

การพรรณนาพฤติกรรมการณ์เคลื่อนไหวอัตราผลตอบแทน  
ส่วนเกินของพันธบัตรรัฐบาลประเทศไทย  
โดยใช้แบบจำลอง STAR

โดย

อรุณศรี แซ่จั้ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2549

การพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของพันธบัตรรัฐบาลประเทศไทย  
โดยใช้แบบจำลอง STAR

Time varying excess returns on Thai Government Bond: A STAR Model

โดย

อรุณศรี แซ่ฉั่ง

Miss Arunsri Saechung

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2549

ISBN 974-9729-45-5

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะเศรษฐศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวอรุณศรี แซ่ตั้ง

เรื่อง

การพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของพันธบัตรรัฐบาลประเทศไทย  
โดยใช้แบบจำลอง STAR

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2549

ประธานกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

\_\_\_\_\_ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิศักดิ์ ลีลพานนท์)

กรรมการวิทยานิพนธ์

\_\_\_\_\_ (ศาสตราจารย์.ดร. อัญญา ชันฉวี)

กรรมการวิทยานิพนธ์

\_\_\_\_\_ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ รัตนภากร)

คณบดี

\_\_\_\_\_ (รองศาสตราจารย์.ดร. นิพนธ์ พัวพงศกร)

## บทคัดย่อ

การศึกษาใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR (Smooth Transition Autoregression) เพื่อการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในประเทศไทยโดยแยกตามอายุคงเหลือ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือและทราบถึงตัวแปรทางเศรษฐกิจซึ่งเป็นเงื่อนไขกับพฤติกรรมเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล อันจะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์และประกอบการตัดสินใจลงทุนของผู้ลงทุนและผู้ระดมทุนในการออกแบบการลงทุนในตราสารหนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้รัฐบาลยังสามารถใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ในการคาดการณ์เหตุการณ์อันอาจเกิดขึ้นในอนาคต และทำการวางนโยบายเพื่อให้ตลาดการเงินของประเทศมีเสถียรภาพยิ่งขึ้น

เมื่อใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2542 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือมีลักษณะที่มีไม่เชิงเส้นตรง โดยพฤติกรรมเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือมีการเปลี่ยนแปลงตามภาวะดกเบื้อ (Regime switching behavior) ซึ่งเป็นกลไกของตัวแปรค่าในอดีตของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ผลการศึกษายังพบอีกว่า พฤติกรรมเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือถูกกำหนดด้วยค่าในอดีต ผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยที่มีทิศทางในทางตรงกันข้ามกันเพียงอย่างเดียว และอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ มีทิศทางทั้งทางตรงกันข้ามและทางเดียวกัน ขึ้นอยู่กับภาวะดกเบื้อในตลาด

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความรู้ที่ได้รับ การประสิทธิ์ประสาทจากคณาจารย์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รวมทั้งคำแนะนำ การสนับสนุน ความห่วงใย และ กำลังใจจากบุคคลหลายๆท่าน ซึ่งผู้เขียนขอกล่าวไว้ ณ ที่นี้ เพื่อเป็นการรำลึกถึงด้วยความขอบคุณ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สิทธิศักดิ์ ลีลพานนท์ และศ.ดร.อัญญา ชันฉวีวิทย์ ที่กรุณารับเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ เสียสละเวลาให้คำปรึกษา และคำแนะนำที่มีคุณค่าทั้งต่อการเขียนวิทยานิพนธ์และต่อการใช้ชีวิตในอนาคต ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อรวรรณ รัตนภากร และ อ.ธีรภูมิ ศรีพิณิจ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำ ความหวังดี และข้อคิดต่างๆที่มีประโยชน์ รวมถึงการซักถามในประเด็นต่างๆ ที่ทำให้ผู้เขียนมีโอกาสค้นคว้าเพื่อเพิ่มเติมความรู้ รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณในความเมตตา และความห่วงใยที่ผู้เขียนสัมผัสได้จากนางขวัญใจ ชันฉวีวิทย์ ตลอดเวลา

ผู้เขียนขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นี้ ผู้ช่วยแนะนำวิธีการคิดและอยู่เป็นเพื่อนจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ ครอบครัวและน้องบัส ที่คอยเป็นกำลังใจ เพื่อน ลัด และหยก ผู้คอยแนะนำและเตือนสติข้าพเจ้า รวมทั้งเพื่อนปริญญาโทธรรมศาสตร์ พริก โอม ไต้ เต็ง โต เพื่อนน้อยๆ (แม้ว่าบางคนจะตัวไม่น้อยก็ตาม) ผู้คอยอยู่เคียงข้างผู้เขียนไม่ว่าทั้งสุข และทุกข์ พี่อ้อย หมู หวาน แจ็ค จอยส์ แป้ง พี่วิทย์ พี่กอล์ฟ พี่ปอนด์ พี่ ผู้ช่วยสร้างรอยยิ้มให้กับผู้เขียน พี่ขวัญ พี่นุช ฝน ผู้ช่วยหาข้อมูลเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้แล้วเสร็จ สุดท้ายพี่ๆ ที่ทำงาน พี่กอล์ฟ พี่ต้น พี่อินที่คอยช่วยทำงานแทนผู้เขียนเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จในเวลาอันรวดเร็ว

สุดท้ายนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนต้องขออภัยและ น้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

อรุณศรี แซ่ฉิ่ง

พ.ศ. 2549

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(1)
กิตติกรรมประกาศ.....	(2)
สารบัญตาราง.....	(6)
สารบัญภาพประกอบ.....	(7)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	7
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	7
1.4 วิธีการศึกษา.....	8
1.5 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
2. แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์.....	11
2.1 ทฤษฎีและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา.....	11
2.1.1 ทฤษฎีความต้องการสินทรัพย์ (Theory of Asset Demand หรือ Theory of Portfolio Choice) .....	11
2.1.1.1 กรอบความคิดความต้องการเงินกู้ (Loanable Funds Framework) .....	12
2.2 วรรณกรรมปริทัศน์ .....	16
2.2.1 วรรณกรรมปริทัศน์ที่พรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของ อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในตราสารหนี้.....	16

บทที่	หน้า	
2.2.2	วรรณกรรมปริทัศน์ที่ใช้ตัวแบบจำลอง STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน.....	21
2.2.2	วรรณกรรมปริทัศน์ที่ใช้ตัวแบบจำลอง STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน.....	21
3.	แบบจำลอง Smooth Transition Autoregressive (STAR) Model.....	24
3.1	แบบจำลอง Smooth Transition Autoregressive (STAR) Model.....	24
3.2	การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR .....	33
3.2.1	ขั้นตอนกำหนดค่าพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง Vector STAR..	33
4.	วิธีการศึกษา.....	36
4.1	ตัวแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา.....	38
4.2	วิธีการศึกษา.....	39
4.2.1	การทดสอบเสถียรภาพและรายงานค่าสถิติพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....	39
4.2.2	การกำหนดพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR.....	42
4.2.3	การทดสอบลักษณะตัวแบบจำลอง Vector STAR.....	44
4.2.4	การเปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลอง VAR.....	45
5.	ผลการศึกษา.....	50
5.1	ผลการทดสอบเสถียรภาพและรายงานค่าสถิติพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา .....	50
5.2	ผลการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR.....	53
5.3	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลอง VAR.....	65

บทที่	หน้า
6. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	68
6.1 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	68
6.1.1 สรุป .....	68
6.1.2 ข้อเสนอแนะ.....	69
6.1.2.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา.....	69
6.1.2.2 ข้อเสนอแนะการศึกษาในอนาคต.....	70
6.2 ข้อจำกัดในการศึกษา.....	70
ภาคผนวก.....	71
ก. แนวคิดการเลือกฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลอง STAR.....	72
ข. โปรแกรม MATLAB ในเพื่อให้กำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR.....	78
บรรณานุกรม.....	83



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	มูลค่าตราสารหนี้ที่ขึ้นทะเบียนในระบบของชมรมผู้ค้าตราสารหนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2546..... 2
5.1	ผลการทดสอบลักษณะ Stationary ของตัวแปรในแบบจำลองด้วยวิธี Unit Root ที่ค่าระดับของข้อมูล (At Level)..... 52
5.2	ค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา..... 52
5.3	ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา..... 53
5.4	การทดสอบหาจำนวนความล่าช้าที่เหมาะสมโดย Likelihood Ratio Test ..... 53
5.5	ผลการกำหนดค่าพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง VAR ของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล..... 54
5.6	ค่าสถิติ Wald Test ของการทดสอบความเป็นเชิงเส้นและการหาตัวแปรป้อน..... 58
5.7	ค่าสถิติ Wald Test ของการหาฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function)..... 58
5.8	ผลการกำหนดพารามิเตอร์ของสมการอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในตัวแบบจำลอง Vector STAR..... 59
5.9	ผลการทดสอบการมีลักษณะในตัวแบบจำลอง STAR ของกลุ่มสมการ..... 62
5.10	เปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR กับ ตัวแบบจำลอง VAR ..... 66
5.11	ผลการทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR กับ ตัวแบบจำลอง VAR ..... 67

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	โครงสร้างตลาดการเงินของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2536-2547 .....	2
2.1	ดุลยภาพของตลาดตราสารหนี้ .....	13
2.2	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในอุปสงค์ของตราสารหนี้ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงในอัตราดอกเบี้ย.....	15
3.1	ลักษณะของ Logistic Function .....	29
3.2	ลักษณะของ Exponential Function .....	31
3.3	ลักษณะของ Quadratic Logistic Function .....	32
5.1	ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงในแต่ละอายุคงเหลือ.....	61

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ตราสารหนี้เป็นการลงทุนทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากผู้ลงทุนและผู้ระดมทุน ซึ่งตลอดหนึ่งทศวรรษที่ผ่านมา ตลาดตราสารหนี้ไทยได้ทวีความสำคัญอย่างต่อเนื่อง ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้เลือกที่จะระดมทุนและลงทุนผ่านตลาดตราสารหนี้เพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังที่ตารางที่ 1.1 แสดงมูลค่าตราสารหนี้ที่ขึ้นทะเบียนในศูนย์ซื้อขายตราสารหนี้ไทย ในปี พ.ศ. 2547 เพิ่มขึ้นถึง 16 เท่าจากปี พ.ศ. 2536 และรูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างตลาดการเงินในประเทศไทย จะเห็นว่าสัดส่วนของมูลค่าตราสารหนี้ในแต่ละปีมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยตลอด ในปี พ.ศ. 2547 เพิ่มขึ้นถึง 5 เท่าจากปี พ.ศ. 2536

ในการลงทุนและระดมทุนโดยใช้ตราสารหนี้ ผู้ลงทุนและผู้ระดมทุนต้องเข้าใจในพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวเชิงมูลค่าของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ เพราะมีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อขายและถือครองหลักทรัพย์ซึ่งผู้ลงทุนกำลังพิจารณา อย่างไรก็ตามการคำนวณอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้มีความแตกต่างและซับซ้อนมากกว่าการคำนวณอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ประเภทสินค้าหรือตราสารทุน ส่งผลให้ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวเชิงมูลค่าของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนตราสารหนี้อย่างเคร่งครัด ในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด การศึกษาในอดีตที่สนใจตลาดตราสารหนี้ในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น Wei (2541) พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อสภาพคล่องของตราสารหนี้ประกอบด้วย การจัดอันดับความน่าเชื่อถือ การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ยให้กู้ยืมระหว่างธนาคารพาณิชย์ และดัชนีตลาดหุ้น (Stock Index) สุชาติ อุบริพุทธิพงศ์ (2542) ศึกษาตัวแปรทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อระดับดัชนีตราสารหนี้ภาคเอกชนของประเทศไทย<sup>1</sup> พบว่า อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมขั้นต่ำ มูลค่าตามราคาตลาดของหลักทรัพย์ภาคเอกชน อัตราเงินเฟ้อ ปริมาณการซื้อขายตราสารหนี้ และดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีความสัมพันธ์ในระยะยาวกับดัชนีตราสารหนี้ภาคเอกชนของประเทศ

---

<sup>1</sup> ดัชนีตราสารหนี้ภาคเอกชนที่ใช้ในการศึกษาคือ ดัชนีตราสารหนี้ของบริษัทหลักทรัพย์ เอกอัคร จก. (มหาชน) และดัชนีตราสารหนี้ของธนาคารกสิกรไทย จก. (มหาชน)

ไทยอย่างมีนัยสำคัญ และการศึกษาของอัญญา ชันวิทย์ (2546) ได้ทดสอบรูปแบบการแจกแจงของการเปลี่ยนแปลงของอัตราคิดลดสำหรับพันธบัตรรัฐบาลอายุ 7 ปี เพื่อให้ผู้ลงทุนใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงถึงมูลค่าความเสี่ยงจากการตัดสินใจลงทุนในตราสารหนี้ระยะยาวภาครัฐ

ตารางที่ 1.1

มูลค่าตราสารหนี้ที่ขึ้นทะเบียนในระบบของชมรมผู้ค้าตราสารหนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2547

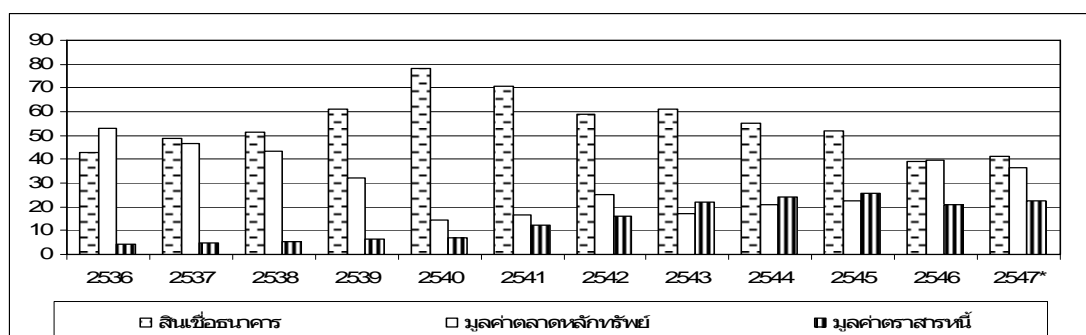
หน่วย: พันล้านบาท

ปี	พันธบัตรรัฐบาล (Government Bond)	ตั๋วเงินคงคลัง (T-bill)	พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ (State Enterprise Bond)	พันธบัตรเพื่อการฟื้นฟูและ พัฒนาสถาบันการเงิน (BOT/FIDF/PLMO Bonds)	ตราสารหนี้ ภาคเอกชน (Corporate Bond)	รวม
2536	-	-	60.4	-	21.1	81.5
2537	-	-	57.1	-	59.8	116.9
2538	-	-	55.2	29.5	47.5	132.2
2539	-	-	57.4	138.8	36.2	232.4
2540	-	-	49.3	191.5	40.9	281.7
2541	400.0	-	46.7	55.0	37.8	539.5
2542	333.7	77.0	95.3	-	289.3	795.3
2543	94.1	240.9	111.7	-	151.2	597.9
2544	149.2	441.4	57.6	112.0	106.7	866.9
2545	471.5	519.0	47.5	-	98.9	1,136.9
2546	107.5	368.99	56.4	219.5	181.3	930.6
2547	271.3	569.0	88.47	317.3	122.4	1,368.5

ที่มา : ศูนย์ซื้อขายตราสารหนี้ไทย (Thaibdc)

รูปที่ 1.1

โครงสร้างตลาดการเงินของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2536-2547



ที่มา : สรุปภาวะความเคลื่อนไหวตลาดตราสารหนี้ไทยปี 2547

หมายเหตุ : ข้อมูลปี พ.ศ. 2547 ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง พฤศจิกายน

การขาดงานศึกษาพฤติกรรมการณ์เคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนและอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในตราสารหนี้ในประเทศไทย เป็นมูลเหตุจูงใจให้ประสงค์จะศึกษาถึงพฤติกรรมการณ์เคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลของประเทศไทย ผลลัพธ์ของการศึกษาจะระบุพฤติกรรมการณ์เคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราดอกเบี้ยตามเวลา ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการลงทุนเพราะผู้ลงทุนจะสามารถทราบระดับความเสี่ยงที่แท้จริงจากการลงทุนในตราสารหนี้ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจเลือกลงทุนอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาจะพรรณนาพฤติกรรมการณ์เคลื่อนไหวและพยากรณ์อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล โดยจะคำนวณอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลประเทศไทยในแต่ละอายุคงเหลือที่เกินกว่าอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง (risk-free rate)<sup>2</sup> โดยใช้อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดซื้อคืนพันธบัตร 1 วัน (repurchase rate) เป็นตัวแทน เหตุผลที่เลือกศึกษาพฤติกรรมการณ์อัตราผลตอบแทนส่วนเกินเนื่องจากเหตุผล 2 ประการ ประการแรก เพื่อที่จะนำตัวแปรตามแนวคิดทางทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์และทางการเงินมาใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมการณ์เคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกิน อันจะนำไปสู่การแปรผลลัพธ์ที่มีความหมายและสามารถนำไปตรวจสอบกับการศึกษาเชิงประจักษ์ที่ผ่านมาได้ เหตุผลประการที่สอง เนื่องจากตัวแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาจะมีประสิทธิภาพเฉพาะชุดข้อมูลที่มีเสถียรภาพหรือ Stationary ซึ่ง Litterman and Scheinkman (1991) ได้แสดงให้เห็นจริงว่าการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนในพันธบัตรรัฐบาลที่เกินกว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดซื้อคืนพันธบัตร 1 วัน (repurchase rate) เป็นข้อมูลที่มีเสถียรภาพ ส่วนเหตุผลที่เลือกพรรณนาพฤติกรรมการณ์อัตราผลตอบแทนในพันธบัตรรัฐบาล เพราะพันธบัตรรัฐบาลเป็นตราสารหนี้ที่มีการซื้อขายในสัดส่วนที่สูงในประเทศไทย และยังเป็นอัตราผลตอบแทนที่ใช้อ้างอิงในตลาดตราสารหนี้ โดยรวมการวิเคราะห์จะแยกพิจารณาตามอายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาลเป็น 5 ช่วง คือ 1 2 5 7 และ 10 ปี เพื่อให้เกิดความครบถ้วนในด้านความหลากหลายของพฤติกรรมการณ์เชิงสุ่มซึ่งอาจแตกต่างกันได้สำหรับพันธบัตรที่มีอายุคงเหลือต่างกัน สำหรับประเทศไทยการซื้อขายพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือมากกว่า 10 ปี ยังขาดสภาพคล่องมาก ส่งผลให้ต้องคำนวณอัตราผลตอบแทนการจากการลงทุนโดยการให้

---

<sup>2</sup> อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน และ ค่าชดเชยความเสี่ยง (risk premium) เป็นสิ่งเดียวกัน คือเป็นอัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนเรียกร้องเพิ่มเติมจากการลงทุนที่มีความเสี่ยง

Interpolation of Government Bond Yield อันจะนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนในการคำนวณเพื่อหาอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่แท้จริง

การศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ต้องมีการสร้างกรอบของตัวแบบจำลองนำไปสู่ 2 ประเด็นคำถามที่สำคัญ คำถามแรก รูปแบบการเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่จะนำมาศึกษาควรใช้ตัวแบบจำลองรูปแบบใด ในต่างประเทศการศึกษาเชิงประจักษ์เกี่ยวกับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้ ได้เริ่มต้นจากการใช้ตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง 1 สมการ เพื่อพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปร เช่น การศึกษาของ Fama (1984) พบว่า อัตราดอกเบี้ยล่วงหน้า (forward interest rate) สามารถพยากรณ์อัตราคิดลดแบบสปอต (spot rate) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปี ค.ศ.1990 Fama พบความสัมพันธ์แบบ Contemporaneous Correlation<sup>3</sup> ของตัวแปรทางการเงิน ประกอบกับการศึกษาของ Campbell and Shiller (1988) และ Campbell (1991) ได้แสดงให้เห็นจริงถึง Variance - Covariance ระหว่างอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดทุนกับตลาดตราสารหนี้ ดังนั้นตัวแบบจำลองที่นำมาใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมของหลักทรัพย์จึงควรจะเป็นตัวแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลของตลาดทั้งสองพร้อมกัน (Simultaneous-equation Model) ทำให้ Campbell and Ammer (1993) นำตัวแบบจำลองการกำหนดราคาสินทรัพย์ (Asset pricing framework) และตัวแบบจำลอง VAR (Vector Autoregression Model)<sup>4</sup> มาใช้พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้ Campbell and Ammer แบ่งข้อมูลออกเป็นหลายช่วง โดยในแต่ละช่วงมีจำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน และได้ประมาณค่าตัวแบบจำลอง VAR หลังจากนั้นจะได้นำค่า Adjust R<sup>2</sup> มาเปรียบเทียบกันในแต่ละช่วงข้อมูล พบผลที่น่าสนใจอย่างหนึ่งคือ ตัวแบบจำลอง VAR ที่ใช้ข้อมูลน้อยกว่าจะให้ค่า Adjust R<sup>2</sup> ที่มากกว่าตัวแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลมากกว่า ผลเชิงประจักษ์ดังกล่าวเป็นข้อชี้ให้เห็นถึงปัญหาการ

---

<sup>3</sup> ความสัมพันธ์แบบ Contemporaneous Correlation คือ ความคลาดเคลื่อนของชุดสมการมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งเกิดจากข้อความจริงที่ว่า ตัวแปรทุกตัวในระบบเศรษฐกิจควรมีการเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงไปพร้อมๆกัน หรือหากตัวแปรในตัวแปรหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงย่อมจะกระทบต่อตัวแปรทั้งหมดในระบบสมการ มิใช่กระทบแค่ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเท่านั้น

<sup>4</sup> ตัวแบบจำลอง VAR(p) คือ Vector ของตัวแบบจำลอง AR(p) (Autoregressive) ซึ่งเป็นตัวแบบจำลองที่เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจของตัวแบบจำลองอนุกรมเวลา (Time series) เมื่อต้องใช้พิจารณาข้อมูลที่มีระยะเวลายาว

ในปี ค.ศ. 1999 Ball and Torous ศึกษาพฤติกรรมเคลื่อนไหวความแปรปรวนของอัตราดอกเบี้ย พบว่า ความแปรปรวนอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นของประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น และอื่นๆ มีพฤติกรรมเคลื่อนไหวแบบเชิงสุ่มหรือ Stochastic Volatility (SVOL) ทำให้ Engle (1982) และ Bollerslev (1986) ใช้ตัวแบบจำลอง ARCH/GARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity/ Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) ในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวความแปรปรวนของอัตราดอกเบี้ยแทนตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง อย่างไรก็ตาม ตัวแบบจำลอง ARCH และ GARCH จะมีปัญหาในการพรรณนาพฤติกรรมเชิงสุ่มของตัวแปรเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ (Structural breaks) Lamoureux and Lastrapes (1990) ได้ชี้ถึงประเด็นดังกล่าวในการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hamilton (1989) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยที่กำหนดอัตราดอกเบี้ย<sup>5</sup> (parameters) ในตัวแบบจำลองอัตราดอกเบี้ยสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามช่วงเวลา และงานศึกษาของ Ang and Bekaert (1998) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรธุรกิจ (business cycle) และนโยบายการเงินส่งผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริง (real rates) และการคาดการณ์อัตราเงินเฟ้อ (expected inflation) เป็นสาเหตุให้พฤติกรรมอัตราดอกเบี้ยแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ปัญหาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจได้นำไปสู่การพัฒนาตัวแบบจำลอง Markov regime-switching (เป็นรูปแบบหนึ่งของตัวแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์ที่มีโช้เชิงเส้นตรง) ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ตัวแบบจำลอง Markov regime-switching เช่น Cai (1994) และ Gray (1996) ใช้ตัวแบบจำลอง regime-switching ARCH ในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตั๋วเงินคงคลังประเทศสหรัฐอเมริกา และตัวแบบจำลอง regime-switching GARCH ในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นของประเทศสหรัฐอเมริกาตามลำดับ อย่างไรก็ตามตัวแบบจำลอง Markov-switching ยังขาดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ยจากการปรับตัวจาก regime หนึ่งไปอีก regime หนึ่ง ซึ่งตัวแบบจำลอง Markov-switching จะมีลักษณะแบบเฉียบพลันและค่อนข้างถาวร เมื่อสังเกตจากข้อมูลที่เป็นจริง จะเห็นว่าพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยมีลักษณะแบบค่อยเป็น

---

<sup>5</sup> อัตราดอกเบี้ยมีความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบกับอัตราผลตอบแทนในพันธบัตรรัฐบาล ดังนั้น หากทราบการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ย จะสามารถทราบการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนในพันธบัตรได้เช่นกัน

ค่อยไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจมากกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบเฉียบพลัน ข้อสังเกตดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Dueker and Sola (2004) ข้อบกพร่องดังกล่าวของ ตัวแบบจำลอง Markov regime-switching ทำให้เกิดการพัฒนาระบบจำลอง Vector STAR (Smooth Transition Autoregression)

ตัวแบบจำลอง Vector STAR ถูกพัฒนาโดย Teräsvirta and Anderson (1992) เป็น ตัวแบบจำลองที่ถูกพัฒนาให้มีความสามารถเหนือกว่าตัวแบบจำลอง VAR ซึ่งเป็นตัวแบบจำลอง พื้นฐาน โดยตัวแบบจำลอง Vector STAR จะพรรณนาพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรใน ลักษณะที่ค่อยข้างราบเรียบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจหรือมีการเคลื่อนจาก regime หนึ่งไปยังอีก regime หนึ่ง ตรงจุดนี้ตัวแบบจำลอง Vector STAR จะปรับจุดด้อยของตัว แบบจำลอง Markov-Switching ทั้งนี้มีได้หมายความว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR กับ ตัว แบบจำลอง Markov-Switching เป็นตัวแบบจำลองที่พ้องรูปซึ่งกันและกัน กล่าวคือ ตัว แบบจำลอง Vector STAR ที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก regime อย่างรวดเร็วในลักษณะที่เป็น determination ขึ้นกับกลไกที่นักวิจัยกำหนดสำหรับการเปลี่ยนแปลงของโอกาสความน่าจะเป็นที่จะ ใช้ regime ใด (เรียกว่าตัวแบบจำลอง TAR) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ regime ในตัว แบบจำลอง Markov-Switching เป็นเรื่องของกาเกิดขึ้นจริงของตัวแปรบ่งชี้ (state variable) ว่า ตัวแปรบ่งชี้จะอยู่ใน State ใด

ภายในตัวแบบจำลอง Vector STAR ประกอบด้วยสมการซึ่งพรรณนาพฤติกรรมของ อัตราผลตอบแทนในแต่ละ regime ส่วนผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงเป็นส่วนประสมแบบถ่วงเฉลี่ยถ่วง น้ำหนักของแต่ละ regime ดังนั้นการที่เหตุการณ์จริงจะมีลักษณะร่วมของ 2 regimes หรือแบบ เลือเฉพาะ regime ใด regime หนึ่ง คล้าย switching ก็เป็นได้ ลักษณะความยืดหยุ่นของตัว แบบจำลอง ทำให้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ได้รับความนิยมนอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ทั้งในตลาดเงินตราต่างประเทศ เช่นการศึกษาของ Clements and Smith (2001) พบว่าตัว แบบจำลอง Vector STAR สามารถคาดการณ์อัตราแลกเปลี่ยนได้ดีกว่าตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง หรือจะเป็นตลาดหลักทรัพย์ ในการศึกษาของ Taylor, Van Dijk and Franses (2000) และรวมทั้ง ตลาดตราสารหนี้ Lekkos and Milas (2004) พบว่าแบบจำลอง Vector STAR มีความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของพันธบัตรรัฐบาลได้ดีกว่าตัวแบบจำลองเชิง เส้นตรงเช่นกัน ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สนใจที่จะนำตัวแบบจำลอง Vector STAR มาใช้ในการ พรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของชุดตัวแปรทางการเงินที่มีการเคลื่อนไหวควบคู่กับ อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลประเทศไทยในแต่ละอายุคงเหลือ



นอกจากนี้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ยังเป็นตัวแบบจำลองที่สามารถใช้พยากรณ์ได้ จึงมีคุณค่าในเชิงการคำนวณค่า

ประเด็นคำถามที่สองคือ การเลือกตัวแปรความเสี่ยง (risk factors หรือ forecasting variables) มาใช้ในการวิเคราะห์ คำตอบของประเด็นนี้คือ ตัวแปรที่นำมาใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรม การเคลื่อนไหวควบคู่กันกับการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนใน พันธบัตรรัฐบาลในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มี 2 ตัวแปร คือ ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย และ อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในหุ้น โดยตัวแปรทั้งสองที่นำมาศึกษาเป็นตัวแปรที่ อยู่ในพื้นฐานทฤษฎีและการศึกษาเชิงประจักษ์ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในบทที่ 2

## 1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อประยุกต์ตัวแบบจำลอง Vector STAR ในการพรรณนาพฤติกรรม การเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลเหนือการลงทุนในหลักทรัพย์ที่ ปราศจากความเสี่ยง

2. เพื่อตรวจสอบในรายละเอียดถึงพฤติกรรมความเสี่ยงของอัตราผลตอบแทน ส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละจุดของเวลาแบบมีเงื่อนไขขึ้นกับตัวชี้ค่าทาง เศรษฐกิจ โดยตัวชี้ค่าทางเศรษฐกิจที่จะนำมาศึกษา มี 2 ตัวแปรคือ (1) ความชันของเส้น โครงสร้างอัตราผลตอบแทน (Slope of Term Structure Interest Rate) (2) อัตราผลตอบแทน ของการลงทุนในดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (Stock Return)

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาพฤติกรรม การเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนใน พันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือ ที่เหนือกว่า อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดซื้อคืน พันธบัตรรัฐบาล 1 วัน<sup>6</sup> ในลำดับต่อไปจะเรียกว่า อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนใน

<sup>6</sup>กำหนดให้อัตราตลาดซื้อคืนพันธบัตรรัฐบาล 1 วัน หรือ repurchase rate เป็นอัตรา ผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง (risk free rate) เพราะเป็นการลงทุนที่ผู้ลงทุนได้นำพันธบัตร รัฐบาลรัฐบาลเป็นสินทรัพย์ค้ำประกันและการลงทุนเป็นการลงทุนเพียง 1 วัน ทำให้ปราศจาก ความเสี่ยงที่อัตราดอกเบี้ยจะเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงด้านเครดิตของผู้กู้

พันธบัตรรัฐบาลหรือค่าชดเชยความเสี่ยง (risk premium) หรือเป็นอัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนเรียกร้องสำหรับการลงทุนที่มีความเสี่ยง

2. อายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาลที่จะศึกษามี 5 ช่วง คือ 1 2 5 7 และ 10 ปี ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความครบถ้วนในด้านความหลากหลายของพฤติกรรมเชิงสุ่มซึ่งอาจแตกต่างกันได้ สำหรับพันธบัตรที่มีอายุคงเหลือต่างกัน

3. ข้อมูลที่ใช้จะเป็นข้อมูลรายวัน เหตุผลที่ต้องใช้ข้อมูลรายวัน เพราะจำนวนพารามิเตอร์ที่มากในแบบจำลอง Vector STAR จึงจำเป็นต้องใช้จำนวนข้อมูลที่มากเช่นกัน เพื่อให้มีองศาความเป็นอิสระที่เพียงพอ (sufficient degree of freedom) และผลลัพธ์มีความน่าเชื่อถือตามเงื่อนไขของข้อมูลทางสถิติที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากหรือคุณสมบัติ asymptotic properties ดังนั้นข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลรายวันของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลแยกตามอายุคงเหลือ ย้อนหลัง 5 ปีตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2542 เป็นวันแรกที่มีการรายงานโดยธนาคารแห่งประเทศไทย ถึงวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2547 รวมทั้งสิ้น 1,300 ข้อมูล

#### 1.4 วิธีการศึกษา

1. ทดสอบความเป็นตัวแปรเชิงสุ่มของตัวแปรที่นำมาศึกษา โดยใช้วิธี Unit Root Test เพราะตัวแบบจำลองที่ได้ศึกษาจะมีประสิทธิภาพเฉพาะ ข้อมูลที่พิจารณามีลักษณะเป็น Stationary เท่านั้น

2. กำหนดตัวแบบจำลอง VAR สำหรับชุดข้อมูลเพื่อเป็นการเปรียบเทียบความสามารถของตัวแบบจำลองเชิงเส้นกับตัวแบบจำลอง Vector STAR และเพื่อนำค่าพารามิเตอร์ใน VAR เป็นค่าเริ่มต้นเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR

3. ทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรงหรือ Linearity Test ของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรในแต่ละอายุคงเหลือกับกลุ่มตัวแปรอดีตของตัวแปรต้นและตัวแปรตามในกลุ่มสมการ ทั้งนี้หากพบว่าความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรดังกล่าวไม่เป็นเชิงเส้นตรง ย่อมชี้ถึงข้อความจริงที่ว่าตัวแบบจำลอง VAR ไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวแปรได้

4. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR สำหรับการพรรณนาการเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรในแต่ละอายุคงเหลือ โดยวิธี Maximum Likelihood Estimation (MLE) จะเป็นวิธีกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่า ตัวแปรมีการแจกแจงร่วมแบบปกติ

5. ทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก regime ที่ 1 และ regime ที่ 2 ในตัวแบบจำลอง Vector STAR มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ การทดสอบนี้จำเป็นเพราะถ้าการทดสอบพบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก regime ที่ 1 และ regime ที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แล้วสามารถสรุปได้ว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR ในความเป็นจริงแล้วไม่มีอยู่จริง ตัวแบบจำลองที่ได้เป็นผลลัพธ์คือ ตัวแบบจำลอง VAR

6. เปรียบเทียบความสามารถของทั้งตัวแบบจำลองเชิงเส้นและตัวแบบจำลอง Vector STAR ทั้งในช่วง In Sample และ Out of Sample การทดสอบในขั้นตอนนี้จะทำหน้าที่เป็นการทดสอบร่วม (Robustness Check) กล่าวคือถ้าตัวแบบจำลอง Vector STAR เป็นตัวแบบจำลองที่ดีกว่าตัวแบบจำลอง VAR ควรจะมีความสามารถที่ดีทั้งในช่วง In Sample และ Out of Sample นอกจากนี้ Vector STAR ยังมีความสามารถพิเศษในการใช้พยากรณ์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ซึ่งหากพบว่า Vector STAR พยากรณ์ได้ดีในช่วงข้อมูล Out of Sample ตัวแบบจำลอง Vector STAR จะเป็นตัวแบบจำลองที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จริง

### 1.5 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะใช้การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ โดยองค์กรหลัก ได้แก่

1. ข้อมูลเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย หรือ Government Bond Yield ได้จากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งจะนำมาคำนวณอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือ และความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย
2. ข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดซื้อคืนพันธบัตรรัฐบาล 1 วัน หรือ repurchase rate ได้จากธนาคารแห่งประเทศไทย
3. ข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ ได้จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจถึงพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวเชิงสังคมของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือและทราบถึงตัวแปรทางเศรษฐกิจซึ่งเป็นเงื่อนไขกับพฤติกรรมเชิงสังคมของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล
2. สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์และประกอบการตัดสินใจลงทุนของผู้ลงทุนและผู้ระดมทุนในการออกแบบการลงทุนในตราสารหนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 2

### แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์

บทนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก กล่าวถึงแนวคิดทางทฤษฎีความต้องการสินทรัพย์ (Theory of Demand Asset หรือ ทฤษฎี Portfolio Choice) และกรอบแนวคิด ส่วนที่ 2 เป็นงานวรรณกรรมปริทัศน์ ประกอบด้วย (1) วรรณกรรมปริทัศน์ที่พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในตราสารหนี้ (2) วรรณกรรมปริทัศน์ที่ใช้แบบจำลอง STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน

#### 2.1 ทฤษฎีและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

##### 2.1.1 ทฤษฎีความต้องการสินทรัพย์ (Theory of Asset Demand หรือ Theory of Portfolio Choice)<sup>1</sup>

ทฤษฎีความต้องการสินทรัพย์ เป็นทฤษฎีบรรทัดฐานที่สำคัญในการตัดสินใจซื้อสินทรัพย์ที่มีมูลค่า ตัวอย่างเช่น ตราสารทุน ตราสารหนี้ ที่ดินและสินทรัพย์อื่นๆ ซึ่งผู้ที่ต้องการซื้อหรือถือครองสินทรัพย์ที่มีมูลค่า ต้องเผชิญกับการเลือกว่าจะซื้อหรือถือครองสินทรัพย์ตัวใด ทำให้ผู้ที่ต้องการซื้อสินทรัพย์จะต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ความมั่งคั่ง (Wealth) โดยจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กับความต้องการสินทรัพย์
2. ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต (Expected Return) เมื่อเปรียบเทียบกับสินทรัพย์ตัวอื่น โดยจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กับความต้องการสินทรัพย์
3. ความเสี่ยง (Risk) คือ ความไม่แน่นอนของผลตอบแทนในการถือสินทรัพย์ที่เป็นไปในทิศทางประปรายต่อผู้ถือครองสินทรัพย์ดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับสินทรัพย์ตัวอื่นโดยจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม กับความต้องการสินทรัพย์

---

<sup>1</sup> Mishkin, 1992

4. สภาพคล่อง (Liquidity) คือความง่ายต่อการแปลงสินทรัพย์ที่ถือครองให้เป็นเงินสด เมื่อเปรียบเทียบกับสินทรัพย์อื่น โดยจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กับความต้องการสินทรัพย์

ทฤษฎีความต้องการสินทรัพย์ ได้ขยายกรอบความคิดเพื่ออธิบายพฤติกรรมทางการเงินเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยได้ โดยการขยายกรอบความคิดความต้องการเงินกู้ (Loanable Funds Framework)

#### 2.1.1.1 กรอบความคิดความต้องการเงินกู้ (Loanable Funds Framework)

กรอบความคิดความต้องการเงินกู้ มีสมมติฐานว่าอัตราดอกเบี้ยในระบบเศรษฐกิจมีการเคลื่อนไหวไปพร้อมๆกัน และถ้าระบบเศรษฐกิจมีอัตราดอกเบี้ยเพียงอัตราเดียว พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ย ถูกกำหนดจากอุปสงค์และอุปทานตราสารหนี้ โดย

เส้นอุปสงค์ตราสารหนี้ (Demand Curve:  $D^B$ ) เป็นเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการลงทุนหรือซื้อตราสารหนี้และอัตราดอกเบี้ย โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

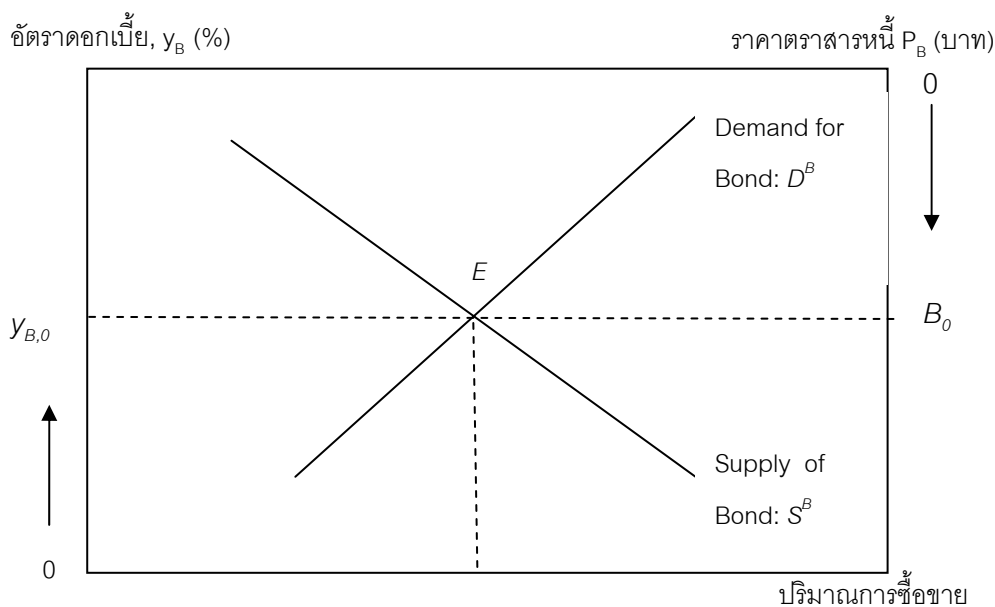
เส้นอุปทานตราสารหนี้ (Supply Curve:  $S^B$ ) เป็นเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการในการออกตราสารหนี้และอัตราดอกเบี้ย โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

สำหรับในระบบเศรษฐกิจ ดุลยภาพของตลาดจะเกิดขึ้นเมื่อราคาของผู้ซื้อมีความเต็มใจที่จะซื้อเท่ากับราคาของผู้ขายตั้งใจจะขาย ตลาดตราสารหนี้ดุลยภาพของตลาดจะเกิดขึ้น ต่อเมื่อความต้องการลงทุนในตราสารหนี้ (Demand for Bond:  $D^B$ ) เท่ากับความต้องการที่จะขายตราสารหนี้ (Supply of Bond:  $S^B$ ) และจะได้อัตราดอกเบี้ย ณ จุดดุลยภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 แสดงถึงดุลยภาพของตลาดตราสารหนี้ แต่หากเกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในอุปสงค์และอุปทานของตราสารหนี้ ส่งผลกระทบบ้างจุดดุลยภาพ ณ จุด  $E$  เปลี่ยนแปลงไป เมื่อระดับอัตราดอกเบี้ยหรือราคาตราสารหนี้ไม่อยู่ที่ดุลยภาพทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

ภาพที่ 2.1

ดุลยภาพของตลาดตราสารหนี้



ก. อุปสงค์ส่วนเกิน (Excess Demand) เกิดจากปริมาณความต้องการลงทุนหรือซื้อตราสารหนี้มีมากกว่าปริมาณความต้องการออกหรือขายตราสารหนี้ ณ ระดับอัตราดอกเบี้ยที่สูงกว่าระดับอัตราดอกเบี้ย  $y_{B,0}$  หรือราคาตลาดต่ำกว่าราคา  $B_0$  เกิดความต้องการซื้อส่วนเกิน

ข. อุปทานส่วนเกิน (Excess Supply) เกิดจากปริมาณความต้องการลงทุนหรือซื้อตราสารหนี้มีน้อยกว่าปริมาณความต้องการออกหรือขายตราสารหนี้ ณ ระดับอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าระดับอัตราดอกเบี้ย  $y_{B,0}$  หรือราคาสูงกว่าราคา  $B_0$  เกิดความต้องการขายส่วนเกิน

พิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินทรัพย์ในทฤษฎีความต้องการสินทรัพย์ เมื่อนำมาปรับใช้ในกรณีที่สินทรัพย์ที่ต้องการจะซื้อเป็นตราสารหนี้ ดังนั้นตัวแปรที่มีผลต่อความต้องการถือตราสารหนี้ตามทฤษฎีความต้องการถือสินทรัพย์ของนักลงทุน (The Theory of Assets Demand) มีดังนี้

(1) ความมั่งคั่ง (Wealth)

เมื่อเศรษฐกิจเจริญเติบโตหรืออยู่ในภาวะของวงจรธุรกิจช่วงขยายตัว ประชาชนมีความมั่งคั่ง (Wealth) เพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการในตราสารหนี้เพิ่มขึ้น ณ ระดับอัตราดอกเบี้ยคงที่ เส้นอุปสงค์ของตราสารหนี้จะเคลื่อนย้าย (Shift) ไปทางขวา ทำให้อัตราดอกเบี้ยลดลงและราคาตราสารหนี้ปรับตัวเพิ่มขึ้น ผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้จะปรับตัวสูงขึ้นตามไปด้วย ในกรณีภาวะถดถอยจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม

(2) ผลตอบแทนที่คาดหวังของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ

(Expected Return on Bonds Relative to Alternative Assets)

หากมีการคาดการณ์ว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้จะปรับตัวสูงขึ้น ความต้องการตราสารหนี้เพิ่มขึ้น เส้นอุปสงค์ตราสารหนี้จะเคลื่อนย้าย (Shift) ไปทางขวา อัตราดอกเบี้ยจะลดลง ราคาตราสารหนี้และอัตราผลตอบแทนจะปรับตัวสูงขึ้นในที่สุด แต่ถ้าคาดการณ์ว่าผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้จะปรับตัวลดลง ความต้องการตราสารหนี้จะลดลง เส้นอุปสงค์ตราสารหนี้จะเคลื่อนย้าย (Shift) ไปทางซ้าย อัตราดอกเบี้ยจะปรับตัวสูงขึ้น ราคาตราสารหนี้และอัตราผลตอบแทนจะปรับตัวลดลง

(3) ความเสี่ยงของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ (Riskness of

Bonds Relative to Alternative Assets)

ความเสี่ยงในที่นี้ หมายถึง ความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนของอัตราผลตอบแทนจากการถือทรัพย์สิน ซึ่งผู้ลงทุนส่วนใหญ่จะเป็นผู้ที่ไม่ชอบความเสี่ยง จึงเลือกถือสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงน้อยกว่าแทนการถือตราสารที่มีความเสี่ยงมากกว่า ดังนั้นถ้าความเสี่ยงในการถือตราสารหนี้เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบกับสินทรัพย์ตัวอื่นแล้ว จะทำให้ความต้องการถือตราสารหนี้ลดลง เส้นอุปสงค์ตราสารหนี้จะเคลื่อนย้าย (Shift) ไปทางซ้าย อัตราดอกเบี้ยจะสูงขึ้น ราคาตราสารหนี้และอัตราผลตอบแทนจะปรับตัวลดลง

(4) สภาพคล่องของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ (Liquidity of

Bonds Relative to Alternative Assets)

สภาพคล่องของตราสารหนี้กับอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในกรณีที่ผู้ลงทุนสามารถเข้ามาซื้อขายในตลาดตราสารหนี้ได้ง่ายขึ้น และสามารถเปลี่ยนทรัพย์สินไปเป็นเงินสดได้เร็วโดยมีต้นทุนในการเปลี่ยนแปลงไม่สูง จะเป็นแรงจูงใจให้ปริมาณความต้องการตราสารหนี้เพิ่มขึ้น ณ ระดับอัตราดอกเบี้ยคงที่และการเพิ่มขึ้นของสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้เป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นในความต้องการของตราสารหนี้ เส้นอุปสงค์ตราสารหนี้จะเคลื่อนย้าย (Shift) ไปทางขวา อัตราดอกเบี้ยจะลดลง ราคาตราสารหนี้และอัตราผลตอบแทนจะปรับตัวเพิ่มขึ้นในที่สุด ทิศทางการเคลื่อนย้าย (Shift) ของเส้นอุปสงค์ตราสารหนี้แสดงให้เห็นในภาพที่ 2.2 และสมการที่ (2.1) สรุปทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรตามทฤษฎีความต้องการเงินกู้ที่มีผลต่ออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้ ดังนี้



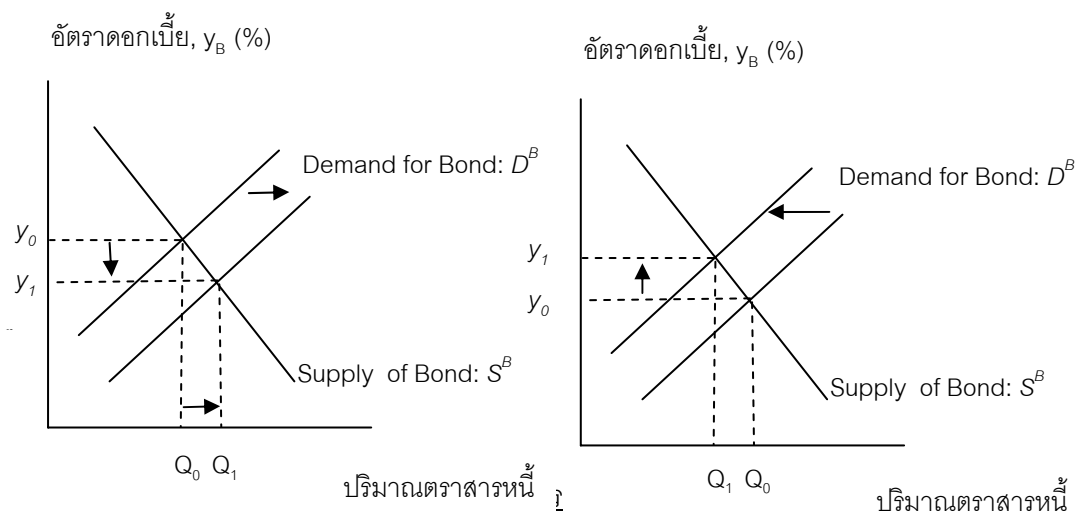
$$r_B = f\left(\overset{+}{Wealth}, \overset{+}{E(r_i)}, \overset{-}{Risk}, \overset{+}{Liquidity}\right) \quad (2.1)$$

โดยที่

- $r_B$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล
- Wealth = ความมั่งคั่ง
- $E(r_i)$  = ผลตอบแทนที่คาดหวังของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ
- Risk = ความเสี่ยงของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ
- Liquidity = สภาพคล่องของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ

ภาพที่ 2.2

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในอุปสงค์ของตราสารหนี้ที่มีผลต่อ  
การเปลี่ยนแปลงในอัตราดอกเบี้ย



## 2.2 วรรณกรรมปริทัศน์

### 2.2.1 วรรณกรรมปริทัศน์ที่พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในตราสารหนี้

ทฤษฎีความต้องการเงินกู้และกรอบความคิดความต้องการเงินกู้ กล่าวไว้อย่างชัดเจนว่า อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของตราสารหนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพย์สินอื่นๆ มีผลกระทบต่อ การตัดสินใจถือตราสารหนี้ของนักลงทุน และอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของตราสารหนี้เป็นผล มาจากการคาดการณ์อัตราดอกเบี้ยในอนาคต การคาดการณ์อัตราดอกเบี้ยในอนาคต ข้อมูล ข่าวสารของตัวแปรทั้งสองบรรจุอยู่ในความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย โดยการศึกษาของ Campbell and Ammer (1993) และ Evans and Lewis (1994) แสดงให้เห็นจริงถึงความสามารถ ของความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยในการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (Real Interest Rate) และอัตราเงินเฟ้อ (Inflation Rate) ดังนั้นจึงมีการศึกษาหลายงาน ที่พบว่าความ ชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยเป็นตัวชี้วัดภาคเศรษฐกิจที่แท้จริง (Real Economic Activity) เช่นการศึกษาของ Estrella and Hardouvelis (1991) ที่ว่าเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยที่มีความ ชันมากและความชันน้อย เป็นตัวชี้ถึงสภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัว (Economic Expansion) และ เศรษฐกิจที่ถดถอย (Economic Recession) ตามลำดับ ต่อมาในการศึกษาของ Estrella and Mishkin (1997) และ Davis, Henry and Pesaran (1994) แสดงให้เห็นถึง ความน่าเชื่อถือของ ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราผลตอบแทนในการทำนายเศรษฐกิจที่แท้จริงของประเทศในกลุ่ม ยุโรปและอังกฤษ

เมื่อความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยสามารถพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยและ อัตราเงินเฟ้อได้แล้ว ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยจึงมีความสามารถในการพยากรณ์ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้ได้เช่นกัน ข้อความข้างต้นได้รับการยืนยันจากการ ศึกษาของ Fama (1990a) Campbell and Shiller (1991) และ Evans and Lewis (1994) ที่ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยในการพยากรณ์อัตรา ผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้ระยะสั้นในอนาคต และในปี ค.ศ. 1996 การศึกษาของ Elton, Gruber and Mei พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน ในพันธบัตร กับเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย มีความสัมพันธ์ที่มิใช่เชิงเส้น ซึ่งคล้ายคลึงกับงานวิจัย ของ Boudoukh (1994) ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 Lekkos and Milas ยังพบว่าความชันของเส้น

โครงสร้างดอกเบี้ย เป็นตัวแปรบ่งชี้ในตัวแบบจำลอง STAR ที่ใช้ในการพยากรณ์อัตราผลตอบแทนส่วนเกินของพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 2 5 7 และ 10 ปี สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาใดที่นำความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยมาใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล

นอกจากความสามารถในการพยากรณ์อัตราผลตอบแทนส่วนเกินในการลงทุนของพันธบัตรรัฐบาลและความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย ยังมีงานวิจัยหลายงานที่พบว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดตราสารทุน มีผลกระทบต่อการตัดสินใจถือครองตราสารหนี้เช่นกัน โดยการศึกษาของ Keim and Stambugh (1986) ได้ทำการศึกษาว่าผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดตราสารทุน จะสามารถพยากรณ์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตราสารหนี้ได้หรือไม่ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือน ของประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ ค.ศ. 1928 ถึง ค.ศ. 1978 โดยการประมาณค่าสมการ (2.2)

$$(LTGOV - y_{TB})_t = \alpha_0 + \alpha_1 \left( -\log \left( SP_{t-1} / \overline{SP}_{t-1} \right) \right) + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

โดยที่

$LTGOV$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือระยะยาว

$y_{TB}$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตัวเงินคงคลังที่มีอายุ 1 เดือน ถือว่าเป็นอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง

$LTGOV - y_{TB}$  = ค่าชดเชยความเสี่ยงจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือระยะยาว หรือ “term premium”

$SP_{t-1}$  = ดัชนี Standard and Poor's Composite ที่แท้จริง ณ ปลายเดือน  $t-1$

$\overline{SP}_{t-1}$  = ค่าเฉลี่ยรายปีของ ดัชนี Standard and Poor's Composite ที่แท้จริง โดยนับย้อนหลังจากปลายเดือน  $t-1$  ย้อนหลังไป 45 ปี

ผลการประมาณค่าสมการที่ (2.2) พบว่า พารามิเตอร์  $\alpha_1$  มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ Keim and Stambugh ยังศึกษาต่อไปว่า ความสามารถของอัตราผลตอบแทนจากตลาดหลักทรัพย์ ครอบคลุมทุกอายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาลหรือไม่ โดยการประมาณค่าสมการ (2.3)

$$(LTGOV_i - y_{TB})_t = \alpha_0 + \alpha_1 \left( -\log \left( SP_{t-1} / \overline{SP}_{t-1} \right) \right) + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

โดยที่

$LTGOV_i$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ  $i$  เดือน

$y_{TB}$	=	อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตั๋วเงินคลังที่มีอายุ 1 เดือน
$LTGOV - y_{TB}$	=	ค่าชดเชยความเสี่ยงจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือระยะยาว หรือ “term premium”
$SP_{t-1}$	=	ดัชนี Standard and Poor's Composite ที่แท้จริง ณ ปลายเดือน $t-1$
$\overline{SP}_{t-1}$	=	ค่าเฉลี่ยรายปีของ ดัชนี Standard and Poor's Composite ที่แท้จริง โดยนับย้อนหลังจากปลายเดือน $t-1$ ย้อนหลังไป 45 ปี

Keim and Stambugh แบ่งกลุ่มการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล (Portfolio) ออกเป็น 10 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือต่างกัน 6 เดือน กลุ่มการลงทุนกลุ่มแรกเริ่มตั้งแต่ที่พันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือน้อยกว่า 6 เดือน กลุ่มการลงทุนที่สองประกอบด้วยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือตั้งแต่ 6 – 12 เดือน กลุ่มที่สิบจะเป็นพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 240 เดือน พบว่าค่าพารามิเตอร์  $\alpha_1$  ในสมการที่ (2.3) มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มการลงทุน หรือการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในกลุ่มพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุตั้งแต่ 6 เดือน ถึง 2 ปี สามารถอธิบายได้โดยอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Chen, Roll and Ross (1983) พบว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์มีสหสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนตราสารหนี้ภาคเอกชนที่มีความน่าเชื่อถือด้านเครดิตต่ำ (low-grade bonds) ต่อมา Fama and French (1989), (1993) และ Shiller (1992) พิสูจน์ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์และอัตราผลตอบแทนของกลุ่มตราสารหนี้เอกชนที่มีอายุคงเหลือยาว (Portfolio of Corporate Bond) มีความสัมพันธ์กัน จากการพยายามหาปัจจัยร่วม (Common Risk Factors) ที่สามารถอธิบายทั้งอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ และตราสารหนี้ระยะยาวภาคเอกชน ในปี ค.ศ. 1996 Kwan ทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลของทั้งสองตลาด โดยใช้ข้อมูลรายสัปดาห์ระหว่างปี ค.ศ. 1986 ถึง ค.ศ. 1990 และประมาณค่าสมการเชิงเส้น พบว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ ณ เวลา  $t-1$  สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนหุ้นกู้ของบริษัท ณ เวลาที่  $t$  ได้ แต่ไม่พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนของหุ้นกู้ ณ เวลา  $t-1$  จะสามารถอธิบายอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ เวลา  $t$  ได้

สำหรับประเทศไทย ัญญา ชันวริทย์ (2541) ได้พบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น 1 เดือน กับระดับดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุชาติ อุบริพุทธิพงศ์ (2542) แต่ยังไม่มีการศึกษาใดในประเทศไทยจะนำระดับดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มาใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวเชิงลุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในตราสารหนี้ในประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยงานศึกษาที่พยายามการสร้างแบบจำลองที่พยากรณ์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลมีค่อนข้างจำกัด ตัวอย่างการศึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตราสารหนี้เช่นของ สุชาติ อุบริพุทธิพงศ์ (2542) ที่ศึกษาผลกระทบของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีต่อดัชนีตราสารหนี้ของบริษัทหลักทรัพย์เอกร้ารง จก.(มหาชน) และธนาคารกสิกรไทย จก.(มหาชน) ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2537 ถึง กันยายน พ.ศ. 2541 โดยใช้เทคนิค Cointegration ของ Engle and Granger จากการประมาณด้วย Ordinary Least Square (OLS) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นในระยะยาว ดังสมการที่ (2.4) และ (2.5)

$$R_{SONE} = f(RMLR, RMS, RQ, RSET, RMCS, RINF) \quad (2.4)$$

$$R_{TFB} = f(RMLR, RMS, RQ, RSET, RMCS, RINF) \quad (2.5)$$

โดยที่

RSONE	=	ดัชนีตราสารหนี้ของบริษัทหลักทรัพย์ เอกร้ารง จก. (มหาชน)
RTFB	=	ดัชนีตราสารหนี้ของบริษัทกสิกรไทย จก. (มหาชน)
RMLR	=	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ขั้นต่ำ
RMS	=	ปริมาณเงิน
RQ	=	ปริมาณการซื้อขายของตราสารหนี้
RSET	=	ดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
RMCS	=	มูลค่าตามราคาตลาดของหลักทรัพย์
RINF	=	อัตราเงินเฟ้อ

ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ในระยะยาวของตัวแปรในทั้งสมการที่ (2.4) และ (2.5) และยังพบอีกว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงในดัชนีตราสารหนี้เฉลี่ย คือ อัตราดอกเบี้ยและอัตราเงินเฟ้อ โดยจากการศึกษาพบว่าการปรับตัวในระยะสั้นของดัชนีตราสารหนี้เฉลี่ย เมื่อมีการเพิ่มขึ้นในอัตราดอกเบี้ยและอัตราเงินเฟ้อ 1 Basis Point จะส่งผลต่อการลดลงของดัชนีตราสารหนี้เฉลี่ยเท่ากับ 36-51 Basis Point และ 78-83 Basis Point ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม

ตาม การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดในด้านปริมาณข้อมูลที่ใช้ เนื่องจากใช้เป็นข้อมูลรายเดือนและมีจำนวนเพียง 43 เดือน อาจทำให้ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ในระยะยาวไม่สมบูรณ์

Khanthavit (1994) ตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบว่า แบบจำลองของ Constantinides (1992) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี CIR เป็นแบบจำลองที่กำหนดโครงสร้างอัตราผลตอบแทนแบบสเปคตของประเทศไทย โดยกำหนดความสนใจเฉพาะตัวแบบจำลองซึ่งเป็นตัวแปรภาวะ  $X$  เพียงตัวแปรเดียวที่คอยผลักดันเศรษฐกิจของประเทศ ข้อมูลเป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2517 และ ตุลาคม พ.ศ. 2535 ของอัตราผลตอบแทนจากตัวสัญญาใช้เงินที่มีอายุคงเหลือ 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 12 เดือน Khanthavit ให้เหตุผลว่า อัตราผลตอบแทนของตัวสัญญาใช้เงินสามารถพิจารณาได้ว่าเป็นอัตราผลตอบแทนแบบสเปคตของตัวเงินคงคลังปรับด้วยค่าชดเชยความเสี่ยงด้านเครดิต ดังนั้นโครงสร้างอัตราผลตอบแทนของตัวสัญญาใช้เงินปรับค่าชดเชยความเสี่ยงกับโครงสร้างอัตราผลตอบแทนแบบสเปคต ควรจะถูกอธิบายโดยแบบจำลองเดียวกันได้ สมการในการสร้างเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยแสดงให้เห็นในสมการที่ (2.6)

$$y(n,t) = -0.0246 + \frac{1}{n} \left[ \frac{0.5 \ln(H(n)) - H^{-1}(n) \{X_t - 0.3882 \exp(0.0363n)\}^2}{+ \{X_t - 0.3882\}^2} \right] \quad (2.6)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} y(n,t) &= \text{อัตราผลตอบแทนแบบสเปคตที่มีอายุเหลือ } n \text{ งวด ณ เวลาที่ } t \\ H(n) &= \text{ฟังก์ชันของอายุคงเหลือ } n \text{ งวด } (H(n) = 0.0854 + 0.9146(0.0726n)) \\ X_t &= \text{ตัวแปรภาวะเพื่อกำหนดอัตราผลตอบแทนแบบสเปคตในปัจจุบัน} \end{aligned}$$

การทดสอบพบว่า แบบจำลองในสมการที่ (2.6) ที่ปรับค่าชดเชยความเสี่ยงสอดคล้องกับลักษณะโครงสร้างอัตราผลตอบแทนแบบสเปคต Khanthavit จึงใช้แบบจำลองที่ปรับค่าชดเชยความเสี่ยง เพื่อศึกษาพฤติกรรมโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยและตัวแปรภาวะ พบว่า ในอดีต ประเทศไทยเคยมีโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยทั้งแบบ ปกติ แบบลาดลง แบบบิดตัว แบบโหนก และแบบเป็นแอ่ง และตัวแปรภาวะมีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนจากกลุ่มดัชนีตลาดหลักทรัพย์ อัตราเงินเฟ้อ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าส่งออกกับมูลค่านำเข้าสินค้า และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในเงินสกุลดอลลาร์สหรัฐอเมริกา ในตลาดเงินยูโร

## 2.2.2 วรรณกรรมปริทัศน์ที่ใช้ตัวแบบจำลอง STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรทางเศรษฐกิจศาสตร์และการเงิน

สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรและการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง STAR ส่วนรายละเอียดของตัวแบบจำลองจะแยกออกไปบรรยายอย่างละเอียดในบทที่ 3

ตัวแบบจำลอง Smooth Transition Autoregression (STAR) ถูกพัฒนาโดย Granger and Teräsvirta (1992) เป็นตัวแบบจำลองที่แก้ข้อบกพร่องของตัวแบบจำลอง Markov-Switching และปัญหาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจเมื่อใช้ตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง ทำให้ในปัจจุบัน การศึกษาเชิงประจักษ์ได้ใช้ตัวแบบจำลอง มาพรรณนาและพยากรณ์ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Teräsvirta and Anderson (1992) ได้ใช้ตัวแบบจำลอง STAR ในการพยากรณ์มูลค่าของผลผลิตอุตสาหกรรมรายไตรมาส และใช้ค่าสถิติ Mean Square Prediction Error (MSPE) เป็นค่าชี้ถึงความสามารถในการพยากรณ์ ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบจำลอง STAR ให้ค่า MSPE ต่ำกว่าตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง (Linear Model) ซึ่งให้ผลคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Sarantis (1999) พบว่าตัวแบบจำลอง STAR มีความสามารถพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนที่แท้จริงรายเดือนของประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ ได้ดีกว่าตัวแบบจำลอง Markov-Switching และในการศึกษาของ Kilian and Taylor (2003) ได้เน้นถึงความสามารถของตัวแบบจำลอง STAR ว่าจะมีความสามารถในการพยากรณ์โดยเฉพาะในช่วงข้อมูลที่มีระยะยาว

Teräsvirta, Dijk and Medeiros (2003) ตรวจสอบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง 3 แบบจำลอง คือ ตัวแบบจำลอง Linear Autoregression ตัวแบบจำลอง STAR และตัวแบบจำลอง Neural network ผลชี้ว่าตัวแบบจำลอง LSTAR มีความสามารถในการพยากรณ์ตัวแปรมหภาค 47 ตัวแปรของประเทศในกลุ่ม G7 นอกจากนั้นยังมีการศึกษาของ Bårdan, Hurn and Mchugh (2003) และ Dijk, Franses and Teräsvirta (2000) ได้ใช้ตัวแบบจำลอง LSTAR เพื่อพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราการว่างงานในประเทศออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกา ตามลำดับ โดยให้เหตุผลว่าพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราการว่างงานในประเทศออสเตรียมีลักษณะแบบไม่สมมาตร (Asymmetric) ตามวัฏจักรธุรกิจ

Kräger and Kugler (1993) พบว่าตัวแบบจำลอง Self-Exciting Threshold Autoregression (SETAR) มีความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยนของประเทศสหรัฐ โดยช่วงข้อมูลอยู่ระหว่าง ปี ค.ศ. 1980-1990 ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวมีผลคล้ายกับงานศึกษาของ Clements and Smith (2001) ที่พยายามพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยนของประเทศเยอรมัน และ ญี่ปุ่น

การศึกษาของ Lekkos and Milas (2004) ซึ่งเป็นการศึกษาชิ้นแรกที่ใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปรทางการเงิน โดยพยายามศึกษาว่าตัวแปรความเสี่ยงใดเป็นตัวแปรที่สามารถพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 2 5 7 และ 10 ปี ข้อมูลที่ใช้เป็นอัตราผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลที่ไม่ให้ดอกเบี้ยของประเทศอังกฤษ (Discount Bonds) รายเดือนตั้งแต่เดือน มกราคม ค.ศ. 1976 ถึงเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2000 ใช้แบบจำลอง Vector STAR (Smooth Transition Autoregression) เป็นตัวแบบจำลองในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตร ดังสมการที่ (2.7)

$$y_{-i_t} = \left( \mu_1 + \sum_{j=1}^p \beta_{1,j} y_{-i_{t-j}} \right) (1 - G(s_t)) + \left( \mu_2 + \sum_{j=1}^p \beta_{2,j} y_{-i_{t-j}} \right) (G(s_t)) + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

โดยที่

- $y_{-i_t}$  = เวกเตอร์อนุกรมเวลาขนาด  $(k \times 1)$  ของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ  $i$  โดยที่  $i = 2, 5, 7$  และ  $10$  ปี
- $\mu_1, \mu_2$  = เวกเตอร์พารามิเตอร์ค่าคงที่ ขนาด  $(k \times 1)$
- $\beta_{1,j}, \beta_{2,j}$  = แมทริกค่าพารามิเตอร์ ขนาด  $(k \times k)$
- $\varepsilon_t$  = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนขนาด  $(k \times 1)$  มีการกระจายแบบ iid
- $G(s_t)$  = ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function); เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
- $s_t$  = ตัวแปรการเปลี่ยนแปลง (Transition Variable) เป็นตัวแปรที่ชี้ว่า ณ เวลา  $t$  จะให้น้ำหนักกับแต่ละฟังก์ชันอย่างไรในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรตาม



ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function;  $G(s_t)$ ) ที่พิจารณาประกอบด้วย

$$G(s_t; \gamma, C) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(s_t - C)}{\sigma_{s_t}}\right\}} ; \gamma > 0 \quad (2.8)$$

หรือ

$$G(s_t; \gamma, C_1, C_2) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(s_t - C_1)(s_t - C_2)}{\sigma_{s_t}}\right\}} ; C_1 \leq C_2, \gamma > 0 \quad (2.9)$$

Lekkos and Milas พบว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR มีความสามารถในการพยากรณ์อัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลในทุกอายุคงเหลือที่ทำการศึกษาคิดได้ดีกว่าตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรงหรือ VAR โดยพบว่า สัดส่วนของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error variance) ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรงมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง ในทุกอายุคงเหลือที่ทำการศึกษา และยังพบว่าฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงในทุกอายุคงเหลือเป็นฟังก์ชัน Logistic มีนัยว่า พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันมากในแต่ละวัฏจักรธุรกิจ และตัวแปรบ่งชี้คือ ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงถึงวัฏจักรธุรกิจ กล่าวคือ ในช่วงเศรษฐกิจถดถอยเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยมีความชันน้อย และในช่วงเศรษฐกิจรุ่งเรือง ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยจะมีค่ามาก อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 2005 Pérez-Rodríguez, Torra and Félix ได้เปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ตัวแปร Stock Index ในประเทศสเปน ระหว่างตัวแบบจำลอง STAR กับตัวแบบจำลอง Artificial Neural Network (ANN) ในช่วง out-of sample ผลการศึกษาของ Pérez-Rodríguez, Torra and Félix พบว่าตัวแบบจำลอง ANN มีความสามารถในการพยากรณ์ในช่วง out-of sample ดีกว่าตัวแบบจำลอง STAR

### บทที่ 3

#### แบบจำลอง Smooth Transition Autoregressive (STAR) Model

บทที่ 3 จะแบ่งการบรรยายเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก บรรยายลักษณะของตัวแบบจำลอง Vector Smooth Transition Autoregressive (Vector STAR) Model ซึ่งเป็นตัวแบบจำลองที่จะนำมาใช้พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และส่วนที่ 2 เป็นวิธีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR โดยได้รับการพัฒนาจากการศึกษาของ Teräsvirta (1993, 1994) และ Eitrheim and Teräsvirta (1996)

#### 3.1 แบบจำลอง Vector Smooth Transition Autoregressive (STAR) Model

เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายว่า พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปรเศรษฐกิจและ/หรือตัวแปรการเงินมีลักษณะที่มีไม่เชิงเส้นตรง โดยเฉพาะพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยส่วนเกินจากการลงทุนในตราสารหนี้มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นจริง เช่น การศึกษาของ Brenner Harjes and Kroner (1996) Ball and Torous (1999) พบว่าการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นของประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น มีลักษณะเชิงสุ่มหรือ Stochastic Volatility (SVOL) ทำให้ตัวแบบจำลอง GARCH ถูกนำมาใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ย ตัวอย่างการศึกษาที่น่าตัวแบบจำลอง GARCH มาใช้พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปรทางการเงิน เช่น Koedjik (1997) Anderson and Lund (1997) และ Ball and Torous (1999) ต่อมาในปี ค.ศ. 1990 Lamoureux and Lastrapes แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ (Structural breaks) ที่มีผลทำให้ลักษณะความแปรปรวนหรือพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยในแต่ละช่วงโครงสร้างเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันทำให้ตัวแบบจำลอง GARCH ไม่สามารถพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวได้ดี และได้มีการศึกษาเชิงประจักษ์หลายฉบับสนับสนุนผลการศึกษาของ Lamoureux and Lastrapes ตัวอย่างเช่น Hamilton and Susmel (1994) Cai (1994) และ So, Lam and Li (1998) ได้ใช้ตัวแบบจำลอง Markov switching ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นในประเทศสหรัฐอเมริกา และในปี ค.ศ. 1998 Naik and Lee ได้กล่าวไว้อย่างชัดเจนใน

การศึกษาว่า ตัวแบบจำลอง regime switching มีความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมความแปรปรวนของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย ได้ดีกว่าตัวแบบจำลอง GARCH นอกจากนั้นในการศึกษาของ Ang and Bekaert (1998) ยังพบอีกว่าตัวแบบจำลอง regime switching มีความสามารถในการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยของข้อมูลช่วง out-of sample ได้ดีกว่าตัวแบบจำลอง single regime ในปี ค.ศ. 2001 Bekaert, Hodrick and Marshall พบว่าพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของค่าชดเชยความเสี่ยง (term premium) มีลักษณะเป็น regime switching ที่มี 2 regimes อันเป็นผลมาจากปัญหาเศรษฐกิจ (peso problems) และในปี ค.ศ. 2003 Evans พบว่า regime switching ที่มี 3 regime เป็นตัวแบบจำลองที่ good fit สำหรับการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวในอัตราดอกเบี้ยประเทศอังกฤษ

ความสามารถของตัวแบบจำลอง regime switching ทำให้ Teräsvirta and Anderson (1992) พัฒนาตัวแบบจำลอง Smooth Transition Autoregression (STAR) ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งในตัวแบบจำลอง regime switching แต่มีความแตกต่างกับตัวแบบจำลอง Markov switching ที่ชัดเจนคือ ตัวแบบจำลอง STAR มีตัวแปรบ่งชี้สถานะการณสามารถเก็บข้อมูลได้ ดังนั้นจึงสามารถระบุฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่จะใช้ regime ได้ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปรได้ แต่ในตัวแบบจำลอง Markov switching ไม่สามารถเก็บตัวแปรบ่งชี้สถานะการณได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงได้ แต่จะคาดการณ์ได้เพียงโอกาสความน่าจะเป็นที่จะใช้ regime ได้ในการอธิบายตัวแปรที่กำลังพิจารณา อีกทั้งความน่าจะเป็นในการใช้ regime ใดจะมีค่าคงที่ค่าใดค่าหนึ่ง

ตัวแบบจำลอง Smooth Transition Autoregressive Model (STAR) มีลักษณะเป็นส่วนประสมแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละ regime ดังนั้นตัวแบบจำลอง STAR จึงประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ (1) สมการซึ่งเป็นตัวแทนในแต่ละ regime (regime อาจจะแบ่งตามวัฏจักรธุรกิจ หรือแบ่งตามนโยบายการเงินของรัฐบาล) ประเด็นคำถามที่ตามมาคือ จำนวน regimes ควรจะเป็นเท่าไร คำตอบ คือมิได้มีการจำกัดอย่างเคร่งครัดว่าตัวแบบจำลอง STAR ควรจะมีจำนวน regime เท่าไร อย่างไรก็ตามการศึกษาเชิงประจักษ์โดยทั่วไปจะแบ่ง regime ออกเป็น 2 ช่วง (Van Dijk, 1999) ส่วนประกอบที่ (2) คือ ฟังก์ชันที่บ่งชี้ถึงน้ำหนักที่จะใช้ในแต่ละ regime ควรจะมีรูปร่างและลักษณะเป็นอย่างไร คำตอบของคำถามนี้จะกล่าวอย่างละเอียดในลำดับถัดไป

อย่างไรก็ตามข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลที่ลำดับมีความสำคัญ ดังนั้นข้อมูลแต่ละตัวจะมีสหสัมพันธ์ร่วมกัน (Autocorrelation) ซึ่งตัวแบบจำลองที่ใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรคือ ตัวแบบจำลอง (Autoregression AR(p)) ดังนั้นการพิจารณาสมการ AR(p) เพียง

สมการเดี่ยว (single equation) เป็นการพิจารณาแค่ส่วนหนึ่งของระบบสมการ ยังมีได้สนใจการมีผลกระทบซึ่งกันและกันของตัวแปรในระบบสมการ (Greene, หน้า378) หรือละเลยปัญหา Contemporaneous correlation)<sup>1</sup> ดังนั้นการใส่ข้อมูลข่าวสารใหม่ลงไปในตัวแบบจำลองและทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลองพร้อมกันทั้งระบบโดยคำนึงถึงผลกระทบซึ่งกันและกันของตัวแปรภายในระบบสมการ หลักการดังกล่าวทำให้มีการพัฒนาตัวแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) แต่ตัวแบบจำลอง VAR ยังมีปัญหาในการพรรณนาพฤติกรรมเชิงสุ่มของตัวแปรเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ ดังที่ได้บรรยายไว้ในบทที่ 1 ดังนั้นการใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR และกำหนดค่าพารามิเตอร์พร้อมกันทั้งระบบสมการควรจะเป็นตัวแบบจำลองที่มีความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรได้ดีกว่าทั้งการใช้ตัวแบบจำลอง STAR หรือ VAR อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว การศึกษาของ Lekkos and Milas (2004) ได้ยืนยันข้อความข้างต้น โดย Lekkos and Milas ได้ใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลประเทศอังกฤษ และพบว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR มีความสามารถในการพรรณนาได้ดีกว่าตัวแบบจำลอง VAR สมการที่ (3.1) แสดงตัวอย่างของตัวแบบจำลอง Vector STAR กรณีค่าในอดีต  $p$  ช่วงเวลา คือ

$$y_t = \left( \mu^1 + \sum_{j=1}^p \beta_j^1 y_{t-j} \right) (1 - c(s_t; \gamma, c)) + \left( \mu^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j^2 y_{t-j} \right) (c(s_t; \gamma, c)) + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

โดยที่

$$Y_t = \begin{pmatrix} y_{1t} & x_{1t} & x_{2t} & \dots & x_{mt} \end{pmatrix}'$$

เวกเตอร์ตัวแปร  $m$  ตัวที่กำลังพิจารณา ณ เวลาที่  $t$ ;  $t = 1, 2, \dots, T$

$$\mu^i = \begin{pmatrix} \mu_1^i & \mu_2^i & \dots & \mu_m^i \end{pmatrix}'$$

เวกเตอร์ของจุดตัดแกน (Intercept) ของ regime ที่  $i$ ;  $i = 1, 2$

$$\beta^i = \begin{bmatrix} \beta_{11}^i & \beta_{12}^i & \dots & \beta_{1m}^i \\ \beta_{21}^i & \beta_{22}^i & \dots & \beta_{2m}^i \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{m1}^i & \beta_{m2}^i & \dots & \beta_{mm}^i \end{bmatrix}$$

<sup>1</sup> การแก้ปัญหา Contemporaneous correlation ในข้อมูลภาคตัดขวาง Cross section data จะใช้ตัวแบบจำลอง Seemingly Unrelated Regression(SUR)

- แมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของ regime ที่  $i$ ;  $i = 1, 2$   
 โดยที่  $\beta_{jk}^i$  คือสัมประสิทธิ์ของ  $Y_{k,t-j}$  ใน regime ที่  $i$  ของสมการที่พยากรณ์
- $$\mathbf{Y}_{kt}$$
- $\boldsymbol{\varepsilon}_t = (\varepsilon_{1t} \ \varepsilon_{2t} \ \dots \ \varepsilon_{mt})'$   
 เวกเตอร์ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายแบบ iid
- $$\mathbf{E}(\boldsymbol{\varepsilon}_t) = \mathbf{0} ; \forall t \quad \text{Var}(\boldsymbol{\varepsilon}_t) = \boldsymbol{\Sigma}^2 \mathbf{I}_m ; \forall t \neq 0$$
- $g(\mathbf{s}_t; \boldsymbol{\gamma}, c) =$  ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function); เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงมีความสำคัญมากในตัวแบบจำลอง Vector STAR เพราะเป็นการบ่งบอกถึงน้ำหนักที่จะใช้ในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรต้นในแต่ละจุดเวลา  $t$  โดยฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงจะมีความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบกับตัวแปรการเปลี่ยนแปลง
- $$(\mathbf{s}_t)$$
- $\mathbf{s}_t =$  ตัวแปรบ่งชี้ (Transition Variable) เป็นตัวแปรที่สามารถเก็บข้อมูลได้<sup>2</sup>  
 ตัวแปรบ่งชี้จะเป็นตัวแปรที่ชี้ว่าในแต่ละจุดเวลา  $t$  จะให้น้ำหนักในสมการใดเพื่อพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรที่กำลังพิจารณา โดยตัวแปรบ่งชี้้อาจจะเป็นค่าในอดีตของตัวแปร  $s_t = (y_{t-d})$ ;  $d > 0$ <sup>3</sup> หรือตัวแปรภายนอก  $s_t = (z_t)$  ก็เป็นได้
- $\boldsymbol{\gamma} =$  พารามิเตอร์ในฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง  $\boldsymbol{\gamma}$  ซึ่งถึงความเร็วของการเปลี่ยนแปลงจาก regime หนึ่งไปอีก regime หนึ่ง
- $c =$  พารามิเตอร์ในฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง เป็นค่าอ้างอิงที่ใช้เป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจเพื่อจะทำการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักที่จะใช้ในแต่ละสมการทั้ง 2 (Threshold between to Two Regimes)

---

<sup>2</sup> หากตัวแปรบ่งชี้ (Transition Variable) ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ จัดอยู่ในประเภทของแบบจำลอง Markov regime-switching

<sup>3</sup> เรียกตัวแบบจำลองนี้ว่า Self-Exciting TAR Model การศึกษาของ Kräger and Kugler (1993) พบความสามารถของแบบจำลอง Self-Exciting TAR (SETAR) Model ในการพยากรณ์พฤติกรรมการณ์การเคลื่อนไหวอัตราแลกเปลี่ยนของเงินดอลลาร์ ในช่วง ค.ศ. 1980 ถึง ค.ศ. 1990

พิจารณาสมการที่ (3.1) ตัวแบบจำลอง Vector STAR มีลักษณะคล้ายกับตัวแบบจำลอง VAR แต่ได้ขยายผลกลุ่มตัวแปรที่ใช้อธิบายแทนที่จะใช้โครงสร้างเพียงโครงสร้างเดียวสำหรับตัวแบบจำลอง VAR แต่ในตัวแบบจำลอง Vector STAR ใช้ 2 โครงสร้างโดยการเคลื่อนที่ของตัวแปรทางซ้ายจะได้รับผลจากโครงสร้างสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ขนาดความสัมพันธ์ขึ้นกับฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  สำหรับฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  มีโครงสร้างระหว่าง 0 ถึง 1 ดังนั้นจึงสามารถพิจารณาได้ว่า  $g(s_t; \gamma, c)$  เป็นน้ำหนักที่ใช้ regime ที่ 2 โดยน้ำหนักสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกลุ่มตัวแปรและลักษณะของสมการ นอกจากนี้ถ้าน้ำหนักฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  มีค่าเป็น 0 หรือ 1 อย่างถาวรแล้วตัวแบบจำลอง Vector STAR จะลดรูปเป็นตัวแบบจำลอง VAR อย่างถาวร และหากกำหนดฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  ให้มีค่าเฉพาะ 0 หรือ 1 เท่านั้น ณ เวลาใดๆ ตัวแบบจำลอง Vector STAR จะมีรูปลักษณะเป็น Switch ระหว่างโครงสร้างสมการที่ 1 และสมการที่ 2 และเรียกแบบจำลองดังกล่าวว่า Vector TAR

ฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  ยังเป็นฟังก์ชันที่แสดงถึงรูปแบบพฤติกรรมของน้ำหนักในตัวแบบจำลอง Vector STAR อีกด้วย ดังนั้น ฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  ที่จะเลือกใช้ในตัวแบบจำลอง Vector STAR ควรจะมีลักษณะการตอบสนองกับตัวแปรบ่งชี้ ( $s_t$ ) ที่แตกต่างกัน ฟังก์ชัน  $g(s_t; \gamma, c)$  ได้นำเสนออยู่อย่างกว้างขวางในงานวิจัยเชิงประจักษ์ต่างประเทศมี 2 รูปแบบ คือ ฟังก์ชัน Logistic และ ฟังก์ชัน Exponential

(1) รูปแบบของฟังก์ชัน Logistic ได้แสดงในสมการที่ (3.2) ตัวแบบจำลอง Vector STAR ที่ใช้ฟังก์ชัน Logistic เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า ตัวแบบจำลอง LSTAR

$$G(s_t; \gamma, c) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(s_t - c)}{\sigma_{s_t}}\right\}} \quad ; \quad \gamma > 0 \quad (3.2)$$

โดยที่

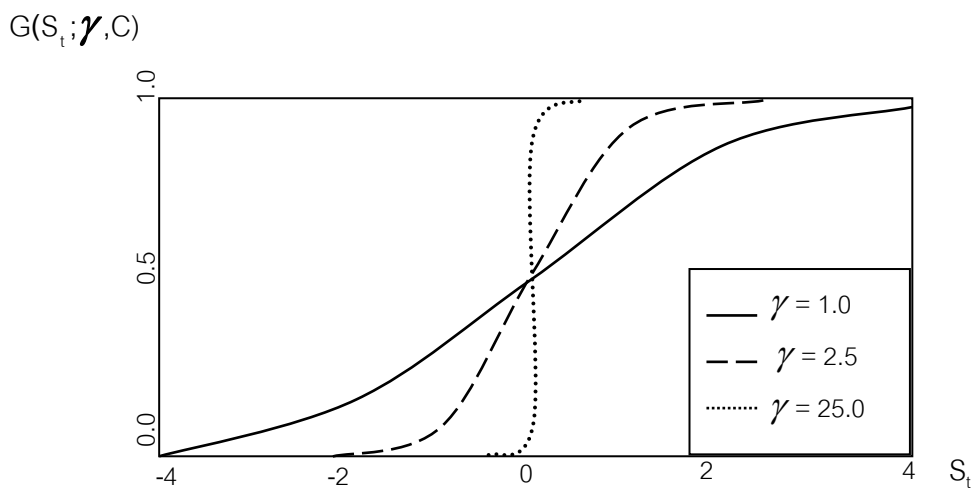
$$\sigma_{s_t} = \text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรบ่งชี้}$$

พิจารณาสมการที่ (3.2) ฟังก์ชัน Logistic แสดงถึงรูปแบบการตอบสนองของฟังก์ชัน  $G(s_t; \gamma, c)$  ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรบ่งชี้ ( $s_t$ ) ในลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเมื่อ ( $s_t > c$ ) และ ( $s_t < c$ ) เรียกการเคลื่อนไหวดังกล่าวว่า การเคลื่อนไหวแบบ asymmetric ส่วนค่าพารามิเตอร์  $\gamma$  จะมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์ถึงจำนวนอนันต์ (infinity) ถ้าหากค่าพารามิเตอร์  $\gamma = 0$  ทำให้ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง  $G(s_t; \gamma, c) = \frac{1}{2}$  ตัวแบบจำลอง

LSTAR จะเปลี่ยนรูปเป็นตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง แต่ถ้าค่าพารามิเตอร์  $\gamma$  เข้าใกล้จำนวนอนันต์ ( $\gamma \rightarrow \infty$ ) ทำให้เมื่อตัวแปรบ่งชี้ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย การเคลื่อนไหวจาก regimes หนึ่งไปยังอีก regime หนึ่งเป็นไปอย่างรวดเร็ว ลักษณะดังกล่าวทำให้ตัวแบบจำลอง LSTAR เปลี่ยนรูปเป็นตัวแบบจำลอง TAR (Two-Regime Threshold Autoregressive Model) ภาพที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของฟังก์ชัน Logistic ที่มีค่าพารามิเตอร์  $C$  เดียวกัน (Threshold) แต่ค่าพารามิเตอร์  $\gamma$  ต่างกัน

ภาพที่ 3.1

ลักษณะ Logistic Function



ภาพที่ 3.1 ถ้าค่าพารามิเตอร์  $\gamma \rightarrow \infty$  ฟังก์ชัน Logistic จะเข้าใกล้รูปแบบของฟังก์ชันบ่งชี้ (Indicator Function)<sup>4</sup> คือ ถ้า  $\lim_{\gamma \rightarrow \infty} G(S_t; \gamma, C) = I[S_t > C]$

Van Dijk, Teräsvirta and Franses (2000) ได้กล่าวในการศึกษาว่าตัวแบบจำลอง LSTAR เหมาะสำหรับการอธิบายตัวแปรที่มีพฤติกรรมเคลื่อนไหวที่ไม่สมมาตรในแต่ละช่วงวัฏจักร (asymmetric business cycle) โดยพิจารณาให้เห็นจริงจากรูปที่ 3.1 ควบคู่กับตัวอย่างการใช้ตัวแบบจำลอง LSTAR ในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราการเติบโตของผลผลิต (growth rate of an output) กำหนดให้  $S_t = Y_{t-d}$  และ  $C \approx 0$  สังเกตเห็นว่าถ้า  $Y_{t-d} > 0$  ตัวแบบจำลอง LSTAR จะให้น้ำหนักใน regimes ที่หนึ่งในการอธิบายพฤติกรรมเคลื่อนไหวของตัวแปรมากกว่า แต่ถ้า  $Y_{t-d} < 0$  ตัวแบบจำลอง LSTAR จะให้น้ำหนักกับอีก regimes ในการอธิบายพฤติกรรมเคลื่อนไหวของตัวแปรมากกว่า จะเห็นว่าตัวแบบจำลอง LSTAR สามารถ

<sup>4</sup>  $I[A] = 1$ ; ถ้า  $A$  เป็นจริงและ  $I[A] = 0$ ; ถ้าเป็นเท็จ

แบ่งได้อย่างชัดเจนระหว่างอัตราการเติบโตของผลผลิตที่เป็นบวกและลบ ซึ่งเป็นตัวแทนเศรษฐกิจขาขึ้นและขาลงตามลำดับ ความสามารถของตัวแบบจำลอง LSTAR แสดงให้เห็นในการศึกษาของ Anderson and Teräsvirta (1992) และการศึกษาของ Teräsvirta, Tjøstheim and Granger (1994) ในการอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศยุโรปและการเคลื่อนไหวของดัชนีผลผลิตในภาคอุตสาหกรรม (industry production index) ของกลุ่มประเทศ OECD ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2003 Holmes and Maghrebi พบว่าตัวแบบจำลอง LSTAR มีความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวอัตราแลกเปลี่ยนของประเทศในเอเชียกับประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1977 ถึง ค.ศ. 2000

(2) รูปแบบของฟังก์ชัน Exponential แสดงในสมการที่ (3.3) ตัวแบบจำลอง Vector STAR ที่ใช้ฟังก์ชัน Exponential เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า ตัวแบบจำลอง ESTAR

$$G(s_t; \gamma, C) = 1 - \exp \left\{ \frac{-\gamma (s_t - C)^2}{\sigma_{s_t}} \right\} ; \gamma > 0 \quad (3.3)$$

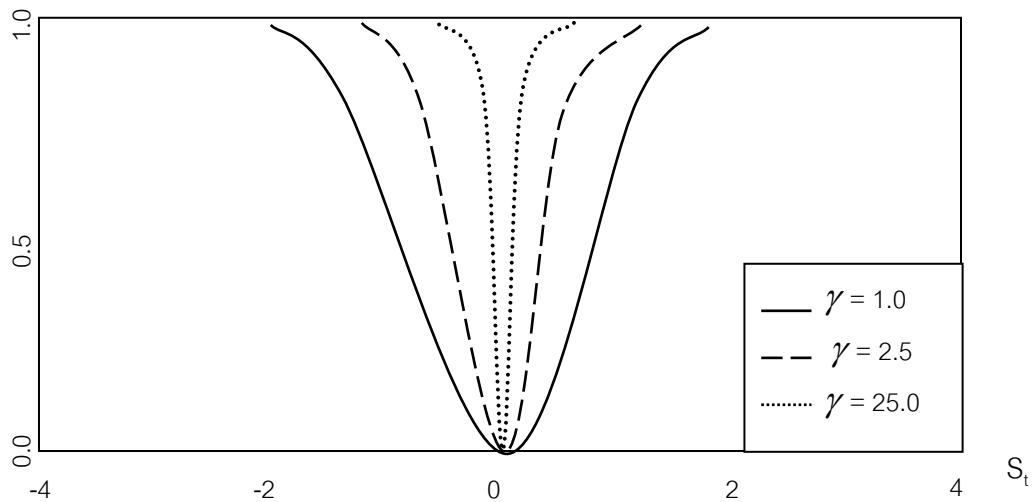
ลักษณะการเคลื่อนไหวของตัวแปรไม่ได้เป็นการเคลื่อนไหวแบบวัฏจักรธุรกิจไม่สมมาตร (asymmetric business cycle) เสมอไป ยังมีตัวแปรทางเศรษฐกิจและการเงินบางตัวที่มีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างออกไป ยกตัวอย่างเช่น การเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยนที่แท้จริง จะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของความเบี่ยงเบน (deviation) จาก Purchasing Power Parity (PPP) หรือมีพฤติกรรมการเคลื่อนไหวแบบสมมาตร (symmetric business cycle) ทำให้ Teräsvirta (1994) พัฒนาฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงแบบ Exponential ขึ้นมา แสดงให้เห็นในสมการที่ (3.3) และรูปที่ 3.2 การศึกษาเชิงประจักษ์ของ Michael, Nobay and Peel (1997) และ Baum, Caglayan and Barkoulas (1998) ได้นำตัวแบบจำลอง ESTAR พรรณนาพฤติกรรมของอัตราแลกเปลี่ยนที่แท้จริง อย่างไรก็ตาม ถ้าค่าพารามิเตอร์  $\gamma$  ในฟังก์ชัน Exponential (สมการที่ (3.3)) มีค่า  $\gamma = 0$  หรือ  $\gamma \rightarrow \infty$  ทำให้ฟังก์ชัน Exponential จะมีค่าเข้าใกล้ค่าคงที่ ESTAR Model จะเปลี่ยนรูปเป็นตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรง ดังแสดงในภาพที่ 3.2 ทำให้ Jansen and Teräsvirta (1996) พัฒนาฟังก์ชัน Exponential Function เป็น Quadratic Logistic Function เพื่อใช้งานได้จริง รูปแบบของ Quadratic Logistic Function แสดงให้เห็นในสมการที่ (3.4) และภาพที่ 3.3



$$G(s_t; \gamma, C_1, C_2) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(s_t - C_1)(s_t - C_2)}{\sigma_{s_t}}\right\}} ; c_1 \leq c_2, \gamma > 0 \quad (3.4)$$

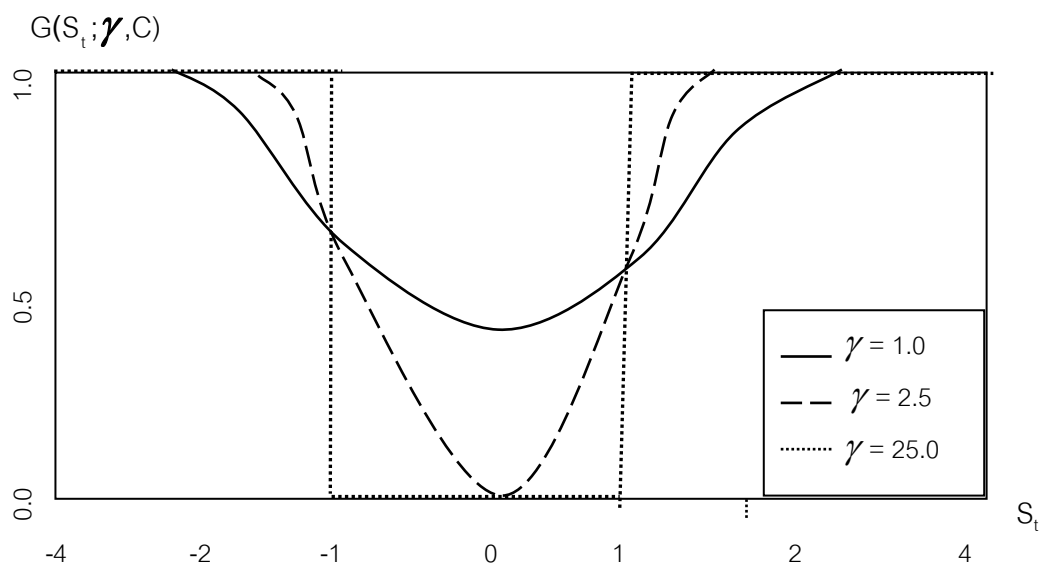
พิจารณาสมการที่ (3.4) ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงเป็นฟังก์ชัน Quadratic Logistic มีลักษณะคล้ายกับฟังก์ชัน Logistic คือ เป็นแบบจำลองเชิงเส้นเมื่อ  $\gamma = 0$  และถ้า  $\gamma \rightarrow \infty$  ทำให้  $G(s_t; \gamma, C_1, C_2)$  เท่ากับ 1 เมื่อ  $s_t < C_1$  หรือ  $s_t > C_2$  และ  $G(s_t; \gamma, C_1, C_2)$  เท่ากับ 0 เมื่อ  $C_1 < s_t < C_2$  ข้อสังเกตสำหรับการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชัน Quadratic Logistic แสดงถึงรูปแบบการตอบสนองของฟังก์ชัน  $G(s_t; \gamma, C_1, C_2)$  ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรบ่งชี้ ( $s_t$ ) ในลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเมื่อระยะห่างระหว่างตัวแปรบ่งชี้ ( $s_t$ ) กับค่าพารามิเตอร์ ( $C = 0$ ) โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของเครื่องหมายว่าตัวแปร ( $s_t$ ) จะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าพารามิเตอร์ ( $C_1, C_2$ ) ที่ยังคงลักษณะการเคลื่อนไหวแบบสมมาตรเช่นเดิม

ภาพที่ 3.2

ลักษณะ Exponential Function เมื่อ ( $C = 0$ ) $G(s_t; \gamma, C)$ 

ภาพที่ 3.3

ลักษณะของ Quadratic Logistic Function เมื่อ  $(C_1 = -1, C_2 = 1)$



Van Dijk, Teräsvirta and Franses (2000) กล่าวไว้อย่างชัดเจนว่าตัวแบบจำลอง ESTAR เหมาะสำหรับการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปร ในลักษณะที่ค่าตัวแปร บ่งชี้มีการผันผวนหรือเบี่ยงเบนไปจากค่ากลางหรือค่าอ้างอิงมากน้อยเพียงใด โดยสามารถ พิจารณาจากรูปที่ 3.3 จะเห็นว่าการใช้น้ำหนักจะทำให้ regime ใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าตัวแปรบ่งชี้หรือ  $S_t$  มีค่าแตกต่างจากค่า  $C_1$  และ  $C_2$  มากน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น หาก  $S_t$  มีค่าแตกต่างจากค่า  $C_1$  และ  $C_2$  อย่างมาก นั่นคือ  $S_t < C_1$  และ  $S_t > C_2$  จะให้น้ำหนักใน regimes ที่หนึ่งมากกว่า แต่ถ้า  $S_t$  มีค่าแตกต่างจากค่า  $C$  ไม่มากนัก หรือ  $S_t < C_1$  และ  $S_t > C_2$  ตัวแบบจำลองจะให้น้ำหนักในอีก regime มากกว่า ตัวอย่างการศึกษาที่นำตัวแบบจำลอง ESTAR สามารถใช้ในพรรณนาพฤติกรรม ของตัวแปร เช่น Kapetanios, Shin and Snell (2003) พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของ ราคาหลักทรัพย์ของประเทศอังกฤษ หรือการศึกษาของ Clements and Smith (2001) พรรณนา พฤติกรรมอัตราแลกเปลี่ยนเงินของประเทศไทย และการเคลื่อนไหวอัตราแลกเปลี่ยนเงินของประเทศไทย กับประเทศญี่ปุ่นระหว่างปีค.ศ. 1977 ถึง ค.ศ. 2000 ในการศึกษาของ Holmes and Maghrebi (2003)

### 3.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR

ส่วนที่ 2 จะอธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการประมาณค่าเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR ตามสมการที่ (3.1) และ ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงที่จะนำมาพิจารณาประกอบด้วย ฟังก์ชัน Logistic (สมการที่ (3.2)) และฟังก์ชัน Quadratic Logistic (สมการที่ (3.4)) ทั้งนี้จะต้องทำการทดสอบเพื่อเลือกฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมในการอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปรก่อนที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR

#### 3.2.1 ขั้นตอนกำหนดค่าพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง Vector STAR

ขั้นตอนแรก คือ กำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector Autoregression (VAR Model) เหตุผลที่ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง VAR มีด้วยกัน 2 ประการ ประการแรกเพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบความสามารถของตัวแบบจำลอง VAR กับตัวแบบจำลอง Vector STAR และประการที่สอง เพื่อจะนำค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง VAR เป็นค่าตั้งต้น (Initial Values) ในการหาค่าของพารามิเตอร์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR ด้วยวิธี Numerical search

ตัวแบบจำลอง Vector STAR เป็นตัวแบบจำลองที่พรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้นตรง ดังนั้นก่อนที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR จะต้องทำการทดสอบความเป็นเชิงเส้นเสียก่อน โดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์  $\gamma = 0$  ทำให้ ฟังก์ชัน  $G(S_t; \gamma, C) = \frac{1}{2}$  ในทุกจุดของเวลา  $t$  ส่งผลให้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง regimes จึงสามารถจัดรูปให้เป็นตัวแบบจำลอง VAR ได้ จากแนวคิดดังกล่าว Teräsvirta (1994) เสนอวิธีการทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรง โดยการใช้ประมาณค่าอนุกรมเทย์เลอร์อันดับ 3 (Taylor Series Approximation)<sup>5</sup> ประมาณค่าฟังก์ชัน  $G(S_t; \gamma, C)$  รอบๆค่า  $\gamma = 0$  ในสมการที่ (3.1) ส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์

---

<sup>5</sup> ฟังก์ชัน  $f(x)$  ใดๆ ที่หาอนุพันธ์ได้ต่อเนื่อง  $n$  ครั้งสามารถประมาณค่ารอบๆจุด  $x_0 = 0$  ใดๆ โดย  $f(x) \approx f_n(x) = f(x_0) + \frac{df(x_0)}{dx}(x - x_0) + \frac{1}{2!} \frac{d^2f(x_0)}{dx^2}(x - x_0)^2 + \dots + \frac{1}{n!} \frac{d^n f(x_0)}{dx^n}(x - x_0)^n$

ระหว่างชุดตัวแปรต้นกับค่าในอดีตของชุดตัวแปรต้น และผลคูณแบบ cross product ดังแสดงให้  
เห็นในสมการที่ (3.5)

$$Y_t = \alpha_t + \sum_{j=1}^p \Gamma_j^0 Z_{t-j}^0 + \sum_{j=1}^p \Gamma_j^1 Z_{t-j}^1 + \sum_{j=1}^p \Gamma_j^2 Z_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^p \Gamma_j^3 Z_{t-j}^3 + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

โดยที่

$$Y_t = (y_{1t} \ x_{1t} \ x_{2t} \ \dots \ x_{mt})'$$

$$\alpha_t = (\alpha_{1t} \ \alpha_{2t} \ \dots \ \alpha_{mt})'$$

เวกเตอร์ของจุดตัดแกน (Intercept)

$$\Gamma_j^i = \begin{bmatrix} \tau_{11}^i & \tau_{12}^i & \dots & \tau_{1m}^i \\ \tau_{21}^i & \tau_{22}^i & \dots & \tau_{2m}^i \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tau_{m1}^i & \tau_{m2}^i & \dots & \tau_{mm}^i \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ของผลคูณแบบ cross product โดยที่  $\tau_{jk}^i$  คือสัมประสิทธิ์ของ  $Z_{k,t-j}^i$

$$Z_{t-j}^i = (y_{1t-j} s_{t-j}^i \ y_{2t-j} s_{t-j}^i \ \dots \ y_{mt-j} s_{t-j}^i)'$$

$$\varepsilon_t = (e_{1t} \ e_{2t} \ \dots \ e_{mt})'$$

เวกเตอร์ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายแบบ iid

สมการที่ (3.5) ชี้ให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรต้นและชุดข้อมูลที่สังเกต  
จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าพารามิเตอร์ (Linear in Parameters) แต่ไม่เป็นเชิงเส้นตรงกับ  
ข้อมูล ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ในสมการที่ (3.5) จึงมีความหมาย กล่าวคือ ถ้าเมทริกซ์ของ  
พารามิเตอร์  $\Gamma_j^1, \Gamma_j^2, \Gamma_j^3$  บางตัวไม่เป็น 0 ย่อมแสดงว่าชุดตัวแปรต้นและชุดข้อมูลมี  
ความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้นตรง ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปร  
เสียก่อนว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงหรือไม่ โดยใช้การทดสอบ Wald Test สมมติฐานในการ  
ทดสอบคือ

$$H_{01}: \Gamma^1 = \Gamma^2 = \Gamma^3 = 0$$

$$H_{11}: \Gamma^i \neq 0 \quad \text{สำหรับบาง } i$$

หากผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก จะเชื่อว่าพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของ  
ข้อมูลที่ต้องการศึกษามีลักษณะเป็นแบบไม่เป็นเชิงเส้นตรง แต่เนื่องจากเราไม่ทราบว่าตัวแปรบ่งชี้

คือตัวไหน Teräsvirta (1994) เสนอให้ใช้สมมติฐานของการทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรง (Linearity: against STAR Model) ในการเลือกตัวแปรบ่งชี้ ( $S_t$ ) โดยจะเลือกตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นตัวแปรบ่งชี้จากตัวแปรที่ทำให้ความสัมพันธ์ของระบบสมการไม่เป็นเชิงเส้นตรงมากที่สุด หรือเลือกตัวแปร  $S_t$  ที่ให้ค่า p-value ต่ำที่สุดในการทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรงหลักเกณฑ์ดังกล่าวเป็นหลักเกณฑ์เดียวกับงานวิจัยของ Van Dijk and Franses (2000), Van Dijk (2002) และ Lekkos and Milas (2004) เพื่อหาตัวแปรบ่งชี้ในแบบจำลอง STAR ที่พรรณนาพฤติกรรมอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนพันธบัตรรัฐบาลในประเทศอังกฤษ

ในการทดสอบเพื่อระบุว่าฟังก์ชัน  $G(S_t; \gamma, C)$  ควรมีลักษณะใด โดยรูปแบบสมการการเปลี่ยนแปลงที่จะทำการเลือกจะมีด้วยกัน 2 รูปแบบคือ ฟังก์ชัน Logistic แสดงให้เห็นในสมการที่ (3.2) และฟังก์ชัน Quadratic Logistic แสดงให้เห็นในสมการที่ (3.4) วิธีการเลือกฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง Teräsvirta (1994) เสนอให้ใช้วิธี **Sequence of Nested Test** โดยมีขั้นตอนดังนี้ ประมาณค่าฟังก์ชัน Logistic ด้วยการประมาณอนุกรมเทย์เลอร์อันดับ 3 รอบๆค่า  $\gamma = 0$  และนำฟังก์ชัน  $G(S_t; \gamma, C_t)$  ที่ประมาณค่าที่ได้แทนลงในสมการ Vector STAR (สมการที่ (3.1)) สามารถจัดรูป LSTAR ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับสมการที่ (3.5) จากนั้นทำในลักษณะเดียวกันกับฟังก์ชัน Quadratic Logistic เมื่อได้สมการที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสมการที่ (3.5) ของทั้งตัวแบบจำลอง LSTAR และ ESTAR พิจารณาความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ของทั้งสองแบบจำลอง โดยการทดสอบ Sequence of Nested Test ดังสมมติฐานข้างล่าง

$$H_{04} : \Gamma^3 = 0$$

$$H_{03} : \Gamma^2 = 0 \mid \Gamma^3 = 0$$

$$H_{02} : \Gamma^1 = 0 \mid \Gamma^2 = \Gamma^3 = 0$$

ถ้าค่า p-value ของ  $H_{03}$  ต่ำสุด จะเลือกฟังก์ชัน Quadratic Logistic เป็นรูปแบบของฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าค่า p-value ของ  $H_{02}$  ไม่ใช่ค่าที่ต่ำสุด ให้เลือกฟังก์ชัน Logistic เป็นรูปแบบของฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (ดูรายละเอียดแนวความคิดหลักเกณฑ์นี้ได้จากภาคผนวก ก.) หลักเกณฑ์ดังกล่าวถูกนำไปใช้ในงานวิจัยเชิงประจักษ์ในต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น Van Dijk, Teräsvirta and Franses (2000) Korhonen (2001) และ Jorge, Salvador and Julián (2005)

เมื่อได้ทราบถึงฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงและตัวแปรบ่งชี้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง STAR โดยวิธี Maximum Likelihood Estimation

## บทที่ 4

### วิธีการศึกษา

บทที่ 4 ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ตัวแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ส่วนที่ 2 เป็นวิธีการศึกษา

#### 4.1 ตัวแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาเป็นระบบสมการ (System of Equations) เหตุผลที่พิจารณาระบบสมการเนื่องจาก การศึกษาทั้งระบบสมการทำให้สามารถพิจารณาตัวแปรได้หลายตัวไปพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อความจริงที่ว่า การเคลื่อนไหวของตัวแปรทางการเงินในระบบเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มากกว่าความสัมพันธ์ในทิศทางเดียว ข้อความข้างต้นแสดงให้เห็นจริงจากการศึกษาของ Fama (1990) ที่พบความสัมพันธ์แบบ Contemporaneous Correlation ระหว่างตัวแปรทางการเงิน และการศึกษาที่ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Fama ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Campbell and Shiller (1988) และ Campbell (1991) และอื่นๆ ดังนั้นการใช้ระบบสมการ จึงเป็นการเพิ่มข่าวสารข้อมูลลงไปในตัวแบบจำลอง ข้อมูลข่าวสารที่เพิ่มเข้าไปจะช่วยในการพรรณนาพฤติกรรมของตัวแปรที่กำลังศึกษา สมการที่ (4.1) แสดงถึงระบบสมการ Vector STAR เพื่อพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวเชิงสุ่มควบคุมกันระหว่างตัวแปรที่ใช้และอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือ

$$Y_t = \left( \mu^1 + \sum_{j=1}^p \beta_j^1 Y_{t-j} \right) (1 - G(s_t; \gamma, c)) + \left( \mu^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j^2 Y_{t-j} \right) (G(s_t; \gamma, c)) + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

โดยที่

$$Y_t = \begin{pmatrix} \text{exre}_{iy_t} & \text{slope}_t & \text{exrre}_{set_t} \end{pmatrix}'_{3 \times 1}$$

เวกเตอร์ของตัวแปรภายในระบบสมการ

$\text{exre}_{iy_t}$  = อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มี

อายุคงเหลือ  $i$  ปี :  $i = 1, 2, 5, 7$  และ  $10$  ปี

$\text{slope}_t$  = ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย

$\text{exrre}_{set_t}$  = อัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนตลาดหลักทรัพย์ของไทย

สมการที่ (4.1) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรภายในระบบสมการมี 3 ตัวแปรคือ (1) อัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือ (Excess Bond Return) (2) ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (Slope of Term Structure Interest Rate) (3) อัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ (Excess Stock Return) ตัวแปรทั้ง 3 อยู่ภายใต้ทฤษฎีความต้องการการเงิน<sup>1</sup>และกรอบความคิดความต้องการการเงิน<sup>2</sup>และการศึกษาเชิงประจักษ์การคำนวณตัวแปรในระบบสมการที่ (4.1) มีรายละเอียดดังนี้

(1) อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ  $i$  ปี (Excess Bond Return) ใช้สัญลักษณ์  $exre\_iy_t$  สามารถคำนวณตามสมการที่ (4.2)

$$exre\_iy_T = r_{iy,t} - r_{f,t}$$

$$r_{iy,t} = \ln\left(\frac{B_{i,t}}{B_{i,t-1}}\right) \quad (4.2)$$

$$B_{iy,t} = \exp\{-spot\ rate_{iy,t} * y\}$$

โดยที่

$exre\_iy_t$  = อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ  $i$  ปี ณ วันที่  $t$  โดยที่  $i = 1\ 2\ 5\ 7$  และ 10 ปี

$r_{iy,t}$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ  $i$  ปี ณ วันที่  $t$  โดยที่  $i = 1\ 2\ 5\ 7$  และ 10 ปี

$r_{f,t}$  = อัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง (Risk free rate) ในที่นี้จะใช้อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดซื้อคืนพันธบัตร 1 วัน (repurchase rate)<sup>1</sup>

$B_{iy,t}$  = ราคาพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ  $i$  ปี ณ วันที่  $t$  โดยที่  $i = 1\ 2\ 5\ 7$  และ 10 ปี

$y$  = อายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาล

$spot\ rate_{y,t}$  = อัตราคิดลดแบบสปอต (Spot rate) สำหรับตราสารหนี้ที่มีอายุคงเหลือ  $i$  ปี ณ วันที่  $t$  โดยที่  $i = 1\ 2\ 5\ 7$  และ 10 ปี<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ข้อมูลอนุกรมเวลาของ Repurchase rate เก็บข้อมูลจาก [www.thaibdc.or.th](http://www.thaibdc.or.th)

<sup>2</sup> ข้อมูลอนุกรมเวลาของ อัตราคิดลดแบบสปอต เก็บข้อมูลจาก [www.thaibdc.or.th](http://www.thaibdc.or.th)

(2) ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (Slope of Term Structure Interest Rate) ใช้สัญลักษณ์  $slope_t$  สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (4.3)

$$slope_t = Interpolation\ GB\ yield_{10y,t} - Interpolation\ GB\ yield_{1y,t} \quad (4.3)$$

โดยที่

$slope_t$  = ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (Slope of Term Structure Interest Rate)

$Interpolation\ GB\ yield_{10y,t}$ , = อัตรา Interpolation of Government Bond Yield<sup>3</sup> ที่มีอายุ  
 $Interpolation\ GB\ yield_{1y,t}$ , คงเหลือ 10 ปี และ 1 ปี ณ วันที่  $t$

(3) อัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ของไทย (Excess Stock Return) ใช้สัญลักษณ์  $exre\_set_t$  สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (4.4)

$$exre\_set_t = r_{set,t} - r_{f,t}$$

$$r_{set,t} = \ln\left(\frac{set\ index_t}{set\ index_{t-1}}\right) \quad (4.4)$$

โดยที่

$exre\_set_t$  = อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ของไทย ณ วันที่  $t$

$r_{set,t}$  = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ของไทย ณ วันที่  $t$

$r_{f,t}$  = อัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง (risk free rate)

$set\ index_t$  = ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ของไทย<sup>4</sup> ณ วันที่  $t$  ทั้งนี้

เหตุผลที่พิจารณาเพียง 3 ตัวแปรข้างต้น ทั้งที่การศึกษาต่างประเทศใช้ตัวแปรตัวอื่น เช่น สภาพคล่องของตราสารหนี้ เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ ประการแรก คือ มูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในประเทศไทยแต่ละครั้งต้องใช้เงินเป็นจำนวนมาก ทำให้นักลงทุนที่เข้ามาลงทุนในตลาดตราสารหนี้ไทย จึงเป็นนักลงทุนสถาบันการเงินมากกว่านักลงทุนรายย่อยเหมือนกับตลาดหลักทรัพย์ เหตุผลประการที่ 2 คือ การซื้อขายพันธบัตรรัฐบาลในประเทศไทยเป็นการซื้อขายโดยตรงระหว่างผู้ลงทุนและผู้ระดมทุนแล้วจึงรายงานอัตราผลตอบแทนไปยังศูนย์ซื้อขายตราสาร

<sup>3</sup> ข้อมูลอนุกรมเวลาของ Interpolation of Government Bond Yield เก็บจาก [www. bot.or.th](http://www.bot.or.th)

<sup>4</sup> ข้อมูลอนุกรมเวลาของ SET Index สามารถเก็บข้อมูลจาก [www. set.or.th](http://www. set.or.th)



หนี้แห่งประเทศไทย ดังนั้นข้อมูล bid-ask ซึ่งเป็นตัวแปรที่การศึกษาเชิงประจักษ์ต่างประเทศใช้เป็นตัวแทนสภาพคล่องการซื้อขาย จึงไม่เหมาะสมในกรณีประเทศไทย

## 4.2 วิธีการศึกษา

### 4.2.1 การทดสอบเสถียรภาพและรายงานค่าสถิติพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ก่อนการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลองควรจะทำการทดสอบลักษณะคุณสมบัติด้านความมีเสถียรภาพของข้อมูล (Stationary) เสียก่อน เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาทางการเงินส่วนใหญ่จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในลักษณะที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้การกำหนดตัวแบบจำลองที่เหมาะสมนั้นเป็นไปได้ยากเพราะมีอิทธิพลของเวลามาเกี่ยวข้อง และข้อมูลที่ขาดคุณสมบัติ Stationary จะทำให้การวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือปกติทางสถิติได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง

กระบวนการตัวแปรที่มีเสถียรภาพหรือ Stationary Process จะมีค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) มีขนาดเปลี่ยนแปลงไม่ขึ้นกับเวลาที่ใช้สุ่มตัวอย่าง ถ้าตัวแปรที่พิจารณามีคุณสมบัติ Stationary หรือเป็นตัวแปรสุ่มแบบ  $I(n)$  (Integrated Variable of Degree  $n$ ) โดยที่  $n \geq 1$  ต้องพยายามปรับเปลี่ยนตัวแปรเชิงสุ่ม  $I(n \geq 1)$  โดยการหาค่าความแตกต่าง  $n$  ครั้ง ( $n$  differencing) ให้เป็นตัวแปรเชิงสุ่มแบบ  $I(0)$  ซึ่งมีคุณสมบัติ Stationary จึงสามารถนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือปกติทางสถิติได้

การทดสอบความมีเสถียรภาพของข้อมูลจะทำการทดสอบ Unit Root Test หรืออันดับความสัมพันธ์ของข้อมูล (Orders of Integration) ด้วยวิธีการศึกษาของ Dickey and Fuller (1979) โดยเริ่มต้นด้วยการประมาณแบบจำลอง Autoregression ลำดับหนึ่ง ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (4.5)

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad ; t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (4.5)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} X_t &= \text{ตัวแปรที่กำลังศึกษา} \\ \rho &= \text{สัมประสิทธิ์ของตัวแปรความล่าช้า (Lagged) ของอนุกรมเวลา } X_{t-1} \\ \varepsilon_t &= \text{ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) โดยที่ } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \end{aligned}$$

การทดสอบ Stationary จะพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรความล่าช้า ( $\rho$ ) โดยมีเงื่อนไขคือ

ถ้า  $|\rho| < 1$  แสดงว่า  $X$  อนุกรมเวลา  $X_t$  มีลักษณะที่เป็น Stationary

ถ้า  $|\rho| \geq 1$  แสดงว่า  $X$  อนุกรมเวลา  $X_t$  มีลักษณะที่เป็น Non - Stationary

อนุกรมเวลาของตัวแปรส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นบวกมากกว่าลบ ดังนั้นสมมติฐานแรก (Null Hypothesis) ที่เหมาะสม คือ  $\rho = 1$  และสมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis) คือ  $\rho < 1$

การตั้งสมมติฐานสำหรับการทดสอบดังนี้

$H_0 : \rho = 1$  (Non - Stationary)

$H_1 : \rho < 1$  (Stationary)

ถ้าผลการทดสอบ Unit Root Test ปรากฏว่าการประมาณค่า  $\rho$  ไม่แตกต่างจาก 1 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธ Null Hypothesis และสรุปได้ว่าอนุกรมเวลา  $X_t$  เป็น Non - Stationary แต่ในทางตรงกันข้ามการประมาณค่า  $\rho$  มีค่าน้อยกว่า 1 อย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่าอนุกรมเวลา  $X_t$  เป็น Stationary

หลังจากปรับข้อมูลให้มีคุณสมบัติ Stationary เรียบร้อยแล้ว จะทำการพรรณนาค่าสถิติเบื้องต้น (Descriptive Statistics) เพื่อเป็นข้อมูลขั้นต้นในการประเมินรูปร่างของการแจกแจงของตัวแปรด้วยค่าสถิติเชิงพรรณนาประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (Sample Mean =  $\hat{\mu}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง (Sample Standard Deviation =  $\hat{\sigma}$ ) ค่าความเบ้ตัวอย่าง (Sample Skewness =  $\hat{S}$ ) ค่าสัมประสิทธิ์เคอโตซิสตัวอย่าง (Sample Kurtosis Coefficient =  $\hat{K}$ ) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวอย่าง (Sample Correlation =  $\hat{\rho}$ ) ค่าสถิติดังกล่าวคำนวณได้จากสมการที่ (4.6)

$$\begin{aligned} \hat{\mu} &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_t & \hat{S} &= \frac{1}{\hat{\sigma}^3} \frac{\sum_{t=1}^T (X_t - \hat{\mu})^3}{T - 1} \\ \hat{\sigma}^2 &= \frac{\sum_{t=1}^T (X_t - \hat{\mu})^2}{T - 1} & \hat{K} &= \frac{1}{\hat{\sigma}^4} \frac{\sum_{t=1}^T (X_t - \hat{\mu})^4}{T - 1} \\ \hat{\rho}(X, Y) &= \frac{\hat{\sigma}_{xy}}{\sqrt{\hat{\sigma}_x^2 * \hat{\sigma}_y^2}} & \hat{\sigma}_{xy} &= \frac{\sum_{t=1}^T (X_t - \hat{\mu}_x)(Y_t - \hat{\mu}_y)}{T - 1} \end{aligned} \quad (4.6)$$

ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (Sample Mean =  $\hat{\mu}$ ) จะชี้ถึงอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังจากการลงทุน ในทางสถิติค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะใช้เป็นค่าซึ่งระบุตำแหน่งที่ตั้งของการแจกแจง และเนื่องจากอัตราผลตอบแทนเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม อัตราผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละวันจึงอาจมีระดับแตกต่างไปจากอัตราผลตอบแทนที่คาดในลักษณะที่เป็นการกระจายตัวอยู่โดยรอบค่าเฉลี่ย ขนาดของการกระจายตัวสามารถชี้โดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง (Sample Standard Deviation =  $\hat{\sigma}$ ) ดังนั้นหากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่างมีค่ามากย่อมแสดงถึง การลงทุนในหลักทรัพย์มีความผันผวนไปจากค่าเฉลี่ยมาก ซึ่งเป็นการลงทุนที่มีความเสี่ยงสูง สำหรับค่าความเบ้ตัวอย่าง (Sample Skewness =  $\hat{S}$ ) แสดงถึง การกระจายตัวของอัตราผลตอบแทนซึ่งเป็นตัวแปรเชิงสุ่มที่เกิดขึ้นโดยรอบค่าเฉลี่ยอาจจะเป็นการกระจายแบบอสมมาตร เบ้ไปทางซ้ายหรือไปทางขวา ความเบ้ของการกระจายสามารถใช้ค่าสกีวเนสเป็นเครื่องบ่งชี้ โดยค่าความเบ้ตัวอย่างที่เป็นลบชี้ว่า การแจกแจงมีความเบ้ไปทางซ้ายหรือมีส่วนหางชี้ไปทางซ้าย ค่าความเบ้ที่มีค่าเป็นบวกจะชี้ว่าการแจกแจงมีความเบ้ไปทางขวา หรือมีส่วนหางชี้ไปทางขวา ในขณะที่ถ้าการแจกแจงมีลักษณะสมมาตรค่าความเบ้จะมีค่าเป็นศูนย์ ค่าสัมประสิทธิ์เคอโตซิสตัวอย่าง (Sample Kurtosis Coefficient =  $\hat{K}$ ) เป็นค่าที่ชี้ถึงขนาดของมวลบริเวณหางของการแจกแจง โดยค่าเคอโตซิสของการแจกแจงแบบปกติมีค่าเท่ากับ 3.00 แต่ถ้าการแจกแจงที่มีหางฉุน ค่าเคอโตซิสจะมีค่าสูงกว่า 3.00 และถ้าการแจกแจงที่มีหางผอม ค่าเคอโตซิสจะมีค่าต่ำกว่า 3.00 และเพื่อให้เกิดความมั่นใจ การศึกษาจึงจะทำการทดสอบว่า การแจกแจงของตัวแปรที่นำมาศึกษามีรูปร่างที่ต่างจากการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ การทดสอบจะพิจารณาค่าสถิติ Wald Test (W) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (4.7)

$$W = T \left\{ \frac{\hat{S}^2}{6} + \frac{(\hat{K}-3)^2}{24} \right\} \quad (4.7)$$

ถ้าการแจกแจงของตัวแปรที่นำมาศึกษาเป็นการแจกแจงแบบปกติ ค่าสถิติ W จะเป็นตัวแปรเชิงสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ 2 การศึกษาจะปฏิเสธข้อสมมติฐานว่า การแจกแจงของตัวแปรที่นำมาศึกษาเป็นการแจกแจงแบบปกติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เมื่อค่าสถิติ W มีค่าเกินกว่า 9.21

การรายงานค่าสถิติเบื้องต้นเป็นการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่าข้อมูลที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีลักษณะคล้ายคลึงหรือแตกต่างกับการศึกษาเชิงประจักษ์อดีตมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้เปรียบเทียบผลการศึกษา สำหรับการตรวจสอบการกระจายตัวของตัวแปรที่นำมาศึกษา เพื่อตรวจสอบว่าควรจะใช้จำนวนข้อมูลมากน้อยเพียงใด กล่าวคือ ถ้าตัวแปรมีการกระจายตัวแบบไม่

ปกติ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เพื่อจะได้ค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นค่าสถิติเบื้องต้นที่ชี้ว่าชุดตัวแปรที่กำลังศึกษามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันหรือไม่ ถ้าการศึกษาไม่พบว่าชุดตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน ก็ไม่จำเป็นต้องทำการศึกษาโดยใช้ระบบสมการ

#### 4.2.2 การกำหนดพารามิเตอร์ในแบบจำลอง Vector STAR

การศึกษาใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ในการพรรณนาพฤติกรรมความเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละจุดของเวลาแบบมีเงื่อนไข ขึ้นกับ ค่าในอดีตของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรในแต่ละอายุคงเหลือ (exre\_set) ความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (slope) และอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ (exre\_set) แสดงให้เห็นในสมการที่ (4.1)

ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function ;  $G(S_t; \gamma, C)$ ) ที่จะนำมาพิจารณาประกอบด้วย ฟังก์ชัน Logistic สมการที่ (4.8) และฟังก์ชัน Quadratic Logistic สมการที่ (4.9) ทั้งนี้จะต้องทำการทดสอบเพื่อเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสมก่อนที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR

$$G(S_t; \gamma, C) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(S_t - C)}{\sigma_{s_t}}\right\}} ; \gamma > 0 \quad (4.8)$$

หรือ

$$G(S_t; \gamma, C) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(S_t - C_1)(S_t - C_2)}{\sigma_{s_t}}\right\}} ; c_1 \leq c_2 , \gamma > 0 \quad (4.9)$$

ขั้นตอนการกำหนดค่าพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง Vector STAR จะเริ่มต้นจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector Autoregressive Model (VAR Model) เสียก่อน สมการที่ (4.10) แสดงตัวแบบจำลอง VAR

$$\begin{bmatrix} \text{exre\_iy}_t \\ \text{slope}_t \\ \text{exre\_set}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \end{bmatrix} + \sum_{j=1}^p \begin{bmatrix} \beta_{11}^j & \beta_{12}^j & \beta_{13}^j \\ \beta_{21}^j & \beta_{22}^j & \beta_{23}^j \\ \beta_{31}^j & \beta_{32}^j & \beta_{33}^j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{exre\_iy}_{t-j} \\ \text{slope}_{t-j} \\ \text{exre\_set}_{t-j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ \varepsilon_{3,t} \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

ประเด็นปัญหาสำหรับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง VAR คือ จำนวนความล่าช้า (p) ที่เหมาะสมก่อน (Optimum Lag) ควรจะเป็นเท่าไร Lütkepohl (1991) เสนอให้ใช้การ Likelihood Ratio Test ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ LR แสดงให้เห็นดังที่สมการที่ (4.11)

$$LR = (T - C) \left( \log \left| \sum_r \right| - \log \left| \sum_u \right| \right) \sim H_0 \chi_{\alpha,df}^2 \quad (4.11)$$

โดยที่

$T$  = จำนวนข้อมูล

$C$  = จำนวนพารามิเตอร์ในแต่ละสมการของ Unrestricted Model

$\log \left| \sum_r \right| - \log \left| \sum_u \right|$  = Log ของ determinant ของ Variance - Covariance matrix ใน restricted และ unrestricted Model ตามลำดับ

การทดสอบมีสมมติฐาน ดังนี้

$H_0$  : จำนวนความล่าช้าเท่ากับจำนวนความล่าช้าในสมการ Restricted Model

$H_1$  : จำนวนความล่าช้าเท่ากับจำนวนความล่าช้าในสมการ Unrestricted Model

ภายใต้  $H_0$  ค่า LR Statistic มีการกระจายแบบ  $\chi^2$  และมีองศาความเป็นอิสระเท่ากับจำนวนสัมประสิทธิ์ใน Restricted Model ถ้าค่า LR Statistic มากกว่า  $\chi_{\alpha,df}^2$  จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Null hypothesis:  $H_0$ ) การทดสอบทำโดยเปรียบเทียบ VAR Model ที่มีจำนวนความล่าช้ามากที่สุด (Unrestricted Model) แต่ไม่ทำให้เสียองศาความเป็นอิสระ Degree of Freedom มากเกินไป กับ VAR Model ที่มีจำนวนความล่าช้าน้อยกว่า 1 ช่วงเวลา (Restricted Model) ถ้าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก แบบจำลองที่มีจำนวนความล่าช้าน้อยกว่าเป็นแบบจำลองที่เหมาะสม

เมื่อทราบค่าความล่าช้าที่เหมาะสมของตัวแบบจำลอง VAR แล้ว จึงคำนวณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง VAR ในแต่ละอายุคงเหลือได้ หลังจากนั้นต้องทำการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของระบบสมการเพื่อแสดงให้เห็นจริงถึงพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของชุดตัวแปรภายในระบบสมการมีลักษณะเป็นเชิงเส้นตรงหรือไม่ (Linearity: against Vector STAR Model) และหาตัวแปรบ่งชี้ที่เหมาะสม ดังสมการที่ (4.12)

$$Y_t = \alpha_t + \sum_{j=1}^P \Gamma_j^0 Z_{t-j}^0 + \sum_{j=1}^P \Gamma_j^1 Z_{t-j}^1 + \sum_{j=1}^P \Gamma_j^2 Z_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^P \Gamma_j^3 Z_{t-j}^3 + \varepsilon_t \quad (4.12)$$

การประมาณค่าในสมการที่ (4.12) มีปัญหาอยู่ 2 ประเด็น ประเด็นแรกคือ ค่าความล่าช้าที่เหมาะสมควรจะเป็นเท่าไร คำตอบของคำถามนี้ จะใช้ค่าความล่าช้าที่เหมาะสมจะใช้ความล่าช้าที่เหมาะสมเดียวกับตัวแบบจำลอง VAR ส่วนประเด็นคำถามที่ 2 คือ ตัวแปรบ่งชี้หรือ ( $s_t$ ) จะใช้ตัวแปรใด สำหรับตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นตัวแปรบ่งชี้ในตัวแบบจำลอง Vector STAR คือ ค่าในอดีตของตัวแปรภายในระบบทั้ง 3 ตัว [ $exre\_y_{t-1}$ ,  $slope_{t-1}$ ,  $exrre\_set_{t-1}$ ] จากนั้นจะทำการทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรง (Linearity: against Vector STAR Model) ในแต่ละครั้งโดยการแทนตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นตัวแปรบ่งชี้ ( $s_t$ ) ทั้ง 3 ตัว และใช้การทดสอบแบบ Wald Test โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_{01}: \Gamma^1 = \Gamma^2 = \Gamma^3 = 0$$

$$H_{11}: \Gamma^1 \neq \Gamma^2 \neq \Gamma^3 \neq 0$$

ตัวแปรที่จะใช้เป็นตัวแปรบ่งชี้ ( $s_t$ ) ในสมการ Vector STAR จะเป็นตัวแปรที่ปฏิเสธความเป็นเชิงเส้นตรงมากที่สุด ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR ตามรายละเอียดในบทที่ 3

#### 4.2.3 การทดสอบลักษณะตัวแบบจำลอง Vector STAR

เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR แล้ว ขั้นตอนต่อไป เป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือของค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR โดยมีสมมติฐานในการทดสอบ 2 สมมติฐาน

(1) ตัวแบบจำลอง Vector STAR เป็นแบบจำลอง ที่ประกอบด้วยแบบจำลองเชิงเส้นตรง 2 เส้น รวมกันแบบถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ดังนั้น ถ้าพารามิเตอร์ของสมการเชิงเส้นตรงทั้ง 2 เท่ากัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง 2 regimes ทำให้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ลดรูปเป็น ตัวแบบจำลอง VAR ดังนั้นในสมมติฐานแรกจึงต้องทำการทดสอบว่า ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบจำลองเชิงเส้นตรงทั้ง 2 สมการในตัวแบบจำลอง Vector STAR ในสมการที่ (4.1) มีค่าเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐานหลักว่า

$$H_0: \beta_{jk}^1 = \beta_{jk}^2 \quad ; \text{สำหรับทุก } j, k$$

$$H_1: \beta_{jk}^1 \neq \beta_{jk}^2 \quad ; \text{สำหรับทุก } j, k$$

โดยที่

$$\beta_{jk}^i = \text{สัมประสิทธิ์ของ } Y_{k,t-j} \quad ; i = 1 \text{ และ } 2 \text{ ตามลำดับ}$$

การทดสอบใช้ Wald Test มีการกระจายแบบ  $\chi^2(h)$  โดยที่  $h$  คือจำนวนเงื่อนไขในสมมติฐานหลัก ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก สามารถกล่าวได้ว่า ค่าพารามิเตอร์ของสมการเชิงเส้นตรงทั้งสองไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(2) ค่าพารามิเตอร์  $\gamma$  ในตัวแบบจำลอง Vector STAR เป็นค่าที่ชี้ถึงความเร็วของการเปลี่ยนแปลงจากฟังก์ชันหนึ่งไปอีกฟังก์ชันหนึ่ง ถ้า  $\gamma = 0$  ทำให้  $G(s_t) = \frac{1}{2}$  ตัวแบบจำลอง Vector STAR จะกลายเป็นเพียงตัวแบบจำลอง VAR ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบว่าพารามิเตอร์  $\gamma$  มีค่าเท่ากับศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยทำการทดสอบ t-Statistic.

#### 4.2.4 เปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลอง VAR

ความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง สามารถดูจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ คือ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าคาดการณ์ที่ได้จากตัวแบบจำลองกับค่าที่แท้จริงของตัวแปร ณ เวลาเดียวกัน โดยตัวแบบจำลองที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนต่ำ ย่อมแสดงถึง ตัวแบบจำลองที่มีสามารถพยากรณ์ได้ดี ทั้งนี้ตัวแบบจำลองที่ดีควรมีความสามารถในการพยากรณ์ทั้งในช่วง In-Sample และ Out-of Sample ดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบแบบ Robustness Check จึงทำการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบจำลองใน 2 กรณี คือ In-Sample Criteria และ Out-of Sample Criteria เพราะบางครั้ง ตัวแบบจำลองพยากรณ์ได้ดีในช่วง In-Sample แต่ในช่วง Out-of Sample อาจจะไม่ดี ตัวอย่างเช่น การศึกษาตัวแบบจำลองที่พรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยนในปีค.ศ. 1983 ของ Meese and Rogoff (1983) จนถึง ปีค.ศ. 2003 ของ Kilian and Taylor (2003) ให้ข้อสรุปที่ใกล้เคียงกันคือ พบว่าตัวแบบจำลองที่ศึกษาีความสามารถในการพยากรณ์ที่ดีในช่วง In-Sample แต่กลับไม่ให้ค่าสถิติที่แสดงถึงสามารถพยากรณ์ช่วง Out-of Sample ไม่ได้

4.2.4.1 ช่วงข้อมูล In-Sample คือ การใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีเพื่อคำนวณหา ค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง ค่าสถิติที่ชี้ถึงความแม่นยำของตัวแบบจำลอง ในช่วง In-Sample คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน (Mean absolute Error: MAE) และ รากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Squared Error: RMSE)<sup>5</sup> ค่าสถิติ ทั้งสองแสดงถึงความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง โดยที่ตัวแบบจำลองใดที่ให้ ค่าสถิติทั้งสองต่ำ คือตัวแบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรได้ใกล้เคียงกับค่าที่เกิดขึ้นจริงของ ตัวแปร ค่าสถิติทั้งสองได้แสดงสูตรคำนวณในสมการที่ (4.14) และ (4.15)

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{\sum_{t=1}^T |e_t|}{T} \quad (4.14)$$

$$\text{Root Mean Squared Error} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T}} \quad (4.15)$$

โดยที่

- $e_t$  = ค่าคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ ณ เวลา  $t$ ;  $e_t = (Y_t - \hat{Y}_t)$
- $Y_t$  = ข้อมูลที่แท้จริงของ  $Y$  ณ เวลา  $t$
- $\hat{Y}_t$  = ข้อมูลที่ได้จากการประมาณข้อมูล  $Y_t$  โดยใช้ตัวแบบจำลอง
- $T$  = จำนวนข้อมูล

4.2.4.2 ค่าสถิติที่แสดงความแม่นยำของแบบจำลองใน Out of Sample ซึ่งเป็นช่วงของข้อมูลที่มีได้นำมาใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง ดังนั้นการทดสอบความสามารถของตัวแบบจำลองในช่วงข้อมูล Out of Sample จึงเป็นการทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ตัวแบบจำลองอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามการทดสอบความสามารถในช่วงข้อมูล Out of Sample จะตรวจสอบ 2 วิธี

(1) Appending window sample squared prediction error เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลองด้วยการใช้ข้อมูลข่าวสารที่เกิดขึ้นใหม่ทุกครั้ง จึงทำให้จำนวนข้อมูลข่าวสารที่ใช้ในตัวแบบจำลองไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง ค่าสถิติ Appending

---

<sup>5</sup> ความแตกต่างระหว่างค่าสถิติ Mean absolute Error กับ Root Mean Squared Error คือ Mean absolute Error จะให้น้ำหนักกับค่าความคลาดเคลื่อนทุกตัวเท่ากัน แต่ค่า Root Mean Squared Error จะให้น้ำหนักกับค่าความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดของความคลาดเคลื่อน โดยจะให้น้ำหนักกับบริเวณปลายหางมากกว่า



window Sample squared prediction error มีวิธีการคำนวณดังนี้ คือใช้ข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 1 ถึง R (เรียกว่า in sample) เพื่อกำหนดชุดพารามิเตอร์ที่ AR ใช้สัญลักษณ์  $(\beta_{AR})$  หลังจากนั้นจะนำชุดพารามิเตอร์ที่  $\beta_{AR}$  ไปประมาณค่า  $\hat{Y}_{AR+1}$  และค่า  $Error_{AR+1}^2 = (Y_{R+1} - \hat{Y}_{AR+1})^2$  จากนั้นจะใช้ข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 1 ถึง R+1 กำหนดค่าชุดพารามิเตอร์ที่ R+1 ใช้สัญลักษณ์  $(\beta_{AR+1})$  และได้ใช้ชุดพารามิเตอร์  $\beta_{AR+1}$  นำไปประมาณค่า  $\hat{Y}_{AR+2}$  และค่า  $Error_{AR+2}^2 = (Y_{AR+2} - \hat{Y}_{AR+2})^2$  ทำอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนถึงข้อมูลตัวที่ T และหาค่าเฉลี่ยของ  $Error^2 = (Error_{AR+1}^2 + Error_{AR+2}^2 + \dots + Error_T^2) \div (T-R)$  ค่าสถิติที่ได้เรียกว่า Appending window Sample squared prediction error ตัวแบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ที่ดี จะต้องให้ค่าสถิติ Appending window Sample squared prediction error ที่ต่ำ

(2) Rolling mean squared prediction error เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลองด้วยการใช้จำนวนข้อมูลข่าวสารที่เท่ากันทุกครั้ง ในการพยากรณ์ โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้คือใช้ข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 1 ถึง R (เรียกว่า in sample) เพื่อกำหนดชุดพารามิเตอร์ที่ RR ใช้สัญลักษณ์  $(\beta_{RR})$  หลังจากนั้นจะนำชุดพารามิเตอร์ที่  $\beta_{RR}$  ไปประมาณค่า  $\hat{Y}_{RR+1}$  และคำนวณค่า  $Error_{RR+1}^2 = (Y_{R+1} - \hat{Y}_{RR+1})^2$  จากนั้นจะใช้ข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 2 ถึง R+1 กำหนดค่าชุดพารามิเตอร์ที่ R+1 ใช้สัญลักษณ์  $(\beta_{RR+1})$  นำชุดพารามิเตอร์ที่  $\beta_{RR+1}$  ประมาณค่า  $\hat{Y}_{RR+2}$  และค่า  $Error_{R+2}^2 = (Y_{R+2} - \hat{Y}_{RR+2})^2$  ทำอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนถึงข้อมูลตัวที่ T และหาค่าเฉลี่ยของ  $Error^2 = (Error_{RR+1}^2 + Error_{RR+2}^2 + \dots + Error_T^2) \div (T-R)$  ค่าสถิติที่ได้เรียกว่า Rolling mean squared prediction error ตัวแบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ที่ดี จะต้องให้ค่าสถิติ Rolling mean squared prediction error ที่ต่ำ

ค่าสถิติ Appending window Sample squared prediction error และ Rolling mean squared prediction error มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน กล่าวคือ หากมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจแล้วการใช้วิธี Appending window Sample squared prediction error จะบรรจุข้อมูลข่าวสารทั้งช่วงก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ อาจจะทำให้มีการใช้ข้อมูลที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้ความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลองลดลง แต่หากใช้วิธี Rolling mean squared prediction error จะให้ผลที่ดีกว่า เพราะวิธี Rolling mean squared prediction error ได้มีการตัดข้อมูลในอดีตที่ไม่จำเป็นต่อการพยากรณ์ออกไปได้เนื่องจากพฤติกรรมของตัวแปรได้เปลี่ยนแปลงไปแล้วเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ ในทางตรงกันข้าม ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจการใช้วิธี Appending window Sample squared prediction error ย่อมจะให้ผลดีกว่าการใช้วิธี Rolling mean squared prediction

error เพราะในการพยากรณ์แต่ละครั้งได้ใช้ข้อมูลที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นข้อมูลที่ช่วยในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของตัวแปร

อย่างไรก็ตามทั้ง 2 วิธี ต่างมีประเด็นคำถามเดียวกันคือ จำนวนข้อมูล  $R$  ที่ใช้ในการพยากรณ์ควรจะเป็นเท่าไร คำตอบของคำถามนี้ คือ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ในระบบสมการและจำนวนพารามิเตอร์ที่มากในตัวแบบจำลอง Vector STAR จึงจำเป็นต้องใช้จำนวนข้อมูลที่ใหญ่ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงเลือกจำนวนข้อมูล  $R = 1,000$  ข้อมูลในการพยากรณ์ โดยจะทำการพยากรณ์ไปข้างหน้า 300 ครั้ง

ขั้นต่อไปจะทำการทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลอง VAR ในช่วง Out of Sample (out of sample test of predictive ability) ถ้าตัวแบบจำลอง VAR และ Vector STAR ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ย่อมหมายความว่า ตัวแบบจำลองทั้งสองมีความแม่นยำในการพยากรณ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน การทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์จะทำการ Append window sample squared prediction errors และ Rolling mean squared prediction errors โดยมีหลักสมมติฐานดังนี้<sup>6</sup>

$$H_{10} : \text{Appending window Sample SPE}_{\text{VAR}} = \text{Appending window Sample SPE}_{\text{Vector STAR}}$$

$$H_{11} : \text{Appending window Sample SPE}_{\text{VAR}} \neq \text{Appending window Sample SPE}_{\text{Vector STAR}}$$

$$H_{20} : \text{Rolling MSPE}_{\text{VAR}} = \text{Rolling MSPE}_{\text{Vector STAR}}$$

$$H_{21} : \text{Rolling MSPE}_{\text{VAR}} \neq \text{Rolling MSPE}_{\text{Vector STAR}}$$

Diebold and Mariano (1995) และ West (1996) เสนอให้ทำการทดสอบความสามารถของตัวแบบจำลองในช่วง Out of Sample โดยใช้ MSE ค่าสถิติในการทดสอบแสดงให้เห็นในสมการที่ (4.16)

$$MSE = P^{1/2} \times \frac{P^{-1} \sum_{t=1}^P (\hat{e}_{\text{STAR},t}^2 - \hat{e}_{\text{VAR},t}^2)}{\sqrt{P^{-1} \sum_{t=1}^P (\hat{e}_{\text{STAR},t}^2 - \hat{e}_{\text{VAR},t}^2)^2}} \sim H_0 N(0,1) \quad (4.16)$$

<sup>6</sup> ไม่สามารถทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ระหว่างวิธี Append window sample squared prediction errors และ Rolling mean squared prediction errors ได้ เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละวิธีไม่เท่ากัน

โดยที่

$e_{VAR,t}^2$  = ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง VAR ณ เวลา t (Forecast Error);  $e_{VAR,t}^2 = Y_t - \hat{Y}_{VAR,t}$

$e_{STAR,t}^2$  = ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง STAR ณ เวลา t (Forecast Error);  $e_{STAR,t}^2 = Y_t - \hat{Y}_{STAR,t}$

$Y_t$  = ข้อมูลที่แท้จริงของ Y ณ เวลา t

$\hat{Y}_{VAR,t}$  = ข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าตัวแปร  $Y_t$  โดยใช้ตัวแบบจำลอง VAR

$\hat{Y}_{STAR,t}$  = ข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าตัวแปร  $Y_t$  โดยใช้ตัวแบบจำลอง STAR

P = จำนวนข้อมูลที่มีการพยากรณ์ในช่วง Out of Sample (the number of 1-step of ahead prediction out of sample)

ภายใต้ Null Hypothesis ( $H_0$ ) ที่ว่าตัวแบบจำลอง VAR และ Vector STAR มีความสามารถในการพยากรณ์ไม่แตกต่างกัน ค่าสถิติ MSE จะมีการกระจายแบบปกติ ถ้าการทดสอบสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ จะสรุปว่า ความสามารถในการพยากรณ์ในช่วง Out of Sample ของตัวแบบจำลอง VAR และ Vector STAR มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## บทที่ 5

### ผลการศึกษา

#### 5.1 ผลการทดสอบเสถียรภาพและรายงานค่าสถิติพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

การทดสอบความมีเสถียรภาพของข้อมูลหรือคุณสมบัติ Stationary ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test มีสมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) ว่าข้อมูลมีลักษณะ Nonstationary สำหรับการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานหลัก จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่าสัมบูรณ์ของ ADF-Statistics มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value และถ้าข้อมูลที่ระดับ (At Level) มีลักษณะ Nonstationary จะต้องเป็น Homogeneous Nonstationary คือ ข้อมูลสามารถหาผลต่างที่มีลักษณะ Stationary ได้

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบ Unit Root ที่ค่าระดับของข้อมูล (At Level) ของตัวแปรในตัวอย่างจำลอง พบว่า ค่าสัมบูรณ์ของ ADF-statistic ของตัวแปรเกือบทุกตัวมีค่ามากกว่าค่าสัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 95 และ 90 ตามลำดับ ทำให้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเกือบทุกตัวมีลักษณะ Stationary ยกเว้นตัวแปรความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (slope) ที่มีลักษณะเป็น Nonstationary ที่ระดับข้อมูล (At Level) จึงต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปผลต่างครั้งที่ 1 (At First Difference) และทดสอบ Unit Root อีกครั้ง พบว่า สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงความชันของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (slope) เป็นตัวแปรที่มีลักษณะ  $I(1)$  จะต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปผลต่างครั้งที่ 1 ก่อนที่จะนำไปคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าสถิติพรรณนาและรูปร่างการแจกแจงของตัวแปรที่นำมาศึกษา ประกอบด้วย อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 2 5 7 และ 10 ปี (exre\_1y) ผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (dif\_slope) และอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ (exre\_set) พบว่า ค่าสถิติ Wald-Test ของตัวแปรทุกตัวที่นำมาศึกษามีค่ามากกว่า 9.21 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรทุกตัวไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) เป็นเหตุผลที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากเพื่อให้พารามิเตอร์ในแบบจำลองที่ได้จากประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood Estimator (MLE) มีความน่าเชื่อถือตามเงื่อนไขของข้อมูลทางสถิติที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากหรือคุณสมบัติ asymptotic properties (Green (2003)) สำหรับค่าความเบ้ที่เป็นลบในตัวแปรเกือบทุกตัวยกเว้นผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตรา

ดอกเบ็ญ ซึ่งถึงลักษณะของการแจกแจงเอนเอียงไปทางซ้าย หรือมีหางเบนราบชี้ไปซ้าย ยกเว้นการแจกแจงของผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบ็ญที่เอนเอียงไปทางขวา ส่วนลักษณะความหนาแน่นบริเวณปลายของการแจกแจงในทุกตัวแปรที่มีค่าเคอโตซิสที่มากกว่า 3 แสดงถึงความความหนาแน่นในบริเวณหางที่มีมาก หรือ fat tail

ตารางที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์มีค่ามากที่สุด คือประมาณ 1.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลนั้น พันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุยาวนานจะให้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่าพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุสั้น จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทำให้เห็นจริงว่าการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์มีความเสี่ยงมากกว่าการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล สำหรับการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลยังมีอายุคงเหลือยาวนานเท่าไรความเสี่ยงย่อมมากขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อหลักทรัพย์ใดมีความเสี่ยงมาก ย่อมจะให้อัตราผลตอบแทนที่คาดมากเช่นกัน (high risk high return) ตรงกับข้อมูลค่าเฉลี่ยในตารางที่ 5.2 ที่ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ มีค่าสูงที่สุด และค่าเฉลี่ยของการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลจะมากขึ้นเมื่ออายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาลมากขึ้นเช่นกัน แต่ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลทุกอายุคงเหลือ มีขนาดเล็กมาก และเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วจะพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลทุกอายุคงเหลือไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาข้างต้น สอดคล้องกับการศึกษาเชิงประจักษ์ของ อัญญา ชันธวิทย์ (2547) ซึ่งได้ทำการศึกษาพฤติกรรมความเสี่ยงของหลักทรัพย์ในประเทศไทย และเพื่อให้การตรวจสอบค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรเป็นไปอย่างสมบูรณ์ การศึกษาได้รายงานค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา แสดงให้เห็นในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือมีค่าสูง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะระดับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินที่พิจารณามีปัจจัยกำหนดพื้นฐานร่วมกัน และค่าพารามิเตอร์สหสัมพันธ์มีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่ออายุคงเหลือแตกต่างกันไปมากขึ้น หลักฐานข้อนี้อาจสะท้อนข้อความจริงที่ว่าอัตราดอกเบ็ญงวดเวลาที่ใกล้เคียงกัน ย่อมมีความคล้ายคลึงด้านปัจจัยพื้นฐานที่เข้ามากำหนด ซึ่งผลการศึกษาที่พบนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของอัญญา ชันธวิทย์ ที่ทำการศึกษาพฤติกรรมอัตราดอกเบ็ญของตัวสัญญาใช้เงินที่ออกโดยบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่มีอายุ 1 3 6 และ 12 เดือน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือกับผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบ็ญเป็นลบซึ่งเป็นไปตามแนวคิดทางทฤษฎี แต่ค่าสหสัมพันธ์

ระหว่างอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์มีค่าทั้งบวกและลบในแต่ละอายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาล แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุนที่ไม่จำเป็นต้องเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกันเสมอไป ความสัมพันธ์ระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุนจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อที่ 5.2 ในส่วนผลการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง Vector STAR

ตารางที่ 5.1

ผลการทดสอบลักษณะ Stationary ของตัวแปรในแบบจำลองด้วยวิธี Unit Root ที่ค่าระดับของข้อมูล (At Level)

ตัวแปร	ADF	1% Mackinnon	5% Mackinnon	10% Mackinnon	ผลการทดสอบ
exre_1y	-8.02311	-3.435211	-2.863574	-2.567903	Stationary
exre_2y	-22.11812	-3.435169	-2.863556	-2.567893	Stationary
exre_5y	-17.26935	-3.435176	-2.863559	-2.567894	Stationary
exre_7y	-25.97411	-3.435169	-2.863559	-2.567893	Stationary
exre_10y	-24.75266	-3.435169	-2.863556	-2.567893	Stationary
slope	-2.328593	-3.435188	-2.863564	-2.567897	Nonstationary
dif_slope	-11.797905	-3.435184	-2.893562	-2.567896	Stationary
exre_set	-17.78286	-3.435215	-2.863576	-2.567904	Stationary

ตารางที่ 5.2

ค่าสถิติเชิงพรรณนาของของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

	exre_1y	exre_2y	exre_5y	exre_7y	exre_10y	dif_slope	exre_set
ค่าเฉลี่ย (Mean)	-0.00297	-0.00145	0.00457	0.01034	0.01927	-4.16E-06	-0.02860
ค่ามัธยฐาน (Median)	-0.00253	-0.00152	0.00843	0.01200	0.02140	-8.48E-06	0.02179
ค่าสูงสุด (Maximum)	0.22743	0.39365	1.25198	2.23327	2.94793	0.00139	5.42323
ค่าต่ำสุด (Minimum)	-0.33947	-1.10796	-3.68799	-3.71744	-5.86450	-0.00067	-7.34717
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02573	0.07803	0.30366	0.43765	0.56260	0.00014	1.56849
ค่าความเบ้ (Skewness)	-2.89333	-4.37075	-2.58137	-1.75550	-2.00725	1.42145	-0.26319
ค่าเคอโตซิส (Kurtosis)	50.66884	54.36495	28.61915	16.62411	21.37974	16.96349	4.66178
Wald Test	124,993.8	147,163.3	37,024.0	10,730.12	19,186.0	11,007.60	164.7
P-value	(0.000)**	(0.000)**	(0.000)**	(0.000)**	(0.000)**	(-0.005)**	(0.000)**

หมายเหตุ : p - value ( ) : ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \*\* คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 5.3

ค่าพารามิเตอร์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา

	exre_1y	exre_2y	exre_5y	exre_7y	exre_10y	dif_slope	exre_set
exre_1y	1	0.75162	0.62266	0.54417	0.46743	-0.01256	-0.00565
exre_2y	0.75162	1	0.80837	0.69612	0.59898	-0.28898	0.04845
exre_5y	0.62266	0.80837	1	0.89530	0.78665	-0.56804	0.03326
exre_7y	0.54417	0.69612	0.89530	1	0.88875	-0.72423	0.01502
exre_10y	0.46743	0.59898	0.78665	0.88875	1	-0.88962	0.00866
dif_slope	-0.01256	-0.28898	-0.56804	-0.72423	-0.88962	1	-0.06809
exre_set	-0.00565	0.04845	0.03326	0.01502	0.00866	-0.06809	1

## 5.2 ผลการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR

ผลการศึกษาในตารางที่ 5.4 พบว่า จำนวนความล่าช้าของทุกตัวแบบจำลองที่เหมาะสมคือ 1 ด้วยความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 เนื่องจากค่า LR Statistic ที่ได้น้อยกว่า  $\chi^2$  (12) ตารางที่ 5.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง VAR (1) ของอัตราผลตอบแทนส่วนจากลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 2 5 7 และ 10 ปี

ตารางที่ 5.4

การทดสอบหาจำนวนความล่าช้าที่เหมาะสมโดย Likelihood Ratio Test

	Determinant residual Covariance		LR	ผลลัพธ์ที่เลือก
	Unrestricted (21)	restricted (12)		
	lag 2	lag 1		
exre_1y	2.27E-11	2.28E-11	2.44160	lag1
exre_2y	1.76E-10	1.79E-10	9.38832	lag1
exre_5y	2.19E-09	2.24E-09	12.53919	lag1
exre_7y	3.40E-09	3.44E-09	6.49671	lag1
exre_10y	2.26E-09	2.28E-09	4.89398	lag1

หมายเหตุ : - สมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) คือ จำนวนความล่าช้าใน Restricted Model เหมาะสม

- ถ้าค่า LR-statistic มากกว่า  $\chi^2_{\alpha,df}$  จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก

-  $\chi^2$  (12) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 5 เท่ากับ 22.3621

## ตารางที่ 5.5 ก

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง VAR อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 ปี

	C	exre_1y(-1)	dif_slope(-1)	exre_set (-1)	Sum sq. Residuals
exre_1y	-0.00184 (-2.7831)*	0.39096 (15.3658)**	-13.89994 (-2.8891)*	-0.00074 (-1.7696)	0.72199
dif_slope	-2.62E-06 (-0.7263)	8.87E-05 (0.6372)	0.32002 (12.1618)**	2.08E-06 (0.9122)	2.16E-05
exre_set	0.02571 (0.5872)	-0.87889 (-0.5201)	-96.74220 (-0.3028)	0.05169 (1.8645)	3184.596

## ตารางที่ 5.5 ข

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง VAR อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 2 ปี

	C	exre_2y(-1)	dif_slope(-1)	exre_set (-1)	Sum sq. Residuals
exre_2y	-0.00094 (-0.4871)	0.43124 (16.7287)**	-46.13821 (-3.1247)**	-0.00192 (-1.5647)	6.23402
dif_slope	-2.69E-06 (-0.7515)	8.7E-05 (1.8146)	0.33419 (12.1738)**	1.88E-06 (0.8235)	2.15E-05
exre_set	0.02774 (0.6374)	-0.26047 (-0.4471)	-137.7128 (-0.4126)	0.05235 (1.8864)	3184.769

## ตารางที่ 5.5 ค

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง VAR อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 5 ปี

	C	exre_5y(-1)	dif_slope(-1)	exre_set (-1)	Sum sq. Residuals
exre_5y	0.00249 (0.3517)	0.32280 (10.3248)**	-181.7582 (-2.6065)*	-0.01129 (-2.2662)	102.7475
dif_slope	-2.82E-06 (-0.8022)	9.6E-05 (0.6748)	0.33206 (10.3871)**	2.03E-06 (0.8867)	2.16E-05
exre_set	0.02837 (0.6520)	0.06058 (0.3481)	-17.87892 (-0.0461)	0.05146 (1.8554)	3184.963



ตารางที่ 5. 5 ง

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง VAR อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 7 ปี

	C	exre_7y(-1)	dif_slope(-1)	exre_set (-1)	Sum sq. Residuals
exre_7y	0.007344 (0.6374)	0.29555 (7.7453)**	-94.23595 (-0.7679)	-0.01422 (-1.9368)	223.3807
dif_slope	-2.88E-06 (-0.8031)	-6.55E-05 (-0.5524)	0.30454 (7.9813)**	2.09E-06 (0.9134)	2.16E-05
exre_set	0.02875 (0.6500)	0.05915 (0.4105)	43.13160 (0.0931)	0.05167 (1.8637)	3184.846

ตารางที่ 5. 5 จ

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ตัวแบบจำลอง VAR อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี

	C	exre_10y(-1)	dif_slope(-1)	exre_set (-1)	Sum sq. Residuals
exre_10y	0.01285 (0.8811)	0.360167 (6.3495)**	5.22521 (0.0223)	-0.01486 (-1.5991)	357.8135
dif_slope	-2.92E-06 (-0.8136)	8.16E-05 (0.5855)	0.34982 (6.0712)**	2.08E-06 (0.9116)	2.16E-05
exre_set	0.02866 (0.6588)	-0.08457 (-0.4997)	-405.6689 (-0.5798)	0.05169 (1.8649)	3184.647

หมายเหตุ : ( ) คือ t-statistics

: ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \*\* คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

: ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \* คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการกำหนดพารามิเตอร์ตามตัวแบบจำลอง VAR สมการแรกเป็นสมการที่อธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลแต่ละอายุคงเหลือ พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในทุกอายุคงเหลือ คือตัวแปรค่าในอดีตของตัวเอง ส่วนผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (dif\_slope) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางที่ผกผันกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล

เฉพาะพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุสั้น (1 และ 2 ปี) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Evans and Lewis (1994) ส่วนพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุปานกลางถึงยาว (5.7 และ 10 ปี) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ผลเชิงประจักษ์ดังกล่าวสอดคล้องกับตลาดตราสารหนี้ในเมืองไทย ที่เส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยในประเทศไทยมีลักษณะความชันจะมากอายุคงเหลือสั้นๆ และความชันจะลดลงเมื่ออายุคงเหลือยาวขึ้น ผลดังกล่าวทำให้ส่วนปลายของเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยไม่มีการขยับตัวมากนัก ดังนั้นจึงไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือปานกลางและยาว นอกจากนี้ในตัวแบบของ VAR ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีตลาดหลักทรัพย์ (exre\_set) กับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในทุกอายุคงเหลือ

พิจารณาสมการที่สองในตารางที่ 5.5 เป็นสมการที่พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยตามตัวแบบจำลอง VAR พบว่า มีเพียงค่าในอดีตของตัวเองที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ย่อมหมายความว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุนในประเทศไทยไม่มีผลกระทบต่อเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยของไทย และในกรณีเดียวกัน หากพิจารณาสมการสุดท้ายในตารางที่ 5.5 ซึ่งแสดงสมการที่พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีตลาดหลักทรัพย์ พบว่า ไม่มีตัวแปรใดเลยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ของประเทศไทยเช่น แสดงให้เห็นว่า ภายใต้ตัวแบบจำลอง VAR ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุน

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรงของระบบสมการและผลการเลือกตัวแปรบ่งชี้ที่เหมาะสมในแต่ละระบบสมการ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลทุกอายุคงเหลือไม่เป็นเชิงเส้น เนื่องจาก Wald test สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_{01}: \Gamma^1 = \Gamma^2 = \Gamma^3 = 0$  ในทุกตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นตัวแปรบ่งชี้ และในทุกระบบสมการยังพบว่า ตัวแปรค่าในอดีตลำดับที่ 1 ของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลแต่ละอายุคงเหลือเป็นตัวแปรที่ทำให้ระบบสมการในแต่ละอายุคงเหลือมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้นตรงมากที่สุด ด้วยความน่าเชื่อถือสูงกว่าร้อยละ 99 ดังนั้นจึงใช้ตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรบ่งชี้ในตัวแบบจำลอง Vector STAR

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าสถิติ Wald-Test ในการทดสอบฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง พบว่าระบบสมการของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 2 5 และ 7 ปี ให้ค่า Wald test ในการทดสอบสมมติฐาน  $H_{04} : \Gamma^3 = 0$  สูงที่สุด (ค่า p-value ต่ำที่สุด) จึงใช้ฟังก์ชัน Logistic เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงในระบบสมการ Vector STAR ดังกล่าว ส่วนระบบสมการของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ค่า Wald test ในการทดสอบสมมติฐาน  $H_{03} : \Gamma^2 = 0 \mid \Gamma^3 = 0$  มีค่าสูงที่สุด (ค่า p-value ต่ำที่สุด) จึงใช้ฟังก์ชัน Quadratic Logistic เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง จากผลเชิงประจักษ์ดังกล่าว ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลประเทศไทยในแต่ละอายุคงเหลือมีโครงสร้างสมการ 2 โครงสร้าง โดยมีค่าอดีตของตัวเองเป็นตัวกำหนดฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (ฟังก์ชันที่จะให้น้ำหนัก) ของแต่ละโครงสร้างในแต่ละช่วงเวลา รูปแบบของฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงสำหรับพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 2 5 และ 7 ปี มีลักษณะเป็นการเคลื่อนไหวแบบไม่สมมาตร ผลการศึกษาดังกล่าวคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Lekkos and Milas (2004) ส่วนฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงของพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบสมมาตร

ลำดับต่อไปเป็นในตารางที่ 5.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ในสมการแรกตามตัวแบบจำลอง Vector STAR โดยจะแบ่งตัวแบบจำลองออกเป็น 5 ตัวแบบจำลองตามอายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาล ตารางที่ 5.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ของสมการแรกของระบบสมการ Vector STAR เป็นสมการที่พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือซึ่งค่าพารามิเตอร์มีนัยสำคัญทางสถิติเกือบทุกตัว ตารางที่ 5.9 แสดงผลการทดสอบการมีลักษณะในตัวแบบจำลอง Vector STAR พบว่า ค่าพารามิเตอร์ของสมการเชิงเส้นตรง 2 เส้น ไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยความน่าจะเป็นเชื่อถือถึงร้อยละ 99 และค่าพารามิเตอร์  $\gamma$  ไม่เท่ากับศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล สามารถอธิบายได้โดยการใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Regime Switching) และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าใช้ตัวแบบจำลอง VAR ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวซึ่งมีโครงสร้างเพียงโครงสร้างเดียว กลับไม่สามารถพบความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนั้นเมื่อใช้ตัวแบบจำลอง VAR ในการพรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในพันธบัตรรัฐบาลจึงควรมีความระมัดระวังในการใช้

ตารางที่ 5.6

ค่าสถิติ Wald Test ของการทดสอบความเป็นเชิงเส้นตรงและการหาตัวแปรบ่งชี้

	ตัวแปรที่คาด	$H_{01}: \Gamma^1 = \Gamma^2 = \Gamma^3 = 0$	ตัวแปรบ่งชี้
<i>exre_1y Model</i>	<i>exre_1y(-1)</i>	227.2839	<i>exre_1y(-1)</i>
	<i>dif_slope1(-1)</i>	27.27095	
	<i>exre_set(-1)</i>	92.34149	
<i>exre_2y Model</i>	<i>exre_2y(-1)</i>	187.0872	<i>exre_2y(-1)</i>
	<i>dif_slope1(-1)</i>	83.35185	
	<i>exre_set(-1)</i>	43.91100	
<i>exre_5y Model</i>	<i>exre_5y(-1)</i>	199.5671	<i>exre_5y(-1)</i>
	<i>dif_slope1(-1)</i>	35.7400	
	<i>exre_set(-1)</i>	113.0407	
<i>exre_7y Model</i>	<i>exre_7y(-1)</i>	116.8807	<i>exre_7y(-1)</i>
	<i>dif_slope1(-1)</i>	45.73366	
	<i>exre_set(-1)</i>	36.00404	
<i>exre_10y Model</i>	<i>exre_10y(-1)</i>	65.46941	<i>exre_10y(-1)</i>
	<i>dif_slope1(-1)</i>	54.76909	
	<i>exre_set(-1)</i>	28.01244	

หมายเหตุ : ค่าสถิติ Wald ที่ยิ่งมากหมายถึง ค่า p - value ที่ยิ่งน้อย

ตารางที่ 5.7

ค่าสถิติ Wald Test ของการทดสอบหาฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function)

	ตัวแปรบ่งชี้	$H_{04}: \beta^3=0$	$H_{03}: \beta^2=0   \beta^3=0$	$H_{02}: \beta^1=0   \beta^2=\beta^3=0$	ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง
<i>exre_1y Model</i>	<i>exre_1y(-1)*</i>	97.96534	74.6609	43.38610	LSTAR
<i>exre_2y Model</i>	<i>exre_2y(-1)*</i>	80.97796	60.99587	37.3898	LSTAR
<i>exre_5y Model</i>	<i>exre_5y(-1)*</i>	85.18980	26.07079	80.02779	LSTAR
<i>exre_7y Model</i>	<i>exre_7y(-1)*</i>	80.32219	24.37010	10.97335	LSTAR
<i>exre_10y Model</i>	<i>exre_10y(-1)*</i>	16.67215	18.20133	11.71346	ESTAR

หมายเหตุ : ค่าสถิติ Wald ที่ยิ่งมากหมายถึง ค่า p - value ที่ยิ่งน้อย

## ตารางที่ 5.8

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ของสมการอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลในตัวเองแบบจำลอง Vector STAR

---

*exre\_1y Model*

---

$$\begin{aligned} \text{exre\_1y}_t = & (-0.00392 + 0.32168\text{exre\_1y}_{t-1} - 27.621\text{dif\_slope}_{t-1} - 0.00046\text{exre\_set}_{t-1})(1 - G(\text{exre\_2y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1)) + \\ & (0.0000)^{**} \quad (0.0000)^{**} \quad (0.0000)^{**} \quad (0.4689) \\ & (-0.00027 + 0.3979\text{exre\_1y}_{t-1} + 5.7483\text{dif\_slope}_{t-1} - 0.00099\text{exre\_set}_{t-1})G(\text{exre\_2y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) \\ & (0.3723) \quad (0.0000)^{**} \quad (0.10197)^* \quad (0.0028)^{**} \end{aligned}$$

โดยที่

$$G(\text{exre\_1y}_{t-1}; c_1) = \left\{ 1 + \exp \left[ \frac{-36.977(\text{exre\_1y}_{t-1} - 0.00248)}{0.0257} \right] \right\}^{-1}$$

(0.0000)\*                      (0.0000)\*

---

*exre\_2y Model*

---

$$\begin{aligned} \text{exre\_2y}_t = & (0.30643 + 0.71633\text{exre\_2y}_{t-1} - 413.322\text{dif\_slope}_{t-1} + 0.02328\text{exre\_set}_{t-1})(1 - G(\text{exre\_2y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1)) + \\ & (0.0000)^{**} \quad (0.0000)^{**} \quad (0.0000)^{**} \quad (0.0000)^{**} \\ & (-0.00184 + 0.5384\text{exre\_2y}_{t-1} - 1.9698\text{dif\_slope}_{t-1} - 0.00023\text{exre\_set}_{t-1})G(\text{exre\_2y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) \\ & (0.1067)^* \quad (0.0057)^{**} \quad (0.41357) \quad (0.002)^{**} \end{aligned}$$

โดยที่

$$G(\text{exre\_2y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) = \left\{ 1 + \exp \left[ \frac{-3.5672(\text{exre\_2y}_{t-1} - 0.25692)}{0.0781} \right] \right\}^{-1}$$

(0.0000)\*                      (0.0000)\*

---

*exre\_5y Model*

---

$$\begin{aligned} \text{exre\_5y}_t = & (0.85243 + 0.51234\text{exre\_5y}_{t-1} - 315.98\text{dif\_slope}_{t-1} + 1.0364\text{exre\_set}_{t-1})(1 - G(\text{exre\_5y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1)) + \\ & (0.0000)^{**} \quad (0.0176)^{**} \quad (0.0000)^{**} \quad (0.0001)^{**} \\ & (-0.8317 + 0.14352\text{exre\_5y}_{t-1} - 59.854\text{dif\_slope}_{t-1} - 1.0415\text{exre\_set}_{t-1})G(\text{exre\_5y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) \\ & (0.0000)^{**} \quad (0.2789) \quad (0.0060)^{**} \quad (0.0000)^{**} \end{aligned}$$

โดยที่

$$G(\text{exre\_5y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) = \left\{ 1 + \exp \left[ \frac{-0.0066(\text{exre\_5y}_{t-1} - 0.79851)}{0.30366} \right] \right\}^{-1}$$

(0.0000)^{\*\*}                      (0.0000)^{\*\*}

---

ตารางที่ 5. 8<sup>1</sup> (ต่อ)

ผลการกำหนดพารามิเตอร์ของสมการอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุน  
ในพันธบัตรรัฐบาลในตัวแทนจำลอง Vector STAR

---

*exre\_7y Model*

---

$$\begin{aligned} \text{exre\_7y}_t = & (-1.8492 + 0.03259\text{exre\_7y}_{t-1} - 20.957\text{dif\_slope}_{t-1} + 0.11376\text{exre\_set}_{t-1})(1 - G(\text{exre\_7y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1)) + \\ & (0.0000)^{**} \quad (0.22673) \quad (0.0000)^{**} \quad (0.0001)^{**} \\ & (2.5150 - 0.38982\text{exre\_7y}_{t-1} - 4.0238\text{dif\_slope}_{t-1} - 0.18507\text{exre\_set}_{t-1})G(\text{exre\_7y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) \\ & (0.0000)^{**} \quad (0.0000)^{**} \quad (0.0060)^{**} \quad (0.0000)^{**} \end{aligned}$$

โดยที่

$$G(\text{exre\_7y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) = \left\{ 1 + \exp \left[ \frac{-0.18926(\text{exre\_7y}_{t-1} + 0.69039)}{0.4378} \right] \right\}^{-1}$$

(0.0000)<sup>\*\*</sup>                      (0.0000)<sup>\*\*</sup>

---

*exre\_10y Model*

---

$$\begin{aligned} \text{exre\_10y}_t = & (18.6860 + 49.6450\text{exre\_10y}_{t-1} - 14.9590\text{dif\_slope}_{t-1} + 2.9437\text{exre\_set}_{t-1})(1 - G(\text{exre\_10y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1)) + \\ & (0.0000)^* \quad (0.0000)^* \quad (0.0000)^* \quad (0.0000)^* \\ & (-18.6510 - 48.7970\text{exre\_10y}_{t-1} - 0.91173\text{dif\_slope}_{t-1} - 2.9768\text{exre\_set}_{t-1})G(\text{exre\_10y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) \\ & (0.0000)^* \quad (0.0000)^* \quad (0.0060)^* \quad (0.0000)^* \end{aligned}$$

โดยที่

$$G(\text{exre\_10y}_{t-1}; \mathcal{Y}, c_1) = \left\{ 1 + \exp \left[ \frac{-0.00028(\text{exre\_10y}_{t-1} - 0.44548)(\text{exre\_10y}_{t-1} - 1.7569)}{0.5626} \right] \right\}^{-1}$$

(0.0000)<sup>\*</sup>                      (0.0000)<sup>\*</sup>                      (0.0000)<sup>\*</sup>

หมายเหตุ : P-value ( )

: ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \*\* คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

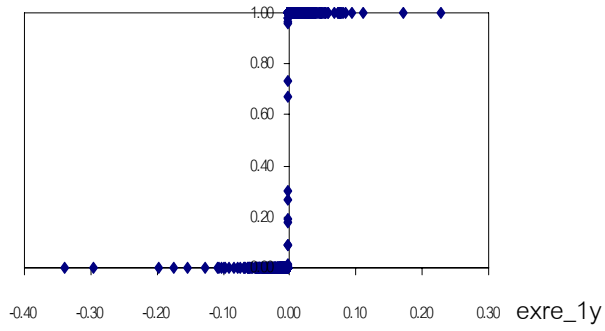
: ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \* คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

---

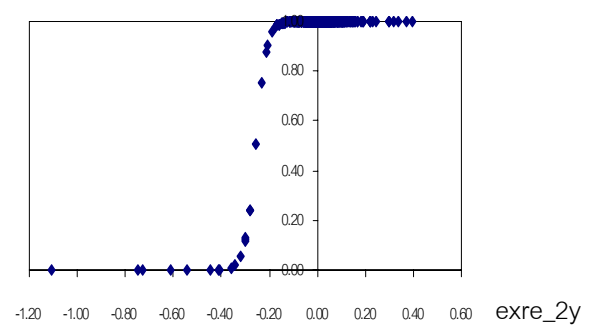
<sup>1</sup> ค่าพารามิเตอร์กำหนดจากระบบสมการ Vector STAR แต่นำมารายงานเพียงเฉพาะสมการ แรกของระบบสมการเท่านั้น ซึ่งเป็นสมการที่พรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล

ภาพที่ 5.1  
ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงในแต่ละอายุคงเหลือ

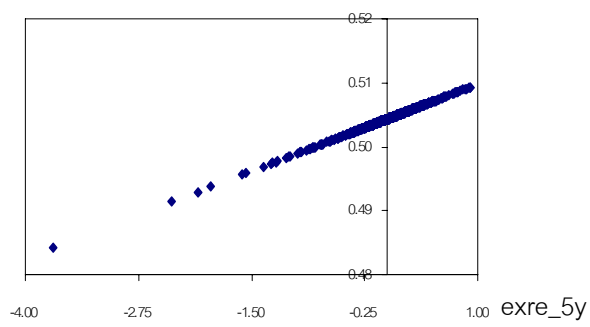
G (exre\_1y)



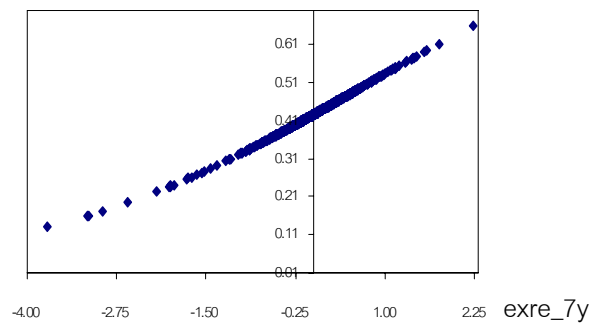
G (exre\_2y)



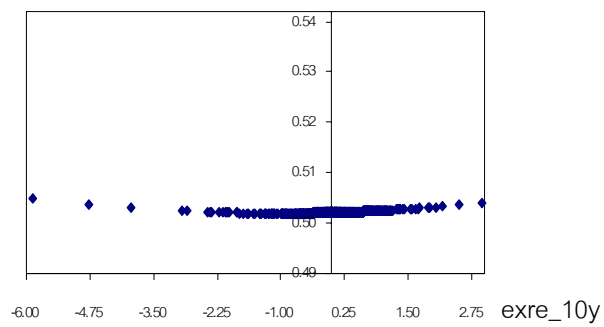
G (exre\_5y)



G (exre\_7y)



G (exre\_10y)



ตารางที่ 5.9

ผลการทดสอบการมีลักษณะในตัวแบบจำลอง STAR ของกลุ่มสมการ

	$H_0 : \beta_{jk}^1 = \beta_{jk}^2$		$H_0 : \gamma = 0$	
	Wald Test	Result	t-test	Result
<i>exre_1y Model</i>	53.96	Reject $H_0$	10.92	Reject $H_0$
<i>exre_2y Model</i>	347.89	Reject $H_0$	3.56	Reject $H_0$
<i>exre_5y Model</i>	2,283.90	Reject $H_0$	15.05	Reject $H_0$
<i>exre_7y Model</i>	2,266.50	Reject $H_0$	40.67	Reject $H_0$
<i>exre_10y Model</i>	485.64	Reject $H_0$	9.29	Reject $H_0$

หมายเหตุ : P-value ( ) และตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \*\*

คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะโครงสร้างโดยรวมที่เหมือนกันและแตกต่างกันของตัวแบบจำลอง VAR และ Vector STAR แล้ว ลำดับต่อไปจะพิจารณาตัวแบบจำลอง Vector STAR โดยละเอียด โดยจะเริ่มต้นจากลักษณะโครงสร้างโดยรวมที่เหมือนกันและแตกต่างกันของตัวแบบจำลอง LSTAR และ ESTAR และตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือ

พฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 2 5 และ 7 ปี ใช้ตัวแบบจำลอง LSTAR ในการพรรณนา พิจารณาที่ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง  $G(\text{exre}_{i,t-1})$  ซึ่งเป็นฟังก์ชันของค่าในอดีตของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือ ดังนั้น ถ้าช่วงอัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะต่ำ อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลจะปรับตัวสูงขึ้น<sup>2</sup> ส่งผลให้ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงมีค่าสูงขึ้น ตัวแบบจำลอง LSTAR จะให้น้ำหนักในสมการที่ 2 ในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ในทางตรงกันข้ามหากอัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะสูง อัตราอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลจะปรับตัวต่ำลง ส่งผลให้ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงมีค่าต่ำลงเช่นกัน ตัวแบบจำลอง LSTAR จะให้น้ำหนักในสมการที่ 1 สำหรับการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการ

<sup>2</sup> เนื่องจากราคาของตราสารหนี้ เป็นฟังก์ชันกับอัตราดอกเบี้ย ดังนั้น ถ้าอัตราดอกเบี้ยปรับตัวสูงขึ้น ราคาตราสารหนี้จะปรับตัวลดลง ส่งผลให้อัตราผลตอบแทนจากตราสารหนี้ลดลงไปด้วย



ลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ดังนั้นกล่าวได้ว่าสมการที่ 2 ในตัวแบบจำลอง LSTAR สามารถใช้พรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ได้ดีในช่วงอัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะต่ำ ส่วนสมการที่ 1 ในตัวแบบจำลอง LSTAR สามารถใช้พรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ได้ดีในช่วงอัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะสูง ภาพที่ 5.2 ได้แสดงถึงฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงซึ่งแสดงการใช้น้ำหนักของสมการทั้ง 2 ในการพรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลเมื่อตัวแปรบ่งชี้เปลี่ยนแปลงไป

สำหรับพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ใช้ตัวแบบจำลอง ESTAR ในการพรรณนา โดยฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง  $G(\text{exre}_{i,t-1})$  เป็นฟังก์ชันของค่าในอดีตของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลเช่นกัน ตัวแบบจำลอง ESTAR จะพิจารณาลักษณะการผันผวน กล่าวคือ ในภาวะที่อัตราดอกเบี้ยระยะยาวมีการเคลื่อนไหวอย่างรุนแรงหรือมีความผันผวนมาก อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี มีความผันผวนจากค่าเฉลี่ยอย่างมาก จะทำให้ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงมีค่าสูงขึ้น ตัวแบบจำลอง ESTAR จะให้น้ำหนักในสมการที่ 2 สำหรับการพรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ในทางตรงกันข้ามหากอัตราดอกเบี้ยระยะยาวมีการเคลื่อนไหวในช่วงแคบๆ จะทำให้อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี มีการเคลื่อนไหวอยู่ในช่วงแคบๆ ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากนัก ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงจะมีค่าต่ำ ตัวแบบจำลอง ESTAR จะให้น้ำหนักในสมการที่ 1 สำหรับการพรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ดังนั้นกล่าวได้ว่าสมการที่ 2 ในตัวแบบจำลอง ESTAR สามารถใช้พรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ได้ดีในช่วงอัตราดอกเบี้ยระยะยาวมีความผันผวน ส่วนสมการที่ 1 ในตัวแบบจำลอง ESTAR สามารถใช้พรรณนาพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ได้ดีในช่วงอัตราดอกเบี้ยระยะยาวเคลื่อนไหวในช่วงแคบๆ

พิจารณาตารางที่ 5.8 ผลการกำหนดพารามิเตอร์ของสมการอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ในตัวแบบจำลอง Vector STAR พบว่า ผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยมีผลต่อการเคลื่อนไหวในอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในทุกอายุคงเหลือในทิศทางผกผัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางทฤษฎีและการศึกษาเชิง

ประจักษ์ ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Campbell and Shiller (1987) Evans and Lewis (1994) และ Lekkos and Milas (2004) สำหรับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวในอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 และ 2 ปี จะถูกกำหนดโดยผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (dif\_slope) เฉพาะในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะต่ำเท่านั้น แต่พฤติกรรมการเคลื่อนไหวในอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 5 และ 7 ปี จะถูกกำหนดโดยผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย (dif\_slope) ทั้งในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะต่ำและภาวะสูง สำหรับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวในอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี พบว่า ตัวแปรผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย มีนัยสำคัญทั้งในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยระยะยาวมีความผันผวนมากและมีความผันผวนน้อย อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ ขนาดค่าพารามิเตอร์ของผลต่างความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยในตัวแบบจำลอง LSTAR ที่พรรณนาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวในอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 5 และ 7 ปี มีความแตกต่างกันมากใน regime ที่ 1 และ regime ที่ 2 ผลเชิงประจักษ์ดังกล่าว สะท้อนถึง ในช่วงอัตราดอกเบี้ยสูงผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยที่มีต่อการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 5 และ 7 ปี จะมีมากกว่าในช่วงอัตราดอกเบี้ยต่ำ ผลการศึกษาดังกล่าว สอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างราคาตราสารหนี้กับอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด (Yield) ที่กล่าวว่า เมื่ออัตราดอกเบี้ยอยู่ในระดับต่ำ การปรับตัวลดลงของอัตราดอกเบี้ยจะมีผลกระทบต่อขนาดการเปลี่ยนแปลงของราคาตราสารหนี้ มากกว่าเมื่ออัตราดอกเบี้ยปรับตัวสูงขึ้น

สำหรับการเคลื่อนไหวในอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี ซึ่งใช้ตัวแบบจำลอง ESTAR ได้ผลใกล้เคียงกับตัวแบบจำลอง LSTAR กล่าวคือ ในช่วงอัตราดอกเบี้ยระยะยาวมีความเคลื่อนไหวในช่วงแคบๆ ผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย จะมีผลต่อการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี มากกว่าในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยระยะยาวที่เคลื่อนไหวอย่างรุนแรง ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปปรับใช้ในการลงทุนในตราสารหนี้ได้

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ (exre\_set) สามารถมองเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุน เป็นเรื่องที่น่าสนใจเพราะหากนักลงทุนสามารถทราบถึงพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตลาดทั้งสองได้อย่างแม่นยำแล้ว จะส่งผลให้นักลงทุนสามารถสร้างกลยุทธ์การลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ตัว

แบบจำลอง Vector STAR ตลาดทั้งสองมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและลบ โดยมีรายละเอียดดังนี้ พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 ปี จะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์เฉพาะในช่วงอัตราดอกเบี้ยอยู่ภาวะต่ำเท่านั้น โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวมีทิศทางผกผันกัน ส่วนพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 2.5 และ 7 ปี จะมีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ทั้งในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะต่ำและสูง โดยความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุนเมื่ออัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะสูง ผลเชิงประจักษ์ดังกล่าว สอดคล้องกับการศึกษาเชิงประจักษ์ของ Campbell and Ammer (1993) สำหรับการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลระยะยาวที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี พบว่า ในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยระยะยาวอยู่ในภาวะผันผวนน้อย ตลาดตราสารหนี้ระยะยาวกับตลาดตราสารทุนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และจะมีทิศทางสวนทางกันในช่วงที่อัตราดอกเบี้ยอยู่ในภาวะที่ผันผวนมาก ใกล้เคียงกับงานศึกษาเชิงประจักษ์ของ Connolly, Stivers and Sun (2005) ที่พบความสัมพันธ์ในทิศทางสวนทางกันระหว่างตลาดทั้ง 2 ในช่วงที่ตลาดตราสารทุนมีความผันผวนอย่างรุนแรง และความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ในช่วงที่ตลาดตราสารทุนมีความผันผวนไม่มากนัก

### 5.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลอง VAR

ตารางที่ 5.10 แสดงความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบจำลอง Vector STAR กับตัวแบบจำลอง VAR ในช่วง In sample พบว่าค่าสถิติ MAE และ RMSE มีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยค่าสถิติ MAE และ RMSE ในตัวแบบจำลอง VAR มีค่ามากกว่าค่าสถิติ MAE และ RMSE ในตัวแบบจำลอง Vector STAR หรือกล่าวได้ว่า ในช่วง In sample ตัวแบบจำลอง Vector STAR สามารถอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินในการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลได้ดีกว่าตัวแบบจำลอง VAR แต่ในช่วงข้อมูล Out of sample พบว่า ค่าสถิติ Appending Window Sample Squared Prediction Errors และ Rolling Mean Squared Prediction Error ของทั้งสองตัวแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกันเมื่ออายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาลระยะสั้น (1 ปี) และจะแตกต่างกันมากขึ้นเมื่ออายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาลยาวขึ้น โดยค่าสถิติ Appending Window Sample Squared Prediction Errors และ Rolling Mean Squared Prediction Error ในตัวแบบจำลอง VAR

มีค่าต่ำกว่าค่าค่าสถิติ Appending Window Sample Squared Prediction Errors และ Rolling Mean Squared Prediction Error ในตัวแบบจำลอง Vector STAR เมื่อทำการทดสอบความสามารถ ในพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR และตัวแบบจำลอง VAR โดยวิธี MSE Test ที่แสดง ในตารางที่ 5.11 พบว่ามีเพียงตัวแบบจำลองของพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 ปีเท่านั้นที่ค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 ทำให้ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ หรือกล่าวได้ว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR กับตัวแบบจำลอง VAR มีความสามารถในการพยากรณ์อัตราผลตอบแทนในพันธบัตร รัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 ปีเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนตัวแบบจำลองที่พรรณนาพฤติกรรม การเคลื่อนไหวของพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 2 5 7 และ 10 ค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ทำให้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ หรือกล่าวได้ว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR กับตัวแบบจำลอง VAR มีความสามารถในการพยากรณ์แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 กล่าวคือ ในช่วงข้อมูล Out of sample ตัวแบบจำลอง VAR มีความสามารถในการพยากรณ์พฤติกรรมเคลื่อนไหวของ อัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ได้ดีกว่าตัวแบบจำลอง Vector STAR ผลเชิงประจักษ์ดังกล่าวเป็นลักษณะโดยทั่วไปของตัวแบบจำลองที่มีความซับซ้อนมาก ซึ่งมีความสามารถในการพรรณนาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของตัวแปรได้มีในช่วง In Sample แต่ไม่ดีในช่วง Out of Sample เหตุผลที่เป็นดังกล่าวเพราะ ตัวแบบจำลองที่มีความซับซ้อนจะมีค่าความแปรปรวนของความ คาดเคลื่อนมาก ซึ่งจะส่งผลให้เมื่อทำการพยากรณ์ในช่วง Out of Sample ผลของการคาดการณ์จะ ย่อมคาดเคลื่อนมากตามด้วย

ตารางที่ 5.10

เปรียบเทียบความสามารถในการพยากรณ์ของแบบจำลอง Vector STAR กับตัวแบบจำลอง VAR

Model	<i>exre_1y Model</i>		<i>exre_2y Model</i>		<i>exre_5y Model</i>		<i>exre_7y Model</i>		<i>exre_10y Model</i>	
	LSTAR	VAR	LSTAR	VAR	LSTAR	VAR	LSTAR	VAR	ESTAR	VAR
<i>In sample</i>										
MAE	0.0508	0.0507	0.1451	0.1494	0.7298	0.72989	1.0841	1.0877	1.3731	1.3749
RMSE	0.0486	0.0489	0.1386	0.1439	0.5841	0.58425	0.85902	0.86147	1.0807	1.0903
<i>Out of sample</i>										
<i>Appending Window Sample Squared Prediction Errors</i>										
1000	0.0004	0.0004	0.0085	0.0055	0.1167	0.0722	0.1729	0.1719	4.9851	0.2579
<i>Rolling Mean Squared Prediction Errors</i>										
1000	0.0004	0.0004	0.0096	0.0055	0.1292	0.0730	0.2131	0.1727	8.1597	0.2590

## ตารางที่ 5.11

ผลการทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ระหว่างตัวแบบจำลอง Vector STAR กับ  
ตัวแบบจำลอง VAR

	$H_{10}$		$H_{20}$	
	MSE-Test	p-value	MSE-	p-value
<i>exre_1y Model</i>	-0.6289	0.2647	-0.4878	0.3129
<i>exre_2y Model</i>	5.1150	0.0000**	5.6068	0.0000**
<i>exre_5y Model</i>	3.8539	0.0001**	6.1533	0.0000**
<i>exre_7y Model</i>	1.6416	0.0503	5.2009	0.0000**
<i>exre_10y Model</i>	2.0657	0.0194**	1.5164	0.0647

หมายเหตุ : ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย \*\* คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## บทที่ 6

### สรุปผลการศึกษา

#### 6.1 สรุปและข้อเสนอแนะ

##### 6.1.1 สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR (Smooth Transition Autoregression) การศึกษาแยกพิจารณา 5 ช่วง ตามอายุคงเหลือของพันธบัตรรัฐบาล คือ 1 2 5 7 และ 10 ปี เพื่อให้เกิดความครบถ้วนในด้านความหลากหลายในพฤติกรรมเชิงสุ่มของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล

ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลมีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นตรง (Nonlinearity) โดยพฤติกรรมการเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงตามโครงสร้างเศรษฐกิจ (Regime switching behavior) และในแต่ละอายุคงเหลือในพันธบัตรรัฐบาลมีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน (Time Varying) การเปลี่ยนแปลงในแต่ละโครงสร้างเศรษฐกิจ (regimes) ถูกกำหนดโดยค่าในอดีตของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล โดยโครงสร้างเศรษฐกิจจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบแรก สำหรับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 1 2 5 และ 7 ปี แบ่งโครงสร้างเศรษฐกิจในลักษณะที่อัตราดอกเบี้ยสูงและอัตราดอกเบี้ยต่ำ แบบที่สอง สำหรับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุคงเหลือ 10 ปี แบ่งโครงสร้างเศรษฐกิจตามความผันผวนของอัตราดอกเบี้ยระยะยาว (10 ปี)

พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ถูกกำหนดโดยค่าในอดีต ( $exre_{i,t}$ ) ผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ย ( $dif\_slope$ ) และ อัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ ( $exre\_set$ ) โดยพบความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกัน ระหว่างผลต่างของความชันเส้นโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยกับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ในทั้งสองโครงสร้างเศรษฐกิจ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนส่วนเกินของการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์กับอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล พบความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและลบ ในแต่ละโครงสร้างเศรษฐกิจ

### 6.1.2 ข้อเสนอแนะ

#### 6.1.2.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

1. ภายใต้แนวคิดความต้องการสินทรัพย์กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุน แต่ผลการศึกษากลับพบว่าหากตัวแบบจำลอง VAR ซึ่งเป็นตัวแบบจำลองที่มีโครงสร้างเดียวมาพิจารณาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตลาดทั้งสองกลับไม่พบความสัมพันธ์ในตลาดทั้งสอง แต่หากใช้ตัวแบบจำลอง Vector STAR ซึ่งเป็นตัวแบบจำลองที่มีใช้เชิงเส้นตรงกลับพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของตลาดทั้งสอง ดังนั้น การใช้ตัวแบบจำลอง VAR เป็นเครื่องมือในการพิจารณาพฤติกรรมของตลาดทั้งสอง ควรระมัดระวังในการใช้งาน

2. การศึกษาแสดงให้เห็นจริงว่า พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนส่วนเกินจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลในแต่ละอายุคงเหลือมีลักษณะที่มีใช้เชิงเส้นตรง และมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเคลื่อนไหวตามภาวะอัตราดอกเบี้ย ดังนั้น สำหรับการลงทุนในตราสารหนี้ควรจะคำนึงถึงภาวะอัตราดอกเบี้ยในขณะนั้น ประกอบกับปัจจัยอื่นๆ เพื่อการออกแบบกลยุทธ์การลงทุนที่มีประสิทธิภาพ

3. การศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุนมีทั้งทิศทางเดียวกันและตรงกันข้าม ขึ้นอยู่กับภาวะดอกเบี้ยในตลาด หากนักลงทุนที่มีกลุ่มหลักทรัพย์ (Portfolio) ที่ประกอบด้วยตราสารหนี้และตราสารทุน การละเลยในความสัมพันธ์ดังกล่าว อาจจะทำให้กลยุทธ์การลงทุนเป็นกลยุทธ์ที่ผิดพลาด อันจะนำไปสู่ผลขาดทุน

4. ตัวแบบจำลอง Vector STAR ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือของรัฐบาลในการรักษาเสถียรภาพของตลาดการเงินในประเทศไทยได้

### 6.1.2.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาในอนาคต

1. ตัวแบบจำลอง Vector STAR เป็นตัวแบบจำลองที่มีความยืดหยุ่นมาก ควรจะนำตัวแบบจำลอง Vector STAR พิจารณาพฤติกรรมของการเคลื่อนไหวของตัวแปรทางเศรษฐกิจและการเงินอื่นๆ ตัวอย่างเช่น รายได้ประชาชาติ ภาวะการว่างงาน มูลค่าการส่งออก อัตราแลกเปลี่ยน
2. ความสัมพันธ์ในเชิงผกผันระหว่างตลาดตราสารหนี้และตลาดตราสารทุนเป็นอีกหัวข้อหนึ่งที่น่าจะมีการทำการศึกษายกยวดละเอียดว่าเป็นเพราะสาเหตุอะไร และรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเกิดในช่วงใด อันจะนำไปสู่การวางแผนการลงทุนที่มีประสิทธิผล

## 6.2 ข้อจำกัดในการศึกษา

1. ข้อจำกัดทางด้านข้อมูลที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ย้อนหลังได้มากที่สุดเพียง 5 ปีเท่านั้น ซึ่งโครงสร้างเศรษฐกิจอาจยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนมากนัก ส่งผลให้ความสามารถในการพิจารณาพฤติกรรมของการเคลื่อนไหวของอัตราผลตอบแทนในแต่ละอายุคงเหลือของแบบจำลอง Vector STAR ไม่ได้ดีกว่าแบบจำลองเชิงเส้นมากนัก



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.<sup>1</sup>

แนวคิดการเลือกฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลอง STAR

จัดรูปสมการ STAR ใหม่เป็นสมการที่ (1)

$$\begin{aligned} Y_T &= \mu_0 + \sum_{j=1}^p \phi_{0,j} Y_{T-j} + \sum_{j=1}^p \phi_{1,j} Y_{T-j} s_t + \sum_{j=1}^p \phi_{2,j} Y_{T-j} s_t^2 + \sum_{j=1}^p \phi_{3,j} Y_{T-j} s_t^3 + \varepsilon_T \\ y_{-i_t} &= (\mu_1 + \phi_{1,j} W_{t-j})(1 - G(S_t)) + (\mu_2 + \phi_{2,j} W_{t-j})G(S_t) + \varepsilon_t \\ Y_T &= \mu_0 + \sum_{j=1}^p \phi_{0,j} Y_{T-j} + \sum_{j=1}^p \phi_{1,j} Y_{T-j} s_t + \sum_{j=1}^p \phi_{2,j} Y_{T-j} s_t^2 + \sum_{j=1}^p \phi_{3,j} Y_{T-j} s_t^3 + \varepsilon_T \\ &= (\mu_1 + \phi_{1,j} W_{t-j}) + \{ (\mu_2 - \mu_1)(\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \} G(S_t) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (1)$$

ประมาณค่าฟังก์ชัน  $G(s_t)$  ด้วย Third-order Taylor Approximation รอบๆค่า  $\gamma = 0$  เมื่อ  $G(s_t)$  เป็น Logistic Function

---

<sup>1</sup> หลักเกณฑ์การเลือก Transition Function เป็นหลักเกณฑ์เดียวกับหลักเกณฑ์ที่ Granger, C. W. J., and T. Teräsvirta, 1993 หน้า 114 ใช้

$$G(s_t) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(S_t - c)}{\sigma(S_t)}\right\}} ; \gamma > 0$$

$$G(s_t) \approx G(\gamma=0) + G'(\gamma=0)(\gamma-0) + \frac{1}{2!}G''(\gamma=0)(\gamma-0)^2 + \frac{1}{3!}G'''(\gamma=0)(\gamma-0)^3$$

$$\approx \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{(S_t - c)}{b}\right)\gamma + 0 + \frac{\gamma^3}{6}\left\{-\frac{1}{8b^3}(S_t^3 - 3cS_t^2 + 3c^2S_t - c^2)\right\} ; \sigma(s_t) = b$$

$$\approx \left\{-\frac{1}{2} - \frac{c\gamma}{4b} + \frac{1}{48b^3}c^3\gamma\right\} + \left\{\frac{\gamma}{4b} - \frac{c^2\gamma}{16b^3}\right\}S_t + \left\{\frac{c\gamma}{16b^3}\right\}S_t^2 + \left\{\frac{-\gamma}{48b^3}\right\}S_t^3$$

$$\approx \{A\} + \{B\}S_t + \{C\}S_t^2 + \{D\}S_t^3 \quad (2)$$

โดยที่

$$A = \left\{-\frac{1}{2} - \frac{c\gamma}{4b} + \frac{1}{48b^3}c^3\gamma\right\} \quad C = \left\{\frac{c\gamma}{16b^3}\right\}$$

$$B = \left\{\frac{\gamma}{4b} - \frac{c^2\gamma}{16b^3}\right\} \quad D = \left\{\frac{-\gamma}{48b^3}\right\}$$

แทนสมการที่ (2) ลงไปสมการที่ (1) และจัดพจน์จะได้สมการที่ (3)

$$\begin{aligned}
y_{-i_t} &= (\boldsymbol{\mu}_1 + \boldsymbol{\phi}'_{1,j} W_{t-j}) + \left\{ (\boldsymbol{\mu}_2 - \boldsymbol{\mu}_1) + (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j})' W_{t-j} \right\} (A + BS_t + CS_t^2 + DS_t^3) + \boldsymbol{\varepsilon}_t \\
&= (\boldsymbol{\mu}_1 + \boldsymbol{\phi}'_{1,j} W_{t-j}) + (\boldsymbol{\mu}_2 - \boldsymbol{\mu}_1)(A + BS_t + CS_t^2 + DS_t^3) + \\
&\quad (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j})' W_{t-j} (A + BS_t + CS_t^2 + DS_t^3) + \boldsymbol{\varepsilon}_t \\
&= \left\{ \boldsymbol{\mu}_1 + (\boldsymbol{\mu}_2 - \boldsymbol{\mu}_1)(A + BS_t + CS_t^2 + DS_t^3) \right\} + \left\{ \boldsymbol{\mu}_1 + (\boldsymbol{\mu}_2 - \boldsymbol{\mu}_1)A \right\}' W_{t-j} + \\
&\quad \left\{ (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j})B \right\}' W_{t-j} S_t + \left\{ (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j})C \right\}' W_{t-j} S_t^2 + \left\{ (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j})D \right\}' W_{t-j} S_t^3 \\
y_{-i_t} &= \left\{ \boldsymbol{\mu}_1 + (\boldsymbol{\mu}_2 - \boldsymbol{\mu}_1)G(S_t) \right\} + \left\{ B_0 \right\}' W_{t-j} + \left\{ B_1 \right\}' W_{t-j} S_t + \left\{ B_2 \right\}' W_{t-j} S_t^2 + \left\{ B_3 \right\}' W_{t-j} S_t^3 + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (3)
\end{aligned}$$

โดยที่

$$\begin{aligned}
B_0 &= \boldsymbol{\mu}_1 + (\boldsymbol{\mu}_2 - \boldsymbol{\mu}_1) \left\{ -\frac{1}{2} - \frac{c\gamma}{4b} + \frac{1}{48b^3} c^3 \gamma \right\} & B_2 &= (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j}) \left\{ \frac{c\gamma}{16b^3} \right\} \\
B_1 &= (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j}) \left\{ \frac{\gamma}{4b} - \frac{c^2 \gamma}{16b^3} \right\} & B_3 &= (\boldsymbol{\phi}_{2,j} - \boldsymbol{\phi}_{1,j}) \left\{ \frac{-\gamma}{48b^3} \right\}
\end{aligned}$$

เมื่อ  $G(s_t)$  เป็น Quadratic Logistic Function

$$G(s_t) = \frac{1}{1 + \exp\left\{\frac{-\gamma(S-c_1)(S-c_2)}{\sigma(s_t)}\right\}} ; c_1 \leq c_2, \gamma > 0$$

$$G(s_t) \approx G(\gamma=0) + G'(\gamma=0)(\gamma-0) + \frac{1}{2!}G''(\gamma=0)(\gamma-0)^2 + \frac{1}{3!}G'''(\gamma=0)(\gamma-0)^3$$

$$\approx \frac{1}{2} + \frac{1}{4b} \left( \frac{(S-c_1)(S-c_2)}{b^2} \right) \gamma + \frac{\gamma^2}{4} (0) + \frac{\gamma^3}{6} \left( -\frac{1}{8b^3} \right) \left\{ \begin{array}{l} S_t^6 - 3c_2 S_t^5 + 3c_2^2 S_t^4 - c_2^3 S_t^3 - 3c_1 S_t^5 \\ + 9c_1 c_2 S_t^4 - 9c_1 c_2^2 S_t^3 + 3c_1 c_2^2 S_t^2 \\ + 3c_1^2 S_t^4 - 9c_1^2 c_2 S_t^3 + 9c_1^2 c_2^2 S_t^2 \\ - 3c_1^2 c_2^3 S_t - c_1^3 S_t^3 - 3c_1^2 c_2 S_t^2 \\ - 3c_1^2 c_2 S_t + c_1^2 c_2^3 \end{array} \right\}$$

โดยที่  $\sigma^2(s_t) = b$

$$\approx \left\{ \frac{1}{2} + \frac{c_1 c_2 \gamma}{4b} - \frac{c_1^3 c_2^3 \gamma^3}{48b^3} \right\} + \left\{ \frac{-c_2 \gamma}{4b} - \frac{c_1 \gamma}{4b} + \frac{c_1^2 c_2^2 \gamma^3}{16b^3} + \frac{c_1^2 c_2^3 \gamma^3}{16b^3} \right\} S_t +$$

$$\left\{ \frac{\gamma}{4} - \frac{c_1 c_2^3 \gamma^3}{16b^3} - \frac{3c_1^2 c_2^2 \gamma^3}{16b^3} - \frac{3c_1^2 c_2 \gamma^3}{16b^3} \right\} S_t^2 + \left\{ \frac{c_2^3 \gamma^3}{48b^3} + \frac{3c_1 c_2^2 \gamma^3}{16b^3} + \frac{3c_1^2 c_2 \gamma^3}{16b^3} - \frac{c_1^3 \gamma^3}{48b^3} \right\} S_t^3 +$$

$$\left\{ \frac{-3c_2^2 \gamma^3}{48b^3} - \frac{3c_1 c_2 \gamma^3}{16b^3} - \frac{3c_1^2 \gamma^3}{48b^3} \right\} S_t^4 + \left\{ \frac{c_2 \gamma^3}{16b^3} - \frac{c_1 \gamma^3}{16b^3} \right\} S_t^5 + \left\{ \frac{-\gamma^3}{48b^3} \right\} S_t^6$$

$$\approx \left\{ \frac{1}{2} + \frac{c_1 c_2 \gamma}{4b} - \frac{c_1^3 c_2^3 \gamma^3}{48b^3} \right\} + \left\{ \frac{-\gamma}{4b} (c_2 - c_1) + \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_1^2 c_2^2 + c_1^2 c_2^3) \right\} S_t +$$

$$\left\{ \frac{\gamma}{4} - \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_1 c_2^3 + 3c_1^2 c_2^2 + 3c_1^2 c_2) \right\} S_t^2 + \left\{ \frac{\gamma^3}{48b^3} (c_2^3 + 3c_1 c_2^2 + 3c_1^2 c_2 - c_1^3) \right\} S_t^3 +$$

$$\left\{ \frac{-\gamma^3}{48b^3} (3c_2^2 + 9c_1 c_2 + 3c_1^2) \right\} S_t^4 + \left\{ \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_2 + c_1) \right\} S_t^5 + \left\{ \frac{-\gamma^3}{48b^3} \right\} S_t^6$$

$$G(s_t) \approx E + FS_t + HS_t^2 + IS_t^3 + JS_t^4 + KS_t^5 + LS_t^6 \quad (4)$$

โดยที่

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1}{2} + \frac{c_1 c_2 \gamma}{4b} - \frac{c_1^3 c_2^3 \gamma^3}{48b^3} & J &= \frac{-\gamma^3}{48b^3} (3c_2^2 + 9c_1 c_2 + 3c_1^2) \\
 F &= \frac{-\gamma}{4b} (c_2 - c_1) + \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_1^2 c_2^2 + c_1^2 c_2^3) & K &= \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_2 + c_1) \\
 H &= \frac{\gamma}{4} - \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_1 c_2^3 + 3c_1^2 c_2^2 + 3c_1^2 c_2) & L &= \frac{-\gamma^3}{48b^3} \\
 I &= \frac{\gamma^3}{48b^3} (c_2^3 + 3c_1 c_2^2 + 3c_1^2 c_2 - c_1^3)
 \end{aligned}$$

แทนสมการที่ (4) ลงไปสมการที่ (1) และจัดพจน์จะได้สมการที่ (5)

$$\begin{aligned}
 y_{-i_t} &= (\mu_1 + \phi'_{1,j} W_{t-j}) + \{ (\mu_2 - \mu_1) + (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})' W_{t-j} \} (E + FS_t + HS_t^2 + IS_t^3 + JS_t^4 + KS_t^5 + LS_t^6) + \varepsilon_t \\
 &= (\mu_1 + \phi'_{1,j} W_{t-j}) + (\mu_2 - \mu_1)(E + FS_t + HS_t^2 + IS_t^3 + JS_t^4 + KS_t^5 + LS_t^6) + \\
 &\quad (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})' W_{t-j} (E + FS_t + HS_t^2 + IS_t^3 + JS_t^4 + KS_t^5 + LS_t^6) + \varepsilon_t \\
 &= \{ \mu_1 + (\mu_2 - \mu_1)(E + FS_t + HS_t^2 + IS_t^3 + JS_t^4 + KS_t^5 + LS_t^6) \} + \{ \phi_{1,j} + (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})E \}' W_{t-j} + \\
 &\quad \{ (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})F \}' W_{t-j} S_t + \{ (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})H \}' W_{t-j} S_t^2 + \{ (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})I \}' W_{t-j} S_t^3 + \{ (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})J \}' W_{t-j} S_t^4 + \\
 &\quad \{ (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})K \}' W_{t-j} S_t^5 + \{ (\phi_{2,j} - \phi_{1,j})L \}' W_{t-j} S_t^6 \\
 y_{-i_t} &= \{ \mu_1 + (\mu_2 - \mu_1)G(S_t) \} + \{ B_0 \}' W_{t-j} + \{ B_1 \}' W_{t-j} S_t + \{ B_2 \}' W_{t-j} S_t^2 + \\
 &\quad \{ B_3 \}' W_{t-j} S_t^3 + \{ B_4 \}' W_{t-j} S_t^4 + \{ B_5 \}' W_{t-j} S_t^5 + \{ B_6 \}' W_{t-j} S_t^6 + \varepsilon_t
 \end{aligned} \tag{5}$$

โดยที่

$$\begin{aligned}
 B_0 &= \phi_{1,j} + (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{1}{2} + \frac{c_1 c_2 \gamma}{4b} - \frac{c_1^3 c_2^3 \gamma^3}{48b^3} \right\} & B_4 &= (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{-\gamma^3}{48b^3} (3c_2^2 + 9c_1 c_2 + 3c_1^2) \right\} \\
 B_1 &= (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{-\gamma}{4b} (c_2 - c_1) + \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_1^2 c_2^2 + c_1^2 c_2^3) \right\} & B_5 &= (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_2 + c_1) \right\} \\
 B_2 &= (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{\gamma}{4} - \frac{\gamma^3}{16b^3} (c_1 c_2^3 + 3c_1^2 c_2^2 + 3c_1^2 c_2) \right\} & B_6 &= (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{-\gamma^3}{48b^3} \right\} \\
 B_3 &= (\phi_{2,j} - \phi_{1,j}) \left\{ \frac{\gamma^3}{48b^3} (c_2^3 + 3c_1 c_2^2 + 3c_1^2 c_2 - c_1^3) \right\}
 \end{aligned}$$

พิจารณาสมการที่ (3) และสมการที่ (5) เมื่อ  $c_1 = c_2 = 0$

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad B_{3,ESTAR} &= 0 \quad \text{แต่} \quad B_{3,LSTAR} \neq 0 \\
 \checkmark \quad B_{3,ESTAR} &\neq 0 \quad \text{แต่} \quad B_{2,LSTAR} = 0 \\
 \checkmark \quad B_{1,ESTAR} &= 0 \quad \text{แต่} \quad B_{1,LSTAR} \neq 0
 \end{aligned}$$

สามารถใช้ Sequence of Nested Test เลือกฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function)  $G(s_t)$  ระหว่าง Quadratic Logistic Function หรือ Logistic Function มีสมมติฐาน

$$H_{04} : B_{3,j} = 0$$

$$H_{03} : B_{2,j} = 0 \mid B_{3,j} = 0$$

$$H_{02} : B_{1,j} = 0 \mid B_{2,j} = B_{3,j} = 0$$

เลือก Quadratic Logistic Function หากไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐาน  $H_{04}$  แต่ปฏิเสธสมมติฐาน  $H_{03}$  และเลือก Logistic Function หากไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐาน  $H_{04}$  และ  $H_{03}$  แต่ปฏิเสธสมมติฐาน  $H_{02}$  หรือสามารถใช้ค่า ค่า p-value เป็นหลักเกณฑ์ในการเลือกก็ได้ คือ ถ้าค่าค่า p-value ของสมมติฐาน  $H_{03}$  ต่ำที่สุดจะเลือกเลือก Quadratic Logistic Function เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transition Function)

ภาคผนวก ข.

โปรแกรม MATLAB ในเพื่อให้กำหนดค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจำลอง Vector STAR

```
%This program use calculate parameters in Vector LSTAR and Test Hypothesis%
clear;
clc;
tic
%---load data---%
data = xlsread('ex_iy1999_2004'); %Change i for change maturity
n = 1300
n1 = 3900;
k1 = 1;
n3 = 1300;
k3 = 4;
one = ones(n3,1);
%rearrange date for system ; exre_iy~difslope~exset%
y1 = data(2:end,2); %---exre_iy---%
y2 = data(2:end,3); %---difslope---%
y3 = data(2:end,4); %---exset---%
y = [y1;y2;y3;]; %3900x1%
% rearrange date x1% @ y = exre_iy @
x11 = data(1:end-1,2); %---lag exre_iy---%
x12 = data(1:end-1,3); %---difslope---%
x13 = data(1:end-1,4); %---exset---%
x1 = horzcat(one,x11,x12,x13); %1300x4%
x2 = x1;
x3 = x1;
s = [x11;x11;x11;]; %Transition Variable
x_11 = vertcat(x1,zeros((2*n3),k3)); %3900x4%
x_1 = [x_11 x_11]; %3900x8%
x_22 = vertcat(zeros(n3,k3),x2,zeros(n3,k3)); %3900x4%
x_2 = [x_22 x_22]; %3900x8%
x_33 = vertcat(zeros((2*n3),k3),x3); %3900x4%
x_3 = [x_33 x_33]; %3900x8%
x = horzcat(x_1,x_2,x_3); %3900x24%
%---calculate parameters---%
bin=[-.001;.3;-14;-.0007;1.5;-5;-7;.1;-.000002;.0001;.3;.000002;-.002;.01;-2;-.0002;-.
.02;137;.05;.03;-.3;-140;.07;.05;38;-.003];
options =optimset('GradObj','off','Hessian','off','Display','iter');
[b,FVAL,EXITFLAG,OUTPUT,GRAD,HESSIAN] = fminunc(@slstarll,bin,options,y,x,s);
var = inv(HESSIAN);
```



```

tstat    = b./sqrt(diag(var));
pvb      = 1-(tcdf(abs(tstat(1:26)),(n3-18)));
bb       = [bin b tstat pvb];
[q]      = slstar(s,b(6*k3+1),b(6*k3+2));
save output111_6 bin b bb tstat pvb HESSIAN var q EXITFLAG
%-----statistic of first equation-----%
yhat1    = ((x1*b(1:4)).*(1-q(1:1300)))+(x1*b(5:8)).*(q(1:1300)));
error1   = y1-yhat1;
abserror1 = abs(error1);
sumerror1 = error1.*error1;
MAE1     = mean(abserror1);
RMSE1    = mean(sumerror1);
total1   = [y1 yhat1 error1];
%-----statistic of second equation-----%
yhat2    = ((x2*b(9:12)).*(1-q(1:1300)))+(x2*b(13:16)).*(q(1:1300)));
error2   = y2-yhat2;
abserror2 = abs(error2);
sumerror2 = error2.*error2;
MAE2     = mean(abserror2);
RMSE2    = mean(sumerror2);
total2   = [y2 yhat2 error2];
%-----statistic of third equation-----%
yhat3    = ((x3*b(17:20)).*(1-q(1:1300)))+(x3*b(21:24)).*(q(1:1300)));
error3   = y3-yhat3;
abserror3 = abs(error3);
sumerror3 = error3.*error3;
MAE3     = mean(abserror3);
RMSE3    = mean(sumerror3);
total3   = [y3 yhat3 error3];
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Test exists STAR Model
%1. Ho: ai = bi ; i = 1:4
%2. Ho: c1 = 0
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Test Ho(1); ai = bi ; i = 1:4
% Wald Test = f(b)'*inv((G(b)*(s*(inv(x'*x))*inv(G(b)))))*f(b)==>x2(4)
% when f(b) = RB-q = 0
% G(b) = df(b)/db' = R
% s*(inv(x'*x)) = Var-Covariance of b
R1      = [eye(4),zeros(4);zeros(4),-eye(4)];
B1      = b(1:8);
fb1     = R1*B1';

```

```

var_cov1 = var(1:8,1:8);
W1      = fb1*(inv(R1*var_cov1*R1'))*fb1;
pvW1    = 1-(chi2cdf(W1,4));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Test Ho(2) use T-Test
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%--display parameters--%
disp('Initial value MLE:Parameters  t-stat p-value grad');
disp(bb);
disp('Wald Test Ho_1; ai = bi ; i = 1:3  p-value');
disp ([W1 pvW1]);
disp('T-Test Ho_2; c1 = 0  p-value');
disp ([tstat(9,1) pvb(9,1)]);
toc
save output111 bin b bb tstat pvb HESSIAN var q EXITFLAG
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
function [l,g,h]=slstarll(b,y,x,s);
n1 = 3900;
k1 = 1;
n3 = 1300;
k3 = 4;
data = xlsread('ex_1y1999_2004'); %date~exre_1y~dif_slope~exre_set%   %Change i
for change maturity
y1  = data(2:end,2);      %---exre_1y---%
y2  = data(2:end,3);      %---dif_slope--%
y3  = data(2:end,4);      %---exre_set---%
%-----%
%for sys_2y1%
x11  = data(1:end-1,2);
s    = [x11;x11;x11;];
%-----%
[q1] = slstar(s,b(6*k3+1),b(6*k3+2));
% ik=ones(1,1);
% matq1 = kron(ik',q1);          %1300x4%
q    = q1(1:1300);
%-----e1-----%
dux11 = x(1:1300,1:4);          %1300x4%
dux12 = x(1:1300,5:8);          %1300x4%
yhat11 = (dux11*b(1:4)).*(1-q); %1300x1%
yhat12 = (dux12*b(5:8)).*(q);   %1300x1%
yhat1  = yhat11 + yhat12;       %1300x1%
e1     = y1-yhat1;              %1300x1%

```

```

%-----e2-----%
dux21 = x(1301:2600,9:12);    %1300x4%
dux22 = x(1301:2600,13:16);  %1300x4%
yhat21 = (dux21*b(9:12)).*(1-q); %1300x1%
yhat22 = (dux22*b(13:16)).*(q); %1300x1%
yhat2 = yhat21 + yhat22;    %1300x1%
e2 = y2- yhat2;            %1300x1%
%-----e3-----%
dux31 = x(2601:3900,17:20);  %1300x4%
dux32 = x(2601:3900,21:24);  %1300x4%
yhat31 = (dux31*b(17:20)).*(1-q); %1300x1%
yhat32 = (dux32*b(21:24)).*(q); %1300x1%
yhat3 = yhat21 + yhat22;    %1300x1%
e3 = y3- yhat3;            %1300x1%
e = [e1;e2;e3];            %3900x1%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
merror = horzcat(e1,e2,e3);  %1300x3%
sigm = cov(merror);
dsigm = det(sigm);
isigm = inv(sigm);
iksigm = kron(eye(n3),isigm);
l = (3*n3/2)*log(2*pi) + (3*n3/2)*log(dsigm) + 0.5*(e'*iksigm* e);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%for Logsitic Function%
function [f,g,h]=slstar(x,c1,c2);
std_st = std(x);
e = exp((-c1*(x-c2))/std_st);
f = 1./(1+e);
%for Quadratic Logsitic Function%
function [f,g,h]=slstar(x,c1,c2,c3);
std_st = std(x);
e = exp((-c1*(x-c2)*(x-c3))/std_st);
f = 1./(1+e);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
function [l,g,h] = sestarl(b,y,x,s);    % Can change for calculate Vector LSTAR
n1 = 3900;
k1 = 1;
n3 = 1300;
k3 = 4;
data = xlsread('ex_i 0y1999_2004'); %date~exre_2y~dif_slope~exre_set%
y1 = data(2:end,2);  %---exre_iy---%
y2 = data(2:end,3);  %---exf11----%

```

```

y3 = data(2:end,4); %---exre_set----%
%-----%
%for sys_2yl%
x11 = data(1:end-1,2);
s = [x11;x11;x11;];
%-----%
[q1] = sestar(s,b(6*k3+1),b(6*k3+2),b(6*k3+3));
q = q1(1:1300);
%-----e1-----%
dux11 = x(1:1300,1:4); %3900x4%
dux12 = x(1:1300,5:8);
yhat11 = (dux11*b(1:4)).*(1-q);
yhat12 = (dux12*b(5:8)).*(q);
yhat1 = yhat11 + yhat12; %
e1 = y1-yhat1;
%-----e2-----%
dux21 = x(1301:2600,9:12); %3900x4%
dux22 = x(1301:2600,13:16);
yhat21 = (dux21*b(9:12)).*(1-q);
yhat22 = (dux22*b(13:16)).*(q);
yhat2 = yhat21 + yhat22; %
e2 = y2- yhat2;
%-----e3-----%
dux31 = x(2601:3900,17:20); %3900x4%
dux32 = x(2601:3900,21:24);
yhat31 = (dux31*b(17:20)).*(1-q);
yhat32 = (dux32*b(21:24)).*(q);
yhat3 = yhat31 + yhat32; %
e3 = y3- yhat3;
e = [e1;e2;e3]
%%%%%%%%%%%%%%
merror = horzcat(e1,e2,e3);
sigm = cov(merror);
dsigm = det(sigm);
isigm = inv(sigm);
iksigm = kron(eye(n3),isigm);
l = (3*n3/2)*log(2*pi) + (3*n3/2)*log(dsigm) + 0.5*(e'*iksigm*e);

```

## บรรณานุกรม

### หนังสือและบทความในหนังสือ

จิรัตน์ สังข์แก้ว. การลงทุน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2540.

ชมรมผู้ค้าตราสารหนี้และศูนย์ซื้อขายตราสารหนี้ไทย. วิวัฒนาการของตลาดตราสารหนี้ไทยและ  
แนวทางการพัฒนาในอนาคต. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน),  
2544.

อัญญา ชันธวิทย์. การวิเคราะห์การลงทุนในตราสารหนี้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.  
กรุงเทพฯ, 2541.

อัญญา ชันธวิทย์. กลไกของตลาดการเงินในระบบเศรษฐกิจไทย. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์  
พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), 2545.

อัญญา ชันธวิทย์. การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการลงทุนในหลักทรัพย์. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง  
แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), 2547.

### เอกสารอื่นๆ

จิตตินันท์ ธนภมลินันท์. “ความสัมพันธ์ระหว่าง Maturity Structure ของพันธบัตรรัฐบาลกับ Term  
Structure of Interest และการพัฒนาตลาดตราสารหนี้ไทย.” งานวิจัยเฉพาะเรื่อง.  
เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) คณะเศรษฐศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2541.

นพดล จรเจริญ. “โครงสร้างอัตราผลตอบแทนตามระยะเวลาได้ถอนหลักทรัพย์ (Term structure  
of Interest rate) และเครื่องชี้วัดทางเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์  
มหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542.

ภาสวรรณ วัฒนสิน. “การกำหนดอัตราดอกเบี้ยของตราสารหนี้ภาคเอกชนในประเทศไทย.”  
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2540.

ฤทธิวัส ศรีสวัสดิ์. “ความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงที่เป็นระบบของหุ้นกับความเสี่ยงในการให้กู้  
กรณีศึกษา ตลาดตราสารหนี้ในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะ  
เศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

- สุชาติ อุบริพทธิพงศ์. “ผลกระทบของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีต่อดัชนีตราสารหนี้.” วิทยานิพนธ์  
มหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542.
- อัญญา ชันธวิทย์. “พฤติกรรมความเสี่ยงของหลักทรัพย์ในประเทศไทย.” งานวิจัยเสริมหลักสูตร  
ตามโครงการวิจัยเสริมหลักสูตร พ.ศ. 2545 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2546.
- อรรถพล ลักษณะนากร. “ปัจจัยกำหนดอายุครบกำหนดในการออกหุ้นกู้เอกชน.” วิทยานิพนธ์  
มหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

### Books

- Elton, E. J., M. J. Gruber, S. J. Brown and W. N. Goetzmann. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. Sixth Edition. John Wiley & Sons. Inc, 2003.
- Engle, R. F., and C. W. J. Granger. Long-Run Economic Relationship: Reading in Cointegration. New York: Oxford University Press, 1991.
- Garbade, K. D., Fixed Income Analytics. MIT Press. Cambridge Mass, 1996.
- Granger, C. W. J., and T. Teräsvirta. Modelling Nonlinear Economics Relationships. Oxford University Press, Oxford, 1993.
- Gaynor, P. E., R. C. Kirkpatrick. Introduction To Time Series Modeling and Forecasting in Business and Economics. McGraw Hill International Editions, 1994.
- Mishkin, F. S. The Economics of Money, Banking and Financial Markets. 3 rd ed. Happer Collins Publishers, 1992.
- Moorad, C. Analyzing & Interpreting the Yield Curve. John Wiley & Sons (Asia) Ltd, 2003.
- Reilly, F. K., and K. C. Brown. Investments Analysis and Portfolio Management. Fifth Edition. Harcourt Brace College Publishers, 1997.
- Teräsvirta, T., D. Tjøstheim and C. W. J. Granger. Aspects of modeling nonlinear time series. in R. F. Engle and D. L. McFadden (eds.) Handbook of econometrics 15. Amsterdam: Elsevier Science, 1994.
- Tong, H. Non – Linear Time Series: A Dynamical System approach. Oxford University Pree. Oxford. 1990.

- Van Dijk and P.H. Franses. Non-linear Error Correction Models for Interest Rate in The Netherland in Non-linear Econometric Modeling in The Times Series Analysis. Cambridge; Cambridge University Press. 2002.
- Wooldridge, J. M. Introductory Econometrics; A Modern Approach. South-Western College Publishing. 1999.

### Articles

- Amihud, Y., and H. Mendelson. "Asset Pricing and the Bid-Ask spread." Journal of Financial Economics 17 (1986):223-249.
- Amihud, Y., and H. Mendelson. "Liquidity, Maturity, and The yield on U.S. Treasury Securities." Journal of Finance 46 (1991):1411-1425.
- Anderson, H.M. "Transaction Cost and Nonlinear Adjustment towards Equilibrium in The US Treasury Bill Market." Oxford Bulletin of Economics and Statistics 59 (1997):465-484.
- Anderson, T., and J. Lund. "Estimating Continuous time stochastic volatility models of the short term interest rates." Journal of Econometrics 77 (1997):343-377.
- Bai, J., and P. Perron. "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Change." Econometrica 66 (1998):47-78.
- Ball, C., Torous, W. "The Stochastic Volatility of Short-Term Interest Rates: some International Evidence." Journal of Finance 54 (1999):2339-2359.
- Bekaert, G., R. J. Hodrick, and D. A. Marshall. "Peso Problem Explanations for Term Structure Anomalies." Journal of Monetary Economics 48 (2001):241-270.
- Boero, G., and E. Marrocu. "The Performance of Non-Linear Exchange Rate Models: A Forecast Comparison." Journal of Forecasting 21 (2002):513-542.
- Bollerslev, T. "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskdasticity." Journal of Econometrics 31 (1996):307-327.

- Brennan, M. J., and E. S. Schwartz. "An Equilibrium Model of Bond Pricing and a Test of Market Efficient." Journal of Financial and Quantitative Analysis 17 (1982):301-329.
- Brenner, R., R. Harjes, and K. Kroner. "Another look at Model of the Short-Term Interest Rate." Journal of Financial and Quantitative Analysis 31 (1996):85-107.
- Brown, Steve J., and P. H. Dybvig. "The Empirical Implications of the Cox, Ingersoll, Ross theory of the term structure on interest rates." Journal of Finance 41 (1986):617-632.
- Cai, J. "A Markov Model of Switching Regimes ARCH" Journal of Business & Economic Statistics 12 (1994):309-316.
- Campbell, J. Y. "Stock Returns and the Term Structure." Journal of Financial Economics 18 (1987):373-399
- Campbell, J. Y., and R. Shiller. "Cointegration and Tests of Present Value Models." Journal of Political Economy 95 (1987):1062-2088.
- Campbell, J. Y., and R. Shiller. "The Dividend-Price ratio and Expectations of Future Dividends and Discount Factors." Review of Financial Studies 1 (1988):195-228.
- Campbell, J. Y., and J. Ammer. "What Moves The Stock and Bond Markets? A variance Decomposition for Long-Term Asset Return." Journal of Finance 48 (1993):3-37.
- Campbell, J.Y. "Yield Spreads and Interest Rate Movements a Bird's View." Review of Economic Studies 58 (1991):495-514.
- Caner, M., and B. E, Hansen. "Threshold Autoregression with a Unit Root." Econometrica 69 (2001):1555-1596.
- Chan, K. C., N. F, Chen, and D, Hsieh. "An Exploratory Investigation of The Firm Size Effect." Journal of Financial Economics 14 (1985):451-471.
- Chen, N. F. "Some Empirical Tests of the Theory of Assets Pricing." Journal of Finance 5 (1983):1393-1414.
- Chen, N, R. Roll, and S. Ross. "Economic Forces and Stock Markets." Journal of Business 59 (1986):383-403.



- Chen, N. "Financial Investment Opportunities and the Macroeconomy." Journal of Finance 46 (1991):529-554.
- Cheng, A. C. S. "The UK Stock Market and Economic Factors: A new Approach, Journal of Business Finance and Accounting 22 (1996):129-142.
- Clements, M.P., and A.B. Galvao. "A Comparison of Tests of Non-linear Conintegration with an Application to The Predictability of US Interest Rates Using The Term Structures." International Journal of Forecast (2004)
- Clements, M.P., J. Smith. "Evaluating the Forecast of Linear and Non-Linear Models: Applications to Output Growth and Unemployment." Journal of Forecasting 19 (2000):255-276.
- Clements, M.P, and H.M. Krolzig. "Business cycle asymmetries: Characterisation and testing based on Markov-Switching Autoregression." Journal of Business and Economic Statistic 21 (2003):196-211.
- Clements, M.P., and H.M. Krolzig. "Can Oil Shocks Explain Asymmetries in The US business cycle?." Empirical Economics 27 (2002):185-204.
- Clements, M.R., J. Smith. "Evaluating Forecast from SETAR Models of Exchange Rates." Journal of International Money and Finance 20 (2001):133-148.
- Condantini, George M. "A theory of The Nominal Term Structure of Interest Rates." Review of Financial Studies 5 (1992):531-552.
- Cox, J., J. Ingersoll, and S. Ross. "A theory of Term Structure of Interest Rates." Econometrica 53 (1985):385-408.
- Culbertson, J. M. "The Term Structure of Interest Rate." Quarterly Journal of Economics 71 (1967):489-504.
- Davis, E. P., S. Henry and B. Pesaran. "The Role of Financial Spread: Empirical Analysis of Spread and Economic Activity." Manchester School of Economic and Social Studies 62 (1994):374-394.
- De Gooijer, J. G. "Cross-Validation Criteria for SETAR Model Selection." Journal of Time Series Analysis 22 (2001):267-281.

- Diebold, F. X., and R. S. Mariano. "Comparing predictive accuracy." Journal of Business and Economic Statistics 13 (1995):253-263.
- Dickey, D. A., and W. A. Fuller. "Distribution of The Estimators for Autoregressive Time Series with A Unit Root." Journal of The American Statistical Association 74 (1979):427-431.
- Dickey, D. A., and W. A. Fuller, Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with A Unit Root, Econometrica 49 (1981):1057-1572.
- Engle, R.F., D. M. Lillen and R. P. Robins. "Estimating Time-Varying Risk Premium in The Term Structure: The ARCH-M Model." Econometrica 55 (1987):391-407.
- Estrella, A., and F. S. Mishkin. "The Predictive Power of The Term Structure of Interest Rates in Europe and the United States: Implications for the European Central Bank." European Economic Review 41 (1997):1375-1401.
- Estrella, A., and G. A. Hardouvelis. "The Term Structure as a Predictor of Real Economic Activity, Journal of Finance 46 (1991):555-576.
- Elton, E. J., and T. C. Green. "Tax and Liquidity Effects in Pricing Government Bonds." Journal of Finance LIII (1998):1533-1561.
- Elton, E. J., M. J. Gruber, S. J. Mei."Return Generating Process and The Determinants of Term Premiums." Journal of Banking and Finance 20 (1996):251-1269.
- Ender, W., and C. W. J, Granger. "Unit Root Tests and Asymmetric a Spatially with an Example using The Term Structure of Interest Rates." Journal of Business and Economic Statistics 16 (1998):304-311.
- Engle, R. F. "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of The Variance of U.K Inflation." Econometrica 50 (1982):987-1008.
- Evans, M. D. D.,and K. K. Lewis. "Do Stationary Premium Explain it all? Evidence from The Term Structure." Journal of Monetary Economics 33 (1994):285-318.
- Fama, E. F. "Forward Rates as Predictors of Future Spot Rates." Journal of Financial Economics 3 (1976a):361-377.
- Fama, E. F. "Inflation Uncertainty and Expected Return on Treasury Bill." Journal of Political Economy 84 (1976):427-448.

- Fama, E. F. "The Information in The Term Structure." Journal of Financial Economics 13 (1984):509-528.
- Fama, E., and K. French. "Dividend Yield and Expected Stock Returns." Journal of Financial Economics 22 (1988):3-25.
- Fama, E. F., and K. R. French. "Business Conditions and Expected Return on Stocks and Bonds." Journal of Financial Economics 25 (1989):23-49.
- Fama, E. F. "Term Structure Forecasts of Interest Rates, Inflation and Real Return." Journal of Monetary Economics 25 (1990a):59-76.
- Fama, E. F., and K. R. French. "The Information in Long-Maturity Forward Rates." American Economic Review 77 (1987), 680-692.
- Fama, E. F., and K. R. French. "Common Risk Factors in The Return on Stocks and Bonds." Journal of Financial Economics 33 (1993):3-56.
- Ferson, W., and C. R. Harvey. "The Variation of Economics Risk Premiums." Journal of Political Economy 99 (1991):385-415
- Fisher, L. "Determinants of Risk Premiums on Corporate Bonds." Journal of Political Economy 67 (1859):217-237.
- Fisher, L. "Appreciation and Interest." Publications of the American Economic Association 11 (1869):23-29.
- Galton, F. "Family Likeness in Stature." Proceeding of Royal Society London 40 (1886):42-72.
- Gonzalo, J., J. Y. Pitarakis. "Estimation and Model Selection Based Inference in Single and Multiple Threshold Models." Journal of Econometrics 110 (2002):319-352.
- Gray, S. "Modeling The Conditional Distribution of Interest Rates as a Regime Switching Process." Journal of Financial Economics 42 (1996):27-61.
- Hamburger, M. J., and E. N. Platt. "The Expectations Hypothesis and The Efficiency of The Treasury Bill Market." Review of Economics and Statistics 57 (1975):190-199.
- Hamilton, J. D. "A New Approach to Economic Analysis of Non Stationary Time Series and the Business Cycle." Econometrica 57 (1989):357-384.

- Hamilton, J D., R. Susmel. "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity and Changes in Regimes." Journal of Econometrics 64 (1994):307-333.
- Hansen, B. E. "Inference when a Nuisance Parameter is not identified under The Null Hypothesis, Econometrica 64 (1996):413-430.
- Hansen, B. E. "Testing for Linearity." Journal of Economic Surveys 13 (1999):551-576.
- Hansen, B. E. "Sample Splitting and Threshold Estimation." Econometrica 28 (2000):547-603.
- Kapetanios, G. "Model Selection in Threshold Models." Journal of Times Series Analysis 22 (2001):267-281.
- Kapetanios, G., Y. Shin, and A. Snell. "Testing for a Unit Root in The nonlinear STAR Framework." Journal of Econometrics 112 (2003):83-97.
- Keim, D., and R. Strambaugh. "Predicting Returns in The Stock and Bond Markets." Journal of Financial Economics 17 (1986):357-390.
- Khanthavit, A., and J. Priebjivat. "A Test of Condition CAPM Preliminary Findings for the Thai Capital Market." The Kasetsart Journal: Sociences 14 (July-December 1992):109-116.
- Kilian, L., and Taylor. "Why is it so Difficult to Beat the Random Walk Forecast of Exchange Rates ?." Journal of International Economics 60 (2003):85-107.
- Koedijk, K. G., F. G. J. A. Nissen, P. C. Scotchman. "The Dynamics of Short Term Interest Rate Volatility Reconsidered." European Finance Review 1 (1997):105-130.
- Koop, G., and S. M. Potter. "Dynamic Asymmetries in U.S Unemployment." Journal of Business and Economic Statistics 75 (1999):491-499.
- Kräger, H., P. Kugler. "Non-Linearities in Foreign Exchange Markets: A Different Perspective." Journal of International Money and Finance 12 (1993):195-208.
- Kwan., S. H. "Firm-Specific Information and The Correlation between Individual Stock and Bonds." Journal of Financial Economics 40 (1996):63-80.
- Lamoureux, C., W. Jastrapes. "Persistence in Variance, Structural Change and The GARCH Model, Journal of Business & Economic Statistics 8 (1990):225-234.

- Ibbotson, R. G., and R. A. Sinquefeld. "Stock, Bonds, Bills, and Inflation Year-by-Year Historical Returns (1926-1974)." Journal of Business 49 (1976):11-47.
- Lucas, R.E., Jr. "Asset prices in an exchange economy." Econometrica 46 (1978):1429-1445.
- Lekkos, I., and C. Milas. "Time-Varying Excess Return on UK Government Bond: A Non-Linear Approach," Journal of Banking and Finance 28 (2003):45-62.
- Litterman, R., and J. Scheinkman. "Common Factors Affecting Bond Returns." Journal of fixed income 1 (1991)"54-61.
- Lo, M. C., and E. Zivot. "Threshold Cointegration and Nonlinear Adjustment to The Law of The On Price." Macroeconomic Dynamics 5 (2001):533-576.
- Longstaff, F., and E. Schwartz. "Interest-Rate Volatility and The Term Structure: A Two Factor General Equilibrium Model." Journal of Finance 47 (1992), 1259-1283.
- Lutz, F. A. "The Structure of Interest Rates." Quarterly Journal of Economics 15 (1940):36-63.
- Jorge, V. P. R., T. Salvador and A. F. Julián. "STAR and ANN Models: Forecasting Performance on The Spanish "Ibex-35" Stock Index," Journal of Empirical Finance 12 (2005):490-509.
- Mankiw, N.G. "The term structure of interest rates revisited." Brooking Papers on Economic Activity 1 (1986):61-96.
- Medeiros, M., A. Veiga, and M Resende. "A Combinatorial Approach to Piecewise Linear Times Series Analysis." Journal of Computational and Graphical Statistics 11 (2002):236-258.
- Pippenger, M. K., and G. E. Goering. "A Note on The Empirical Power of Unit Root Tests Under Threshold Processes." Oxford Bulletin of Economics and Statistics 55 (1993):473-481.
- Pearson, K., and A. Lee. "On The Laws of Inheritance." Biometrika 2 (1903):357-462.
- Quandt, R. E. "The Estimation of The Parameters of A Linear Regression System Obeying Two Separate Regimes." Journal of The American Statistical Association 53 (1958):873-880.

- Roll, R., and S. A. Ross. "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing." Journal of Finance 35 (1980):1073-1103.
- Raymond, J.E., and R.W. Rich. "Oil and The Macroeconomy: A Markov State-Switching Approach." Journal of Money, Credit and Banking 29 (1997):193-213.
- Sarantis., N. "Modeling Non-Linearity in Real Effective Exchange Rates." Journal of International Money and Finance 18 (1999):27-45.
- Shiller, R. J. "The Volatility of Long-Term Interest Rates and Expectation Models of The Term Structure, Journal of Political Economy 87 (1979):1190-1219.
- Shiller, R. J. "Stock Price and Bond Yield." Journal of Monetary Economics 30 (1992):25-46.
- Simon, D. P. "Expectations and Risk in The Treasury Bill Market: An Instrumental Variables Approach." Journal of Financial and Quantitative Analysis 24 (1989):357-365.
- So, M., K. Lam, W. Li. "A Stochastic Volatility Model with Markov Switching, Journal of Business and Economic Statistics 16 (1998):244-253.
- Stambaugh, R. F. "The information in forward rates Implication for Models of the Term Structure." Journal of Financial Economics 21 (1988):41-70.
- Startz, R. "Do forecast errors or term premium really make the difference between long and short rates?." Journal of Financial Economics 10 (1982):323-329.
- Taylor, N.D., Van Dijk, D. Franses, and P.H. Lucas. "Sets, Arbitrage Activity and Stock Price Dynamics." Journal of Banking and Finance 24 (2000):1289-1306.
- Teräsvirta, T. "Specification, Estimation, and Evaluation of using Smooth Transition Autoregressive Models, Journal of American Statistical Association 89 (1994):208-218.
- Teräsvirta, T., and H. M. Anderson. "Characterizing Nonlinearities in Business Cycles using Smooth Transition Autoregressive Models." Journal of Applied Econometrics 7 (1992), 119-139.
- Tsay, R. S. "Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes." Journal of The American Statistical Association 84 (1989):231-240.

West, K. D. "Asymptotic Inference about Predictive Ability, Econometrica 64 (1996):1067-1087.

Wong, C. S., and W. K. Li. "A Note on The Corrected Akaike Information Criterion for Threshold Autoregressive Models." Journal of Time Series Analysis 19 (1998):113-124.

### Other Materials

Akarat Likitvittayaniphon. "Risks Associated with Corporate Bonds Investment During Thailand Economic Crisis." Master's thesis, Faculty of Economics, Ramkhamhaeng University, 1999.

Ang, A., and G. Bekaert. "Regime Switches in Interest Rates." Working Paper, National Bureau of Economic Research, 1998.

Bårdan, G., S. Hurn, and Z. Mchugh. "A Smooth Transition Model of The Australian Unemployment Rate." Working Paper, 2003.

Bansal, R., G. Tauchen and H. Zhou. "Regime-Shifts, Risk Premiums in the Term Structure, and the Business Cycle." 2003.

Berben, R. P., and D. Van Dijk. "Unit Root Tests and Asymmetric Adjustment." Econometric Institute Report 9902, Erasmus University Rotterdam, 1999.

Chena, A.(M)., A. R. Gallant, and E. Ghysels. "Testing the Effect of Macroeconomic Variable on Bond Pricing." Working Paper, 2002.

Cochrance, J.H., M. Piazzesi. "Bond Risk Permia." NBER Working Paper No w9178, 2002.

Connolly, R., C. Stivers and L. Sun. "Commonality in Time-variation of Stock-Stock and Stock-Bond Return Comovements." Working Paper, 2005.

Dijk, D. V., T. P. H Franses , and Teräsvirta. Smooth Transition Autoregressive Models-A Survey of Recent Development, Econometric Institute Research Report, 2000.

- Dijk, D. V., T, M.C Medeiros , and Teräsvirta. "Smooth Transition Autoregressive, Neural Network, and Linear Model in Forecast Macroeconomic Time Series: A re-examination." Working Paper, 2003.
- Evans, C. L., and D. Marshall. "Economies Determinants of the Nominal Treasury Yield Curve." Working Paper, 2001.
- He Wei . "A Study on the Factors Affecting the Bond Liquidity in The Thai Secondary Bond Market." Master of Business Administration (Finance), Faculty of Business Administration Assumption University, 1998.
- Korhonen, M. "An Empirical Investigation of Two Nonlinear Models in Real Exchange Rater Series." Faculty of Economics and Industrial Management, University of Oslo, Finland, 2001.
- Kunts, R.M. "Threshold Conintegration in Interest Rates." Discussion Paper, 92-26, Departments of Economics, US San Diego, 1992.
- Naik, V., M. H, Lee. "Yield Curve Dynamics with Discrete shifts in Economic Regimes: Theory and Estimation." Working Paper, Faculty of Commerce, University of British Columbia, 1998.
- Natachai Boonyaprapatsra. "A Study of The Structure of Interest Rates in Thailand." Master's Thesis, Faculty of Economics, Thammasat University, 1996.
- Phong Kaveewatcharanont. "Risk and Returns of Thai Corporate Bonds." Master's Thesis, Faculty of Economics, Thammasat University, 1997.
- Shanken, J, and M. Weinstein. "Macroeconomic Variable and Asset Pricing: Further Results." Working Paper, University of Rochester, 1990.
- Shiller, R. J., and J. H. McCulloch. "The Term Structure of Interest Rates." NBER Working Paper 2341, 1987.