

機関番号：12608
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20530176
 研究課題名(和文) 空間的自己相関のあるパネルデータの複数方程式モデルの一般化積率法
 推定量開発と応用
 研究課題名(英文) The GM estimator of multiple equations panel data model with spatial
 auto-regressive disturbances
 研究代表者
 島根 哲哉 (SHIMANE TETSUYA)
 東京工業大学・大学院情報理工学研究科・助教
 研究者番号：90286154

研究成果の概要(和文)：

パネルデータとは、多数の同一対象について繰り返し観測を行った調査からえられるデータ形式である。パネルデータを回帰分析する際、空間的に相関する誤差項の考慮が求められる場合がある。ここでは、さらに(1)複数の同時方程式があり、誤差項が互いに相関を持つ場合、(2)前期の誤差項と相関を持つ場合について、従来の最尤推定量に比べて誤差項の分布についてより少ない仮定に基づいて、またより少ない計算負荷で推定を行うGM推定量(一般化モーメント推定量)を導出した。さらに有限標本下での性能を数値実験により明らかにした。

研究成果の概要(英文)：

Panel data is a data form that gained by repeated observation of same individuals, firms or regions. When we use panel data for regression analysis, we have to care about spatial correlation among the disturbances. We proposed the GM estimator for the panel data SUR model with spatial auto-regressive disturbances, and the GM estimator for the panel data model with serial and spatial autoregressive disturbances. These GM estimators need less computational load and require fewer assumptions on distribution of errors than the conventional ML estimators do. Then we examined their performances by numerical experiments.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：応用計量経済学

科研費の分科・細目：経済学・経済統計学

キーワード：経済統計学，空間計量経済学，環境分析

1. 研究開始当初の背景

(1) 学術的背景: 計量経済学における空間モデルとその推定法

学術的背景を空間モデルの推定という観点からみると次のように整理できる。計量経済学における空間モデルの研究は地理学との接点から 1970 年代に始まり、1980 年代に Cliff and Ord(1981), Anselin(1988)などの成果を得るにいたった。特に Anselin(1988)では、包括的に空間データを計量経済学で取り扱う方法が議論された。このとき用いられた推定方法は主に最尤法であり、空間的特性を組み入れた Error Component Model から尤度関数を導出して推定にあてた。特に Cliff and Ord(1981)で言及されたモデルに関しては、限られた計算資源でも最尤推定が実行できるため、計量経済学では応用上もこのモデルを中心に議論がなされてきた。

では、空間モデルの推定に当たって有効な推定方法は最尤法よりほかにないのであろうか。広く空間地理学、空間統計学ではより複雑なモデルが提案され用いられてきたが、これらのモデルでは最尤法は実用的な推定方法ではない。そのため、こうした分野では計算機環境の発達もあり、シミュレーションを活用した準最尤法や MCMC 法による推定が多用されてきた。近年は計量経済学においても MCMC 法によるアプローチが意欲的に取り組まれている。その一方で、最尤法や MCMC 法がそれぞれ尤度関数を詳細に特定化することを必要とするのに対して、Kelejian and Prucha(1998), Kelejian and Prucha(1999)で提案されてきた方法 (GM 推定: 一般化モーメント推定) は、低次のモーメントだけを推定に利用し、より簡潔な特定化のみで有効な推定量を得ようという試みである。特定化の要件が少ないことは、限られた情報しか利用できないような応用研究を進める上で誤った処理をする可能性を抑えることができ非常に有用である。また、計算の負荷が最尤法と比較すると極めて少ないことから対象となるサンプルが大きな場合、研究遂行上のコストを引き下げることができる。

従来の最尤法の問題点として、高い計算負荷、大標本の必要、詳細な特定化が挙げられるが、MCMC 法が小標本で優れた性能を示すのに対して、一般化モーメント法の応用では計算負荷が軽くまた簡潔な特定化のみで十分な点が特徴として挙げられよう。

(2) 学術的背景: パネルデータにおける空間モデルの取り扱い

空間的な属性を持つデータを、ある時点の時間断面上でとらえて相互の影響を見ることが空間データ分析の特徴であったが、近年はこうした時間断面データを複数重ね合わせたデータの利用が可能なパネルデータが増えてきた。パネルデータの分析においては、従来時系列に関する相関や動学モデルの開発には多くの成果が見出されてきたが、時間断面方向への攪乱項の相互依存については、近年にいたるまで注目されてこなかった。

この問題への一つのアプローチは、Driscoll and Kraay(1998)に見られるように、空間的な相互依存関係に頑健な分散共分散行列を構成し適切な、適切な検定枠組みを構成しようという方法である。この方法の長所は特定の空間構造を仮定しなくてもよいことであるが、より時間方向に多くの標本を必要とする点が難点であった。

そこで、空間的な構造をある程度仮定した上で、時間断面データの空間モデルの特徴を受けたパネルデータのための統計モデルの利用が検討されるようになってきた。このようなモデルは、基本的なものについては既に Anselin(1988)で展開されていたが、詳細な議論については当時のデータ整備状況や計算機環境の制約もあり残されたままであった。しかし近年では LeSage and Pace(2004)や Journal of Econometrics, Volume 140, Issue 1 の特集号の刊行に多くの文献が掲載され、注目が集まりつつあると言える。

(3) 本研究に至った経緯

本計画に取り組むまで3年ほどわが国の廃棄物行政とリサイクル活動に関して分析を行ったが、そこで Kapoor, Kelejian and Prucha(2007)の元になる論文に基づいて廃棄物の排出量について分析を行った。その際、空間モデルの有用性を再認識し、また Kapoor et al. (2007)の提案する一般化モーメント法に基づく頑健な推定法の有用性を知るに至った。しかしながら、このようなモデルおよび推定法は発展途上であり、応用研究を進める上で必要と思われる複数方程式の回帰問題については検討がなされていなかった。そこで、Kapoor et al. (2007)などの研究を精査したところ、基本的な構造を変更することなく拡張できる問題がいくつかあることが分かった。これを受けて本研究を提案するに至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、空間的な属性を伴うパ

ネルデータを適切に分析するための頑健な枠組みを構築することを目的とした。特に空間的な特性を取り込んだ推定方法については、応用研究を進める上での可用性を高めるために、Kelejian and Prucha(1998), Kelejian and Prucha(1999)らの一連の研究で開発された、一般化モーメント法を応用した推定量を発展させることで、より少ない前提条件で分析を可能にすることが特徴といえる。

具体的には、以下の課題を明らかにすることを目的とした。線型の単一方程式モデルについては、Kapoor et al. (2007)において、一定の成果があげられているが、応用上重要な複数方程式モデルの検討は未だ十分ではない。そこで本研究では複数方程式モデルに関して特に SUR モデルについて推定手続きの開発を行った。また空間的な相関の形態については攪乱項が空間的自己回帰(SAR)過程に従う場合と被説明変数自体が空間的自己回帰をする場合について検討する。さらに、個別の推定の手順の検討に留まらず、与えられたデータの下で適切な推定モデルを選択するための特定化テストの手順開発を行い、応用研究を進める上での必要な手続きの整備を予定した。

3. 研究の方法

(1) 空間的自己相関を持つパネルデータの SUR モデルの GM 推定量

ここでは Kapoor, et al. (2007)らの方法をさらに複数の線型方程式が並立した SUR モデルに利用できるように拡張を図り、実行可能な推定量の導出を行う。また、数値実験により有限標本下での性能を定量的に評価する。

具体的には、各方程式の攪乱項の間に一定の相関を導入した場合のそれぞれの方程式組のモーメント条件を求め、これに基づいて各方程式の分散要素とそれらの組み合わせの共分散のパラメータを空間的自己相関のパラメータと一括して推定を行う手順を導出し、さらにこれを用いた実行可能一般化最小2乗法による方程式の係数の推定量を導出する。

これらについては、漸近的な有効性を認めることができるが、有限標本下での最尤推定量との振舞いの違いを数値実験により明らかにする。

(2) 時系列の自己相関をする攪乱項をもつ空間パネルデータの GM 推定量

ここでは、Kapoor et al. (2007)のモデルを拡張し、攪乱項に AR(1)に相当する前期の攪乱項との相関を取り込んだモデルについて GM 推定量を提案する。また、提案した推

定量について、数値実験を用いて定量的に有限標本下での性能を検討する。

特にここでは、従来検討されることの少なかった空間的自己相関を並列に前期との自己相関を導入した定式化によるモデルについて検討を行う。まず、これらについて攪乱項の時系列相関と空間相関のパラメータと共に攪乱項の分散要素のパラメータを推定できるように、必要なモーメント条件を導き GM 推定量を導出する。さらに、これらの推定値を用いた回帰係数に関する実行可能一般化最小2乗法の手順を示す。このようにして導出された推定量について、最尤推定量と数値実験による推定結果の比較を行い、推定量の特性について検討を行う。

4. 研究成果

(1) 空間的自己相関すると同時に方程式の間でも相関を持つ攪乱項を伴ったパネルデータ SUR モデルについて、必要なモーメント条件を導出した。これに基づいて分散要素および空間的自己相関のパラメータの GM 推定量を導出した。さらに、これらの結果を用いた回帰係数に関する実行可能一般化最小2乗推定量を導出した。導出したそれぞれの推定量について MATLAB により実装を行った。この実装を用いて、数値実験および応用分析を行った。

数値実験では、正規分布に従う攪乱項の下で、最尤推定量との比較を行った。その結果、ここで開発された GM 推定量は、最尤推定量と比べ、大幅に少ない計算時間にも関わらず、十分な推定精度が得られることが明らかになり、特にサンプルサイズが大きい場合に有効であることが示された。また日引聡氏(国立環境研究所)との廃棄物排出に関する共同研究で適用を試みた。

(2) 空間的自己相関とともに、前期との相関を持つ攪乱項を伴ったパネルデータモデルについて、必要なモーメント条件を導出した。これに基づいて分散要素および系列相関、空間的自己相関のパラメータに関する GM 推定量を導出することができた。ただし、ここで用いた定式化はこれまで十分な検討がされてきたモデルとはいえないため、定常性が得られるパラメータの領域についても、改めて検討を行った。求めた推定量は MATLAB により実装を行った。この実装により数値実験および応用分析を行った。

数値実験を通じて、最尤推定量と比べ、ここで提案された推定量は多くの場合より少ない計算時間による推定が可能であることが明らかになり、また推定の精度についても十分実用的な結果が得られることが分かった。また有村俊秀氏(上智大学)、岩田和之氏(高崎経済大学)との NOx, PM 排出規制に

関する共同研究での分析に使用した.

参考文献

Anselin, L. (1988) Spatial Econometrics: Methods and Models. Studies in Operational Regional Science Kluwer Academic Publishers.

Cliff, A. D. and J. K. Ord (1981) Spatial Processes: Models and Applications. London: Pion.

Driscoll, J. C. and A. C. Kraay (1998) "Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data." The Review of Economics and Statistics. Vol. 80. No. 4. pp. 549-560.

Kapoor, M., H. H. Kelejian, and I. R. Prucha (2007) "Panel Data Model with Partially Correlated Error Components." Journal of Econometrics. Vol. 140. No. 1. pp. 97-130.

Kelejian, H. H. and I. R. Prucha (1998) "A Generalized Spatial Two-Stage Least Squares Procedure for Estimating a Spatial Autoregressive Model with Autoregressive Disturbances." Journal of Real Estate Finance and Economics. Vol. 17. No. 1. pp. 99-121.

Kelejian, H. H. and I. R. Prucha (1999) "A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model." International Economic Review. Vol. 40. No. 2. pp. 509-533.

LeSage, J. P. and R. K. Pace. eds. (2004) Spatial and Spatiotemporal Econometrics. Vol. 18 of Advances in Econometrics. Elsevier

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)

[学会発表] (計3件)

- ① 島根哲哉, 時系列の自己相関をする攪乱項をもつ空間パネルデータの GM 推定量, 日本経済学会, 2010年6月6日, 千葉大学
- ② 島根哲哉, パネルデータの SAR 攪乱項を伴う SUR モデルの一般モーメント推定量の数値的検討, 応用地域学会, 2008年11月15日, 釧路公立大学
- ③ 島根哲哉, 空間的自己相関を持つパネルデータの SUR モデルの GM 推定量, 日本経済学会春季大会, 2008年6月1日, 東北大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島根 哲哉 (SHIMANE TETSUYA)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号: 90286154

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: