

氏 名 袴 田 守 一

学位（専攻分野） 博士(学術)

学 位 記 番 号 総研大甲第627号

学位授与の日付 平成14年9月30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 Extended Markov Switching Models and Their Applications

論 文 審 査 委 員 主 査 教授 田村 義保
教授 石黒 真木夫
教授 樋口 知之
教授 尾崎 統
教授 和合 肇 (名古屋大学)

論文内容の要旨

本論文は、非線形の金融・経済時系列の分析において1990年代以降盛んに研究が行われてきた Markov switching モデル（以下、MS モデル）の拡張と、その拡張 MS モデルの実際の金融・経済時系列データへの適用による実証分析を行ったものである。各章の構成は以下の通りである。

Chapter 1. Introduction and Overview

Chapter 2. Markov Switching Model

Chapter 3. State Estimation and Model Identification

Chapter 4. Empirical Analysis

Chapter 5. Summary of Extended Markov switching Models

Chapter 6. Conclusions

第1章では、実際の金融・経済時系列データを示しながら、本論文の研究を行った動機と本論文の貢献について述べている。また、本論文の中で非線形時系列に対して、一貫して用いている MS モデルの先行研究をまとめるとともに、MS モデルと関連するその他の手法についても簡単に触れている。

第2章では、既存の MS モデルとその状態空間表現を説明する。金融・経済時系列分析の分野において、Hamilton (1989) による MS モデルの提案以降、Filardo (1994)、Hamilton and Susmel (1994) らによって重要なモデル拡張が行われてきた。これらの MS モデルの基本的な考え方を概括的に説明している。また、計算技法の観点から便利である状態空間表現とその拡張版である一般状態空間表現の導入と説明を合せて行っている。

第3章では、状態ベクトルの推定のために利用した計算アルゴリズム、パラメータ推定と AIC 基準を利用したモデル選択の説明を行っている。MS モデルではカルマンフィルタをそのまま利用することができないため、これまでに、カルマンフィルタの拡張版として様々なフィルターとスムージング手法 (non-Gaussian, Gaussian sum, Monte Carlo 等) が提案されている。本章では、4章の実証分析の中で利用している手法を中心とした先行研究を概括し、それらを説明している。また、パラメータ推定の方法に触れるとともに、MS モデルのモデル選択のための AIC 基準の説明も合わせて行っている。

第4章では、MS モデルを利用した金融・経済時系列データの実証分析を以下の通り各節毎にそれぞれのトピックスと分析データを対象として行っている。

4.1 Trend Identification and Trading Strategy

“テクニカル分析”は、金融資産価格の伝統的な分析手法として多くの実務家に利用されてきた。ここで、重要な役割を果たすのがトレンドの概念であるが、テクニカル分析の枠組みの中で、トレンド推定の方法には科学的な客観性が保証されていない。本節では、分散不均一性を考慮したトレンド推定のための拡張 MS モデルを提案し、TOPIX の日次データを用いたトレーディング戦略の収益性について、提案した MS モデル利用の有効性の検証を行った。また、その実証分析の中では、トレーディング収益性についての比較対照として、他の確率モデルや移動平均戦略を用いた。

4.2 Time-series and Cross-sectional Volatility Analysis

金融時系列ボラティリティの分析のために、これまで様々な確率モデルが提案され、多数の実証分析が行われてきた。本節では、クロスセクションでみた株式市場の個別銘柄リターンの分布特性

(分散, 尖度, 歪度) に焦点を当て, その分布特性の影響を外生変数として考慮した時系列ボラティリティのための MS モデルを提案した. また, 東京株式市場 (TOPIX500 インデックスとその構成銘柄) の日次データを用いた実証分析を行って, 既存の代表的な GARCH タイプのボラティリティ・モデルとの比較を行った.

4.3 Japanese Business Cycles Analysis

内閣府 (旧経済企画庁) のヒストリカル DI に基づく景気判断は, データや計算基準が公開され, ある程度の客観性が確保されていることから, 広く景気循環分析の指標として利用されてきた. その一方で, 個別の経済データが公表されてから, ヒストリカル DI が算出されるまでに, かなりの期間が必要となる問題点も指摘されている. 本節では, 変数選択付き多変量 MS モデルを用いて, 内閣府による景気判断をトラックするような結果が得ることにあり, これによって個別データが発表された時点で逐次的にその時点での景気判断が可能となる. 実証分析では, 13 個の景気一致指数系列それぞれの単変量 MS モデルとのアウトサンプル期間での比較を QPS 基準によって行った.

4.4 Japan Premium and Japanese Banks' Stock Volatility

1990 年代後半, 日本金融システムはいくつかの内外要因によって不安定な状況に直面した. そのような状況を特徴的に表していた金融指標の現象が, 「ジャパンプレミアムの拡大」と「銀行株価の変動」である. これらのデータを分析する際に, 観測値が定常時系列である場合には, VAR モデルによる因果関係分析を直接的に適用可能であるが, 本節で扱うデータの 1 つであるジャパンプレミアムの系列は非定常であり, 従来の分析手法を利用することができない. そこで, 4 (=2×2) 状態の 2 変量 MS モデルを利用して, 時系列の状態間の関連性についての実証分析を行い, その分析結果の金融・経済面への示唆を考えた.

4.5 Transmission of Volatility

円ドル為替レートと日本の株式市場は異なる金融市場であるが, 日本企業の海外輸出比率の高さや近年の金融市場のグローバル化などから, これら 2 つの系列には何らかの関連性があると考えられる. 本節では, ボラティリティに焦点を絞って, 円ドル為替レートと TOPIX の日次データを用いて, 2 つの異なる金融市場間でのボラティリティの伝播について実証的に分析する. 分析に当っては, SWARCH モデル (Hamilton and Susmel 1994) を拡張した 2 変量 MS モデルを用いた. また, 既存の代表的な 2 変量 GARCH モデルとの比較を行うことで, 提案した MS モデルの有効性を示した.

4.6 Self-organizing Markov Switching State Space Model

本節では, MS モデルを自己組織化状態空間モデルに組み込むことで, 時系列プロセスの離散状態を表す不観測変数や未知パラメータを状態ベクトルの要素とした時変パラメータモデルとして, 状態空間表現を導出した. これにより, 最尤法を用いることなく状態推定が可能となった. また, 実証分析としてこの自己組織化 MS モデルを 2 つの金融・経済データ分析の問題に適用した. 1 つは, 円ドル為替レートのボラティリティを記述するための 1 変量モデルであり, ここでは遷移確率が日本銀行の市場介入という外生変数の影響によって時間変化すると考えた. もう 1 つは, 米国とドイツの景気循環の伝播関係についての分析を, それぞれ景気拡大と景気後退という 2 状態を含む 2 変量モデルを用いて行った.

第 5 章では, 前 4 章の各実証分析の中で利用した拡張 MS モデルの説明をまとめて行い, また, MS モデルの 1 つの一般化でもある Semi-Markov モデルについても触れた.

第 6 章は, まとめと今後の研究の課題と方向性を述べた.

論文の審査結果の要旨

提出された論文は全6章からなる。第1章では、研究の動機と背景について説明している。また、解析対象としたデータの特徴や先行研究について概説するとともに論文の主要な成果について要約している。第2章は、Markov Switching（以下MS）の構造をもった既存の時系列モデル、特に金融・経済の分野で研究提案されてきたMS時系列モデルのレビューを行っている。第3章は、MSモデルのための状態推定、パラメータ推定、モデル選択について、既存研究の紹介にあてている。また、シミュレーションデータを用いてMSモデルの有用性についても論じている。4章は6節で構成されており、各節ごとに次のような変化をとらえるために異なったMSモデルを提唱し実データに対して解析している。

4.1 分散不均一性を考慮したトレンド傾斜の変化

4.2 個別株式銘柄の分布特性を外生変数とするボラティリティ変化

4.3 多数の経済指標を用いた景気拡大期、後退期

4.4 ジャパンプレミアムと銀行株価ボラティリティ変化

4.5 TOPIXと円ドル為替レート間のボラティリティの伝播

4.6 日銀介入と円ドル為替レートボラティリティ変化及び米国と独国の景気循環伝播

MSモデルを考えることにより、それを含まない場合には得ることができない、金融・経済分野における意味のある結果が得られることを実証している。ここで4.6節は、4.1～4.5のMS時系列モデルとは別な方向の拡張、つまりMS時系列モデルでは固定したものとして取り扱うパラメータの時変化の拡張を考えた自己組織型のMSモデルを提案し、実データへの応用を行っている。第5章では、4章で用いたMS時系列モデルを整理している。既存のモデルとの差異の説明だけでなく、各モデルを既存のモデルからどのような観点から拡張したか、その拡張した理由をあわせて述べている。第6章はまとめである。

袴田氏は金融・経済分野において必要なRegime Shiftのある現象を解析するために複数のMSモデルを提唱し、実データに適用して有用な結果を得ている。これらの成果は統計手法についての研究及びその応用についての研究の両面から高く評価できるものである。また、口頭試問の結果からも、統計科学に関して学位を授与するに十分な学識を有するものと判断した。これらの理由により博士の学位を授与するのに十分な内容と形式を備えているものと全員一致で判定した。