

氏 名 高 橋 久 尚

学位（専攻分野） 博士(学術)

学 位 記 番 号 総研大甲第647号

学位授与の日付 平成15年3月24日

学位授与の要件 数物科学研究科 統計科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 Statistical Models in Finance : Applications to  
Price Change and Credit Risk

論 文 審 査 委 員 主 査 教授 田村 義保  
教授 尾崎 統  
教授 伊藤 栄明  
助教授 栗木 哲  
教授 矢島 美寛 (東京大学)  
助教授 山下 智志 (統計数理研究所)  
助教授 永原 裕一 (明治大学)

## 論文内容の要旨

The aim of this study is to make simple statistical models to analyze the risks in finance. Comparing with real data of the exchange rate between the US dollar and the Japanese yen, we make three simple models to explain the distribution of price change and the interaction of traders.

In the first model, we consider change (difference, returns) in stock index prices and exchange rates for currencies. These are said, from empirical studies, to be distributed by a stable law with a characteristic exponent  $\alpha < 2$  for short sampling intervals and by a Gaussian distribution for long sampling intervals. To explain this phenomenon, we introduce an Ehrenfest model with large jumps (ELJ), which explains the empirical density function of price changes for short time intervals as well as for long time intervals. In chapter 3, we discuss mathematical details and related problems of ELJ.

The second model is a majority orienting model which we introduce to show the majority orienting behavior of the traders in a market. It seems that the interaction among the traders must exist not only at the time of crashes and bubbles but also at the time of usual trading. And the interaction makes the time series of the market prices such as an exchange rate between the US dollar and the Japanese yen a typical trajectory.

The third model is the majority orienting model with feed back process which we introduce to understand the oscillation of the market price. We study a simplified market in which the dealers' behavior changes by the influence of the price. We show that in such a market, the price oscillates perpetually by applying the van der Pol equation which is obtained from a deterministic approximation of our model.

The advantage of these models is it is easy to understand the connection with real market such that there are  $N$  agents, each of whom is in one of two possible microeconomic states. To explain volatility clustering, trend of market and non-symmetrical trading is left for our further study. To combine the above models may be also an interesting next problem.

We also study a default probability of companies by applying the logit model to the data from the database as a starting point of making stochastic model on the default of a company. It is important in credit risk management to determine the probability of bankruptcy. Few reliable analyses of bankruptcy have been developed for small and medium-sized enterprises because of the delay in developing of databases to capture credit risks for these enterprises. Recently, a large-scale database for estimating credit risks for such enterprises has become available as "Credit Risk Database". We use the Wald statistic to evaluate the significance of the model's parameters. We discuss the differences in explanatory factors of credit risk depending on the enterprise scale. In general, financial data for small and medium-sized companies contain many missing data, and many statistical difficulties are caused by it. To avoid these difficulties, 0-1 dummy variables were incorporated into the logit model. This method can be also interpreted that the condition of a certain company's missing data in its financial indices is valuable for predicting a company's default. To make a simple stochastic model for this problem is our next problem.

## 論文の審査結果の要旨

高橋久直君の申請論文は市場リスクと信用リスクについての研究をまとめたものである。市場リスクについては、申請者が独自に提案した2つの確率モデルを用いて為替データを扱っている。また、信用リスクについては中小企業の倒産という現実の問題についてのデータ解析を行っている。

申請論文は二部からなる。第一部では為替データを扱うための2つの確率モデルを提案している。為替データへの応用結果とモデルの数理的基礎について論じている。

第1のモデルは、観測時間間隔を変えた場合における為替収益率の定常分布の違いを説明するための確率モデルである。収益率の分布関数は実際の金融の世界においてオプション価格の設定のために重要であるという理由から、すでに多くの分布関数が提唱されている。申請論文では市場のディーラーの動きを、Ehrenfestモデルを拡張した長距離ジャンプ有りモデルのパラメータに結びつけることにより、いろいろな特性指数を持つ安定分布が近似的に得られることを示している。収益率の分布に関して安定分布を仮定した場合、観測間隔が短い時は特性指数が2より小さい安定分布をしており、更に、観測間隔を長くするのに従ってガウス分布(特性指数が2)に近づくことが分かっている。このことを実データに最尤法を用いたモデルあてはめを行うことにより確認している。さらに提案したモデルを用いたシミュレーションにより有用性を補強している。また、モデルの数理的性質についても十分な検証を行っている。

申請論文で提案されている第2の確率モデルはディーラーの多数派志向を説明するための集団遺伝学におけるoverdominanceモデル、negative overdominanceモデルに類似したものである。モデルパラメータによって定常分布が単峰型から双峰型になることを示している。モデルの持つ振動的性質等の数理的性質についても論じている。

第二部では中小企業信用リスク情報データベースを用いて中小企業の倒産確率(デフォルト)の推定を行っている。データ解析には線形ロジットモデルを用いている。中小企業の財務データに多く見受けられる欠測値を扱うため方法を示しているところに独自性がある。

第一部においては、申請者が独自に提案した確率モデルを用い、観測間隔による為替データの収益率の定常分布の違いや分布型の時間変化を説明することに成功しており、統計科学的手法の新たな応用という点での貢献がある。また、第二部においては、欠測値が多い場合の線形ロジットモデルあてはめ問題についての新たな視点を与えており、その応用結果が有用であることのみならず統計的データ解析の分野に対しても新たな可能性を開いたと評価できる。

第一部の研究内容については申請者を第一著者とするResearch Memorandumが3編あり、国際的学術誌に投稿中である。第二部の研究内容については統計数理 第50巻 第2号に掲載が決定している。これらのことより、高橋久尚君の博士申請論文は統計科学専攻の課程博士に値すると考えられる。