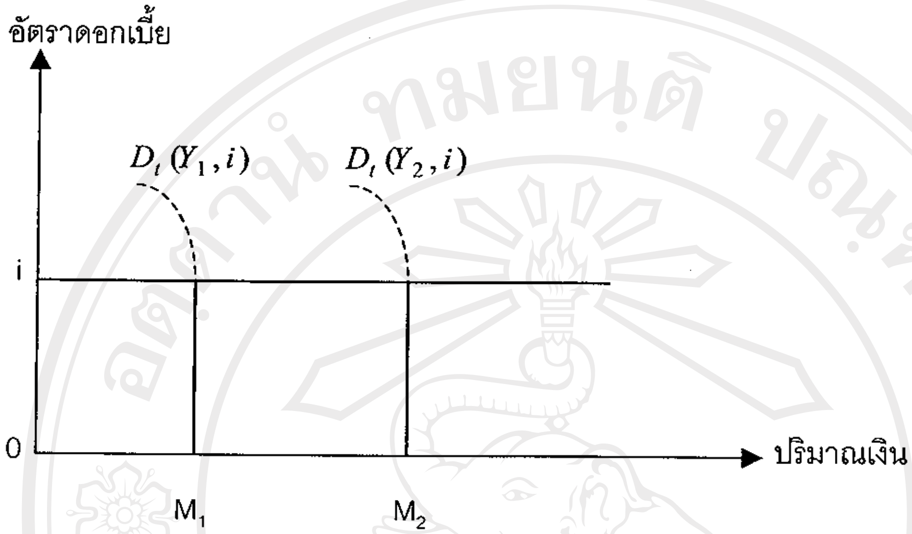
โดยที่ M_d คือความต้องการถือเงิน

$\frac{\partial M_d}{\partial Y} > 0$ นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงของความต้องการถือเงินจะแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของระดับรายได้

$\frac{\partial M_d}{\partial i} < 0$ นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงของความต้องการถือเงินจะแปรผกผันกับอัตราดอกเบี้ย

โดยปรกติแล้วความต้องการถือเงินเพื่อการจับจ่ายใช้สอยและเพื่อใช้ในยามฉุกเฉินจะไม่ขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ย แต่ที่ระดับอัตราดอกเบี้ยสูงมากๆ จะทำให้ความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉินวกกลับ ณ ระดับอัตราดอกเบี้ยสูงมากๆ นั่นคือ ถ้าอัตราดอกเบี้ยสูงถึงระดับหนึ่ง ความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉินจะลดลงเนื่องจากอัตราดอกเบี้ยสูงเพียงพอที่จะจูงใจประชาชนในการนำเงินไปลงทุนในสินทรัพย์อื่น ทำให้มีแนวโน้มที่จะจับจ่ายใช้สอยและเก็บเงินไว้ใช้ในยามฉุกเฉินลดลง ตามรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แสดงเส้นความต้องการถือเงินเพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวันและยามฉุกเฉินที่มีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ย



2.1.3 ทฤษฎีความต้องการถือเงินของฟรีดแมน

ฟรีดแมนได้เริ่มต้นการวิเคราะห์ความต้องการถือเงินของผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สิน (The ultimate wealth) โดยมีหลักการในทำนองเดียวกับการวิเคราะห์อุปสงค์ต่อสินค้าของผู้บริโภค ซึ่งจะพิจารณาข้อจำกัดทางด้านงบประมาณในรูปของทรัพย์สินทั้งหมด (Total wealth) เทียบเคียงได้กับข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ (Budget constraint) ในการวิเคราะห์อุปสงค์สินค้าของผู้บริโภค เนื่องจากทรัพย์สินทั้งหมดเป็นเครื่องกำหนดขีดจำกัดสูงสุดเกี่ยวกับความสามารถของสังคมในการถือเงินไว้ในมือ ซึ่งความต้องการถือเงินตามแนวคิดของฟรีดแมนขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการ (ชมเพลิน จันทร์เรืองเพ็ญ, อ้างแล้ว : 57-58) คือ

ทรัพย์สินทั้งหมด

โดยทรัพย์สินตามแนวคิดของฟรีดแมนจะหมายถึง สิ่งใดๆ ก็ตามที่สามารถก่อให้เกิดกระแสของรายได้ในรูปของตัวเงิน หรือสิ่งของและบริการแก่ผู้ถือ เช่น ความสะดวก และความมั่นคง ตามแนวคิดนี้ทรัพย์สินมนุษย์ (Human wealth) ซึ่งแสดงความสามารถในการผลิตของมนุษย์และก่อให้เกิดรายได้ ควรจะถือเป็นส่วนหนึ่งของสินทรัพย์ทั้งหมดด้วย

ในขณะใดขณะหนึ่ง ทรัพย์สินที่แต่ละบุคคลมีอยู่ในครอบครองจะประกอบด้วยทั้งทรัพย์สินมนุษย์และทรัพย์สินที่มิใช่มนุษย์ ดังนั้นฟรีดแมนจึงได้ตั้งข้อสมมติได้ว่า อัตราส่วนของ

ทรัพย์สินที่มิใช่มนุษย์ต่อทรัพย์สินมนุษย์ที่แต่ละบุคคลมีอยู่ในครอบครองในขณะหนึ่งขณะใด (W) คงที่ หากทรัพย์สินของคนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของทรัพย์สินมนุษย์ หรือความสามารถในการหารายได้ในอนาคต ความไม่สามารถทดแทนกันได้กับสินทรัพย์ที่มิใช่มนุษย์ อาจมีผลทำให้คนมีความต้องการสภาพคล่องมากขึ้น นั่นคือ ทำให้มีความต้องการถือเงินเป็นจำนวนมากขึ้น แต่เนื่องจาก ผลตอบแทนจากทุนมนุษย์โดยทั่วไปแล้วจะสูงกว่าผลตอบแทนที่มิใช่มนุษย์ นั่นคือ ต้นทุนค่าเสียโอกาสของการถือเงินเมื่อวัดในรูปของอัตราผลตอบแทนจากทุนมนุษย์ จะสูงกว่าต้นทุนค่าเสียโอกาสของการถือเงินเมื่อวัดในรูปของอัตราผลตอบแทนจากทุนที่มิใช่มนุษย์ ดังนั้น ถ้าทรัพย์สินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของทรัพย์สินมนุษย์แล้วจำนวนเงินที่คนต้องการถือจะน้อยลง เนื่องจาก ต้นทุนค่าเสียโอกาสของการถือเงินจะสูงกว่า ในกรณีที่ทรัพย์สินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของทรัพย์สินที่มิใช่มนุษย์ และจากการที่ W มีผลต่อความต้องการถือเงินในลักษณะมีทิศทางสองทางดังกล่าว W จึงน่าจะเป็นตัวแปรหนึ่งที่จะกำหนดความต้องการถือเงิน

ผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สินสามารถแบ่งสรรการถือทรัพย์สินอยู่ในรูปต่างๆ เพื่อทำให้เขาได้รับอรรถประโยชน์สูงสุด ซึ่งฟรีดแมนชี้ให้เห็นรูปแบบของการถือทรัพย์สินห้ารูปแบบด้วยกัน คือ เงิน พันธบัตร หุ้น สินค้ากายภาพที่มิใช่มนุษย์ และ ทุนมนุษย์ ทรัพย์สินทั้งหมดรวมถึงทุกแหล่งที่ก่อให้เกิดกระแสของรายได้ชัดเจน เช่น ดอกเบี้ย เงินปันผล ฯลฯ หรือในรูปที่ไม่ชัดเจน เช่น บริการ ถ้าให้ i แสดงถึง อัตราดอกเบี้ยที่เป็นตัวเงิน W แสดงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพย์สินทั้งหมด และ Y เป็นรายได้ อาจแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$W = \frac{Y}{i} \qquad (2.5)$$

หรือ อาจเขียนได้อีกรูปหนึ่ง คือ

$$Y = iW \qquad (2.6)$$

ซึ่งสมการที่ (2.6) แสดงว่า รายได้เป็นผลตอบแทนของทรัพย์สินทุกชนิด

อัตราผลตอบแทนของทรัพย์สิน

เครื่องกำหนดองค์ประกอบของทรัพย์สินในรูปแบบต่างๆ ที่ผู้ถือทรัพย์สินต้องการถือ เพื่อทำให้เขาได้รับอรรถประโยชน์สูงสุด ฟรีดแมนมีความเห็นว่าต้นทุนค่าเสียโอกาสของการถือเงิน

จะเป็นเครื่องกำหนดปริมาณของทรัพย์สินในรูปของเงินที่คนต้องการถือ เนื่องจากต้นทุนค่าเสียโอกาสของการถือเงินคือ อัตราผลตอบแทนที่ควรจะได้รับจากการไม่ถือเงินแต่ถืออยู่ในรูปของสินทรัพย์อื่นๆ ดังนี้

- อัตราผลตอบแทนของเงิน ฟรีดแมนได้ตั้งข้อสมมติเพื่อให้ง่ายในการพิจารณาว่าเงินให้ผลตอบแทนในรูปของบริการเท่านั้น นั่นคือ ความสะดวกสบาย ความมั่นคง ฯลฯ ที่ผู้ถือเงินได้รับ เนื่องจากเงินทำให้ผู้ถือมีความสามารถที่จะซื้อสินค้าและบริการได้ ดังนั้น อัตราผลตอบแทนที่แท้จริงของเงินจะขึ้นอยู่กับระดับราคาทั่วไปของสินค้าและบริการ (P) เช่นเดียวกับ อัตราผลตอบแทนที่แท้จริงของสินทรัพย์ในรูปอื่นๆ

- อัตราผลตอบแทนของพันธบัตร ผลตอบแทนที่ผู้ถือพันธบัตรจะได้รับจากการถือพันธบัตรประกอบด้วยสองส่วนด้วยกันคือ ผลตอบแทนในรูปของตัวเงินต่อปีซึ่งคงที่กับผลตอบแทนที่เกิดจากกำไรส่วนทุนหรือขาดทุนส่วนทุนอันเนื่องมาจากการที่ราคาตลาดของพันธบัตรเปลี่ยนแปลงไป ในที่นี้จะใช้สัญลักษณ์ i_B แทนอัตราผลตอบแทนของพันธบัตร

- อัตราผลตอบแทนของหุ้น ฟรีดแมนตั้งข้อสมมติให้เป็นหุ้นชนิดที่มีการประกันอำนาจซื้อ นั่นคือเป็นหุ้นที่ประกันว่ากระแสของรายได้ที่จะได้รับจากหุ้นจะมีอำนาจซื้อคงที่ ดังนั้นผลตอบแทนของหุ้นจะประกอบด้วยสามส่วน คือ ผลตอบแทนในรูปของตัวเงินต่อปี การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของผลตอบแทนในรูปของตัวเงินอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของราคา และกำไรส่วนทุนหรือการลดลงของผลตอบแทนอันเนื่องมาจากการที่ราคาตลาดของหุ้นเปลี่ยนแปลงไป ในที่นี้ใช้สัญลักษณ์ i_E แทนอัตราผลตอบแทนของหุ้น

- อัตราผลตอบแทนของสินค้ากายภาพที่มิใช่มนุษย์ หมายถึง สินค้าถาวร (Durable good) หรือสินค้าที่มิได้บริโภคหมดสิ้นไปในทันที แต่จะถือไว้เพื่อให้บริการแก่ผู้เป็นเจ้าของในระยะเวลาหนึ่ง เช่น เครื่องจักร รถยนต์ บ้าน ฯลฯ ผลตอบแทนของสินค้ากายภาพจะอยู่ในรูปของสิ่งของหรือบริการ อย่างไรก็ตาม สินค้ากายภาพอาจให้ผลตอบแทนในรูปของเงินได้ หากมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในมูลค่าที่เป็นตัวเงินของสินค้าเหล่านี้ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับราคา (P) เมื่อให้ $\Delta P/P$ แสดงถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับราคา ดังนั้น $\Delta P/P$ จะแสดงถึง อัตราผลตอบแทนของการถือทรัพย์สินในรูปของสินค้ากายภาพ

- อัตราผลตอบแทนของทุนมนุษย์ ฟรีดแมนชี้ว่าอัตราผลตอบแทนของทุนมนุษย์ไม่สามารถหาได้โดยตรง ดังนั้น จึงไม่นำเอาอัตราผลตอบแทนของทุนมนุษย์มาพิจารณา อย่างไรก็ตาม ตัวแปรที่ฟรีดแมนเห็นว่ามีอิทธิพลต่อความต้องการถือเงิน คือ อัตราส่วนของทรัพย์สินที่มิใช่มนุษย์ต่อทรัพย์มนุษย์ (W) นั่นเอง

รสนิยมและความพอใจ

รสนิยมและความพอใจของผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สินในการถือเงิน อาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ ที่นอกเหนือจากสาเหตุทางด้านรายได้ นั่นคือ แต่ละบุคคลให้คุณค่าเกี่ยวกับการมีสภาพคล่องแตกต่างกันออกไป เช่น บุคคลบางคนอาจให้คุณค่าการมีสภาพคล่องสูงเนื่องจากเป็นผู้ไม่ชอบความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ก็จะพอใจที่จะถือเงินในมือไว้จำนวนมากในขณะใดขณะหนึ่ง ในที่นี้จะใช้สัญลักษณ์ u แทนปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อรสนิยมและความพอใจของผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สิน

เมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อความต้องการถือเงินของผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สินมาพิจารณาร่วมกัน จะได้ฟังก์ชันความต้องการถือเงินของฟรีดแมน ดังนี้

$$M^D = f(P^-, i_B{}^-, i_E{}^-, \frac{\Delta P^-}{P}, w^{+-}, \frac{Y^+}{i}, u^{+-}) \qquad (2.7)$$

โดยที่ M^D คือ ความต้องการถือเงิน

P คือ ระดับราคา

i_B คือ อัตราผลตอบแทนของพันธบัตร

i_E คือ อัตราผลตอบแทนของหุ้น

$\Delta P/P$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับราคา

W คือ อัตราส่วนของทรัพย์สินที่มิใช่มนุษย์ต่อทรัพย์สินมนุษย์

$\frac{Y}{i}$ คือ ทรัพย์สินทั้งหมด ซึ่งก็คือ W

u คือ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อรสนิยมและความพอใจของผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สิน

ในที่นี้เครื่องหมาย + แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และเครื่องหมาย – แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามจะเป็นไปในทิศทางตรงข้าม

ถ้าระดับราคาสินค้า (P) สูงขึ้น เงินที่ถืออยู่ในมือจะมีมูลค่าที่แท้จริงหรืออำนาจซื้อลดลง ดังนั้น ความต้องการถือเงินจะลดลง เช่นเดียวกัน ถ้าอัตราผลตอบแทนของพันธบัตร(i_B) หรือหุ้น(i_E) หรือ สินค้ากายภาพ($\Delta P/P$) สูงขึ้น ผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สินย่อมต้องการถือทรัพย์สินในรูปดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น และถือทรัพย์สินในรูปของเงินลดลง ทางด้านรายได้ (Y) เมื่อรายได้สูงขึ้น โดย

ทั่วไปแล้ว ผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สินจะมีความต้องการถือเงินสูงขึ้น สำหรับอัตราส่วนของทรัพย์สินที่มิใช่มนุษย์ต่อทรัพย์สินมนุษย์ (W) และ ตัวแปรที่มีผลกระทบทางด้านรสนิยมและความพอใจ (u) อาจมีผลกระทบต่อความต้องการถือเงินทั้งในทางเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

2.1.4 แนวคิดความต้องการถือเงิน cash-in-advance model

Hueng (1997) ได้พัฒนาแบบจำลอง Shopping-time ที่เสนอโดย McCallum (1989 : 35) ซึ่งทำการศึกษาความต้องการถือเงิน โดยเน้นเฉพาะอัตราดอกเบี้ยในประเทศ และรายได้ที่แท้จริง ซึ่ง Hueng ได้สร้างแบบจำลอง cash-in-advance model ในระบบเศรษฐกิจแบบเปิด เพื่อพิจารณาผลกระทบจากตัวแปรต่างประเทศที่จะมีต่อความต้องการถือเงินภายในประเทศ

สมมติให้มีเพียง 2 ประเทศ ซึ่งมีเงินตราคนละสกุล สินค้าคนละชนิดและมีพันธบัตรของแต่ละประเทศ สามารถแสดงฟังก์ชันอรรถประโยชน์สูงสุดของแต่ละบุคคลตลอดช่วงเวลาของชีวิตได้ดังนี้

$$W = u(c_t, c_t^*, L_t) + \sum_{j=1}^{\infty} \beta^j E_t[u(c_{t+j}, c_{t+j}^*, L_{t+j})] \qquad (2.8)$$

โดยที่ c_t และ c_t^* เป็นการบริโภคสินค้าภายในประเทศที่แท้จริง และ การบริโภคสินค้าต่างประเทศที่แท้จริงของประเทศหนึ่ง ตามลำดับ

L_t เป็น เวลาว่างจากการทำงานของบุคคลในประเทศหนึ่ง

$0<\beta<1$ เป็น อัตราส่วนลด (Discount rate) ซึ่งกำหนดให้คงที่

E_t เป็นเงื่อนไขที่คาดหวังของข้อมูล ณ เวลา t

กำหนดให้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์สามารถหาอนุพันธ์ลำดับที่สองได้ (Second order differentiate) และมีลักษณะเป็น Strictly concave

จากนั้นกำหนดให้บุคคลจะแบ่งการถือทรัพย์สินเป็น4 ประเภท คือ เงินตราในประเทศและต่างประเทศ และ พันธบัตรในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจะให้ผลตอบแทนเป็นอัตราดอกเบี้ย r_t และ r_t^* ตามลำดับ ข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ (Budget constraint) ของบุคคล ในเวลา t สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$M_t + B_t + e_t M_t^* + e_t B_t^* = M_{t-1} + (1 + r_{t-1}) B_{t-1} + e_t M_{t-1}^*$$
$$+ e_t (1 + r_{t-1}^*) B_{t-1}^* + P_t (w_t + c_t) - e_t P_t^* c_t^* \tag{2.9}$$

โดยที่ M_t และ M_t^* คือ จำนวนเงินสกุลในประเทศ และสกุลต่างประเทศที่บุคคลถือไว้ตามลำดับ

B_t และ B_t^* คือ พันธบัตรในประเทศและต่างประเทศที่บุคคลถือไว้ ตามลำดับ

r_t และ r_t^* คือ อัตราดอกเบี้ยในรูปตัวเงินในประเทศและต่างประเทศตามลำดับ

P_t และ P_t^* คือ ระดับราคาสินค้าในประเทศ และต่างประเทศ ตามลำดับ

e_t เป็นอัตราแลกเปลี่ยนในรูปตัวเงิน

หารสมการที่ (2.9) ด้วย P_t จะได้

$$m_t + b_t + q_t m_t^* + q_t b_t^* = (1 + \pi_{t-1})^{-1} m_{t-1} + (1 + \pi_{t-1})^{-1} (1 + r_{t-1}) b_{t-1}$$
$$+ q_t (1 + \pi_{t-1}^*)^{-1} m_{t-1}^* + q_t (1 + \pi_{t-1}^*)^{-1} (1 + r_{t-1}^*) b_{t-1}^*$$
$$+ w_t - c_t - q_t c_t^* \tag{2.10}$$

โดยที่ m_t และ m_t^* คือ ปริมาณเงินสกุลในประเทศและต่างประเทศที่แท้จริงที่บุคคลถืออยู่ตามลำดับ

b_t และ b_t^* คือ พันธบัตรในประเทศและต่างประเทศที่แท้จริงที่บุคคลถืออยู่ตามลำดับ

π_t และ π_t^* คือ อัตราเงินเฟ้อภายในประเทศและต่างประเทศ ตามลำดับ

$q_t = e_t P_t^* / P_t$ คือ อัตราแลกเปลี่ยนที่แท้จริง

สมมติให้สินค้าภายในประเทศและต่างประเทศ จะซื้อได้ด้วยเงินตราสกุลในประเทศและต่างประเทศ ตามลำดับ จากข้อกำหนดนี้บุคคลจะขึ้นอยู่กับข้อจำกัด cash-in-advance ดังนี้

$$c_t = N_t m_t \text{ และ } c_t^* = N_t^* m_t^* \tag{2.11}$$

โดยที่ N_t และ N_t^* คือ จำนวนของเวลาที่บุคคลถอนเงินสกุลในประเทศและต่างประเทศ ตามลำดับ

เวลาว่างจากการทำงาน (L_t) จะหมดไปในการถอนเงินทั้งสกุลในประเทศและต่างประเทศ ที่ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี ดังนี้

$$1 - L_t = f(N_t) + f^*(N_t^*) \tag{2.12}$$

โดยที่ $f' > 0$, $f^{*'} > 0$, $f'' < 0$ และ $f^{*''} < 0$

จากสมการที่ (2.8) (2.11) และ (2.12) สามารถเขียนฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในทางอ้อมได้ ดังนี้

$$W = u[c_t, c_t^*, 1 - f(\frac{c_t}{m_t}) - f^*(\frac{c_t^*}{m_t^*})] + \sum_{j=1}^{\infty} \beta^j E_t\{u[c_{t+j}, c_{t+j}^*, 1 - f(\frac{c_{t+j}}{m_{t+j}}) - f^*(\frac{c_{t+j}^*}{m_{t+j}^*})]\} \tag{2.13}$$

เขียนใหม่ได้เป็นฟังก์ชัน ดังนี้

$$W = U(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*) + \sum_{j=1}^{\infty} \beta^j E_t[U(c_{t+j}, c_{t+j}^*, m_{t+j}, m_{t+j}^*)] \tag{2.14}$$

โดยที่ $U_c = u_c - f_c u_L$, $U_{c^*} = u_{c^*} - f_{c^*} u_L$, $U_m = u_m - f_m u_L$ และ $U_{m^*} = u_{m^*} - f_{m^*} u_L$

ดังนั้น สมการที่ (2.14) จะเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function) โดยขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางด้านงบประมาณตามสมการที่ (2.10) สามารถหาการจัดสรรการถือทรัพย์สินเพื่อ

ให้ได้อรรถประโยชน์สูงสุดของบุคคล โดยการหาอนุพันธ์ลำดับที่หนึ่ง (First-order differentiate) จะได้

$$\frac{U_m(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*)}{u_c(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*)} = 1 - \frac{1}{1 + r_t} \tag{2.15}$$

$$\frac{U_m^*(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*)}{u_c^*(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*)} = 1 - \frac{1}{1 + r_t^*} \tag{2.16}$$

$$\frac{U_c(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*)}{u_c^*(c_t, c_t^*, m_t, m_t^*)} = \frac{1}{q_t} \tag{2.17}$$

เห็นได้ว่า สมการที่ (2.15) และ (2.16) แสดงถึง อัตราการทดแทนกันหน่วยสุดท้าย ระหว่างดุลเงินสดที่แท้จริง (Real cash balance) กับ การบริโภค จะเท่ากับต้นทุนค่าเสียโอกาสในการถือเงิน

สมการที่ (2.17) แสดงถึงอัตราการทดแทนกันหน่วยสุดท้ายระหว่างสินค้าในประเทศกับสินค้าต่างประเทศ จะเท่ากับ ราคาโดยเปรียบเทียบ (Relative price)

เนื่องจากฟังก์ชันอรรถประโยชน์ทางอ้อม (Indirect utility function) และข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ (Budget constraint) สามารถหาอนุพันธ์ลำดับที่สองได้ ดังนั้น จะสามารถหาคำตอบของสมการได้ นั่นคือ เราสามารถหาการจัดสรรการถือทรัพย์สินเพื่อให้ได้อรรถประโยชน์สูงสุดของบุคคลได้

ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันในข้างต้นสามารถอธิบายเป็นฟังก์ชันความต้องการถือเงินได้โดยแสดงให้เห็นว่า m_t และ m_t^* เป็นฟังก์ชันของ c_t , c_t^* , r_t , r_t^* และ q_t ดังนั้น ฟังก์ชันความต้องการถือเงินในประเทศ ที่มีระบบเศรษฐกิจแบบเปิด สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$\frac{M_t}{P_t} = F(c_t, c_t^*, r_t, r_t^*, q_t) \tag{2.18}$$

กำหนดให้ y_t และ y_t^* เป็น ผลผลิตที่แท้จริงภายในประเทศ และต่างประเทศ ตามลำดับจากข้อสมมติที่ให้มีเพียง 2 ประเทศ และมีความสมมาตร (Symmetric) ดุลยภาพในตลาดสินค้าจะแสดงได้ดังนี้

$$c_t = y_t/2 \text{ และ } c_t^* = y_t^*/2 \tag{2.19}$$

ดังนั้น สามารถเขียนสมการที่ (2.18) ได้ใหม่ เป็น

$$\frac{M_t}{P_t} = F(y_t, y_t^*, r_t, r_t^*, q_t) \tag{2.20}$$

ในทางเศรษฐศาสตร์จะสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยในรูปตัวเงิน (Nominal interest rate: i) อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (Real interest rate: r) และอัตราเงินเฟ้อ (Inflation: π) ได้ดังนี้ (Gregory ,1999 : 169)

$$r = i - \pi \tag{2.21}$$

นั่นคือ อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง จะเท่ากับผลต่างระหว่างอัตราดอกเบี้ยในรูปของตัวเงินกับอัตราเงินเฟ้อ

เขียนสมการที่ (2.21) ได้ใหม่เป็นดังนี้

$$i = r + \pi \tag{2.22}$$

เรียกสมการที่ (2.22) ว่า สมการฟิชเชอร์ (Fisher equation) ซึ่งสร้างขึ้นโดยเออร์วิง ฟิชเชอร์ ซึ่งสมการที่ (2.22) จะแสดงให้เห็นว่า อัตราดอกเบี้ยในรูปตัวเงินจะเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจาก 2 สาเหตุ คือ เกิดการเปลี่ยนแปลงในอัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง หรือ อัตราเงินเฟ้อ นั่นคือ อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริงและอัตราเงินเฟ้อ มีบทบาทในการกำหนดอัตราดอกเบี้ยในรูปตัวเงินร่วมกัน

จากสมการฟิชเชอร์ เมื่ออัตราเงินเฟ้อเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้อัตราดอกเบี้ยในรูปตัวเงินเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 เช่นกัน ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one for one relation) ระหว่างอัตราเงินเฟ้อกับอัตราดอกเบี้ยในรูปตัวเงินนี้ เรียกว่า ผลกระทบฟิชเชอร์ (Fisher effect)

ดังนั้นจะสามารถแสดงฟังก์ชันความต้องการถือเงิน cash-in-advance model ตามสมการที่ (2.20) ได้ใหม่เป็นดังนี้

$$\frac{M_t}{P_t} = F(y_t, y_t^*, \pi_t, \pi_t^*, q_t) \tag{2.23}$$

จะได้สมการที่ (2.23) เป็นฟังก์ชั่นความต้องการถือเงิน cash-in-advance model โดยการใช้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในการสร้างแบบจำลอง

2.2 แนวคิดและวิธีการทางเศรษฐมิติ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์มหภาคที่ผ่านมาประสบปัญหาความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious relationship) ของฟังก์ชันที่ประมาณค่าได้ เนื่องจาก ข้อมูลส่วนใหญ่ทางด้านเศรษฐกิจมหภาคมักมีลักษณะเป็น Non-stationarity และ Stochastic process (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2539 : 21) นั่นคือ ค่าเฉลี่ย(Mean)และค่าความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูลมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ทำให้การอ้างอิงทางสถิติหรือการวิเคราะห์เชิงนโยบายใดๆ ที่อิงกับค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองที่ประมาณค่าจากข้อมูลชุดดังกล่าวบิดเบือนไปจากข้อเท็จจริง โดยสามารถสังเกตได้จากค่าสถิติบางค่า คือค่า t-statistics จะมีการแจกแจงที่ไม่เป็นมาตรฐาน และมีค่า R^2 สูง ในขณะที่ค่า Durbin-Watson (DW) statistic อยู่ในระดับต่ำ (Gujarati,1995 : 275) ปัญหาของข้อมูลที่เป็น Non-stationary และผลกระทบต่อการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ทางเศรษฐมิตินั้นมักถูกละเลย หรือตั้งสมมุติฐานว่าข้อมูลที่ใช้ศึกษามีคุณสมบัติเป็น Stationarity ซึ่งจะทำให้ค่าสถิติที่ประมาณค่าได้ไม่มีประสิทธิภาพ และขาดความน่าเชื่อถือ

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้เกิดการพัฒนาเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐมิติ เรียกว่า Cointegration และ Error-correction เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็น Non-stationary ได้ โดยใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegrating relationships) ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ได้โดยตรง

สำหรับวิธีการทางเศรษฐมิติที่จะระบุว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้ในการประมาณค่ามีลักษณะเป็น Stationary หรือไม่นั้น สามารถทดสอบได้โดยใช้การทดสอบ Unit root หรือการทดสอบอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (Orders of integration) ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ วิธีการทดสอบของ Dickey and Fuller (1981) และวิธีของ Phillips and Perron (1988) หาก

พบว่าข้อมูลที่นำมาประมาณค่านั้นมีลักษณะเป็น Non-stationary หรือ I(1) แล้ว จะใช้เทคนิค Cointegration และ Error correction เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run equilibium relationship) ต่อไป

2.2.1 การทดสอบ Unit root

เนื่องจากการนำข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Non-stationary นั้น ค่าเฉลี่ย(Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูลมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ซึ่งหากความสัมพันธ์ในระยะยาวของตัวแปรทางเศรษฐกิจ มีการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพ จะทำให้ความสัมพันธ์ระยะยาวของตัวแปรทางเศรษฐกิจนั้น มีความผันผวนออกจากดุลยภาพระยะยาวไปเรื่อย ๆ ไม่คงที่ ทำให้การอ้างอิงทางสถิติหรือการวิเคราะห์เชิงนโยบายใดๆ ที่อิงกับค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองที่ประมาณค่าจากข้อมูลชุดดังกล่าวบิดเบือนไปจากข้อเท็จจริง ดังนั้นก่อนที่จะมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศษฐกิจต่าง ๆ จึงควรที่จะนำตัวแปรเหล่านั้นมาทดสอบว่าข้อมูลมีคุณสมบัติเป็น Stationarity หรือไม่

การทดสอบ Unit root หรือ การทดสอบอันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (Orders of integration) ในการศึกษานี้ จะเลือกใช้วิธีการทดสอบตามวิธีการทดสอบของ Dickey and Fuller ซึ่งเริ่มต้นด้วยการประมาณการ (Autoregressive Model) ดังนี้

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 X_{t-1} + e_t \qquad (2.24)$$

จากสมการที่ (2.24) X_t จะเป็น Stationary ได้ ก็ต่อเมื่อ $|\alpha_2| < 1$ ซึ่งสามารถทดสอบได้ โดยการ difference สมการที่ (2.24) ดังนี้

$$X_t - X_{t-1} = \alpha_0 + \alpha_1 T + (\alpha_2 - 1)X_{t-1} + e_t \qquad (2.25)$$

จากสมการที่ (2.25) ให้ ΔX_t แทนค่า $X_t - X_{t-1}$ และ ρ แทนค่า $(\alpha_2 - 1)$ จะได้สมการดังนี้

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \rho X_{t-1} + e_t \qquad (2.26)$$

โดยที่ x_t คือ ตัวแปรที่ทำการศึกษา ณ เวลา t

α_0 คือ drift term

T คือ ค่าแนวโน้มตามเวลา (Time trend)

α_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Time trend

x_{t-1} คือ ตัวแปรที่ทำการศึกษา

ρ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร x ณ เวลาที่ t –1

e_t คือ ตัวแปรสุ่ม หรือ random variables ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนคงที่ $e_t \sim N(0,\sigma^2)$ เป็น error term ที่มีลักษณะ white noise

จากนั้นจะทดสอบสมมติฐานตามวิธีการของ Dickey and Fuller (DF) เพื่อทำการทดสอบ Unit root ดังนี้

$$H_0 : \rho = 0 \quad \text{หรือ } (\alpha_2 = 1)$$
$$H_1 : \rho < 0 \quad \text{หรือ } |\alpha_2| < 1$$

โดยค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ Tau ratio (τ) ซึ่งมีการคำนวนเหมือน t-statistics เมื่อนำค่าสถิติที่คำนวนได้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตแล้ว ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ได้ แสดงว่า ตัวแปรที่นำมาศึกษานั้น มีลักษณะเป็น Non-stationary

อย่างไรก็ตาม Dickey and Fuller (1979, 1981) ยังได้เสนอวิธี " Augmented Dickey Fuller" หรือ "ADF" ซึ่งสามารถทดสอบ Unit root ได้ดีกว่า หากตัวแปรสุ่ม (error term) มีความสัมพันธ์กันในอันดับที่สูงขึ้น โดยทำการทดสอบได้จากสมการ ดังนี้

$$\Delta x_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \rho x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta x_{t-i} + e_t \qquad (2.27)$$

โดยที่ p = จำนวนของ lagged value of first differences of dependent variable ที่ใส่เข้าไปเพื่อแก้ปัญหา autocorrelation ในตัวแปรสุ่ม e_t

จากสมการที่ (2.27) สำหรับการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \rho = 0$ โดยใช้การทดสอบด้วย τ - ratio หากค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวในรูป absolute term น้อยกว่าค่าวิกฤตในตารางไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ได้แล้ว แสดงว่าตัวแปรที่นำมาศึกษามีลักษณะเป็น Non-stationary และหากค่าสัมประสิทธิ์ในรูป absolute term มากกว่าค่าวิกฤตในตาราง สามารถปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ได้ แสดงว่าตัวแปรที่นำมาศึกษา มีลักษณะเป็น Stationary

อย่างไรก็ตาม การหาจำนวนของความล่าช้า (lag) ที่เหมาะสม ควรเลือกจำนวนที่ยาวเพียงพอที่จะทำให้ค่า autocorrelation หมดไป หรือค่า e_t เป็น white noise แต่ต้องไม่ยาวมากเกินไปจนทำให้ความน่าเชื่อถือของสมการลดลง หรือไม่สูญเสีย degree of freedom มากจนเกินไป ซึ่งหลักเกณฑ์ในการเลือกจำนวนของความล่าช้าที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ หลักเกณฑ์ของ AIC (Akaike Information Criterion) โดยจะต้องเลือกสมการที่มีจำนวนความล่าช้าที่ทำให้ค่า AIC ต่ำที่สุด โดยสมการการคำนวนสามารถแสดงได้ดังนี้

$$AIC(p) = T\log\hat{\sigma}^2 + 2p \tag{2.28}$$

โดยที่ p คือ จำนวนค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณ

T คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{RSS}{(n-p)} \tag{2.29}$$

RSS (Residual Sum of Square) $= \sum \hat{e}_t^2$

2.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ Cointegration และ Error Correction

Cointegration และ Error Correction เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติแนวใหม่ที่สามารถใช้ทดสอบเพื่อดูว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ในระยะยาว (Long-run equilibrium relationship) หรือไม่ โดยลักษณะเด่นประการหนึ่งของการใช้เทคนิคดังกล่าว คือ จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious regresstion) แม้ว่าตัวแปรที่ใช้จะมีคุณลักษณะเป็น Non-stationary process

จากแนวคิดของ Cointegration แม้ว่าตัวแปรที่ใช้ในสมการที่ (2.30) จะมีลักษณะเป็น Non-stationary process หรือมีค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูลมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา แต่ตัวแปรเหล่านั้นอาจมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegrating relationships) ภายใต้เงื่อนไขที่ x_t และ y_t มีความสัมพันธ์กันใน

ลักษณะหนึ่งที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ประมาณค่าได้จากสมการที่ (2.30) นั่นคือ z_t ในสมการที่ (2.31) มีลักษณะเป็น I(0) หรือ $z_t \sim$ I(0) ถ้าสามารถกล่าวได้ว่า x_t และ y_t มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538)

$$y_t = \alpha_1 + \beta x_t + z_t \tag{2.30}$$

$$z_t = y_t - \alpha_t - \beta x_t \tag{2.31}$$

ถ้าพบว่า x_t และ y_t ในสมการที่ (2.30) มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว จะสามารถสร้างแบบจำลองการปรับตัวที่เรียกว่า "Error-Correction Mechanism" เพื่ออธิบายกระบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ (2.31) เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ ตามแสดงไว้ในสมการที่ (2.32) และ (2.33) ข้อสังเกตคือ รูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นจะคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนจากการปรับตัวของตัวแปรต่าง ๆ ในระยะยาว (z_{t-1}) เข้าไปด้วย สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$\Delta x_t = \phi_1 z_{t-1} + \{lagged(\Delta x_t, y_t)\} + \varepsilon_{1t} \tag{2.32}$$

$$\Delta y_t = \phi_2 z_{t-1} + \{lagged(\Delta x_t, y_t)\} + \varepsilon_{2t} \tag{2.33}$$

โดยที่ $z_t = y_t + \beta' x_t . z_{t-1}$ เป็นตัว Error-correction (EC) term โดยสัมประสิทธิ์ของ z_{t-1} หรือ ϕ_1 และ ϕ_2 เป็นความเร็วของการปรับตัวในระยะสั้นเพื่อกลับเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว เมื่อมีการคลาดเคลื่อนออกจากดุลยภาพ โดยค่า ϕ_1 และ ϕ_2 ต้องมีค่าน้อยกว่าศูนย์ และไม่เท่ากับศูนย์ เพื่อให้ขนาดของการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพในระยะยาวปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพที่ถูกต้องในระยะยาว นอกจากนี้ ε_{1t} และ ε_{2t} ต้องเป็น white noise ดังนั้น สมการที่ (2.33) และ (2.34) ซึ่งแสดงถึงรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลองของ ECM Model สามารถอธิบายได้ว่าเป็นกลไกที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้นเมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ภาวะดุลยภาพในระยะยาวของตัวแปร x_t และ y_t ที่มีความสัมพันธ์กันในระบบเศรษฐกิจ $(y_t = \beta x_t)$

2.2.3 แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลอง Autoregressive Distributed Lag (ARDL Model) และการประมาณค่าแบบจำลอง Error Correction (ECM Model)

จากการทดสอบ Unit root หากพบว่าข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะเป็น Non-stationarity แล้ว การใช้เทคนิค Cointegration ในการหาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวจะมีความเหมาะสม เนื่องจาก Cointegrated system เป็นขั้นตอนการทดสอบ เพื่อดูว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวตามที่ระบุไว้ในทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่ โดยการทดสอบการมีดุลยภาพในระยะยาว หรือ Cointegration กำหนดเงื่อนไขว่าจะต้องระบุได้แน่นอนว่า ตัวแปรทางเศรษฐกิจที่นำมาทดสอบนั้นมีอันดับความสัมพันธ์ (Order of integration) ในลำดับใด

อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีทดสอบเพื่อหาอันดับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ผลการทดสอบที่แตกต่างกันไป (Bahmani-Oskooee และ Kara, 2000 : 91) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่แบบจำลองมีตัวแปรทั้งที่อยู่ในรูประดับ (Level) และในรูปของอัตราการเปลี่ยนแปลง จากความไม่แน่นอนของผลการทดสอบหาอันดับความสัมพันธ์ดังกล่าว ทำให้ Pesaran และ Shin (1995) และ Pesaran, et al. (1996) ได้พัฒนาเทคนิคการทดสอบ Cointegration ที่เรียกว่า Autoregressive distributed lag (ARDL) ขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

สำหรับแบบจำลองเชิงพลวัตร (Dynamic Model) โดยทั่วไปจะประกอบด้วยค่าปัจจุบันของตัวแปรและค่าความล่าช้า (Lagged) ของตัวแปรอยู่ในสมการร่วมกัน ซึ่งระบบสมการในลักษณะดังกล่าว สามารถสร้างได้หลายรูปแบบ เช่น

แบบจำลอง Distributed lag Model

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 x_{t-1} + u_t \qquad (2.34)$$

แบบจำลอง Autoregressive Model

$$y_t = \beta_t + \beta_2 x_t + \beta_3 y_{t-1} + u_t \qquad (2.35)$$

แบบจำลอง Autoregressive Distributed Lag Model

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 x_{t-1} + \beta_4 y_{t-1} + u_t \qquad (2.36)$$

โดยที่ y คือตัวแปรตาม และ x คือตัวแปรต้นของแบบจำลอง จากสมการที่ (2.36) แสดงลักษณะการประมาณค่าแบบจำลองเชิงพลวัตร โดยใช้ค่าล่า (lagged) ลำดับที่ 1 ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามสำหรับการประมาณค่าแบบจำลอง ซึ่งสามารถเขียนได้เป็น ARDL(1,1) ดังนั้น ถ้าระบบสมการในการประมาณค่ามีการใช้ลำดับค่าล่าของข้อมูล ณ ลำดับ (order) ใดๆ โดยสมมติให้ p และ q แทนลำดับค่าล่าของข้อมูล จะสามารถเขียนได้เป็น ARDL(p,q) ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปสมการได้ ดังนี้

$$y_t = a + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \ldots + \beta_q x_{t-q} + \sum_{i=1}^{p} \phi_i y_{t-p} + u_t \qquad (2.37)$$

โดยที่ p คือ ลำดับค่าล่าของตัวแปรตาม

q คือ ลำดับค่าล่าของตัวแปรต้น

จากโครงสร้างในรูป Lag structure ในข้างต้น สามารถทำการ Generalization ให้เป็นสมการในรูป Lag polynomial ภายใต้เงื่อนไขของค่าความคลาดเคลื่อน (u_t) ต้องเป็น white noise คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่แล้ว ระบบสมการ ARDL (p,q) สามารถแสดงในรูป Vector ได้ดังนี้ (Belke, 2000 : Online)

$$\phi(L,p) y_t = \sum_{i=1}^{k} \beta_i (L, q_i) x_{it} + \delta' w_t + u_t \qquad (2.38)$$

โดยที่ $$\phi(L,p) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \ldots - \phi_p L^p \qquad (2.39)$$

$$\beta(L,q_i) = 1 - \beta_{i1} L - \beta_{i2} L^2 - \ldots - \beta_{iq_i} L^{q_i} \qquad (2.40)$$

$$i = 1,2,\ldots, k$$

L แสดงถึง lag operator $Ly_t = y_{t-1}$

y_t คือ Vector ของ ตัวแปรตาม (Dependent variable) ที่เวลา t

x_{it} คือ Vector ของตัวแปรต้น (Independent variable) ที่ i ณ เวลา t

w_t คือ $s \times 1$ Vector ของตัวแปรคงที่ (Deterministic variables) เช่น Intercept, Seasonal dummies, Time trend หรือ ตัวแปรกำหนดอื่น ๆ ที่มีค่าคงที่

จากสมการที่ (2.38) การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร y ที่เกิดขึ้นเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร x สามารถประมาณค่าได้จาก

$$\hat{\theta}_i = \frac{\hat{\beta}_{i0} + \hat{\beta}_{i1} + \hat{\beta}_{i2} + \dots + \hat{\beta}_{iq_i}}{1 - \hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_2 - \hat{\phi}_3 - \dots - \hat{\phi}_\beta} \qquad (2.42)$$

ซึ่ง $\hat{\theta}_i$ คือ ค่าพารามิเตอร์แสดงการเปลี่ยนแปลงของ y_t เมื่อ x_t มีการเปลี่ยนแปลง

และการเปลี่ยนแปลงของ y_t ต่อการเปลี่ยนแปลงในตัวแปร Deterministic w_t ที่มีค่าล่าคงที่ จะถูกกำหนดโดย การแปลงรูปค่าพารามิเตอร์ δ ที่ประมาณได้จากสมการ (2.38) โดยเทคนิค OLS ได้ดังนี้

$$\hat{\varphi} = \frac{\hat{\delta}(\hat{p}, \hat{q}_1, \dots, \hat{q}_k)}{1 - \hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_2 - \dots - \hat{\phi}_\beta} \qquad (2.42)$$

ซึ่ง $\hat{\varphi}$ คือ ค่าพารามิเตอร์แสดงการเปลี่ยนแปลงของ y_t เมื่อตัวแปร Deterministic w_t มีการเปลี่ยนแปลง

การจัดรูปแบบสมการที่เป็น Adjustment process เพื่อเข้าสู่การ parameterization ของแบบจำลองให้อยู่ในรูปแบบของ ECM (Error Correction Model) นั้นสามารถแสดงโดยสมมติให้ระบบสมการที่มีความสัมพันธ์ในระยะยาวถูกกำหนดโดยสมการ (2.43) ดังนี้

$$Y_t = \gamma_1 + \gamma_2 X_t \qquad (2.43)$$

โดย x เป็นตัวแปรต้น และ y เป็นตัวแปรตามในแบบจำลอง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ไม่ได้อยู่ในดุลยภาพตลอดเวลา ทำให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ในระยะยาวได้โดยตรง แต่สามารถที่จะหาความสัมพันธ์ที่ขาดดุลยภาพ (dis-equilibrium relationship) ได้ด้วยการพิจารณาถึงค่าความล่าช้าของตัวแปรในสมการ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} + \phi_1 y_{t-1} + u_t \qquad (2.44)$$

โดยที่ $0 < \phi < 1$

จะเห็นได้ว่าสมการ (2.44) มีตัวแปรในรูปประดับ (Level) ของตัวแปรที่เป็น Non-stationary อยู่ในรูป ARDL(1,1)และเมื่อทำการจัดรูปแบบสมการใหม่อีกครั้ง และทำการจัดรูปแบบค่าพารามิเตอร์ใหม่ (reparameterised) โดยการลบสมการ (2.44) ทั้งสองข้างด้วย y_{t-1} จะได้เป็นสมการที่ (2.45) ดังนี้

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} - (1-\phi) y_{t-1} + u_t \qquad (2.45)$$

เนื่องจาก $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ และ $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ จัดสมการใหม่ได้ ดังนี้

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_2) x_{t-1} - (1-\phi) y_{t-1} + u_t \qquad (2.46)$$

จากนั้นทำการจัดรูปแบบค่าพารามิเตอร์ในสมการที่ (2.46)ใหม่ จะได้สมการที่ (2.47)

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t - (1-\phi)[y_{t-1} - \gamma_2 x_{t-1}] + u_t \qquad (2.47)$$

โดยที่ $\gamma_2 = (\beta_0 + \beta_2)/(1-\phi)$

จากนั้นทำการจัดรูปแบบค่าพารามิเตอร์ในสมการที่ (2.47) ใหม่ จะได้สมการที่ (2.48)

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t - (1-\phi)[y_{t-1} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-1}] + u_t \qquad (2.48)$$

โดยที่ $\gamma_1 = \beta_0 /(1-\phi)$

สมการที่ (2.48) จะแสดงถึงกระบวนการปรับตัวของความสัมพันธ์ เมื่อมีการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพ โดยที่การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร y จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร x และ term ของ $[y_{t-1} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-1}]$ ที่แสดงความสัมพันธ์ที่ขาดดุลยภาพ (Dis-equilibrium relationship) ในช่วงเวลาก่อนหน้า และ ค่า γ_1 และ γ_2 จะแสดงค่าพารามิเตอร์ของความสัมพันธ์ในระยะยาว ในสมการที่ (2.43) นอกจากนี้ ค่า $-(1-\phi)$ ในสมการที่ (2.48) จะหมายถึงการลดลงของความผิดพลาด เพราะเงื่อนไขที่ $0 < \phi < 1$ ค่า $-(1-\phi)$ ที่ได้จึงเป็นค่าความเร็วในการปรับตัวสู่ดุลยภาพ (Speed of adjustment process) ในระยะยาว ดังนั้น สมการที่ (2.48) จึงถือได้ว่าเป็น Error Correction Model (ECM) ซึ่งสามารถพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

แบบจำลองที่แสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นตามรูปแบบของ ECM นั้น มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบจำลองที่แสดงการปรับตัวในระยะสั้นที่เรียกว่า "General-to-Specific Approach" ซึ่งเสนอโดย Hendry (1979,1984) ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานคือ จะพยายามหลีกเลี่ยงการกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรทางเศรษฐกิจในแบบตายตัว โดยพยายามให้การกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรทางเศรษฐกิจถูกกำหนดโดยลักษณะของข้อมูลในแบบจำลองนั้น ๆ ให้มากที่สุด เนื่องจาก ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ส่วนใหญ่ สามารถชี้ให้เห็นว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจใดบ้างที่จะส่งผลให้เกิดดุลยภาพทางเศรษฐกิจในระยะยาว (Long-run economic equilibrium) แต่ทฤษฎีส่วนใหญ่ไม่สามารถชี้ให้เห็นถึงการปรับตัวในระยะสั้น (Short-run adjustment) ของตัวแปรต่างๆ ที่อยู่ในแบบจำลองเหล่านั้นว่ามีรูปแบบอย่างไร จึงควรที่จะกำหนดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นให้มีลักษณะทั่วไปมากที่สุด จากนั้นจึงใช้การทดสอบทางสถิติ เช่น F-test เพื่อกำจัดตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออกไปเรื่อยๆ ตามลำดับ (Test down) จนกระทั่งได้สมการขั้นสุดท้าย (Final parsimonnious equation) ที่มีค่าสถิติที่ดี และแสดงรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองนั้นๆ ได้ (รังสรรค์ หทัยเสรี,2538 : 29)

ดังนั้นจะสามารถจัดรูปแบบการปรับตัวในระยะสั้นตามแบบจำลอง ARDL(p,q) ตามสมการที่(2.45) ให้แสดงการปรับตัวในระยะสั้นในรูปแบบทั่วไปได้ โดยสมมติให้แบบจำลอง ARDL (p,q) มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_{t-1} + \beta_3 x_{t-2} + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + u_t \qquad (2.49)$$

ทำการจัดรูปแบบสมการ (2.49) ใหม่ได้ ดังนี้

$$\Delta y_t = \beta_0 + (\phi_1 - 1)\Delta y_{t-1} + \beta_2 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_2)\Delta x_{t-1} - (1 - \phi_1 - \phi_2) y_{t-2} + (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) x_{t-2} + u_t \tag{2.50}$$

จัดรูปแบบค่าพารามิเตอร์ในสมการที่ (2.50) ใหม่ได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}\Delta y_t = {} & (\phi_1 - 1)\Delta y_{t-1} + \beta_1 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_2)\Delta x_{t-1} \\ & - (1 - \phi_1 - \phi_2)[y_{t-2} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-2}] + u_t\end{aligned} \tag{2.51}$$

โดยที่ $\gamma_1 = \beta_0 / (1 - \phi_1 - \phi_2)$ และ $\gamma_2 = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) / (1 - \phi_1 - \phi_2)$ (2.52)

เนื่องจาก ค่า γ_1 และ γ_2 เป็นตัวไม่ทราบค่าจากสมการที่ (2.43) จึงไม่สามารถประมาณค่าได้ แต่สามารถประมาณค่าเริ่มต้นในสมการ (2.50) ก่อน และนำค่าที่ประมาณได้มาแทนในสมการที่ (2.52) เพื่อประมาณค่า γ_1 และ γ_2 จึงจะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ในระยะยาวจากการพิจารณาความสัมพันธ์ในระยะสั้นในแบบจำลอง ECM ในข้างต้นได้

เนื่องจาก $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ จะได้ว่า $y_{t-1} = y_t - \Delta y_t$

และ $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ จะได้ว่า $x_{t-1} = x_t - \Delta x_t$

ดังนั้น $y_{t-2} = y_{t-1} - \Delta y_{t-1}$ และ $x_{t-2} = x_{t-1} - \Delta x_{t-1}$ แทนค่าในสมการที่ (2.50)

จัดรูปแบบสมการใหม่ได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}\Delta y_t = {} & \beta_1 \Delta x_t - \phi_2 \Delta y_{t-1} - \beta_3 \Delta x_{t-1} \\ & - (1 - \phi_1 - \phi_2)[y_{t-1} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-1}] + u_t\end{aligned} \tag{2.53}$$

จากสมการที่ (2.53) พบว่า Error-correction term มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาก่อนหน้า (t-1) และตัวแปรอื่น ๆ จะมีความสัมพันธ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน (t) และช่วงเวลาความล่าช้าที่มีผลต่างลำดับที่หนึ่ง (Lagged first difference)

จากแบบจำลอง Error correction ตามสมการที่ (2.51) โดย term $[y_{t-2} - \gamma_1 - \gamma_2 x_{t-2}]$ นั้น จะหมายถึง การเบี่ยงเบนจากดุลยภาพ จากระยะเวลา 2 ช่วงก่อนหน้า (t-2) ดังนั้น หากมีลำดับ (order) เท่ากับ m ตามกระบวนการ general distributed lag แล้ว จะสามารถเขียนเป็นรูปแบบทั่วไป ได้ ดังนี้

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{m} \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{m+1} \beta_i \Delta x_{t-i+1} + u_t \qquad (2.54)$$

ดังนั้น สมการทั่วไปตาม (2.54) จะมีการซ้อนกัน (nested) ของ ECM มากกว่า 1 ทำให้ Hendry methodology พยายามทำการ Testing down เพื่อกำหนดให้ ECM สามารถอธิบายข้อมูลได้ดีที่สุด

2.2.4 การทดสอบเสถียรภาพของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ในแบบจำลอง

ภายหลังการประมาณค่าความสัมพันธ์ระยะยาวของแบบจำลองแล้วนั้น ควรที่จะมีการทดสอบเสถียรภาพของความสัมพันธ์ดังกล่าว เนื่องจากความมีเสถียรภาพของความสัมพันธ์ระยะยาวของแบบจำลองนั้น จะทำให้ค่าพยากรณ์ที่คำนวนได้มีความถูกต้องแม่นยำ ทำให้การอ้างอิงทางสถิติและการนำไปใช้ในการวางแผนนโยบายต่างๆ มีความน่าเชื่อถือ และมีประสิทธิภาพ เทคนิค Cumulative sum (CUSUM) และ Cumulative sum of squared (CUSUMS) test ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทดสอบเสถียรภาพของความสัมพันธ์ระยะยาว โดย R. L. Brown, J. Durbin และ J. M. Evans (1975)

การทดสอบค่าสถิติ CUSUM จะพิจารณาจากรูปแบบของค่า Recursive residual ที่คำนวณได้จากสมการถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่า Residual ดังนี้

$$R_i = \hat{\sigma}^{-1} \sum_{j=k+1}^{t} r_j \qquad (2.55)$$

โดยที่ R_i คือ ค่า Recursive residual

r_j คือ ค่า Residual ของแบบจำลอง

$\hat{\sigma}$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งประมาณค่าได้จาก

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{j=k+1}^{t} (\overline{R} - r_t)^2}{(T - k - 1)} \tag{2.56}$$

และ

$$\overline{R} = \frac{1}{T-k}\sum_{s=1}^{T} r_s \tag{2.57}$$

T = จำนวนข้อมูลทั้งหมด k = จำนวนพารามิเตอร์

การทดสอบจะนำค่าสถิติที่ได้มาเปรียบเทียบกับช่วงเวลาหรือค่าของตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งหากแบบจำลองมีลักษณะที่ผิดไปจากที่เป็นจริง หรือมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในข้อมูล จะทำให้ค่า R_j ที่คำนวณได้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน นั่นคือค่า Recursive residual ที่ได้จะมีเครื่องหมายเดียวกัน ทำให้กราฟของค่า R_j ที่ได้จะเคลื่อนออกจากกรอบของเส้นค่าเฉลี่ย (Zero line) ซึ่งจะแสดงค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงต่อเวลาอย่างเป็นระบบของค่า Residual ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ โดยจะสามารถคำนวณเส้นตรงดังกล่าวได้จาก

$$R = \pm\left[a\sqrt{T-k} + 2a(t-k)/(T-k)^{1/2}\right] \tag{2.58}$$

โดยที่ a = 1.143 สำหรับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 1%

= 0.948 สำหรับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 5%

= 0.850 สำหรับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 10%

อย่างไรก็ตาม การทดสอบโดยใช้ค่า Recursive residuals กำลังสอง หรือ R_{rr}^2 จะให้ผลการทดสอบที่ชัดเจนกว่า CUSUM test ในกรณีที่การเบี่ยงเบนออกจากค่าคงที่ มีลักษณะแบบไม่เป็นระบบ (Brown et al.,1975) เรียกการทดสอบนี้ว่า CUSUM of Squares หรือ CUSUMSQ test

ค่าสถิติ CUSUMSQ test สามารถทดสอบได้จาก

$$R_n^2 = \left(\sum_{j=k+1}^{t} r_j^2\right) / \left(\sum_{j=k+1}^{T} r_j^2\right) \quad , \quad n = k+1, \ldots, T \qquad (2.59)$$

จากสมมติฐาน H_0 นั้น R_{nr} จะมีลักษณะการกระจายแบบ Beta (Beta distribution) ด้วยค่าเฉลี่ย $(r-k)/(T-k)$ ดังนั้น เส้นคู่ขนานกับเส้นค่าเฉลี่ยนี้ จะหมายถึงขอบเขตการกระจายของค่า R_n ณ ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ โดยที่เส้นคู่ขนานนี้สามารถคำนวณได้จาก

$$R_{nr}^2 = \pm c_0 + (r-k)/(T-k) \qquad (2.60)$$

โดยที่ c_0 คือค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงข้างต้น