

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：20102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25780154

研究課題名(和文) 高頻度データに基づくジャンプを考慮したリスク評価に関する研究

研究課題名(英文) Risk evaluation and management based on high-frequency data and jump variation

## 研究代表者

生方 雅人 (UBUKATA, MASATO)

釧路公立大学・経済学部・准教授

研究者番号：00467507

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：金融リスク評価とリスクマネジメントに関する研究分野において、第一に、オプション価格から逆算されるインプライド・ボラティリティのジャンプ成分は、金融危機の期間における一部の実現ボラティリティの予測に対して有効であった可能性を示した。第二に、高頻度データから計算される実現分散共分散行列を用いて、先物によるヘッジポートフォリオの分散を最小にするようなヘッジ戦略を検討した。そのショートヘッジ戦略は、リーマンショックや東日本大震災直後のような資産価格変動が極めて大きい時期を除けば、実現分散共分散行列を使用しないモデルに比べて相対的に良いパフォーマンスをもたらすことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：In the literature of risk evaluation and management, we construct an implied jump risk variable from option prices and applies it to time series models for realized volatility. Out-of-sample forecasting evidence suggests that the implied large jump risk variables could be useful in forecasting a realized volatility during the 2008-09 financial crisis. Second, we investigate the performance of a conditional hedging model using realized covariance measure with noisy high-frequency data. The out-of-sample results show that the model overall performs well for a short hedge in the period without unpredictably large fluctuations in returns such as the Lehman aftermath and the economic impact of the Great East Japan Earthquake.

研究分野：計量ファイナンス

キーワード：金融高頻度データ 実現ボラティリティ インプライドボラティリティ ジャンプ 実現共分散 最適ヘッジ比率

### 1. 研究開始当初の背景

金融市場において、瞬時に更新される気配値や約定情報を記録した高頻度データは、日次や月次データといった相対的に低頻度な観測データに比べて多くの情報を含んでいる。新しいリスク指標と効率的なリスクマネジメント手法の開発に向けて、高頻度データの情報を活用し、その有効性を検証することは、今や国内外の研究者が注目する大きな研究対象となっている。

また、2000年代後期の世界的な金融危機とその後の不況の教訓として、突然起こる大きなリスクに対する管理強化の重要性が強く認識されている。資産価格が突発的に大きく変化する意味で、ジャンプの大きさや発生頻度、ジャンプのクラスタリング、マクロ経済変数との関連についての計量分析が注目を増している。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は大きく以下の2つに分けられる。

(1) 資産価格収益率の分散または標準偏差として定義されるボラティリティの推定問題に対して、日本の金融市場の高頻度データから計算される実現ボラティリティ(以下、RVとする。)と呼ばれるリスク指標と、オプション取引価格に基づき算出されるモデルフリー・インプライド・ボラティリティ(以下、MFIVとする。)と呼ばれるリスク指標から、それぞれのジャンプ成分を抽出する。このジャンプ成分がボラティリティの予測に対して有効であるかどうか、時系列分析手法を用いて統計学的に検証する。

RVのジャンプ成分を検出する統計量の開発やボラティリティ予測への研究成果は少なくはないが一定のコンセンサスが得られているとは言えない。また、市場が予想する将来の価格変動リスクを表わすMFIVのジャンプ成分についての分析は、依然として一つのインプリケーションも得られていない状況である。(1)はこうした研究の一環として位置づけられる。

(2) 上述の(1)では、単一の資産価格収益率に対するリスク分析となるが、(2)では2つの資産価格収益率の共変動を取り扱うリスクマネジメントの研究をおこなうことが目的である。具体的には、高頻度データから計算される実現共分散行列(以下、RCMとする。)と呼ばれる2資産間のリスク指標を活用し、先物取引を使って現物取引のリスクを回避するヘッジポートフォリオを構築するための最適ヘッジ比率の推定方法を提案することである。最適ヘッジ比率とは、ヘッジポートフォリオの分散を最小にするような現物1単位当たりの先物の比率のことで、最適ヘッジ比率の予測値は現物と先物の条件付き共分散と先物の条件付き分散の予測値から推

定される。こうして、精度の高い最適ヘッジ比率を得るために、RCMを活用した現物と先物の条件付き分散共分散の時系列モデルを提案し、その時系列モデルを用いて計算される最適ヘッジ比率を用いた戦略のパフォーマンスを比較検証することで、高頻度データの情報を組み込んだ方法を検討するというのが(2)の目的である。

高頻度データを活用したリスクマネジメントの有用性を検討するというテーマでは、オプションの価格付けやバリュエーション・リスク、ポートフォリオ選択問題において、高頻度データに基づくRCMを活用した方がそれらのパフォーマンスは向上するという結果がいくつかの先行研究で示されている。その一方で、最適ヘッジ比率の推定においては、高頻度データを応用した研究は少なく、その有用性に関するコンセンサスは依然として得られていない。(2)の研究はこの未解決の問題に対して、日本の株式市場を通じた実証分析をおこなうことによって、追加のインプリケーションをもたらすものである。

### 3. 研究の方法

(1) 新たな試みとして、日経225オプション価格から逆算して求められるMFIVのジャンプ変動部分として、モデルフリー・インプライド・ジャンプリスク変数(以下、MFIJとする。)を計測した。本研究では、大きなジャンプに起因する変動を含むMFIVと含まないMFIVの差に基づいてMFIJの計算をおこなっている。

具体的には、2種類のMFIVの差として観測されるジャンプリスクの占める割合が一定の閾値より小さい場合にはゼロ、大きい場合には2種類のMFIVの差としてMFIJ変数の計測をおこなった。閾値に基づく指示関数を導入してMFIJを定義し、大きなジャンプが発生したときのジャンプリスクに注目することで、連続な確率過程に起因するリスク成分の時系列変動特性とは異なる変動特性を分析している。

ボラティリティの予測モデルとして、日経225株価指数のRVの時系列モデルを考え、過去のRVの連続な確率過程に起因する変動部分と不連続なジャンプに起因する変動部分を説明変数とする予測モデルに、新たにMFIVとMFIJを加えたモデルを構築する。実証分析では、1998年2月から2009年7月までのデータを用いて、上述の時系列モデルを使ってボラティリティの内挿・外挿予測をおこなったときに、MFIVとMFIJ等を説明変数に加えない場合の時系列モデルに比べてどのような差がでるか検討している。

(2) 以下の4点の統計手法を用いて、個別の検証をおこなっている。実証分析にあたっては、日経225株価指数と日経225先物、5種類の個別銘柄の高頻度データと日次デー

タを用いた。データ期間は1996年3月11日から2011年11月21日までである。

RCMを用いた現物と先物の2変量時系列モデルとして、bivariate realized EGARCHモデル(以下、BREGモデルとする。)から推定される最適ヘッジ比率に基づいて、現物を日経225先物でヘッジした場合のヘッジポートフォリオを構築する。比較対象として、RCMを時系列モデルに含めない、多くの先行研究でも検証されているDCC-EGARCHモデルやOLSアプローチに基づくヘッジパフォーマンスとの差異を検討している。

BREGモデルにおける現物と先物収益率分布を正規分布よりも裾が厚く株式収益率の分布により適していると言われている2変量学生t分布に拡張した分析をおこなっている。また、2変量正規分布を仮定したBREGモデルとヘッジパフォーマンスを比較している。

高頻度データからリスク指標を計算する際には、いくつかの点で注意を要する。とりわけRCMのバイアスの源泉である市場のミクロ構造に起因する観測誤差(以下、マイクロストラクチャーノイズとする。)や非同期取引を考慮することが重要であると言われている。先行研究ではそうしたバイアスを修正するRCMの計測方法が多く提案されている。そうした方法に基づき、マイクロストラクチャーノイズや非同時取引を考慮したRCMと考慮しないRCMをそれぞれ使用し、ヘッジパフォーマンスにどのような差があるのか検証している。

BREGモデルの特徴の1つは資産価格収益率に加えてRCMを同時に内生変数として取り扱う点である。RCMを内生化するモデルはいくつかの先行研究でも提案されており、リスクマネジメントに対して有効かどうかを調査する必要がある。RCMを内生化することのメリットを検証するために、BREGモデルの比較対象として、RCMを外生変数として時系列モデルに加えた場合で最適ヘッジ比率の推定をおこない、ヘッジパフォーマンスを比較している。

#### 4. 研究成果

(1) 本研究で提案したMFIJは、価格変動リスク全体に対する割合で測ると、アメリカ同時多発テロ事件の直後や世界金融危機など日本経済に大きなショックが起きた時期に、その割合が大きくなる傾向を示した。

標本内分析の結果からはMFIJが将来の一部のRVに対して情報をもつこと、標本外分析の結果からは大きなジャンプが検出されている2008年から2009年の金融危機にかけて、MFIJを加えた時系列モデルは一部のRV

の予測精度が高いということが明らかになった。つまり、ボラティリティがジャンプによって乱高下しやすい時期を予測する際にはMFIJを加えた時系列モデルは有益である可能性が示唆される。

その他の結果として、MFIVは主にRVの連続な確率過程に起因する変動部分の情報を包含していると考えられ、RVの不連続なジャンプに起因する変動部分は将来のRVに対して情報をもつという結果が得られた。

(2) 各4点の分析結果を順にまとめると、

標本外分析の結果から、リーマンショックや東日本大震災直後のような、日本の株式市場において資産価格の変動が極度に大きい時期さえ除けば、BREGモデルは現物のロングを先物のショートでヘッジする戦略において、RCMを使用しないDCC-GARCHモデルやOLSアプローチに比べて全体的にパフォーマンスは高いという結果が得られた。

現物と先物の収益率分布について、2変量正規分布よりも2変量学生t分布を仮定した方が、得られた改善の度合いに比べると小さいが、全体的にヘッジパフォーマンスは向上するという傾向が得られた。

異なるRCM間の比較結果からは、BREGモデルにおいてマイクロストラクチャーノイズや非同時取引を考慮したRCMを用いた方が、それらを考慮しないRCMに比べてパフォーマンスは向上することが判明した。

BREGモデルのように収益率とRCMを内生変数として同時にモデル化することで、RCMを外生的に加えたモデルに比べてショートヘッジ戦略のパフォーマンスは向上する結果が得られた。

からに関する研究結果は論文として取りまとめ、Evaluating the performance of futures hedging using multivariate realized volatilityというタイトルで、現在査読付き学術雑誌に投稿中である。

#### 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)

[学会発表](計3件)

Ubukata, M., An empirical analysis of futures hedge using multivariate realized volatility, Workshop on high-frequency data and financial econometrics, 2014年2月10日, Hitotsubashi University

Ubukata, M., Evaluating the performance of futures hedging using multivariate realized volatility, 統計関連学会連合大会2014, 2014年9月15日, 東京大学

Ubukata, M., Evaluating the performance of futures hedging using multivariate realized volatility, 2014 年度中之島ワークショップ「金融工学・数理計量ファイナンスの諸問題 2014」, 2014 年 12 月 5 日, 大阪大学金融・保険教育研究センター

〔その他〕

研究代表者ホームページ

<http://www.geocities.jp/ubukatamasato/index.html>

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

生方 雅人 (UBUKATA MASATO)

釧路公立大学・経済学部・准教授

研究者番号：00467507