

บทที่ 12 การบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

เนื้อหาประกอบด้วย

- 12.1 สภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้และความสำคัญเชิงระบบ
- 12.2 ตัวชี้วัดสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้: เชิงปริมาณและเชิงพฤติกรรม
- 12.3 การใช้อนุพันธ์เพื่อสะท้อนสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้
- 12.4 การวิเคราะห์โครงสร้างความผันแปรของผลตอบแทนในช่วงวิกฤต
- 12.5 การวิเคราะห์โครงสร้างอัตราผลตอบแทนด้วย Spot Rate และ Forward Rate
- 12.6 แบบจำลองอัตราดอกเบี้ย: พื้นฐานเชิงโครงสร้างของตราสารหนี้
- 12.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองอัตราดอกเบี้ย
- 12.8 การจำลองพฤติกรรมอัตราดอกเบี้ยในแบบจำลอง Vasicek, CIR และ Hull-White
- 12.9 การกำหนดราคาตราสารหนี้ภายใต้โครงสร้างเวลาและอัตราดอกเบี้ย
- 12.10 การวิเคราะห์การเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลัน
- 12.11 กรณีศึกษาการเปลี่ยนกลับตราสารหนี้เป็นเงินสดในตลาดการเงินไทย

บทนำ

ตลาดตราสารหนี้ของประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา โดยเริ่มจากรูกระบบการซื้อขายวันแรกมูลค่าเพียง 1 ล้านบาท จนถึงมูลค่าการซื้อขายเฉลี่ยต่อวันที่สูงถึง 80,000 ล้านบาท ในปัจจุบัน (สมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย, พ.ศ. 2562) สัดส่วนมูลค่าค้างชำระของตลาดตราสารหนี้ไทยเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) เพิ่มขึ้นจากไม่เกิน 10% เป็น 83% ในปี 2562 และมูลค่าการออกหุ้นกู้เพิ่มขึ้นจากหลักหมื่นล้านบาทต่อปี สู่ระดับ 1 ล้านล้านบาทต่อปี ทำให้ตลาดตราสารหนี้เป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนระบบเศรษฐกิจและการลงทุนของประเทศไทย

ในปัจจุบัน การซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรองส่วนใหญ่ดำเนินการในรูปแบบการซื้อขายกันเอง (Over the Counter: OTC) ซึ่งจำกัดเฉพาะผู้ค้าและนักลงทุนสถาบันเท่านั้น วิธีการดังกล่าวมีข้อจำกัดที่สำคัญ เช่น การขาดความโปร่งใสด้านราคาและปริมาณการซื้อขาย รวมถึงการใช้เวลาชำระราคาและส่งมอบระหว่าง 1-3 วัน ซึ่งไม่ตอบโจทย์ความต้องการของนักลงทุนรายย่อยที่อาจต้องการแปลงตราสารหนี้เป็นเงินสดอย่างเร่งด่วน

เพื่อแก้ไขปัญหานี้ งานวิจัยโดย Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ. 2024) ได้นำเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ช่วยกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบเรียลไทม์ ภายใต้ชื่อ "Instant

Exchange Analytics: A Compelling Mathematical Model for Real-Time Debt Instrument and Cash Conversion Rates" โดยตัวแบบดังกล่าวใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน เช่น การจำลองอัตราดอกเบี้ยและการวิเคราะห์แบบ Stochastic Process เพื่อพัฒนาตัวแบบที่สามารถกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนได้อย่างแม่นยำและตอบสนองความต้องการในตลาดตราสารหนี้ได้ตลอดเวลา ซึ่งทำให้ตลาดตราสารหนี้มีสภาพคล่องสูง

ในบทนี้ได้นำแนวคิดจากงานวิจัยดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างตัวแบบการเปลี่ยนแปลงอัตราหนี้เป็นเงินสดในตลาดการเงินโดยได้ประยุกต์ใช้ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น Vasicek, Cox-Ingersoll-Ross (CIR) และ Hull-White เพื่อพัฒนาตัวแบบที่ช่วยกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนราคาตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบเรียลไทม์ ตลอดเวลา และทันที โดยมุ่งเน้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านการบริหารสภาพคล่อง การลดความเสี่ยง และการส่งเสริมความโปร่งใสในตลาดตราสารหนี้

โดยบทที่ 12 ของตำราเล่มนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การนำเสนอความสำคัญของการบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กระบวนการพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้งานจริง โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้ตลาดตราสารหนี้ไทยสามารถรองรับการลงทุนของนักลงทุนทุกระดับอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

12.1 ความสำคัญของการบริหารสภาพคล่องและการเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสด

การบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้มีบทบาทสำคัญต่อการเสถียรภาพของระบบการเงินและเศรษฐกิจโดยรวม สภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้หมายถึงความสามารถของนักลงทุนในการซื้อขายตราสารหนี้ได้อย่างรวดเร็วในราคาที่เหมาะสม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระดับราคาของตลาดอย่างมีนัยสำคัญ

12.1.1 การบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

ตลาดตราสารหนี้ที่มีสภาพคล่องสูงช่วยให้ผู้ลงทุนสามารถแปลงสินทรัพย์เป็นเงินสดได้อย่างสะดวกเพิ่มโอกาสในการจัดการพอร์ตการลงทุน และลดต้นทุนการทำธุรกรรม การมีสภาพคล่องในตลาดที่เพียงพอยังช่วยสนับสนุนการระดมทุนผ่านตราสารหนี้ของภาครัฐและเอกชน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างไ้ก็ตาม การซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรองของประเทศไทยยังเผชิญข้อจำกัด เช่น การซื้อขายแบบ Over the Counter (OTC) ที่ขาดความโปร่งใสและการชำระราคาใช้เวลาหลายวัน ทำให้เกิดความล่าช้าในการเปลี่ยนสินทรัพย์เป็นเงินสด โดยเฉพาะสำหรับนักลงทุนรายย่อยที่อาจต้องการเงินสดเพื่อใช้ในทันที

12.1.2 ความเชื่อมโยงระหว่างสภาพคล่องของตราสารหนี้และความผันผวนของตลาด

สภาพคล่องของตราสารหนี้และความผันผวนของตลาดมีความสัมพันธ์เชิงลึกลับกัน สภาวะตลาดที่มีความผันผวนสูงมักส่งผลให้สภาพคล่องลดลง เนื่องจากผู้ค้าในตลาดมีความระมัดระวังมากขึ้น ทำให้ราคาซื้อขายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การขาดสภาพคล่องอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการซื้อขายตราสารหนี้ใน

ราคาที่สะท้อนความเป็นธรรมในตลาด ในทางกลับกัน ตลาดที่มีสภาพคล่องสูงสามารถช่วยลดความผันผวนของตลาดได้ เนื่องจากมีจำนวนผู้ซื้อและผู้ขายที่เพียงพอ ซึ่งทำให้ราคามีเสถียรภาพและสะท้อนปัจจัยพื้นฐานของตราสารหนี้ได้อย่างเหมาะสม สภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ยังมีผลกระทบต่อการกำหนดอัตราดอกเบี้ยของตราสารหนี้ในอนาคต การที่ตลาดขาดสภาพคล่องอาจนำไปสู่ความเบี่ยงเบนของอัตราผลตอบแทนจากความเป็นจริง ซึ่งอาจสร้างปัญหาให้กับนักลงทุนในการประเมินมูลค่าตราสารหนี้

การบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้และการเชื่อมโยงกับความผันผวนของตลาดเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของตลาดตราสารหนี้ การพัฒนากลไกและเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบเรียลไทม์จะช่วยลดข้อจำกัดในปัจจุบัน เพิ่มความสะดวกให้กับนักลงทุนรายย่อย และเสริมสร้างความมั่นคงของตลาดตราสารหนี้โดยรวม

12.1.3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาตัวแบบ

การพัฒนาตัวแบบเพื่อกำหนดราคาตราสารหนี้และเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบฉับพลันตลอดเวลา ในงานวิจัยของ **Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ. 2024)** มีพื้นฐานจากแนวคิดทางทฤษฎีและการวิจัยเกี่ยวกับอัตราดอกเบี้ย ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกำหนดราคาและวิเคราะห์ความเสี่ยงของตราสารหนี้ในตลาดทุน แนวคิดเหล่านี้ครอบคลุม ทฤษฎีอัตราดอกเบี้ย (Interest Rate Theories) การวิเคราะห์ Forward Rate และ Spot Rate และ ทฤษฎีการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลัน โดยแต่ละทฤษฎีมีความสำคัญในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของตลาดตราสารหนี้และช่วยสนับสนุนการพัฒนาตัวแบบที่ตอบสนองต่อความผันผวนของตลาดได้อย่างเหมาะสม

ในบทที่ 7 เราได้กล่าวถึงแบบจำลองอัตราดอกเบี้ยซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีอัตราดอกเบี้ยต่างๆ ซึ่งเป็นแกนหลักในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับตลาดตราสารหนี้ ได้แก่ ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยเชิงปัจจัยเดียว (Single-Factor Interest Rate Models) เช่น Vasicek (ค.ศ.1977) Cox-Ingersoll-Ross (CIR) และ Hull-White ซึ่งได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยในสถานะตลาดที่สมดุล (Equilibrium) และตลาดที่เป็นกลางต่อความเสี่ยงหรือตลาดที่ปลอดจากการทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยง (Arbitrage-Free Markets)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบเหล่านั้นนิยมใช้วิธีการคำนวณ Root Mean Square Error (RMSE) เพื่อระบุความเหมาะสมของตัวแบบในการกำหนดราคาตราสารหนี้ Mongkolkiatchai (ค.ศ. 2006) พบว่าตัวแบบ CIR มีความสัมพันธ์กับอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นในประเทศไทยมากกว่าตัวแบบ Vasicek ในขณะที่งานศึกษาของ Kaewcharoenkij และ Panpocha (ค.ศ. 2018) รายงานว่าตัวแบบ Hull-White สามารถ

สะท้อนแนวโน้มของเส้นอัตราผลตอบแทน (Yield Curve) ได้ดีกว่า CIR สำหรับการกำหนดราคาหุ้นกู้ที่มีสิทธิไถ่ถอนก่อนกำหนด

สำหรับการวิเคราะห์ Forward Rate และ Spot Rate เป็นที่ทราบว่า Forward Rate และ Spot Rate เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์อัตราดอกเบี้ย โดย Spot Rate หมายถึงอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดในปัจจุบันสำหรับการลงทุนในระยะเวลาหนึ่ง ในขณะที่ Forward Rate แสดงถึงอัตราดอกเบี้ยที่คาดการณ์ไว้ในอนาคต การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Spot Rate และ Forward Rate ช่วยให้สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยและกำหนดราคาตราสารหนี้ได้

การศึกษาของ Dagistan (ค.ศ. 2010) ซึ่งใช้ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยแบบสโตแคสติกในการประเมิน Value at Risk (VaR) ของพันธบัตรรัฐบาลในตลาดประเทศต่าง ๆ และพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการวัดความเสี่ยงขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละประเทศ

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลัน (Instantaneous Cash Conversion) มีความสำคัญในบริบทของการบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัย เช่น "Instant Exchange Analytics" ของ Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024) ได้นำเสนอแนวทางใหม่ในการคำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตราสารหนี้ให้เป็นเงินสดแบบเรียลไทม์หรือแบบฉับพลัน โดยใช้ตัวแบบจำลองอัตราดอกเบี้ยที่สามารถตอบสนองต่อความผันผวนในตลาดการเงิน

นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Orlando et al. (ค.ศ. 2020) ยังได้แนะนำวิธีการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยในตัวแบบ Vasicek และ CIR โดยอาศัยการวิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นผ่านแนวทาง Copula-Based Approach เพื่อให้ได้พารามิเตอร์ที่แม่นยำมากขึ้น

สำหรับเนื้อหาบทนี้มุ่งเน้นการเชื่อมโยงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเข้าใจในแนวทางการพัฒนาตัวแบบอัตราดอกเบี้ยและการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบเรียลไทม์ โดยเน้นการประยุกต์ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของนักลงทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

12.2 มาตรวัดสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

การประเมินสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้เป็นกระบวนการสำคัญในการวิเคราะห์ความสามารถในการซื้อขายตราสารโดยไม่ส่งผลกระทบต่อราคาในตลาดอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตลาดที่มีผู้ซื้อขายน้อยหรือมีความถี่ในการซื้อขายต่ำ ซึ่งสภาพคล่องอาจเป็นข้อจำกัดต่อการดำเนินกลยุทธ์การลงทุนของผู้จัดการพอร์ต ผู้กำหนดนโยบาย และผู้ดูแลสภาพคล่องในระบบการเงิน

มาตรวัดสภาพคล่องที่นิยมใช้ในตลาดตราสารหนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) มาตรวัดเชิงปริมาณ (Quantitative Measures)

- Bid-Ask Spread: เป็นส่วนต่างระหว่างราคาของผู้ซื้อสินค้า (Bid) กับราคาของผู้ขายที่ต้องการขาย (Ask) โดยส่วนต่างที่น้อยแสดงถึงตลาดที่มีสภาพคล่องสูง เพราะสามารถซื้อขายได้ในราคาที่ใกล้เคียงกัน
- Amihud Illiquidity Ratio: เป็นอัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงราคาสัมพัทธ์ต่อหน่วยมูลค่าการซื้อขาย ใช้เพื่อสะท้อนผลกระทบของปริมาณการซื้อขายที่มีต่อราคาตราสาร โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{Amihud Ratio} = \frac{|\text{Return}_i|}{\text{Volume}_i} \quad (12.1)$$

ค่า Ratio ที่สูงแสดงถึงตลาดที่มีสภาพคล่องต่ำ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงราคาเกิดจากมูลค่าซื้อขายเพียงเล็กน้อย

-Turnover Ratio: สัดส่วนของมูลค่าการซื้อขายเทียบกับมูลค่าคงค้างของตราสาร ซึ่งให้เห็นว่าตราสารนั้นมีการหมุนเวียนสูงเพียงใดในตลาดรอง

- Zero Trading Days: จำนวนวันที่ไม่มีการซื้อขาย ซึ่งสะท้อนถึงตราสารที่อาจไม่มีความน่าสนใจหรือไม่มีการซื้อขายในช่วงเวลานั้น

2) มาตรการวัดเชิงพฤติกรรม (Behavioral/Survey-Based Measures)

- Liquidity Perception Survey: การสอบถามนักลงทุนหรือผู้เล่นหลักในตลาดเกี่ยวกับระดับสภาพคล่องในตราสารแต่ละประเภท

- Market Depth: การประเมินความสามารถของตลาดในการรองรับคำสั่งซื้อขายขนาดใหญ่โดยไม่ส่งผลต่อราคามากเกินไป

- Price Impact: การวัดผลกระทบของคำสั่งซื้อขายขนาดใหญ่ที่มีต่อราคาตราสาร

การประยุกต์ใช้มาตรวัดในเชิงปฏิบัติ

1) ผู้จัดการพอร์ตสามารถใช้ Bid-Ask Spread และ Turnover Ratio เพื่อจัดลำดับตราสารหนี้ที่มีสภาพคล่องสูงเพื่อประกอบการจัดพอร์ตลงทุน

2) ธนาคารกลางสามารถใช้ Amihud Illiquidity Ratio เป็นเครื่องมือเสริมในการประเมินความเปราะบางของตลาดตราสารหนี้ในภาวะวิกฤติ

3) นักลงทุนรายย่อยควรใช้ข้อมูล Zero Trading Days เป็นสัญญาณเตือนก่อนการลงทุนในตราสารหนี้ที่ไม่มีการซื้อขายต่อเนื่อง เพราะอาจส่งผลกระทบต่อการขายคืนในภายหลัง

12.3 การใช้ออนุพันธ์บนตราสารหนี้เพื่อประเมินสภาพคล่องในตลาด

ในการประเมินสภาพคล่องของตลาดตราสารหนี้แบบองค์รวม แนวทางเชิงดั้งเดิม เช่น Bid-Ask Spread หรือ Turnover Ratio อาจไม่สามารถสะท้อนความซับซ้อนของสภาพคล่องในภาวะตลาดที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วได้อย่างแม่นยำ ดังนั้น อนุพันธ์ทางการเงินที่อ้างอิงตราสารหนี้ เช่น สัญญาซื้อขายล่วงหน้า (futures) ออปชัน (options) สวอปชัน (swaptions) และสัญญาแลกเปลี่ยนความเสี่ยงจากเครดิต

(credit default swaps: CDS) จึงกลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับสภาพคล่องและความเสี่ยงด้านสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

1) ดัชนี CDS-Bond Basis

ค่าความแตกต่างระหว่างอัตรา CDS กับ Z-spread ของพันธบัตรที่มีความเสี่ยงเครดิตเดียวกันใช้เป็นตัวแทนของ relative liquidity ระหว่างตลาด CDS และตลาดพันธบัตร

$$\text{CDS-Bond Basis} = \text{CDS Spread} - \text{Z-Spread} \quad (12.2)$$

ค่าที่เบี่ยงเบนจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญมักสะท้อนความไม่สมดุลของสภาพคล่องระหว่างสองตลาด โดยเฉพาะในช่วงเวลาวิกฤตที่นักลงทุนแสวงหาสภาพคล่องจากตลาด CDS มากกว่าพันธบัตรจริง

2) ความลาดเอียงของ Implied Volatility จากออปชันบนพันธบัตร

Implied Volatility Skew ที่เพิ่มขึ้นในฝั่ง Put หรือ Call ของออปชันบนพันธบัตร บ่งชี้ถึงความกลัวต่อสภาพคล่องที่หายไปในการตลาดผันผวน ผู้วิจัยสามารถใช้แนวทางนี้ในการประมาณ Liquidity Risk Premium จากโครงสร้างราคาของออปชัน

3) การวิเคราะห์ Basis ระหว่าง Futures และพันธบัตรอ้างอิง

ความเบี่ยงเบนระหว่างราคาของพันธบัตรรัฐบาลกับ Futures ที่อ้างอิงตราสารเดียวกัน สามารถใช้เป็นดัชนี Early Warning สำหรับการติงตัวของสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ โดยเฉพาะเมื่อ Roll Cost สูงผิดปกติในช่วงใกล้ครบอายุสัญญา

4) Swaption Volatility Term Structure

ความผันผวนโดยนัย (implied volatility) ของ Swaptions ซึ่งเป็นออปชันบนอัตราดอกเบี้ย swap สามารถใช้สะท้อนสภาพคล่องของตลาดอัตราดอกเบี้ยได้ โดยหากมีความผันผวนสูงในช่วงอายุสั้น แสดงถึงความตึงตัวของสภาพคล่องระยะสั้นในตลาดการเงิน

5) แบบจำลองราคาที่ปรับด้วยต้นทุนสภาพคล่อง

แบบจำลองที่ปรับปรุงจาก Black-Scholes หรือ Hull-White โดยเพิ่มองค์ประกอบของต้นทุนสภาพคล่อง เช่น Bid-Ask Spread หรือ Order Execution Cost เข้าไปในสมการ เพื่อสะท้อนราคาที่แท้จริงในตลาดที่มีความไม่สมบูรณ์

การประยุกต์ใช้งานจริง

นักลงทุนสถาบันสามารถใช้ตัวแบบเหล่านี้เพื่อ

- 1) ประเมินระดับสภาพคล่องของตราสารหนี้ในช่วงเวลาวิกฤต
- 2) ตัดสินใจเกี่ยวกับการถือครองพันธบัตรเทียบกับอนุพันธ์เพื่อบริหารความเสี่ยงด้านสภาพคล่อง

3) พัฒนาแบบจำลองเพื่อกำหนดราคาพันธบัตรอย่างเป็นธรรมในภาวะที่ตลาดไม่มีการซื้อขายที่โปร่งใส

ตัวอย่างที่ 12.1 (การคำนวณเพื่อประเมินสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ ด้วยดัชนี CDS-Bond Basis) สมมุติว่าพันธบัตรรัฐบาลไทยอายุ 5 ปี มี Z-spread เท่ากับ 120 bps ในขณะที่ CDS 5 ปี ของรัฐบาลไทย มีราคาเท่ากับ 160 bps จงคำนวณ CDS-Bond Basis และอธิบายผลลัพธ์

วิธีทำ $\text{CDS-Bond Basis} = \text{CDS Spread} - \text{Z-spread}$

$$= 160\text{bps} - 120\text{bps}$$

$$= 40\text{bps}$$

จากผลลัพธ์ CDS-Bond Basis ที่เป็นบวก (+40 bps) สะท้อนว่าตลาด CDS มีความต้องการสภาพคล่องมากกว่าตลาดพันธบัตรจริง โดยเฉพาะในภาวะที่นักลงทุนมองว่าการขายพันธบัตรในตลาดรองอาจทำได้ยากหรือราคาต่ำกว่ามูลค่า □

ตัวอย่างที่ 12.2 (การวิเคราะห์ Basis ระหว่าง Futures และพันธบัตรอ้างอิง) ราคาตลาดของพันธบัตรรัฐบาลอายุ 10 ปี = 101.25 บาท ราคาซื้อขายของ Futures ที่อ้างอิงพันธบัตรเดียวกัน = 102.00 บาท ต้นทุน Roll-over ที่เหมาะสมตามทฤษฎี = 0.40 บาท จงคำนวณ Basis และเปรียบเทียบกับ Roll Cost เพื่อประเมิน Early Warning ของสภาพคล่อง

วิธีทำ $\text{Basis ที่แท้จริง} = \text{Futures Price} - \text{Bond Price}$

$$= 102.00 - 101.25 = 0.75 \text{ บาท}$$

ผลต่างจาก Roll Cost = $0.75 - 0.40 = 0.35$ บาท

จากผลลัพธ์จะเห็นว่า Basis ที่สูงกว่าปกติ 0.35 บาท บ่งชี้ถึงความตึงตัวของสภาพคล่องในตลาด Futures โดยเฉพาะใกล้วันครบอายุสัญญา ซึ่งอาจเป็นสัญญาณเตือนล่วงหน้าว่าตลาดพันธบัตรกำลังขาดความสมดุลในด้านอุปสงค์และอุปทาน □

ตัวอย่างที่ 12.3 (วิเคราะห์ความลาดเอียงของ Implied Volatility Skew จากอปชันบนพันธบัตร) ออปชันบนพันธบัตรรัฐบาลอายุ 5 ปี มีค่า Implied Volatility ดังนี้

- Call Option: 12%

- Put Option: 18%

จงคำนวณ Implied Volatility Skew และตีความความหมาย

วิธีทำ $\text{Skew} = \text{Put IV} - \text{Call IV}$

$$= 18\% - 12\% = 6\%$$

จากผลการวิเคราะห์ Skew ที่เป็นบวก 6% แสดงว่าตลาดมีความต้องการซื้อ Put Option มากขึ้น ซึ่งสะท้อนความกังวลของนักลงทุนต่อการลดลงของราคาพันธบัตรในภาวะตลาดผันผวน เป็นสัญญาณถึงความเสี่ยงด้านสภาพคล่องที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต □

12.4 การตรวจจับจุดเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนเพื่อประเมินสภาพคล่องตราสารหนี้

การตรวจจับโครงสร้างที่เปลี่ยนไปในความแปรปรวนของข้อมูลตราสารหนี้เพื่อประเมินสภาพคล่องในตลาด การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน (variance shifts) หรือค่าเฉลี่ย (mean shifts) ในชุดข้อมูลอนุกรมเวลา เช่น bid-ask spread, CDS spread หรือราคาพันธบัตร สามารถสะท้อนภาวะเปลี่ยนผ่านของสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ได้อย่างมีนัยสำคัญ ในภาวะปกติ ความแปรปรวนของตัวชี้วัดเหล่านี้มีแนวโน้มเสถียร แต่เมื่อเกิดวิกฤตการณ์ทางการเงินหรือการตั้งตัวของตลาด ความแปรปรวนมักเพิ่มสูงขึ้นอย่างฉับพลัน

ในงานวิจัยของ **Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024)** ชี้ให้เห็นว่าการตรวจสอบจุดเปลี่ยนของความแปรปรวนด้วยแบบจำลองอนุกรมเวลาและอัลกอริธึม changepoint detection เช่น PELT และ Binary Segmentation มีศักยภาพในการใช้เป็น early-warning indicators สำหรับสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ โดยเฉพาะในช่วงที่ตลาดมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว

1) การทดสอบด้วยอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Ratio Test)

ฟังก์ชันภาวะความน่าจะเป็น (Likelihood function) กำหนดโดย

$$L(\theta; \mathbf{x}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta) \quad (12.3)$$

โดยที่ $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ คือข้อมูลสังเกต

θ คือพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

$f(\cdot)$ คือฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (PDF)

สมมติฐานทดสอบคือ $H_0 : \theta = \theta_0$ และ $H_1 : \theta = \theta_1$

พิจารณาอัตราส่วนของฟังก์ชันความน่าจะเป็น

$$LRT = \frac{L(\mathbf{x}; \hat{\theta}_0)}{L(\mathbf{x}; \hat{\theta}_1)} \quad (12.4)$$

โดยที่ $\hat{\theta}_0$ และ $\hat{\theta}_1$ เป็นค่าประมาณภายใต้ H_0 และ H_1 ตามลำดับ

2) การตรวจสอบจุดเปลี่ยนค่าเฉลี่ยของข้อมูล (Single Changepoint)

กำหนดให้ $Y_t \sim N(\theta, \sigma^2)$ โดยที่ θ_t ค่ากลางที่เกิดจุดเปลี่ยน

ฟังก์ชัน log-likelihood เป็น

$$LR = \max_t \{l(x_{1:t}) + l(x_{t+1:n}) - l(x_{1:n})\} \quad (12.5)$$

โดยที่ $l(x_{a:b})$ คือ log-likelihood ของข้อมูลช่วง x_a ถึง x_b

t คือตำแหน่งที่อาจเป็นจุดเปลี่ยน

เมื่อ $LR > \lambda$ แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

และสามารถหาตำแหน่งจุดเปลี่ยนที่เหมาะสมได้จาก

$$t^* = \arg \max_t \{I(x_{1:t}) + I(x_{t+1:n}) - I(x_{1:n})\} \quad (12.6)$$

3) การตรวจจับหลายจุดเปลี่ยนในค่าเฉลี่ยหรือความแปรปรวน (Multiple Changepoint)

กำหนดให้ $\{t_k\}_{k=1}^K$ เป็นชุดของตำแหน่งที่เกิดจุดเปลี่ยน

หาค่าที่เหมาะสมโดยการลดฟังก์ชัน penalized likelihood

$$\min_{\{t_k\}} \left[\sum_{k=1}^{K+1} \{-L(x_{t_{k-1}+1:t_k})\} + \lambda f(K) \right] \quad (12.7)$$

โดยที่ $L(x_{a:b})$ เป็น Likelihood ของข้อมูลช่วง x_a ถึง x_b

λ เป็นพารามิเตอร์ควบคุม penalty

$f(K)$ ฟังก์ชัน penalty เช่น $f(K) = K$ หรือ $f(K) = \log(K)$ เพื่อป้องกัน overfitting

4) การประยุกต์ใช้กับข้อมูลสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

ในการศึกษาของ **Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024)** ได้มีการประยุกต์อัลกอริธึม PELT และ Binary Segmentation กับข้อมูล bid-ask spread และ CDS spread ของพันธบัตรรัฐบาลไทยระหว่างปี 2019–2023 โดยพบว่าจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในความแปรปรวนของ spread มักสอดคล้องกับเหตุการณ์สำคัญ เช่น การระบาดของ COVID-19 การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย หรือการ downgrade credit rating

การตรวจพบ changepoints ดังกล่าว จึงสามารถใช้เป็นสัญญาณเตือนล่วงหน้า (early-warning signal) สำหรับนักลงทุนสถาบันและผู้กำหนดนโยบายในการประเมินสถานการณ์สภาพคล่องเชิงปริมาณ

5) เครื่องมือและอัลกอริธึมที่ใช้

ใช้แพ็คเกจ changepoint ใน R โดยเฉพาะคำสั่ง `cpt.var()` สำหรับตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน มีอัลกอริธึมให้เลือกดังนี้

- AMOC (At Most One Change): เหมาะสำหรับกรณีมีจุดเปลี่ยนเพียงจุดเดียว
- BinSeg (Binary Segmentation): ประมวลผลเร็วแต่เป็นค่าประมาณ
- SegNeigh (Segment Neighbourhood): แม่นยำแต่ใช้เวลาคำนวณนาน
- PELT (Pruned Exact Linear Time): เร็วและแม่นยำ เหมาะกับชุดข้อมูลขนาดใหญ่

การวิเคราะห์จุดเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนในข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแนวทางเชิงปริมาณที่สำคัญในการประเมินสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ โดยเฉพาะในช่วงที่เกิดความผันผวนหรือการ

เปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของตลาด การประยุกต์ใช้เทคนิค changepoint detection สามารถช่วยให้นักวิเคราะห์เข้าใจความไม่เสถียรของสภาพคล่องได้อย่างแม่นยำและทันต่อสถานการณ์

ตัวอย่างที่ 12.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนใน Bid-Ask Spread ของพันธบัตรรัฐบาลไทย โดยใช้ข้อมูลจาก ThaiBMA และเทคนิคการตรวจจับจุดเปลี่ยนแปลง (Changepoint Detection) ด้วยอัลกอริทึม PELT ในภาษา R

ขั้นตอนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนใน Bid-Ask Spread สามารถทำได้ดังนี้

1) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูล Bid-Ask Spread ของพันธบัตรรัฐบาลไทยอายุ 5 ปี ระหว่างปี 2019–2023 ได้รับจากเว็บไซต์ ThaiBMA ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ผ่านลิงก์ต่อไปนี้

- [ThaiBMA Bond Quotation\(The Thai Bond Market Association\)](#)
- [ThaiBMA Daily Market Summary\(The Thai Bond Market Association\)](#)

ข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยราคาเสนอซื้อ (Bid) และราคาเสนอขาย (Ask) ของพันธบัตร ซึ่งสามารถใช้คำนวณ Bid-Ask Spread ได้โดยการหาผลต่างระหว่างราคาเสนอขายและราคาเสนอซื้อ

$$\text{Bid-Ask Spread} = \text{Ask Price} - \text{Bid Price}$$

2) การเตรียมข้อมูลในภาษา R

หลังจากดาวน์โหลดและจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบ CSV แล้ว สามารถนำเข้าข้อมูลและคำนวณ Bid-Ask Spread ได้ดังนี้

นำเข้าข้อมูล

```
data <- read.csv("bid_ask_data.csv")
```

```
# คำนวณ Bid-Ask Spread
```

```
data$Spread <- data$Ask - data$Bid
```

3) การตรวจจับจุดเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนด้วย PELT

ใช้แพ็คเกจ changepoint ใน R เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน

```
# ติดตั้งและโหลดแพ็คเกจ
```

```
install.packages("changepoint")
```

```
library(changepoint)
```

```
# วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน
```

```
result <- cpt.var(data$Spread, method = "PELT", penalty = "SIC")
```

```
# แสดงตำแหน่งของจุดเปลี่ยนแปลง
```

```
cpts(result)
```

4) การแสดงผลลัพธ์

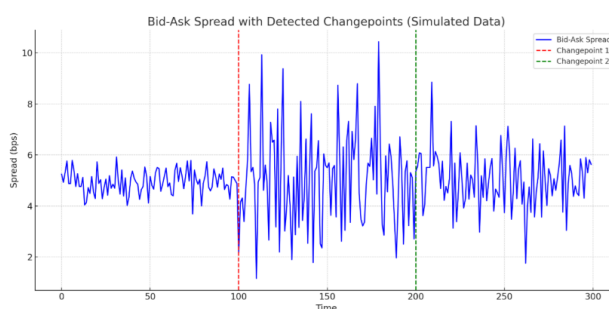
แสดงกราฟของ Bid-Ask Spread พร้อมกับจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน:

```
# สร้างกราฟ
```

```
plot(data$Spread, type = "l", main = "Bid-Ask Spread with Changepoints", xlab = "Time", ylab = "Spread")
```

```
abline(v = cpts(result), col = "red", lty = 2)
```

Bid-Ask Spread With Detected Changepoints (Simulated Data)



รูปที่ 12.1 จุดที่ความแปรปรวนของ Bid-Ask Spread เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากกราฟ จะเห็นว่าจุดที่ความแปรปรวนของ Bid-Ask Spread เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจสอดคล้องกับเหตุการณ์ทางเศรษฐกิจหรือการเปลี่ยนแปลงในตลาดตราสารหนี้ เช่น ช่วงการระบาดของ COVID-19 หรือการปรับอัตราดอกเบี้ยนโยบายของธนาคารแห่งประเทศไทย

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์การเงิน

ช่วงเวลา	ค่า SD โดยประมาณ	ความหมายทางสภาพคล่อง
$t = 1$ ถึง 100	$\sigma \approx 1$	ตลาดมีสภาพคล่องดี ปกติ
$t = 101$ ถึง 200	$\sigma \approx 3$	สภาพคล่องตึงตัว สเปรดกว้างผิดปกติ
$t = 201$ ถึง 300	$\sigma \approx 1.5$	ตลาดเริ่มฟื้นตัว สเปรดแคบลงแต่ยังไม่ปกติ

การตีความผลลัพธ์

- ช่วงที่ 1: ก่อนจุดเปลี่ยนแปลงแรก ความแปรปรวนของ Bid-Ask Spread อยู่ในระดับต่ำ แสดงถึงสภาพคล่องที่ดีในตลาดตราสารหนี้

- ช่วงที่ 2: ระหว่างจุดเปลี่ยนแปลงแรกและจุดเปลี่ยนแปลงที่สอง ความแปรปรวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนถึงความไม่แน่นอนและสภาพคล่องที่ลดลง ซึ่งอาจเกิดจากเหตุการณ์เชิงลบในตลาด
- ช่วงที่ 3: หลังจุดเปลี่ยนแปลงที่สอง ความแปรปรวนลดลง แต่ยังคงสูงกว่าช่วงแรก แสดงถึงการฟื้นตัวของสภาพคล่องในตลาด

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนใน Bid-Ask Spread สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินสภาพคล่องของตลาดตราสารหนี้ และช่วยให้นักลงทุนและผู้กำหนดนโยบายสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลรองรับ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ตลาดมีความผันผวนสูง □

12.5 การวิเคราะห์ Forward Rate และ Spot Rate เพื่อประเมินสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

ในการวิเคราะห์ตลาดตราสารหนี้ นอกจากการศึกษาความแปรปรวนของตัวชี้วัดด้านสภาพคล่อง เช่น Bid-Ask Spread หรือ CDS Spread แล้ว การทำความเข้าใจโครงสร้างของอัตราผลตอบแทนในอนาคตผ่าน Forward Rate และ Spot Rate ก็มีบทบาทสำคัญในการตีความสภาพคล่องเชิงโครงสร้างและการเคลื่อนไหวของตลาดในระยะยาว

12.5.1 ความหมายและบทบาทของ Forward Rate

Forward Rate หรืออัตราผลตอบแทนล่วงหน้า หมายถึงอัตราผลตอบแทนที่ตลาดคาดว่าจะได้รับจากการลงทุนในช่วงเวลาอนาคตช่วงหนึ่ง ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปแบบของฟังก์ชันต่อเนื่องของเวลา และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับราคาของตราสารหนี้ที่ไม่มีคูปอง (Zero-Coupon Bond) ตามสมการ

$$P(t, T) = \exp\left(-\int_t^T f(t, s) ds\right), \quad t < T \quad (12.8)$$

โดยที่ $P(t, T)$ แทน ราคาของพันธบัตรไร้คูปอง ณ เวลา t ที่ครบกำหนดในเวลา T

$f(t, s)$ แทน อัตราผลตอบแทนล่วงหน้า (Forward Rate) ระหว่าง t ถึง s



รูปที่ 12.2 เส้นอัตราผลตอบแทนล่วงหน้า

สมการนี้แสดงให้เห็นว่า Forward Rate ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประเมินมูลค่าของตราสารหนี้ โดยเฉพาะในกรณีที่ตลาดไม่มีการจ่ายดอกเบี้ยในระหว่างงวด

12.5.2 ความเชื่อมโยงกับสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

จากหัวข้อ 12.4 ที่กล่าวถึง การตรวจจับจุดเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนในข้อมูล เช่น Bid-Ask Spread ซึ่งบ่งชี้ถึงความตึงตัวของสภาพคล่องในระยะสั้น บทนี้ขยายความวิเคราะห์ไปยังโครงสร้างของอัตราผลตอบแทนล่วงหน้า (Forward Rate Structure) ซึ่งใช้เพื่อวิเคราะห์

- 1) แนวโน้มของอัตราดอกเบี้ยในระยะกลางถึงยาว
- 2) ความชันของ Yield Curve ซึ่งสัมพันธ์กับอุปสงค์/อุปทานของตราสารหนี้ในช่วงเวลาต่างกัน
- 3) ความไม่สมมาตร (asymmetry) ของโครงสร้างผลตอบแทน ซึ่งอาจชี้ถึงความเสี่ยงด้านสภาพคล่องในอนาคต

12.5.3 การประยุกต์ Forward Rate ในการวิเคราะห์ตลาด

- 1) การกำหนดราคาตราสารหนี้: Forward Rate ถูกใช้ในการคำนวณราคาตราสารหนี้ โดยเฉพาะพันธบัตรแบบ Zero-Coupon และตราสารอนุพันธ์ที่อ้างอิงอัตราดอกเบี้ย
- 2) การสร้าง Yield Curve และ Spot Rate Curve: Yield Curve ที่สร้างจาก Spot Rate และ Forward Rate มีบทบาทสำคัญในการอธิบายโครงสร้างผลตอบแทนของพันธบัตรที่มีอายุแตกต่างกัน
- 3) การประเมินสภาพคล่องผ่านการเปลี่ยนแปลงของ Forward Curve: หากเกิดความชันสูงหรือความผันผวนรุนแรงใน Forward Rate Curve ในช่วงใดช่วงหนึ่ง อาจแสดงถึง
 - ความไม่แน่นอนของอัตราดอกเบี้ยในอนาคต
 - ความตึงตัวของอุปสงค์/อุปทานในช่วงเวลานั้น
 - การปรับตัวของตลาดต่อภาวะสภาพคล่องที่เปลี่ยนไป

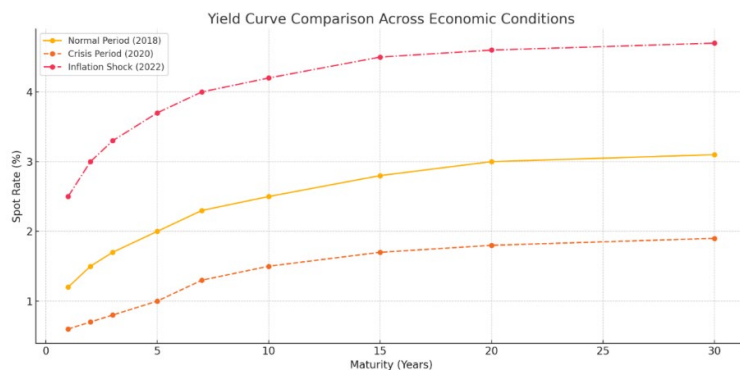
12.5.4 ตัวอย่างการตีความ Forward Rate

- 1) หาก $f(t,s)$ สูงมากในช่วงเวลาสั้น ๆ ข้างหน้า $\Rightarrow$ ตลาดคาดว่าอัตราดอกเบี้ยจะเพิ่มขึ้น $\Rightarrow$ สะท้อนภาวะที่ตลาดอาจขาดแคลนสภาพคล่องชั่วคราว
- 2) หาก $f(t,s)$ มีลักษณะกลับหัว (inverted curve) $\Rightarrow$ อาจสะท้อนความกลัวภาวะถดถอย $\Rightarrow$ นักลงทุนหลีกเลี่ยงตราสารหนี้ระยะยาว $\Rightarrow$ สภาพคล่องในปลาย curve ตึงตัว

Forward Rate และ Spot Rate ไม่เพียงเป็นเครื่องมือในการกำหนดมูลค่าตราสารหนี้เท่านั้น แต่ยังเป็นตัวชี้สำคัญที่ช่วย เชื่อมโยงการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านสภาพคล่องระยะสั้น (จากหัวข้อ 12.4) เข้ากับโครงสร้างความคาดหวังด้านอัตราดอกเบี้ยและสภาพคล่องในอนาคตได้อย่างมีระบบ แนวทางนี้สอดคล้องกับงานของ Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024) ที่เสนอให้ผนวกการตรวจจับความแปรปรวนร่วมกับโครงสร้าง Forward Rate เพื่อประเมินสถานะตลาดอย่างแม่นยำและรอบด้าน

เพื่อความเข้าใจเชิงประจักษ์ ขอให้พิจารณารูปภาพ Yield Curve หรือ Forward Rate Curve ในช่วงวิกฤต เช่น ปี 2020 และปี 2022 เพื่อเปรียบเทียบกับช่วงปกติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะของโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยที่สะท้อนภาวะสภาพคล่องและความไม่แน่นอนในตลาดได้อย่างชัดเจน

Yield Curve Comparison Across Economic Conditions



รูปที่ 12.3 Yield Curve ในช่วงวิกฤต เช่น ปี 2020 และปี 2022 เพื่อเปรียบเทียบกับช่วงปกติ

กราฟด้านบนแสดง Yield Curve เปรียบเทียบในช่วงเศรษฐกิจต่าง ๆ ได้แก่

- ปี 2018 (ช่วงปกติ): Yield Curve มีความชันปานกลาง สะท้อนภาวะเศรษฐกิจที่มั่นคง
 - ปี 2020 (ช่วงวิกฤต COVID-19): Yield Curve แบนราบและอยู่ในระดับต่ำ สะท้อนภาวะสภาพคล่องสูงจากการอัดฉีดเงินและอัตราดอกเบี้ยต่ำมาก
 - ปี 2022 (เงินเฟ้อสูง): Yield Curve มีความชันสูงผิดปกติ โดยเฉพาะในช่วงอายุสั้น สะท้อนการขึ้นดอกเบี้ยอย่างรวดเร็วของธนาคารกลาง และความคาดหวังว่าอัตราดอกเบี้ยจะลดลงในอนาคต
- ความเปลี่ยนแปลงของ Yield Curve เหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการประเมินโครงสร้างของ Forward Rate และการคาดการณ์ความตึงตัวของสภาพคล่องในอนาคต ได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังสนับสนุนการวิเคราะห์ร่วมกับการตรวจจับจุดเปลี่ยนในความแปรปรวน (จากหัวข้อ 12.4) เพื่อให้เข้าใจพลวัตของตลาดตราสารหนี้ในแต่ละช่วงเวลาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตัวอย่างที่ 12.5 (การคำนวณ Forward Rate และการตีความโครงสร้างผลตอบแทน) พิจารณาอัตรา

Spot Rate ของพันธบัตรรัฐบาล ณ เวลา $t = 0$ ดังนี้

อายุพันธบัตร (ปี)	Spot Rate $S(0, T)$ (%)
1	1.00
2	1.60
3	2.10

1) จงคำนวณ 1-year forward rate ระหว่างปีที่ 1 และปีที่ 2 (คือ $f(1, 2)$)

2) วิเคราะห์ว่าอัตราผลตอบแทนล่วงหน้าในช่วงปีที่ 1–2 สะท้อนสภาพคล่องในตลาดอย่างไร
แนวทางและวิธีคำนวณ

วิธีทำ สูตรการคำนวณ Forward Rate จาก Spot Rate

$$f(t_1, t_2) = \frac{S(0, t_2) \cdot t_2 - S(0, t_1) \cdot t_1}{t_2 - t_1}$$

ข้อ 1: คำนวณ $f(1, 2)$ ได้ $f(1, 2) = \frac{1.60 \cdot 2 - 1.00 \cdot 1}{2 - 1} = \frac{3.20 - 1.00}{1} = 2.20\%$

ดังนั้น $f(1, 2) = 2.20\%$

การตีความเชิงสภาพคล่อง

- 1) อัตรา Forward ระหว่างปีที่ 1 และ 2 สูงกว่า Spot Rate ปีแรก (จาก 1.00% → 2.20%)
- 2) สะท้อนว่า ตลาดคาดว่าอัตราดอกเบี้ยจะเพิ่มขึ้นในอนาคต
- 3) เป็นสัญญาณถึงความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจและความตึงตัวของสภาพคล่องในระยะสั้นถึงกลาง
- 4) นักลงทุนต้องการผลตอบแทนชดเชยความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ซึ่งอาจเกิดจาก
 - การคาดการณ์ว่าธนาคารกลางจะขึ้นอัตราดอกเบี้ย
 - ความต้องการถือครองเงินสดของนักลงทุนเพิ่มขึ้น
 - การลดความมั่นใจในเสถียรภาพของตลาดตราสารหนี้

ค่าของ Forward Rate ที่เพิ่มสูงขึ้นสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ล่วงหน้าของความตึงตัวของสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ได้ ซึ่งสนับสนุนแนวคิดจากหัวข้อ 12.5 และสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนในหัวข้อ 12.4 ที่เน้นการตรวจจับความเสี่ยงด้านสภาพคล่องในระยะสั้น



12.6 ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของตราสารหนี้

ในการวิเคราะห์สภาพคล่องของตลาดตราสารหนี้อย่างลึกซึ้ง หัวข้อก่อนหน้านี้ (12.5) ได้กล่าวถึงการใช้โครงสร้างของอัตราผลตอบแทน เช่น Spot Rate และ Forward Rate เพื่อสะท้อนความคาดหวังของตลาดที่มีต่อทิศทางอัตราดอกเบี้ยในอนาคต รวมถึงภาวะสภาพคล่องที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้สามารถสร้างโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นแบบพลวัต (dynamic interest rate structures) และนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดราคาตราสารหนี้และตราสารอนุพันธ์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างแม่นยำ หัวข้อนี้จึงจะนำเสนอ แบบจำลองอัตราดอกเบี้ย (Interest Rate Models) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- การจำลองพฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ยในระยะสั้น ($r(t)$) ภายใต้ภาวะตลาดที่เปลี่ยนแปลง
- การกำหนดราคาพันธบัตรแบบ Zero-Coupon และตราสารอนุพันธ์ของอัตราดอกเบี้ย
- การประเมินความเสี่ยงของพอร์ตโฟลิโอที่ประกอบด้วยตราสารหนี้หลายประเภท

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองอัตราดอกเบี้ยที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย 3 แบบ ได้แก่

- 1) Vasicek Model – ตัวแบบพื้นฐานที่อัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนแปลงแบบ Mean Reverting โดยมีการแจกแจงแบบปกติ
- 2) Cox-Ingersoll-Ross (CIR) Model – ตัวแบบที่ปรับปรุงจาก Vasicek เพื่อให้ $r(t) \geq 0$ ตลอดเวลา และมีการแจกแจงแบบไม่เป็นศูนย์กลาง (non-central chi-square)
- 3) Hull-White Model – การขยาย Vasicek โดยมี drift ที่ขึ้นกับเวลา ทำให้สามารถปรับให้ตรงกับโครงสร้าง Spot Rate หรือ Forward Rate จริงได้ดี

การทำความเข้าใจตัวแบบเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยในการประเมินมูลค่าตราสารหนี้และอนุพันธ์เท่านั้น แต่ยังเป็นพื้นฐานสำคัญของการวิเคราะห์เชิงพลวัตและการวางกลยุทธ์บริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้อีกด้วย

12.6.1 ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek

Vasicek (ค.ศ.1977) ได้เสนอตัวแบบอัตราดอกเบี้ยโดยให้ข้อสมมติว่าการเปลี่ยนแปลงโดยพลันของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น (Short Rate) จะเป็นไปตามกระบวนการแบบ Ornstein-Uhlenbeck ด้วยสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ภายใต้ความเสี่ยงที่เป็นกลาง (Risk Neutral) ซึ่งมีนิยามดังนี้ (Brigo & Mercurio, ค.ศ. 2006)

$$dr(t) = \alpha(\beta - r(t))dt + \sigma_r dW(t) \quad (12.9)$$

เมื่อ $r(t)$ แทน อัตราดอกเบี้ยระยะสั้น

α แทน พารามิเตอร์ของอัตราเร็วในการกลับสู่ค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ย

β แทน พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยในระยะยาว

σ_r แทน พารามิเตอร์ของความผันผวนของอัตราดอกเบี้ย

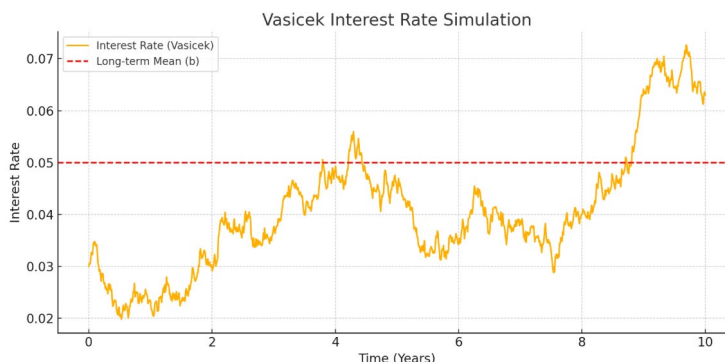
$W(t)$ แทน กระบวนการแบบวีเนอร์ (Wiener Process)

โดยที่ α, β และ $\sigma_r > 0$ และสามารถประมาณค่าของอัตราดอกเบี้ยได้จากปฏิยานุพันธ์ของสมการที่ (12.9) จากเวลาเท่ากับศูนย์ ถึง t ใด ๆ ได้ ดังนี้

$$r(t) = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) + \sigma_r \int_0^t e^{-\alpha(t-s)} dW(s) \quad (12.10)$$

โดยที่ $r(t)$ มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$E[r(t)] = r(0)e^{-\alpha t} + \beta(1 - e^{-\alpha t}) \text{ และ } Var(r(t)) = \frac{\sigma_r^2}{2\alpha}(1 - e^{-2\alpha t}) \quad (12.11)$$



รูปที่ 12.4 การจำลองอัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลอง Vasicek

กราฟด้านบนแสดงการจำลองอัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลอง Vasicek โดยเห็นได้ว่าอัตราดอกเบี้ยจะมีพฤติกรรมผันผวนแต่มีแนวโน้มกลับเข้าสู่ค่าเฉลี่ยระยะยาวที่ $b = 0.05$ ตามหลักการ Mean Reversion ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของ Vasicek Model

สำหรับการกำหนดราคาตราสารหนี้ที่ไม่มีการจ่ายคูปองที่เวลา t ใดๆ ภายใต้วันครบกำหนดไถ่ถอน T ตามตัวแบบของ Vasicek คือ

$$P(r, t, T) = A(t, T) \exp[-rB(t, T)] \quad (12.12)$$

เมื่อกำหนดให้

$$B(t, T) = \left(\frac{1}{a} \right) (1 - e^{-a(T-t)}) \text{ และ } A(t, T) = \exp \left\{ \bar{r} (B(t, T) - (T-t)) - \frac{(B(t, T))^2 \hat{\sigma}_r^2}{4a} \right\}$$

$$\text{โดยที่ } \bar{r} = b - \frac{\hat{\sigma}_r^2}{2a^2}$$

12.6.2 ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Cox-Ingersoll-Ross (CIR)

Cox-Ingersoll-Ross (ค.ศ.1975) ได้เสนอตัวแบบของการเคลื่อนไหวของ อัตราดอกเบี้ยระยะสั้นแบบฉบับพลัน โดยกระบวนการสโตแคสติกที่พจน์ของ drift เหมือนกับตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek แต่ในส่วนของพจน์ที่เป็น diffusion มีการปรับปรุงเพิ่มเติม ซึ่งมี นิยาม ดังนี้

$$dr(t) = \alpha (\beta - r(t)) dt + \sigma_r \sqrt{r(t)} dW(t) \quad (12.13)$$

โดยที่สมการที่ (12.13) ดังกล่าว มีลักษณะคล้ายกับตัวแบบของ Vasicek แต่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม สำหรับค่าพารามิเตอร์ α, β และ σ_r ว่า $2\alpha\beta > \sigma_r^2$ (มงคลเกียรติชัย, พ.ศ.2549)

เมื่อพิจารณาในสมการที่ (12.13) จะสังเกตได้ว่าอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นจะมีค่าเป็นบวกเสมอ เนื่องจากเมื่อ $r(t) \rightarrow 0$ แล้ว $\alpha(\beta - r(t))$ จะเป็นบวกและ $\sigma_r \sqrt{r(t)}$ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์เช่นกัน ทำให้ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Cox-Ingersoll-Ross มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ซึ่งไม่ได้อยู่ที่ศูนย์กลาง (Non-Central Chi-Square distribution) ซึ่งจะแตกต่างไปจากตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek ที่อัตรา

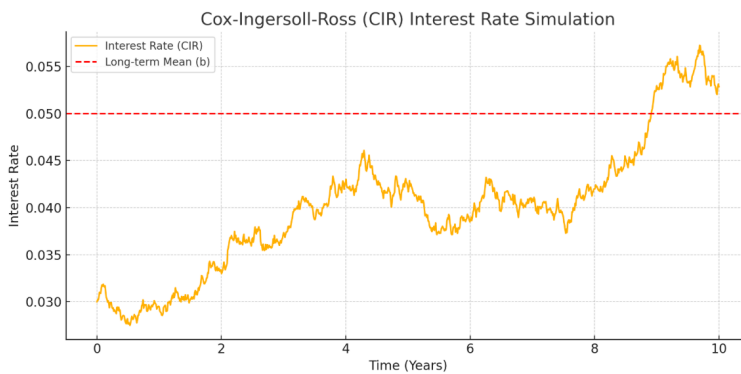
ดอกเบี้ยระยะสั้นแบบฉับพลันมีการแจกแจงปกติ (Normal distribution) การแจกแจงอัตราดอกเบี้ยในตัวแบบ Cox-Ingersoll-Ross เป็นดังนี้

$$r(t) = \frac{\sigma_r^2 (1 - e^{-\alpha(t-s)})}{4\alpha} \chi_d^2 \left(\frac{4\alpha e^{-\alpha(t-s)}}{\sigma_r^2 (1 - e^{-\alpha(t-s)})} r(s) \right), t > s \quad (12.14)$$

เมื่อ $d = \frac{4\alpha\beta}{\sigma_r^2}$ แทน องศาเสรี (Degree of Freedom) และ λ แทน พารามิเตอร์ของการแจก

แจงแบบไคสแควร์ ซึ่งไม่ได้อยู่ที่ศูนย์กลาง (Non-Central Chi-Square Distribution)

$$\lambda = \frac{4\alpha e^{-\alpha(t-s)}}{\sigma_r^2 (1 - e^{-\alpha(t-s)})} r(s) \quad (12.15)$$



รูปที่ 12.5 การจำลองอัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลอง Cox-Ingersoll-Ross (CIR)

กราฟนี้แสดงการจำลองอัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลอง Cox-Ingersoll-Ross (CIR) ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ

- อัตราดอกเบี้ยไม่เป็นลบ (non-negative)
- พฤติกรรม Mean Reverting คล้าย Vasicek
- ความผันผวนมีขนาดแปรผันตามระดับของอัตราดอกเบี้ย (volatility proportional to $\sqrt{r_t}$)

เหมาะสำหรับการจำลองอัตราดอกเบี้ยในโลกความจริง เช่น พันธบัตรรัฐบาล

สำหรับการกำหนดราคาตราสารหนี้ที่ไม่มีการจ่ายดอกเบี้ยที่เวลา t ใดๆ ภายใต้วงครบกำหนดไถ่

ถอน T ตามตัวแบบของ Cox-Ingersoll-Ross คือ

$$P(r, t, T) = A(t, T) \exp[-rB(t, T)] \quad (12.16)$$

เมื่อกำหนดให้

$$B(t, T) = \frac{2(e^{\gamma(T-t)} - 1)}{(a + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma} \text{ และ } A(t, T) = \left[\frac{2\gamma e^{(a+\gamma)(T-t)/2}}{(a + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma} \right]$$

$$\text{โดยที่ } \gamma = \sqrt{(a)^2 + 2\sigma_r^2}$$

12.6.3 ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Hull-White

Hull-White (ค.ศ.1990) ได้เสนอตัวแบบของการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นแบบฉบับพลัน โดยมีกรอบขยายผลมาจากตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek ในส่วนของพจน์ที่เป็น drift ซึ่งมีนิยาม ดังนี้ (Hull, ค.ศ.2015)

$$dr(t) = [\theta(t) - \beta(t)r]dt + \sigma_r dW(t) \quad (12.17)$$

เมื่อปรับตัวแบบอัตราดอกเบี้ยข้างต้นให้อยู่ในรูปแบบเดียวกับตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek จะได้ตัวแบบในลักษณะ ดังนี้

$$r(t) = \beta \left[\frac{\theta(t)}{\beta} - r \right] + \sigma_r dW(t) \quad (12.18)$$

เมื่อ $r(t)$ แทน อัตราดอกเบี้ยระยะสั้น

β แทน พารามิเตอร์ของอัตราเร็วในการกลับสู่ค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ย

$\frac{\theta(t)}{\beta}$ แทน time-dependent function reversion level

σ_r แทน พารามิเตอร์ของระดับความผันผวนของอัตราดอกเบี้ย

$W(t)$ แทน กระบวนการแบบวีเนอร์ (Wiener Process)

และ $\theta(t)$ สามารถหาได้จาก

$$\theta(t) = \frac{\partial f(0,t)}{\partial T} + \beta f(0,t) + \frac{\sigma_r^2}{2\beta} (1 - e^{-2\beta t}) \quad (12.19)$$

โดยที่ β และ σ_r เป็นค่าคงที่และสามารถประมาณค่าของอัตราดอกเบี้ยจากปฏิยานุพันธ์สมการที่ (12.17) จากเวลาเท่าศูนย์ ถึง t ใด ๆ ได้ ดังนี้

$$r(t) = e^{-\beta(t-s)} r(s) + \int_s^t \theta(u) e^{-\beta(t-u)} du + \sigma_r \int_s^t e^{-\beta(t-u)} dW(u)$$

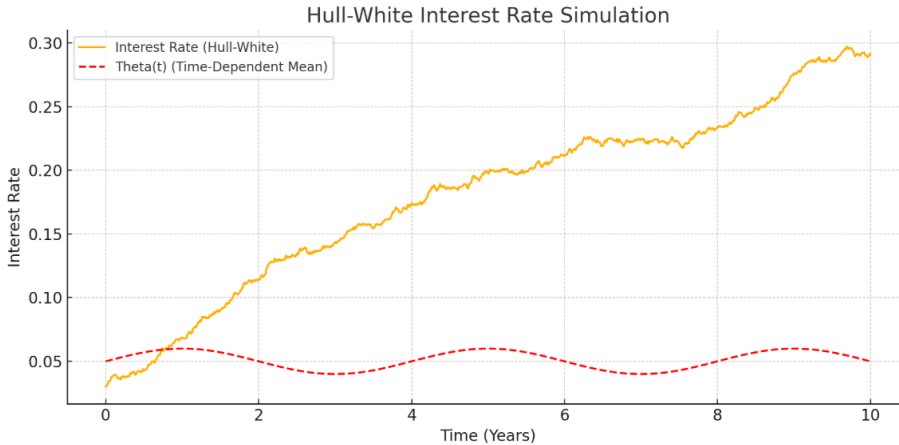
$$r(t) = e^{-\beta(t-s)} r(s) + \alpha(t) - \alpha(s) e^{-\beta(t-s)} + \sigma_r \int_s^t e^{-\beta(t-u)} dW(u)$$

โดยที่

$$\alpha(t) = f(0,t) + \frac{\sigma_r^2}{2\beta^2} (1 - e^{-\beta t})^2 \quad (12.20)$$

โดยที่ $r(t)$ มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ดังนี้

$$r(t) \sim N \left(e^{-\beta(t-s)} r(s) + \alpha(t) - \alpha(s) e^{-\beta(t-s)}, \frac{\sigma_r^2}{2\beta} (1 - e^{-2\beta(t-s)}) \right) \quad (12.21)$$



รูปที่ 12.6 การจำลองอัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลอง Hull-White Model

กราฟนี้แสดงการจำลองอัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลอง Hull-White Model ซึ่งเป็นการขยายจาก Vasicek โดยให้ ค่าคาดหวังระยะยาวเป็นฟังก์ชันของเวลา $\theta(t)$ แทนค่าคงที่ เช่นในตัวอย่างนี้ใช้ฟังก์ชันไซน์เพื่อแสดงแนวความคิดการปรับตามฤดูกาลหรือวัฏจักรเศรษฐกิจ

จุดเด่นของ Hull-White Model

- ความยืดหยุ่นสูงกว่า Vasicek และ CIR
- ใช้งานได้ดีกับการกำหนดราคาตราสารหนี้ที่มีอัตราดอกเบี้ยไม่คงที่
- รองรับการปรับค่าให้สอดคล้องกับ yield curve ในตลาดปัจจุบัน

สำหรับการกำหนดราคาตราสารหนี้ที่ไม่มีการจ่ายดอกเบี้ยที่เวลา t ใด ๆ ภายใต้วงครบกําหนดไถ่ถอน T ตามตัวแบบของ Hull-White คือ

$$P(r, t, T) = A(t, T) \exp(-B(t, T))r(t) \quad (12.22)$$

เมื่อ $B(t, T) = \frac{1}{b} \left(1 - e^{-b(T-t)} \right)$ และ

$$A(t, T) = \frac{P(0, T)}{P(0, t)} \exp \left\{ B(t, T) f(0, t) - \frac{\hat{\sigma}_r^2}{4b} (1 - e^{-2bt}) B(t, T)^2 \right\} \quad (12.23)$$

โดยที่ $P(0, T)$ คือ ราคาของตราสารหนี้ที่ไม่จ่ายคูปองที่เวลาวันครบอายุ T และ

$$P(0, T) = \exp(-f(0, T))$$

12.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

การวิเคราะห์พฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ยในตลาดตราสารหนี้ตามหัวข้อก่อนหน้านี้ โดยเฉพาะในหัวข้อ 12.6 ซึ่งได้นำเสนอรูปแบบของกระบวนการสุ่มต่าง ๆ ได้แก่ Vasicek, CIR และ Hull-White จำเป็นต้องใช้

พารามิเตอร์เฉพาะของแต่ละแบบจำลองเพื่อจำลองพฤติกรรมของ $r(t)$ ได้อย่างสมจริง ดังนั้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองเหล่านั้น โดยใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติสำคัญที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

12.7.1 ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek และ Hull-White

ค่าประมาณแบบจุดของพารามิเตอร์ α , β และ σ_r ในตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Vasicek (สามารถประยุกต์กับ Hull-White ได้เมื่อมีการปรับ Drift ให้ขึ้นกับเวลา) ตามวิธี MLE (Gerebrink et al., ค.ศ. 2019) มีดังนี้

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{dt} \log \left(\frac{n \sum_{i=1}^n r_{t_i} r_{t_{i-1}} - \sum_{i=1}^n r_{t_i} \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}}}{n \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}}^2 - \left(\sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}} \right)^2} \right), \quad \hat{\beta} = \frac{1}{n(1 - e^{-\hat{\alpha} dt})} \left(\sum_{i=1}^n r_{t_i} - e^{-\hat{\alpha} dt} \sum_{i=1}^n r_{t_{i-1}} \right) \quad (12.24)$$

$$\hat{\sigma}_r^2 = \frac{2\hat{\alpha}}{n(1 - e^{-2\hat{\alpha} dt})} \sum_{i=1}^n \left(r_{t_i} - r_{t_{i-1}} e^{-\hat{\alpha} dt} - \hat{\beta}(1 - e^{-\hat{\alpha} dt}) \right)^2 \quad (12.25)$$

12.7.2 ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยของ Cox-Ingersoll-Ross (CIR)

ในกรณีของตัวแบบ CIR ซึ่งมีการแจกแจงของ $r(t)$ ตามการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่ไม่ได้อยู่ที่ศูนย์กลาง (Non-central Chi-Square Distribution) เราสามารถเขียนฟังก์ชันการแจกแจงสะสมได้ดังนี้

$$P[r(t) \leq x | r(s)] = F_{\chi^2(d, \lambda)} \left(\frac{4\alpha x}{\hat{\sigma}_r^2 (1 - e^{-\alpha(t-s)})} \right) \quad (12.26)$$

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงมีรูปแบบ

$$P[x | r(s)] = c \cdot p_{\chi^2(d, \lambda)}(cx) \quad (12.27)$$

โดยที่ค่าคงที่ c คือ $c = \frac{4\alpha}{\hat{\sigma}_r^2 (1 - e^{-\alpha(t-s)})}$

ดังนั้นฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นของชุดข้อมูล $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ คือ

$$L(\alpha, \beta, \sigma; x) = \prod_{i=2}^n c p_{\chi^2(d, \lambda)}(cx_i | x_{i-1}) \quad (12.28)$$

หรือในรูปของลอการิทึมของฟังก์ชันความน่าจะเป็น

$$\log L(\alpha, \beta, \sigma; x) = \sum_{i=2}^n \log c + \sum_{i=2}^n \log p_{\chi^2(d, \lambda)}(cx_i | x_{i-1}) \quad (12.29)$$

โดยค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ α, β, σ_r จะเป็นค่าที่ทำให้ $\log L$ มีค่ามากที่สุด

12.8 การจำลองอัตราดอกเบี้ย

จากหัวข้อก่อนหน้า (12.7) ที่กล่าวถึงการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองอัตราดอกเบี้ย ไม่ว่าจะเป็นแบบจำลอง Vasicek, Hull-White หรือ CIR โดยใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum

Likelihood Estimation: MLE) เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่สำคัญคือ การจำลองพฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น เพื่อใช้ในการประเมินราคาตราสารหนี้ การบริหารความเสี่ยง และการทดสอบสมมติฐานในเชิงปริมาณ

โดยทั่วไป การจำลองค่าของกระบวนการอัตราดอกเบี้ยที่อยู่ภายใต้สมการเชิงอนุพันธ์สุ่ม (Stochastic Differential Equation: SDE) สามารถทำได้ 2 วิธีหลัก ได้แก่

- 1) การจำลองแบบแม่นยำ (Exact Simulation Method)
- 2) การจำลองแบบประมาณค่าด้วยออยเลอร์ (Euler Approximation)

ในหัวข้อนี้จะเน้นเฉพาะการจำลองแบบแม่นยำ ซึ่งมีประโยชน์ในการหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดเชิงตัวเลขสะสม และสามารถเข้ากับแบบจำลองที่มีการแจกแจงเชิงปิด (Closed-form Distribution)

12.8.1 การจำลองอัตราดอกเบี้ยแบบ Vasicek

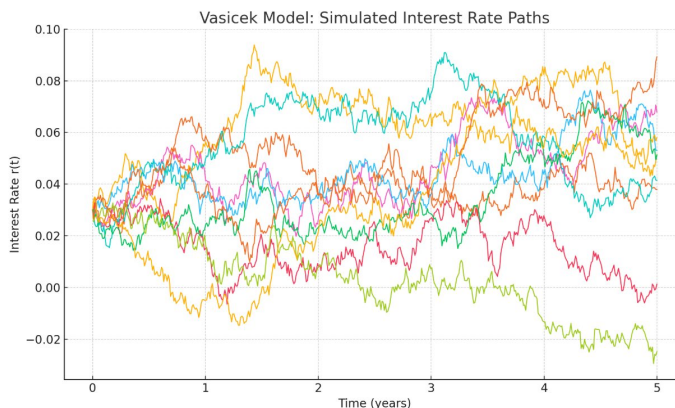
กำหนดให้ $r(s)$ คืออัตราดอกเบี้ย ณ เวลา s โดยที่การแจกแจงของ $r(t)$ ณ เวลา $t > s$ อยู่ในรูปแบบการแจกแจงปกติ สามารถเขียนได้ว่า

$$r(t) \sim \mathcal{N}\left(r(s)e^{-a(t-s)} + b(1 - e^{-a(t-s)}), \frac{\sigma_r^2}{2a}(1 - e^{-2a(t-s)})\right) \quad (12.30)$$

ดังนั้นกระบวนการสุ่มของ $r(t)$ ที่เวลา t_{i+1} จากค่า $r(t_i)$ สามารถเขียนเป็นสมการ

$$r_{i+1} = e^{-a(t_{i+1}-t_i)}r_i + b(1 - e^{-a(t_{i+1}-t_i)}) + \sigma_r \sqrt{\frac{1 - e^{-2a(t_{i+1}-t_i)}}{2a}}Z_{i+1} \quad (12.31)$$

เมื่อ $Z_{i+1} \sim \mathcal{N}(0,1)$



รูปที่ 12.7 การจำลองเส้นทางของอัตราดอกเบี้ยตามตัวแบบ Vasicek

กราฟแสดงการจำลองเส้นทางของอัตราดอกเบี้ยตามตัวแบบ Vasicek โดยใช้พารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ อัตราดอกเบี้ยเริ่มต้นที่ 3% และแสดงให้เห็นการเคลื่อนไหวแบบสุ่มที่โน้มกลับสู่ค่าเฉลี่ยระยะยาวที่ 5% อย่างค่อยเป็นค่อยไปภายใต้ความผันผวน

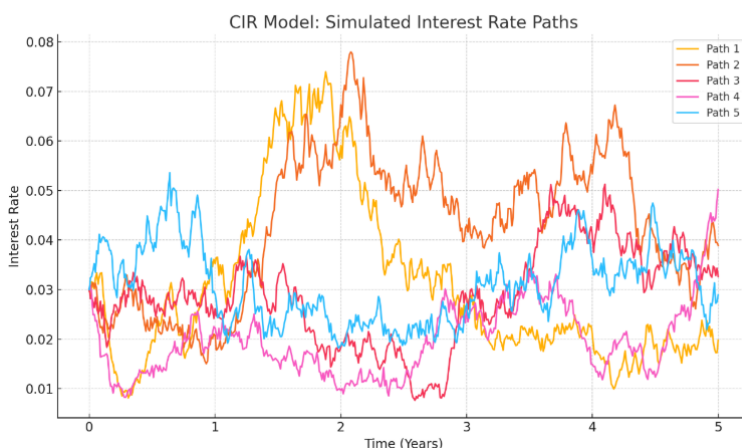
12.8.2 การจำลองอัตราดอกเบี้ยแบบ CIR

แบบจำลอง CIR มีการแจกแจงแบบไม่สมมาตรและเป็นไปตามโคสแควร์แบบไม่อยู่ที่ศูนย์กลาง โดยเขียนได้ว่า

$$r_{t+1} = \frac{\hat{\sigma}_r^2(1 - e^{-a(t-s)})}{4a} \cdot \chi_d^2 \left(\frac{4ae^{-a(t-s)}}{\hat{\sigma}_r^2(1 - e^{-a(t-s)})} r_t \right) \quad (12.32)$$

โดย $\chi_d^2(\lambda)$ คือการแจกแจงโคสแควร์แบบไม่อยู่ที่ศูนย์กลาง

CIR Model: Simulated Interest Rate Paths



รูปที่ 12.8 การจำลองอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นตามแบบจำลอง Cox-Ingersoll-Ross (CIR)

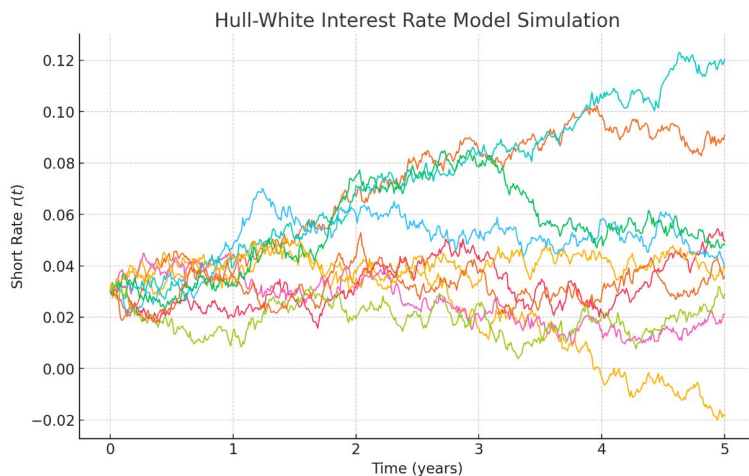
กราฟจำลองอัตราดอกเบี้ยระยะสั้นตามแบบจำลอง Cox-Ingersoll-Ross (CIR) แสดงให้เห็นพฤติกรรมการเดินแบบสุ่มที่ไม่สามารถมีค่าเป็นลบ (non-negative) และโน้มเข้าสู่ค่าเฉลี่ยระยะยาว $b=0.04$ ตามสมมติฐานของแบบจำลอง โดยแต่ละเส้นแทนเส้นทางจำลองที่แตกต่างกันของ $r(t)$ ในช่วงเวลา 5 ปี

12.8.3 การจำลองอัตราดอกเบี้ยแบบ Hull-White

สำหรับแบบจำลอง Hull-White ซึ่งพัฒนาต่อจาก Vasicek โดยอนุญาตให้ค่าเฉลี่ยระยะยาวเปลี่ยนตามเวลา สามารถเขียนสมการการจำลองแบบแม่นยำได้เป็น

$$r_{t+1} = e^{-a(t_{i+1}-t_i)} r_{t_i} + \hat{\alpha}_{t_{i+1}} - \hat{\alpha}_{t_i} e^{-a(t_{i+1}-t_i)} + \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_r^2}{2a}(1 - e^{-2a(t_{i+1}-t_i)})} Z_{i+1} \quad (12.33)$$

โดย $Z_{i+1} \sim \mathcal{N}(0,1)$ และ $\hat{\alpha}_t$ เป็นค่าฟังก์ชันค่าเฉลี่ยระยะยาวที่อาจถูกประมาณจากโครงสร้างของ Yield Curve



รูปที่ 12.9 การจำลองเส้นทางของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น $r(t)$ ตาม ตัวแบบ Hull-White

กราฟด้านบนแสดงการจำลองเส้นทางของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น $r(t)$ ตาม ตัวแบบ Hull-White โดยใช้สมการจำลองที่แม่นยำ (Exact Simulation) โดยสมมติให้ $\alpha(t) = b(1 - e^{-at})$ เพื่อแสดงผลกระทบของ mean reversion และโครงสร้างเวลาในอัตราดอกเบี้ยตามทฤษฎี

การจำลองอัตราดอกเบี้ยในแต่ละแบบจำลองข้างต้น เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการประเมินความเสี่ยง การบริหารพอร์ตการลงทุน และการทดสอบแบบจำลองทางการเงินที่ใช้อัตราดอกเบี้ยเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน โดยเฉพาะในช่วงที่ตลาดเกิดความผันผวน

12.9 การกำหนดราคาตราสารหนี้

จากหัวข้อก่อนหน้านี้ ซึ่งได้กล่าวถึงแบบจำลองอัตราดอกเบี้ย (เช่น Vasicek, CIR และ Hull-White) รวมถึงเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ และการจำลองการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น $r(t)$ แล้วนั้น ขั้นตอนต่อมาที่มีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้ในโลกรการเงิน คือ การกำหนดราคาตราสารหนี้ ภายใต้สถานะของโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

การกำหนดราคาตราสารหนี้ (Bond Valuation) จำเป็นต้องใช้อัตราผลตอบแทนในการคิดลดกระแสเงินสดที่จะได้รับในอนาคต ซึ่งโดยทั่วไปมีอยู่ 3 รูปแบบ คือ อัตราผลตอบแทนอย่างง่าย (simple yield) อัตราผลตอบแทนทบต้น (discrete compounding yield) และอัตราผลตอบแทนทบต้นแบบต่อเนื่อง (continuously compounded yield) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์เชิงแบบจำลองที่ใช้การแจกแจงแบบต่อเนื่องของ $r(t)$ ในบทนี้จะพิจารณาเฉพาะกรณีของอัตราผลตอบแทนทบต้นแบบต่อเนื่องเท่านั้น

12.9.1 การกำหนดราคาตราสารหนี้ที่ไม่มีดอกเบี้ย (Zero-Coupon Bond)

ราคาของตราสารหนี้ที่ไม่มีดอกเบี้ยสามารถคำนวณได้จากสมการพื้นฐานของการคิดลดกระแสเงินสดด้วยอัตราผลตอบแทนทบต้นแบบต่อเนื่อง ดังนี้

$$P_{ZCB}(t, T) = \frac{1}{e^{R(t, T)(T-t)}} \quad (12.34)$$

เมื่อ $P_{ZCB}(t, T)$ คือราคาของตราสารหนี้ที่ไม่มีดอกเบี้ย ณ เวลา t ที่ครบกำหนดไถ่ถอนในเวลา T

$R(t, T)$ คืออัตราผลตอบแทนทบต้นแบบต่อเนื่องที่ใช้ระหว่างช่วง $[t, T]$

อัตรา $R(t, T)$ นี้สามารถได้มาจากโครงสร้างของ Spot Rate หรืออัตราดอกเบี้ยตามแบบจำลองที่กล่าวไว้ในหัวข้อก่อนหน้า เช่น การจำลอง Forward Rate หรือการใช้ฟังก์ชันค่าเฉลี่ยของ Hull-White model ในการหาค่า $R(t, T)$

12.9.2 การกำหนดราคาตราสารหนี้ที่มีดอกเบี้ย (Coupon Bond)

กรณีที่ตราสารหนี้มีการจ่ายดอกเบี้ยเป็นงวด ๆ ราคาของตราสารหนี้สามารถคำนวณได้จากการรวมค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดทั้งหมด (ทั้งดอกเบี้ยและเงินต้น) โดยใช้อัตราผลตอบแทนที่สอดคล้องกันในแต่ละช่วงเวลา

$$\text{Price} = \sum_{t=1}^T C_t \cdot P_{ZCB}(0, t) + P_{ZCB}(0, T) \cdot (F + C_T) \quad (12.35)$$

เมื่อ C_t คือดอกเบี้ยที่จ่ายในงวดที่ t

F คือมูลค่าที่ตราไว้ (Face Value) ของตราสารหนี้

$P_{ZCB}(0, t)$ คือราคาของตราสารหนี้แบบไม่มีดอกเบี้ยที่ครบกำหนดในงวด t

การประเมิน $P_{ZCB}(0, t)$ สามารถได้จากผลลัพธ์ของแบบจำลองที่นำเสนอในหัวข้อ 12.6 และ 12.8 ซึ่งให้ข้อมูลโครงสร้างของอัตราดอกเบี้ยระยะสั้น และสามารถนำมาใช้เพื่อสร้าง Zero-Coupon Yield Curve ได้อย่างแม่นยำ

ดังนั้น การกำหนดราคาตราสารหนี้ในบริบทของแบบจำลองอัตราดอกเบี้ยและการจำลองอัตราดอกเบี้ยไม่เพียงแต่ช่วยในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของราคาในตลาดเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการบริหารความเสี่ยง พอร์ตการลงทุน และกลยุทธ์การปรับโครงสร้างหนี้อีกด้วย

12.10 หลักการการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลัน

ในการศึกษาความสามารถในการแปลงสินทรัพย์เป็นเงินสดในตลาดตราสารหนี้ ความเร็วในการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสด (Asset-to-Cash Conversion Speed) ถือเป็นตัวแปรสำคัญที่สะท้อนถึงระดับของสภาพคล่อง และ เสถียรภาพทางการเงินของตลาดในช่วงเวลาหนึ่ง

โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Witayakiattilerd และคณะ (2024) ได้มีการนำเสนอแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถประเมินอัตราการแลกเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดในแบบเรียลไทม์ โดยใช้แนวคิด Instant Exchange Analytics ซึ่งประกอบด้วยสมการการเปลี่ยนกลับที่สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมของตลาดได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องรอการปิดตลาดหรือการสรุปธุรกรรม

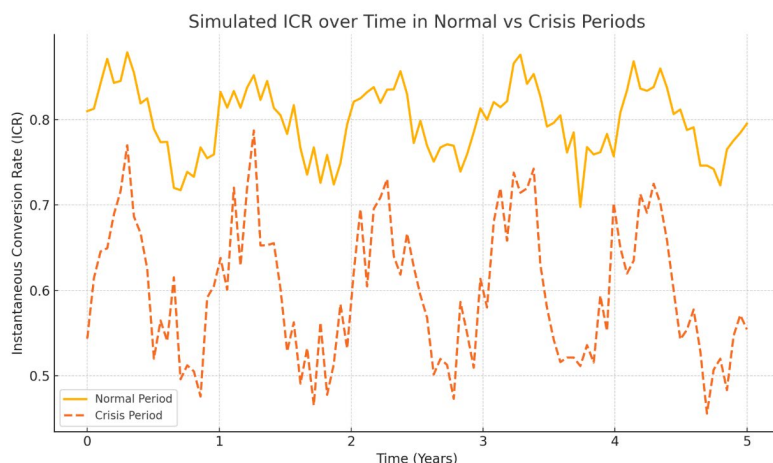
เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการแปลงสินทรัพย์เป็นเงินสดในตลาดตราสารหนี้ งานวิจัยได้เสนอเมตริกใหม่ที่เรียกว่า

$$ICR(t) = \frac{\Delta \text{Cash}(t)}{\Delta \text{Asset}(t)} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} \quad (12.36)$$

ซึ่ง Instantaneous Conversion Ratio (ICR) วัดการเปลี่ยนแปลงของสถานะเงินสดต่อหน่วยของการเปลี่ยนแปลงมูลค่าตราสารหนี้ที่ถูกขายหรือแปลงในช่วงเวลาสั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยใช้ข้อมูลจากตลาดจริง เช่น อัตราดอกเบี้ยระยะสั้นจำลองจากตัวแบบ Vasicek หรือ CIR (ดูหัวข้อ 12.6–12.8) ประกอบกับ Spot/Forward Yield Curve (จากหัวข้อ 12.5) สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

- ในช่วงที่ Forward Curve แบบราบหรือลาดลง (inversion)} ค่า $ICR(t)$ จะต่ำลงอย่างมีนัยยะเนื่องจากราคาตราสารหนี้ลดลงจากความคาดหวังดอกเบี้ยขาขึ้น ทำให้ขายตราสารหนี้ได้ในราคาต่ำกว่า face value

- ในช่วง Liquidity Shock เช่น วิกฤต COVID-19 (2020) หรือการขึ้นดอกเบี้ยอย่างรวดเร็ว (2022) พบว่า $ICR(t)$ มีความผันผวนสูงและลดลงต่ำกว่า 1.0 อย่างต่อเนื่อง สะท้อนถึงการสูญเสียมูลค่าขณะขายสินทรัพย์



รูปที่ 12.10 การเปรียบเทียบค่าของอัตราการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลันระหว่างช่วงเวลากปกติและช่วงวิกฤตทางการเงิน

กราฟด้านบนแสดงการเปรียบเทียบค่าของอัตราการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลัน

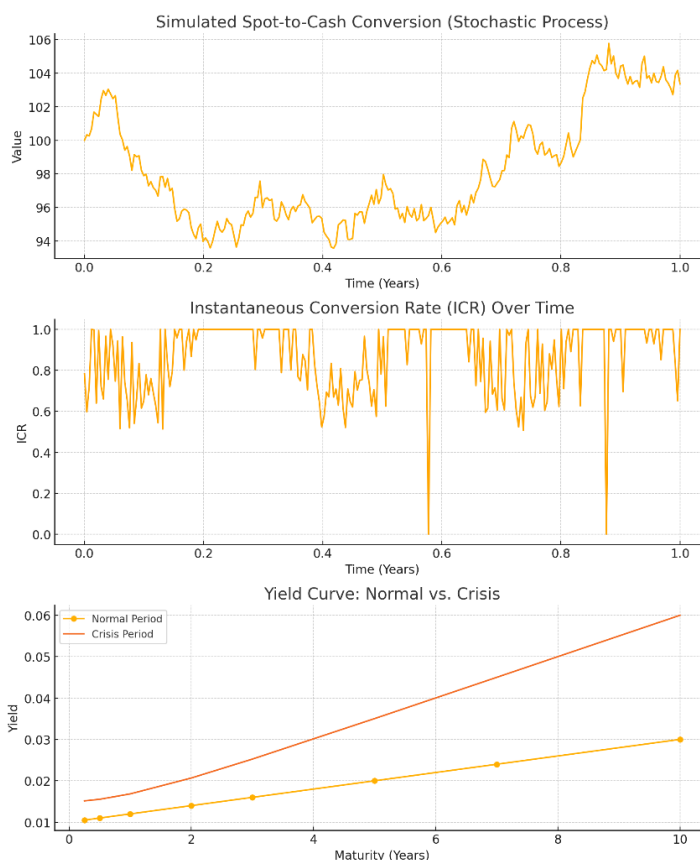
(Instantaneous Conversion Rate: ICR) ระหว่างช่วงเวลาปกติและช่วงวิกฤตทางการเงิน

- ช่วงปกติ: ค่า ICR มีความผันผวนต่ำกว่า และคงอยู่ในระดับสูง (~ 0.8)
- ช่วงวิกฤต: ค่า ICR ลดลง (~ 0.6) และมีความผันผวนสูงขึ้น สะท้อนถึง **สภาพคล่องที่ลดลง**

การแปลงสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลันนี้ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ

- โครงสร้างผลตอบแทน (Term Structure) ที่กำหนดราคาปัจจุบันของตราสารหนี้ผ่าน Spot Rate

และ Forward Rate (หัวข้อ 12.5)



รูปที่ 12.11 การเปรียบเทียบค่าของอัตราการเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลันระหว่างช่วงเวลา

ปกติและช่วงวิกฤตทางการเงิน

ภาพกราฟข้างต้นประกอบด้วย

- 1) **กราฟ Spot-to-Cash Conversion:** แสดงการจำลองมูลค่าการเปลี่ยนจากสินทรัพย์เป็นเงินสดโดยใช้กระบวนการแบบสุ่ม (Stochastic Process) ซึ่งแสดงความผันผวนในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามการเคลื่อนไหวของตลาด

2) **กราฟ ICR (Instantaneous Conversion Rate):** แสดงพฤติกรรมของอัตราการเปลี่ยนกลับเป็นเงินสดในช่วงเวลาปกติและช่วงวิกฤต โดยมีความผันผวนสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงความไม่แน่นอน

3) **Yield Curve Comparison:** เปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างอัตราผลตอบแทนในช่วงภาวะปกติและช่วงวิกฤต โดยพบว่าในช่วงวิกฤตอัตราผลตอบแทนระยะสั้นปรับสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

- ความผันผวนของอัตราดอกเบี้ย ที่สามารถจำลองผ่านแบบจำลอง Vasicek, CIR และ Hull-White เพื่อวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ตลาดมีความตึงตัว (หัวข้อ 12.6–12.8)

- การกำหนดราคาตราสารหนี้ (หัวข้อ 12.9) ที่อาศัยการประมาณค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดภายใต้การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย

ข้อเสนอเชิงนโยบาย

การใช้แนวคิด ICR และแบบจำลองของ Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024) จึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการ

- เตือนภัยล่วงหน้าเมื่อสภาพคล่องในตลาดลดลงอย่างรวดเร็ว

- ประเมินผลกระทบของการใช้มาตรการทางการเงิน เช่น QE หรือ QT ต่อการแลกเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสด

- เสนอเกณฑ์สำหรับกำหนดระดับ buffer liquidity ที่เหมาะสมในกองทุนตราสารหนี้

การวิเคราะห์เชิงลึกนี้แสดงให้เห็นว่า “สภาพคล่อง” ไม่ใช่เพียงค่าทางสถิติอย่าง bid-ask spread เท่านั้น แต่รวมถึงกลไกการเปลี่ยนสถานะของสินทรัพย์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการคงไว้ซึ่งเสถียรภาพในตลาดการเงิน

12.11 กรณีศึกษาการเปลี่ยนกลับตราสารหนี้เป็นเงินสดในตลาดการเงินไทย

การเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดอย่างมีประสิทธิภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนระดับสภาพคล่องของตลาดทุน งานวิจัยของ Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024) ได้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์อัตราแลกเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบเรียลไทม์ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ผสมพฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ย อัตราผลตอบแทน และความผันผวนในตลาด เพื่อให้สามารถประเมินราคาตราสารหนี้ได้อย่างเหมาะสมตามสภาพตลาดในแต่ละช่วงเวลา

12.11.1 การเลือกแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินราคา

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองอิงจาก Root Mean Square Error (RMSE) ซึ่งวัดจากการพยากรณ์ราคาตราสารหนี้บนข้อมูลที่ไม่เคยใช้ในการฝึกแบบจำลองมาก่อน (Unseen Data) จำนวน 68 แบบจำลอง วิธีนี้สะท้อนถึงความสามารถของแบบจำลองในการประเมินราคาที่แม่นยำในภาวะตลาดจริง

ต่างจากงานของวิจัยของ Orlando (ค.ศ.2020) ที่เน้นวัด RMSE จากการเปรียบเทียบ Instantaneous rate กับ spot rate บนข้อมูลเดิม งานศึกษานี้ประเมินโดยตรงที่ระดับราคาตราสารหนี้ ซึ่งเหมาะสมต่อการวิเคราะห์สภาพคล่องเชิงปฏิบัติในตลาดการเงินไทย

12.11.2 กระบวนการประเมินและวิเคราะห์แบบจำลอง

1) การรวบรวมและเตรียมข้อมูล

- ใช้ข้อมูลราคาตราสารหนี้รายวัน (ไม่เกิน 10 ปี) จำนวน 4,105 รายการ
- วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนด้วย $cpt.var$ และเลือก Penalty ที่เหมาะสม

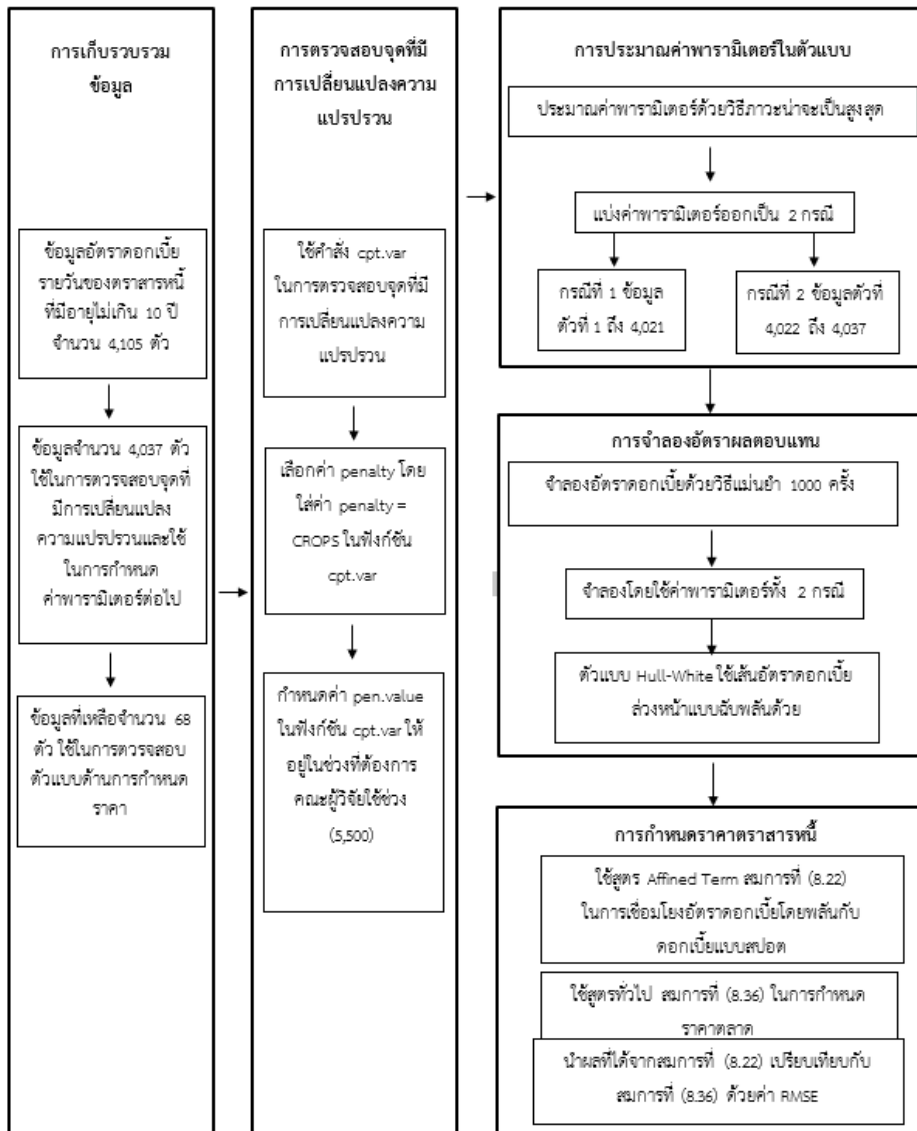
2) การฝึกและประเมินแบบจำลอง

- แบ่งข้อมูลสำหรับฝึกและทดสอบ
- ใช้แบบจำลอง Hull-White และ CIR ในการวิเคราะห์เนื่องจากตัวแบบเหล่านี้สามารถจำลองโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยและราคาตราสารหนี้ได้อย่างยืดหยุ่น

3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

- วัด RMSE บน Unseen Data เพื่อจัดอันดับแบบจำลองที่มีความแม่นยำสูงสุด

แนวทางนี้สามารถนำไปใช้ประเมินสภาพคล่องตลาดรอง รวมถึงสนับสนุนระบบการกำหนดราคาที่ทันสมัยการณและเหมาะสมต่อการเปลี่ยนกลับตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบฉับพลัน โดยขั้นตอนการการดำเนินการสามารถสรุปดังแผนภาพ ดังนี้



รูปที่ 12.12 แผนภาพสรุปแนวคิดในขั้นตอนการดำเนินงาน

12.11.3 ผลการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนของกรณีศึกษา

จากแนวคิด “การเปลี่ยนกลับสินทรัพย์เป็นเงินสดแบบฉับพลัน” ตามกรอบของ Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024) งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้กำหนดอัตราแลกเปลี่ยนของตราสารหนี้ให้แปลงเป็นเงินสดได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อสถานะตลาดจริง (real-time bond-to-cash conversion) โดยใช้ข้อมูลผลตอบแทนรายวันของตราสารหนี้ภาครัฐแบบไม่จ่ายคูปอง (Zero-Coupon Bond) อายุ 1 เดือนถึง 10 ปี รวม 4,105 รายการ ครอบคลุมช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2563 โดยมีรายละเอียดกระบวนการและผลการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผลการตรวจสอบจุดที่เปลี่ยนค่าความแปรปรวน

1.1) การกำหนดค่า Penalty เพื่อค้นหาจุดเปลี่ยนแปลงความแปรปรวน

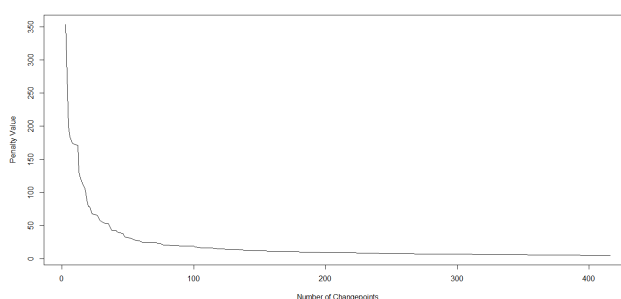
- ใช้คำสั่ง `pen.value.full()` ในซอฟต์แวร์วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินค่า Penalty ที่เหมาะสมในการค้นหาจุดเปลี่ยนแปลง
- ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ค่า Penalty ที่ตำแหน่ง 238 และ 239 แสดงความแตกต่างของความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 12.3)

[1]	5.000000	5.024446	5.064259	5.080639	5.139735	5.144217	5.184113	5.223307	5.253170	5.272673
[11]	5.289940	5.294247	5.314790	5.334898	5.417536	5.454724	5.461267	5.472587	5.496023	5.507363
[21]	5.542615	5.558972	5.585501	5.609403	5.610490	5.677053	5.679646	5.725983	5.873282	5.874163
[31]	5.876700	5.892188	5.915709	5.944090	6.075919	6.163473	6.228336	6.248174	6.252951	6.255329
[41]	6.279804	6.317013	6.321068	6.335345	6.336895	6.361586	6.389109	6.406338	6.453424	6.460895
[51]	6.472579	6.483018	6.530014	6.530746	6.611425	6.625576	6.636985	6.676542	6.687520	6.730904
[61]	6.736785	6.753086	6.784655	6.798884	6.888332	6.890794	6.913748	6.923323	6.928709	6.977241
[71]	7.010377	7.015745	7.018443	7.021259	7.033732	7.056849	7.077457	7.205606	7.250468	7.317726
[81]	7.341794	7.362258	7.387747	7.483237	7.493376	7.495399	7.536865	7.576532	7.882935	7.951179
[91]	7.964774	7.966620	7.975752	7.981770	8.131007	8.140605	8.210832	8.258492	8.267634	8.328277
[101]	8.362430	8.381228	8.490679	8.589566	8.602772	8.670094	8.677692	8.688097	8.718847	8.894013
[111]	8.978919	8.997039	9.018221	9.095214	9.105223	9.113893	9.202880	9.203601	9.271565	9.289187
[121]	9.291982	9.336085	9.429698	9.434492	9.475213	9.494351	9.569036	9.595653	9.643210	9.654852
[131]	9.687359	9.751551	9.895454	10.372889	10.373849	10.428029	10.470617	10.597850	10.599956	10.657177
[141]	10.668317	10.833070	10.872205	11.234193	11.549767	11.638725	12.114715	12.193036	12.341323	12.395189
[151]	12.462117	12.474763	12.620975	12.927494	12.942428	13.574895	13.961631	14.004696	14.156268	14.248468
[161]	14.489133	14.502517	14.623793	14.645551	14.957261	15.048660	15.207538	15.391019	15.473202	16.063520
[171]	16.205002	16.357355	16.562045	16.618745	16.868672	17.652134	17.795206	18.932037	18.953151	19.109581
[181]	19.165299	19.372541	19.382030	19.384661	19.422195	19.891444	19.920493	19.999129	20.213197	20.582485
[191]	20.687735	20.829046	21.565227	22.485083	23.091679	23.849483	24.087156	24.601383	24.947806	24.974334
[201]	25.003478	25.155338	25.521268	27.214456	28.016897	28.621755	29.078946	30.419330	31.708618	31.777709
[211]	32.464939	38.496867	39.067966	40.964880	42.559699	42.690184	43.115471	50.047927	53.149819	53.462787
[221]	54.756305	57.946098	65.760224	66.093463	67.412382	78.428832	79.159469	88.752832	102.395358	107.660663
[231]	111.496613	122.891199	131.216239	170.847473	172.597610	174.316945	183.608223	199.253089	353.684967	

รูปที่ 12.13 ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง `pen.value.full()`

1.2) การวิเคราะห์กราฟความชันเพื่อยืนยันค่า Penalty

- ใช้คำสั่ง `plot(detect.var, diagnostic=TRUE)` เพื่อแสดงกราฟความชันในการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน
- พบว่าช่วงที่ค่าความชันลดลงและแนวโน้มกราฟเริ่มแบนราบอยู่ที่ค่า Penalty มากกว่า 200 จุดขึ้นไป ซึ่งถือเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด (รูปที่ 12.14)



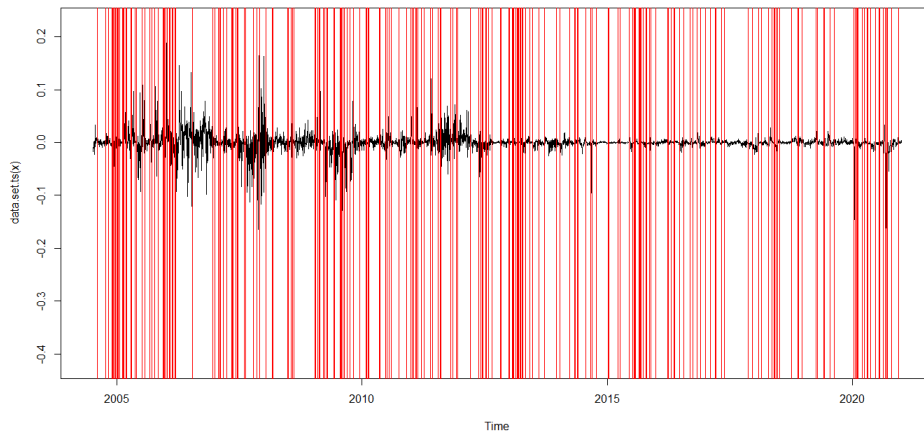
รูปที่ 12.14 ผลลัพธ์ของการใช้ คำสั่ง `plot(detect.var, diagnostic=TRUE)`

1.3) การเลือกค่า Penalty ที่เหมาะสม

- จากการวิเคราะห์ข้างต้น จึงเลือกค่า Penalty ในช่วงที่กราฟเริ่มเส้นตรงและความชันลดลงต่อเนื่อง เพื่อใช้ในการตรวจสอบความแปรปรวน

1.4) ผลการกำหนดจุดเปลี่ยนแปลงความแปรปรวน

- พบว่าจุดเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนของตราสารหนี้แต่ละช่วงอายุต่างกันไปตามคุณลักษณะของข้อมูล (รูปที่ 12.15)



รูปที่ 12.15 ผลลัพธ์จากการกำหนดจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนให้กับข้อมูล

- สรุปผลการตรวจสอบได้ในตารางที่ 12.1 แสดงค่า Penalty และตำแหน่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนของแต่ละช่วงอายุของตราสารหนี้

ตารางที่ 12.1 ค่า penalty สำหรับจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนของตราสารหนี้ที่มีอายุกำหนดไถ่ถอนแตกต่างกัน

อายุกำหนดไถ่ถอนของตราสารหนี้	ค่า penalty	จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความแปรปรวน
1 เดือน	8.30	239
3 เดือน	8.58	235
6 เดือน	7.90	274
1 ปี	7.61	297
2 ปี	12.5	239
3 ปี	10.00	254
4 ปี	9.90	228
5 ปี	8.79	227
6 ปี	8.70	227
7 ปี	8.00	215
8 ปี	7.50	249
9 ปี	8.16	202
10 ปี	7.52	229

ขั้นตอนที่ 2: การวิเคราะห์จุดเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อการกำหนดตัวแบบ

ในการกำหนดตัวแบบเพื่อประเมินราคาตราสารหนี้อย่างแม่นยำ จำเป็นต้องวิเคราะห์จุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนในข้อมูลอย่างรอบคอบ เนื่องจากจุดเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้างของแบบจำลองและความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง

1) ผลกระทบของความแปรปรวนต่อการกำหนดตัวแบบ

- การเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนในชุดข้อมูลส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้สำหรับพยากรณ์อัตราผลตอบแทนและราคาตราสารหนี้
- หากไม่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงนี้ ตัวแบบอาจประเมินค่าผิดพลาดในช่วงเวลาที่ตลาดมีความไม่แน่นอนสูง
- ในกรณีศึกษา การเลือกค่าที่เหมาะสมจากช่วงกราฟที่มีการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญ ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์และส่งเสริมให้ได้ตัวแบบที่มีความแม่นยำสูงขึ้น

2) การใช้พารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ในบริบทปัจจุบัน

- จุดที่เลือกใช้ในกรณีศึกษานี้เป็นช่วงเวลาที่ข้อมูลมีความสอดคล้องกับสภาพตลาดในปัจจุบันมากที่สุด เพื่อสะท้อนความเป็นจริงในการกำหนดราคาตราสารหนี้
- การเลือกช่วงข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางจากงานวิจัยของ Cagatay Dagistan ที่เน้นการใช้จุดเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนในการปรับแบบจำลองเชิงเวลาให้ตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงของตลาด
- แนวคิดดังกล่าวยังได้รับการสนับสนุนจากตำราโดย อัญญา ชันธิวิทย์ (พ.ศ. 2554) ที่เสนอการพิจารณาความเสถียรของพารามิเตอร์เป็นหลักในการสร้างแบบจำลองเชิงปริมาณ

ขั้นตอนที่ 3: สรุปผลการตรวจสอบความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอัตราดอกเบี้ยรายวันมีความสำคัญต่อการกำหนดตัวแบบที่สามารถตอบสนองต่อความผันผวนในตลาดตราสารหนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้

- การเลือกค่า Penalty ที่เหมาะสมช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับจุดเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนในข้อมูล
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาตัวแบบกำหนดราคาตราสารหนี้ที่ตอบสนองต่อภาวะตลาดจริง
- การประยุกต์ใช้ผลการวิเคราะห์นี้ช่วยให้สามารถแปลงตราสารหนี้เป็นเงินสดได้อย่างฉับพลันในภาวะตลาดที่มีความไม่แน่นอน

ขั้นตอนที่ 4: การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

1) ตัวแบบ Vasicek

กรณีที่ 1 (ใช้ชุดข้อมูล $r_1, r_2, \dots, r_{4037}$)

$$a = 0.01310077, \quad b = -0.006323367, \quad \hat{\sigma}_r = 0.00362324$$

กรณีที่ 2 (ใช้ชุดข้อมูล $r_{4022}, r_{4023}, \dots, r_{4037}$)

$$a = -0.08744766, \quad b = -0.002443262, \quad \hat{\sigma}_r = 0.0004306986$$

2) ตัวแบบ Cox-Ingersoll-Ross (CIR)

กรณีที่ 1 (ใช้ชุดข้อมูล $r_1, r_2, \dots, r_{4037}$):

$$a = 0.04052855, \quad b = 0.01615882, \quad \hat{\sigma}_r = 0.02410338$$

กรณีที่ 2 (ใช้ชุดข้อมูล $r_{4022}, r_{4023}, \dots, r_{4037}$)

$$a = 0.029320551, \quad b = 0.025916455, \quad \hat{\sigma}_r = 0.006897393$$

3) ตัวแบบ Hull-White

กรณีที่ 1 (ใช้ชุดข้อมูล $r_1, r_2, \dots, r_{4037}$)

$$a = 0.01310077, \quad b = -0.006323367, \quad \hat{\sigma}_r = 0.00362324$$

กรณีที่ 2 (ใช้ชุดข้อมูล $r_{4022}, r_{4023}, \dots, r_{4037}$)

$$a = -0.08744766, \quad b = -0.002443262, \quad \hat{\sigma}_r = 0.0004306986$$

ตัวอย่างผลลัพธ์จากตัวแบบของ Vasicek

ตารางที่ 12.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ในแต่ละช่วงข้อมูลของตัวแบบ Vasicek

ลำดับ	ชุดข้อมูล	ค่าประมาณพารามิเตอร์		
		a	b	$\hat{\sigma}_r$
1	$r_1, r_2, \dots, r_{251}$	-1.21156400	0.0057410360	0.003968953
2	$r_{252}, r_{253}, \dots, r_{357}$	1.63491500	0.0264998300	0.003984489
3	$r_{358}, r_{359}, \dots, r_{365}$	-0.57123210	-0.0001585364	0.001169712
4	$r_{366}, r_{367}, \dots, r_{432}$	3.06685000	0.0331796200	0.007750271
5	$r_{433}, r_{434}, \dots, r_{536}$	1.96578400	0.0493568000	0.005595790
6	$r_{537}, r_{538}, \dots, r_{801}$	-0.90032250	0.0502641700	0.004555057
7	$r_{802}, r_{803}, \dots, r_{1211}$	1.80301700	0.0278482200	0.006653617
8	$r_{1212}, r_{1213}, \dots, r_{1243}$	4.02468300	0.0091469320	0.004081163
9	$r_{1244}, r_{1245}, \dots, r_{1594}$	7.31591800	0.0110072500	0.002779649
10	$r_{1595}, r_{1596}, \dots, r_{1688}$	0.08372066	0.1203674000	0.001849960
11	$r_{1689}, r_{1690}, \dots, r_{1723}$	-0.16496350	-0.0516864200	0.0033460620
12	$r_{1724}, r_{1725}, \dots, r_{1766}$	-0.60516350	-0.0004783836	0.0033027430
13	$r_{1767}, r_{1768}, \dots, r_{1807}$	-0.41109580	-0.0207185000	0.0038409780

14	$r_{1808}, r_{1809}, \dots, r_{2145}$	1.34434000	0.0326874600	0.0020578370
15	$r_{2146}, r_{2147}, \dots, r_{2288}$	0.11603780	-0.0026689510	0.0010977530
16	$r_{2289}, r_{2290}, \dots, r_{2419}$	0.24479750	0.0198620100	0.0009424067
17	$r_{2420}, r_{2421}, \dots, r_{2731}$	0.98076300	0.0178690400	0.0010638460
18	$r_{2732}, r_{2733}, \dots, r_{3294}$	3.26523400	0.0136832000	0.0012440770
19	$r_{3295}, r_{3296}, \dots, r_{3650}$	0.04645312	0.0215567400	0.0013077360
20	$r_{3651}, r_{3652}, \dots, r_{3882}$	-0.41589090	0.0196356100	0.0020693570
21	$r_{3883}, r_{3884}, \dots, r_{4037}$	1.35716600	-0.0021984930	0.0025559100

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในขั้นตอนนี้อธิบายเป็นรากฐานสำหรับการจำลองเส้นอัตราดอกเบี้ยและประเมิน

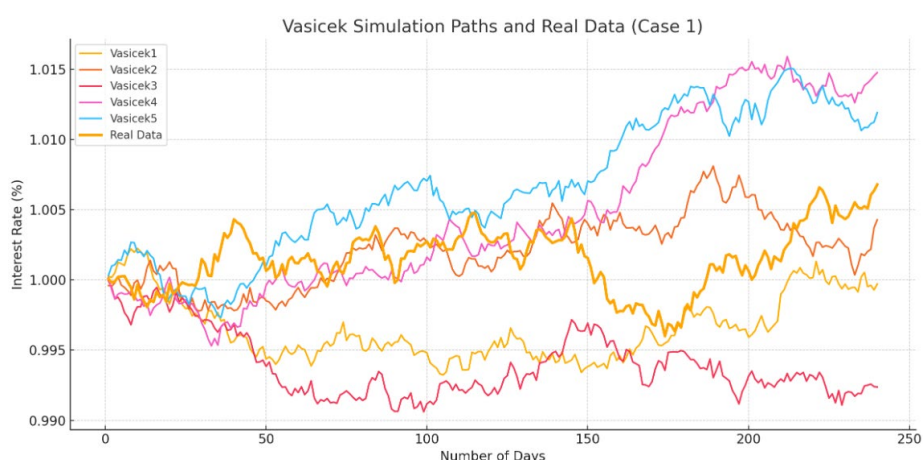
มูลค่าตราสารหนี้อย่างแม่นยำในสถานะตลาดที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนที่ได้จากการจำลองในตัวแบบ Vasicek

เพื่อประเมินความแม่นยำของตัวแบบ Vasicek ในการจำลองอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ การวิเคราะห์นี้แบ่งเป็นสองกรณี โดยพิจารณาข้อมูลในช่วงเวลาต่างกัน และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อมูลจริงในตลาด

กรณีที่ 1 คือการจำลองอัตราผลตอบแทนด้วยแบบจำลอง Vasicek โดยใช้ข้อมูลอัตราผลตอบแทนรายวันจากวันแรก (r_1) ถึงวันที่ 4037 (r_{4037}) ซึ่งครอบคลุมระยะเวลาทั้งหมดของชุดข้อมูลที่มีอยู่ (พ.ศ. 2547–2563) เพื่อศึกษาความแม่นยำของแบบจำลองในการอธิบายโครงสร้างอัตราผลตอบแทนแบบเต็มระยะเวลา

จุดเด่นของกรณีนี้คือการเน้นความสามารถของแบบจำลองในการครอบคลุมแนวโน้มและความผันผวนของอัตราผลตอบแทนในระยะยาว แต่ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเริ่มมีความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลจริงมากขึ้นเมื่อระยะเวลายาวขึ้น โดยเฉพาะในช่วงท้ายของการจำลองที่ค่าที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริงอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 12.16 ผลลัพธ์การจำลองอัตราผลตอบแทนในตัวแบบ Vasicek เปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราผลตอบแทนจริงในกรณีที่ 1

จากรูปที่ 12.16 พบว่าในช่วงแรกๆ หรือจำนวนวันน้อย ๆ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการจำลองมีความใกล้เคียงกับอัตราผลตอบแทนในตลาดแต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะยิ่งออกห่างจากข้อมูลจริงมากยิ่งขึ้นและเป็นการออกห่างในลักษณะที่มีแนวโน้มต่ำกว่าข้อมูลจริง

กรณีที่ 2 คือการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ Vasicek โดยใช้ชุดข้อมูลช่วงปลายของข้อมูลทั้งหมด คือ $\{r_{4022}, r_{4023}, \dots, r_{4037}\}$ ซึ่งเป็นข้อมูลอัตราผลตอบแทนรายวันของตัวเงินคลังอายุ 1 เดือน จำนวน 16 ตัวสุดท้าย จากข้อมูลทั้งหมด 4,037 ตัว ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณ ได้แก่

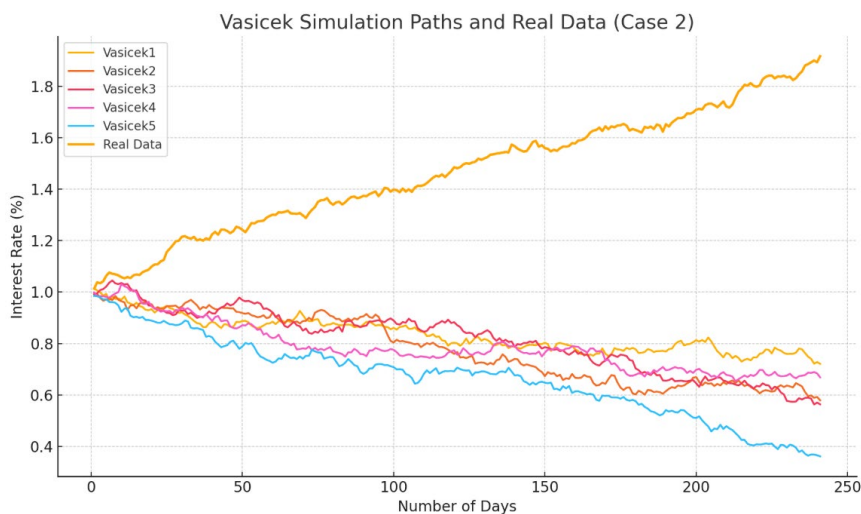
$$a = -0.08744766, \quad b = -0.002443262, \quad \hat{\sigma}_r = 0.0004306986$$

โดยที่ a แทน อัตราการกลับเข้าสู่ค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ย

b แทน ค่าเฉลี่ยระยะยาวของอัตราดอกเบี้ย

$\hat{\sigma}_r$ แทน ความผันผวนของอัตราดอกเบี้ย

การใช้พารามิเตอร์จากข้อมูลช่วงปลายเช่นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนสภาพตลาดในปัจจุบันและเพิ่มความแม่นยำในการจำลองภายใต้บริบทของสภาวะเศรษฐกิจที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 12.17 ผลลัพธ์การจำลองอัตราผลตอบแทนในตัวแบบ Vasicek เปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราผลตอบแทนจริงในกรณีที่ 2

จากรูปที่ 12.17 พบว่าในช่วงแรกๆ หรือจำนวนวันน้อย ๆ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการจำลองมีความใกล้เคียงกับอัตราผลตอบแทนในตลาดแต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะยิ่งออกห่างจากข้อมูลจริงมากยิ่งขึ้นและเป็นการออกห่างในลักษณะที่มีแนวโน้มต่ำกว่าข้อมูลจริงและเกิดการติดลบของอัตราผลตอบแทน ซึ่งในความเป็นจริงอัตราผลตอบแทนไม่มีทางติดลบ และจากข้อมูลที่อยู่ในกรณีศึกษาได้รวบรวมมาก็ไม่พบอัตราผลตอบแทนที่ติดลบ

ขั้นตอนที่ 5: การกำหนดราคาตราสารหนี้

ขั้นตอนในการกำหนดราคาตราสารหนี้ตามแต่ละตัวแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นเพื่อนำราคาที่ได้ออกไปหาเส้นอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ตามแต่ละอายุไถ่ถอน โดยราคาตราสารหนี้ทั้งหมดถูกคิด ณ วันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 และการพิจารณาความคลาดเคลื่อนที่ในกรณีศึกษานี้ยอมรับคือ ทศนิยมตำแหน่งที่ 4 ในที่นี้จะแสดงผลลัพธ์การกำหนดราคาตราสารหนี้ในตัวแบบ Vasicek ในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 เท่านั้น สำหรับตัวแบบอื่นสามารถทำได้ในทำนองเดียวกันจะขอละไว้ให้เป็นแบบฝึกปฏิบัติสำหรับผู้สนใจ

การกำหนดราคาตราสารหนี้ในตัวแบบ Vasicek

ตารางที่ 12.3 ผลลัพธ์การกำหนดราคาโดยใช้ข้อมูลจริงและการกำหนดราคาโดยการจำลองอัตราดอกเบี้ยด้วยวิธีที่แม่นยำโดยใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอน 4 ในกรณีที่ 1

วันครบกำหนด ไถ่ถอน	การกำหนดราคา โดยใช้สูตรทั่วไป	การกำหนดราคา โดยการจำลองอัตรา ดอกเบี้ยด้วยวิธีที่ แม่นยำ	ค่าสัมบูรณ์ผลต่าง	ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
1 เดือน	0.9996324	0.9996365	4.1E-06	(0.9996336, 0.9996395)
3 เดือน	0.9988543	0.9989207	6.64E-05	(0.9989049, 0.9989365)
6 เดือน	0.9975546	0.9978415	0.0002869	(0.9977960, 0.9978870)
1 ปี	0.9950493	0.9957094	0.0006601	(0.9955832, 0.9958357)
2 ปี	0.9904664	0.9916591	0.0011927	(0.9913191, 0.9919991)
3 ปี	0.9826690	0.9877995	0.0051305	(0.9871568, 0.9884422)
4 ปี	0.9715949	0.9835962	0.0120013	(0.9826152, 0.9845773)
5 ปี	0.9586743	0.9805387	0.0218644	(0.9791144, 0.9819631)
6 ปี	0.9447097	0.9771332	0.0324235	(0.9753301, 0.9789362)
7 ปี	0.9287378	0.9741766	0.0454388	(0.9718957, 0.9764574)
8 ปี	0.9106572	0.9716526	0.0609954	(0.9688536, 0.9744517)
9 ปี	0.8951920	0.9666444	0.0714524	(0.9631650, 0.9701237)
10 ปี	0.8769335	0.967524	0.0905905	(0.9638076, 0.9712404)

จากตารางที่ 12.3 พบว่าราคาของตราสารหนี้ที่ไม่มีการจ่ายดอกเบี้ยที่ได้จากการจำลองอัตราดอกเบี้ยด้วยวิธีที่แม่นยำจำนวน 1000 ครั้ง ของตราสารหนี้อายุ 1 เดือน 3 เดือน มีค่าไม่ได้แตกต่างจากราคาจริงที่คิดจากราคาตลาดมากนัก แต่ในช่วงอายุ 6 เดือน ไปจนถึง 10 ปี ราคาเริ่มมีความแตกต่างมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอายุตราสารหนี้ที่มากขึ้นราคาก็ยังแตกต่างจากความเป็นจริงมากขึ้น

ตารางที่ 12.4 ผลลัพธ์การกำหนดราคาโดยใช้ข้อมูลจริงและการกำหนดราคาโดยการจำลองอัตราดอกเบี้ยด้วยวิธีที่แม่นยำโดยใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ในกรณีที่ 2

วันครบกำหนด ไถ่ถอน	การกำหนดราคา โดยใช้สูตรทั่วไป	การกำหนดราคา โดยการจำลองอัตรา ดอกเบี้ยด้วยวิธีที่ แม่นยำ	ค่าสัมบูรณ์ผลต่าง	ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
1 เดือน	0.9996324	0.9996330	6E-07	(0.9996327, 0.9996334)
3 เดือน	0.9988543	0.9988883	3.4E-05	(0.9988865, 0.9988901)
6 เดือน	0.9975546	0.9977386	0.0001840	(0.9977331, 0.9977441)
1 ปี	0.9950493	0.9953245	0.0002752	(0.9953085, 0.9953404)
2 ปี	0.9904664	0.9900365	0.0004299	(0.9899889, 0.9900840)
3 ปี	0.9826690	0.9839483	0.0012793	(0.9838649, 0.9840317)
4 ปี	0.9715949	0.9773882	0.0057933	(0.9772465, 0.9775298)
5 ปี	0.9586743	0.9699493	0.0112750	(0.9697499, 0.9701487)
6 ปี	0.9447097	0.9616447	0.0169350	(0.9613817, 0.9619076)
7 ปี	0.9287378	0.9525582	0.0238204	(0.9522041, 0.9529123)
8 ปี	0.9106572	0.9418658	0.0312086	(0.9414161, 0.9423155)
9 ปี	0.8951920	0.9310846	0.0358926	(0.9305576, 0.9316117)
10 ปี	0.8769335	0.9191722	0.0422387	(0.9185607, 0.9197836)

จากตารางที่ 12.4 พบว่าราคาของตราสารหนี้ที่ไม่มีการจ่ายดอกเบี้ยที่ได้จากการจำลองอัตราดอกเบี้ยด้วยวิธีที่แม่นยำจำนวน 1000 ครั้ง ของตราสารหนี้อายุ 1 เดือน 3 เดือน มีค่าไม่ได้แตกต่างจากราคาจริงที่คิดจากราคาตลาดมากนักแต่ในช่วงอายุ 6 เดือน ไปจนถึง 10 ปี ราคาเริ่มมีความแตกต่างมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะยิ่งอายุตราสารหนี้ที่มากขึ้นราคาก็ยิ่งแตกต่างจากความเป็นจริงมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาตัวเลขแล้วจะพบว่าราคาของตราสารหนี้ที่ได้จากวิธีที่ 2 โดยส่วนใหญ่มีค่าใกล้กับราคาพันธบัตรในตลาดมากกว่า

ขั้นตอนที่ 6: ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ในการประเมินความแม่นยำของตัวแบบกำหนดราคาตราสารหนี้ งานวิจัยนี้ใช้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) เป็นเกณฑ์หลักในการวัดประสิทธิภาพ โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าราคาจริงของตราสารหนี้กับราคาที่ได้จากการจำลองของแต่ละตัวแบบภายใต้ข้อมูลทดสอบ (Unseen Data) ซึ่งมีผลลัพธ์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12.5 ค่า RMSE ในแต่ละตัวแบบจำลองอัตราดอกเบี้ย

ประเภทของตราสารหนี้	ประเภทของตัวแบบจำลองอัตราดอกเบี้ย	ค่า RMSE	
		กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
TB1M	Vasicek	2.30941E-06	2.01528E-06
	CIR	1.61051E-06	1.9859E-06
	Hull-White	1.60505E-06	1.40222E-06
TB3M	Vasicek	4.30466E-05	1.94453E-05
	CIR	2.34443E-05	1.92756E-05
	Hull-White	9.04233E-06	5.1125E-06
TB6M	Vasicek	0.000195267	0.000102849
	CIR	0.000122633	0.000104352
	Hull-White	2.32788E-05	9.70133E-06
TB1Y	Vasicek	0.000512660	0.000131733
	CIR	0.000213441	0.000138929
	Hull-White	5.32175E-05	1.61886E-05
ZCB2Y	Vasicek	0.001836975	0.000783460
	CIR	0.000923507	0.000817519
	Hull-White	0.000236396	0.000140217
ZCB3Y	Vasicek	0.005434602	0.001949944
	CIR	0.002940100	0.002256900
	Hull-White	0.000474132	0.000312154
ZCB4Y	Vasicek	0.012191304	0.005493881
	CIR	0.007529609	0.006295104
	Hull-White	0.000551634	0.000480179
ZCB5Y	Vasicek	0.020995814	0.010320526
	CIR	0.013797453	0.011869457
	Hull-White	0.001045534	0.000743168
ZCB6Y	Vasicek	0.032043987	0.016013214
	CIR	0.021534694	0.018741798
	Hull-White	0.001260885	0.000962595
ZCB7Y	Vasicek	0.044685087	0.022839046
	CIR	0.030960477	0.027233846
	Hull-White	0.001536147	0.001224416
ZCB8Y	Vasicek	0.060824978	0.031016332
	CIR	0.042626969	0.037639392
	Hull-White	0.003299271	0.002680550
ZCB9Y	Vasicek	0.075999663	0.037676502
	CIR	0.053257557	0.047036301
	Hull-White	0.002688173	0.001879333
ZCB10Y	Vasicek	0.092017012	0.044133732
	CIR	0.007673414	0.057202510
	Hull-White	0.002732361	0.002241598

ผลการเปรียบเทียบชี้ให้เห็นว่า

- ตัวแบบ **Hull-White** มีค่า RMSE ต่ำสุดในหลายช่วงอายุของตราสารหนี้ สะท้อนถึงความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอัตราดอกเบี้ยได้ดี
- ตัวแบบ **CIR** เหมาะสมกับช่วงอัตราดอกเบี้ยที่ไม่เป็นลบและตอบสนองต่อระดับความผันผวนในตลาด
- ตัวแบบ **Vasicek** มีข้อดีในด้านโครงสร้างโมเดลที่ง่ายต่อการคำนวณ แต่ความแม่นยำโดยรวมต่ำกว่าตัวแบบอื่น

โดยสรุป ตัวแบบ Hull-White แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการประมาณราคาตราสารหนี้ในตลาดรองของไทย และเหมาะสมสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในกระบวนการแปลงตราสารหนี้เป็นเงินสดแบบฉับพลันในสถานการณ์ตลาดที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

12.11.4 ผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้

ผลการวิเคราะห์จากกรณีศึกษา "การเปลี่ยนกลับตราสารหนี้เป็นเงินสดในตลาดการเงินไทย" โดย **Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024)** สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารสภาพคล่องของตลาดตราสารหนี้ได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีข้อเสนอแนะทางการประยุกต์ใช้งานดังนี้

1) การพัฒนาดัชนีวัดสภาพคล่องตลาดรองแบบเรียลไทม์

ผลการคำนวณราคาตราสารหนี้จากแบบจำลอง Hull-White ซึ่งแสดงค่า RMSE ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับราคาจริง ชี้ให้เห็นว่าข้อมูลจากแบบจำลองสามารถใช้เป็นฐานในการประเมินระดับความเบี่ยงเบนของราคาตราสารหนี้จากราคาตลาดได้แบบทันสถานการณ์ ดัชนีดังกล่าวจะช่วยให้นักลงทุน ผู้จัดการพอร์ต และผู้กำกับดูแล สามารถประเมินระดับสภาพคล่องในแต่ละช่วงเวลาได้แม่นยำยิ่งขึ้น

2) การใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินความเสี่ยงด้านสภาพคล่อง

แบบจำลองที่สามารถจับพฤติกรรมอัตราดอกเบี้ยและราคาตราสารหนี้ได้อย่างแม่นยำ เช่น Hull-White และ CIR สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์การเคลื่อนไหวของราคาตราสารหนี้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในภาวะปกติและภาวะวิกฤต ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารความเสี่ยงด้านสภาพคล่องของสถาบันการเงินและนักลงทุนสถาบันได้ดีขึ้น

3) การกำหนดราคาย้อนกลับเพื่อการซื้อขายอย่างเป็นธรรม (Fair Value Pricing)

ข้อมูลจากแบบจำลองที่ผ่านการเทียบเคียงกับราคาตลาดจริงอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถใช้กำหนดราคาย้อนกลับ (Reverse Pricing) เพื่อประเมินมูลค่าที่เหมาะสมของตราสารหนี้ในกรณีที่ตลาดขาดสภาพคล่องหรือมีการเบี่ยงเบนราคาชั่วคราว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อบริษัทจัดการกองทุนและนักลงทุนที่ต้องทำ NAV รายวัน

4) การวางแผนนโยบายกำกับดูแลและพัฒนาตลาดทุน

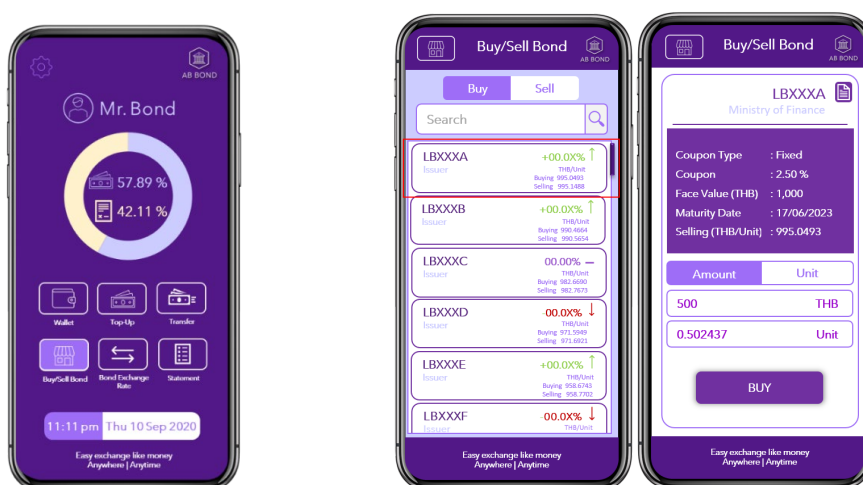
ข้อมูลจากงานวิจัยสามารถนำไปใช้พื้นฐานในการวางนโยบายกำกับดูแล เช่น การกำหนดเกณฑ์การรายงานราคาตลาดรอง หรือการจัดประเภทตราสารหนี้ตามระดับสภาพคล่อง พร้อมทั้งใช้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานตลาดรอง เช่น ระบบจัดการสภาพคล่องกลาง (Liquidity Pool) หรือระบบซื้อขายอัตโนมัติ

สรุปภาพรวม

แบบจำลอง Hull-White แสดงศักยภาพในการเป็นเครื่องมือหลักสำหรับการจำลองราคาตราสารหนี้ในตลาดรองของไทย ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาระบบประเมินสภาพคล่องและบริหารความเสี่ยงได้ทั้งในระดับกลยุทธ์และระดับปฏิบัติการ สอดคล้องกับเป้าหมายของการส่งเสริมเสถียรภาพและประสิทธิภาพของตลาดทุนในภาพรวม

12.11.5 การประยุกต์ผลลัพธ์กรณีศึกษาสร้างแอปพลิเคชันต้นแบบซื้อขายแบบอัตโนมัติตลอดเวลา

หัวข้อนี้นำเสนอเพื่อต่อยอดจากผลการวิเคราะห์ในกรณีศึกษาในสร้างแอปพลิเคชันต้นแบบโดยใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง Hull-White ซึ่งมีความแม่นยำสูงในการประมาณราคาตราสารหนี้ มาใช้ในการกำหนดราคาซื้อขายแบบอัตโนมัติ ช่วยให้สามารถแปลงตราสารหนี้เป็นเงินสดได้แบบทันที แม้นอกเวลาทำการของตลาด



รูปที่ 12.18 หน้าธุรกรรมทั้งหมดของแอปพลิเคชันและฟังก์ชัน Buy/Sell Bond ของแอปพลิเคชัน

ตัวอย่างแอปพลิเคชันนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถ เปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสดได้ตลอดเวลา แม้ในช่วงที่ตลาดซื้อขายตราสารหนี้ปิดทำการ โดยการทำงานของแพลตฟอร์มเปรียบเสมือนระบบแลกเปลี่ยนเงินตรา แต่ในกรณีนี้คือ แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนเงินสดกับตราสารหนี้

1) หน้าธุรกรรมทั้งหมด

รวมฟังก์ชันสำคัญ เช่น การซื้อขายตราสารหนี้ (Buy/Sell Bond), การจัดการเงินสดและพอร์ตการ

ลงทุน (Wallet), และ การตรวจสอบธุรกรรม (Statement) ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าถึงทุกฟังก์ชันได้สะดวกในทีเดียว

2) ฟังก์ชัน Buy/Sell Bond

- แสดงรายการตราสารหนี้ที่พร้อมแลกเปลี่ยน พร้อมข้อมูลราคาล่าสุดและการเปลี่ยนแปลงราคา
- ผู้ใช้งานสามารถกำหนดจำนวนซื้อหรือขายได้โดยไม่มีขั้นต่ำ พร้อมแปลงตราสารหนี้เป็นเงินสดทันที

3) จุดเด่นของแพลตฟอร์ม

- ความต่อเนื่องของธุรกรรม: รองรับการแลกเปลี่ยนได้ตลอดเวลา แม้ตลาดจะปิดทำการ
- ความโปร่งใสและเรียลไทม์: แสดงข้อมูลราคาซื้อขายแบบอัปเดต พร้อมรายละเอียดตราสารหนี้ครบถ้วน
- ใช้งานง่าย: ฟังก์ชันต่าง ๆ ออกแบบให้เหมาะสำหรับนักลงทุนทุกระดับ โดยเน้นความสะดวกและรวดเร็ว

12.11.6 ตัวอย่างการคำนวณกำไร (ขาดทุน) ของตัวแบบเชิงธุรกิจ

ตัวแบบเชิงธุรกิจที่นำตัวแบบการกำหนดราคาตราสารหนี้ในกรณีศึกษานี้มาใช้ ในกรณีศึกษานี้จะขอยกตัวอย่างการคำนวณกำไร (ขาดทุน) ที่ได้จากการซื้อขายตราสารหนี้ผ่านแอปพลิเคชันนี้

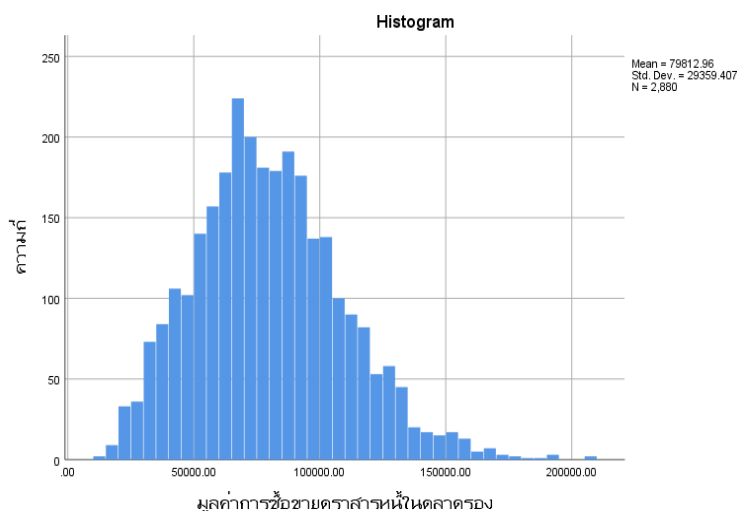
1) ตัวอย่างการคำนวณรายได้ในส่วนของการค่าธรรมเนียมการซื้อขาย

ข้อมูลมูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรองในวันที่เปิดทำการ ในกรณีศึกษานี้ได้นำข้อมูลมาจากเว็บไซต์ของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เพื่อนำมาหาค่ากลางของข้อมูลแล้วนำมาใช้คำนวณรายได้ในส่วนของการค่าธรรมเนียมการซื้อขายต่อไป

ตารางที่ 12.6 ค่ามัธยฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่งของข้อมูลมูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรอง ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ.2552 – 21 ตุลาคม พ.ศ.2563

สถิติเชิงพรรณนา	ค่าสถิติ (Statistic)	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error)
ค่ามัธยฐาน (Median)	77,761.0302	-
ค่าความเบ้ (Skewness)	0.4643	0.0456
ค่าความโด่ง (Kurtosis)	0.3131	0.0912

จากตารางที่ 12.6 พบว่ามูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรอง ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ.2552 ถึง 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 มีค่ามัธยฐาน (Median) เท่ากับ 77,761.0302 ล้านบาท ข้อมูลมีความเบ้ขวา เนื่องจากมีค่าความเบ้มากกว่า 0 และข้อมูลไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากค่าความโด่งไม่เท่ากับ 3



รูปที่ 12.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรองกับความถี่ ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ.2552 – 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563

จากรูปที่ 12.19 พบว่ากราฟไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ แต่มีลักษณะเบ้ขวา จึงไม่สามารถหาค่ากลางของข้อมูลโดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ได้เนื่องจากพบข้อมูลที่ค่าแตกต่างไปจากปกติ (Outlier) หลายค่าเกิดขึ้นในช่วงที่สภาวะตลาดไม่ปกติ เช่น วิกฤตทางการเงินเมื่อกปี พ.ศ.2553, วิกฤตน้ำท่วมปี พ.ศ.2554, วิกฤตการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ปี พ.ศ. 2563 เป็นต้น

ตารางที่ 12.7 ค่าสถิติทดสอบ คอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov) และสถิติทดสอบชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) ของข้อมูลมูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรอง ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ.2552 – 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563

สถิติทดสอบ	ค่าสถิติ	ค่าองศาอิสระ	ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ
คอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov)	0.0333	2880	0.0000
ชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk)	0.9867	2880	0.0000

จากตารางที่ 12.7 พบว่าสถิติทดสอบ คอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov) มีค่าเท่ากับ 0.0333 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.0000 และสถิติทดสอบ ชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) มีค่าเท่ากับ 0.9867 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.0000 จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรอง ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ.2552 – 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ คณะในกรณีศึกษาจึงเลือกใช้วิธีหาค่ามัธยฐาน (Median) แทนวิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean)

ในสภาวะตลาดปกติ มูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดอยู่ที่ 77,761.0302 ล้านบาท ต่อวัน โดยทางในกรณีศึกษาได้กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการซื้อขายตราสารหนี้ เท่ากับ 0.01% ซึ่งที่ค่าธรรมเนียมมีอัตราที่ต่ำกว่าอัตราค่าธรรมเนียมในตลาด เนื่องมาจากต้นทุนที่ถูกลงและจำนวนธุรกรรมที่ทำได้น้อยครั้งขึ้น

และ หากลองคิดรายได้ค่าธรรมเนียมจากมูลค่าการซื้อขายในรูปแบบเดิมที่มีอยู่ตอนนี้ แต่ใช้อัตราค่าธรรมเนียม 0.01% จะคิดเป็นรายได้ได้เท่ากับ 7,776,103.02 บาท ต่อวัน

ตารางที่ 12.8 มูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรองของปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2563

ปี พ.ศ.	ต่ำสุด (min)	มัธยฐาน (med)	สูงสุด (max)
2552	19,052.70	57,042.00	129,654.09
2553	11,272.46	67,229.47	145,181.02
2554	14,251.22	71,827.82	157,951.35
2555	28,074.76	74,985.38	165,087.07
2556	30,475.30	79,879.66	208,722.59
2557	31,851.70	74,252.32	130,563.56
2558	42,350.79	76,183.66	159,736.12
2559	39,359.53	88,695.74	165,715.55
2560	34,766.19	87,498.23	174,393.81
2561	24,725.31	77,078.10	190,431.01
2562	26,614.46	85,404.94	206,348.00
2563	23,243.91	86,631.31	192,327.81

จากตารางที่ 12.8 พบว่ามูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดรองต่ำสุด (min) อยู่ในปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่า 11,272.46 ล้านบาท และมีค่าสูงสุด (max) ในปี พ.ศ. 2556 มีมูลค่า 208,722.59 ล้านบาท สำหรับค่ามัธยฐาน (Median) มีมูลค่าต่ำสุดอยู่ในปี พ.ศ. 2552 มีมูลค่า 57,042.00 ล้านบาท และสูงสุดในปี พ.ศ. 2559 มีมูลค่า 88,695.74 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าการซื้อขายของตราสารหนี้ขึ้นอยู่กับภาวะเศรษฐกิจ เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ย และมูลค่าตราสารหนี้จะเคลื่อนไหวในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราดอกเบี้ย เมื่ออัตราดอกเบี้ยในตลาดลดลงต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยหน้าตัว นักลงทุนส่วนใหญ่จึงขายตราสารหนี้ที่ถืออยู่ในมือเพื่อทำกำไร

2) การคำนวณกำไร (ขาดทุน) ที่ได้จากการซื้อขายตราสารหนี้ผ่านแอปพลิเคชัน

2.1) รายการรายได้และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่นำมาใช้คำนวณกำไร (ขาดทุน)

2.1.1) ต้นทุนแรกเริ่ม (จ่ายครั้งเดียว) เช่น ค่าจัดทำโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) ค่าสร้างเว็บไซต์ให้รองรับทุกอุปกรณ์ (Responsive Design) ที่สามารถซื้อขายสินค้าออนไลน์ได้ (e-Commerce) ค่าสร้าง Enterprise Java Application สำหรับการใช้งานในองค์กร เป็นต้น

2.1.2) ค่าใช้จ่าย

- ต้นทุนคงที่ เช่น ค่าเช่าสำนักงาน ค่าเงินเดือนพนักงาน ค่าบริการอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

- ต้นทุนผันแปร เช่น มูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในตลาดแรก/ตลาดรอง เพื่อนำมาขายในระบบ มูลค่าการซื้อขายตราสารหนี้ในระบบ ค่าน้ำและค่าไฟฟ้า ค่าอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น

2.1.3) รายได้

- มูลค่าการขายตราสารหนี้ในระบบ
- มูลค่าขายตราสารหนี้จากในระบบกลับเข้าไปในตลาดรอง
- ค่าธรรมเนียมการซื้อขายตราสารหนี้ในระบบ

2.2) ตัวแบบการคิดกำไรขาดทุน

$$P/L = (A + F + SSM) - (FC + VC + PM + SM + B) \quad (12.37)$$

โดยที่ P/L แทน กำไรขาดทุนจากการซื้อขายตราสารหนี้ในระบบ ณ เดือนหนึ่ง

A แทน รายได้จากการขายตราสารหนี้ในระบบ

F แทน ค่าธรรมเนียมการซื้อขาย

SSM แทน มูลค่าตราสารหนี้ที่ขายกลับไปในตลาดรอง

FC แทน ต้นทุนคงที่ เช่น ค่าเช่าสำนักงาน ค่าเงินเดือนพนักงาน ค่าบริการอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

VC แทน ต้นทุนผันแปร เช่น ค่าน้ำและค่าไฟฟ้า ค่าอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น

PM แทน มูลค่าตราสารหนี้ในตลาดแรกที่ซื้อเพื่อนำมาขายในระบบ

SM แทน มูลค่าตราสารหนี้ในตลาดรองที่ซื้อเพื่อนำมาขายในระบบ

B แทน ค่าตราสารหนี้ที่ซื้อในระบบ

2.3) รายได้จากการขายตราสารหนี้ในระบบหาได้จาก

$$A_i = \sum_{m=1}^n a_m u_m \quad (12.38)$$

และ $A = \sum_{i=1}^k A_i \quad (12.39)$

โดยที่ A_i แทน รายได้จากการขายตราสารหนี้ในระบบ ณ วันที่ i

a_m แทน ราคาเสนอขายตราสารหนี้ชนิดที่ m ในระบบ ณ วันที่ i

u_m แทน จำนวนหน่วยการขายตราสารหนี้ชนิดที่ m ในระบบ ณ วันที่ i

n แทน จำนวนชนิดของตราสารหนี้ทั้งหมดที่มีการขาย ณ วันที่ i

k แทน จำนวนวันทั้งหมด

2.4) ค่าใช้จ่ายจากการซื้อตราสารหนี้ที่ซื้อในระบบหาได้จาก

$$B_i = \sum_{m=1}^n b_m v_m \quad (12.40)$$

$$\text{และ} \quad B = \sum_{i=1}^k B_i \quad (12.41)$$

โดยที่	B_i	ค่าใช้จ่ายจากการขายตราสารหนี้ในระบบ ณ วันที่ i
	b_m	แทน ราคาซื้อคืนตราสารหนี้ชนิดที่ m ในระบบ ณ วันที่ i
	v_m	แทน จำนวนหน่วยการซื้อคืนตราสารหนี้ชนิดที่ m ในระบบ ณ วันที่ i
	n	แทน จำนวนชนิดของตราสารหนี้ทั้งหมดที่มีการซื้อคืน ณ วันที่ i
	k	แทน จำนวนวันทั้งหมด

2.5) ค่าธรรมเนียมการซื้อขายตราสารหนี้ในระบบ ซึ่งคิดค่าธรรมเนียมเท่ากับ 0.01% ต่อหนึ่งธุรกรรมการซื้อขาย จะหาได้จาก

$$F = 0.0001 \sum_{i=1}^k (A_i + B_i) \quad (12.42)$$

โดยที่	F	แทน ค่าธรรมเนียมการซื้อขายตราสารหนี้ในระบบต่อเดือน
	A_i	แทน รายได้จากการขายตราสารหนี้ในระบบ ณ วันที่ i
	B_i	แทน ค่าใช้จ่ายจากการขายตราสารหนี้ในระบบ ณ วันที่ i

แอปพลิเคชันนี้สะท้อนการประยุกต์ใช้งานวิจัยของ **Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ. 2024)** ซึ่งใช้แบบจำลอง Hull-White ในการประเมินมูลค่าย้อนกลับ (Reverse Pricing) ของตราสารหนี้ แม้ในช่วงที่ตลาดไม่มีการซื้อขาย เช่น ช่วงกลางคืนหรือวันหยุดราชการ การพัฒนาแอปพลิเคชันนี้จึงถือเป็นการบูรณาการองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์การเงินกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเสริมสร้างสภาพคล่อง เพิ่มการเข้าถึง และยกระดับประสิทธิภาพตลาดตราสารหนี้ไทยในระยะยาว

บทสรุปท้ายบทที่ 12

ในบทที่ 12 กล่าวเน้นเรื่องการบริหารสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้ ได้สรุปองค์ความรู้สำคัญเกี่ยวกับโครงสร้าง ตลาด และกลไกที่เกี่ยวข้องกับการบริหารสภาพคล่องของตราสารหนี้ในประเทศไทย โดยครอบคลุมตั้งแต่แนวคิดเบื้องต้น มาตราวัดสภาพคล่อง เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ไปจนถึงการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาเครื่องมือบริหารสภาพคล่องอย่างมีประสิทธิภาพ

ตลาดตราสารหนี้ไทยมีบทบาทสำคัญในการระดมทุนและรักษาเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจ การเติบโตของมูลค่าตลาดสะท้อนถึงความต้องการของภาคเอกชนและภาครัฐในการใช้ตราสารหนี้เป็นช่องทางในการจัดสรรเงินทุน อย่างไรก็ตาม ตลาดยังเผชิญข้อจำกัดด้านสภาพคล่อง โดยเฉพาะการซื้อขายในตลาดรองที่ยังขาดความโปร่งใสและความรวดเร็วในการเปลี่ยนตราสารหนี้เป็นเงินสด

ในบทนี้ ได้นำเสนอเครื่องมือในการประเมินสภาพคล่องอย่างเป็นระบบ เช่น Bid-Ask Spread, Amihud Ratio, CDS-Bond Basis รวมถึงการประยุกต์ใช้ออนุพันธ์ทางการเงินเพื่อสะท้อนความผันผวนของสภาพคล่องอย่างแม่นยำ พร้อมกันนี้ยังได้อธิบายทฤษฎีและแบบจำลองอัตราดอกเบี้ยที่สำคัญ ได้แก่ Vasicek,

CIR และ Hull-White ซึ่งสามารถใช้ในการกำหนดราคา และจำลองพฤติกรรมของตราสารหนี้ในสถานะต่าง ๆ ได้อย่างยืดหยุ่นและสอดคล้องกับโครงสร้างของอัตราผลตอบแทน (Yield Curve)

กรณีศึกษาที่นำเสนอในบทนี้ เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยซึ่งศึกษาโดย **Witayakiattilerd และคณะ (ค.ศ.2024)** ได้ใช้ข้อมูลตลาดตราสารหนี้จริงของประเทศไทย เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการกำหนดราคาตราสารหนี้ โดยเฉพาะในช่วงที่มีความผันผวนสูง ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า แบบจำลอง Hull-White มีความแม่นยำสูงสุด (RMSE ต่ำ) และสามารถนำไปใช้ในการบริหารสภาพคล่อง การกำหนดราคาย้อนกลับ (Fair Value) และการเตือนภัยล่วงหน้าในช่วงวิกฤตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การนำเสนอในบทนี้ไม่ได้เพียงให้ความรู้เชิงทฤษฎี แต่ยังเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติจริง ผ่านแนวทางการพัฒนาระบบแลกเปลี่ยนแบบเรียลไทม์ การวิเคราะห์จุดเปลี่ยนแปลงของสภาพคล่อง และการสร้างดัชนีวัดสภาพคล่องที่สะท้อนสถานการณ์ตลาดอย่างทันเวลา ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเสริมสร้างความยั่งยืนของตลาดตราสารหนี้ไทยในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] Acharya, V. V., & Pedersen, L. H. (2005). Asset pricing with liquidity risk. *Journal of Financial Economics*, 77(2), 375–410. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2004.06.007>
- [2] Amihud, Y., & Mendelson, H. (1986). Asset pricing and the bid-ask spread. *Journal of Financial Economics*, 17(2), 223–249. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(86\)90065-6](https://doi.org/10.1016/0304-405X(86)90065-6)
- [3] Andersen, T. G., Benzoni, L., & Lund, J. (2004). Stochastic volatility, mean drift, and bond pricing. *Review of Economic Dynamics*, 7(1), 61–93.
- [4] Bangia, A., Diebold, F. X., Kronimus, A., Schagen, C., & Schuermann, T. (1999). Modeling liquidity risk, with implications for traditional market risk measurement and management. *Working Paper*, Wharton Financial Institutions Center.
- [5] Brunnermeier, M. K., & Pedersen, L. H. (2009). Market liquidity and funding liquidity. *Review of Financial Studies*, 22(6), 2201–2238. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhn098>
- [6] Cox, J. C., Ingersoll, J. E., & Ross, S. A. (1985). A theory of the term structure of interest rates. *Econometrica*, 53(2), 385–407.
- [7] Duffie, D., & Singleton, K. J. (2003). *Credit risk: Pricing, measurement, and management*. Princeton University Press.
- [8] Fabozzi, F. J. (Ed.). (2021). *Bond markets, analysis and strategies* (10th ed.). Pearson Education.

- [9] Filipović, D. (2009). *Term-structure models: A graduate course*. Springer.
- [10] Hull, J. C. (2022). *Options, futures, and other derivatives* (11th ed.). Pearson Education.
- [11] Khanthavit, A. (2015). The components of bid-ask spread in Thailand's government bond market. *Chulalongkorn Business Review*, 37(4), 58–75.
- [12] Longstaff, F. A., Mithal, S., & Neis, E. (2005). Corporate yield spreads: Default risk or liquidity? New evidence from the credit default swap market. *The Journal of Finance*, 60(5), 2213–2253.
- [13] Vasicek, O. (1977). An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 177–188.
- [14] Witayakiattilerd, W., Phothong, K., Sudtinont, K., & Bundasak, P. (2024). Instant exchange analytics: A compelling mathematical model for real-time debt instrument and cash conversion rates. *Thailand Statistician*, 22(2), 390–406.
- [15] อัญญา ชันธวิทย์. (2006). การทดสอบทางสถิติของตัวแบบจำลองเพื่อพรรณนาโครงสร้างของอัตราดอกเบี้ยในตลาดตราสารหนี้ไทย: รายงานวิจัย (No. 273014). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 12

1) บริษัท A มีตราสารหนี้ที่ออกและซื้อขายในตลาดรอง โดยมีข้อมูลการซื้อขายในช่วง 5 วันทำการล่าสุดดังนี้

วัน	ปริมาณการซื้อขาย (ล้านบาท)	ราคาเสนอซื้อ (Bid)	ราคาเสนอขาย (Ask)
1	120	98.25	99.00
2	90	98.10	98.95
3	140	98.30	98.90
4	110	98.50	99.10
5	130	98.40	99.05

คำถาม

1.1) จงคำนวณ Bid-Ask Spread เฉลี่ย ทั้งในรูปมูลค่าคงที่ (บาท) และเป็นเปอร์เซ็นต์ของราคากลาง (Mid Price)

1.2) จงคำนวณ Turnover Ratio โดยใช้มูลค่ารวมของตราสารหนี้ที่ออกไว้ทั้งสิ้น 2,000 ล้านบาท

1.3) วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ว่าตลาดของตราสารหนี้ดังกล่าวมีความสภาพคล่องสูงหรือต่ำ พร้อมให้เหตุผล

2) ในช่วงวิกฤตการเงิน ตลาดตราสารหนี้แห่งหนึ่งมีค่า Bid-Ask Spread เฉลี่ยเพิ่มจาก 0.30% เป็น 1.20% ในระยะเวลา 1 เดือน และมูลค่าการซื้อขายรายวันลดลงจาก 500 ล้านบาทเหลือเพียง 200 ล้านบาท

คำถาม

2.1) จงวิเคราะห์ผลกระทบต่อสภาพคล่องในตลาดโดยอิงจากตัวชี้วัดข้างต้น

2.2) หากตลาดมีตราสารหนี้ทั้งหมด 50 รายการ และมีเพียง 10 รายการที่มีการซื้อขายต่อเนื่องในช่วงดังกล่าว ให้คำนวณ Market Breadth Ratio

2.3) จากสถานการณ์ข้างต้น จงอธิบายว่าทำไมสภาพคล่องในตลาดตราสารหนี้จึงอาจมีความสำคัญในเชิงระบบ (systemic importance) ต่อเสถียรภาพของระบบการเงินโดยรวม

3) ในช่วงเวลา 10 วันทำการ มีข้อมูลเกี่ยวกับราคาเสนอซื้อและราคาเสนอขายของพันธบัตรรัฐบาลชุดหนึ่งดังนี้