

Title	統計的手法を用いた株価のクラスタリング ファットテール性を有する株価収益率の相関構造の分析・知識形成
Author(s)	磯貝, 孝
Citation	
Issue Date	2015-06
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/12872">http://hdl.handle.net/10119/12872</a>
Rights	
Description	Supervisor:Dam Hieu Chi, 知識科学研究科, 博士

氏 名	磯 貝 孝
学 位 の 種 類	博士(知識科学)
学 位 記 番 号	博知第 176 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 27 年 6 月 24 日
論 文 題 目	Clustering of Japanese stock returns: Statistical analysis of the correlation structure of fat-tailed returns (統計的手法を用いた株価のクラスタリング—ファットテール性を有する株価収益率の相関構造の分析・知識形成)
論 文 審 査 委 員	主査 Dam Hieu Chi 北陸先端科学技術大学院大学 准教授 Ho Bao Tu 同 教授 内平 直志 同 教授 宮田 一乗 同 教授 落合 友四郎 大妻女子大学 准教授

## 論文の内容の要旨

In this research, we study the correlation structure of fat-tailed asset returns, specifically the Japanese stock returns. A structural analysis of the Japanese stock market with a new data-oriented classification of stocks is the key component, which contributes to the knowledge creation of portfolio investment and risk management. About 1,400 stocks listed on the First Section of the Tokyo Stock Exchange are selected for correlation clustering to find a more data-oriented classification than the standard sector classification. Advanced volatility models are applied to filter the fat-tailed stock returns to avoid the possible distortion of correlation due to volatility fluctuations when estimating the correlation matrix of returns. The correlation matrix is converted to a weighted undirected network. Then, the stock returns are clustered by recursive spectral clustering with a community detection technique developed in the complex networks theory. A new method for controlling the recursive clustering process is proposed there, which is generally applicable to other fat-tailed financial asset returns. The statistical comparison between the clustering result and the standard sector classification reveals some partial linkages between them. It has been proven that portfolio risks are more efficiently controlled with the new grouping by random portfolio simulations. Classification trees are built on the clustering result with various non-price data to explore the group properties; some informative variables are successfully identified. The clustering results are also applied to the analysis of dynamic changes in the correlation matrix. A multivariate volatility model with dynamic correlation is applied to a reduced size of sample portfolios to detect any differences in changing patterns across the market and between groups. It is confirmed that the correlation intensity changes

over time; a higher level of correlation is observed during the crisis periods. This study contributes to the further development of knowledge science by proposing a wide range of combinations of analytical techniques in various fields of science to extract information from the complicated high-dimensional financial data.

**Keywords:** stock return, correlation, fat tail, volatility, portfolio, GARCH, copula, network clustering, complex networks, modularity, risk management

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、ファットテイル性を有する株式の価格変動に関する数理的な解析および個別銘柄間の価格変動の相関構造の分析を通じて、新たな銘柄分類を提案するとともに、銘柄グループの特徴の整理、既存の業種分類との比較などを行い、金融資産ポートフォリオのリスク管理等に有効に活用し得る多くの知識を得ている。

株価に代表される金融資産の価格変動は、極端な変化が高い頻度で発生するという意味でファットテイル性を有しており、そのため多数の銘柄間の相関構造の把握は、ポートフォリオのリスク把握に際して重要不可欠なものながら技術的に難易度の高い問題となっている。本論文では、伝統的な金融・経済的アプローチに加えて、他の科学分野で発展した関連手法を有機的に組み合わせた点に新規性がある。具体的には、多変量ボラティリティ変動モデル（GARCH）を用いて株価変動をモデル化した上で、近年急速な発展がみられている複雑ネットワーク理論を応用した独自の銘柄クラスタリング手法を提案し、従来の事業分類に基づく銘柄分類とは別の新たな分類を提示している。この手法は、株価の変動およびそれらの相関を直接扱うことで、個別銘柄の価格変動に含まれる情報を最大限活用している。新たな銘柄分類は、銘柄間の実際の価格変動の共通性に依存したデータオリエンテッドなものであり、ポートフォリオのリスク計量など定量的な用途により適したものとなっている。本論文では現実の株価を用いた数値シミュレーションにより新分類の相対的な優位性を定量的に証明している。また、新たな銘柄分類と既存の業種分類を統計的な手法を用いて対比することで、二つの分類の間の類似性や相違点に関する情報を定量的に収集し、単なる銘柄分類の提案のみならず、新しい分類の意味や従来の分類の問題点なども整理している。機械学習の手法を用いて、株価変動以外の各種データが銘柄グループ毎の株価変動にどのような影響を及ぼすかについても定量的に推論している。こうした分析は、データ重視の分析から導かれた銘柄分類の説得力を高める上でも十分効果的である。さらに、本論文では、個別銘柄の相関が動的に変化するモデルの拡張を行い、実際に日本の株式市場において相関の強さがどのように変動してきたのかを計測している。モデルの推定においては、新たに提案した銘柄分類を用いてデータの次元圧縮を行うことで、大規模かつ複雑な推定を可能とした点にも新規性・有用性が認められる。

本研究においては、大量のデータに基づく数理的な分析を通じて得られた知見と実務的な経験値

を背景にした検証の両者を重視する姿勢が貫かれており、それによって分析結果の信頼性・納得性が高められている。

こうした点から、本学位論文の内容は、金融分野におけるデータ駆動型のアプローチによる知識形成という方向性で知識科学の発展に寄与するものと考えられる。

以上、本論文は、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（知識科学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。