

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของราคาน้ำมันดิบและทองคำ

ในสถานะตลาดขาขึ้น-ลง

Analyze the Correlation of return rate of gold and crude oil price in Bullish and Bearish Market Situations

ศุภชัย มุกดาสนิท^{*1} สมบัติ สิงหาราช² พชรพร อากรสกุล³ ธนพล รัตนสมัครการ⁴ และกรนิกา ปาละสอน⁵

Supachai Mukdasanit^{*1} Sombat Singharat² Pacharaporn Arkornsakul³ Thanaphon

Rattanasamakkan⁴ and Kornika Palasorn⁵

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบ ทั้งในสถานะตลาดขาขึ้นและตลาดขาลง เพื่อทำการเปรียบเทียบแตกต่างของค่าความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบในสถานะที่แตกต่างกัน โดยในการศึกษานี้จะใช้แบบจำลอง Markov Switching Kink model ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ราคาน้ำมันดิบ (Crude Oil) และราคาทองคำแท่งที่ซื้อขายในตลาดโลก ตั้งแต่ 01/01/2010 - 28/02/2022 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าอัตราผลตอบแทนของน้ำมันดิบในช่วงเวลาดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในสถานะตลาดขาขึ้น โดยความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของน้ำมันดิบและทองคำในสถานะตลาดขาขึ้นจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันไม่ว่าทองคำจะมีอัตราผลตอบแทนเท่าไรก็ตาม ในขณะที่สถานะตลาดขาลงความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามเมื่ออัตราผลตอบแทนของทองคำมีค่าน้อยกว่า 0.0051 และจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันเมื่ออัตราผลตอบแทนของทองคำมีค่ามากกว่า 0.0051

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ น้ำมันดิบ อัตราผลตอบแทนทองคำ ตลาดขาขึ้น

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the relationship between the gold return rate and crude oil price. in an bullish market and a bearish market to compare a different of the correlation of the gold return rate and crude oil price in different situations. In this research, the Markov Switching Kink model

*Corresponding author. Email: Supachai_muk@cmru.ac.th

¹คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

³คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

⁴คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

⁵คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

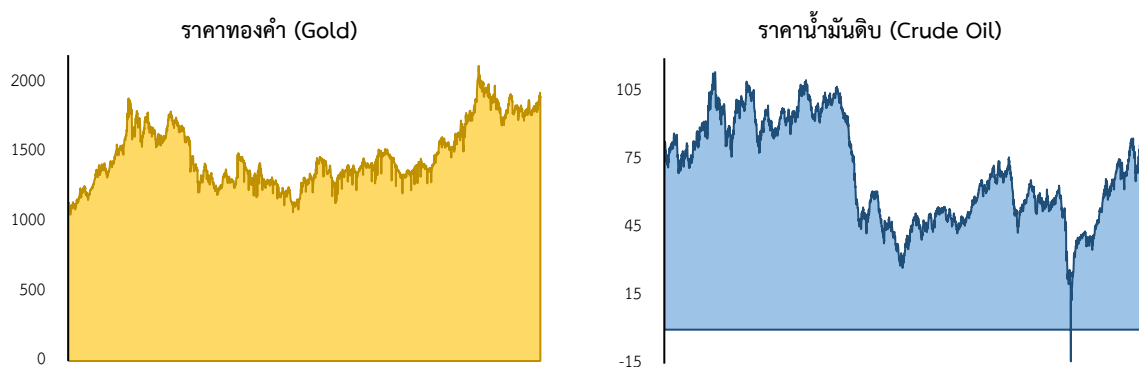
was applied, crude oil price and the gold price in the world market from 01/01/2010 – 28/02/2022 was used. The result shown that, the return of crude oil during that period was mostly in an bullish market condition. The correlation between the return rate of crude oil and the return rate of gold in an bullish market is correlated in the same direction, no matter what the return rate of gold was. In bearish market conditions, the correlation between the return rate of gold and crude oil price is inversely correlated when the return rate of gold is less than 0.0051 and in the same direction when the return rate of gold is greater than 0.0051.

Keywords: Correlation analysis, Crude oil, Return rate of gold, Bullish market

ที่มาและความสำคัญ

ทองคำ (Gold) นับว่าเป็นโลหะที่มีค่าที่ทุกคนยอมรับกันโดยทั่วไป มีความสวยงามและมีคุณค่าในตัวเองสามารถที่จะเปลี่ยนเป็นเงินสดได้ทุกเวลา อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นหลักทรัพย์ในการค้าประกันความเสี่ยงได้ความต้องการของทองคำนอกจากจะอยู่ในรูปแบบของสินค้าแล้ว อีกหนึ่งรูปแบบที่ได้ความนิยมอย่างมากคือการลงทุน โดยทองคำได้กลายเป็นหนึ่งในสินทรัพย์ที่มีการลงทุนมากที่สุดในโลก โดยทองคำถูกจัดอยู่ในกลุ่มสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity) ในหมวดของโลหะมีค่า (Precious metal) โดยนอกจากทองคำแล้วสินค้าโภคภัณฑ์อีกหนึ่งตัวที่มีความต้องการทั้งในรูปแบบของสินค้า และการลงทุนคือ น้ำมันดิบ (Crude Oil) โดยน้ำมันดิบจัดอยู่ในหมวดของพลังงาน ซึ่งในปัจจุบันทั้งทองคำและน้ำมันดิบเป็นสินทรัพย์ในกลุ่มของสินค้าโภคภัณฑ์ที่มีนักลงทุนนิยมเข้ามาลงทุนมากที่สุดทั้งในตลาดซื้อ-ขายแบบ Spot และตลาด Future นอกจากนี้ทั้งน้ำมันดิบและทองคำยังถือเป็นหนึ่งในดัชนีชี้วัดที่สำคัญทางเศรษฐกิจ

จากภาพที่ 1 เป็นราคาของทองคำและน้ำมันดิบในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความผันผวนค่อนข้างสูงเนื่องจากมีปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกเข้ามากระทบทั้งในเรื่องของอัตราดอกเบี้ย อัตราแลกเปลี่ยนอุปสงค์/อุปทาน และวิกฤตเศรษฐกิจ เป็นต้น ดังนั้นในการคาดการณ์การเคลื่อนไหวของราคาจึงมีความจำเป็นต้องทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับราคาของสินทรัพย์ดังกล่าวจึงจะสามารถคาดการณ์การเคลื่อนที่ของราคาได้อย่างแม่นยำ โดยในปัจจุบันมีแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์หรือศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอยู่อย่างมากมาย



ภาพที่ 1 ราคาของทองคำและน้ำมันดิบในช่วง 10 ปี (ปี 01/01/2010 – 28/02/2022)

ที่มา: Investing, 2022

ในปี 2000 Chauvet and Potter, 2000 ได้สร้างแบบจำลองความผันผวนของตลาดหลักทรัพย์จากข้อมูลรายเดือน โดยการสร้างตัวชี้วัดที่ไม่เป็นเชิงเส้นโดยใช้ Markov switching ที่เสนอโดย Hamilton (1988, 1989) พบว่า ต้องมีการกำหนดขอบเขตในการบ่งบอกภาวะที่ตลาดหลักทรัพย์มีลักษณะขาขึ้น (Bull Market) และภาวะที่เศรษฐกิจมีลักษณะขาลง (Bear Market) เพื่อบ่งชี้ภาวะของตลาด Markov switching ถูกใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการประมาณไม่เชิงเส้นอย่างแพร่หลายเช่น Lorne N. Switzer และ Alan Picard (2016) ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ของวัฏจักรเศรษฐกิจกับสภาพคล่องของตลาดหลักทรัพย์ในประเทศอเมริการ่วมกับ STAR (smooth-transition autoregressive models) Dufrénot and Keddad, 2014 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวัฏจักรเศรษฐกิจกับกลุ่มประเทศ ASEAN-5 และ Sriboonchitta and Yamaka, 2016 ศึกษาผลกระทบของอัตราการว่างงานของพลเรือนสหรัฐต่อดัชนีอุตสาหกรรมการผลิตโดยประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง Threshold Regression model

การเปลี่ยนแปลงของภาวะเศรษฐกิจไม่ได้มีเพียงขาขึ้นหรือขาลงเท่านั้น แต่ยังมีความชันที่แตกต่างกันภายใต้ภาวะขาขึ้นหรือขาลงดังกล่าวอีกด้วย ซึ่งเป็นไปตามกฎการลดน้อยถอยลงของผลผลิต (Law of Diminishing Return) ในขณะที่ Markov Switching Model บอกได้เพียงภาวะขาขึ้นและขาลงเท่านั้น ดังนั้น Markov Switching Two regime Model จึงไม่เพียงพอที่จะคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภายในของภาวะของวัฏจักรของตลาดหลักทรัพย์ได้ ในปี 2012 Regression Kink model ได้ถูกเผยแพร่โดย Card et al. (2012) เพื่อแก้ปัญหาความไม่ต่อเนื่องของความชัน ต่อมา Hansen (2017) ได้ศึกษาการประมาณและการอนุมานใน Regression Kink with unknown threshold model ในแบบจำลอง Threshold หรือเรียกว่า “Kink point” ที่จะแสดงถึงจุดที่ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในความชันหรือการเปลี่ยนแปลงของความชัน ดังนั้น จะเป็นตัวที่แบ่งลักษณะการเคลื่อนไหวภายในของแต่ละภาวะที่ได้จาก Markov Switching Two regime Model ได้ Hansen (2017) ใช้เพื่อศึกษาการเติบโตของหนี้สินจากปัญหาของ Reinhart and Rogoff (2010) ซึ่งการประมาณการสอดคล้องกับสมมติฐานของ Reinhart-Rogoff เกี่ยวกับการชะลอตัวของการเจริญเติบโตเมื่อระดับหนี้สินสูงเกินเกณฑ์ ในปี 2017 โดยเมื่อพิจารณาภาวะขาขึ้นหากสามารถตรวจพบจุด “kink point” บ่งชี้ว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะคือ ภาวะขาขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้นและภาวะขาลงในอัตราที่ลดลง และเมื่อพิจารณาภาวะขาลง หากสามารถตรวจพบจุด “kink point” จะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะ คือ ภาวะขาลงในอัตราที่เพิ่มขึ้น และภาวะขาลงในอัตราที่ลดลง

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของราคาทองคำและราคาน้ำมันดิบ ทั้งในสภาวะตลาดขาขึ้นและตลาดขาลง เพื่อทำการเปรียบเทียบว่าในสภาวะตลาดที่ต่างกันความสัมพันธ์ของราคาทองคำและราคาน้ำมันดิบจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร โดยในการศึกษาครั้งนี้จะประยุกต์ใช้แบบจำลอง Markov Switching Kink model

การทดสอบยูนิตรูท (Unit root test)

การทดสอบยูนิตรูทเป็นการทดสอบความนิ่ง (Stationary) ของข้อมูล ข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งจะมีคุณสมบัติทั้งหมด 3 ข้อคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ความแปรปรวน (Variances) และความแปรปรวนร่วม (Covariances) ของข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ต้องมีค่าคงที่ ซึ่งโดยปกติแล้วข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) ดังนั้นหากใช้วิธีการประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares : OLS) กับข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่งอาจก่อให้เกิดการถดถอยปลอม (Spurious Regression) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำข้อมูลอนุกรมเวลา มาทดสอบความนิ่งก่อนที่นำจะใช้ ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยวิธี DF Test (Dickey – Fuller Test) และการทดสอบ ADF Test (Augmented Dickey – Fuller Test) ที่ถูกเสนอโดย Dickey and Fuller (1979) โดยกำหนดแบบจำลองที่ใช้พิจารณา ดังนี้

$$X_t = \rho X_{t-1} + e_t$$

โดยที่ X_t, X_{t-1} คือ ตัวแปร ณ เวลาที่ t และ $t-1$

e_t คือ แนวโน้มเชิงสุ่ม (Random Error)

ρ คือ สัมประสิทธิ์อัตโนมัติสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Coefficient)

จาก $X_t = \rho X_{t-1} + e_t$

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + e_t$$

โดยที่ $\theta = \rho - 1 ; -1 < \theta < 0$

θ คือ พารามิเตอร์

พิจารณารูปแบบสมการถดถอยเพื่อใช้สำหรับการทดสอบยูนิตรูทที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบของการทดสอบ ADF Test ดังนี้

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta X_{t-i} + e_t$$

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta X_{t-i} + e_t$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta X_{t-i} + e_t$$

โดยที่ X_t, X_{t-1} คือ ตัวแปร ณ เวลาที่ t และ $t-1$

$\alpha, \beta, \theta, \phi$ คือ ค่าพารามิเตอร์

t คือ เวลาแสดงถึงค่าแนวโน้ม

e_t คือ แนวโน้มเชิงสุ่ม (Random Error)

โดยแบบจำลองเป็นรูปแบบการทดสอบที่เรียกว่า ADF Test ถูกพัฒนามาแก้ปัญหา Autocorrelation เนื่องจากตัวแปรอนุกรมเวลาทุกตัวไม่สามารถแสดงให้อยู่ในรูปกระบวนการถดถอยในตัวเองอันดับที่ 1 หรือ $\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + e_t$ ได้ จึงต้องขยายแบบจำลองออกเป็นแบบจำลองถดถอยในตัวเองอันดับสูงขึ้นเป็น กระบวนการถดถอยในตัวเองอันดับที่ p

แบบจำลองการถดถอยแบบสลับเปลี่ยนมาร์คอฟ (Markov Switching Regression model)

Hamilton (1989) ได้เสนอแบบจำลองการถดถอยแบบสลับเปลี่ยนมาร์คอฟขึ้น โดยมีแนวคิดที่ว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจการเงินมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หากตัวแปรที่เกิดขึ้นจากการแจกแจงรูปแบบหนึ่ง ณ เวลาถัดมามีโอกาสสูงที่จะเกิดตัวแปรที่มีการแจกแจงเดียวกันขึ้น เช่น เมื่อผลตอบแทน ณ เวลาที่มีค่าเป็นบวก อัตราผลตอบแทนในช่วงเวลาที่ย่อมมีแนวโน้มที่จะมีค่าเป็นบวกด้วย ถ้าผลตอบแทน ณ เวลาที่มีค่าเป็นลบ อัตราผลตอบแทนในช่วงเวลาถัดมามีแนวโน้มที่จะมีค่าเป็นลบตามไปด้วยเช่นกัน

พิจารณา Gaussian Regime Switching regression model

$$y_t = \beta_{0,s_t} + \beta_{1,s_t} X_t + \varepsilon_{t,s_t}$$

โดยที่ $\varepsilon_{t,s_t} = i.i.d. N(0, \sigma_{s_t}^2)$

ε_{t,s_t} คือความแปรปรวน ณ เวลาที่ t

y_t คือเวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ของตัวแปรภายใน (dependent variable) ที่สามารถสังเกต ณ เวลาที่ t

X_t คือเวกเตอร์ขนาด $(k \times 1)$ ของตัวแปรภายนอก (independent variable) ที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลาที่ t

$s_t = i$ คือตัวแปรสถานะ (state variable) ซึ่ง $i = 1, 2, 3, \dots, k$

β_0, β_1 คือค่าพารามิเตอร์

ตัวแปรสถานะเป็นตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตได้และมีสมมติฐานภายใต้แนวคิดของ Markov Chain ซึ่งสามารถพยากรณ์ความน่าจะเป็นของการคงอยู่ในสถานะเดิม $s_t = i$ และการเปลี่ยนแปลงไปสู่สถานะใหม่ $s_t = j$ โดยมีความน่าจะเป็นดังนี้

$$\Pr(S_t = j | S_{t-1} = i) = p_{ij}, \sum_{j=1}^k p_{ij} = 1,$$

โดยที่ p_{ij} คือความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนสถานะ ณ วันที่ t เป็น $S_t = j$ ภายใต้เงื่อนไขที่สถานะ ณ วันที่ $t-1$ เป็น $S_{t-1} = i$ สมการ (9) สันนิษฐานว่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงในสถานะจะขึ้นอยู่กับสถานะก่อนหน้านั้น โดยสามารถประมาณความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนหรือคงอยู่ในสถานะเดิมของสถานะ S_t ได้ ดังนั้นสำหรับ k สถานะ เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลง Q ที่สอดคล้องกับ Markov Chain สามารถเขียนได้ดังนี้

p_{ij} ($i, j = 1, 2$) แสดงถึงความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนจากภาวะโดยที่ $p_{i2} + p_{i1} = 1$ ดังนั้นสำหรับ 2 สถานะ เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลง Q ที่สอดคล้องกับ Markov Chain สามารถเขียนได้ดังนี้

$$Q = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix}$$

แบบจำลองการถดถอยแบบคิงค์และตัวแปรเกณฑ์ที่ไม่ทราบค่า (Regression Kink with Unknown Threshold model)

ในปี 2012 แบบจำลองการถดถอยแบบคิงค์ (Regression kink model) ได้ถูกเผยแพร่โดย Card (2012) เพื่อแก้ไขความไม่ต่อเนื่องของการถดถอย ต่อมา Hansen (2017) ได้ศึกษาการประมาณและการอนุมานในแบบจำลองการถดถอยแบบคิงค์และตัวแปรเกณฑ์ที่ไม่ทราบค่า (regression kink with unknown threshold model) โดยมีรูปแบบดังนี้

$$y_t = \beta_1(x_t - \gamma)_- + \beta_2(x_t - \gamma)_+ + \beta_3'z_t + e_t \quad \text{สำหรับ } t = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

สมการที่ 1 คือสมการการถดถอยที่ขึ้นอยู่กับตัวแปร x_t และ เวกเตอร์ z_t โดยมี γ เป็นจุดที่ทำให้การถดถอยเปลี่ยนแปลงความชัน

โดยที่
$$e_t = N(0, \sigma^2)$$

e_t คือ ความแปรปรวน

y_t, x_t คือ ตัวแปรที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลา t

z_t คือ เวกเตอร์ขนาด $(l \times 1)$ ที่รวมค่าจุดตัดแกน (intercept) ที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลา t

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ และ γ คือ ค่าพารามิเตอร์

ให้ $\beta = (\beta_1, \beta_2, \beta_3)$ จะได้ว่าจำนวนพารามิเตอร์ $k = 3 + l$ ดังนั้น $\beta \in R^{k-1}$

$$(x_t - \gamma)_- = \min[(x_t - \gamma), 0]$$

$$(x_t - \gamma)_+ = \max[(x_t - \gamma), 0]$$

ดังนั้นความชันที่พิจารณาสำหรับตัวแปร $x_t = \begin{cases} \beta_1; & x_t < \gamma \\ \beta_2; & x_t > \gamma \end{cases}$ และ γ คือ “จุดเกณฑ์” หรือเรียกว่า

“kink point” สมมติให้ $\gamma \in \Gamma$ โดยที่ Γ เป็นเซตมีขนาดเล็ก (compact and strictly) (Hansen, 2017)

จากสมการที่ (1) เป็นฟังก์ชันการถดถอยที่ต่อเนื่องในตัวแปร x และ z ต่อเนื่องในทุกๆตัวแปรแต่มีความชันไม่ต่อเนื่องที่จุดเกณฑ์ $x = \gamma$ และระบุงการถดถอยอยู่ในรูปของเชิงเส้นแต่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของพาราเมตริกซีใด ๆ ได้

ถ้าสมการที่ (1) ถูกตีความว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่มีเงื่อนไขแล้วค่าประมาณตามธรรมชาติของพารามิเตอร์ คือ ตัวประมาณค่ากำลังน้อยที่สุด ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการกำหนดแบบจำลองจะกำหนดให้

$$x_t(\gamma) = \begin{pmatrix} (x_t - \gamma)_- \\ (x_t - \gamma)_+ \\ z_t \end{pmatrix} \quad (2)$$

ดังนั้นสมการสามารถเขียนได้เป็น $y_t = \beta'x_t(\gamma) + e_t$ เกณฑ์กำลังน้อยที่สุดคือ

$$s_n(\beta, \gamma) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \beta'x_t(\gamma))^2 \quad (3)$$

การประมาณกำลังสองน้อยที่สุด (β, γ) คือ ค่า (β, γ) ที่ทำให้ $s_n(\beta, \gamma)$ มีค่าต่ำสุด

$$(\beta, \gamma) = \arg \min_{\beta \in R^{k-1}, \gamma \in \Gamma} s_n(\beta, \gamma) \quad (3)$$

โดยที่ argument of the minimum : $\arg \min$ หมายถึงค่าของอาร์กิวเมนต์ (ตัวแปรต้น) ที่ให้กับนิพจน์ (Expression) แล้วทำให้เกิดค่าต่ำสุดบนโดเมนที่พิจารณา

ฟังก์ชันเกณฑ์ $s_n(\beta, \gamma)$ คือสมการกำลังสองใน β แต่เป็น non-convex ใน γ สามารถเขียนได้เป็น

$$\begin{aligned} \gamma &= \arg \min_{\gamma \in \Gamma} \min_{\beta \in R^{k-1}} s_n(\beta, \gamma) \\ &= \arg \min_{\gamma \in \Gamma} s_n^*(\gamma) \end{aligned} \quad (4)$$

ที่ $\beta(\gamma)$ คือค่าสัมประสิทธิ์กำลังสองน้อยที่สุดจากการถดถอยของ y_i บนตัวแปร $x_i(\gamma)$ สำหรับค่าคงที่ γ และ

$$s_n^*(\gamma) = s_n(\beta(\gamma), \gamma) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \beta(\gamma)'x_i(\gamma))^2 \quad (5)$$

คือฟังก์ชัน ความเข้มข้นของผลรวมของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (concentrated sum-of-squared errors) คำตอบของสมการที่ (3) สามารถหาได้โดยวิธีค้นหาแบบกริด (grid search) หลังจากที γ ถูกพบ

ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ β จะสามารถหาได้จากผลต่างกำลังสองน้อยที่สุดมาตรฐานของ y_i บนตัวแปร $x_i(\gamma)$ เราสามารถเขียนฟังก์ชันการถดถอย (fitted regression function) ดังนี้

$$y_i = \beta'x_i(\gamma) + e_i \quad (6)$$

ในสมการที่ (6) e_i คือ กำลังสองน้อยที่สุดของส่วนที่เหลือ การประมาณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน $\sigma^2 = Ee_i^2$ คือ

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2 = s_n^*(\gamma) \quad (7)$$

แบบจำลองการถดถอยแบบสลับเปลี่ยนมาร์คอฟและคิงค์ (Markov Switching-Kink Regression model: MSKink)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาในแต่ละภาวะมีรูปแบบที่แตกต่างกันทั้งในภาวะขาขึ้นและภาวะขาลงในการศึกษานี้จะนำเสนอแบบจำลองการถดถอยแบบสลับเปลี่ยนมาร์คอฟสวิตซิ่งและคิงค์ (MSKink) เพื่อจับภาพของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละภาวะและการในข้อมูลอนุกรมเวลา ในแบบจำลอง MSKink พารามิเตอร์ที่ประมาณได้ทั้งหมดจะแตกต่างกันในแต่ละภาวะ ยกเว้นพารามิเตอร์ kink (pastpipatkul, 2016) โดยมีรูปแบบของแบบจำลองดังนี้

$$y_t = \beta_{1,s_t}(x_t - \gamma)_- + \beta_{2,s_t}(x_t - \gamma)_+ + \beta'_{3,s_t} z_t + e_{t,s_t} \quad (8)$$

โดยที่ $e_{t,s_t} = N(0, \sigma_{s_t}^2)$

- y_t คือ ตัวแปรตามที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลา t
- x_t คือ ตัวแปรต้นที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลา t
- z_t คือ เวกเตอร์ขนาด $(l \times 1)$ ที่รวมค่าคงที่และสามารถสังเกตได้ ณ เวลา t
- $\beta_{1,s_t}, \beta_{2,s_t}, \beta'_{3,s_t}$ คือ พารามิเตอร์ที่ขึ้นอยู่กับภาวะต่างๆ ที่ $S_t = i$ เป็นตัวแปรภาวะ
- γ คือ ตัวแปรเกณฑ์ที่ไม่ทราบค่าหรือ “kink point”
- S_t คือ ตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตได้ขึ้นอยู่กับกระบวนการมาร์คอฟในลำดับแรกที่มีเมทริกซ์ของความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงภาวะดังนี้

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} = (1 - P_{11}) \\ P_{21} = (1 - P_{22}) & P_{22} \end{bmatrix} \quad (9)$$

โดยที่ $P_{11} + P_{12} = P_{21} + P_{22} = 1$

เพื่อแยกฟังก์ชันที่ไม่ใช่เชิงเส้นออกเป็นสองสถานะตัวกรองแฮมิลตันถูกนำไปใช้เพื่อประเมินการกระจายตัวของตัวแปรสถานะที่ไม่ต่อเนื่อง $\Pr(S_t = j | \Gamma_t)$ โดยที่ข้อมูลทั้งหมดรวมถึงพารามิเตอร์ ณ เวลาที่ t คือ Γ_t ดังนั้นกระบวนการตัวกรองของแฮมิลตันจึงประกอบด้วยสองขั้นตอนแบบเรียกซ้ำ

ขั้นตอนแรกคือการคาดการณ์ซึ่งกำหนด $\Pr(S_t = j | \Gamma_{t-1}) = Q \cdot \Pr(S_{t-1} = j | \Gamma_{t-1})$

ขั้นตอนที่สองคือการอัปเดตซึ่งกำหนด $\Pr(S_t = j) = h \cdot (\Pr(S_{t-1} = j | \Gamma_{t-1}))$

ฟังก์ชัน log likelihood ของ MSKink แสดงในสมการด้านล่าง

$$L = (y_t | X_t, \Gamma_{t-1}) = \sum_1^T f(y_t | S_t = j, X_t, \Gamma_{t-1}) (S_t = j | \Gamma_{t-1})$$

$$= \sum_1^T \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{S_{t=1}}^2}} \times \left[-\frac{(e_{t,S_{t=1}})^2}{2(\sigma_{S_{t=1}}^2)} \right] (S_t = 1 | \Gamma_{t-1}) \right) +$$

$$\sum_1^T \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{S_{t=2}}^2}} \times \left[-\frac{(e_{t,S_{t=2}})^2}{2(\sigma_{S_{t=2}}^2)} \right] (S_t = 2 | \Gamma_{t-1}) \right) \quad (10)$$

โดยที่

$$e_{t,S_{t=1}} = y_t - \beta_{1,S_{t=1}}(x_t - \gamma)_- + \beta_{2,S_{t=1}}(x_t - \gamma)_+ + \beta'_{3,S_{t=1}} z_t \quad (11)$$

$$e_{t,S_{t=2}} = y_t - \beta_{1,S_{t=2}}(x_t - \gamma)_- + \beta_{2,S_{t=2}}(x_t - \gamma)_+ + \beta'_{3,S_{t=2}} z_t \quad (12)$$

โดยที่ $\Pr(S_t = 1 | \Gamma_t)$ และ $\Pr(S_t = 2 | \Gamma_t)$ มาจากอัลกอริทึมตัวกรองแฮมิลตัน

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำและราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก เริ่มจากการทดสอบความนิ่งของข้อมูล ด้วยวิธี Augmented Dickey Fuller เนื่องจากข้อมูลที่ใช้จะต้องมีลักษณะนิ่ง โดยข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งจะถูกนำไปใช้ในการประมาณค่าในแบบจำลอง MS Model เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำและราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก โดยการวิเคราะห์จะแบ่งความสัมพันธ์เป็น 2 สถานะของแบบจำลอง การถดถอยแบบสลับเปลี่ยนมาร์คอฟ (Markov Switching Regression model) ได้แก่ สถานะขาขึ้น และขาลง ของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก พิจารณาจากค่า Smoothed Probability ตามวิธีการ ของ Artis, Krolzig and Toro (2004) โดยหาก $\Pr(s_t = 1|Y_T) > 0.5$ ค่าสังเกตนั้นจะถูกจัดอยู่ในสถานะขาขึ้น และถ้าหาก ค่าสังเกตนั้นจะถูกจัดอยู่ในสถานะขาลง และ 2 สถานะของแบบจำลองการถดถอยแบบคิงค์ (Regression kink with unknown threshold model) ที่เกิดขึ้นในสถานะขาขึ้นและขาลงของแบบจำลอง Markov Switching พิจารณาจากจุด kink เป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะดังกล่าว โดยรูปแบบทั่วไปของแบบจำลอง MS-KINK ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นดังนี้

$$Oil_t = \alpha_{s_t} + \beta_{1,s_t} (Gold_{1,t} - \gamma)_- + \beta_{2,s_t} (Gold_{1,t} - \gamma)_+ + e_{t,s_t}$$

โดยที่ e_{t,s_t} คือ ความแปรปรวน และ $e_{t,s_t} = N(0, \sigma_{s_t}^2)$ และ $t = 1, 2, 3, \dots, n$

β_{i,s_t} คือ ค่าพารามิเตอร์ในแต่ละสถานะสำหรับ $i = 1, 2, 3$

γ คือ ค่าพารามิเตอร์

Oil_t คือ ตัวแปรภายใน (dependent variable) ที่สามารถสังเกต ณ เวลาที่ t

$Gold_{i,t}$ คือ ตัวแปรภายนอก (independent variable) ที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลาที่ t
สำหรับ $i = 1, 2, 3$

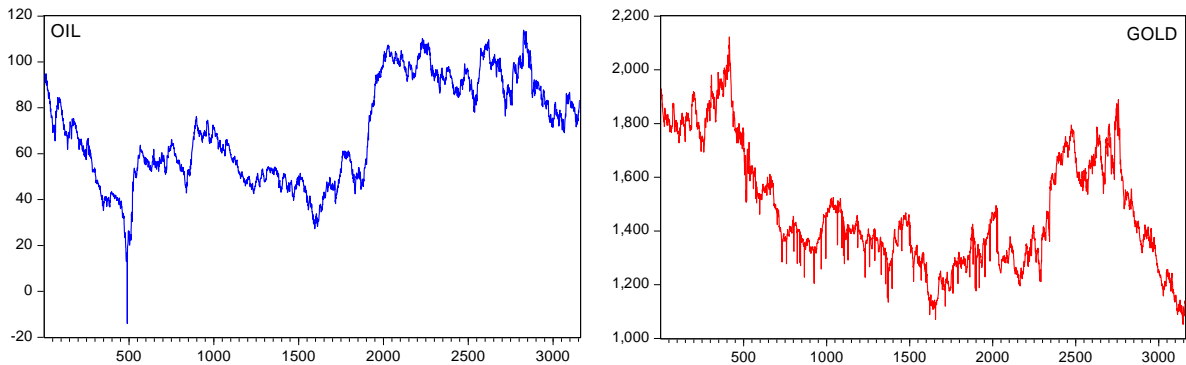
α_{s_t} คือ จุดตัดแกน (intercept) ที่สามารถสังเกตได้ ณ เวลาที่ t

$s_t = j$ คือ ตัวแปรสถานะ (state variable) ซึ่ง $j = 1, 2$

ผลการศึกษา

ข้อมูล และคำสถิติของข้อมูล (Data and Descriptive statistic)

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วยราคาน้ำมันดิบ WTI (Crude oil) และราคาทองคำ (Gold) ในตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้า (Future markets) ซึ่งในการศึกษาจะใช้ข้อมูลความถี่รายวัน ระยะเวลา 10 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2010 – 28 กุมภาพันธ์ 2022 จำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 3,161 ข้อมูล



ภาพที่ 2 ราคาน้ำมันดิบ WTI (Crude oil) และราคาทองคำ (Gold)

ที่มา: Investing, 2022

ในส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Derivative) ค่าความเบ้ของข้อมูล (Skewness) และค่าความโด่งของข้อมูล (Kurtosis) รวมไปถึงการทดสอบการรูปร่างการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ Jarque-Bera test

ตารางที่ 1

ค่าสถิติของข้อมูล (Descriptive statistic)

ตัวแปร (Variable)	ทองคำ (Gold)	น้ำมันดิบ (Crude Oil)
ค่าเฉลี่ย (Mean)	1,476.65	69.300
ค่ากลาง (Median)	1,410.60	66.320
ค่าสูงสุด (Maximum)	2,122.70	113.890
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1,052.20	-14.000
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Dev.)	219.30	22.190
ค่าความเบ้ (Skewness)	0.536	0.079
ค่าความโด่ง (Kurtosis)	2.341	1.911
Jarque-Bera	208.488***	159.482***

ที่มา: จากการคำนวณ, 2022

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงราคาน้ำมันดิบมีราคาเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 69.30 มีค่าสูงสุด (Maximum) เท่ากับ 113.89 มีค่าต่ำสุด (Minimum) เท่ากับ -14 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Dev.) เท่ากับ 22.19 มีค่าความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0.07 มีค่าความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 1.91 และจากการทดสอบการแจกแจงของข้อมูล พบว่า ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal) ในส่วนของราคาทองคำ พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 1,476.65 มีค่าสูงสุด (Maximum) เท่ากับ 2,122.70 มีค่าต่ำสุด (Minimum) เท่ากับ 1,052.30 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Dev.) เท่ากับ 219.30 มีค่าความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0.53 มีค่าความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 2.34 และจากการทดสอบการแจกแจงของข้อมูล พบว่า ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal)

การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Unit Root test)

ในการทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) ครั้งนี้ใช้วิธีการทดสอบของ Augmented Dickey-Fuller (ADF test) และการทดสอบของ Phillips-Perron (PP test)

ตารางที่ 2

การทดสอบ Unit root test

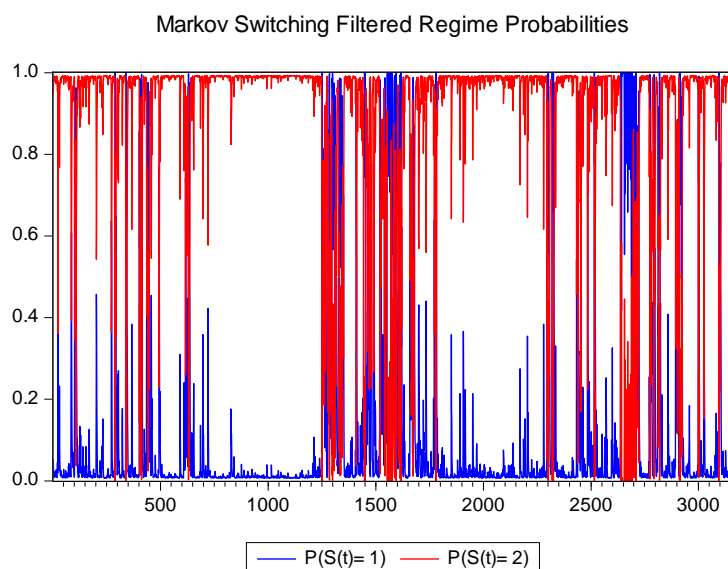
ตัวแปร (Variable)	ทองคำ (Gold)		น้ำมันดิบ (Crude Oil)	
	Level	1 st Difference	Level	1 st Difference
Augmented Dickey-Fuller (ADF test)				
None	-1.2442	-36.606***	-63.964	-19.968***
Intercept	-2.0784	-36.617***	-63.955	-19.977***
Trend & Intercept	-2.2192	-36.612***	-63.956	-19.994***
Phillips-Perron (PP test)				
None	-0.7718	-2.5233***	-63.800	-75.793***
Intercept	-1.9368	-2.2864***	-63.791	-76.156***
Trend & Intercept	-3.0344	-2.5233***	-63.801	-76.141***

ที่มา: จากการคำนวณ, 2022

จากตารางที่ 2 แสดงถึงผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการทดสอบ 2 วิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF test) และการทดสอบของ Phillips-Perron (PP test) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ที่ ณ ระดับ level หรือข้อมูลดิบราคาน้ำมันดิบ และราคาทองคำมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) แต่ที่ระดับ 1st difference ราคาของน้ำมันดิบ และทองคำมีลักษณะนิ่ง (Stationary) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลในรูปแบบของผลตอบแทน (Log return)

การประมาณค่าแบบจำลอง (Estimation)

ในส่วนแรกเป็นการอธิบายถึงความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบในตลาดโลก จากภาพที่ 3 พิจารณาจากค่าความน่าจะเป็นแบบ Filtered Probability ของอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลกช่วงปี 01/01/2010 – 28/02/2022 โดยค่า Filtered Probabilities แสดงถึงความน่าจะเป็นที่อัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลกอยู่ในภาวะขาขึ้น ดังนั้นถ้าค่า Filtered Probabilities เท่ากับ 0.5 – 1 หมายถึงอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลกมีความน่าจะเป็นที่จะอยู่ในภาวะขาขึ้น (Regime 2) และหากค่า Filtered Probabilities เท่ากับ 0 – 0.49 หมายถึงอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลก มีความน่าจะเป็นที่จะอยู่ในภาวะขาลง (Regime 1) เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 3 พบว่าอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลกมีแนวโน้มอยู่ในภาวะขาขึ้นเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 3 ค่าความน่าจะเป็นแบบ Filtered Probability

ที่มา: จากการคำนวณ, 2022

ในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึง ความน่าจะเป็นในการคงอยู่หรือเปลี่ยนแปลงภาวะของอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลกโดยแบ่งภาวะ (Regime) จากค่า sigma ในตารางที่ 3 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าโอกาสในการคงอยู่ในภาวะขาขึ้น (Regime 2) เท่ากับร้อยละ 0.298939 โอกาสในการคงอยู่ในภาวะขาลง (Regime 1) เท่ากับร้อยละ 0.995 โอกาสในการเปลี่ยนจากช่วงภาวะขาขึ้น (Regime 2) ไปยังภาวะขาลง (Regime 1) เท่ากับร้อยละ 0.701 และโอกาสในการเปลี่ยนจากช่วงภาวะขาลง (Regime 1) เป็นภาวะขาขึ้น (Regime 2) เท่ากับร้อยละ 0.004

ตารางที่ 3

ความน่าจะเป็นในการคงอยู่และเปลี่ยนแปลงภาวะของอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลก

Regime	1	2
1	0.995341	0.004659
2	0.701061	0.298939

ที่มา: จากการคำนวณ, 2565

ในส่วนที่สองเป็นการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบในตลาดโลก จากตารางที่ 4 แสดงถึงผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าในช่วงภาวะขาขึ้น (Regime 2) มีค่า Kink point เท่ากับ -0.1199 ที่เป็นตัวแปรเกณฑ์ในการแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบ ออกเป็น 2 ความสัมพันธ์ หมายถึงหากอัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกมีค่าน้อยกว่า Kink point อัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลก และมีขนาดเท่ากับ 12.8440 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% และหากอัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกมีค่ามากกว่า Kink point อัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลก และมีขนาดเท่ากับ 0.2241 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 90%

ในช่วงภาวะขาลง (Regime 1) มีค่า Kink point เท่ากับ 0.0051 ที่เป็นตัวแปรเกณฑ์ในการแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบ ออกเป็น 2 ความสัมพันธ์ หมายถึงหากอัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกมีค่าน้อยกว่า Kink point อัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลก และมีขนาดเท่ากับ -0.7145 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% และหากอัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกมีค่ามากกว่า Kink point อัตราผลตอบแทนของทองคำในตลาดโลกจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอัตราผลตอบแทนของน้ำมันในตลาดโลก และมีขนาดเท่ากับ 0.0178 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4

ผลการประมาณค่าแบบจำลอง MSKink Model

ตัวแปร	ภาวะขาขึ้น Regime 2	ภาวะขาลง Regime 1
ค่าคงที่	0.0031***	0.0047***
Gold < Kink Point	12.8440***	-0.7145***
Kink Point	-0.1199**	0.0051*
Gold > Kink Point	0.2241*	0.0178**
Sigma	4.2092***	1.932***

ที่มา: จากการคำนวณ, 2022

สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบ ทั้งในสภาวะตลาดขาขึ้นและตลาดขาลง เพื่อทำการเปรียบเทียบแตกต่างของค่าความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบในสภาวะที่แตกต่างกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้จะประยุกต์ใช้แบบจำลอง Markov Switching Kink model ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ราคา น้ำมันดิบ (Crude Oil) และราคาทองคำแท่งที่ซื้อขายในตลาดโลก ตั้งแต่ 01/01/2010 – 28/02/2022 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า อัตราผลตอบแทนของน้ำมันดิบในช่วงเวลาดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในสภาวะตลาดขาขึ้น โดยความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของน้ำมันดิบและทองคำในสภาวะตลาดขาขึ้นจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันไม่ว่าทองคำจะมีอัตราผลตอบแทนเท่าไรก็ตาม ในขณะที่สภาวะตลาดขาลง ความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนของทองคำและน้ำมันดิบจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามเมื่ออัตราผลตอบแทนของทองคำมีค่าน้อยกว่า 0.0051 และจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันเมื่ออัตราผลตอบแทนของทองคำมีค่ามากกว่า 0.0051

ผลการศึกษา นี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ต้องการลงทุนในสินทรัพย์ต่างๆ โดยเฉพาะทองคำ ซึ่งเป็นสินทรัพย์ที่ปลอดภัยและให้ผลตอบแทนที่สูงสวนทางกับภาวะเศรษฐกิจขาลง แต่อย่างไรก็ตามหน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเผยแพร่และให้ข้อมูลด้านภาวะเศรษฐกิจอย่างถูกต้อง ครบถ้วน เพื่อให้ผู้ลงทุนใช้ประกอบการตัดสินใจในการลงทุนในสินทรัพย์ใด ๆ เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากภาวะเศรษฐกิจ

- ราคาของทองคำและน้ำมันดิบในช่วง 10 ปี (ปี 01/01/2010 – 28/02/2022). 2022. สืบค้น 15 มีนาคม 2565, จาก www.th.investing.com.
- Chauvet,M.& , Potter,S. (2000). Coincident and leading indicators of the stock market. **Journal of Empirical Finance** 7(1). 87–111.
- Card, D., Lee, D., Pei, Z., & Weber, A. (2012). Nonlinear policy rules and the identification and estimation of causal effects in a generalized regression kink design (No. w18564). **National Bureau of Economic Research**.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Dufrénot, G., & Keddad, B. (2014). Business cycles synchronization in East Asia: A Markov-switching approach. **Economic Modelling**, 42, 186-197.
- Mork, K. A. (1989). Oil and the macroeconomy when prices go up and down: an extension of Hamilton's results. *Journal of political Economy*, 97(3), 740-744.
- Hansen, B. E. (2017). Regression kink with an unknown threshold. *Journal of Business & Economic Statistics*, 35(2), 228-240.
- Pastpipatkul P., Sriboonchitta S. and Yamaka W. (2016). A Bayesian Change Point with Regime Switching Model. *Thai Journal of Mathematics*. 83-99.
- Reinhart, C.M., and Rogoff, K.S. (2010), “Growth in a Time of Debt,” **American Economic Review: Papers and Proceedings**, 100, 573–578.
- Switzer, L. N., & Picard, A. (2016). Stock market liquidity and economic cycles: A non-linear approach. *Economic Modelling*, 57, 106-119.