

市町村財政と少子・高齢化の時空間自己相関モデル*

Time-spatial Autoregressive Model for Local Public Finance and Population Ageing*

横井渉央**・安藤朝夫***

By Takahisa YOKOI**・Asao ANDO***

1. はじめに

時系列分析の応用から始まった空間自己相関モデルは、サンプル間の残差についての通常は無視される共分散構造をモデル化するものである。地方財政の実証モデルへの適用も盛んに行われている¹⁾。これらは明示的に扱われていなかった空間的な依存関係をモデル化しているという点は評価しうるが、時系列的な影響も同時に考慮している研究は見当たらないようである。財政支出のストック的な面も考慮すれば、自地域や周辺の過去の支出が現在の支出に影響を与える可能性は十分ある。また、近年の急速な高齢化や市町村合併の推進などの背景を鑑みると、パネルデータによる推定で社会経済状況の変化の有無を確認することにも意義がある。そこで本稿では、宮城県内の財政のパネルデータを用いて、時空間自己相関モデルによるファクトファインディングを行う。

2. 市町村財政行動の時空間モデル

空間自己相関モデルには、おおまかに言って、空間効果モデル(SEM: Spatial Effect Model)と空間外乱モデル(SDM: Spatial Disturbance Model)の区別がある。前者は被説明変数自体が相互に依存関係にある状況であり、同時方程式的なモデルである。後者はモデルに含める事のできない何らかの説明変数が空間的に相関している状況であり、誤差項の共分散構造を考えるモデルである(概論としては、Anselin²⁾、地理情報システム学会³⁾、Anselin and Bera⁴⁾、堤他⁵⁾が挙げられる)。これらは空間的構造をモデル化した行列を \mathbf{W} で与えると、次の式(1)と式(2)と表現しうる(\mathbf{u} は残差のうち空間的に相関する

部分)。本研究は前者である。

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W} \mathbf{y} + \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}, \boldsymbol{\varepsilon} \sim \text{IID}(0, \sigma^2) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}, \\ \mathbf{u} &= \mu \mathbf{W} \mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}, \boldsymbol{\varepsilon} \sim \text{IID}(0, \sigma^2) \end{aligned} \quad (2)$$

ほとんどの既存文献においては全ての主体間での相互依存を仮定している(Anselin and Bera⁴⁾は「空間的に孤立した観測点をモデルに含めることは意味がない」とも主張している)。しかし、あるサンプルは他のサンプルへ影響を与えるが、自分は影響を受けないという状況は、実際にはそれほど特殊ではないとも思われる。横井・佐々木⁶⁾は市町村間の財政の相互依存を分析しているが、人口の大きな市町村は周辺から影響を受けないとした方が、モデルの適合度が良い事を確認している。本論文でも相互依存の前提を置かず、一方的な影響を許容する。

3. データと計量経済モデル

(1) データ

本研究は宮城県の市町村を対象とする。統計データは宮城県⁷⁾より入手した(データには多少の不具合などがあり、修正を行った。詳細については、筆者ホームページ(<http://www.se.is.tohoku.ac.jp/~yokoi>)の「宮城県総合統計情報システムのデータへの修正」のページをご覧ください)。期間は1987年度から1997年度の11ヶ年、市町村数は71となる。

変数は y が被説明変数としての市町村の政府純歳出と性質別・目的別の各支出項目である。説明変数として、 $x_2 \sim x_4$ が市町村の代表的個人の収入源としての総生産・地方交付税交付金(一括補助金)・国庫支出金と県支出金の合計(定率補助金)であり、 $x_5 \sim x_7$ は地域の特性としての面積、産業構成と高齢化比率である。ある都道府県内の市町村は文化的・歴史的に似通ったいくつかの地域に分かれ、その地域間では地方政府の行動も近いものになるかと思われる。地域特性はこれらの類似性を表現するためにモデルに含まれている。

*キーワード: 地域計画, 都市計画, GIS

**博士(情報科学)、東北大学情報科学研究科

(宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09、TEL 022-795-4505、FAX 022-795-4505)

***正員、工博、東北大学情報科学研究科

(宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09、TEL 022-795-4346、FAX 022-795-4346)

x_6, x_7 を除き市町村人口「一人あたり」の数字である。これらのデータの定義等をまとめると次の通りである。

- y : 「歳出合計」から「公債費」を引いた額、目的別・性質別の各項目(単位千円)
- x_1 : 定数項
- x_2 : 「市町村内純生産(実額)」(単位千円)
- x_3 : 「地方交付税」(単位千円)
- x_4 : 「国庫支出金」と「県支出金」の合計(単位千円)
- x_5 : 「市町村別面積」を人口で除した面積(単位 km²/人)
- x_6 : 「市町村内純生産(実額)」の「第2次産業計」を x_1 で割った値(単位%)
- x_7 : 各市町村65歳以上人口比率(単位%)

(2) モデル

ここで次のモデルを考える。(太字の小文字はベクトル、太字の大文字は行列を示す。 $\mathbf{y}' = \{y_{ij}\}$ 等)

$$\mathbf{y}_t = \rho_t \mathbf{W} \mathbf{y}_t + \mu_t \mathbf{y}_{t-1} + \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad (3)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t \sim \text{IIN}(0, \sigma^2)$$

$t = 2, \dots, T$ についての時空間自己相関モデルとなる。

ρ_t は空間自己相関の強さのパラメータであり、一般型と

しては各期で異なる値を取りうる。同様に μ_t は時系列自己相関の強さのパラメータである。各期の尤度関数の積をモデルの尤度関数とする。空間自己相関構造と時系列自己相関構造の変化を確認するため、 $r_1: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_0$

と $r_2: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_0$ という制約を考える。二つの制約の組み合わせで都合4つのモデルを推定する。

Model 1: 制約なし

Model 2: 制約 r_1

Model 3: 制約 r_2

Model 4: 制約 r_1, r_2

式(3)のモデルの推定は、モデルの尤度関数の最大化の一階の条件から σ を消去した集中尤度関数について、ベイズ推定(MCMC: Markov Chain Monte Carlo法)を用いて行う。事前情報は一様分布を用いる。ベイズ推定の対象となる変数は $\rho_t, \mu_t, \boldsymbol{\beta}$ である。閾値 h はグリッドサーチ的に値を選択する。0 から 2.5 まで 1/4 で刻みで変化させて、推定結果の尤度が最も高くなる閾値 h を h^* とする。

(3) 推定結果

紙面の制約もあり、今回は各市町村の一人当たり「普通建設事業費」支出額を被説明変数とした推定について議論する。結果を表3に示す。まず、係数の推定量である (ρ_t, μ_t の添字については西暦に置き換えている)。次に、対数尤度、係数の数、サンプル数、赤池情報量基準、ベイズ情報量基準である。最後に、人口比の最適な閾値 h^* である。

まず、主な係数の符号条件を確認する。所得の係数 β_2 は期待された符号は正であるが、Model 1 でのみ有意に正である。所得水準が一人当たり「普通建設事業費」支出額にそれほど影響を与えないというのは、やや予想から外れた結果である。使途が制約されない一括補助金である「地方交付税」額の係数 β_3 は期待された符号は正であり、すべてのモデルで有意に正である。補助金の性格から予想通りの結果である。定率補助金である「国庫支出金」の係数 β_4 についても同様の結果であった。高齢化の影響を示す β_7 も有意であり、高齢化が進むと投資的な支出が減少することが示唆される。

時系列自己相関の係数 μ_t は全て有意に正であった。自地域の1期前の支出の影響としては当然である。Model 2 で時系列自己相関は時間とともにやや強くなっており、景気対策の公共事業への依存とも解釈できる。空間自己相関の係数 ρ_t は理論的に両方の符号が考えられる。正の場合は近隣の支出が多いと自地域も多く支出する(デモンストレーション効果)。負の場合は近隣の支出が多いほど自地域の支出は減少する(波及効果)。これらを別々に識別することは難しい。いずれかの符号が出た場合はその効果が強いと解釈しうるが、符号が有意でない場合、両方の効果ともないとするか、同程度の強さであるため打ち消し合っているとするかのも明確な基準はない。推定結果を見ると、構造変化がないとする Model 2, Model 4 では符号は有意ではない。Model 1, Model 3 では、いくつかの年度で係数は有意であるが、正と負の両方が存在している。明確な時系列的な傾向は認められない。

二つの情報量基準はそれぞれ Model 2, Model 4 を支持している。「普通建設事業費」支出の空間自己相関の構造変化はないと結論できる。

4. おわりに

今回は1990年代の宮城県内の各市町村の支出(特に「普通建設事業費」)の決定要因や時空間自己相関構造について検討した。時系列自己相関構造は認められるものの、空間自己相関構造は認められないという結果であ

った。また、高齢化の進展が投資的支出を抑制する可能性を確認した。

今回の近接行列は h の関数であるが、技術的な制約から h を直接推定できなかつた。近接行列の直接推定を試みた既存研究として塚井・奥村⁸⁾がある。

参考文献

- 1) Brueckner, J. K. (2003) "Strategic Interaction among Governments: An Overview of Empirical Studies", *International Regional Science Review*, Vol. 26, No. 2, pp. 175-188.
- 2) Anselin, Luc (2003) "Spatial Econometrics", in Badi H. Baltagi ed. *A Companion to Theoretical Econometrics*: Blackwell.
- 3) 地理情報システム学会(2004) 『地理情報科学事典』, 朝倉書店.
- 4) Anselin, Luc and Anil K. Bera (1998) "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics", in Aman Ullah and David E. A. Giles eds. *Handbook of applied economic statistics*.
- 5) 堤盛人・清水英範・井出裕史・福本潤也(1998) 「誤差項に空間的自己相関が存在する回帰モデルのパラメータ推定手法に関する考察」, 『土木計画学研究・論文集』, 第15巻, 49-56頁.
- 6) 横井渉央・佐々木公明(2006) 「空間的影響を考慮した市町村財政のフライペーパー効果の分析」, 『日本都市学会年報』, 第39巻, 113-122頁.
- 7) 宮城県(2004) 「宮城県総合統計情報提供システム」. 宮城県Web サイト.
- 8) 塚井誠人・奥村誠(2006) 「幹線交通網整備による業務立地: 「ストロー効果」の検証」. 第20回応用地域学会発表論文.

表一 1 基本統計量 性質別支出項目

	平均	変動係数	Q1	Q2	Q3
普通建設事業費	31.2	0.252	25.5	30.6	36.
人件費	21.8	0.17	19.3	21.9	24.2
物件費	10.9	0.196	9.43	10.7	12.3
補助費等	10.4	0.272	8.58	10.1	12.1
公債費	10.1	0.294	8.07	9.75	11.9
積立金	5.52	0.73	2.5	4.68	8.
繰出金	4.39	0.552	2.58	3.81	5.87
扶助費	2.53	0.733	1.04	1.97	3.44
災害復旧事業費	1.02	2.25	0.	0.198	1.09
維持補修費	1.29	0.519	0.796	1.13	1.63
貸付金	0.74	1.23	0.211	0.423	0.811
投資及び出資金	0.559	1.72	0.0373	0.25	0.775

表一 2 基本統計量 説明変数

	平均	変動係数	Q1	Q2	Q3
市町村内純生産(千円/人)	1810.	0.38	1380.	1640.	2110.
地方交付税(千円/人)	166.	0.616	95.	152.	211.
国県支出金(千円/人)	57.8	0.56	36.1	49.	70.3
総面積(m^2 /人)	9.31	1.8	3.26	4.5	8.85
第2次産業率(%)	0.371	0.331	0.293	0.362	0.44
65歳以上人口率(%)	0.171	0.265	0.142	0.169	0.2

表-3 推定結果

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
$\tilde{\beta}_1$	-3.49 (0.283) ***	36.2 (2.33) ***	22.6 (7.59) ***	22.8 (6.16) ***
$\tilde{\beta}_2$	0.00322 (0.000365) ***	0.00154 (0.0025)	0.00115 (0.00108)	0.0000982 (0.00185)
$\tilde{\beta}_3$	0.101 (0.0219) ***	0.19 (0.0247) ***	0.169 (0.0176) ***	0.163 (0.0219) ***
$\tilde{\beta}_4$	1.23 (0.0394) ***	1.12 (0.0323) ***	1.21 (0.0446) ***	1.23 (0.063) ***
$\tilde{\beta}_5$	0.00467 (0.0749)	0.159 (0.0668) **	0.103 (0.116)	0.086 (0.118)
$\tilde{\beta}_6$	8.64 (0.757) ***	30.8 (8.76) ***	34.8 (5.06) ***	34.2 (9.85) ***
$\tilde{\beta}_7$	-6.84 (0.941) ***	-316. (30.7) ***	-223. (51.5) ***	-232. (40.3) ***
$\tilde{\mu}_0$			0.307 (0.0344) ***	0.329 (0.0282) ***
$\tilde{\mu}_{1988}$	0.302 (0.0355) ***	0.195 (0.0377) ***		
$\tilde{\mu}_{1989}$	0.271 (0.0339) ***	0.164 (0.0245) ***		
$\tilde{\mu}_{1990}$	0.428 (0.04) ***	0.324 (0.0137) ***		
$\tilde{\mu}_{1991}$	0.379 (0.0552) ***	0.38 (0.0177) ***		
$\tilde{\mu}_{1992}$	0.349 (0.0335) ***	0.433 (0.0201) ***		
$\tilde{\mu}_{1993}$	0.301 (0.0351) ***	0.351 (0.0174) ***		
$\tilde{\mu}_{1994}$	0.404 (0.0348) ***	0.381 (0.0215) ***		
$\tilde{\mu}_{1995}$	0.356 (0.0191) ***	0.338 (0.0418) ***		
$\tilde{\mu}_{1996}$	0.369 (0.0661) ***	0.432 (0.0377) ***		
$\tilde{\mu}_{1997}$	0.198 (0.0285) ***	0.274 (0.017) ***		
$\tilde{\rho}_0$		-0.0111 (0.011)		-0.0169 (0.0206)
$\tilde{\rho}_{1988}$	-0.0383 (0.0142) ***		-0.0927 (0.0483) *	
$\tilde{\rho}_{1989}$	-0.00989 (0.0181)		-0.15 (0.0285) ***	
$\tilde{\rho}_{1990}$	-0.0664 (0.0742)		-0.0263 (0.0356)	
$\tilde{\rho}_{1991}$	0.00376 (0.0843)		0.0248 (0.0346)	
$\tilde{\rho}_{1992}$	0.12 (0.051) **		0.0945 (0.0343) ***	
$\tilde{\rho}_{1993}$	0.0656 (0.0785)		0.0082 (0.0145)	
$\tilde{\rho}_{1994}$	-0.101 (0.0527) *		0.021 (0.0574)	
$\tilde{\rho}_{1995}$	-0.0276 (0.0644)		0.023 (0.048)	
$\tilde{\rho}_{1996}$	0.0164 (0.068)		0.0901 (0.0471) *	
$\tilde{\rho}_{1997}$	-0.0298 (0.0925)		-0.169 (0.0451) ***	
\mathcal{L}	-3590.	-3581.	-3582.	-3603.
k	27	18	18	9
n	710	710	710	710
AIC	7.475	7.429	7.431	7.458
BIC	7.649	7.544	7.547	7.516
h^*	1	$\frac{3}{2}$	1	$\frac{5}{4}$