

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26780134

研究課題名(和文) 高頻度データを用いたボラティリティと取引の構造変化の研究

研究課題名(英文) A study on the volatility dynamics and trading system structural changes using high frequency data.

研究代表者

石原 庸博 (Ishihara, Tsunehiro)

大阪大学・数理・データ科学教育研究センター・特任講師(常勤)

研究者番号：60609072

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：日次ボラティリティは株式価格の収益率の変動の大きさの指標として使われており、市場のリスクの指標となっている。本研究ではボラティリティの統計モデルとして使われている確率的ボラティリティ変動モデルを拡張してボラティリティと市場の取引システムの変更を調べる研究を行った。その際、日中の高頻度データを用いて計算される実現ボラティリティと呼ばれる推定量を複数種類、導入してモデルの推定精度を高め、かつ変動を性質ごとに分解する手法を提案した。国内のデータでは前後においてボラティリティの水準については大きな変化は見られなかった。

研究成果の概要(英文)：The daily volatility is used as an indicator of the magnitude of the daily price change of stock return, and as a scale of market risk. We extend the stochastic volatility model to study the relation between the daily volatility dynamics and the trading system changes. We incorporated realized volatility, which is the estimator calculated using intradaily high frequency data. We propose a method to decompose return dynamics into several components using several different realized volatility measurements. In the Japanese dataset, we cannot find the drastic change in the level of the daily volatility between before and after a high-frequency trading system introduction.

研究分野：計量ファイナンス

キーワード：計量ファイナンス ベイズデータ解析 確率的ボラティリティ変動モデル 構造変化 実現ボラティリティ

1. 研究開始当初の背景

(1)近年の金融・株式の取引が電子化し、高頻度取引が可能になった。また、それとともに日中の取引データが得られるようになりそれに基づく統計手法が確立してきていた。

2010年1月4日には東京証券取引所でも高速取引システムが導入され個別取引の様相は大きく変わっていた。一方で、中長期的な市場の取引リスクの変化に関してはまだ研究がすくなく、そこで取引システムの導入を構造変化と捉える研究を開始した。

(2)時系列データを分析する際の構造変化の統計モデルはこれまでもマルコフスイッチングモデルなど様々あるものの、近年、新たな発展がめざましい。また、古くに提案されているものの、当時は統計分析のための計算が困難であったモデルが、近年のコンピュータの発達、アルゴリズムの開発により可能になったものがあった。その整理を行うとともに研究に利用することとした。

2. 研究の目的

(1)中長期(日次以上)の株式価格の変動の指標としてボラティリティの時間変動をモデル化し、取引構造の変化や経済状況の大きな変化などを考慮に入れることが可能な統計モデルを作り、それを用いて取引構造の変化を調べるとともにそれを用いて将来のボラティリティの予測やバリュアットリスクの計算などに応用する。

(2)特に近年使われている実現ボラティリティという日中の取引データを用いて計算される日次ボラティリティの推定量を利用してボラティリティ変動のモデルを推定する。また、複数の異なった種類の日次ボラティリティを利用することで変動を分解してそれぞれに関する影響も個別に扱えるようにする。

(3)構造変化に関する統計モデルの近年の発展を調査し、必要があればその結果を(1)であげた構造変化を考慮したモデルに反映する。

3. 研究の方法

(1)日次のボラティリティ変動のモデルとして説明力・予測力が高いといわれている「確率的ボラティリティ変動モデル」に実現ボラティリティを導入する。このような研究はTakahashi, Omori, and Watanabe (2008)をはじめとして行われているが、それを複数の様々な種類の実現ボラティリティを導入するように拡張し、ジャンプのような突然の大きな変動と連続的な変動を分離する方法を提案した。それぞれの平均水準に回帰モデルの定式化を行い、構造変化点が見つかる場合には説明変数として導入し、変化点が見つからない場合には構造変化モデルを導入することで、構造変化の可能性も考慮に入れたモデルを提案する。

(2)推定法に関しては、マルコフ連鎖モンテカル

ル口法を用いたベイズ推定を行う。この方法は確率的ボラティリティモデルのような多数の潜在変数を持つモデルに有効な方法である。比較的シンプルなアルゴリズムを提案し、推定・検定・予測を行う。

また、同様のモデルについて、幾つかの株式収益率を同時に扱う多変量モデルを提案することも考慮に入れたアルゴリズムも開発を行う。

(3)

近年の構造変化の時系列分析について、経済時系列だけでなく、他分野のモデルに関しても調査を行い、それを応用し、さらに必要があればそれを分析に適した形に拡張する。

4. 研究成果

(1)雑誌論文、及び研究発表、では研究の目的(1),(2)、研究の方法(1)で提示したボラティリティ変動モデルの拡張を行った。実現ボラティリティを複数種類導入し、回帰モデルを導入することで暦効果や構造変化の導入を可能にした研究である。実現ボラティリティとして突然の大きい変動であるジャンプを含む二次変分と呼ばれる量の推定量である実現カーネル推定量とジャンプを取り除いた純粋なボラティリティの推定量であるメディアン打ち切り実現ボラティリティを用いて連続的な変動と不連続な変動、市場の取引ノイズによるバイアスの3種類の要素に分解し、それぞれの水準に暦効果・構造変化などを導入した。分解の様子は以下の図1に示している。

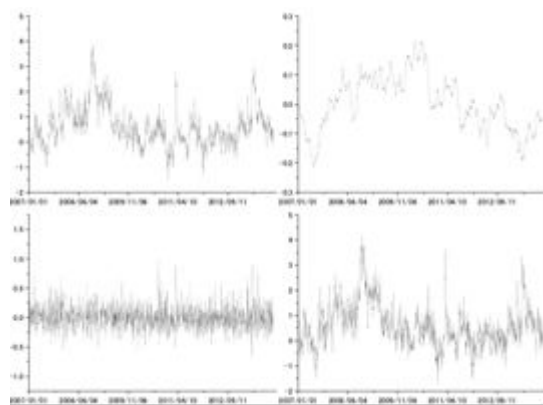


図1 ボラティリティの変動の分解図、左上が暦効果を含んだ連続的な変動、右上が不連続なジャンプによる変動、左下が取引ノイズによる変動右下が全体の変動である。連続部分と不連続部分それぞれ変動の寄与は時期により異なる振る舞いを見ることがわかった。雑誌論文より転載。

日本の株式市場においてボラティリティの暦効果に関しては曜日効果・休日効果をそれぞれの要素において、別々に存在し、同時方向に起こる場合・打ち消しあう場合があることがわかった。一方で構造変化については2010年前後で検出できなかった。そこでさらに研究発表、の内容に関しては、さらに

下半分散を導入し、上下のジャンプの変動を分解する方法を提案した。

(2)研究目的(3), 研究の方法(3)で提示した構造変化モデルについては、雑誌論文では構造変化に関して非循環的、循環的(切り替えモデル)も含めて1960年代から2010年代に提案された統計モデルに関して、特に応用先として構造変化・切り替えモデルが用いられることが多い景気循環を題材にして包括的にサーベイを行った。また今後重要になると考えられる拡張に関する指摘した。

(3)研究の方法(2)で提示したマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いたベイズ推定・検定・予測方法に関しては雑誌論文、学会発表においてそれぞれの研究で提案を行った。それぞれのモデルにたいして効率性は落ちるがシンプルな方法・より技巧的にはなるが効率的な方法、また尤度の近似に基づいた方法の3種類提案した。実現ボラティリティを導入したモデルにおいては、これまで通常の確率的ボラティリティ変動モデルで非効率とされていたアルゴリズムでも、実現ボラティリティに含まれる情報により十分に実用に耐えることがわかった。また、学会発表において多変量への拡張を念頭に置いた計算アルゴリズムの提案を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

石原 庸博, 渡部 敏明, 景気循環の計量分析 - サーベイと日本の景気動向指数への応用 -, 経済研究, 第66巻, 第2号, 2015, 154-168.

http://www.ier.hit-u.ac.jp/Japanese/publication/ER/abst.php?vol=66&no=2&page_s=145

石原庸博, 一般化した Realized Stochastic Volatility モデルの推定 - Nikkei 225 収益率・実現ボラティリティの暦効果への応用 -, 経済研究, 査読有, 第66巻, 第1号, 2015, 1-18.

http://www.ier.hit-u.ac.jp/Japanese/publication/ER/abst.php?vol=66&no=1&page_s=1

Tsunehiro Ishihara, Yasuhiro Omori and Manabu Asai, "Matrix exponential stochastic volatility with cross leverage," Computational Statistics and Data Analysis, 2014, in press.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167947314003041>

[学会発表](計8件)

Tsunehiro Ishihara, Realized Stochastic Volatility Model with Multiple Different Realized Measures, 4th Symposium on 'Financial Engineering and ERM'/ CFEE,

2016年3月8日 一橋大学(東京都国立市), Tsunehiro Ishihara, Realized Stochastic Volatility Model with Multiple Different Realized Measures, 9th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2015), 2015年12月13日, ロンドン(イギリス)

石原庸博, Realized Stochastic Volatility モデルの多変量への拡張, 大規模統計モデリングと計算統計 II, 2015年9月25日, 東京大学駒場キャンパス(東京都目黒区)

Tsunehiro Ishihara, Matrix Exponential Realized Stochastic Volatility Model, HSI Workshop "Frontiers in Financial Econometrics", 2015/8/5, 一橋大学(東京都国立市)

Tsunehiro Ishihara, A multivariate realized stochastic volatility model with leverage effects, 第3回研究会「金融工学からERMへ」, 2015年3月4日, 一橋大学(東京都国立市)

Tsunehiro Ishihara, A multivariate realized stochastic volatility model: A matrix exponential specification, Recent Developments on Bayesian Econometric Methods and Applications, 2015年2月8日, 慶應義塾大学(東京都港区)

石原庸博, 一般化 Realized Stochastic Volatility モデルの推定と応用, 2014年度統計関連学会連合大会, 2014年9月13日~2014年9月16日, 東京大学(東京都文京区)

Tsunehiro Ishihara, Portfolio Optimization using Dynamic Factor and Stochastic Volatility: Evidence on Fat-tailed Error and Leverage, ISBA2014 world meeting, 2014年7月14日~2014年7月18日, カンクン (メキシコ)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:

番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石原 庸博 (ISHIHARA, Tsunehiro)
大阪大学・数理・データ科学教育研究センター・特任講師
研究者番号：60609072

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：