

1.はじめに

現代都市は住宅難、交通混雑等の様々な問題を抱えている。計画者がこれらの都市問題を種々の政策によって解消するには、都市の構造やその発展や変動の傾向を把握したうえで、事前にその政策の効果を把握して効率のよい政策を選択する必要がある。そこで、将来予測が可能な都市モデルを構築する必要が生ずる。都市は種々の要因が複雑に連関し合うシステムであり、都市内のあるサブシステムで生じたインパクトは他のサブシステムに影響を与える。したがって、各サブシステム間の因果関係を考慮した総合的都市モデルが必要である。また、都市の姿が急速に変動する現代においては、時間軸を考慮し都市が動的に変動する様子を記述する動的都市モデルの構築が必要であろう。代表的な都市モデルとして線形都市モデル¹⁾、トレンドモデル²⁾、均衡モデル³⁾が挙げられる。トレンドモデルは動的ではあるが因果関係を考慮しない。また、均衡モデルは各活動主体間の因果関係を考慮するが動学化が容易ではない。そこで本研究では、都市における人口、床面積、土地利用面積、事業所数、従業者数等の各指標（以下、これを「都市指標」と呼ぶこととする）間の総合的な因果関係を、3時点のパネルデータを用いて動学的に記述する連立線形都市モデルを構築する。また、詳細な地区変動が記述できるよう集計単位を500メートルメッシュとし、他の全てのメッシュとの連関を考慮したアクセシビリティ指標により地域間連関を考慮する。

2. 地域間連関を考慮した動的連立線形都市モデル

本研究では次の地域間連関を考慮した動的連立線形都市モデルを提案する。これは $t-P$ から t にかけてのパネルデータを用いた一般形である。 i は説明都市指標（説明変数を与える都市指標の意、同様に被説明変数を与えるものを被説明都市指標と呼ぶ）の番号を、 j は方程式の番号を表すものとする。

$$\begin{aligned} Y_j &= a_{j0} + \sum_{p=0}^P \sum_{i=1}^I a_{ji-p} X_{ji-p} + \sum_{p=1}^P \sum_{i=1}^I b_{ji-p} \Delta X_{ji-p} \\ &+ \sum_{p=0}^P \sum_{i=1}^I K_{ji-p} A_{ji-p} + \sum_{p=1}^P \sum_{i=1}^I \theta_{ji-p} \Delta A_{ji-p} \\ &+ \sum_{p=1}^P \chi_{ji-p} Y_{ji-p} + \sum_{p=1}^P \delta_{ji-p} \Delta Y_{ji-p} + \varepsilon_j \quad (j=1, 2, \dots) \end{aligned}$$

ここに、 a_{j0} 、 a_{ji} 、 b_{ji} 、 K_{ji} 、 θ_{ji} 、 χ_{ji} 、 δ_{ji} は未知パラメータ、 X_{ji} は説明都市指標の t における水準、

ΔX_{ji} は説明都市指標の t から $t+1$ にかけての増加量、 A_{ji} はアクセシビリティ指標の t における水準、 ΔA_{ji}

Ryuichi Kitamura, Satoshi Fujii, Hajime Ishigami, Keisuke Nagasawa

京都大学工学部 正会員 北村隆一
京都大学工学部 正会員 藤井聰
京都大学工学部 学生員 石上肇
京都大学工学部 学生員○長沢圭介

はその t から $t+1$ にかけての増加量、 Y_{ji} は被説明都市指標の t における水準、 ΔY_{ji} はその t から $t+1$ にかけての増加量、 ε_j は誤差項を表すものとする。

3. 適用事例

(1) データの概要

大阪市における都市指標は500mメッシュで集計されており、国勢調査、事業所統計調査、土地利用調査、建物床面積調査より得られている。各調査において昭和40年、昭和50年、昭和60年付近のデータが比較的充実していることに着目し、この3時点について、表-1の都市指標をモデル構築に用いた。また、都市指標は、住民の居住、商業活動などの種々の都市活動を、それぞれ4つの調査の観点から観測し集計したものであり、同一の都市活動を代表する複数の都市指標がある。本研究では、1つの都市活動を代表する複数の都市指標の組を表-1のように「同カテゴリー」に分類した。

表-1 都市指標と同カテゴリーの定義

同カテゴリー	土地利用調査	事業所統計調査		建物床面積調査	国勢調査
		事業所(所、店)	工場		
工業	工業	施設(所、店)	工場	施設(所、店)	施設(所、店)
商業	商業(業者)	金融機関(所、店)	商店(事務所)	金融保険取扱店	不動産取扱店
		不動産(所、店)			
サービス	文化厚生医療	サービス(所、店)	職員(事務所)	サービス	サービス
	商業(販賣)				
居住	居住(東光)	卸小売(所、店)	商店(店舗)	卸小売販賣	
	運輸供給	運輸機関(所、店)	運輸供給	運輸機関	電気ガス供給
					電気ガス販賣
官公庁	官公庁		官公署	官公署	官公署
住宅	住宅		住宅	既有人口	既有人口
				既業者数	既業者数
その他	その他の施設	農林漁業(所、店)	その他	農林漁業	農林漁業
		施設(所、店)		施設	施設
	公園施設	公園施設			
	墓地墓地の地	墓地墓地			
	墓地墓地の地	墓地墓地			

(2) 定式化

本研究で構築するモデルシステムではそれぞれの方程式が同一の同カテゴリーに属する都市指標間の関係を示す「同カテゴリー方程式」、及び複数の同カテゴリー間の因果関係に関する仮説に基づいて定式化される「因果方程式」に分類される。本研究では以下の様な仮説を基本として因果方程式を定式化した。すなわち、各種産業の発展が雇用を生み、その就業者数、及び人口が変動する。そして人口の変動が各種サービス業の水準に影響を与え、サービス業従業者数の住宅需要が再び人口変動を引き起こす。以上より図-1の様なモデルシステムを構築した。なお、被説明都市指標に関しては後に示す表-2を参照されたい。

(3) 推定方法

本研究ではモデルの精度の向上を目指し、隣接する行

政区を結合して大阪市における各メッシュを4つのセグメントに分割し(図-2), 臨海地域を除くセグメントごとにモデル推定を行なった。なお、推定方法としては2段階最小2乗法を用いた。

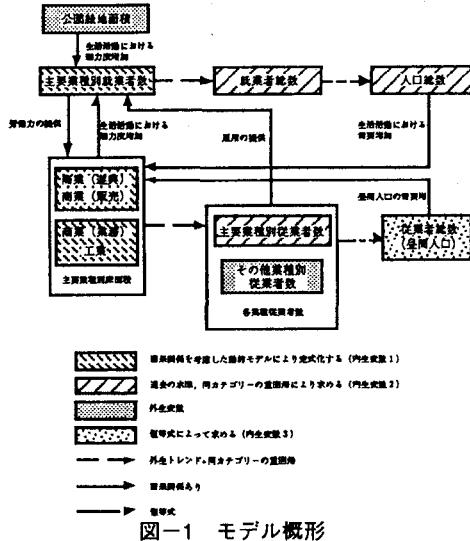


図-1 モデル概形

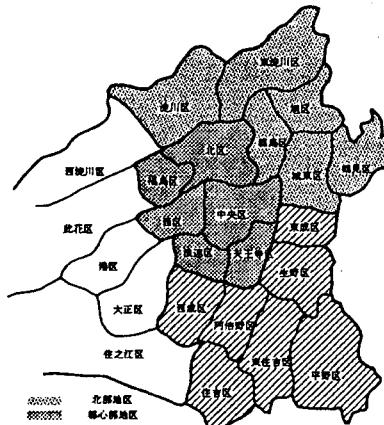


図-2 モデル化対象地域

(4) 推定結果と考察

各モデルの決定係数を表-2に示す。その結果、南部、都心部地区では決定係数が比較的良好であった。また、同カテゴリー一方程式は決定係数が高い傾向にある。また、モデルの推定結果例として南部地区における建設製造業就業者数説明モデルのパラメータ、 t 値等を表-3に示す。この例を含め全体を通して次のことことが言える。まず、アクセシビリティー指標が多くの方程式において有意であり、種々の都市指標の影響が空間的に伝播することが確認できる。同様に、過去の指標も大きな規定力を持ち、過去に生じたインパクトはタイムラグを伴って将来の指標に影響すると予想される。さらに、被説明都市指標に関する過去の水準は殆

どの方程式において有意であり、過去における情報はモデルの精度を向上させることができた。

表-2 全方程式の決定係数

因果方程式(被説明変数はs 40からs 60にかけての増加量)

(1) 主要業種別就業者数説明モデル

被説明都市指標	北部	都心	南部
建設製造就業者数	0.696	0.899	0.909
卸小売業就業者数	0.684	0.737	0.908
運輸通信業就業者数	0.667	0.691	0.579
金融保険業就業者数	0.536	0.470	0.676
サービス業就業者数	0.761	0.735	0.838

(2) 主要業種別床面積説明モデル

被説明都市指標	北部	都心	南部
商業(遊興)床面積	0.666	0.638	0.832
商業(店舗)床面積	0.788	0.947	0.727
商業(事務所)床面積	0.755	0.933	0.681
工場床面積	0.738	0.723	0.794

同カテゴリー一方程式(被説明変数はs 60における水準)

(1) 住宅指標説明モデル

被説明都市指標	北部	都心	南部
人口総数	0.952	0.982	0.973
就業者総数	0.997	0.999	0.999
住宅土地利用面積	0.884	0.943	0.967

(2) 主要業種別就業者数説明モデル

被説明都市指標	北部	都心	南部
建設業従業者数	0.843	0.795	0.912
サービス業従業者数	0.677	0.809	0.899
卸小売業従業者数	0.833	0.956	0.958
金融保険業従業者数	0.929	0.966	0.808
不動産業従業者数	0.681	0.845	0.823

表-3 建設製造就業者数(南部地区)推定結果

説明変数	年度	パラメータ	t値
INTERCEP		524	5.18
過去の水準	建設製造就業者数	s40 -0.486	-13.0
雇用の提供	*建設業従業者数	s50-s60 8.59	3.13
	*製造業従業者数	s40-s50 -0.876	-0.956
	*建設業従業者数	s50-s60 8.35	4.10
住宅魅力度	商業(遊興)床面積	s40 3.21	11.3
	商業(遊興)床面積	s40-s50 8.29	17.3
	商業(店舗)床面積	s50-s60 7.30	14.2
	*商業(遊興)床面積	s40 2.91	2.02
	*商業(遊興)床面積	s40-s50 5.72	1.39
	卸小売業所数	s40 -0.411	-1.75
	*公園緑地面積	s40 -0.930	-2.45
	*公園緑地面積	s50-s60 -5.61	-1.94
交通要因	道路面積	s40 -0.313	-2.12
	軌道敷面積	s40 0.986	1.87
	軌道敷面積	s40-s50 2.81	2.09
	軌道敷面積	s50-s60 1.84	1.83
郊外要因	工場床面積	s40 -0.315	-1.81
	面積	s50 -0.142	-1.19

注) 説明変数に*が付いているのは、アクセシビリティー指標を示す

4. おわりに

本研究では、地域間連関、時系列的な因果関係を考慮するモデルを構築した。モデルの精度の向上を図るためにには、1) 基本的仮説の再検討、2) 推定方法の再検討、3) 都市の飽和の程度の考慮、4) 容積率指定やメッシュゾーンの土地面積自体による制約等の種々の制約条件の導入、5) 各都市指標の背後に潜む「住宅魅力度」、「都市化の程度」等の潜在因子の考慮が必要であり、これらが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 天野光三、青山吉隆、戸田常一：大阪市の人口と土地利用、大阪市総合計画局、1982
- 太田正孝、中川義英、森本卓倫：東京中心部における建物面積の予測モデルに関する研究、土木計画学研究講演集No.12, pp651-658, 1989.
- 東原義道：住宅立地への均衡理論的アプローチ、土木計画学研究講演集No.9, pp123-130, 1986.