# บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนในตลาดหลักทรัพย์ประเทศไทยและหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนด้วยวิธี State space มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

## 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการศึกษาอยู่ 3 แนวทาง ได้แก่ การประเมินมูลค่าสินทรัพย์ประเภททุน (CAPM ), การวิเคราะห์ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time Varying)ด้วยแบบจำลอง Statespace และ แนวคิดของการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ดังนี้

**1) การประเมินมูลค่าสินทรัพย์ประเภททุน (Capital Asset Pricing Model: CAPM)** เป็นแบบจำลองการประเมินราคาสินทรัพย์ที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ของ Henry Markowitz ในปี ค.ศ. 1959 โดยแบบจำลองนี้เชื่อว่านักลงทุนเป็นผู้ที่กลัวความเสี่ยง (Risk Averse) และต้องการผลตอบแทนเฉลี่ยที่มีค่าความเสี่ยงน้อยที่สุด และที่ระดับความเสี่ยงเท่ากันนักลงทุนจะเลือกลงทุนในหลักทรัพย์ที่ให้ผลตอบแทนเฉลี่ยมากที่สุด โดยที่ความเสี่ยงของหลักทรัพย์สามารถคำนวณได้จากความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทน (Markowitz, Elton, & Gruber, 1979) แบบจำลองของ Markowitz จึงมีชื่อเรียกที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ ทฤษฎี “Mean –Variance Model” ต่อมา Sharp (1964) และLintner (1965) ได้เพิ่มข้อสมมุติฐานเพื่อทำให้แบบแบบจำลองของ Markowitz มีความสมบูรณ์มากขึ้นโดยกล่าวว่านักลงทุนจะเลือกลงทุนในหลักทรัพย์โดยพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนที่คาดไว้ โดยจะเริ่มลงทุนในช่วงเวลาเท่า ๆ กัน จากคาบเวลา t-1 ไปจนถึงเวลา t และมีการคาดการณ์ผลตอบแทนไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้นักลงทุนยังสามารถกู้ยืมเงินเพื่อการลงทุนได้โดยปราศจากความเสี่ยง โดยมีสมมุติฐานว่าอัตราดอกเบี้ยปราศจากความเสี่ยงจากการกู้ยืมและให้กู้มีค่าเท่ากัน ทั้งนี้เพื่อเป็นการกำหนดให้การคำนวณหาค่าความเสี่ยงตามแบบจำลอง CAPM เป็นการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของแต่ละตัวแปรอย่างง่าย และสามารถแสดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังเปรียบเทียบกับความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (Systematic Risk) ที่ไม่สามารถกำจัดออกไปได้ด้วยการกระจายการลงทุน

Fama and French (2007) ระบุว่าแบบจำลอง CAPM มีการกำหนดข้อสมมติฐานการคำนวณทั้งสิ้น 7 ข้อ ได้แก่ 1. ตลาดหลักทรัพย์มีกลไกสมบูรณ์ ไม่มีสิ่งที่เป็นอาจจะอุปสรรคในการซื้อขายหลักทรัพย์ หมายความว่านักลงทุนสามารถซื้อขายหุ้นได้ตามความต้องการ จะไม่มีใครมีอิทธิพลเหนือตลาดได้โดยเด็ดขาด และไม่พิจารณาเรื่องภาษีและค่าใช้จ่ายในการซื้อขายหลักทรัพย์ 2. นักลงทุนพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยงจากการลงทุนโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนในคาบเวลาที่เท่ากัน 3. นักลงทุนเป็นผู้ที่มีเหตุผลและไม่ยินดีจะรับความเสี่ยงตามทฤษฎี “Mean –Variance Model” ของ Markowitz หมายความว่า หากพิจารณาระดับความเสี่ยงหนึ่ง นักลงทุนจะเลือกกลุ่มหลักทรัพย์ที่ให้ผลตอบแทนที่สูงสุด หรือ ณ ระดับอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังระดับหนึ่ง นักลงทุนจะเลือกลงทุนในหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงต่ำที่สุด 4.นักลงทุนมีความคาดหวังในผลตอบแทนจากการลงทุน และมีคาบเวลาของการลงทุนแต่ละหลักทรัพย์ไม่แตกต่างกัน 5. นักลงทุนเลือกกระจายการลงทุนตามหลักการของกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพของ Markowitz 6. นักลงทุนสามารถให้กู้ยืมหรือให้ยืมเงินเพื่อการลงทุนได้ ณ ระดับอัตราดอกเบี้ยที่ไม่มีความเสี่ยง 7. ข้อมูลข่าวสารมีความสมบูรณ์ ครบถ้วน และถูกต้องอย่างเท่าเทียมกัน

ตามหลักการของSharp (1964) และ Lintner (1965) ตัวแปรแต่ละตัวจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่สนใจจะต้องไม่สัมพันธ์กันกับผลตอบแทนของตลาดรวม หมายความว่าค่าเบต้าระหว่างตัวแปรสองตัวจะเท่ากับศูนย์ ดังนั้นถ้านักลงทุนสามารถกู้ยืมเงินได้โดยปราศจากความเสี่ยง (risk -free rate: $R_f$) ผลตอบแทนที่คาดหวังจากการลงทุนจะต้องเท่ากับอัตราดอกเบี้ยที่กู้ยืมมาเป็นอย่างน้อย จึงสามารถเขียนความสัมพันธ์เชิงเส้นของ Sharp-Lintner CAPM ได้ดังนี้ (Harvey, 1989)

$$E(R_i) = R_f + [E(R_m) - R_f]\beta_{im} \quad : \ i = 1, 2, \ldots, n \qquad (1)$$

โดยที่

$E(R_i)$ = อัตราผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวัง

$R_f$ = อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยง

$E(R_m)$ = อัตราผลตอบแทนรวมของตลาด

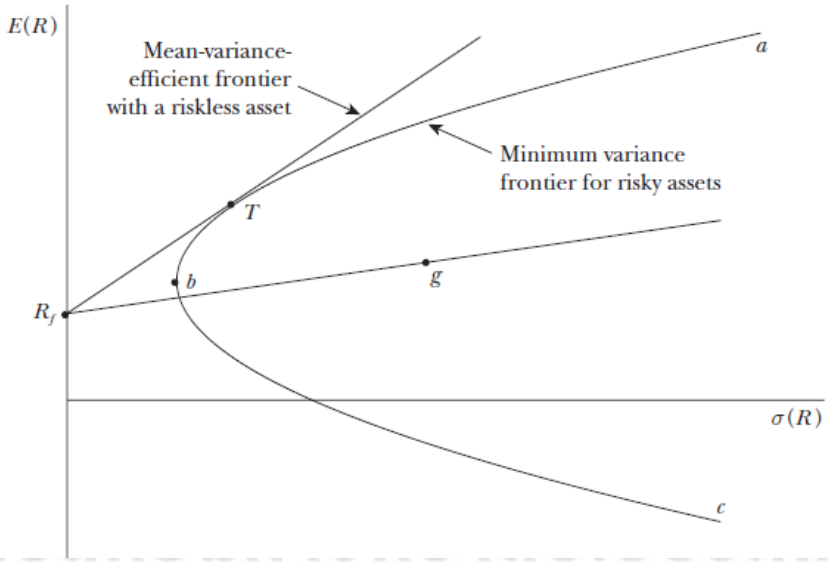
$\beta_{im}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบของหลักทรัพย์ i ในตลาด m

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในอีกกรณีหนึ่งอาจจะเรียกกลุ่มตัวแปร $E(R_m) - R_f$ ว่าเป็นส่วนชดเชยความเสี่ยง หรือ Risk Premium $(R_p)$ ก็ได้ ซึ่งจะสามารถเขียนสมการในรูปแบบใหม่ได้เป็น

$$E(R_i) = R_f + R_p\beta_{im} \quad : i = 1, 2, \ldots, n \tag{2}$$

ตามทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพของ Markowitz จะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งประกอบไปด้วยกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงในระดับต่าง ๆประกอบกันเป็นเส้นโค้ง Efficient Frontier a-b-c ดังแสดงในแผนภาพ 1.1 ที่มีแกนตั้งแสดงผลตอบแทนที่คาดหวัง และแกนนอนแสดงความเสี่ยงในการลงทุน เมื่อมีการนำเอาหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงมาพิจารณาประกอบด้วย จะได้เส้นประสิทธิภาพใหม่ที่เป็นเส้นตรงที่มีจุดเริ่มต้นที่ $R_f$ แสดงถึงผลตอบแทนที่มากกว่าเมื่อมีความเสี่ยงอยู่ในระดับเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นโค้งกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพเส้นเก่า เส้นตรงประสิทธิภาพเส้นใหม่ดังกล่าวเรียกว่า เส้นตลาดทุน (Capital Market Line: CML)




ที่มา: (Fama & French, 2007)

**ภาพที่ 2.1** เส้นโค้งกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพ (Efficient Frontier) และ เส้นตลาดทุน ( Capital Market Line : CML)

ความเสี่ยงในการลงทุนหมายถึงความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Systematic Risk) โดยมีสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงที่เรียกว่าค่าเบต้า (Beta Coefficient :β) เป็นตัวอธิบายระดับความเสี่ยงและทิศทางของการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่สนใจเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์ เช่น ค่าเบต้าเท่ากับ 0.5 หมายความว่า เมื่ออัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์เปลี่ยนแปลงไป 1 % ผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่สนใจจะเปลี่ยนแปลงไป 0.5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในทิศทางเดียวกัน เป็นต้น ค่าความเสี่ยงของแต่ละหลักทรัพย์สามารถคำนวณได้จากความแปรปรวนของหลักทรัพย์เปรียบเทียบกับความแปรปรวนของตลาด หรือที่เรียกว่าการหาค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) ดังนี้

$$\beta_i = \frac{cov(R_i, R_m)}{var\,(R_m)} \tag{3}$$

จากสมการที่ (2)และ (3) ที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของ Sharp-Lintner CAPM และวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงหรือค่าเบต้าแล้ว จะสามารถเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนในทางเศรษฐศาสตร์ได้ดังนี้

$$R_{i,t} = \alpha + \beta_i R_{m,t} + e_t \tag{4}$$

โดยที่

$R_{i,t}$ = อัตราผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวังจากการลงทุนในหลักทรัพย์ i ณ เวลาที่ t

$\alpha$ = อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยง

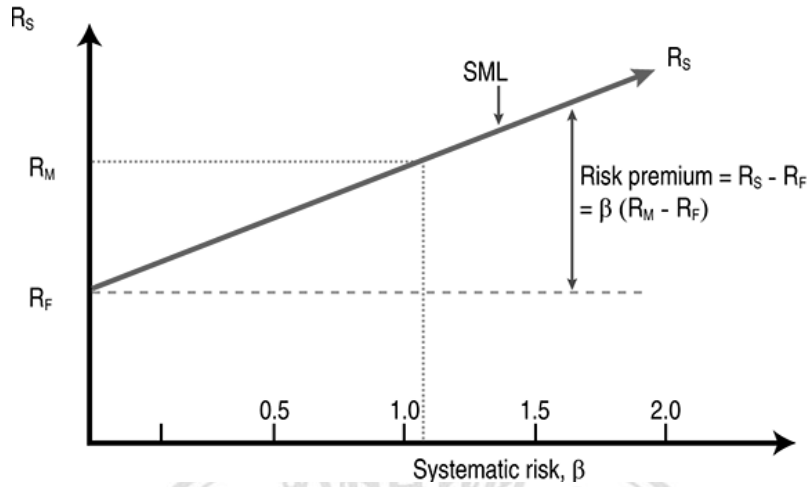
$\beta_i$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบจากการลงทุนในหลักทรัพย์ i

$R_{m,t}$ = อัตราผลตอบแทนของตลาด ณ เวลา t ( $\beta_m = 1$)

$e_t$ = ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่เป็นอิสระต่อกันและเหมือนกัน (Independent and Identical Distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรรวนคงที่ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $e_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_{e_t}^2)$

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง ($R_{i,t}$) กับค่าความเสี่ยงสามารถนำมาเขียน เป็นเส้นแสดงความสัมพันธ์ได้เรียกว่า เส้นตลาดหลักทรัพย์ (Security Market Line: SML) ซึ่งเป็นเส้นตรงที่แสดงถึงระดับผลตอบแทนที่นักลงทุนต้องการ ณ ระดับความเสี่ยงต่าง ๆ ที่นักลงทุนสามารถยอมรับได้ นั่นคือหากเลือกลงทุนในหลักทรัพย์ที่มีค่าความเสี่ยงสูง นักลงทุนจะคาดหวังผลตอบแทนสูงขึ้น กล่าวคือ นักลงทุนต้องการส่วนชดเชยความเสี่ยง (Risk premium) เพิ่มมากขึ้นนั่นเอง (Harvey, 1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




ที่มา: Subach,2012

**ภาพที่ 2.2** เส้นตลาดหลักทรัพย์ (Security Market Line: SML)

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่า ณระดับความเสี่ยง ($\beta_i$) เท่ากับ 1.0 นักลงทุนจะต้องการผลตอบแทนเท่ากับกับอัตราผลตอบแทนตลาด $R_m$ แต่ถ้า ณ ระดับความเสี่ยงมากกว่า 1.0 นักลงทุนจะต้องการผลตอบแทนในระดับที่สูงขึ้นตามแนวของเส้นSMLนั่นเอง ซึ่งการประเมินราคาหลักทรัพย์โดยเปรียบเทียบกับเส้นSMLจะสามารถทำได้โดยกำหนดค่าความเสี่ยงและอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังจากหลักทรัพย์ที่นักลงทุนสนใจ ทำการคำนวณด้วยแบบจำลอง CAPM ออกมาจะได้ค่า $R_{i,t}$ จากนั้นนำเอาอัตราผลตอบแทนที่ได้ไปกำหนดจุดเทียบกับเส้นSML และพิจารณาว่าหากจุดของหลักทรัพย์ดังกล่าวอยู่เหนือเส้นSMLจะถือว่าหลักทรัพย์นั้นมีอัตราผลตอบแทนมากกว่าอัตราผลตอบแทนตลาด ณ ระดับความเสี่ยงเดียวกัน หมายความว่า ราคาหลักทรัพย์นั้นมีมูลค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (Under Value) ซึ่งนักลงทุนสามารถเข้าซื้อเพื่อการลงทุนได้ ในทางตรงข้ามถ้าจุดของหลักทรัพย์ใด ๆ อยู่ใต้เส้น SML จะถือว่าหลักทรัพย์นั้นมีอัตราผลตอบแทนน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนตลาด ณ ระดับความเสี่ยงเดียวกัน หมายความว่า ราคาหลักทรัพย์นั้นมีมูลค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น (Over Value) ซึ่งนักลงทุนอาจจะพิจารณาไม่ซื้อหรือชะลอการตัดสินใจ เนื่องจากสินทรัพย์นั้นให้ผลตอบแทนต่ำเกินไป (Fama & French, 2007)

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองของ Sharp-Lintner CAPM จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนจะขึ้นอยู่กับความเสี่ยงของตลาดเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงแล้วยังมีปัจจัยนอกเหนือจากปัจจัยความเสี่ยงของตลาด ซึ่งอาจจะมาจากตัวเลขทางเศรษฐกิจ หรืออิทธิพลของราคาสินค้าอื่น ๆ เช่นกัน Merton (1973)ได้นำเสนอแนวคิด multi factor CAPM ซึ่งเป็นส่วนขยายของแบบจำลองเดิมโดยมีข้อสรุปว่าผลตอบแทนจากการลงทุนเกิดขึ้นเพื่อชดเชยความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยตลาด(Market Risk) และยังเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ภายนอกตลาดด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Fama (1981,1990) ได้เสนอว่าตัวแปรระดับมหภาคสามารถส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ได้เช่นกัน ดังนั้นจะสามารถเขียนแบบจำลอง Extension of CAPM ได้ดังนี้

$$R_{i,t} = \alpha + \beta_i R_{m,t} + \beta_x R_{x,t} + \beta_y R_{y,t} + \cdots + e_t \quad (5)$$

โดยที่

$\beta_x$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบจากตัวแปร x

$R_{x,t}$ = อัตราผลตอบแทนของตัวแปร x ณ เวลา t

$\beta_y$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบจากตัวแปร y

$R_{y,t}$ = อัตราผลตอบแทนของตัวแปร y ณ เวลา t

$e_t$ = ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่เป็นอิสระต่อกันและเหมือนกัน (Independent and Identical Distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรรวนคงที่ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $e_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_{e_t}^2)$

จากแบบจำลอง multi-factor CAPM จะสามามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งในและนอกตลาดได้ โดยนักลงทุนสามารถนำแบบจำลองไปใช้วางแผนในการลงทุนได้เหมาะสมกับสถานการณ์มากขึ้น

**2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาด้วยแบบจำลอง Statespace** เป็นแบบจำลองเชิงพลวัตรของอนุกรมเวลาซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในแบบจำลองในทางเศรษฐศาสตร์การเงินได้ โดยแบบจำลองสามารถหาความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลาได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นกว่าแบบจำลองรูปแบบเดิมๆ เนื่องจากกำหนดให้ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงได้ (Dynamic) แทนที่จะการกำหนดให้มีค่าคงที่ (Static) ตลอดเวลา โดยการพิจารณาแบบจำลองเชิงเส้นดังกล่าวมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา (Time Varying) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสเตทสเปซ ได้ดังนี้ (Koopman & Commandeur, 2015)

$$Y_t = Z_t \alpha_t + \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \sim \mathrm{NID}(0, H_t) \quad (6)$$

$$\alpha_{t+1} = T_t \alpha_t + R_t \eta_t \qquad \eta_t \sim \mathrm{NID}(0, Q_t) \quad (7)$$

สมการที่(6) คือสมการของค่าสังเกต (Observation Equation) โดยที่ $Y_t$ คือ เวกเตอร์ของค่าอนุกรมเวลาที่สังเกตได้ และมีมิติ (dimension) เท่ากับ p x 1 ณ ช่วงเวลา tใด ๆ ( t=1, …., n ) ตัวแปร $\alpha_t$ คือตัวแปรสเตทที่ได้มาจากการศึกษาธรรมชาติของระบบและไม่สามารถควบคุมได้ แต่มีความสัมพันธ์ที่ให้เกิดค่าสังเกตขึ้นมีมิติเท่ากับ m x 1 โดยมี $Z_t$ ซึ่งมีมิติเท่ากับ p x m เป็นเมทริกซ์ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัมประสิทธิ์ โดยที่ $\varepsilon_t$ เป็นการกระจายแบบสุ่ม หรือ Gaussian White Noise ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรปรวนเขียนอยู่ในรูปของเมทริกซ์ $H_t$ ซึ่งมีมิติ p x p

สมการที่(7) คือสมการการเปลี่ยนแปลง (State Equation) โดยที่ $T_t$ ซึ่งมีมิติเท่ากับ m x m เป็นเมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ที่เรียกว่า transition matrix โดยที่ $\eta_t$ เป็นการกระจายแบบสุ่ม หรือ Gaussian White Noise ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรปรวนเขียนอยู่ในรูปของเมทริกซ์ $Q_t$ ซึ่งมีมิติ r x r และ $R_t$ คือ เมททริกซ์ที่มีมิติ (dimension) เท่ากับ m x r แต่โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดให้ r = m ทำให้ $R_t$เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ที่มีมิติ (dimension) เท่ากับ m x m หรือ $I_m$ นั่นเอง

สมมุติให้ $\varepsilon_t$และ $\eta_t$ เป็นอิสระต่อกัน และทราบค่าของ $Z_t$ , $T_t$, $R_t$, $\varepsilon_t$ และ $\eta_t$ ที่แน่นอนแล้ว จะเรียกตัวแปรเหล่านี้ว่าเป็นระบบเมททริกซ์ (System matrices) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์ ใด ๆ ซึ่งสามารถประมาณค่า ได้โดยใช้ Maximum Likelihood method ได้ และจากสมการที่(6) และ (7) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{pmatrix} \alpha_{t+1} \\ Y_t \end{pmatrix} = \Phi_t \alpha_t + u_t \qquad u_t \sim \text{NID}(0, \Omega_t) \tag{8}$$

โดยที่ t = 1, …, n จะได้

$$\Phi_t = \begin{pmatrix} T_t \\ Z_t \end{pmatrix} \quad , \quad \mathrm{u}_t = \begin{pmatrix} \eta_t \\ \varepsilon_t \end{pmatrix} \quad \text{และ} \quad \Omega_t = \begin{bmatrix} R_t Q_t R'_t & 0 \\ 0 & H_t \end{bmatrix}$$

เมื่อระบบเมทริกซ์ $\Phi_t$มีมิติเท่ากับ (m + p) x m และ $\Omega_t$ มีมิติเท่ากับ (m + p) x (m + p) และตัวแปรธรรมชาติของระบบมีมิติเท่ากับ p x 1 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของตัวแปรสัญญาณได้ดังนี้

$$\theta_t = Z_t \alpha_t \tag{9}$$

โดยที่

$$\alpha_1 \sim \text{NID}(a_1, P_1) \tag{10}$$

กำหนดให้ $a_1$ และ $P_1$ เป็นค่าคงที่ และมีมิติเป็น m x 1 และ m x m ตามลำดับ เพื่อที่จะสามารถหาค่าเริ่มต้นของสมการได้ โดยปกติแล้วเราจะกำหนดให้ $P_1$ มีค่ามาก ๆ ดังนั้นจะสามารถเขียนระบบเมทริกซ์ $\Sigma$ ซึ่งมีลักษณะเป็น เมทริกซ์สมมาตรบวกแน่นอน (Symmetric Positive - definite matrices) และมีมิติ เท่ากับ (m + 1) × m ได้ดังนี้

$$\Sigma = \begin{pmatrix} P_1 \\ a'_1 \end{pmatrix} \tag{11}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

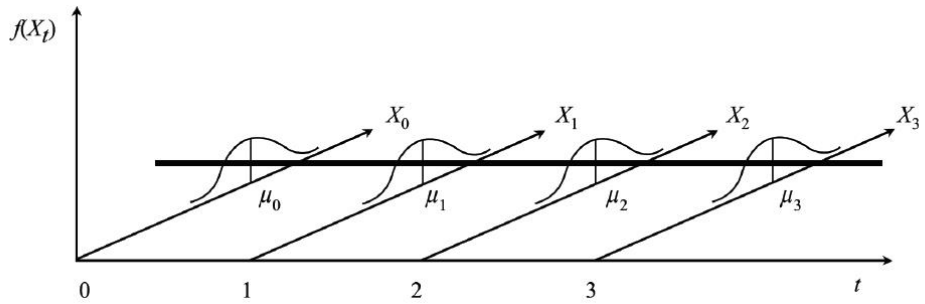
**3) การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data)** การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยอาศัย Stochastic Process จำเป็นจะต้องให้ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์นั้นมีลักษณะเป็น Stationary Time Series คือรูปแบบที่ใช้อธิบายการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีสหสัมพันธ์และลักษณะนิ่ง (Stationary) แต่ถ้าหากข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้นั้นมีลักษณะไม่นิ่ง (Non–stationary) จะต้องปรับข้อมูลนั้นให้มีความนิ่ง หรือเป็น Stationary ก่อนเสมอ เพื่อที่จะสามารถกำหนดแบบจำลองได้อย่างเหมาะสมมากที่สุด และสามารถนำไปใช้พยากรณ์ข้อมูลในอนาคตได้อย่างแม่นยำ และเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยถ้ากำหนดให้ *Yt* เป็น Stochastic Variable Time Series และมีลักษณะเป็น Stationary จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติ 3 ประการ ดังนี้ (พฤทธ์สรรค์ สุทธิไชยเมธี, 2553)

Mean : $E(Y_t) = E(Y_{t-k}) = \mu$

Variance : $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = E(Y_{t-k} - \mu)^2 = \sigma^2$

Covariance : $E[(Y_t - \mu)^2 (Y_{t-k} - \mu)^2] = \gamma_k$

โดยที่ความสูงหรือระยะห่างของค่าCovariance ของข้อมูลมีลักษณะเท่ากัน ซึ่งระยะห่างระหว่างค่า $Y_t$ สองค่าไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลา ด้วยคุณสมบัติทั้ง 3 ข้อดังกล่าวจะเรียกข้อมูลนี้ว่าเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง หรือ เป็นStationary หมายความว่าเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ย(Mean) ค่าความคาดหวัง(Expected Value) ค่าความแปรปรวน(Variance) และค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) คงที่และไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลา (Constant Over Time) แต่จะขึ้นอยู่กับระยะหรือช่วงห่างของช่วงเวลา (Distance or Lag) แสดงดังรูปต่อไปนี้




ที่มา: พฤทธ์สรรค์ สุทธิไชยเมธี, 2553

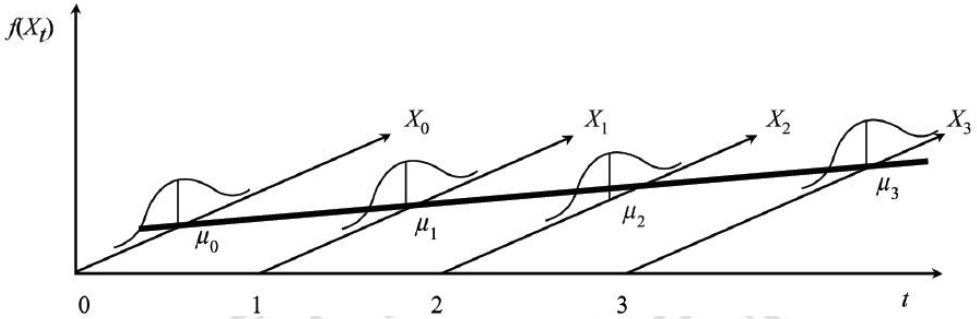
**ภาพที่ 2.3** คุณสมบัติของข้อมูลที่นิ่ง หรือเป็น Stationary

แต่ถ้าหากเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่นิ่งหรือมีลักษณะเป็น Non-Stationary stochastic process จะมีข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ย(Mean) ค่าความคาดหวัง(Expected Value) ค่าความแปรปรวน(Variance) และค่าความแปรปรวนร่วม(Covariance) ไม่คงที่และขึ้นอยู่กับเวลา(Random Walk) ซึ่งจะมีลักษณะดังต่อไปนี้ (พฤทธ์สรรค์ สุทธิไชยเมธี, 2553)

Mean : $E(Y_t) = E(Y_{t-k}) =$ tμ

Variance : $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = E(Y_{t-k} - \mu)^2 =$ tσ$^2$

Covariance : $E[(Y_t - \mu)^2 (Y_{t-k} - \mu)^2] = t\gamma_k$




ที่มา: พฤทธ์สรรค์ สุทธิไชยเมธี, 2553

**ภาพที่ 2.4** คุณสมบัติของข้อมูลที่ไม่นิ่ง หรือเป็น Non-Stationary

ถ้าหากนำข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่นิ่ง หรือมี Unit Root มาทำการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองถดถอยแบบธรรมดา (Ordinary Least Square: OLS) จะทำให้ค่าที่ได้จากการประมาณการขาดความน่าเชื่อถือ เกิดปัญหา SpuriousRegression แม้ว่าข้อมูลจะแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (จินดามาส สุทธิชัยเมธี, 2549)

การปรับข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Non-Stationary ให้เป็น Stationary โดยส่วนใหญ่แล้วจะทำการปรับข้อมูลเฉพาะ First Momentและ Second Moment ก็เพียงพอที่จะทำให้ข้อมูลมีลักษณะนิ่งได้แล้ว แต่ในบางกรณีข้อมูลที่ผ่านการปรับค่านั้นยังคงมีความไม่นิ่ง เราจะต้องพิจารณาในลำดับที่สูงขึ้นในลำดับต่อไปด้วย การพิจารณาเรื่อง Moment ของข้อมูลนั้นต้องคำนึงถึงหลักสำคัญ 2 ประการ คือ 1)ข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งจะผันแปรในช่วงแคบ ๆ ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้น แต่ถ้าข้อมูลที่มีลักษณะไม่นิ่งจะมีการผันแปรในช่วงที่กว้างกว่าเนื่องจากค่าสังเกตมีความแตกต่างกันมาก 2) ถ้าในระบบเศรษฐกิจมีปัจจัย ภายนอกมากระทบอย่างกระทันหัน(Shock) ข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งจะเบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยเพียงชั่วคราวเท่านั้น แต่หากข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งจะเบี่ยงเบนออกไปในช่วงเวลาที่นานกว่า และส่งผลกระทบต่อตัวแปรอื่นๆ ในแบบจำลองในช่วงเวลาอื่นๆ อีกด้วย จึงทำให้ข้อมูลที่มีลักษณะไม่นิ่งจะไม่มีค่าเฉลี่ยระยะยาว (Long Run Mean Level) (ถวิล นิลใบ, 2544)

เราสามารถตรวจสอบความนิ่งของข้อมูลได้ด้วยวิธีการทดสอบ Unit Root หรืออันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล ( Order of Integration) ตามแนวคิดของ DF (Dicky-Fuller: DF test) และ ADF (Augmented Dicky-Fuller: ADF test) ซึ่งจะสามารถตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลที่มีลักษณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่นิ่งได้ โดยใช้สมการถดถอยในรูปของผลต่าง (Difference Regression) ซึ่งมีลักษณะตัวแบบสมการที่เรียกว่า First Order Autoregressive Process ตามรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน 3 สมการ ดังนี้ (จินดามาส สุทธิชัยเมธี, 2554)

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{(Random Walk Process)}$$

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{(Random Walk with Drift)}$$

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{(Random Walk with Drift และมี Linear Time Trend)}$$

โดยกำหนดให้

$\Delta Y_t$= ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

$\delta$ = สัมประสิทธิ์ของความล่าช้า (Coefficient of Lagged)

$\varepsilon_t$= Error Term โดยที่ $\varepsilon_t$ มีการ กระจายแบบปกติ, Mean = 0, Variance = $\sigma^2$

สมมุติฐานของการทดสอบ DF (DF test) คือ $H_0 : \delta = 0$ : Stationary และ $H_1 : \delta < 1$ : Non-Stationary โดย $\Delta Yt$ จะมีคุณสมบัติเป็น Non–stationary เมื่อเรายอมรับสมมติฐานหลัก $H_0$ เป็นการแสดงให้เห็นว่า $\delta = 0$ และความแปรปรวนจะเพิ่มขึ้นแบบ Exponential หรือ Explosive เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นดังแสดงในสมการที่(14)

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

จากสมการที่(14) มีลักษณะเป็นแบบจำลองอย่างง่ายที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับศูนย์ เหมาะสำหรับข้อมูลใดๆที่มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดของข้อมูลเป็นศูนย์เท่านั้น จึงได้ปรับปรุงแบบจำลองโดยการใส่ค่าคงที่ (Drift Term) ไว้ในสมการดังนี้

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่

$\alpha_1$ = ค่าคงที่ (Drift Term)

จากสมการที่(13) ยังสามารถปรับปรุงการทดสอบ Unit Root Test เมื่อมีส่วนประกอบของกระบวนการTrend Stationary (TS) และ Difference Stationary (DS) ได้ดังสมการ ต่อไปนี้

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

โดยที่

$T$ = ความโน้มเอียงของเวลา (Time Trend)

$\alpha_2$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความโน้มเอียง

$\varepsilon_t$ = Error Term โดยที่ $\varepsilon_t$ มีการ กระจายแบบปกติ, Mean = 0, Variance = $\sigma^2$

การนำข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) ไปทำการหาค่าความแตกต่างอันดับแรก หรือ First Difference หรือค่าความแตกต่างในอันดับที่สูงกว่า ก็จะทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลานั้นมีความนิ่ง สามารถแสดงวิธีการ Difference Stationary ได้ดังนี้

$$Y_t = Y_{t-1} \tag{15}$$

สามารถนำมาสร้างสมการได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{16}$$

จากสมการที่ (16) จะเห็นว่าตัวพารามิเตอร์ที่อยู่ในความสนใจในทุกสมการ คือ คือ $\delta$ นั่นคือ ถ้าเรายอมรับ $H_0 : \delta = 0$ แสดงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะเป็น Non–Stationary โดยทำการเปรียบเทียบค่าสถิติ t (t–statistic) ที่คำนวณได้กับค่าที่เหมาะสมที่อยู่ในตาราง Dickey-Fuller หรือเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon critical values) แสดงให้เห็นว่าค่าสถิติของสัมประสิทธิ์ที่คำนวณในรูป Absolute Term นั้นน้อยกว่าค่า DF Critical ทำให้ทราบว่า $\varepsilon_t$ ขาด คุณสมบัติความเป็น White Noise ดังนั้นข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์มีลักษณะเป็นอัตสหสัมพันธ์ หรือ Autocorrelation จะต้องเลือกใช้การทดสอบแบบ Augmented Dickey Fuller (ADF) แทน โดยมี สมมติฐาน และ Goodness of Fit ที่ใช้ในการทดสอบเหมือนการทดสอบแบบ Dickey Fuller (DF) แต่ได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบโดยการเพิ่มจำนวนตัวแปรล่าช้า(Lagged) ของตัวแปรตามในลำดับที่สูงขึ้นเพื่อขจัดปัญหาอัตสหสัมพันธ์ เรียกว่า กระบวนการเชิงอัตถดถอย (autoregressive processes)

สมมุติฐานของการทดสอบ Unit Root Test คือ $H_0 : \delta = 0$ : Stationary และ $H_1 : \delta < 1$ : Non-Stationary ณ ระดับ Level ถ้าปฏิเสธ $H_0$ หรือ ยอมรับสมมติฐานรอง$H_1$ แสดงว่า ข้อมูลนั้นมีลักษณะเป็น Stationary กล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์ $\delta \neq 0$ อย่างมีนัยสำคัญแสดงให้เห็นว่าค่าสถิติของสัมประสิทธิ์ที่คำนวณในรูป Absolute Term มากกว่าค่า ADF Critical ทำให้ทราบว่า $\varepsilon_t$ มีคุณสมบัติความเป็น White Noise หรือข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปร มีลักษณะ Stationary ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่า $\Delta Y_t$ Integrated ลำดับที่ d หรือเขียนในรูปสัญลักษณ์ได้ว่า $\Delta Y_t \sim I(d)$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \emptyset_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \tag{17}$$

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \emptyset_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \tag{18}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \emptyset_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

โดยกำหนดให้

$p$ = ตัวแปรล่าช้าของผลต่างของตัวแปร (Lagged Values of First Difference of the Variable)

Enders(1995) กล่าวว่าจำนวนของ lagged difference terms ที่นำเข้ามาร่วมพิจารณาในสมการนั้นจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้พจน์ของค่าความคลาดเคลื่อน (error terms) มีลักษณะเป็น serially independent และเมื่อทำเอาการทดสอบ DF (Dickey – Fuller (DF) test) มาใช้กับสมการ (19) – (21) เราจะเรียกการทดสอบนี้ว่า ADF (Augmented Dickey – Fuller (ADF) test) โดยค่าสถิติทดสอบ ADF (ADF test statistic) มีการแจกแจงเชิงเส้นกำกับ (Asymptotic distribution) เหมือนกับสถิติ DF (DF statistic) ดังนั้นก็สามารถใช้ค่าวิกฤติแบบเดียวกันได้ (Gujarati ,1995) อย่างไรก็ตามพบว่ารูปแบบสมการของ DF และ ADF จะไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งวิธีการ ของ ADF ก็เพื่อแก้ปัญหาค่า Error Term ให้ มีคุณสมบัติความเป็น White Noise หรือเพื่อ ต้องการให้ Error Term มีค่า Mean เท่ากับ ศูนย์นั่นเอง

แม้ว่าการทดสอบความนิ่งของข้อมูลแบบ ADF (Augmented Dickey – Fuller (ADF) test) ได้ขยายการทดสอบของ Dickey and Fuller โดยการนำกระบวนการเชิงอัตถดถอย (autoregressive processes) เข้ามาพิจารณาในการทดสอบด้วย ซึ่งในความเป็นจริงนั้นเราไม่สามารถที่จะทราบได้ว่าข้อมูลที่นำมาพิจารณานั้นควรจะมี lagged difference terms เท่าใด ดังนั้นจึงมีการเสนอการทดสอบที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดย Phillips and Perron (1988) ได้นำเอา PP Test มาทำการการทดสอบโดยแปลงค่าสถิติ t – ratio จาก ADF Test เพื่อขจัดอิทธิพลของสหสัมพันธ์ระหว่าง lagged difference terms ของตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

$$\widetilde{t_\delta} = t_\delta \left(\frac{\gamma_0}{f_0}\right)^{1/2} - \frac{T(f_0 - \gamma_0)(se(\hat{\delta}))}{2 f_0^{1/2} s} \quad (20)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่

$\hat{\delta}$ = ค่าประมาณค่าของ $\delta$

$t_\delta$ = ค่า t – ratio ของ $\delta$

$se(\hat{\delta})$ = ค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณ $(\hat{\delta})$

s = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard error of the test regression)

$\gamma_0 = \frac{(T-K)s^2}{T}$; k คือ จำนวนพารามิเตอร์ และ T คือ จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลา

$f_0$ = ค่าประมาณของ Residual

ค่าสถิติทดสอบ PP (PP test statistic : modified t - ratio) สามารถใช้ค่าวิกฤติ (critical values) แบบเดียวกันในการตัดสินใจ เนื่องจากมีการแจกแจงเชิงเส้นกำกับ (Asymptotic Distribution) เหมือนกับสถิติ ADF (ADF statistic) เช่นกัน แต่วิธีนี้จะขจัดอิทธิพลของสหสัมพันธ์ระหว่าง lagged difference terms ของตัวแปรที่ศึกษาได้

**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากทฤษฎีการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ทำให้ทราบว่านักลงทุนจะคาดหวังผลตอบแทนในรูปแบบของส่วนต่างราคา (Capital Gain) และเงินปันผล (Dividend)เมื่อนำเอาข้อมูลราคาหุ้นมาพิจารณาเพื่อหาผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนตามแบบจำลองการประเมินราคาทรัพย์สินประเภททุน (Capital Asset Pricing Model: CAPM)ซึ่งพัฒนาโดย Sharp (1964) และLintner (1965) โดย Sharp-Lintner CAPM เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรทางการเงินอย่างง่าย และสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังเปรียบเทียบกับความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (Systematic Risk) ที่ไม่สามารถกำจัดออกไปได้ด้วยการกระจายการลงทุน แบบจำลองดังกล่าวเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการปรับปรุงให้แบบจำลองมีความเหมาะสมมากขึ้น นักวิจัยจึงได้ทำการทดสอบสมมติฐานต่าง ๆภายใต้กรอบแนวคิดของ CAPM โดยใช้ แบบจำลอง CAPM ซึ่งถูกพัฒนาโดย Black, Jensen and Scholes (1972) มาทำการวิจัยและพบว่าแบบจำลองดังกล่าวให้ผลการทดสอบที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากกว่าแบบดั้งเดิม นอกจากนี้งานวิจัยของ Fama and MacBeth (1973) ทำการศึกษาการประมาณค่าผลตอบแทนด้วยแบบจำลอง CAPM ในตลาดหลักทรัพย์ (New York Stock Exchange: NYSE) และพบว่า ค่าresidual ของแต่ละตัวแปรมีความสัมพันธ์กันเองเนื่องจากข้อมูลทางการเงินมักจะมีความสัมพันธ์กันเอง ทำให้ค่าของสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าออกมานั้นไม่ตรงตามความเป็นจริง จากการทำการศึกษาในหลาย ๆ ครั้งพบข้อสรุปเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ยังมีตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง CAPM โดยได้มีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบจำลองแบบใหม่ เช่น อัตราส่วนมูลค่าบัญชีต่อมูลค่าตลาดมีอิทธิพลกับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน(Statman ,1980) ขนาดของทุนจดทะเบียนบริษัทมีผลต่ออัตราผลตอบแทนจากการลงทุน(Gibbons, 1982) งบกระแสเงินสดในอนาคตส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนอย่างมีนัยยะสำคัญ(Stambaugh, 1982) อัตราส่วนหนี้สินต่อทุนมีอิทธิพลต่ออัตราความเสี่ยงของตลาดอย่างมีนัยยะสำคัญ(Bhandari ,1988) เป็นต้น ข้อสรุปจากการศึกษาวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่านอกจากปัจจัยความเสี่ยงในตลาดแล้ว ยังมีปัจจัยทางเศรษฐกิจอีกเป็นจำนวนมากที่ถูกมองข้ามไปทำให้แบบจำลอง CAPM แบบดั้งเดิมไม่สามารถพยากรณ์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนได้อย่างเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Fama and French (1992) ได้ปรับปรุงแบบจำลอง Black CAPM โดยเพิ่มข้อมูลภาคตัดขวางของเศรษฐกิจ ได้แก่ มูลค่าบัญชีต่อมูลค่าตลาด และขนาดของกิจการ ไปในแบบจำลอง CAPM เพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอนุกรมเวลา กลายเป็น three-factor model และพบว่าให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงที่แตกต่างกันอย่างมาก เมื่อเทียบกับแบบจำลองที่ถูกพัฒนามาแล้วอย่าง Black CAPM ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านขนาด (Size) และมูลค่า(Value)สามารถอธิบายอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์สหรัฐอเมริกาได้ดีที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาของ Reinganum (1981) Stambaugh, (1982) Lakonishok and Shapiro (1986) ว่าจริง ๆ แล้วค่าความเสี่ยงของตลาดไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวแปรความเสี่ยงตลาดเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับตัวแปรทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ด้วย ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรง แต่มีผลกระทบทางอ้อมโดยผ่านพื้นฐานของหลักทรัพย์นั้น ๆ ซึ่งสามารถใช้ three-factor CAPM ในการวิเคราะห์ได้ Banz(1981) กล่าวว่ามูลค่าของกิจการมีความสัมพันธ์เป็นลบกับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนอย่างมีนัยยะสำคัญ หมายความว่าการลงทุนในบริษัทขนาดเล็กจะให้ผลตอบแทนดีกว่าการลงทุนในบริษัทใหญ่ ต่อมา Fama and French (1998) ได้นำเอาแบบจำลองไปทดสอบกับตลาดหลักทรัพย์นอกสหรัฐอเมริกาได้ โดยมีการทดสอบถึง 13 ตลาดหลักทรัพย์สำคัญทั่วโลก และให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ Connor and Sehgal(2001), Charitou and Constantinidis (2004) และ Bilinski and Lyssimachou (2004) ได้นำเอาแบบจำลอง three-factor model ของ Fama and French ไปทดลองใช้ในตลาดหลักทรัพย์ประเทศอินเดีย ญี่ปุ่น และสวีเดน ตามลำดับ และพบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายผลตอบแทนจากการลงทุนได้ดีกว่า CAPM แบบดั้งเดิมทั่วไป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับ CAPM ทำให้ผู้วิจัยทราบว่า แบบจำลอง CAPM เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการนำมาใช้ประเมินอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ต่าง ๆ บนพื้นฐานของการยอมรับความเสี่ยงของนักลงทุน แต่ควรมีการเพิ่มตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนที่คาดหวังให้เหมาะสมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 2.2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาด้วยแบบจำลอง State Space

**ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ (2547)** กล่าวว่าการวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินในแบบจำลองต่าง ๆ จะต้องใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (Time Series Data) ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์หรือประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง โดยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลอง CAPM ในงานวิจัยทั่วไปมักจะกำหนดให้ความเสี่ยงมีค่าคงที่เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณอัตราผลตอบแทนในเบื้องต้น แต่ในความเป็นจริงแล้วความเสี่ยงจากการลงทุนในหลักทรัพย์ที่ประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่ควรจะมีลักษณะคงที่ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time Varying) โดย Fabozzi and Francis (2006)ได้สรุปจากการวิจัยว่าการกำหนดให้ค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการคำนวณสามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลานั้นอธิบายค่าตัวแปรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่าการสมมติให้ความเสี่ยงมีค่าคงที่ นอกจากนี้ Mergner and Bulla (2008) ได้สนับสนุนแนวคิดว่าค่าความเสี่ยงที่ไม่ควรมีค่าคงที่ และควรเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และได้พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงไม่ได้มีเพียงแค่เรื่องเวลา แต่การเปลี่ยนแปลงนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ดัชนีและตัวเลขทางเศรษฐกิจ ข้อมูลข่าวสาร การตัดสินใจด้านนโยบายการเงิน เป็นต้น

**สันดุษิต ธิการ( 2556)** ที่ได้ทำการประมาณค่าความเสี่ยงของหลักทรัพย์กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยใช้แนวคิดการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time Varying Coefficient)โดยใช้แบบจำลอง สเตทสเปซ ทำการศึกษาหลักทรัพย์ในกลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจำนวน 12 หลักทรัพย์ได้แก่ บริษัท ไทยคม จำกัด ( มหาชน) (THCOM), บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จากัด ( มหาชน) (ADVANC), บริษัทจัสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล จากัด ( มหาชน) (JAS), บริษัท ชิน คอร์ปอเรชั่น จากัด ( มหาชน) (INTUCH), บริษัท สามารถคอร์ปอเรชั่น จากัด ( มหาชน) (SAMART), บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จากัด (มหาชน) ( (TRUE), บริษัท โทเทิ่ลแอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จากัด ( มหาชน) (DTAC), บริษัท เอ็ม เอฟ อี ซี จากัด ( มหาชน) ( MFEC), บริษัท สามารถเทลคอม จำกัด ( มหาชน) (SAMTEL), บริษัท แอ็ดวานซ์ อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จากัด ( มหาชน) (AIT), บริษัท เอสวีโอเอ จากัด ( มหาชน) (SVOA) และบริษัท อินเตอร์แนชั่นเนิลเอนจีเนียริง จากัด (มหาชน) (IEC)โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายสัปดาห์ของแต่ละหลักทรัพย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2555 รวมทั้งสิ้น 261 สัปดาห์ เมื่อนำอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์แต่ละหลักทรัพย์มาเปรียบเทียบกับเส้นตลาดหลักทรัพย์ (SML) พบว่า อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์ SAMART, ADVANC, DTAC, INTUCH, SAMTEL, JAS และ THCOM อยู่เหนือเส้นตลาดหลักทรัพย์แสดงว่าหลักทรัพย์มีราคาต่ากว่าที่ควรจะเป็น (Under Value) นักลงทุนควรซื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักทรัพย์เหล่านี้ก่อนที่ราคาหลักทรัพย์จะมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น ส่วนหลักทรัพย์ AIT, MFEC, IEC, SVOA และ TRUE มีอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังอยู่ใต้เส้นตลาดหลักทรัพย์ แสดงว่าหลักทรัพย์เหล่านี้มีราคาสูงกว่าที่ควรจะเป็น (Over Value) นักลงทุนจึงควรขายหลักทรัพย์เหล่านี้ก่อนที่ราคาจะปรับตัวลดลง

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง Statespace เพิ่มเติมพบว่า Gerber (1979), De Santis and Imrohoroglu (1997) ได้ทำการหาความแปรปรวนร่วมของหลักทรัพย์ต่างประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (time-varying condition) และพบว่าราคาของหลักทรัพย์ระหว่างประเทศต่างๆมีความสัมพันธ์กันเชิงบวก คือเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประมาณค่าความเสี่ยงทางเศรษฐศาสตร์และการเงินของ Lin et al.(2003), Li and Garrido(2004) และHunter (2006) ซึ่งใช้แบบจำลองที่กำหนดให้ตัวแปรความเสี่ยงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา (Time Varying)ทำให้สามารถประมาณค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ Bollerslev, Engle and Woolridge (1992), Jagannathan and Wang (1996), Berglund and Knif (1992) Tsay (2005), Koopman, Shepherd and Doornik (2008), Van Geloven and Koopman (2008) ได้ทำการสรุปว่าตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ส่งผลกระทบต่อกันในลักษณะที่ไม่คงที่ดังนั้นจึงมีการเสนอให้นำแบบจำลอง CAPM ที่มีการคำนึงถึงเปลี่ยนแปลงไปตามเวลามาใช้ในการประมาณค่าผลตอบแทนที่คาดหวังจากการลงทุน ดังที่ Sadoksy (2012) ใช้แบบจำลอง multivariate GARCH และManagi and Okimoto (2013) ใช้ Markov-switching models ทำการสรุปว่าราคาน้ำมัน ดัชนี และหุ้นกลุ่มเทคโนโลยี มีอิทธิพลต่ออัตราผลตอบแทนจากหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทน ซึ่งต่อมา Bohl, Kaufmann, & Stephan (2013) ได้มีการพัฒนาแบบจำลอง CAPM โดยเพิ่มตัวแปรที่อาจจะส่งผลต่ออัตราผลตอบแทน เรียกแบบจำลองนี้ว่า multi-factor asset pricing model เพื่อใช้ในการคำนวณเพื่อหาว่าความเสี่ยงจากการลงทุนในหุ้นกลุ่มพลังงานทดแทนในประเทศเยอรมันโดยใช้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรระยะสั้น 3เดือนของรัฐบาลเยอรมันแทนอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง อัตราผลตอบแทนดัชนีตลาดหลักทรัพย์เยอรมัน (DAX) แทนอัตราผลตอบแทนตลาด และ ระบุตัวแปรอธิบายอื่น ๆ อย่างหุ้นกลุ่มเทคโนโลยีและราคาน้ำมัน และสรุปผลว่าตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวมามีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการลงทุน Lin and Pavlova(2006), Lin and Sendova(2008) และ Asmussen and Albrecher(2010)ใช้แบบจำลองแบบ Threshold Type ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้าน Creditability-Based ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถประมาณค่าความเสี่ยงทางการเงินได้อย่างเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Inchauspe, Ripple, and Trück (2015)** ได้ทำการประมาณค่าความเสี่ยงจากการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์พลังงานทดแทน Wilderhill New Energy Global Innovation Index (NEX) ด้วยแบบจำลอง multi-factor asset pricing model ที่มีแนวคิดการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา(Time Varying Coefficient)โดยใช้แบบจำลอง สเตทสเปซ เปรียบเทียบกับดัชนีหลักทรัพย์ MSCI World index ดัชนีหลักทรัพย์กลุ่มเทคโนโลยี Pacific Stock Exchange Technology Index (PSE) และราคาน้ำมันดิบโลก WTI Crude oil ผลการศึกษาพบว่าราคาน้ำมันส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนมาตั้งแต่ปี 2007 แต่ค่อย ๆ ลดความสำคัญลงในเวลาต่อมา และยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของดัชนีหลักทรัพย์กลุ่มเทคโนโลยีส่งผลโดยตรงต่ออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ และระบุว่าตั้งแต่เกิดวิกฤติทางการเงินในปี 2008 เป็นต้นมา การลงทุนหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนให้ผลตอบแทนไม่ดีเท่าที่ควร (underperform) เมื่อเทียบกับ MSCI World index

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเชื่อว่าการที่จะประมาณความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในประเทศไทยโดยใช้ปัจจัยทางเศรษฐกิจในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ควรจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในลักษณะที่คงที่ไปตลอด แต่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาด้วย จึงได้มีการนำเอาเครื่องมือ Statespace ซึ่งเป็นเครื่องมือทางเศรษฐมิติที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลามาใช้ในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยกับตัวแปรอิสระที่สนใจ ซึ่งผู้วิจัยจึงมีสมมติฐานว่าอัตราผลตอบแทนในดัชนี SET100, ดัชนีMSCI Thailand, การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบโลก อัตราผลตอบแทนในกลุ่มพลังงานและสาธารณูปโภค และอัตราผลตอบแทนในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีน่าจะส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยด้วยเช่นกัน จึงได้นำเอาตัวแปรดังกล่าวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแบบจำลอง Multi-factor asset pricing เนื่องจากมีตัวแปรที่คาดว่าจะนำมาร่วมพิจารณาด้วยหลายตัวแปร และด้วยเหตุผลที่ตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนมีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาเทคนิคการประมาณค่าของคาลมาน (kalman smoothing) มาร่วมพิจารณาด้วยเพื่อให้ตัวแปรความเสี่ยงในแบบจำลอง CAPM ได้มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แบบจำลอง State-space multi-factor asset pricing model (Inchauspe et al., 2015) ซึ่งจากการใช้แบบจำลองดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสามารถประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้เหมาะสมมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 2.2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data)

**Sadorsky (2012)** ได้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาน้ำมัน อัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์กลุ่มเทคโนโลยี และอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทน โดยใช้แบบจำลอง multivariate GARCH 4รูปแบบ ได้แก่ BEKK, diagonal, constant conditional correlation และ dynamic conditional correlation ผลการวิจัยสรุปว่าแบบจำลองประเภท dynamic conditional correlation มีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่นำมาวิจัยมากที่สุด และพบว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในกลุ่มพลังงานทดแทนมีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนกลุ่มเทคโนโลยีมากกว่าราคาน้ำมัน โดยเฉลี่ยแล้ว ในการป้องกันความเสี่ยงในการถือครองสถานะ short ในตราสารอนุพันธ์น้ำมันดิบโลกมูลค่า $0.20 จะต้องใช้สถานะตรงข้ามคือการ Long ในตราสารอนุพันธ์พลังงานทดแทนมูลค่าถึง $1

**Bohl, Kaufmann, and Stephan (2013)** ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนในประเทศเยอรมันนี โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาย้อนหลัง 20ปี ในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง supremum Augmented Dickey–Fuller (sup ADF) test และ Markov regime-switching ADF test เพื่อหาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงและตรวจหาสัญญาณฟองสบู่ของหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนในตลาด ÖkoDAX และ DAXsubsector Renewable Energies พบว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังจากปี 2000 เป็นต้นมา แต่อย่างไรก็ตามพอเกิดวิกฤติทางการเงินหลายครั้งทั้งในยุโรป และอเมริกาทำให้อัตราผลตอบแทนในหุ้นกลุ่มดังกล่าวแย่ลง นอกจากนี้ผลกระทบจากเหตุโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ฟุกุชิม่า ประเทศญี่ปุ่นระเบิดในปี 2011 ทำให้ความนิยมด้านพลังงานทดแทนลดลงอย่างรวดเร็วจนทำให้กองทุนต่าง ๆ เกิดการขาดทุนอย่าหนัก ผลการวิจัยสรุปว่าเกิดฟองสบู่ขึ้นในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนจริงโดย ADF test สามารถยืนยันได้ถึงแรงเก็งกำไรชั่วคราวที่เป็นสาเหตุของการเกิดฟองสบู่ในครั้งนี้ โดยเฉพาะบริษัทที่ลงทุนในโซล่าร์เซล พลังงานลม และชีวมวล

**Li (2013)** ได้ทำการวิจัยว่าการเปลี่ยนแปลงของตลาดหลักทรัพย์จีนมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลกโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ของตลาดหลักทรัพย์มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง augmented CAPM นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้แนวคิดการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา(Time Varying Coefficient)ด้วยเทคนิคการประมาณค่าของคาลมาน (Kalman Smoothing) ในการระบุความเสี่ยงอย่างเป็นระบบของตลาดหลักทรัพย์ระดับโลก ตลาดหลักทรัพย์ A Share (มีข้อจำกัดในการลงทุนมากกว่า) และ B Share (มีข้อจำกัดในการลงทุนน้อยกว่า)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของจีน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเอาหลักการของMarkov regime-Switching มาร่วมวิเคราะห์ด้วย และสรุปผลได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของตลาดหลักทรัพย์ A Share ในจีนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับดัชนีหลักทรัพย์ของภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก แต่ตลาด B Share มีการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพราะมีข้อจำกัดด้านการลงทุนในตลาดหุ้นจีนทำให้ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบกระจุกตัวอยู่ในประเทศค่อนข้างมาก ทำให้กองทุนหรือนักลงทุนต่างชาติในจีนหันมาลงทุนในตลาด B Share กันมากขึ้นเพื่อเป็นการบริหารความเสี่ยงอย่างเป็นระบบที่เกิดขึ้นภายในประเทศให้ลดลงบ้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved