

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H00727

研究課題名（和文）階層的ボラティリティ・共歪度・共分散の資産価格への影響の分析

研究課題名（英文）Analysis of the impact of hierarchical volatility, coskewness, and covariance on asset prices

研究代表者

大橋 和彦（OHASHI, Kazuhiko）

一橋大学・大学院経営管理研究科・教授

研究者番号：50261780

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 7,370,000円

研究成果の概要（和文）：資産収益率の階層的ボラティリティ構造をより正確に取り込むモデルを開発すると共に、不確実性に対する投資家の認識や曖昧さ回避行動が異なる資産の収益率や変動性の関係や投資行動に与える影響を分析した。具体的には、株式収益率の階層的ボラティリティ構造をより正確に表す2次確率分散（QSV）モデルを開発し、信用リスク分析の精度を高めた。また、異なる資産のボラティリティに投資家が求めるプレミアム間の動学的な関係を分析した。さらに、投資家の曖昧さ回避行動がその投資行動に与える影響を、異なる国の市場や金融商品に関して実証的に分析した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の理論モデルを改善し、資産収益率の階層的ボラティリティ構造に関して観察される事実と整合的な結果を導く理論モデルと実装するための新たな計算手法を開発し、それを応用して信用リスク分析等の精度を高めた。また、投資家が認識する不確実性が異なる市場間でどのように伝播するか、不確実性に対する投資家の曖昧さ回避行動が投資行動にどのように影響するか等を実証的に明らかにすることで、資産運用、価格決定、リスク管理等の実務に役立つ新たな視点を提供した。

研究成果の概要（英文）： We developed a model that more accurately captures the hierarchical volatility structure of asset returns, and analyzed the impact of investors' perceptions of uncertainty and ambiguity avoidance on the relationship between returns and volatilities of different assets and the effects on investment behavior. Specifically, we developed a quadratic stochastic variance (QSV) model that more accurately represents the hierarchical volatility structure of stock returns, and applied this model to improve the accuracy of credit risk analysis. We also analyzed the dynamic relationship between the premia that investors demand for the volatility of different assets. Furthermore, we empirically analyzed the impacts of investors' ambiguity aversion on their investment behavior in markets of different countries and financial instruments.

研究分野：ファイナンス、金融論

キーワード：階層的ボラティリティ VIX VWIX 分散リスクプレミアム 自己・相互励起ジャンプ 2次確率分散モデル パラメータ推定誤差 曖昧さ回避

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界の金融市場では、不確実性の高まりの下、ある市場における変動が他の市場に伝播することが強まるばかりでなく、様々なボラティリティ(変動性)を取引する金融商品が生み出され、ボラティリティの階層的構造のより正確な考慮や、ボラティリティに対して投資家が求めるプレミアムの変化する市場間での伝播のあり方、不確実性に対する曖昧さを投資家が回避する行動が投資行動や資産価格に与える影響等の理解が重要になっている。

2. 研究の目的

(1)階層的ボラティリティや共歪度の構造をより正確に取り込むモデルを開発し、信用リスク分析の精度を向上させる。

(2)不確実性に対する投資家の認識が複数の資産間で影響し合う関係を分析することで、異なる市場にまたがるそれらの伝播の構造を明らかにする。

(3)投資家の曖昧さ回避行動がどのように投資行動に影響するのかを、国別の市場比較やファンド運用を分析することで、実証的に検討する。

3. 研究の方法

(1)非アファイン型確率分散モデルの一つである2次確率分散(QSV)モデルを用いて、S&P500(株価指数)、VIX(S&P500のインプライド・ボラティリティ)、VVIX(VIXのインプライド・ボラティリティ)という階層的ボラティリティ構造をより正確に表すモデルを開発する。その際、VIXは解析解が得られるが、VVIXは無裁定条件から導かれる偏微分方程式(PDE)の数値解となるため、PDEの数値解法を組み込んだベイズ推論という新たな方法論を確立する。

(2)株式リターンの歪度と市場指数の2乗との間の共歪度の関係を個別企業の信用リスクと関連付ける定量分析を行うため、個別企業の資産価値の非線形な変動過程を仮定して、歪度と共歪度を考慮した実証分析を行う。また、自己励起的ジャンプを考慮した誘導型の信用リスクモデルを用いて個別企業のCDS(credit default swap)を分析する。

(3)多変量自己回帰(Vector Auto-regression, VAR)モデルを用いて、株式と原油の日時のVRP(volatility risk premium, 変動性に対するリスクプレミアム)を対象とする時系列分析を行い、インパルス応答関数や分散分解によって両者の動学的な関係を分析する。

(4)記者会見を伴う米連邦公開市場委員会(Federal Open Market Committee, FOMC)の発表が、S&P500と(そのインプライド・ボラティリティである)VIXのリターンに与える影響と両者の関係性の変化を、回帰分析によって明らかにする。

(5)曖昧さを回避する投資家の最適ポートフォリオ選択の理論モデルから、シャープレシオ、Gibbons-Ross-Shankenの統計量、および曖昧さ回避度の理論的な関係を導出し、これを利用して日本と米国の株式市場データについて両国投資家の曖昧さの回避度を求める。

(6)日本の投資信託(特に株式アクティブファンド)の運用成績、資金流入、保有銘柄データを用い、CAPMやFF3モデルを用いてパフォーマンス評価を行なった上で、運用パフォーマンスと資金流入の決定要因をパネルデータ分析の手法を用いて検証する。

4. 研究成果

以下(1)～(6)の研究成果は、上記「3. 研究の方法」の(1)～(6)に対応している。

(1)従来の確率分散モデルでは、Hestonモデルのようなアファイン型モデルがよく用いられるが、S&P500にアファイン型確率分散モデルを仮定すると、VIXとVVIXのそれぞれの階差系列は負の

相関をもってしまい、市場で観察される正の依存関係と整合しない。そこで、本研究では、QSV モデルを導入し、VIX と WVIX の正の依存関係が再現されることを明らかにした。更に、PDE の有限差分近似法を組み込んだベイズ推定法という新しい統計的推定法を開発し、S&P500、VIX、WVIX を観測量とした 1 次元 QSV モデルの推定に適用して、これらの市場データに良く適合する結果を得ることができた。2 次元 QSV モデルを用いると市場データに対するモデルの適合度の向上が期待できるため、これを資産価値過程が CEV モデルに基づく構造型信用リスクモデルに適用する実証分析を行い、実際に精度が向上することを確認した。(雑誌論文 PDE-based Bayesian inference of CEV dynamics for credit risk in stock prices(2023 年 Asia-Pacific Financial Markets) 学会発表 PDE-Based Bayesian Inference of Quadratic Variance Model for Pricing VIX and WVIX (2023 年 日本金融・証券計量・工学学会) 等参照)

(2) 構造型の信用リスクモデルを定量分析する研究に、PDE に基づくベイズ推定の方法を応用できることを明らかにした。より具体的には、株式リターンの歪度、共歪度を特徴づける非線形な資産価値過程として CEV (Constant Elasticity of Variance、定弾性分散) モデルを仮定し、個別企業の株価を観測量に用いて信用リスクを定量的に計測できることを示した。また、信用リスクの誘導型アプローチに基づく信用リスク計測では、自己励起型ジャンプを考慮したハザードレートモデルを新たに開発し、個別企業の CDS の実証分析に適用した。ソブリン債の CDS の分析にも適用し、個別企業の CDS の場合は、特に、複数のファクターを持つハザードレート過程が必要であることを明らかにした。更に、複数の個別企業の信用リスクに共和分性が観測される場合があり、それに対応できる理論的枠組みとしてハザードレートの誤差修正モデルを新たに開発し、個別企業の CDS の共和分性に焦点を当てた実証研究を行い、モデルの良好な適合性を確認した。(雑誌論文 Cointegration analysis of hazard rates and CDSs: Applications to pairs trading strategy (2023 年 Physica A: Statistical Mechanics and its Applications) 学会発表 Variance and Skewness Risk Premia: The Impact of State Dependent Self-Exciting Jumps (2021 年 日本金融・証券計量・工学学会) Modeling Self And Mutual Excitations in Credit Default Swaps: Bayesian Statistical Inference (2022 年 日本金融・証券計量・工学学会) レバレッジ効果がオプション市場のインプライド・スキューに与える影響：自己励起型ジャンプモデルとの比較 (2023 年 日本金融・証券計量・工学学会) 等参照)

(3) 株式と原油の日時の VRP の時系列分析を行い、両者の動学的関係が時期によって変化し、有意な関係が観察されるのはリーマンショック以降であること、原油 VRP と株式 VRP がお互いに及ぼす影響には非対称性があり、原油 VRP が株式 VRP に与える影響の度合いはその逆よりも大きいこと、原油 VRP の株式 VRP への影響は長期にわたるが株式 VRP の原油 VRP への影響はごく短期で消滅することを見出した。VRP が投資家の不確実性に対する忌避の度合い(センチメント)を表していると解釈した場合、これらの発見は、投資家のセンチメントが、主として原油市場から株式市場へと伝播しておりその逆ではないことを示唆している。(雑誌論文 Dynamic Relationship between Volatility Risk Premia of Stock and Oil Returns (2023 年 Journal of Risk and Financial Management) 学会発表 Dynamic Relationship between Volatility Risk Premia of Stock and Oil Returns (2021 年 The Annual meeting of J.P. Morgan Center for Commodities) 等参照)

(4) 記者会見を伴う FOMC の発表が金融市場とボラティリティ市場に与える影響を検証した結果、FOMC 発表前の S&P500 リターンに正のドリフトを発見する一方、発表後の株式リターンへの影響は一過性のものであることを見出した。この結果は、FOMC 発表の株式リターンへの影響が持続的であることを報告した Lucca and Moench (2015) The Pre-FOMC Announcement Drift, Journal of Finance 70 (1) pp 329-371 とは対照的である。その一方、VIX については、Lucca and Moench (2015) と同様に、FOMC 発表の前後で VIX のリターンが持続的に有意にマイナスとなることが確認された。これは株式リターンの一過性とは対照的であり、株式リターンと VIX リターンに關係が先行研究で見出されたものから変化したことを示唆している。さらに、FOMC 発表前の正の超過リターンを利用することで収益性の高い取引戦略が構築できることを示し、FOMC 発表のインパクトに持続性がない一方で収益性の高い取引戦略を構築できることが、FOMC 発表前後の大きな値動きの正当性に懸念を提起することを指摘した。(雑誌論文 The pre-FIMC announcement drift: short-lived or long-lasting? Evidence from financial and volatility markets (2024 年 Applied Economics) 参照)

(5) 資産の期待リターンの水準に関する不確実というモデルの曖昧さを回避する投資家の最適ポ

ートフォリオ選択の理論モデルを構築し、最適ポートフォリオと曖昧さ回避度またモデル不確実性による曖昧さとの関係を導出した。また、投資家が選択する最適ポートフォリオ、投資家の曖昧さ回避度、最適ポートフォリオの投資効率性の対応関係を明らかにしつつ、最適ポートフォリオの投資効率性の尺度であるシャープレシオ、資産価格モデルの精度を計測する際に用いられる Gibbons-Ross-Shanken の統計量、および曖昧さ回避度の関係を導き、この関係を用いて株式市場データから投資家の曖昧さ回避度を計測する新しい方法論を確立した。そして、これらの理論を踏まえて日米株式市場データを用いた分析を行い、両国の投資家の曖昧さ回避行動について検討した結果を図書の一つの章として発表した。(図書 投資における曖昧さ回避行動 - 米国と日本の株式データを用いた分析 -、第 6 章「日本の金融システム - ポスト世界金融危機の新しい挑戦とリスク」(2023 年東京大学出版社)、学会発表 株式投資における投資家の曖昧さ回避行動(2022 年 TCER コンファレンス「日本の金融システム：現状、課題、展望」)参照)

(6)投資家の曖昧さ回避行動がどのように投資行動に影響するのか実証的に検討するため、日本の投資信託、特に株式アクティブファンドの運用成績、資金流入、保有銘柄データを用いた実証分析を進め、その成果を学会で発表した。具体的には、CAPM や FF3 モデルを用いてパフォーマンス評価を行なったうえで、運用パフォーマンスと資金流入の決定要因をパネルデータ分析の手法を用いて検証した。その結果、運用戦略や運用担当者に関する情報が不足する設定直後の投資信託は、運用成績の蓄積が進み曖昧さが解消されていった後と比べると、パフォーマンスや資金流入と運用資産規模に強い関係性がみられ、米国の投資信託市場には見られない特徴を持っていることが明らかになった。これらのことから、日本の投資信託市場においては、投資信託の販売会社による情報提供や販売促進行動の影響が大きいことが示唆され、投資信託の購入や売却に関する新しい知見を得ることができた。(学会発表 Fund Flows, Asset Size, and Performance: The Strange Case of Japanese Mutual Funds (2022 年 The 34th Asian Finance Association Annual Conference))

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kensuke Kato, and Nobuhiro Nakamura	4. 巻 612
2. 論文標題 Cointegration analysis of hazard rates and CDSs: Applications to pairs trading strategy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physica A: Statistical Mechanics and its Applications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.physa.2023.128489	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nobuhiro Nakamura, Kazuhiko Ohashi, and Daisuke Yokouchi	4. 巻 16
2. 論文標題 Dynamic Relationship between Volatility Risk Premia of Stock and Oil Returns	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Risk and Financial Management	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/jrfm16030173	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kensuke Kato and Nobuhiro Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 PDE-based Bayesian inference of CEV dynamics for credit risk in stock prices	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Asia-Pacific Financial Markets	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10690-023-09420-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katja Ignatieva and Kazuhiko Ohashi	4. 巻 -
2. 論文標題 The pre-FIMC announcement drift: short-lived or long-lasting? Evidence from financial and volatility markets	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Applied Economics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/00036846.2024.2322573	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Kazuhiko Ohashi
2. 発表標題 Seasonality in the impact of solar power generation on the electricity price level and volatility
3. 学会等名 2022 Asian Meeting of the Econometric Society in East and South-East Asia (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大橋和彦
2. 発表標題 Structural change in the relationship between electricity and fuel prices: Evidence from the Japanese electricity market
3. 学会等名 日本ファイナンス学会第30回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 Modeling Self And Mutual Excitations in Credit Default Swaps: Bayesian Statistical Inference
3. 学会等名 日本ファイナンス学会第30回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 Arbitrage-Free Co-Integrated Term Structure Model of Interest Rates towards Yield Curve Arbitrage
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 Exploring Cointegrated Asset Dynamics: The Impact of Stochastic Variances and Mutually Exciting Jumps
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 確率的レバレッジ効果がオプション市場のインプライド・スキューに与える影響：自己励起型ジャンプモデルとの比較
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Toshiki Honda
2. 発表標題 Fund Flows, Asset Size, and Performance: The Strange Case of Japanese Mutual Funds
3. 学会等名 The 34th Asian Finance Association Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本多俊毅
2. 発表標題 株式投資における投資家の曖昧さ回避行動
3. 学会等名 TCERコンファレンス「日本の金融システム：現状、課題、展望」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazuhiko Ohashi
2. 発表標題 Seasonality in the impact of solar power generation on the electricity price level and volatility
3. 学会等名 Asian Finance Association 2023 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nobuhiro Nakamura
2. 発表標題 Arbitrage-Free Co-Integrated Term Structure Model of Interest Rates towards Yield Curve Arbitrage
3. 学会等名 日本ファイナンス学会 第31回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nobuhiro Nakamura
2. 発表標題 PDE-Based Bayesian Inference of Quadratic Variance Model for Pricing VIX and VWIX
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会 第59回夏季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nobuhiro Nakamura
2. 発表標題 Self-exciting Jump, Inflation, and Cointegration in Arbitrage-Free Term Structure Models of Interest Rates
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会 第60回冬季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大橋和彦
2. 発表標題 Seasonality in the impact of solar power generation on the electricity price level and volatility
3. 学会等名 日本リアルオプション学会 コモディティ・ファイナンス研究部会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大橋和彦
2. 発表標題 Seasonality in the impact of solar power generation on the electricity price level and volatility
3. 学会等名 日本経済学会2021年度春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大橋和彦
2. 発表標題 Seasonality in the impact of solar power generation on the electricity price level and volatility
3. 学会等名 日本ファイナンス学会第29回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuhiko Ohashi
2. 発表標題 Dynamic Relation between Volatility Risk Premia of Stock and Oil Returns
3. 学会等名 The 4th annual J.P. Morgan Center for Commodities (JPMCC) “New Directions in Commodities Research (国際学会)”
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuhiko Ohashi
2. 発表標題 Seasonality in the impact of solar power generation on the electricity price level and variability
3. 学会等名 The 1st Energy and Informatics International Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 Modeling Self And Mutual Excitations in Credit Default Swaps: Bayesian Statistical Inference
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 Variance and Skewness Risk Premia: The Impact of State Dependent Self-Exciting Jumps
3. 学会等名 日本金融・証券計量・工学学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村信弘
2. 発表標題 Variance and Skewness Risk Premia: The Impact of State Dependent Self-Exciting Jumps
3. 学会等名 日本ファイナンス学会第29回大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 本多俊毅 (祝迫得夫 編著)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 19
3. 書名 株式投資における曖昧さ回避行動 - 米国と日本の株式データを用いた分析 -、第6章「日本の金融システム - ポスト世界金融危機の新しい挑戦とリスク」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	本多 俊毅 (Honda Toshiki) (70303063)	一橋大学・大学院経営管理研究科・教授 (12613)	
研究分担者	中村 信弘 (Nakamura Nobuhiro) (90323899)	一橋大学・大学院経営管理研究科・特任教授 (12613)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------