

氏 名 山下隆

学位（専攻分野） 博士（学術）

学位記番号 総研大甲第 1146 号

学位授与の日付 平成 20 年 3 月 19 日

学位授与の要件 複合科学研究科 統計科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Modeling Dynamic System in Finance with Applications.

論文審査委員 主 査 教授 田村 義保
教授 尾崎 統
教授 尾形 良彦
教授 庄司 功(筑波大学)

論文内容の要旨

This thesis summarizes a dynamic modeling approach for financial topics.

Practitioners often use mathematical approaches for solving financial issues using statistical models, however, these models are almost always static.

The aim of this thesis is to consider model requirements for practical dynamic models with academic and practical applications. To this end, I studied the statistical nature of actual market data.

Next, I constructed models for practical financial issues and applied these to actual market data.

The main contribution of this thesis is that I point out conditions for the use of dynamic models for practitioners, and study statistical methods.

One necessary condition is the time-varying volatility of an asset. The other is Poisson jumps of states.

I use the conventional GARCH model and the market microstructure model for estimating the former. I devise a new model from a market microstructure model the latter. I showed these conventional models have certain drawbacks; primarily that it overestimates volatility by price jumps.

To avoid this, I provide the statistical methods for dealing with Poisson jumps in these models.

I model typical behavior patterns of market traders and construct a delay van der Pol type price model. This model can explain price jumps.

Another contribution of the thesis is that I point out the limitations of the solving frame work used by conventional static models.

For this purpose, estimating the style drift of investment managers is employed as a practical problem. The time-varying exposure of managers can be estimated by this {¥it simple} dynamic model, obtained by converting the static model into dynamic one. This model is easy to use in practice, and may provide innovative change in style management in finance.

The results suggest that dynamic models have significant potential for practical use. I believe that the development of a dynamic modeling approach can lead to innovative changes in finance.

論文の審査結果の要旨

提出された論文の草稿は全 6 章 174 頁からなり、英語で執筆されている。研究目的は「運用実務において dynamic system 適用の可能性とその問題点についてモデリングの観点から研究する。」ことである。特に、大きな価格変動をヴォラティリティの時間変動だけでなく shot ノイズによるジャンプの可能性を含めて分析することを試みている。

1 章はイントロダクションである。2 章では、後章で議論される統計的モデリングの論拠となる金融マーケットデータの統計的性質について論じている。金融時系列データに特徴的な性質の中でも価格のジャンプの問題を如何に扱うかが重要なポイントとの認識が S&P500、Dow Jones Index, Toyota の株価、Microsoft の株価などの例を用いて実証的に議論されている。この認識のもとに、本論文の統計的モデリングの議論を、通常よく利用されているジャンプを考慮しない場合のモデリング解析とジャンプを考慮したモデリング解析をそれぞれ 3 章と 4 章に分けて行っている。それぞれの章で扱われている解析対象は共に i) 投資スタイルの時間変動の解析、ii) ヴォラティリティの時間変動の解析、iii) 力学的なダイナミクスを考慮したモデリングによる価格変動の解析、という形を取っている。3 章でのジャンプを考慮しない Stochastic Volatility モデルによる上記の金融実データの解析結果、特にヴォラティリティの推定結果に見られる特徴からジャンプを考慮しないために起こっていると見られる価格の大きな変化時点直後の推定ヴォラティリティの Over-Estimation の問題点などが指摘されている。これを受けて次の 4 章でジャンプを考慮したモデリングを考察しスタイルインデックスデータ、実データにおける価格変動のヴォラティリティ推定に応用している（この部分の仕事は現在国際誌に投稿中）。ジャンプを Poisson 過程を用いてモデリングし、ジャンプの時点をもっとも尤法を用いて推定している。また力学的モデリングの接近法では局所的金融トレーダーの振る舞いに関する単純な仮説から出発して Delay Equation の一種である独自の非線形ダイナミックモデルを導出し、これによりマーケット全体の大局的振る舞いとしての価格のジャンプ的振る舞いが生成出来ること、そして Technical Analysis における注目項目のひとつである、いわゆる三角持ち合いに似た振る舞いも生成出来ることをシミュレーション実験で示している（この部分の仕事は国際誌 Physica A に 2006 年発表済み）。5 章は結論、6 章は謝辞にあてられている。

Mutual Fund データを用いた各ファンドの投資スタイルの解析においては、ジャンプなしの場合に使われているシャープ法、状態空間モデルそのものはすでに先行研究があるがジャンプ付きの状態空間モデルは新しい試みである。応用研究としてみた場合、この本論文のような視点からジャンプを考慮した個別ファンドの投資スタイルの解析の先行研究はなく、また推定結果から得られるファンドマネジャーのストラテジーの時間変化の特徴づけなどで応用面での価値が認められる。

株価データやインデックスデータを用いた価格変動のヴォラティリティ推定問題に関してはすでによく知られている先行研究をそのまま踏襲するに留まらず、これを更に発展させ、Trade Volume に関する新しい変数をつけ加えた拡張版マイクロマーケットストラクチャーモデルおよびそのジャンプ付きバージョンを導入している。応用研究の視点から見ると、本研究のように多岐にわたるモデルを用いて株価とインデックスの価格変動のヴォ

ラティリティを比較研究した先行研究はなく価値が認められる。

ジャンプの生成メカニズムに関する非線形 Delay Equation の導出研究に関しては、局所的な仮定（トレーダー間のルール）から大局的なマーケットの価格の振る舞い（ジャンプ現象やテクニカルアナリシスのいわゆる三角持ち合い）をシミュレーション実験で示している点は価値が認められる。

以上から、博士論文審査委員会は、申請者の学位請求論文が学位に十分値する水準にあると全員一致で判定した。