

# 博士学位請求論文審査報告

申請者：大塚芳宏

論文題目：An Application to Macro Econometrics with Spatio-Temporal Model

## 1. 論文の主題と構成

大塚氏が提出した博士論文は、地域間の空間的影響を考慮した時系列モデルである時空間モデルを用いて日本の地域別電力需要や地域別景気循環について計量分析した3本の論文をまとめたものである。電力会社は、供給が需要を下回る事態が生じた場合に、隣接する電力会社から補完することによって需給バランスを調整し、供給不足を回避している。そこで、本論文の地域別電力需要の分析では、各電力会社の融通電力の送電線網をダミー変数とすることにより、地理的情報を時系列モデルに導入した SAR-ARMA (Spatial autoregressive-ARMA) モデルを提案している。また、景気循環の分析によく用いられるモデルに、景気の平均成長率が景気拡張期と後退期とで変化するマルコフ・スイッチングモデルがあるが、本論文の地域別景気循環の分析では、時空間自己回帰 (Spatial autoregressive-autoregressive: SAR-AR) モデルとマルコフ・スイッチングモデルを組み合わせることにより、景気循環と空間的相互関係を同時に考慮するマルコフ・スイッチング時空間自己回帰 (MS-SAR-AR) モデルを提案している。時空間自己回帰 (MS-SAR-AR) モデルを提案している。さらに、これらのモデルの推定法としてマルコフ連鎖モンテカルロ法 (Markov chain Monte Carlo; MCMC) を用いたベイズ推定法を提案している。これらのモデルや推定法を用いて日本の地域別電力需要と地域別景気循環について実証分析を行い、地域間の空間的相互関係を考慮することの重要性を示している。

論文の構成は以下の通りである。

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. FORECASTING ELECTRICITY DEMAND IN JAPAN: A BAYESIAN SPATIAL AUTOREGRESSIVE ARMA APPROACH Volatility Estimation

Chapter 3. SPACE-TIME MODEL VERSUS VAR MODEL: FORECASTING ELECTRICITY DEMAND IN JAPAN Modeling and Forecasting Realized Volatility

Chapter 4. ESTIMATION OF REGIONAL BUSINESS CYCLE IN JAPAN WITH MARKOV SWITCHING SPATIAL AUTOREGRESSIVE-AR MODEL Modeling and Forecasting Daily Value-at-Risk

Chapter 5. FINAL REMARKS

## 2. 各章の概要

本論文の主要な章である Chapter 2-4 の内容は以下の通りである。

Chapter 2 では、日本の地域別電力需要の変動を表すモデルとして、空間計量モデルと時

系列モデルを組み合わせた SAR-ARMA モデルを提案している。そこでは、各電力会社の融通電力の送電線網をダミー変数に反映させることにより、地理情報をモデルに導入している。また、このモデルの推定法として、MCMC に基づくベイズ推定法を提案している。実証分析では、1992 年 1 月から 2003 年 1 月までの季節調整済み大口電力需要量を用いて SAR-ARMA モデルの推定を行っており、推定結果から、日本の地域別電力需要に空間的相互関係が存在していることを明らかにしている。さらに、空間的相互関係を考慮することによって、将来の大口電力需要量の予測精度が向上するかどうかを検証するため、SAR-ARMA モデルと単変量 ARMA モデルの予測精度を比較している。その結果、SAR-ARMA モデルの方が予測精度が高いことを明らかにしている。この結果は、日本の大口電力需要量の予測において、空間的相互関係を考慮することの重要性を示すものである。

Chapter 3 では、Chapter2 で提案した SAR-ARMA モデルとマクロ計量分析でよく用いられる VAR モデルの予測精度の比較を行っている。具体的には、日本の地域別大口電力需要量を対象に、1992 年 1 月から 2003 年 1 月までを推定期間、2003 年 2 月から 2004 年 1 月を予測期間として比較を行っている。その結果、SAR-ARMA モデルの方が VAR モデルより予測精度が高いことを示している。

Chapter 4 では、日本の地域別景気循環の空間的影響について計量分析を行っている。ここでは、時空間自己回帰 (Spatial autoregressive-autoregressive: SAR-AR) モデルと景気の平均成長率が景気拡張期と後退期とで変化するマルコフ・スイッチングモデルを組み合わせることにより、景気循環と空間的相互関係を同時に考慮するマルコフ・スイッチング時空間自己回帰 (MS-SAR-AR) モデルを提案している。また、このモデルの推定法として、MCMC を用いたベイズ推定法を提案している。実証分析では、1998 年 1 月から 2010 年 7 月までの経済産業省の地域別鉱工業生産指数(IIP)を用いて MS-SAR-AR モデルを推定しており、空間的相互関係を示すパラメータの 95%信用区間が 0 を含まないこと、MS-SAR-AR モデルが MS-AR モデルや SAR-AR モデルよりも周辺尤度が高いことを明らかにしている。これらの結果は、日本の地域別景気循環の分析において、空間的相互関係を考慮することの重要性およびマルコフ・スイッチングモデルを加えることの重要性を示すものである。

### 3. 全体的な評価

本論文では、日本の地域別電力需要や地域別景気循環の分析に、既存の計量手法をそのまま用いるのではなく、新たな計量モデルや推定法を提案しており、こうした点は高く評価できる。また、本論文の実証結果は、日本の地域別電力需要、地域別景気循環の分析において、空間的相互関係を考慮することの重要性を示すものであり、意義がある。

Chapter 2-4 はすべて査読付き学術誌に掲載済みか掲載予定であり、具体的には、Chapter 2 が *Computational Statistics & Data Analysis* に掲載済み、Chapter 3 が *Journal of Forecasting* に掲載予定、Chapter 3 は『日本統計学会誌』に掲載された論文を英訳し加筆修正したものである。

その一方で、2012年1月10日に実施された口述審査では、まだ問題点が多く、審査員から多くの質問やコメントが寄せられた。まず、各章で推定法や表記が異なる、説明の重複が見られるとの指摘があった。また、電力需要の分析で、地域間のつながりを表すウエイト行列の設定に問題がある、説明変数に人口や鉱工業生産指数などの経済変数を加えるべきとの指摘もあった。さらに、英語の間違が多いとの指摘もあった。その他、改訂に向けて多数の助言が得られた。

大塚氏はそれ以降、これらのコメントを十分に反映させるべく改訂作業を進めてきた。経済変数を加えるという点については、データの制約から改訂がなされていないが、その他の点についてはほぼ満足のゆく改訂がなされている。また、英語については、英文校正を受けさせた。こうして改訂された学位請求論文は審査員の指摘を反映したものとなり、全員の了解を得られた。

以上より、われわれ審査員一同は、大塚芳宏氏が一橋大学博士（経済学）の学位を授与されるべき十分な資格を有していると判断する。

2012年3月14日

論文審査員（五十音順）

浅子 和美

黒住 英司

斯波 恒正

本田 敏雄

渡部 敏明

論文審査委員長 渡部敏明