

トップダウン連結による小地域分割手法の検討[†]

——自動車交通量対策の影響把握のための 東京都12地域分割モデル——

山口 誠*, 鯉江 康正**, 石川 隆司**

1. 研究の概要

本研究は、いわゆる「多層地域連結モデル」(福地[3])の試行例である。

地域に関する政策や計画を策定する場合には、対象地域の大きさに合わせた地域レベルのモデルを作成する必要がある。また、対象地域内の地域間の相互関連を検討するためには地域連関型モデルを開発する必要がある。地域連関型のモデルは大型になりがちであり、一時期の大型モデル批判のためか研究事例が少ない。近年、大型モデルが復権することになったが、作業量が膨大になることもあって研究レベルのものはわずかしかない(福地[5], 山口[12])。首都圏・東京圏を直接の分析対象地域とした地域連関型モデルを、1980年以降に開発されたものに関して分類すれば、①全国圏([10], [13]), ②経済圏([11], [14]), ③沿線圏([7]), ④中規模地域圏([9]), ⑤特定地域([4], [6])などがあるにすぎない。

また、各地域の社会経済はその地域を含むより広範な地域(上位地域)の社会経済と密接に結びついている。モデル作成時においてレベルの異なる地域の社会経済的な相互関連を単一モデルで描写することは大変困難である。このような場合、上位地域と各地域のモデルを別途作成し、連結して使用するのが有効であると考えられている。そのためには、地域レベルの異なるモデル間のインターフェースを充実させる必要がある。上位地域の変数を決定しその結果を受けて下位地域(小地域)の変数を決めていくトップダウン(top-down)方式と下位地域の変数が上位地域に影響していくボトムアップ(bottom-up)方式の2方向である。もちろん、福地[3]が「多層レベルの地域経済構造の一般均衡的モデル」と述べているようなトップダウン・ボトムアップ相互波及型モデルの実現が望ましいが、成功例はほとんどみられない。例えば、国久[1], 武部[8]はともにこのような相互波及型モデルを希求している例(交通経済モデルとして

* 江戸川大学社会学部, ** (株)ライテック, 社会開発部

† 本研究は第29回日本地域学会国内大会(於、専修大学)において報告したものを一部加筆修正したものである。学会において討論者の労をとって頂いた京都大学瀬尾美巳子教授, 神戸市企画調整局本荘雄一主査およびお二人のレフェリーなど多数の方々から有益なコメントを頂いたことを感謝いたします。

分類できる)であるが、両モデルとも小地域モデルはシェア配分モデルが中心で地域連関型モデルとはなっていない。これらは、社会経済変数にトップダウン方式を用い、地域の結びつきを表す近接性(外生変数である地域間平均時間距離と内生変数である地域間輸送量で定義される)を大地域および小地域について作成し、相互に波及する構造になっている。

なお、表1は多層地域結合型モデルの事例をまとめたものである。

本稿は、環境改善を目的とした自動車交通量対策の広域圏における社会経済的な影響把握を目的とする多地域連関型の東京圏モデル[14]を上位モデルとして、トップダウン方向で連結する東京都12地域分割モデルについて研究報告である。本モデル自体も東京都の各地域内の相互関係を描写する多地域連関型モデル構造になっている。東京圏全域を対象にした対策の効果が東京都内の各地域に及ぼす影響を、東京圏モデルで扱う社会経済変数を都内各地域へ分割することで把握しようとしたものである。また、本モデルを用いて、東京都の環境(NO₂)改善を目的として自動車交通量対策を実施した場合のケーススタディを試みた。

表1 多層地域結合モデルの事例

地域 経済 モデル	<p>福地、"多層地域連結モデルの作成" [文献3] 多層レベルの地域間の影響を描写するために、全国マクロモデル(19式)、南関東4都県モデル(143式)、東京23区モデル(27式)を結合したモデルである。全国マクロモデルは支出面変数を中心とするモデルである。南関東4都県モデルは、全国マクロモデルからGNPおよび製造業稼働率を受け取り、人口移動や購買力移動を通じ4都県経済が密接に結びついているモデルである。東京23区モデルは南関東4都県モデルから強い影響を受ける構造になっており、全国マクロモデルからGNP、就業人口を、南関東4都県モデルから人口、就業人口、投資、住宅価格等を受け取る形となっている。</p>
交通 経済	<p>国久、"関東地域を中心とした道路整備の経済効果に関する研究" [文献1] 道路施設整備によってもたらされる輸送費用および時間の低減による地域経済へのインパクトを長期的観点から計測したモデルである。大地域計量モデル(県レベル11地域および複数県の統合地域4地域)、生活圏計量モデル(34生活圏)および交通モデルから構成されている。大地域計量モデルは人口、所得、販売額等を変数とするモデルであり、交通モデルで決定される近接性を入力変数の1つとしている。生活圏計量モデルは大地域計量モデルから人口、商品販売額、製造品出荷額を、交通モデルから近接性を受け取る形となっている。交通モデルでは外生変数である輸送時間と人口や販売額から決定される輸送量をもとに近接性を算定し、他のモデルに受け渡す動きをしている。</p>
モ デル	<p>武部、"首都高速道路の社会経済効果に関する研究" [文献8] 首都高速道路建設のインパクトを市場を経由した内部経済効果を中心に計測したモデルである。東京都全域地域計量モデル、23区とその他東京への分解モデル、東京都細目ゾーンレベル・アーバン・シミュレーション・モデル(23区別)から構成されている。東京都モデルは人口、所得、販売額等を変数とするモデルであり、細目ゾーンモデルで決定される近接性を入力変数の1つとしている。分解モデルは東京都モデルから人口、商品販売額、製造品出荷額を受け取り、2地域に分解するモデルである。細目ゾーンモデルはその内容からみると土地利用活動配分モデル(ローリ・モデルをベースに産業分類および基幹産業のゾーンへの配分法等について改良を加えたモデル)と交通モデル(発着ゾーンの諸活動量および交通施設整備状況からゾーン間時間距離を直接推定する時間距離修正関数)からなっている。</p>

これまでのこの種の小地域への分割方法としては、現況シェアによる分割あるいはクロスセクションデータを用いた単年度モデルによる分割方法等がなされているが、必ずしも有効とは言えなかった。東京都12地域分割モデルでは、シェア配分的なシフト変数の考え方をモデルに取り入れ、上位地域のモデルと連動するとともに対象地域内小地域間の相互関係もある程度説明し得る式を採用した。これによって上位地域レベルで実施された対策の影響が下位地域レベルに及ぼす効果をよりきめ細かく分析することができると考えている。小地域と言ってもこのレベルの地域であれば各地域すべてについての構造をより詳細に分析し、各地域モデルを最終的に結合する方向も考えられる。しかし、データの整合性の確保やモデル作成の為の作業量の膨大さを考えると、単純なシェア配分との中間である本モデルのような方向が妥当である。

本研究の特色は、(1) トップダウン方式による複数の多地域連関型モデルの結合使用の実際的方法を提示し、(2) ますます深刻化の度合いを深めている大都市圏における環境問題（大気汚染）を陽表化して社会経済構造分析を可能にしたことである。

2. 分析対象12地域の社会経済の推移

自動車交通量対策が東京都内の各地域へどのような影響をもたらすのかを把握するため、地

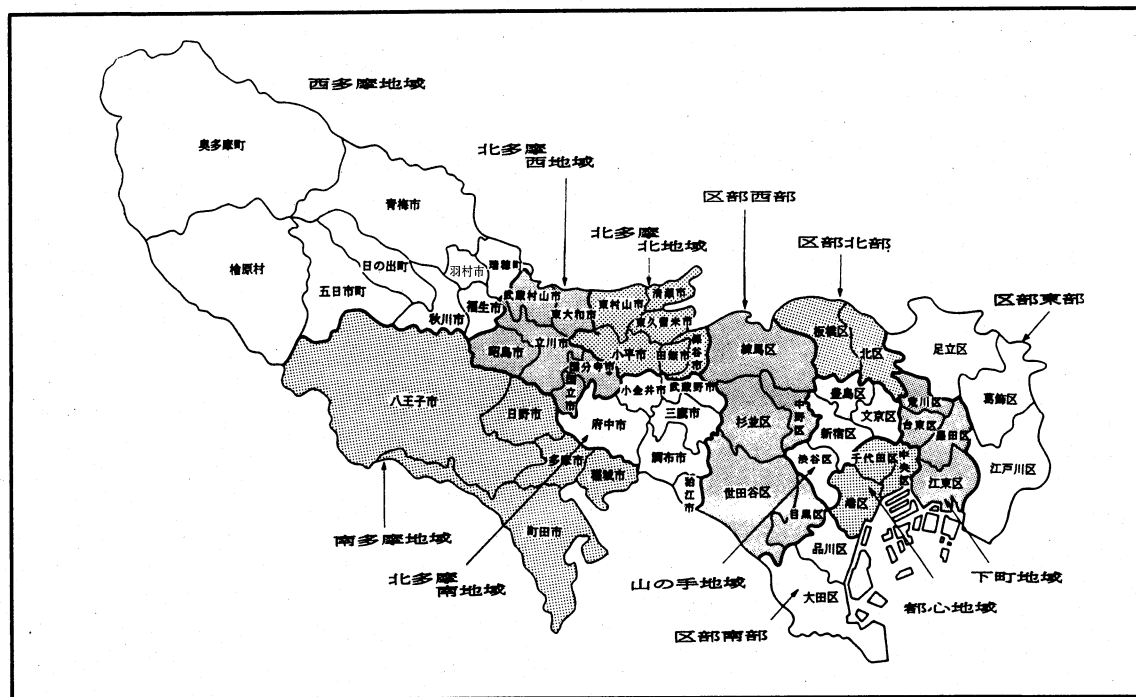


図1 東京都地域分割図

域の類似性を考慮して東京都を12の地域に分割した(図1)。どの程度の地域数にするかについてはいろいろ考え方もあるが、操作性を考えると10前後が適当であろう。ここでは、分析対象地域の社会経済の動きと、主たる関心である交通、環境指標の動きを表にまとめ概観する。

表2 東京都社会経済の動き

項目 地域	人口	全産業 従業者	製造品 出荷額	卸売業 販売額	小売業 販売額	対象市区町村
都心地域	290.34 -1.050 -3.695	2328.16 1.470 1.879	2483.15 0.923 8.269	137318.23 5.761 1.999	2617.42 1.899 2.741	千代田区、中央区、港区
山の地域	1007.69 -1.068 -1.346	1312.08 2.026 1.791	1907.06 2.811 6.744	11465.21 8.001 11.955	3060.02 2.252 5.631	新宿区、文京区、豊島区 渋谷区
下町地域	971.93 -0.454 -0.471	771.45 -0.383 0.918	2376.27 -0.531 3.643	9728.38 2.534 7.385	1255.54 0.175 4.628	台東区、墨田区、江東区 荒川区
区部南部	999.96 -0.354 -0.677	646.65 0.087 1.183	2536.54 1.652 0.665	4948.28 3.864 13.984	912.36 0.398 2.780	品川区、大田区
区部西部	2529.60 -0.157 -0.191	884.33 0.528 1.210	872.79 2.342 -1.735	3628.40 4.277 11.581	2059.63 1.944 5.120	目黒区、世田谷区、中野区 杉並区、練馬区
区部北部	878.07 -0.503 0.188	388.88 -0.317 0.895	1883.86 2.488 3.789	1770.48 4.344 12.517	627.95 0.406 3.810	北区、板橋区
区部東部	1594.42 0.204 0.806	647.87 0.496 1.001	2047.84 1.613 2.724	2624.98 5.497 10.876	1252.87 2.358 5.667	足立区、葛飾区、江戸川区
区部計	8272.00 -0.343 -0.331	6979.42 0.884 1.467	14107.51 1.406 3.730	171483.96 5.585 3.526	11785.78 1.622 4.451	—
西多摩地域	350.86 2.087 1.844	140.58 3.427 2.070	1292.95 9.453 8.648	193.58 9.579 16.460	272.60 5.021 5.681	青梅市、福生市、秋川市 羽村市、瑞穂町、日の出町 檜原村、奥多摩町、五日市町
南多摩地域	1134.36 2.836 1.752	367.08 3.614 1.984	1931.72 5.932 8.878	900.96 8.112 6.329	1027.10 5.026 6.898	八王子市、町田市、日野市 多摩市、稲城市
北多摩西地域	552.47 1.012 1.063	224.45 2.372 1.611	1345.86 5.744 3.709	1157.07 10.718 8.988	529.66 2.386 4.503	立川市、昭島市、国分寺市 国立市、東大和市 武蔵村山市
北多摩南地域	884.88 0.479 0.317	341.13 1.944 1.477	2461.25 8.609 11.114	950.48 4.425 16.076	817.94 2.352 5.497	武蔵野市、三鷹市、府中市 調布市、小金井市、狛江市
北多摩北地域	634.21 0.519 0.730	193.72 1.846 1.340	935.08 5.485 4.110	404.17 5.957 9.020	437.54 3.090 3.841	小平市、東村山市、田無市 保谷市、清瀬市、東久留米市
多摩地域計	3556.77 1.405 1.108	1266.94 2.616 1.691	7966.86 7.029 7.944	3606.26 7.653 10.327	3084.84 3.479 5.551	注) 出典：東京都統計年鑑 単位：千人、10億円、% 金額データは実質値 (昭和60年価格)である。 上段：1988年実績 中段：1975～1985年平均伸び率 下段：1985～1988年平均伸び率
東京都計 (島しょ を含む)	11861.57 0.133 0.091	8264.23 1.128 1.501	22078.55 2.938 5.174	175098.55 5.616 3.650	14898.55 1.971 4.671	

表2は、都内12地域別の各主要指標を比較したものである。全体的には、各指標ともに区部の伸びよりも多摩地域の伸びが高く、多摩地域の発展傾向が顕著である。区部の人口は東部および北部地域を除き1975年以降減少が続いている。一方、多摩地域では西多摩、南多摩、北多摩西地域を中心に1975年以降増加が続いており、多摩地域が東京都全体の人口減少傾向を下支えしている形である。全産業従業者についても、多摩地域の伸び率は高く、多摩地域の1975年から10年間の年平均伸び率は2.6%、最近3年間では1.7%と東京都全体(1.1%、1.5%)を上回る伸びを示している。製造品出荷額は、全体的に増加傾向にある。特に多摩地域では、最近3年間で年平均7.9%と高い伸びを示しており、製造業においても多摩地域への移転や進出が進んでいるという現象を示している。

表3は交通、環境指標の推移をまとめたものである。地域別にみた自動車の発生集中量は全体的な趨勢として1980年まで減少傾向にあったが、その後増加傾向に転じており、大気環境(NO₂濃度)の悪化傾向と一致している。交通の円滑度も意味する都心地域からの時間距離は、発生集中量の増加に伴って1985年ごろから多摩の各地域において増大の傾向を示している。多摩地域において交通量の増加とともに地域間の移動時間がかかるようになってきている現状が明らかである。しかし、区部では各地域ともに時間距離の変化は少なく、すでに混雑が恒常化して移動時間が限界に近いことを表していると思われる。なお、時間距離は各地域内の移動に要す

表3 交通、環境指標の推移

項目 年	年平均 NO ₂ 濃度(ppb)			自動車交通発生集中量 (100万台/年)			都心からの時間距離(分)		
	1975	1988	年平均 伸び率 (%)	1975	1988	年平均 伸び率 (%)	1975	1988	年平均 伸び率 (%)
都心地域	46	39	-1.26	622	751	1.460	9.4	9.6	0.162
山の手地域	33	34	0.229	467	557	1.364	15.7	15.9	0.097
下町地域	34	35	0.223	410	481	1.236	19.7	21.0	0.492
区部南部	32	34	0.467	294	340	1.124	18.8	19.3	0.202
区部西部	36	31	-1.14	509	627	1.616	25.5	27.5	0.582
区部北部	39	36	-0.61	195	235	1.445	27.3	29.6	0.624
区部東部	32	30	-0.49	380	476	1.747	30.8	33.4	0.625
西多摩地域	20	21	0.376	78	154	5.371	80.5	103.8	1.974
南多摩地域	24	27	0.910	189	399	5.916	61.3	74.6	1.521
北多摩西地域	30	24	-1.70	129	212	3.895	61.3	80.6	2.127
北多摩南地域	28	27	-0.27	179	281	3.529	52.2	65.2	1.725
北多摩北地域	30	25	-1.39	101	175	4.318	52.2	66.9	1.926

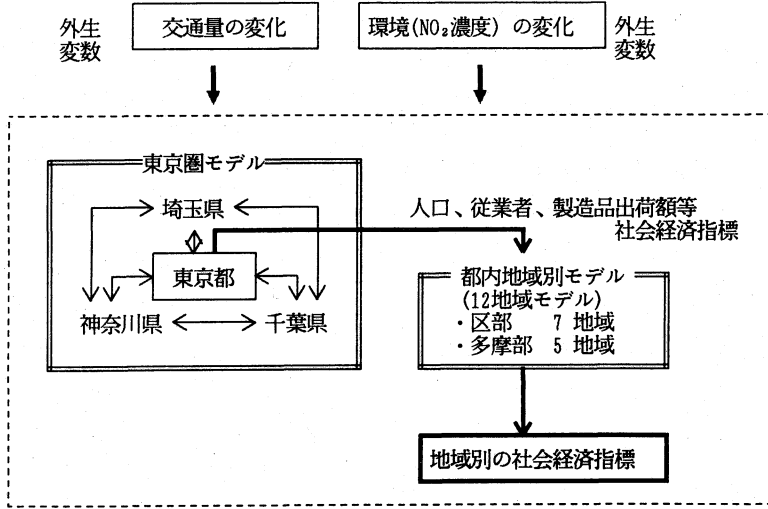


図2 東京圏モデルと12地域モデルの関連図

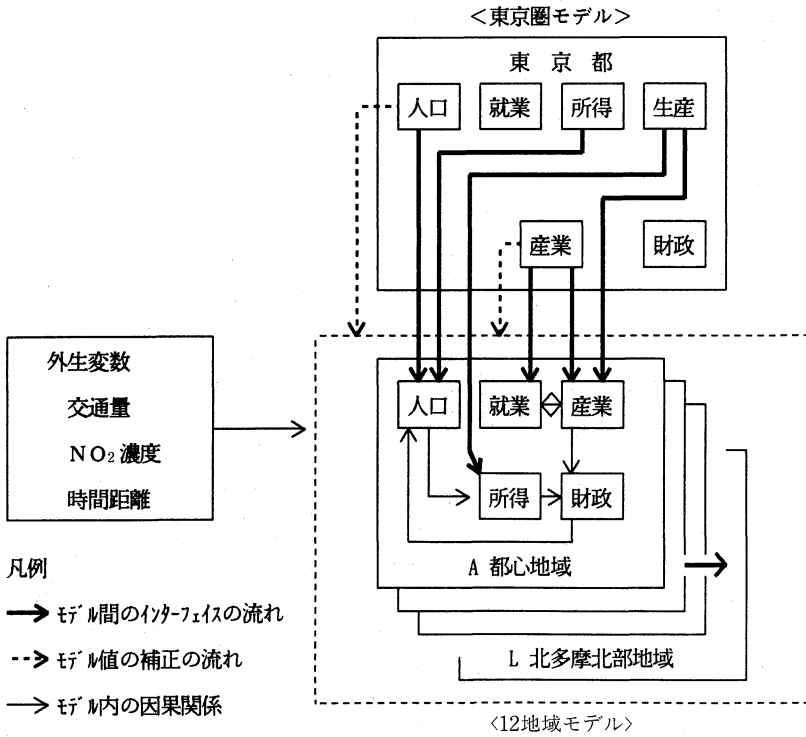


図3 12地域モデルの変数決定フロー

る時間も考慮したもの（地域間時間距離＋地域内時間距離）を用いた。

3. 東京都12地域分割モデル

東京都12地域分割モデル（以下、12地域モデル）は、東京都を中心とする東京圏全体の社会経済変動の東京圏特に東京都における環境や交通の変化が、東京都内各地域の社会経済構造をどのように変化させるかを計量、評価することを目的として開発したものである。東京圏モデルと12地域モデルの関連は図2のとおりである。また、両モデルの結びつき、モデル値の補正の流れとモデル内の因果関係の概略図は図3のとおりである。東京都と神奈川県、埼玉県および千葉県との相互関係を上位モデルである東京圏モデルで計測し、その結果である東京都の経済活動水準をコントロールトータルとして都内12地域にトップダウン方式で分配する考え方を採用した。具体的には、東京圏モデルで決定された人口、所得、生産、産業別従業者数および販売額を各地域のシフト変数とするとともに、各地域の数値を用いてシェア配分する方法である。12地域の内1地域に合計との差を用いるはきだし型の方法では、その地域に誤差が累積することになるので不適切であると判断した。2つのモデルの結合により東京圏全域の社会経済変動と東京都各地域の変動を同時に説明できる分析が可能となったと考えている。

3.1 東京都12地域分割モデル構造方程式

表4は12地域モデルの変数記号表である。また、図4は都心地域の変数ブロック間の関連および上位モデルである東京圏モデルからの変数の影響を示したものである。各地域ともに人口(3)、就業(5)、産業(3)、所得(1)、財政・地価(4)の5ブロック構成で、16個の内生変数と交通、環境など11の外生変数、および東京圏モデルによって決定され本モデルでは外生的に取り扱われる19の変数で成立している。北多摩西部地域の社会移動関数は有意な推定結果が得られなかったため、全体では推定式167本、定義式24本で計191本の多地域連動型方程式体系である。この種のモデルとしては極めて大きいものとなった。主要な社会経済指標は人口、全産業従業者、製造業従業者、卸売業従業者、小売業従業者などの人口・就業指標と、製造品出荷額、卸売業販売額、小売業販売額などの産業指標である。これらは、東京都の合計値を主な説明変数としたシェア配分型モデルの考え方を基礎に時間距離や地価比等によって地域間交絡を説明し、収束過程で地域別のモデル推計値の合計と東京都計の整合をはかっている。また、12地域独自の指標としては、課税対象所得、税收総額、歳出総額、歳入総額を内生化している。本モデルで政策変数として扱う環境、交通指標は、地域間の相互関係の変化を示すシフト変数として各地域の社会経済指標を説明している。このうち、環境変数は人口に、また、交通変数はおもに産業指標に影響を与える。

表4 東京都12地域モデルの変数一覧

ブロー ク名	変数 記号	変 数 名	単 位	ブロー ク名	変数 記号	変 数 名	単 位	
人口	NS ⁱ	社会増人口*	千人	外生	NN ^T	東京都人口	千人	
	NI ⁱ	自然増人口*	千人		ET ^T	東京都全産業従業地就業者数	千人	
	NN ⁱ	人口 (=NN _{t-1} +NS _t +NI _t)	千人		EM ^T	東京都製造業従業地就業者数	千人	
就業	ET ⁱ	全産業従業地就業者数 (=EM+EW+ER+EX)	千人		EW ^T	東京都卸売業従業地就業者数	千人	
	EM ⁱ	製造業従業地就業者数*	千人		ER ^T	東京都小売業従業地就業者数	千人	
	EW ⁱ	卸売業従業地就業者数*	千人		SM ^T	東京都製造品出荷額	10億円	
	ER ⁱ	小売業従業地就業者数*	千人		SW ^T	東京都卸売業販売額	10億円	
	EX ⁱ	その他の従業地就業者数*	千人		SR ^T	東京都小売業販売額	10億円	
産業	SM ⁱ	製造品出荷額*	10億円		YY ^T	東京都域内総支出	10億円	
	SW ⁱ	卸売業販売額*	10億円		YD ^T	東京都分配所得	10億円	
	SR ⁱ	小売業販売額*	10億円		TX ^T	東京都税収総額	10億円	
所得	YK ⁱ	課税対象所得*	10億円		FO ^T	東京都歳出総額	10億円	
	財政	TX ⁱ	税収総額(都税を除く)*		10億円	PL ^T	東京都地価(名目)	千円/㎡
		F1 ⁱ	歳入総額*		10億円	PN _a ^T	東京都人口* テンソル(鉄道)	—
FO ⁱ		歳出総額*	10億円		PE _a ^T	東京都就業* テンソル(鉄道)	—	
地価	PL ⁱ	地価*	千円/㎡	PN _c ^T	東京都人口* テンソル(道路)	—		
				PE _c ^T	東京都就業* テンソル(道路)	—		
外生	OG ⁱ	全車発生集中量	百万台/年	NTMA	東京圏人口	千人		
	OK ⁱ	貨物車発生集中量	百万台/年	PLAV	東京圏平均地価	千円/㎡		
	OJ ⁱ	乗用車発生集中量	百万台/年	TIME	タイムトレンド(昭和年)	—		
	TM ⁱ	地域間平均道路時間距離	分	DUMP	年度ダミー(対象年=1)	—		
	1T ⁱ	都心からの道路時間距離	分	注1) 価格データは昭和60年暦年価格である。ただし、地価のみは名目値を用いた。 注2) 添字 i は地域を表す。 i = A: 都心、B: 山の手、C: 下町 D: 区部南部、E: 区部西部、F: 区部北部 G: 区部東部、H: 西多摩、I: 南多摩 J: 北多摩西部、K: 北多摩南部、L: 北多摩部 注3) 変数名右上に*のついている変数は推定式である。ただし、北多摩西部地域については人口移動関数ではなく、人口関数を直接推定した。				
	NX ⁱ	N02濃度年度平均値	P P B					
	ODG ^T	全車発生集中量(東京都)	百万台/年					
	ODJ ^T	貨物車発生集中量(東京都)	百万台/年					
	ODK ^T	乗用車発生集中量(東京都)	百万台/年					
	NX ^T	N02濃度年度平均値(東京都)	P P B					
ZY	国内総支出	10億円						

注4) 東京都人口ポテンシャルは以下の定義による。また、各ポテンシャルも同様の定義による。

$$PN_k^T = N^T + \sum_j \frac{N_j}{d_{jk}}$$

N^T = 東京都人口、j = 県、

d_{jk} = k 交通手段による東京都と j 県間平均時間距離、k = R (鉄道利用)、C (道路利用)

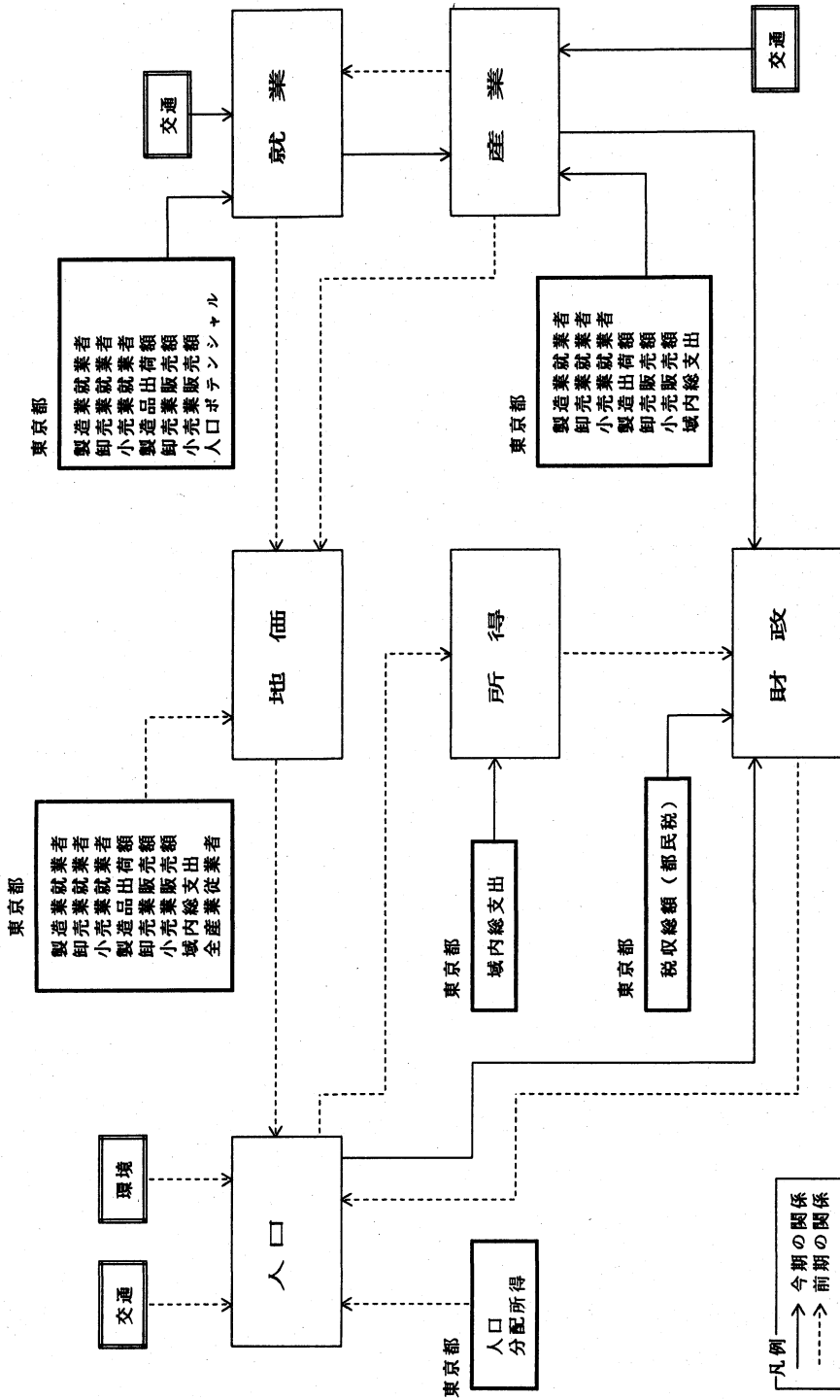


図4 都心地域の変数ブロック関連図

注1) 二重線の枠で囲まれた変数ブロックは外生変数ブロックである。
 注2) 一細い線の枠で囲まれた変数ブロックは内生変数ブロックである。
 注3) 一太い線の枠で囲まれた経済変数は、東京都全体の経済変数を意味し、12地域モデルでは外生変数である。

表5 方程式の推定結果 — 自由度修正後の相関係数の分布 —

地域	自由度修正後の相関係数 ()内%						合計
	0.99~1.00	0.98~0.99	0.96~0.98	0.94~0.96	0.90~0.94	0.90以下	
都心地域	7(50.0)	2(14.3)	1(7.1)	0(0.0)	2(14.3)	2(14.3)	14(100.0)
山の手地域	9(64.3)	0(0.0)	3(21.4)	0(0.0)	2(14.3)	0(0.0)	14(100.0)
下町地域	5(35.7)	5(35.7)	2(14.3)	1(7.1)	0(0.0)	1(7.1)	14(100.0)
区部南部地域	7(50.0)	2(14.3)	1(7.1)	1(7.1)	1(7.1)	2(14.3)	14(100.0)
区部西部地域	6(42.9)	4(28.6)	1(7.1)	1(7.1)	1(7.1)	1(7.1)	14(100.0)
区部北部地域	4(28.6)	5(35.7)	1(7.1)	1(7.1)	1(7.1)	2(14.3)	14(100.0)
区部東部地域	4(28.6)	5(35.7)	3(21.4)	1(7.1)	0(0.0)	1(7.1)	14(100.0)
西多摩地域	10(71.4)	1(7.1)	0(0.0)	1(7.1)	1(7.1)	1(7.1)	14(100.0)
南多摩地域	6(42.9)	3(21.4)	2(14.3)	1(7.1)	1(7.1)	1(7.1)	14(100.0)
北多摩西部地域	9(69.2)	0(0.0)	2(15.4)	0(0.0)	1(7.7)	1(7.7)	13(100.0)
北多摩南部地域	7(50.0)	1(7.1)	3(21.4)	0(0.0)	2(14.3)	1(7.1)	14(100.0)
北多摩北部地域	6(42.9)	2(14.3)	2(14.3)	2(14.3)	0(0.0)	2(14.3)	14(100.0)
合計	80(47.9)	30(18.0)	21(12.6)	9(5.4)	12(7.2)	15(9.0)	167(100.0)

自動車交通量対策の実施による発生集中交通量の変化は、各地域から発生する交通量あるいは集中する交通量に影響し、周辺部の交通条件を変化させる。これにより、他地域との時間距離を変化させ、人口、就業、産業指標に影響を与え、この影響がモデル全体に波及していく。一方、交通条件の変化にともなうNO₂の変化は環境の代理変数であり、地域の住環境の変化を経て人口指標に影響するようになっている。

なお、環境と交通に関する指標は別途に行われているプロジェクトの結果を用いることが前提であるので外生変数として取り扱った。

モデルの推定は12地域別々に行なった。推定期間は1976~1988年(13サンプル)であり、推定法は通常最小二乗法を使用した。推定結果を自由度修正済みの相関係数の分布でみたものが表5である。推定式167本中、相関係数が0.90以上となる方程式は152本で全体の9割以上である。*t*値や誤差の動きなども良好で推定結果は満足できる水準であると判断した。

紙幅の制約があるのでここでは都心地域のモデルの一部を紹介するに止める。

なお、モデルの方程式では、係数の下の()内は*t*値、*R*は重相関係数、*RB*は自由度修正後の重相関係数、*S*は方程式の標準偏差、*D.W.*はダービン=ワトソン統計量(自由度が小さいので参考値)である。変数記号の後の上添字は地域を表し、*A*は都心地域、*T*は東京都全域である。

[東京都12分割モデル：都心地域一部抜粋]

<1> 社会増関数：東京都の一人当たり所得を用いて説明するモデル

$$NS^A_t = 33.273 + 6.724 * (YD^T/NN^T)_{t-1} - 0.417 * (PL^A/PLAV)_{t-1} - 0.0843 * OG^A_{t-1}$$

(2.14) (-2.06) (-2.32)

$$R=0.8770 \quad RB=0.8320 \quad S=2.366 \quad D.W.=1.58$$

<2> 自然増関数：人口再生産率で説明するモデル

$$NN^A_t - NS^A_t - NN^A_{t-1} = 4.729 + 0.0157 * NN^A_{t-1} + 4.318 * (FO^A/NN^A)_{t-1} - 0.00862 * NX^A_{t-1} - 0.173 * TIME$$

(2.63) (3.74) (-1.10)
(-7.79)

$$R=0.9956 \quad RB=0.9934 \quad S=0.0620 \quad D.W.=2.70$$

<3> 製造業従業地就業者数関数：東京都の製造業従業地就業者数によるシェア関数

$$EM^A_t = -47.122 + 0.147 * EM^T_t$$

(12.87)

$$R=0.9684 \quad RB=0.9654 \quad S=2.5877 \quad D.W.=0.86$$

<4> 卸売業従業地就業者数関数：東京都の卸売業従業地就業者数によるシェア関数

$$EW^A_t = 222.328 + 0.550 * EW^T_t + 0.000093 * SW^A_{t-1} - 4.972 * TIME$$

(30.94) (1.47) (-11.29)

$$R=0.9954 \quad RB=0.9938 \quad S=1.3166 \quad D.W.=1.68$$

<5> 小売業従業地就業者数関数：東京都の小売業従業地就業者数によるシェア関数

$$ER^A_t = 113.009 + 0.027 * ER^T_t - 5.627 * 1T^A_t$$

(1.13) (-3.59)

$$R=0.8218 \quad RB=0.7813 \quad S=2.1062 \quad D.W.=0.78$$

<6> その他の従業地就業者数関数：東京都の鉄道利用人口ポテンシャルに生産性を考慮したモデル

$$ET^A_t - (EM^A_t + EW^A_t + ER^A_t) = -7973.808 + 4.126 * ((SM^T + SW^T + SR^T)/(EM^T + EW^T + ER^T))_{t-1} + 0.750 * (PN_R^T)_t$$

(3.12) (5.86)

$$R=0.9953 \quad RB=0.9944 \quad S=17.4144 \quad D.W.=1.50$$

$$R=0.9953 \quad RB=0.9944 \quad S=17.4144 \quad D.W.=1.50$$

<7> 製造品出荷額関数：東京都の製造業生産性を考慮した生産関数

$$\ln(SM^A)_t = -22.594 + 0.387 * \ln(SM^T/EM^T)_t + 2.077 * \ln(EM^A)_t + 4.357 * \ln(OG^A)_t - 3.809 * \ln(1T^A)_t - 0.129 * DUMP(85)$$

(1.63) (3.40) (2.712)
(-3.09) (-3.16)

$$R=0.9561 \quad RB=0.9288 \quad S=0.0335 \quad D.W.=2.41$$

$$R=0.9561 \quad RB=0.9288 \quad S=0.0335 \quad D.W.=2.41$$

<8> 卸売業販売額関数：東京都の卸売業生産性を考慮した生産関数

$$\ln(SW^A)_t = -0.478 + 1.093 * \ln(SW^T/EW^T)_t + 1.141 * \ln(EW^A)_t + 0.239 * \ln(YT^A)_t$$

(14.58) (10.18) (2.49)

$$\ln(YT^A)_t + 0.384 * \ln(OG^A)_t - 1.495 * \ln(TM^A)_t$$

(1.69) (-2.99)

$$R=0.9996 \quad RB=0.9993 \quad S=0.0086 \quad D.W.=2.25$$

<9> 小売業販売額関数：東京都の小売業生産性を考慮した生産関数

$$\ln(SR^A)_t = -0.081 + 0.791 * \ln(SR^T/ER^T)_t + 0.765 * \ln(ER^A)_t + 0.328 * \ln(YT^A)_t$$

(1.73) (4.87) (2.66)

$$\ln(YT^A)_t + 0.576 * \ln(OG^A)_t - 1.419 * \ln(TM^A)_t$$

(2.62) (-3.86)

$$R=0.9959 \quad RB=0.9929 \quad S=0.0107 \quad D.W.=1.75$$

<10> 課税対象所得関数：東京都の所得を基本としたシェア関数

$$YK^A_t = -1098.479 + 0.016 * YY^T_t + 2.745 * NN^A_{t-1}$$

(5.84) (1.57)

$$R=0.9849 \quad RB=0.9819 \quad S=21.6764 \quad D.W.=1.41$$

<11> 税収：前期の所得と今期の経済活動からの税収を考慮した統計式

$$TX^A_t = -32.676 + 0.115 * YK^A_{t-1} + 0.00019 * (SM^A + SW^A + SR^A)_t$$

(6.76) (2.98)

$$R=0.9872 \quad RB=0.9846 \quad S=2.6650 \quad D.W.=1.37$$

<12> 歳入：税収以外の収入を都民税を用いて説明する統計式

$$(FI^A - TX^A)_t = -17.954 + 0.868 * TX^T_t * (NN^A/NN^T)_{t-1} - 10.194 * DUMP(83)$$

(7.59) (-1.37)

$$R=0.9259 \quad RB=0.9103 \quad S=7.1514 \quad D.W.=2.20$$

<13> 歳出：人口増加に対する追加的支出を考慮した統計式

$$FO^A_t = -1.671 + 0.972 * FI^A_{t-1} + 0.225 * (NN^A_t - NN^A_{t-1})$$

(101.48) (3.30)

$$R=0.9997 \quad RB=0.9997 \quad S=0.7871 \quad D.W.=1.98$$

<14> 地価関数：東京都の生産性および東京都と都心地域の生産性格差を考慮したモデル

$$\ln(PL^A)_t = -4.326 + 1.934 * \ln(YT^T/ET^T)_{t-1} + 2.676 * \ln(SEAT)_{t-1} + 0.722 * \ln(YT^A)_t$$

(3.14) (2.38) (9.80)

$$\ln(PL^A)_{t-1} + 0.569 * DUMP(85)$$

(8.21)

$$R=0.9988 \quad RB=0.9982 \quad S=0.0706 \quad D.W.=2.60$$

ただし、 $SEAT = ((SM^A + SW^A + SR^A)/(EM^A + EW^A + ER^A))/((SM^T + SW^T + SR^T)/(EM^T + EW^T + ER^T))$

表6 ファイナルテスト結果—主要変数の相関係数とMAPEの分布—

相関係数 \ MAPE	2.0%以下	2.0 ~ 4.0 %	4.0 ~ 6.0 %	6.0 ~ 8.0 %	8.0%以上	合計
0.99 ~1.00	22	17	2	1	0	42
0.98 ~0.99	9	18	1	2	2	32
0.96 ~0.98	7	14	4	1	3	29
0.94 ~0.96	2	6	4	1	1	14
0.90 ~0.94	2	5	4	0	1	12
0.90 以下	7	17	3	0	0	27
合計	49	77	18	5	7	156

注) *相関係数 : ファイナルテスト値と実績値の相関係数
 *MAPE : 平均絶対誤差率

$$MAPE = \frac{\sum |(観測値 - テスト値) / 観測値|}{サンプル数} \times 100$$

3.2 ファイナル・テスト

モデルの現実説明力を検証するためファイナル・テストを実施した。なお、モデルの構築にあたって推定を行った社会増人口・自然増人口は人口を、その他の従業地就業者数は全産業従業地就業者数を評価変数とした。ファイナル・テスト結果を表6にまとめた。モデル全体の相関係数とMAPEの分布をみたものである。全体としては、相関係数が0.9よりも大きい変数が83%、MAPEが4.0%以下の変数が81%となっている。テスト値は観測値をよくトレースしており誤差等の動きも妥当であった。良好な結果が得られたと考えられる。

4. 内挿シミュレーション結果

本モデルを用いて東京圏モデルと結合した種々のシミュレーションを実施した。ここでは、特徴的な2つの内挿シミュレーションの結果についてまとめる。東京圏モデルと12地域モデルのトップダウン結合による2層構造のモデル全体の動きを検討し、モデルの頑健性や現実説明力および政策シミュレーションへの適応性などを確かめるために行ったものである。その結果、結合モデルは十分に東京圏および東京都各地域の社会経済構造を近似していると判断した。その後、将来予測に関しても数ケースを実施した。東京都ではいろいろな対策を検討しており、かなりドラスティックで興味深い予測結果も生じた。しかし、現在計画策定段階であり公表には問題があるので、将来予測に関しては今回の報告では言及しないことにしたい。

2ケースのシミュレーションの仮定と計算処理上の対応方法および最終年(1988)における効

表7 内挿シミュレーション条件のまとめ

ケース	想定内容	計算上の対応
1	東京都から周辺3県への人口分散が若干遅れたケース	東京都内の各地域の人口に1975年の人口比に応じて10万人を加え、埼玉、千葉、神奈川の1975年の人口比に応じて各県から削除する。 (東京圏の人口は同じ)
2	自動車交通量の抑制策により交通量が削減され、都内全域でほぼ環境基準が達成された場合を想定したケース	東京都内の各地域の発生集中量および地域間時間距離を1975年値でシミュレーション期間中固定とする。また、各地域のNO ₂ 濃度を1985年値でシミュレーション期間中固定とする。

表8 内挿シミュレーションの結果—1988年値の乖離率—

ケースNO	変数記号	地 域												
		東京都	都心地域	山の地域	下町地域	区部地南域部	区部地西域部	区部地北域部	区部地東域部	西多地摩域	南多地摩域	北多地摩域西	北多地摩域南	北多地摩域北
1	NN	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+++	+	++	·
	ET	·	++	+	--	·	--	--	--	·	--	--	--	--
	EM	·	·	·	·	·	·	·	·	+++	·	·	·	·
	EW	·	·	·	·	·	·	·	·	+++	·	·	·	·
	ER	·	--	·	--	--	·	·	·	+++	--	·	--	--
	SM	·	·	·	·	·	·	·	·	+++	·	·	·	·
2	NN	+++	+++	+++	++	++	+++	++	+++	+	+++	+	+++	--
	ET	·	+++	+	--	--	--	--	--	+++	--	--	--	--
	EM	+	--	--	--	--	+	--	--	+++	--	+++	--	--
	EW	+	++	--	+	--	++	--	--	++	+++	+++	++	+++
	ER	++	·	++	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
	SM	--	---	---	---	---	---	---	---	+++	+++	+++	---	---
SW	--	+	---	---	---	---	---	---	---	+++	+++	---	+++	
	SR	++	+	·	·	+++	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++

注1) 本表は、ファイナルテスト値とケース別シミュレーション値を内挿期間の最終年である1988年で比較したものである。乖離率および記号の意味は以下のとおりである。

$$\text{乖離率 } X (\%) = \frac{\text{シミュレーション値} - \text{ファイナル・テスト値}}{|\text{ファイナル・テスト値}|} \times 100$$

- +++ : 10%以上のプラスの影響があった (10 ≤ X)
- ++ : 5~10%のプラスの影響があった (5 ≤ X < 10)
- + : 1~5%のプラスの影響があった (1 ≤ X < 5)
- : ほとんど影響がなかった (-1 < X < 1)
- : 1~5%のマイナスの影響があった (-5 < X ≤ -1)
- : 5~10%のマイナスの影響があった (-10 < X ≤ -5)
- : 10%以上のマイナスの影響があった (X ≤ -10)

注2) 東京都の値は上位モデルである東京圏モデルの結果である。

果は表7と表8にまとめた。

ケース1は、初期値テストを兼ねたシミュレーションである。東京都の人口が初期年(1975)において若干多かった場合を想定したものである。東京圏全体の夜間人口は変わらないが、東京都から周辺3県への人口流出が遅れた場合、つまり、東京都の人口が実際より若干多く、周辺3県の人口が若干少なかった場合である。南多摩地域の定住化計画が早めに進行した場合などを想定したものである。最終年(1988)でみると、東京都全体では人口の増加とともに消費支出、住宅投資などの支出項目が増加するが、従業者数や出荷額・販売額への影響は少ない。地域別に見ると、ほとんどの地域で人口が増加する。区部東部や南多摩などの観測期間中人口が増加していた地域へのインパクトが大きいという予想通りの結果になった。従業者数は都心、山の手などの地域で増加し、区部外周や北多摩地域で減少した。各地域での人口増加分は都心あるいは山の手地域への通勤人口と考えることができる。

ケース2は、本モデルの本来の目的である環境改善を目的とした自動車交通量の削減対策による影響を検討するものである。東京都の自動車発生集中量を25~30%削減することで大気汚染環境の改善を試みようとする政策シミュレーションである。削減率をかなり大きくしたが、東京都の試算によればこの程度の削減を行わないと環境基準の達成は困難ということである。東京都の人口は居住環境が改善されるので増加する。しかし、当然予想されるように生産活動へのダメージは大きいものがある。各地域への影響を見ると、人口では交通量そのものの減少と環境改善効果に伴う都心への回帰が生じる一方、交通量の減少による時間距離の短縮によって都郊外地域への住み替えも発生し多摩南部の地域では人口増加が著しい。都内全従業者数は都心地域への集中が加速されるが、自動車交通への依存が強い製造業や卸売業では自動車交通抑制対策による影響で区部から多摩地域へ移転するようになるという結果となった。

5. 今後の方向と課題

自動車交通対策は広範囲に渡って影響が及ぶとともに、対象地域の中に含まれる小地域毎に影響の程度や方向が異なると予想される。そこで、国や自治体が計画や対策を実施しようとする場合は、当該対象地域外や当該対策地域内の小地域における影響・効果も十分に検討する必要がある。このような対策の地域的影響分析・効果分析に関しては幾つかの地域レベルのモデルを連結した多層地域連結モデルが有効である。

また、地域の実証モデルの場合はモデルの規模や性格が地域データに多分に依存する。地域が小さくなるほどデータの種類や期間が少なくなる。地域レベルに合わせてモデルを作成するだけでは現在の社会経済の動きを必ずしも描写できなくなる可能性が高い。地域の大きさに関係なく収集できるデータは比較的限られているのである。上位地域のモデルによる分析の結果

を下位地域の分析に反映させる必要は常に存在する。多層地域連結モデルの考え方と実際の結合方法に関しての研究が多数行われることが望まれる。

12地域モデルは、東京圏モデルと連動することによって東京圏社会経済と都内の各地域社会とを直接的に関連づけて分析すること可能にした。また、東京都内の12地域間の相互関係を描写することによって、交通量・交通条件の変化にもなる自然環境の変化を整合的に描写することにも一応成功したものと考えている。

今回のモデルは、都内への効果を東京圏モデルを用いて段階的に計測するトップダウン結合の方法を採用し、同時に都内の地域相互間の関係を考慮しながらモデルを構築した。したがって、いくつかのポテンシャル変数を除けば、都内各地域と周辺県との関係は必ずしも明示的に取り扱っていない。しかし、現実には都内各地域は隣接する他県の地域との結びつきが強まっている。将来に関してもこれらの地域間依存関係は強まると予想される。区部南部地域と神奈川県、北多摩北部地域と埼玉県、下町地域と千葉県の隣接市町村のような環状方向の地域間関係の分析の重要性も高い。今回行わなかったボトムアップ方向の連結方法の検討とともに、地域分割・小地域分析の問題として研究するべきであろう。研究の進展によって、多地域連関型モデルの連結応用に関してはこの他にも多々問題点が明らかにされて行くと期待される。

本研究に関係する今後の主要な課題をまとめると以下ようになる。これらの課題のうちのいくつかは既に研究中であり、検討中のものもある。成果を得ることができたら発表したいと考えている。

(1) 多層モデル構造に関するもの

- ・ボトムアップ結合の実際的な方法の検討
- ・トップダウン、ボトムアップ両方向の結合によるモデルの一体性の検討
- ・メッシュ地域分析と通常地域モデルの結合方法の検討

(2) モデルの推定に関するもの

- ・分析に関連する整合性のあるデータの整備（地価、ストック等のデータの整備）
- ・長期予測に統計的有意性を保証するための観測期間の延長（サンプル数の追加）
- ・現実妥当性を高めるためのモデルの精緻化や体系的な推定の検討

(3) 交通需要変数と環境変数の内生化に関するもの

- ・自動車交通と環境変数データの整備
- ・炭素酸化物、水質、騒音・振動、SPM（浮遊性粒子状物質）などの導入
- ・環境悪化の社会的費用の計測（マイクロ計量分析：山口、遠藤 [15] で試行した）

謝 辞

最後になったが、対策検討段階であるにもかかわらず、このモデルの公表を快く認めてくださった東京都環境保全局大気保全部自動車公害対策室に感謝したい。

参 考 文 献

- [1] 国久荘太郎, “関東地域を中心とした道路整備の経済効果に関する研究”, 「道路交通経済」, 第20号, 1982年夏季号, pp. 38-49.
- [2] 福地崇生, 山口 誠, 中馬正博, “都市経済循環の分析手法について”, 「都市問題」, 第72巻, 第8号, 1981年8月, pp. 43-62.
- [3] 福地崇生, “多層地域連結モデルの作成”, 「ESP」, 1983年7月, pp. 31-35.
- [4] 福地崇生, 山口 誠, 樺山資秀, “大都市中心地域の人口動態・土地利用形態のマクロ的分析”, 「地域学研究」, 第14巻, 1984年12月, pp. 59-77.
- [5] Fukuchi, Takao, “Regional Econometric Models of Japan.” Discussion Paper No. 256, Kyoto Institute of Economic Research, August, 1988, pp. 1-25.
- [6] 福地崇生, “地価変動を含む長期的都市計画用計量モデル—三鷹市の事例—”, 「地域学研究」, 第20巻, 第1号, 1990年12月, pp. 117-140.
- [7] 小口登良, “科学博による経済効果の計量分析”, 「計画行政」, 第14号, 1985年8月, pp. 50-57.
- [8] 武部和之, “首都高速道路の社会経済効果に関する研究”, 「道路交通経済」, 第18号, 1982年冬季号, pp. 47-62.
- [9] 山口 誠, 青木吉秋, “大都市圏における中心都市の研究—東京都区部7分割モデルによるシミュレーション分析—”, 「計画行政」, 第11号, 1983年11月, pp. 69-84.
- [10] 山口 誠, “国際分業の進展が日本の機械産業に与える影響”, 「国際分業の進展が日本の機械産業に与える影響と今後の展開方向に関する調査研究報告書」, 第三章, (財)産業研究所, 1986年2月, pp. 29-76.
- [11] 山口 誠, 福地崇生, “東京都及び周辺3県の計量経済学的分析—東京圏モデルによる4都県社会経済構造のシミュレーション分析—”, 「計画行政」, 第16号, 1986年4月, pp. 69-84.
- [12] 山口 誠, “地域開発における経済モデルの利用”, 「産業立地」, 第25巻, 第11号, 1986年11月, pp. 38-43.
- [13] 山口 誠, “地域開発計画のための経済分析手法(3)—日本都市化モデル—”, 「産業立地」, 第26巻, 第8号, 1987年8月, pp. 50-58.
- [14] 山口 誠, 鯉江康正, 石川隆司, “自動車交通による環境変化の地域社会経済に与えるインパクトの計量経済学的分析”, 「地域学研究」, 第22巻, 第1号, 1992年12月, pp. 1-17.
- [15] 山口 誠, 遠藤弘太郎, “住民意識における大気汚染の評価—アンケート調査結果を用いた質的応答モデルによる分析—”, 「情報と社会」, 第3号, 1993年4月, pp. 119-129.

A New Method of Regional Decomposition

— Twelve-districts Model of Tokyo Metropolis —

Makoto YAMAGUCHI*, Yasumasa KOIE** and Takashi ISHIKAWA**

This research is part of an on-going project of the econometric analysis about the Tokyo Metropolitan Area (TMA: Tokyo, Kanagawa, Saitama and Chiba prefectures). The main purpose of the project has been to make several effective plans to eliminate NOx exhausted from automobiles in TMA, especially in Tokyo Metropolis (prefecture).

In the last conference of the Japan section of RSAI, we reported empirical studies of four-regions model of TMA (TMA model). However, as NOx concentrates in only small parts of the Tokyo prefecture and pollution occurs in such areas, we need to construct another model for Tokyo prefecture. This research is a trial of Top-down projection by the multi-regional linkage model.

Tokyo prefecture which consists of 23 wards, 26 cities, 6 towns and islands is divided into twelve districts excluding islands. This model is composed of five blocks (demographic variables, employment, production, income and finance) and 167 equations which are estimated by OLS. The observation period is 13 fiscal years from 1976 to 1988.

We applied this model to analyze the effects of various impacts and changes in trends of five blocks by running simulations, and comparing them with the results of the standard type simulation or final test. And two cases of historical simulations under the same conditions as TMA model are reported in this research. In these cases, the results of the TMA model were used as the control total (that is, Top-down linkage projection).

* Edogawa University

** LITEC. Ltd.