

平成22年 5月25日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20810024
 研究課題名（和文） 金融資産ポートフォリオのリスク量およびリスク寄与度の高精度推定手法の研究
 研究課題名（英文） More precise estimation methods for the risk and the risk contribution of a portfolio consisting of financial instruments
 研究代表者
 室町 幸雄（MUROMACHI YUKIO）
 首都大学東京・大学院社会科学部研究科・教授
 研究者番号：70514719

研究成果の概要（和文）： 多数の金融資産からなるポートフォリオのリスク量とリスク寄与度（ポートフォリオ全体のリスク量に対する各資産の寄与）を、リスク計測でよく用いられるモンテカルロ法よりも高精度に推定する手法を考案した。具体的には、モンテカルロ法と解析的近似式（鞍点近似）を併用するハイブリッド法を用いて、代表的なリスク尺度である VaR (Value at Risk) だけでなく、理論的に優れたリスク尺度 ES (Expected Shortfall) とそのリスク寄与度を高精度に推定できる手法を考案した。

研究成果の概要（英文）： I propose a much more precise estimation method for the risk and the risk contribution (the contribution of each asset for the risk of the portfolio) than the Monte Carlo method often used in the risk evaluation models. By using “hybrid method” in which the Monte Carlo simulation and the analytical approximate formula (the saddlepoint approximation) are combined, we can estimate precisely not only the famous risk measure “VaR” (Value at Risk) but also “ES” (Expected Shortfall) which has theoretically excellent properties as a risk measure.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 1,370,000 | 411,000 | 1,781,000 |
| 2009年度 | 1,200,000 | 360,000 | 1,560,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,570,000 | 771,000 | 3,341,000 |

研究分野：金融リスク管理

科研費の分科・細目：社会科学 社会システム工学・安全システム

キーワード：システム工学, リスク管理, 金融工学

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年では、金融機関が自らの抱えるリスクの大きさを計測し、その情報を開示するとともに、実効性のあるリスク管理体制を構築

することが社会的に要請されており、各国監督当局の指導のもとでそれぞれ対応していくことになっている。一方、金融情勢の将来予測は昨今ますます困難になり、過去の情報

からは想像できない事件が次々に発生している。例えば、2006年頃から顕在化したサブプライムローン問題は、10年前であれば単なる米国内の経済・社会問題の一つに過ぎない事件であったが、近年急速に発展した証券化技術や金融市場のグローバル化、クレジットデリバティブ（信用デリバティブ）市場の発達などの影響により、世界中の金融機関に多大な損失を被らせる世界金融危機にまで発展し、実体経済に重大な影響を及ぼす事件となった。

(2) このような状況の中、リスク計測技術や管理体制の優劣が経営に直接影響を与えるケースも現われ始めており、リスク計測・管理技術に対するニーズは、規制上においても、また経営戦略上においても日々高まっている。しかし、金融機関が保有する大規模ポートフォリオのリスク量を精緻に計測することは、現時点では技術的に非常に難しい。その理由の一つは、リスク計測には柔軟性の高いモンテカルロ法が適しているが、その方法で高精度の推定結果を得るには膨大な量のシミュレーションが必要になるからである。さらに、リスク管理を具体的に進めるためには、各資産のリスク寄与度（ポートフォリオ全体のリスク量に対する各資産の寄与）の算出も不可欠であるが、この高精度推定には、リスク量の計測以上に膨大なシミュレーションが必要である。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、金融機関が保有する金融資産ポートフォリオのリスク量およびリスク寄与度を、これまでの手法、特にモンテカルロ法よりも高精度に推定できる手法の開発である。研究対象には、市場リスクよりも一般に計測困難とされる信用リスクを取り扱うこととする。信用リスク計測において十分な成果が挙げられれば、その手法は市場リスク計測においても十分に活用できると考えられる。

(2) 具体的な研究項目は以下とする。

- A. ポートフォリオのリスク量の高精度推定手法
- B. リスク寄与度の高精度推定手法
- C. 証券化商品のリスク管理への応用

(3) 研究項目 A に関して、Muromachi (2004) はモンテカルロ法と解析的近似を併用するハイブリッド法を提案し、VaR (Value at Risk) の推定誤差を十分小さくできることを示した。しかし、同じ手法を ES (Expected Shortfall) に適用したところ、推定値には下方バイアスが明確に発生した。VaR よりも ES のほうが理論的に優れたリスク尺度であ

ることを勘案すると、ES に関しても VaR と同等以上の精度をもつ推定手法を開発することが望ましい。本研究の第一の目的は、ES の高精度推定手法の開発である。

(4) 研究項目 B に関して、Muromachi (2004) は、VaR の表現式に陰関数定理と前述のハイブリッド法を適用することにより、VaR に対するリスク寄与度が高精度で推定できることを示した。しかし、ES に対するリスク寄与度の推定精度は、VaR のリスク寄与度に比べて1桁低く、さらには直観に合わない大きく外れる推定値が得られることも時折見られた。研究項目 A と同様に、ES に対するリスク寄与度に関しても高精度推定手法の開発が望まれている。そこで、本研究の第二の目的は、ES に対するリスク寄与度の高精度推定手法の開発である。

(5) 研究項目 C は、開発したリスク量およびリスク寄与度の高精度推定手法を証券化商品、特にその代表として CDO (債務担保証券) の価格付けやリスク計測に応用することであり、これが第三の研究目的である。

3. 研究の方法

(1) Muromachi (2004) で提案された手法は、VaR およびそのリスク寄与度の推定に関しては一応の成功を収めている。そこで、この手法を ES およびそのリスク寄与度の推定への適用方法の改良について考察する。

(2) まず、Muromachi (2004) の提案手法について説明する。Muromachi (2004) は、既存のリスク計測モデル、特に信用リスク計測モデルが条件付独立を仮定して構築されることが多いことに着目し、条件付独立モデルによる損失額または将来価値の分布を、

- ①_r モンテカルロ法を用いて条件を具体的な数値として発生させる。
- ②_r 鞍点近似を用いて、その条件下における分布（条件付分布）を算出する。
- ③_r ①～②を適当な回数だけ繰り返す。
- ④_r 繰り返した回数分だけ得られた条件付分布の期待値を計算し、無条件分布を求める。

という手順で求める方法をハイブリッド法と呼び、この方法で VaR の推定を行うことを提案した。一方、ある資産の VaR に対するリスク寄与度が、その資産の保有量による VaR の偏微分を用いて表現できることに着目し、VaR と分布関数の関係式（これは VaR の定義式でもある）に陰関数定理を適用することにより、リスク寄与度の解析的な表現を導出し、そこにハイブリッド法を形式的に適用して、VaR に対するリスク寄与度を推定する手順を提案した。

(3) さらに Muromachi (2004) は、測度変換を用いてハイブリッド法による VaR 推定手法を ES に適用できる形式に変形し、ES 推定を試みた。しかし、VaR のときのような高精度の推定結果は得られなかった。(ここで、ハイブリッド法の推定結果の精度は、十分な回数のモンテカルロ法による推定結果と比較することで判定した。)

(4) 本研究では、Muromachi (2004) で ES 推定の際に使用された測度変換には問題があると考えて、その方法は使用せず、VaR と ES の間に一般的に成立する関係式を用いて数式を変形し、そこにハイブリッド法を適用することを考えた。

(5) 具体的には、ES は VaR の信頼水準(確率)に関する積分として表現することができる。そこで、VaR をハイブリッド法で推定し、その積分として ES を推定するという方法である。リスク寄与度に関しても同様である。ES のリスク寄与度は、その資産の保有量による ES の偏微分を用いて表現できるので、ある条件を仮定して、ES のリスク寄与度を VaR のリスク寄与度の信頼水準(確率)に関する積分として表現することで、VaR のリスク寄与度を介して ES のリスク寄与度を算出する方法を考案した。

(6) これらの考案手法による推定結果を、十分な回数のモンテカルロ法による推定結果、および Muromachi (2004) の測度変換を用いた推定手法による結果と比較した。

4. 研究成果

(1) 条件付独立という仮定を用いて構築された信用リスク計測モデルに、今回考案した方法を適用したところ、VaR と同程度の高精度で ES を推定することができた。また、Muromachi (2004) の測度変換による方法とは異なり、今回の推定結果には下方バイアスも確認できなかった。一方、ES に対するリスク寄与度に関しても、VaR に対するリスク寄与度と同程度の精度で推定することができた。また、大きく外れる推定値が現れることもなくなり、非常に安定した結果が得られることを確認した。さらに、リスク寄与度では加法性(全資産のリスク寄与度の和がポートフォリオのリスク量と一致すること)が成り立つことが理論的に示されているが、その成立も高精度で確認することができた。

(2) 本研究では、以上の結論を、二種類の信用リスク計測モデルを用いて確認した。

(3) まとめると、「2. 研究の目的」で挙げ

た研究項目 A と B に関しては、十分な成果が得られ、当初の目的はほぼ達成された。しかし、二年間という研究実施期間中に、その成果を CDO の価格付けやリスク計測に適用するまでには至らなかった。また、成果を英語論文としての確にまとめて学術雑誌に投稿するには時間が足りなかった。

(4) なお、計画段階からの本研究の目的というわけではないが、研究項目 C に関連することとして、証券化商品が昨今の世界金融危機の中で果たした役割や問題点などについても並行して調査を進めてきたところ、その調査結果に基づく学会発表(シンポジウムでの講演)や解説記事の執筆を行うことになった。また、本研究のテーマを含む英文ハンドブックの翻訳を行うことになり、研究期間中に出版された。

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)

- ① 室町幸雄, 証券化商品とサブプライムローン問題, オペレーションズ・リサーチ, 査読無, Vol. 54, No. 10, 2009, pp. 619-624.
- ② Kijima, M. and Muromachi, Y., Black-Scholes Formula and Applications in Finance, Methods and Applications of Statistics in Business, Finance, and Management Science, 査読無, forthcoming.
- ③ Muromachi, Y., Decomposing total risk of a portfolio into the contributions of individual assets, 39th ASTIN Colloquium: Accepted Papers(http://www.actuaries.org/ASTIN/Colloquia/Helsinki/Papers_EN.cfm), 査読無, 2009, pp. 1-18.

[学会発表](計3件)

- ① 室町幸雄, 金融危機概説, 日本オペレーションズ・リサーチ学会第63回シンポジウム, 2010年3月3日, 東京, 秋葉原.
- ② Muromachi, Y., Decomposing total risk of a portfolio into the contributions of individual assets, 39th ASTIN Colloquium, June 2, 2009, Helsinki, Finland.
- ③ Muromachi, Y., Decomposing Expected Shortfall of a Portfolio into the Contributions of Individual Assets and its Robust Estimation Method, The

2009 Applied Business Research
Conference, January 5, 2009, Oahu,
Hawaii, USA.

〔図書〕（計2件）

- ① 芝田隆志, 室町幸雄訳 (木島正明監訳),
朝倉書店, 金融工学ハンドブック (第1
章 金融資産価格付けの基礎), 2009, p
p. 13-67.
- ② 室町幸雄訳 (木島正明監訳), 金融工学ハ
ンドブック (第10章 ポートフォリオの
信用リスク計測), 2009, pp. 431-466.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

室町 幸雄 (MUROMACHI, YUKIO)

首都大学東京・大学院社会科学研究科・教
授

研究者番号：70514719