

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20730144

研究課題名（和文） 時空間計量モデルの経済データへの応用

研究課題名（英文） Applications of spatio-temporal models to economic data

研究代表者

各務 和彦 (KAKAMU KAZUHIKO)

千葉大学・法経学部・准教授

研究者番号：00456005

研究成果の概要（和文）：本研究では時空間計量経済モデルのパラメータの特性に関する研究を行い、そのモデルを拡張して実証分析を行った。具体的には、電力需要、犯罪、景気循環などの実証分析に応用した。パラメータの特性に関する研究からは、空間的相互作用を考慮することの重要性を明らかにすることができた。そして、実証分析の結果からも、空間的相互作用が経済活動において重要な役割を果たしていることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：This research considers the properties of the parameters in spatio-temporal models and applied to the economic data extending the models. We examined electricity demand, crime, business cycle and so on. From the results of the properties of the parameters, we can confirm the importance of incorporating spatial interaction in the econometric models. From the empirical results, we find that the spatial interactions play important roles in economic activities.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：ベイズ統計学

科研費の分科・細目：経済学・経済統計学

キーワード：時空間計量モデル，マルコフ連鎖モンテカルロ法

1. 研究開始当初の背景

統計学においては 1970 年代以降目覚ましい発展を遂げ、

Cressie, N.A.C. (1993) *Statistics for Spatial Data*, New York: John Wiley & Sons.

によって一応の確立をみた、「空間統計」と言われる分野がある。空間統計は気象変動や

海流変動のような自然現象のみならず、脳波の伝道のような医療分野等幅広く応用されている。これらの分野で、空間的相互作用を考慮した分析が注目を集めている要因としては、空間的相互作用を考慮したほうが、実際のデータに対するフィットがよくなり、予測に対してもパフォーマンスが上がる実証されているからである。

一方、計量経済学でもこの空間的相互作用が全く重要視されてこなかったわけではな

い。

Anselin, L. (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht: Kluwer.

によって最尤法によって分析可能な空間計量経済モデルが体系的にまとめられたものの、その後、経済学あるいは計量経済学で関心を集めることは近年までなかった。その要因の一つは計量経済モデルの複雑さにあると思われる。

空間統計、空間計量経済学を問わず、空間的相互作用を考慮した分析では、高次元の行列の固有値や多重積分の計算が必要となり、計算上の困難が生じることが多々ある。しかしながら、空間統計で扱う事柄は分布の平均や分散の推定に留まることが多く、問題は固有値や多重積分の計算一つに要約されるものであった。他方、計量経済学では取り扱うモデルそのものが煩雑であることも多く、通常の分析で用いられる最尤法で分析することが困難であるモデルも少なくはない。それに加えて、空間的相互作用を考慮すれば、さらにモデルは煩雑となり分析そのものが困難になる。実際、このようなモデルの複雑さは、計量経済学だけにおける問題ではなく、空間統計の分野でも、モデルが複雑になるとともに、分析が困難になるという問題に直面した。そこで、マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法を導入することで、この問題をいち早く克服した。計量経済学においても、この MCMC 法は注目を集めており、非常に複雑な計量経済モデルの分析も可能にしている。このような状況も相俟って、空間計量経済モデルは近年注目を集めなおしているものの、モデルの煩雑さや MCMC 法のプログラミングの困難から空間計量経済学はまだ発展途上の段階にある。

また、計量経済モデルの開発も進んでいないことから、実証研究も非常に少ないのが空間計量経済学における現状である。空間的相互作用を考慮した実証分析はいくつか存在するものの、最尤法による推定が可能な非常に単純化されたモデルに限定されており、近年注目を集めているような計量経済モデルを用いた分析は少ない。

2. 研究の目的

近年、都市や地域の経済を分析する上で、都市・地域間の相互依存関係を考慮することが重要であることが指摘され始めている。通常の都市・地域経済分析では、都市・地域が

独立して経済活動を行っているとは仮定されてきた。しかしながら、空間計量経済学の出現と、マルコフ連鎖モンテカルロ法に代表されるベイズ統計学の発展に伴い、都市・地域間の相互依存関係を考慮した複雑な計量モデルの分析が可能であることが示され始めている。本研究では、第1に、空間的相互作用を考慮した計量経済モデルを構築し、パラメータの特性を明らかにすることを目的としている。さらに、実際の経済データを用いた実証研究を行うことによって、実際に起きている経済現象の中で空間的相互作用がどのような役割を果たしているかを明らかにする。

具体的には、

- (1) 空間的相互作用を考慮した計量経済モデルの開発
- (2) 効率性の高い推定方法の開発
- (3) 経済データへの応用

を行う。

(1)については、最尤法で推定可能な単純な経済モデルに留まるのではなく、実際の政策提言などで使われる計量経済モデルに空間的相互作用を導入したモデルを構築することが急務であると考えている。例えば、本研究では(3)において空間的相互作用を考慮したいくつかの実証分析を行うことを考えている。これらの実証分析にあったモデルの開発を行う。

(2)は推定法の考察である。本研究の(1)空間的相互作用を考慮した計量経済モデルの開発で提案しようと考えているモデルは非常に複雑な尤度関数になることが予想されることから、従来の研究で行われてきたような、最小二乗法や最尤法といった方法では推定が困難であると予想される。そこで、近年コンピュータの高速化によって注目を集めている、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた推定方法を提案する。この方法には、さまざまなアルゴリズムが提案されており、その組み合わせによって推定の効率性が変わることが知られている。そこで、効率性の高い推定方法を検討することが必要となってくる。

(3)は提案されたモデルと推定方法の実証分析への応用である。計量経済モデルや推定方法の提案において、もっとも重要なことは、提案したものが実際の現実の現象をとらえることができるか否かである。そこで、実際の経済データを用いた分析を行い、先行研究との違いを明らかにして、空間的相互作用の重要性を示していく予定である。

3. 研究の方法

まず、初年度には時空間計量モデルの開発

を行い、シミュレーション分析を行う。そして、実証分析に応用する。

具体的には、空間自己回帰モデル、空間誤差モデル、空間ダービンモデルの推定量の特性をモンテカルロ実験によって調べる。そして、この空間モデルを、時空間モデルへと拡張し、時空間モデルの特性をモンテカルロ実験によって調べる。これらの結果を基に、実証分析を行う。

実証分析においては、マルコフ連鎖モンテカルロ法の効率的なアルゴリズムの探索を並行しながら、いくつかの経済現象における空間的相互作用の役割についてみていく。具体的には、景気循環や、犯罪、電力需要などへの応用を行っていく。

4. 研究成果

初年度は時空間計量モデルの推定量の特性について研究を行ってきた。まずは、空間モデルの推定量の特性について分析した。具体的には、空間自己回帰モデル、空間誤差モデル、空間ダービンモデルの推定量の特性を明らかにした。さらに、AIC, BIC, DIC, 周辺尤度を用いて、モデル選択で有効な選択基準を明らかにした。その成果は Far East Journal of Applied Mathematics に掲載された。次に、時空間モデルへと拡張を行い、パネル空間自己回帰モデルの推定量の特性について分析を行った。この論文では、パネル空間自己回帰モデルのベイズ推定量と最尤推定量の比較を行った。分析の結果、ベイズ推定量は最尤推定量と同等のパフォーマンスを持つことが明らかになった。この成果も、Spatial Economic Analysis に掲載された。これらの論文から、有限標本の制約を持つ空間モデルにおいて、漸近理論を必要としないベイズ推定が有効であるということが示され、実証分析において、ベイズ推定を行うことの意義が示された。

実証分析に関しても、2nd International Workshop on Computational and Financial Econometrics, 9th World Meeting for Bayesian Analysis, Joint Meeting of 4th World Meeting Conference of the IASC and 6th Conference of the Asian Regional Section of the IASC on Computational Statistics & Data Analysisにおいて、電力需要の予測や景気循環について報告が行われた。

2年目は、前年度に引き続き、推定方法に関する理論的研究に加え、前年度から取り組み始めた、時空間計量モデルを適用した実証分析を、継続して行っている。推定方法に関する理論的研究に関しては、マルコフ連鎖モンテカルロ法における効率的なサンプリング方法を探索して、2009年度日本応用経済学

会春季大会にて報告を行った。

実証分析に関しては、前年度から取り組んできた、電力需要の予測に関する論文が、Nova Publisher社から出版されたInflation: Causes and Effectsの一章として掲載された。また、新たな応用分野として、カウント・データの空間自己相関の分析を進めており、その一部が4th Japanese and European Bayesian Econometrics and Statistics Meetingにおいて報告された。また、本研究の最終目標である経済成長モデルへの時空間計量モデルの応用にも取り組んでおり、その途中経過が3rd International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE '09) や International Workshop on Bayesian Econometrics and Statisticsにおいて報告されている。

最終年度は前年度に引き続き、時空間計量モデルを用いた実証分析を行ってきた。実証分析の対象として、電力需要、景気循環、犯罪や生産関数を取り上げた。そして、その研究成果の一部は、Computational Statistics & Data Analysis, Nova Science Publishers の Handbook of Regional Economics に掲載され、Nova Science Publishers の Crime: Causes, Types and Victims, Papers in Regional Science に掲載予定となっている。いずれの研究においても、空間的相互作用は、経済活動において重要な役割を果たしており、経済活動において空間的相互作用を導入することの重要性が示された。

また、前年度から継続して研究を行っている北海道の交通事故に関する研究は、精緻化を進め、日本経済学会 2010 年度春季大会において報告された。現在、投稿に向けての準備を進めている。また、新たな研究として、東京都の学校選択制に関する研究を始め、International Workshop on Applied Bayesian Statistics and Econometricsにおいて、報告を行った。この研究に関しても、投稿に向けての準備を行っている。これらの研究においても、空間的相互作用が重要な役割を果たしていることが示されており、空間的相互作用を考慮することの重要性が示されている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- (1) Kakamu, K., W. Polasek and H. Wago (2011) "Production technology and agglomeration for Japanese prefectures during 1991-2000," forthcoming in Papers in Regional Science.

- (2) Kakamu, K., Y. Ohtsuka and S. Arasawa (2011) "On the roles of spatial interactions and heteroscedasticity in crime modeling," forthcoming in (A. E. Hasselme ed) Crime: Causes, Types and Victims, Nova Science Publishers.
- (3) Ohtsuka, Y., T. Oga and K. Kakamu (2010) "Forecasting electricity demand in Japan: A Bayesian spatial autoregressive ARMA approach," Computational Statistics & Data Analysis, 54, 2721-2735.
- (4) Kakamu, K., H. Wago and H. Tanizaki (2010) "Estimation of regional business cycle in Japan using Bayesian panel spatial autoregressive approach," (T.P. Nolin ed) Handbook of Regional Economics, Nova Science Publishers, 555-571.
- (5) Ohtsuka, Y. and K. Kakamu (2009) "Estimation of electric demand in Japan: A Bayesian spatial autoregressive AR(p) approach," (L.V. Schwartz ed) Inflation: Causes and Effects, Nova Science Publishers, 156-178.
- (6) Kakamu, K. (2009) "Small sample properties and model choice in spatial models: A Bayesian approach," Far East Journal of Applied Mathematics, 34, 31-56.
- (7) Kakamu, K. and H. Wago (2008) "Small-sample properties of panel spatial autoregressive models: Comparison of the Bayesian and maximum likelihood methods," Spatial Economic Analysis, 3, 305-319.
- (4) 各務和彦 "Spatio-temporal dynamics in economic growth," 3rd International Conference on Computational and Financial Econometrics, 2009年10月29-31日, Limassol Cyprus.
- (5) 各務和彦 "Posterior analysis of fatal traffic accidents on Hokkaido prefecture in Japan," 4th Japanese and European Bayesian Econometrics and Statistics Meeting, 2009年8月22・23日, University of Pompeu Fabre Spain.
- (6) 各務和彦 "Comparison of the sampling efficiency in spatial autoregressive model," 2009年度日本応用経済学会春季大会, 2009年6月13・14日, 名古屋大学.
- (7) 各務和彦 "Bayesian Spatial Autoregressive Probit Model with an Application to Business Cycle in Japan," International Conference of Econometrics and the World Economy, Fukuoka University, 2009年3月23・24日.
- (8) 各務和彦 "Bayesian Spatial Autoregressive Probit Model with an Application to Business Cycle in Japan," Joint Meeting of 6th World Conference and the Asian Regional Section of the IASC on Computational Statistics & Data Analysis, 2008年12月5-8日, Yokohama Japan.
- (9) 各務和彦 "Bayesian spatial autoregressive probit model with an application to business cycle in Japan," 9th World Meeting for Bayesian Analysis, 2008年7月21-25日, Hamilton Island Australia.
- (10) 各務和彦 "Electric demand forecasting by spatial autoregressive ARMA(p,q) model," 2nd International Workshop on Computational and Financial Econometrics, 2008年6月19-21日, University of Neuchatel.

[学会発表] (計 10 件)

- (1) 各務和彦 "School choice effects in Tokyo 23-special wards in Japan: A Bayesian spatial quantile regression approach," International Workshop on Applied Bayesian Statistics and Econometrics, 2011年2月1・2日, 京都私学会館.
- (2) 各務和彦 "Posterior analysis of fatal traffic accidents on Hokkaido prefecture in Japan," 日本経済学会 2010年度春季大会, 2010年6月4・5日, 千葉大学.
- (3) 各務和彦 "Spatio-temporal dynamics in economic growth," International Workshop on Bayesian Econometrics and Statistics, 2010年2月4・5日, University of Tokyo.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

各務 和彦 (KAKAMU KAZUHIKO)
 千葉大学・法経学部・准教授
 研究者番号：00456005