

令和元年6月15日現在

機関番号：32675

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K17037

研究課題名(和文) 高頻度データを用いた金融市場の計量分析

研究課題名(英文) Econometrics Analysis of Financial Markets with High Frequency Data

研究代表者

高橋 慎 (Takahashi, Makoto)

法政大学・経営学部・准教授

研究者番号：20723852

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、米国株価指数S&P500先物の注文不均衡(買い注文と売り注文の差)と価格変化率の間の相互関係を構造型自己回帰(Structural Vector Autoregressive)モデルを用いて分析した。注文不均衡が価格に与える影響(価格インパクトまたは市場インパクト)は、単純な手法では適切に推定できない(バイアスがある)が、本研究で用いた手法ではバイアスを修正できることが確認された。また、価格インパクトは取引時間中に大きく変動し、マクロ経済指数の公表によっても変化することが確認された。これらの結果および関連研究の成果を、雑誌論文、国内外の学会、ワークショップにおいて発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、金融資産の高頻度データを用いて計測される資産価格のボラティリティや取引高などの統計的性質を適切に反映させた統計モデルを提案し、金融市場リスクの推定・予測の改善を通じて金融市場安定化に貢献することである。高頻度データとは、日中の取引を1分や1秒などの高頻度で記録したものであり、金融市場のより詳細な分析を可能とするが、高頻度データから得られる資産収益率や取引高などの市場変数には内生性や周期性などが存在するため、適切な計量的・統計的分析手法が重要となる。本研究では、構造型自己回帰モデルと呼ばれる時系列モデルを用いた市場変数の分析手法を提案し、その有効性といくつかの応用例を示した。

研究成果の概要(英文)：The study examines the interaction between returns and order flow imbalances (differences between buy and sell orders), constructed from the best bid and offer files of S&P 500 E-mini futures contract, using a structural vector autoregressive (SVAR) model. The well-known intraday variation in market activity is considered by applying the SVAR model for each short interval each day, whereas the endogeneity due to time aggregation is handled by estimating the structural parameters via the identification through heteroskedasticity. The estimation results show that significant endogeneity exists and that the estimated parameters and associated quantities. Further, order flow imbalances are shown to be more informative several minutes away from macroeconomic news announcements and that inactive order submission periods exist when they occur. These results as well as the related research results were presented in journals, conferences and workshops.

研究分野：計量ファイナンス

キーワード：ボラティリティ 高頻度データ 時系列モデル 価格インパクト 内生性 周期性

## 1. 研究開始当初の背景

資産収益率の分散または標準偏差であるボラティリティは、投資リスクを表す重要な変数であり、ボラティリティの変動特性を理解することは実務・学術両面で非常に重要である。ボラティリティは日々変動し、高い持続性や非対称性(株価が下がった日の翌日は株価が上がった日の翌日よりボラティリティが高くなる現象)があることが知られている。こうしたボラティリティ変動を定式化する様々な研究が 1980 年代から盛んに行われており、代表的なモデルのひとつに確率的ボラティリティ変動(Stochastic Volatility, SV)モデルがある。[3]では、SV モデルの枠組みで、今期の収益率へのショック(ニュース)が次期のボラティリティへ及ぼす影響を表すニュースインパクト曲線を推定する新たな手法を提案した。

SV モデルなどのボラティリティモデルでは主に日次収益率を用いてボラティリティを推定したが、近年では 90 年代後半から普及してきた高頻度データを用いてボラティリティを計測することが可能となった。日中の収益率の自乗和は Realized Volatility (RV) と呼ばれ、モデルに依存しない精度の高いボラティリティの推定量として盛んに研究が進められている。また、RV を用いて日次ボラティリティの変動を定式化・予測する研究も盛んに行われており、自身の研究において、[1]では、日次収益率と RV を同時に定式化することにより、日次収益率のみを用いた従来のボラティリティモデルよりも、収益率の変動をうまく捉えられることを示し、[2]では、RV の定式化・予測には長期記憶性を考慮することの必要性を確認した。また、[4]では、[1]で提案したモデルでは時間を通じて一定と仮定されていたボラティリティの平均を時間推移的となるように拡張し、実際のデータへの適合度が改善されることを示した。さらに、[5]では、[1]のモデルを拡張し、ボラティリティ予測や収益率の分位点予測に応用している。

最近では、1 秒以下などのより時間間隔の短い超高頻度データも入手可能となってきたことから、日次のボラティリティではなく、日中の市場変数(ボラティリティや取引高など)を分析する研究も進められている。金融市場において投資家は価格や取引高などの情報から投資戦略を決定すると考えられるので、観測される資産価格や取引高には相互相関(内生性)及び系列相関(周期性)が存在する。このような市場参加者の取引行動から価格形成メカニズムを研究する分野はマーケットマイクロストラクチャーと呼ばれ理論・実証両面で研究が行われている。例えば、株式市場では、取引の開始直後と終了前に活発に取引が行われ、日中の取引高は U 字型のような周期性を持つことが知られている。また、失業率などのマクロ経済指数の発表のようなニュースの直後には活発に取引が行われ、ボラティリティが高くなることも知られている(ニュースインパクト)。

### <引用文献>

- [1] “Estimating Stochastic Volatility Models Using Daily Returns and Realized Volatility Simultaneously,” Makoto Takahashi, Yasuhiro Omori, and Toshiaki Watanabe, *Computational Statistics & Data Analysis*, 53, 2404-2426 (2009).
- [2] 「TOPIX 現物の Realized Volatility と Realized Range-Based Volatility の分析」, 高橋慎, 『現代ファイナンス』, 29, 49-73 (2011).
- [3] “News Impact Curve for Stochastic Volatility Models,” Makoto Takahashi, Yasuhiro Omori, and Toshiaki Watanabe, *Economics Letters*, 120, 130-134 (2013).
- [4] 「Smooth Transition Realized Stochastic Volatility モデル」, 高橋慎, 『日本統計学会誌』, 44, 41-60 (2014).
- [5] “Volatility and Quantile Forecasts of Realized Stochastic Volatility Models with Generalized Hyperbolic Distribution”, Makoto Takahashi, Toshiaki Watanabe, and Yasuhiro Omori, CIRJE Discussion Paper Series F-921, University of Tokyo (2014).

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、金融資産の高頻度データを用いて計測される資産価格のボラティリティや取引高などの統計的性質を適切に反映させた統計モデルを提案し、金融市場リスクの推定・予測の改善を通じて金融市場安定化に貢献することである。

高頻度データとは、日中の取引を 1 分や 1 秒などの高頻度で記録したものであり、金融市場のより詳細な分析を可能とするが、高頻度データから得られる資産収益率や取引高などの市場変数には内生性や周期性などが存在するため、適切な計量的・統計的分析手法が重要となる。そこで、本研究では、高頻度データを用いた市場変数の分析手法を提案する。

## 3. 研究の方法

日中の市場変数の分析には、その内生性や周期性及びニュースインパクトなどのマーケットマイクロストラクチャーを考慮した計量的・統計的手法が必要である。本研究では、(1)高頻度データを用いて、日中の市場変数について内生性や周期性を考慮した分析手法の提案および推定を行い、(2)ボラティリティモデルによる市場リスクの予測を行う。具体的な研究方法は以下の通りである。

- (1) 資産収益率・取引高などの市場変数を多変量自己回帰モデルにより定式化し、周期性を含む動的特性を表すパラメータを推定する。内生性を表すパラメータの推定には、収益率及び取引高の分散不均一性を利用した[1]の方法を用いる。また、日中のデータを分割することにより、例えば30分間隔などでのパラメータの変化を検証する。また、失業率などのマクロ経済指数の公表データを用いて上記の手法にダミー変数を加えることにより、公表時間前後のニュースインパクトを推定する。
- (2) 自身の提案したモデルなどによる予測値をバックテストなどにより比較し、モデルの予測精度を検証する。

<引用文献>

- [1] “Identification Through Heteroskedasticity,” Roberto Rigobon, Review of Economics and Statistics, 85, 777-792 (2003).

#### 4. 研究成果

- (1) 注文不均衡(買い取引高と売り取引高の差)と価格変化率の間の動的関係を構造型自己回帰(Structural Vector Autoregressive)モデルを用いて推定した。注文不均衡が価格に与える影響(価格インパクトまたは市場インパクト)は、内生性のため単純な手法では適切に推定できない(バイアスがある)が、本研究で用いた手法ではバイアスを修正できることが確認された。また、価格インパクトは取引時間中に大きく変動し、マクロ経済指数の公表によっても変化することが確認された。これらの研究成果を雑誌論文、学会、ワークショップで発表した。
- (2) まず、「1.研究開始当初の背景」の引用文献[5]を改訂し国際雑誌に発表した。次に、この論文で用いられたモデルをデータにより柔軟に対応できるように拡張した。拡張したモデルを日米の株価指数に応用し、データへの適合度が改善されることが確認された。また、ポラティリティとリターンの予測分布から、金融資産のリスクを測る指標として用いられるバリュアット・リスク(Value-at-Risk)と期待ショートフォール(Expected Shortfall)を計算し、それらの精度が改善されることを示した。この研究成果を、学会、ワークショップで発表した。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

高橋 慎, J-GATE 稼働と日経 225 先物市場の日中流動性, 先物・オプションレポート, 査読無, 2018年3月号, pp.1-5.

<https://www.jpx.co.jp/derivatives/futures-options-report/archives/nlsgeu000002x3xv-att/rerk1803.pdf>

Makoto Takahashi, Toshiaki Watanabe, Yasuhiro Omori, Volatility and quantile forecasts by realized stochastic volatility models with generalized hyperbolic distribution, International Journal of Forecasting, Volume 32, Issue 2, 2016, Pages 437-457. (査読有)

<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2015.07.005>.

高橋 慎, 注文フロー不均衡と価格インパクト, 先物・オプションレポート, 査読無, 2016年4月号, pp.1-5.

<https://www.jpx.co.jp/derivatives/futures-options-report/archives/nlsgeu000001e g j z - a t t / r e r k 1 6 0 4 . p d f>

〔学会発表〕(計5件)

Makoto Takahashi, Realized Stochastic Volatility with Skew-t Distribution, 12th International Conference on Computational and Financial Econometrics, 2018.

Makoto Takahashi, Realized Stochastic Volatility with Skew-t Error, 11th International Conference on Computational and Financial Econometrics, 2017.

Makoto Takahashi, Flow-Driven and Non-Flow-Driven Realized Variances, 1st International Conference on Econometrics and Statistics, 2017.

高橋 慎, Contemporaneous relationship between transaction returns and order flows: Implications on return variance, 日本ファイナンス学会第24回大会, 2016.

Makoto Takahashi, Volatility and Quantile Forecasts by Realized Stochastic Volatility Models with Generalized Hyperbolic Distribution, 9th International Workshop on Computational and Financial Econometrics, 2015.

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：Andersen, Torben

所属研究機関名：ノースウェスタン大学(Northwestern University)

部局名：ケロッグ経営大学院(Kellogg School of Management)ファイナンス学部

(Department of Finance)

職名：教授

研究協力者氏名：大森 裕浩

ローマ字氏名：Omori, Yasuhiro

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院経済学研究科

職名：教授

研究協力者氏名：太田 亘

ローマ字氏名：Ohta, Wataru

所属研究機関名：大阪大学

部局名：大学院経済学研究科

職名：教授

研究協力者氏名：大屋 幸輔

ローマ字氏名：Oya, Kosuke

所属研究機関名：大阪大学

部局名：大学院経済学研究科

職名：教授

研究協力者氏名：Todorov, Viktor

所属研究機関名：ノースウェスタン大学(Northwestern University)

部局名：ケロッグ経営大学院(Kellogg School of Management)ファイナンス学部

(Department of Finance)

職名：教授

研究協力者氏名：渡部 敏明

ローマ字氏名：Watanabe, Toshiaki

所属研究機関名：一橋大学

部局名：経済研究所

職名：教授

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、研究者個人に帰属されます。