

都市高速道路建設に伴う経済効果の 地域帰属に関する研究

SPATIAL DISTRIBUTION OF ECONOMIC EFFECTS OF URBAN EXPRESSWAY CONSTRUCTION

佐佐木 綱*・西井 和夫**
By Tsuna SASAKI and Kazuo NISHII

1. 都市高速道路の経済効果

一般に道路の経済効果の波及過程は図-1に示すように後方連鎖と前方連鎖に分類できる^{(1),(2)}。

後方連鎖とは、道路投資が関連企業に及ぼす直接的な効果であり、既存の経済構造のもとでの投入・産出効果による各産業部門間の投資需要とそれらの乗数効果による地域の生産・所得の増加をもたらす。またこれは、投資の規模によりその大きさが決まり道路の利用とは直接関係をもたず、そして比較的短期的な効果といえる。

一方、前方連鎖とは、道路の利用に伴い直接的間接的に発生する効果である。すなわち、道路建設により既設

道路網上での混雑が緩和されると所要時間が短縮されるわけで、この時間便益が直接道路利用者にあるいは地域の社会経済活動に間接的に移転・波及してゆく。

そこで本研究では、このような波及過程をもつ経済効果のうち、特に圏域の各地域における社会経済活動、財政、環境等に及ぼす間接効果に着目し、その推計・評価方法の開発と実際への適用を目的とする。その際、具体的な経済効果のとらえ方としては次の2点をおもな軸にとらえている。すなわち、① 圏域での道路建設・整備がなされると、ゾーン間の結びつきの強さや道路網のもつ魅力が変化し圏域内に新規の産業や住宅が立地するなどの土地利用の変化が生じるとともに、それらによって社会経済活動の水準も向上しその結果新たな交通需要が

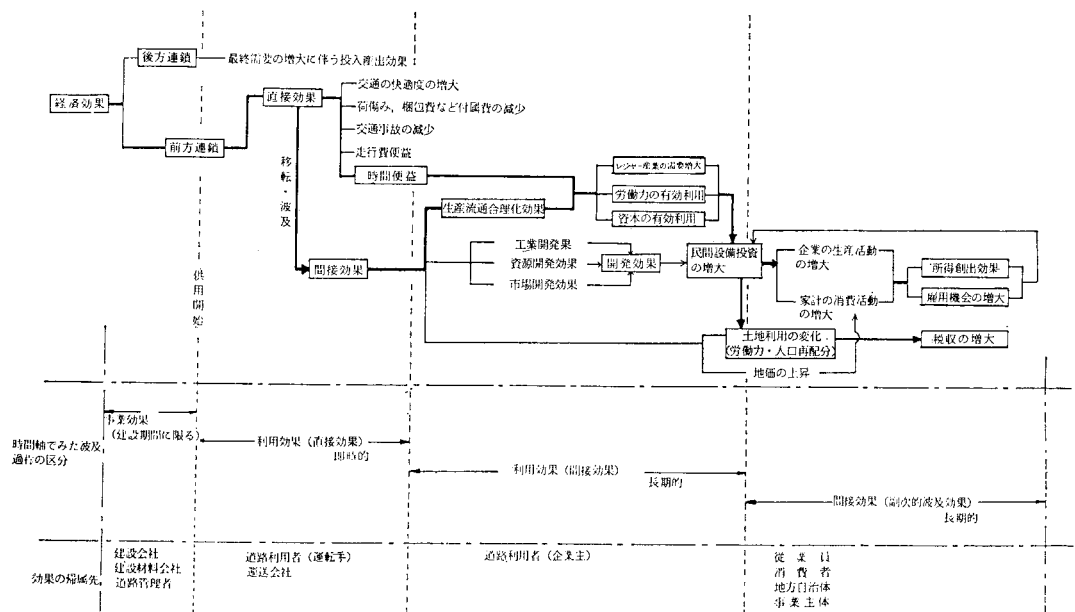


図-1 経済効果とその波及過程

* 正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学教室 ** 正会員 工修 京都大学助手 工学部交通土木工学教室

派生する。またこの交通需要の増大は、道路網における交通条件に影響し再びゾーン間の結びつきの強さを変化させる。これは、間接効果の圏域全体への波及過程を交通条件と土地利用および社会経済活動との相互関係の中でとらえようとするものであるが、そのために本研究では、こうした活動部門間の相互依存関係のモデル化に有効なシステム・ダイナミクス（System Dynamics 以下 S.D と略す）を用いた。

そして、② ここで取り上げる都市高速道路は大都市圏を形成する各地域を有機的に結びつけ、圏域の一体化ならびに土地利用の適正化のうえで重要な役割をもつ。したがって都市高速道路の経済効果が圏域の各地域へどのように帰属するかを計量的に把握する必要があり、圏域全体の経済効果の予測を受けた形でそれぞれがどのように各地域へ帰属されるかのモデル構築を試みることにした。具体的には、前述のように S.D モデルより圏域全体の経済効果を予測し、その結果を踏まえてローリモデルによって地域帰属を明らかにする。ここでローリモデルを用いたのは、モデル自体の構造が簡明であり操作性に富み、かつ本研究で着目している交通条件（所要時間）の変化による土地利用パターン（従業者や世帯の分布や配置）の変化を陽表的に取り扱うことができるなどによる。

そして次章以降では、具体的なモデル構築ならびに本モデルを用いた経済効果の推計・評価について実証的な考察を行うことにする。

2. 経済効果の推計方法

本研究は、図-2 に示すように次の2段階から構成されている³⁾。すなわち、第1段階では道路建設という交通条件の変化を通じて圏域全体における土地利用のみならず経済活動・財政に至る広範囲なインパクトを求め、帰属部門ごとの経済効果の推計を行う。これは S.D モデルによって試みられる。次いで、S.D モデルから得られた圏域全体の経済効果の各地域への帰属を明らかにするため、第2段階では、S.D モデルのアウトプットの一つである基礎的産業部門の従業者総数の推計値をトータルコントロールとしてローリモデルに導入し、それによって経済効果の地域帰属問題を明らかにする。以下、これらのモデルの概要を述べる。

(1) S.D モデルによる圏域全体の経済効果の推計

a) モデルの構成

まず、道路建設の影響を具体的にとらえるため都市活動基盤として、域内の人と物の移動を考える交通部門、域内の人口、従業者数、床面積について考える土地利用

部門、域内の投入産出関係を中心に経済活動を取り扱う経済活動部門、および歳入歳出構造を表現する財政部門の4部門を設けた。これら4部門間には図-2の上部に示すような密接な関係がある。すなわち都市高速道路建設によって、交通部門に対しては混雑緩和に伴い道路利用者にとっての時間便益の増大をもたらし、それは経済活動を活発にし、また、土地利用パターンの変化、税収の増大という形で波及する。さらに、これら一連の波及過程の中で生じる交通需要の増大は交通部門へフィードバックされる。

都市システムを構成するこれら部門における因果関係は、S.D モデルでは情報フィードバックコントロールシステムとして表現が可能である。さらに、多種多様な要因が複雑に関連しているときには、要因間の非線形性をも試行錯誤的に取り入れることができる特徴をもつ⁹⁾。したがって、このような特徴をもつ S.D モデル

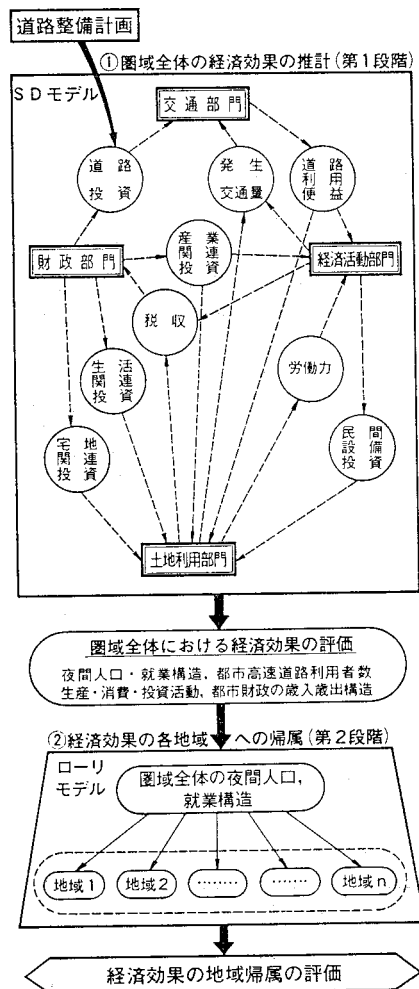


図-2 経済効果の評価手順

は都市システムのモデル化に非常に有効といえ、また圏域全体の経済効果推計のためのモデルとして採用した大きな理由となっている。

以下に各部門の概要を述べる⁹⁾。

① 交通部門：ここでは、域内の交通需要が経済活動・土地利用形態などで決定され、高速道路が建設されると、生成された交通量のうち高速道路利用の増加を生む。このとき、平面街路についても混雑緩和という形で影響を受けるので、高速、平面の両者の利用効果が道路利用便益の増大となって他部門へ波及する。なお、この部門からのアウトプットとしては都市高速道路利用台数(台/日)が得られる。

② 経済活動部門：交通部門から道路利用便益を受けてそれが圏域の経済活動に波及してゆく過程をモデル化した。すなわち、ここでの道路利用便益は、道路整備による運転労働力および輸送のための資本コストの節約が行われ、その結果、企業の設備投資意欲の増大を招く(図-3 ①, ②, ③)。さらには、交通環境を良好にし家計の住宅投資意欲をも増大させる(図-3 ①, ②, ④)。これらは域内の最終需要の増大を招き、民間消費支出・民間固定資本形成に具体的に現われる(図-3 ⑤, ⑥)。そして最後には、最終需要の増大が産業の産出額や付加価値の増大を誘発するわけであるが、本研究ではこの段階で産業連関分析の考え方に基づき最終需要項目別産出誘発係数、付加価値誘発係数を用い業種間の投入産出関係をも考慮した。すなわち、まず産業連関分析における生産に関する需給均衡式より得られる逆行列係数(これは最終需要によって各産業に直接間接に誘発される生産波及効果を示す値である)の考え方を採用し、最終需要項目のある1つの項目の1単位によって誘発される産業間の生産波及効果の総和が均衡安定解に収束したときの各産業の均衡生産単位を産出誘発係数とよび、同様にして最終需要と付加価値の関係をみるときに用いる付加価値

誘発係数(ある産業へある最終需要項目の1単位が何単位の付加価値を誘発するかを示すもの)を求めた。なお、ここでの具体的な最終需要項目は、民間消費支出、民間固定資本形成、政府財貨サービス経常購入、在庫純増、輸移出額の5項目であり、前二者をS.Dモデルによって内生的に求められるものとし、残りの項目については域外の経済状態の影響を強く受けると考え外生化した。

そしてこれら最終需要と産出誘発および付加価値誘発効果より、各産業の次期の設備投資意欲ならびに個人の所得増に伴う家計消費意欲の増大を招き、さらには最終需要の増加へ波及する。

③ 土地利用部門：ここでは経済活動部門からの民間設備投資意欲、民間住宅設備投資意欲の変化ならびに交通条件や公共投資による都市施設整備により生じる域内の夜間人口、基礎的産業部門従業者数、非基礎的産業部門従業者数、商工用床面積、住宅用床面積の変化を推計する。

④ 財政部門：ここでは域内に存在する地方自治体を統合した形の仮想的な自治体を考え、財政の各費目別の歳入額を被説明変数とし経済活動・土地利用の各部門から得られる指標を説明変数とする重回帰式によって歳入システムの定式化を行った。また、歳出システムについては、歳出が政策的に決定されるものであることを考慮し、歳入総額から公債償還費・生活関連事業費などの必要経費的な性格の歳出費目を差し引いた後に、他の歳出費目構成比率を乗じることによって各歳出費目額を決定した。

b) シミュレーション結果の検討

S.Dモデルでは、各レベル変数の計算値(モデル値)が過去の実績値とうまく適合して初めて将来推計へ適用するための説得力を得る。

以下に各部門の適合性を検討する⁹⁾。なお、財政、経済活動、土地利用の各部門のシミュレーション期間は、昭和40年度から昭和51年度であり、交通部門は阪神高速道路の供用開始年の昭和39年度から昭和52年度とした。

① 財政部門：この部門における歳入総額のモデル値と実績値を図-4に示す。ここで、歳入システムの定式化には回帰式を用いているので、その適合性は回帰式の精度とその説明変数がS.Dモデルの内生変数として精度高く得られていることに依存する。回帰式は、そのほとんどが単回帰であるにもかかわらずかなりの相関を示している。ただし、サンプル数がシミュレーション期間の各年度分である13個と少ないこと、また説明変数、被説明変数ともに時系列的に増加していることを考慮すれば、回帰式の精度自体がまったく問題なしとはいえない。一方、これらの各歳入費目を総計した歳入総額の結

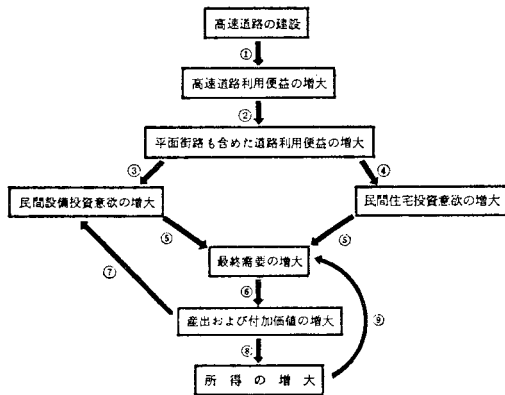


図-3 高速道路建設が経済活動に及ぼす効果の概略的フロー

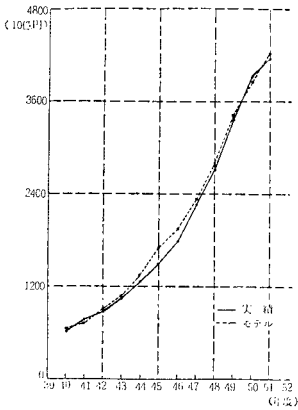


図-4 地方財政歳入総額シミュレーション結果

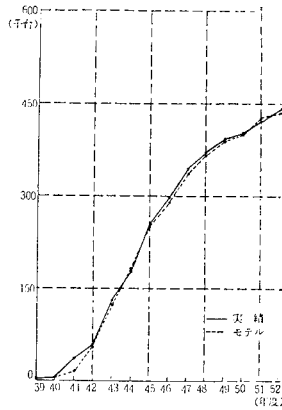


図-5 高速利用台数シミュレーション結果

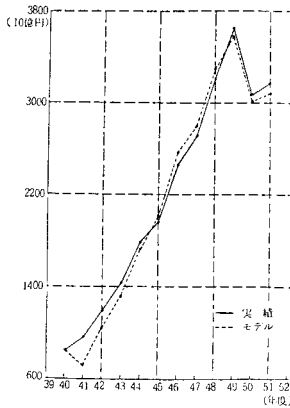


図-6 民間固定資本形成額シミュレーション結果

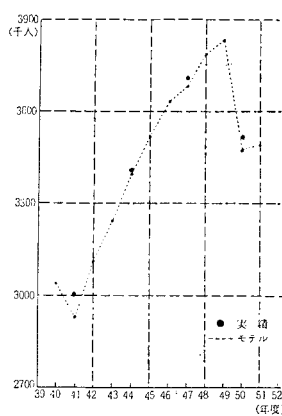


図-7 基礎的産業従業者数シミュレーション結果

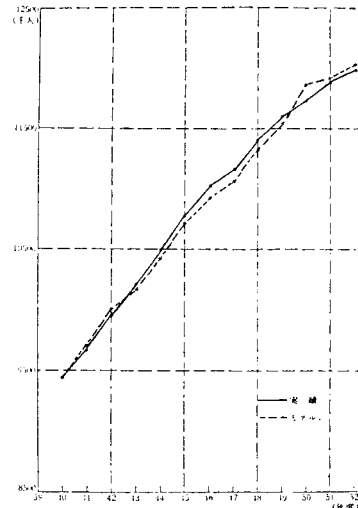


図-8 夜間人口シミュレーション結果

表-1 歳入システムの定式化

- ① 市町村個人住民税 = $0.668 \times 10^4 + 0.456 \times$ 市町村個人住民税率 (個人所得額 - 免税点 \times 総従業者数 $\div 10^6$)
 $R = 0.9948, SS = 0.6380 \times 10^8, DW = 1.154$ ($t = 32.43$)
- ② 市町村法人住民税 = $0.202 \times 10^4 + 0.918 \times$ 市町村法人税率 \times 法人一般税率 \times 法人所得率 \times 付加価値総額*
 $R = 0.9881, SS = 0.1956 \times 10^8, DW = 1.611$ ($t = 21.28$)
- ③ 固定資産税 = $-0.704 \times 10^3 + 0.358 \times 10^3 \times$ 単位面積当たり評価額 (商工用床面積* + 住宅用床面積*) $+ 0.101 \times 10^2 \times$ 民間固定資本形成額*
 $R = 0.9883, SS = 0.2308 \times 10^8, DW = 0.647$ ($t = 21.45$) ($t = 9.86$)
- ④ 市町村間接税 = 総合税率指数 ($-0.447 \times 10^4 + 0.698 \times 10^{-2} \times$ 民間消費支出額*)
 $R = 0.9826, SS = 0.2024 \times 10^8, DW = 1.836$ ($t = 17.26$)
- ⑤ 府県個人住民税 = $0.915 \times 10^3 + 0.244 \times$ 府県個人住民税率 (個人所得額 - 免税点 \times 総従業者数 $\div 10^6$)
 $R = 0.9955, SS = 0.1162 \times 10^8, DW = 1.267$ ($t = 34.78$)
- ⑥ 府県法人住民税 = $-0.805 \times 10^3 + 0.126 \times 10^3 \times$ 府県法人税率 \times 法人一般税率 \times 法人所得率 \times 付加価値総額*
 $R = 0.9389, SS = 0.3183 \times 10^8, DW = 1.732$ ($t = 9.047$)
- ⑦ 府県事業税 = $0.587 \times 10^4 + 0.118 \times 10^4 \times$ 法人事業税率 \times 法人所得率 \times 付加価値総額*
 $R = 0.9425, SS = 0.4101 \times 10^8, DW = 1.579$ ($t = 9.353$)
- ⑧ 府県間接税 = 総合税率指数 ($0.862 \times 10^4 + 0.129 \times 10^{-1} \times$ 民間消費支出額*)
 $R = 0.9835, SS = 0.6361 \times 10^8, DW = 0.598$ ($t = 18.06$)
- ⑨ 支出金・交付金 = $-0.105 \times 10^8 + 0.411 \times 10^{-1} \times$ 名目域内総生産額*)
 $R = 0.9861, SS = 0.2082 \times 10^{11}, DW = 1.163$ ($t = 19.69$)
- ⑩ その他の収入 = $-0.393 \times 10^3 + 0.308 \times 10^{-1} \times$ 民間消費支出額* $+ 0.410 \times 10^{-1} \times$ 民間固定資本形成額*
 $R = 0.9988, SS = 0.5186 \times 10^8, DW = 2.137$ ($t = 16.18$) ($t = 10.41$)
- ⑪ 地方債発行額; 外生化
- ⑫ 繰越金および繰入金; 外生化
- ⑬ 公共事業会計収入 = $-0.879 \times 10^3 + 0.734 \times 10^{-1} \times$ (民間消費支出額* + 民間固定資本形成額*)
 $R = 0.9845, SS = 0.33065 \times 10^{11}, DW = 2.316$ ($t = 18.62$)

注) 表中 *印の変数は S.D モデルの内生変数

R は相関係数, SS は残差平方和, DW はダービンワトソン比, t は偏回帰係数の t 検定値である。

は相対誤差 5% 未満であり、また昭和 49 年度のオイルショックによる落ち込みをもモデル上に忠実に反映しているといえる。これは、民間固定資本形成額の中で大きな比率を占める民間設備投資に関して、より景気変動に敏感な形でモデル化されたことによると考えられる。なお、民間消費支出額も相対誤差 5% 未満に収まり適合度はかなり高い。

④ 土地利用部門：この部門のシミュレーション結果の一部として、夜間人口と基礎的産業部門従業者数を図一7、8 に示す。夜間人口については誤差が 1% 未満と最も高い適合性を示している。これは、夜間人口のように毎年度ほぼ一定の伸び率で単調に増加するレベル変数が S.D の構造上比較的容易にシミュレートされやすいことによる。また、基礎的産業部門従業者数については、事業所統計書より実績値を得たため 3 年ごとの断面でしか適合性の検証ができない。しかし、実績値の得られている年度に関しては良好な適合結果であるといえる。

なお、ここでは図示されていないが、非基礎的産業部門従業者数、商工床面積そして住宅床面積のシミュレーション結果については、ほぼ 5% 未満の誤差で収まり適合性は高い。

c) 将来推計

ここでは、前項までに現況再現が可能となった S.D モデルを用いて、圏域内の阪神高速道路を中心とした道路網整備計画に基づく将来ケースに対して、圏域全体の経済効果の推計を行う。具体的なケースとしては、現況のネットのままの場合をケース 1、計画目標年度を昭和 65 年度に据えた計画検討網の場合をケース 2 とよぶことにし、将来時点における道路網整備水準の違いによる各部門への波及効果の差異を明らかにする。なお、

ケース 2 の計画検討網を 図一9 に示し、S.D モデルからのおもな将来推計値を 表一2 に示す。

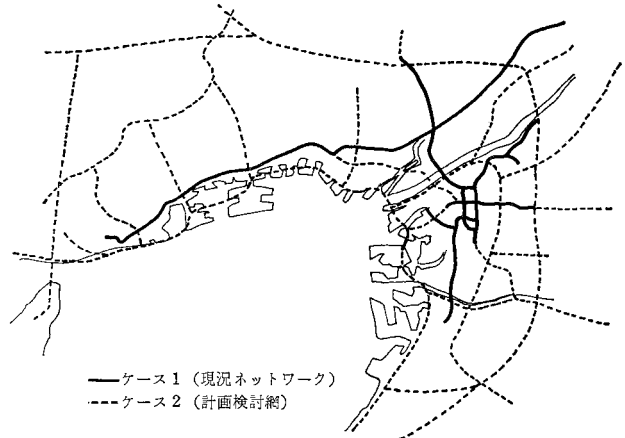
以下これらの結果について各部門別にみてゆくと、

① 交通部門（高速道路利用台数）

昭和 65 年における高速道路利用台数は現況ネットのまま（ケース 1）では 57 万台/日で頭打ちになるのに対し、計画検討網（ケース 2）では約 130 万台/日（昭和 70 年時点で約 220 万台/日）と増加する。これは供用延長自体が現況に比べ大幅に増加することによると考えられるので、供用延長 1 km 当たりの利用台数に換算し、表一3 に示す。これよりケース 1 では 57, 58 年度で飽和状態に近くなり高速道路としての機能低下が著しい。一方、道路網が整備されたケ

表一3 供用延長 1 km 当たりの利用台数

年 度	(単位：台/日・km)	
	ケース 1	ケース 2
52	4 900	4 900
60	6 300	4 900
65	6 300	3 220
70	6 300	5 200



図一9 都市高速道路網の設定

表一2 S.D モデルによるおもな将来推計結果

年 度	高速道路利用台数 (万台/日)		基礎的産業部門従業者数 (万人)		夜 間 人 口 (万人)		民間固定資本形成額 (兆円)		歳 入 総 額 (兆円)	
	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2
55	53.67	53.82	377.6	377.6	1 239.0	1 239.0	5.40	5.40	6.95	6.95
56	56.71	57.34	389.7	389.8	1 250.1	1 250.1	6.51	6.52	7.97	7.97
57	57.31	61.14	403.3	404.0	1 260.8	1 261.0	7.92	7.98	9.16	9.17
58	57.38	65.17	410.8	416.8	1 270.2	1 271.2	9.26	9.88	10.49	10.61
59	57.37	69.45	413.9	423.0	1 278.6	1 280.4	10.75	12.33	12.04	12.34
60	57.31	73.93	415.9	426.4	1 286.7	1 289.1	12.57	15.50	13.88	14.44
61	57.22	78.52	417.4	429.2	1 294.3	1 297.1	14.78	19.56	16.06	16.96
62	57.13	83.54	418.5	431.2	1 301.6	1 305.0	17.49	24.72	18.64	20.00
63	57.07	94.26	419.5	433.1	1 308.9	1 312.7	20.76	31.29	21.68	23.65
64	57.06	106.38	420.3	436.2	1 315.9	1 320.6	24.73	39.73	25.29	28.07
65	57.06	131.58	420.9	438.8	1 322.8	1 328.3	29.46	49.93	29.53	33.33
66	57.06	162.75	421.4	441.7	1 329.6	1 336.0	34.71	62.00	34.12	39.19
67	57.07	200.62	421.7	444.2	1 335.9	1 343.3	40.29	74.88	39.45	45.90
68	57.08	208.83	421.9	446.2	1 342.0	1 350.3	46.02	87.62	45.62	53.45
69	57.08	217.39	422.0	441.6	1 347.8	1 355.8	51.71	95.83	52.75	61.20
70	57.08	217.39	422.0	446.2	1 353.3	1 361.2	54.56	104.55	60.54	70.23

ース2では、65年時点では混雑も緩和され効率的な利用状態になるが、70年時点ではやや機能低下がみられる。

② 土地利用部門（従業者数、夜間人口、床面積）

利用台数以外のレベル値は、道路利用便益の増加に伴って間接的にその効果を享受するため、道路網が変化してもそれほど急激に変化するものではない。

この部門で得られた結果のうち基礎的産業部門従業者数は、昭和70年時点でケース2/ケース1で5.7%となり、これは圏域全体で約24万人のこの部門における雇用創出を生む。

一方、夜間人口と非基礎的産業部門従業者数は、道路網整備水準の差異による大きな変化はみられず、夜間人口で約1%の増加（8万人）また非基礎的産業部門従業者数も同程度の増加にとどまっている。

③ 経済活動部門（民間固定資本形成額等）、財政部門（歳入総額）

この部門は名目貨幣タームで計測されているが、昭和65年時点における50年度価格表示による実質額に換算したものを表-4に示す。

表-4 65年度実質額
(単位：兆円)

	ケース1	ケース2
民間固定資本形成額	5.38	9.12
民間消費支出額	20.50	20.85
歳入総額	5.39	6.09
産出総額	46.38	50.95

注) 産出総額とは業種別産出額の総和である。

これによると、道路利用便益の増加が企業の設備投資意欲の増加をもたらすことによって、固定資本形成の著しい伸び

が現われていることがわかる。一方、民間消費支出額は、道路便益が家計外消費を通じて間接的にしか影響を及ぼさないため、それほど大きな差はみられない。

また、財政部門の歳入総額をみると、名目額であるため将来値の伸び率は大きいですが、ケース間の比較では、ケース2/ケース1が昭和65年時点で約13%増となっている。

なお、産出額の伸び率を業種間で比較すれば、最も伸びが著しいのが建設業、次に運輸・通信・サービス業の順であり、道路整備事業や道路利用に密接に関係した業種によって経済効果が享受されるものといえる。

(2) ローリモデルによる経済効果の地域帰属の推計

ローリモデルでは、圏域の土地利用パターンを世帯部門、基礎的産業部門、非基礎的産業部門の3立地主体の各ゾーンへの配置量によって表わし、その配置方法はポテンシャルの概念を用いている。ここで基礎的産業部門は本来的にその立地が対象圏域の経済・社会的規模のみによって決定されるのではなく、地方的あるいは国家的なより広い地域の活動水準によって規定されるものとし

て、外生的に取り扱われている。これは、この部門に分類される産業が単に産業間の経済活動の影響だけでなく、地方公共団体および国が押し進める財政政策（これは当然自らの財政事情を反映している）あるいは交通網の整備、土地利用形態の改善などの諸政策相互の影響を受けるものであり、ローリモデルの中で内生的に決められないためである。一方、S.Dモデルでは前述のようにこれら都市システムを構成する部門間の因果関係をモデル化し、各部門を代表するレベル変数を実績値と計算値を一致させるようにシミュレートさせ経年的な変化を予測できる。したがって、土地利用部門に含まれる基礎的産業部門従業者数についても、S.Dモデルのアウトプットとして得ることができる。

そこで本研究では、道路建設に伴う圏域全体の経済効果の推計をS.Dモデルによって行い、その中で得られた基礎的産業部門総従業者数の予測値（昭和70年度）をトータルコントロール値として、ローリモデルの外生変数に用いることにした。なお、このようなS.Dモデルとローリモデルの連係については、前者が情報のフィードバックループを中心とした経年的なシステムの変化過程を追跡してゆくものであるのに対して、後者はある時間断面における従業者や世帯の配置をポテンシャルの概念を用いて決めるわけで、両者の単純な結合には無理がある。そこで本研究では、S.Dモデルを圏域全体に生じる経済効果をマクロにとらえるという役割をもたせ、一方、ローリモデルでは、そのようなマクロ変量を所与としたときの経済効果の地域帰属を明らかにすることにした。なお道路建設という交通条件の変化に関しては、S.Dモデルでは都市高速道路のネットワーク指標の変化という形で、また、ローリモデルではゾーン間の距離抵抗の変化としてゾーン間所要時間の変化という形で考慮されている。

a) ローリモデルの構成

1) 分析対象の設定

本研究では、大阪梅田を中心とする半径50kmの大都市圏を想定し、大阪府全域、兵庫県の臨海地域、阪神背後地域を具体的な対象圏域とし34ゾーンに分割した。さらに圏域内外の流出も考慮して世帯のみが立地し圏域内への産業活動に影響を与えない地域として域外4ゾーンを設定した。

次に業種統合による活動主体のグルーピングは、立地パターンの類似性に着目し、各業種の圏域内での産業立地構造に関して産業中分類業種の従業者数の各地区への分布を示すデータをもとに主成分分析を行い、基礎的・非基礎的産業部門の区分と非基礎的産業部門3グループの分類をした。さらに、各グループを企業規模別に4分類し、経済効果の担い手としての帰属主体の明確化を行

表-5 非基礎的産業部門の内訳

グループ	大分類	中分類	業種別
グループ 1	G 小売業	43	各種小売業
		44	織物衣服身のまわり品小売業
		45	飲食料品小売業
		46	飲食店
		47	自転車・自転車小売業
		48	家具建具什器小売業
		49	その他の小売業
グループ 2	H 金融・保険業	51	農林・水産・金融業
		52	中小企業・庶民住宅等特定目的金融業
		57	保険媒介代理業・保険サービス業
	I	59	不動産業
		J 運輸・通信業	61
62	道路貨物運送業		
65	倉庫業		
グループ 3	L サービス業	74	物品賃貸業
		75	旅館・その他の宿泊所
		77	洗たく・理容・浴場業
		78	その他の個人サービス業
		80	娯楽業(除映画業)
		82	自動車整備および駐車業
		83	その他の修理業
		84	協同組合(他に分類されないもの)
		88	医療業
		89	保健および清掃業
		90	宗教
		91	教育
		92	社会保険・社会福祉
		93	学術研究機関

表-6 基礎的産業部門の内訳

基礎的産業部門を構成するおもな業種	農林漁業, 建設業, 製造業, 卸売業, 電気・ガス・水道熱供給業, 小売業の大規模	金融保険業, 運輸通信業, サービス業	の一部
-------------------	--	---------------------	-----

った。これらの結果を表-5~表-7に示す。なお、ここでの規模区分は、昭和50年度京阪神物資流動調査の中で用いられている区分

に等しいが、これらの各業種が実際の業務、生産活動を行うときの産業組織分類として適当かどうかは問題の残るところである。

2) ポテンシャル式

本研究における世帯ポテンシャル式の推定では、世帯の立地行動において通勤者が直面する職場への近接性と住宅の取得困難性とのトレード・オフ関係に着目した。すなわち、都心ほど職場へのアクセスは容易であるが、反面地価が高いので所得の制約から住宅取得も難しい。一方、職場への近接性を犠牲にして郊外へ住居を求めれば比較的地価も低くなり取得は容易になる。そこで、この関係を考慮しアクセシビリティと住宅用地面積からなる次式を採用した⁷⁾。

表-7 規模区分

規模区分	名称	従業員数(人)
A	零細	1~4
B	小	5~29
C	中	30~99
D	大	100~

$$\phi_j = g \cdot \sum_i \frac{E_i}{D_{ij}^\tau} \cdot (A_j^H)^\delta$$

ここに、

ϕ_j : j ゾーンの世界ポテンシャル

E_i : i ゾーン的全従業員数

D_{ij} : i-j ゾーン間所要時間

A_j^H : j ゾーンの世界住宅用地面積

τ, δ : パラメーター

g : $\sum_j \phi_j = 1$ にするための修正係数

この世帯ポテンシャル式は、本研究の対象となっている大都市圏におけるドーナツ化現象が大都市圏の核といわれる都心部から世帯立地が追い出され郊外部へ移ることによって生じることをよく表現できる特徴をもつが、その原因と考えられる地価の高騰などの要因あるいは他の立地主体との競合関係を直接組み込んでいるわけではない。したがって、従来のアクセシビリティ型の世帯ポテンシャル式と比較して適合度は向上したものの、住宅地自体の稀少性と地価との関係が単純でなく住宅用地面積が比較的多くかつ地価も高いような場合には計算ポテンシャル値が過大評価され、逆に高層化が進むときには過小になるなどの問題を残す。

なお、アクセシビリティの中距離抵抗としては、鉄道による通勤所要時間を採用し、さらにあるゾーンからの通勤時間が2時間以上のゾーンを従業地(職場)と考えるのは現実的でないため、通勤時間2時間以内を通勤圏としてその圏域内でのアクセシビリティを算定した。

次に、マーケットポテンシャル式についてであるが、非基礎的産業部門の各グループ、各企業規模によって立地パターンが異なると考えられる⁸⁾ので、従来から提案されている次の3式についてパラメーターを求め最も適合度のよい式を推定した。

$$(I) \quad {}^s\phi_j^k = {}^sG^k \left(\sum_i \frac{{}^s x_i^k H_i}{T_{ij}^\tau} + {}^s y^k E_j \right)$$

$$(II) \quad {}^s\phi_j^k = {}^sG^k \left(\sum_i \frac{{}^s x_i^k E_i}{T_{ij}^\tau} + {}^s y^k H_j \right)$$

$$(III) \quad {}^s\phi_j^k = {}^sG^k \left(\sum_i \frac{{}^s x_i^k E_i + {}^s y^k H_i}{T_{ij}^\tau} \right)$$

ここに、

H_i : i ゾーンの世界係数

T_{ij} : i-j ゾーン間所要時分(分)

$\tau, {}^s x^k, {}^s y^k$: パラメーター

${}^s G^k$: $\sum_j {}^s\phi_j^k = 1$ にするための修正係数

s, k : 企業規模とグループを表わすサフィックス

その結果、最終的に採用されたポテンシャル式を表-8に示す。なお、グループ1の大規模は、マーケットポテンシャル式中のパラメーターが負値であり現実的な解釈ができないことから、この立地主体の立地パターンは

表—8 採用された世帯ポテンシャル式および
マーケットポテンシャル式

世帯ポテンシャル式 $\psi_j = 0.13886 \times 10^{-7} \sum_i \frac{E_i}{D_{ij}^{0.740}} A_j H_{0.770}$	
Lowry Model における採用マーケットポテンシャル式	
グループ・規模	採用マーケットポテンシャル式
1-A (零細)	$A_{\varphi_j^1} = 0.9966 \left(\sum_i \frac{0.2426 \times H_i}{T_{ij}^{1.16}} + 0.1034 \times E_j \right)$
1-B (小)	$B_{\varphi_j^1} = 0.9983 \left(\sum_i \frac{0.3752 \times H_i}{T_{ij}^{1.65}} + 0.1565 \times E_j \right)$
1-C (中)	$C_{\varphi_j^1} = 0.9875 \left(\sum_i \frac{0.5341 \times H_i}{T_{ij}^{1.82}} + 0.1601 \times E_j \right)$
2-A (零細)	$A_{\varphi_j^2} = 0.9686 \left(\sum_i \frac{1.0100 \times H_i}{T_{ij}^{1.68}} + 0.1086 \times E_j \right)$
2-B (小)	$B_{\varphi_j^2} = 0.9804 \left(\sum_i \frac{2.3370 \times H_i}{T_{ij}^{2.79}} + 0.1711 \times E_j \right)$
2-C (中)	$C_{\varphi_j^2} = 0.9909 \left(\sum_i \frac{1.3090 \times H_i}{T_{ij}^{2.13}} + 0.1499 \times E_j \right)$
2-D (大)	$D_{\varphi_j^2} = 0.9668 \left(\sum_i \frac{0.6365 \times E_i}{T_{ij}^{1.47}} + 0.0375 \times H_j \right)$
3-A (零細)	$A_{\varphi_j^3} = 0.9873 \left(\sum_i \frac{0.2403 \times E_i}{T_{ij}^{1.42}} + 0.1765 \times H_j \right)$
3-B (小)	$B_{\varphi_j^3} = 0.9931 \left(\sum_i \frac{0.3485 \times H_i}{T_{ij}^{1.25}} + 0.0967 \times E_j \right)$
3-C (中)	$C_{\varphi_j^3} = 0.9939 \left(\sum_i \frac{0.4398 \times H_i}{T_{ij}^{1.25}} + 0.0639 \times E_j \right)$
3-D (大)	$D_{\varphi_j^3} = 1.0010 \left(\sum_i \frac{0.3869 \times E_i}{T_{ij}^{1.56}} + 0.1814 \times H_j \right)$

上述のポテンシャル式で説明できないものと判断し、基礎的産業部門の中に組み込み外生化した。

b) 現況再現結果の検討

これまで得られたポテンシャル式を用いローリモデルによる昭和50年度を現況とした再現を行ったわけであるが、その結果の一部として表—9に各活動主体の域内34ゾーンにおける立地量の実績値と計算値との相関係数と残差平方和を示す。

表—9 部門別適合結果

		相関係数	残差平方和
世帯		0.9280	0.001401
グループ1		0.9127	0.002795
グループ2		0.9438	0.002509
グループ3		0.9219	0.001704
グループ1	零細	0.8934	0.002790
	小	0.9159	0.003301
	中	0.9102	0.003826
グループ2	零細	0.8763	0.004738
	小	0.9554	0.002083
	中	0.9119	0.003700
	大	0.9118	0.005067
グループ3	零細	0.8775	0.002511
	小	0.9234	0.001979
	中	0.8672	0.002943
	大	0.8567	0.003232
零細		0.9000	0.002524
小		0.9420	0.002033
中		0.9471	0.001701
大		0.9313	0.002182

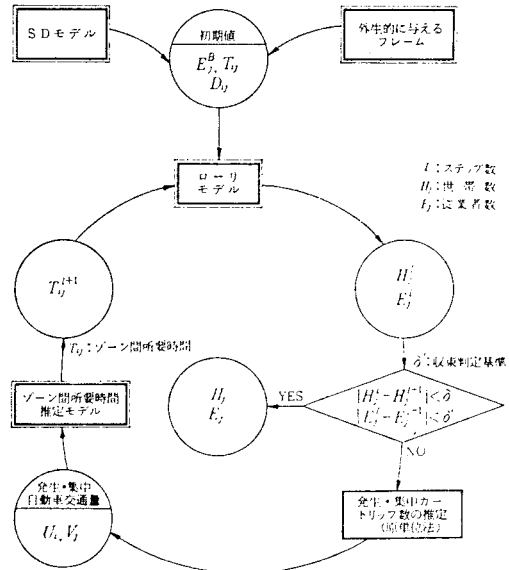
これより各活動主体ともその適合度は良好であるといえ、従来のローリモデルとの比較においても劣るものでない。また、ゾーン別にみると

ポテンシャル式の推定の際に適合度の悪いゾーンはやはりよくない。これらのゾーンは比較的立地量の少なく、今後の立地の進行が期待されつつも現在までのところその計算ポテンシャル値が示すほど立地していないゾーンといえる。したがって、ローリモデルの計算値はいわゆる経過時間無限大の均衡解を与えており、一方実際の立地量は立地プロセスにおける動的不均衡状態の中で得られるもので、両者の差異を十分考慮した計算値の解釈がローリモデルの適用の際の問題として残る⁹⁾。

c) 将来推計の方法⁹⁾

本研究では、ゾーン間所要時間と土地利用との相互作用に着目し、道路建設が土地利用に及ぼす影響を考えてゆくわけであるが、この課題への接近として図—10に示すフローを用いて将来推計を行うことにする。

このフローを説明すると、ローリモデルの収束計算によって求められた世帯数、従業者数を原単位法によってトリップエンド数に換算し、それを説明変数としてゾーン間所要時間を求め直し、再びローリモデルの収束計算を行い前のステップの世帯数、従業者数の算定値と比較する。もし、ある判定基準に対し前ステップのときと変化していなければ、この値を最終的な値として採用し計算を打ち切る。もし、前ステップと比べ変化しているならば、再びゾーン間所要時間を求め直しこの計算を繰り返し、立地量に変化がないと判定されるまで続ける。なお、このフローを作動させるために必要な初期値としての将来のゾーン別基礎的産業部門従業者数は、S.Dモデルから得られる圏域全体の基礎的産業部門総従業者数の将来値と外生的フレーム（昭和50年に実施された京



図—10 ローリモデルにおけるフィードバックフロー

阪神物産流動調査を基礎資料としている) から得られるゾーン別基礎的産業部門従業者数の伸び率を用いて算定している。またゾーン間所要時間について、 T_{ij} は昭和50年現在の現況値を初期値として用い、 D_{ij} は将来の鉄道網整備計画を考慮した値を用いている。

ところで、このフローにおけるゾーン間所要時間の推定モデルについて次に述べることにする¹⁰⁾。

このモデルは「ゾーン間所要時間は、交通量の多寡、道路網の整備状態、高速道路の有無などの各ゾーンの交通特性に依存する」として、次式の重回帰式で表わした実用的な推定式を採用した。

$$T_{ij} = 0.00263(E_i E_j)^{0.100} d_{ij}^{0.860} e^{-0.204 D_{ij} (N_i N_j)^{-0.163}}$$

ここに、

$E_i(E_j)$: $i(j)$ ゾーンのトリップエンド数

d_{ij} : ゾーン間距離 (km)

D_{ij} : ダミー変数で $i-j$ ゾーンに高速道路があれば 1、なければ 0

$N_i(N_j)$: ネットワーク変数で $i(j)$ ゾーンと他のゾーンを結ぶネットワークの本数

なお、この推定式の精度は重相関係数で 0.9130 であり、土地利用と交通ネットワークの相互作用を簡略な形でとらえるときには十分なものと考えられる。

3. 経済効果の地域帰属に関する推計結果の評価

本研究における地域帰属に関する評価の視点を明らかにすると、道路建設という交通条件の変化に伴う土地利用の変化を計量的にとらえることによって圏域の各地域に立地する活動主体に注目しており、その意味で夜間人口、就業構造からみた経済効果の評価がまず考えられる。次に、この立地の担い手としての帰属主体をさらに明確にするため企業規模別にみた評価も必要となろう。そして経済効果の多岐にわたることから、土地利用の変化だけでなく他の帰属部門としての財政、経済活動といった観点からの評価もされるべきであろう¹¹⁾。

以下に述べる評価結果に関する考察は、上述のいくつかの視点のうち、① 夜間人口、就業構造からみた評価と、② 歳入総額からみた評価である。

なお、評価の際の“地域”の設定であるが、これまでのモデルビルディングの段階とは異なり、地域的なまとまりを考慮して城内 34 ゾーンを 13

地域に分類して議論を進めてゆくことにする。また評価対象年度は、昭和 70 年度である。

① 夜間人口、就業人口からみた評価

まず、現況の道路網のままの将来像(ケース1)と現況の姿(現況計算値)を比較したのが、図-11 である。これより、将来道路網整備がなされないと、夜間人口・就業構造のうえでいわゆる北高南低型の偏った発展パターンを示すことがわかる。これは、おもに基礎的産業部門従業者数の伸び率の地域差により他の非基礎的産業部門や世帯部門も影響を受けたものと考えられる。

次に、道路網整備がなされた場合の将来像(ケース2)と現況の道路網のままの将来像(ケース1)を比較する。これは、基礎的産業部門従業者数の伸び率や鉄道網整備そして世帯の先取り配置などの外生的条件を同一にしたときの新規道路網整備有無による将来像の比較であ

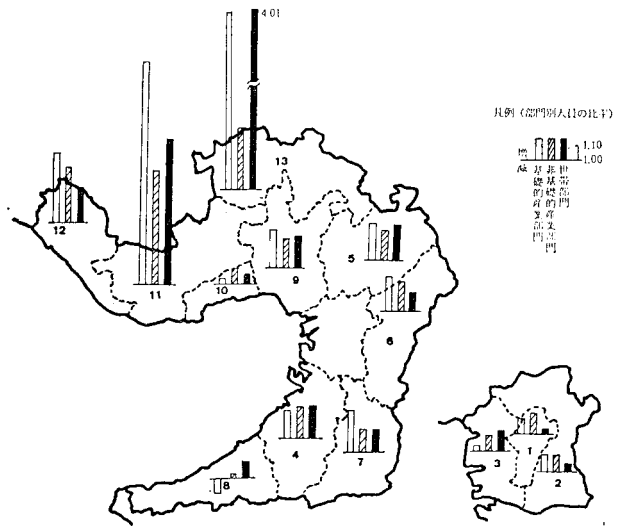


図-11 ケース 1 (現況ネットのまま)/現況計算値(部門別)

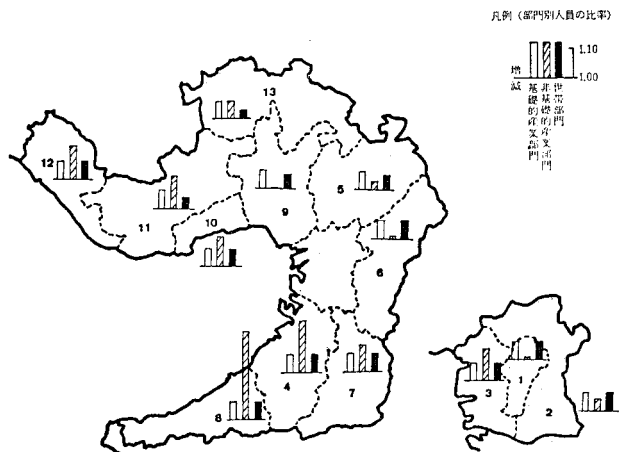


図-12 ケース 2 (計画検討網)/ケース 1 (現況ネットのまま) 部門別

る。この結果を 図-12 に示すが、これより世帯部門・基礎的産業部門は各地域とも平均的な伸び率といえる。この理由としては、ローリモデルの構造上世帯部門の立地はおもに鉄道網の整備に大きく影響され、また基礎的産業部門の伸び率は両ケースとも同一にしていることが挙げられる。

一方、非基礎的産業部門に関して、大阪都心(1)の伸び率は小さくその周辺特に臨海地域(3)の伸び率が大きく、さらに、大阪市を取り巻く地域(5, 6, 9)の増加にブレーキがかかる傾向にある反面、大和川以南の地域(4, 7, 8)の伸び率は著しい。したがって、基礎的産業部門や鉄道網に関する圏域の整備・拡充にあわせて道路網整備がなされたとき、この道路網整備の効果として泉州地域の上昇という形で地域格差のは正がなされるといえる。また、これは、本研究で取り上げた道路網整備が湾岸線を中心に臨海地域における時間短縮をもたらした大阪都心部との連結の強化を促進する役割を果たしたものと考える。

② 歳入総額からみた評価

ここでは、将来各ケースについて S.D モデルより得られる圏域全体の歳入費目別推計額を、ローリモデルのアウトプットである世帯数、従業者数を説明指標として各地域の構成比率によって配分して、その後各地域の歳入総額として合計することによって求めた。その結果を表-10 に示す。

これより、歳入総額の圏域全体の伸び率は、ケース2/ケース1で 1.16 となっており、これは各地域ともほとんど差がない。したがって、道路建設に伴う経済効果のうち地方公共団体の財政部門(歳入総額)に及ぼす影響は、全域に満遍なくゆきわたるといえる。

4. おわりに

本研究は、都市高速道路を中心とした大都市圏における道路網整備が圏域の各地域に多大な経済効果をもたらすとし、その波及過程の計量的な解明を行い、さらに経済効果という便益がどのような活動主体によって各地域に帰属するかについても推計、評価を行うことを目的としていた。

そこで、この研究目的に向けて次の2点を大きな特色とした。すなわち、第1点としては、S.D モデルとローリモデルとの連係により、従来この種の予測モデルにおいて往々にして与件とされていたトータルコントロール値を導出することができる点である。具体的には、道路網整備に伴う供用延長の増加がネットワーク指標(供用延長の区間長と都心からの距離によって決まる魅力乗数)の変化を促し、それが S.D モデルへのインパクト

表-10 歳入総額

(単位：10 億円)

地域	ケース 1	ケース 2	ケース 2 ケース 1
1	5 256.11	6 090.87	1.16
2	8 598.34	9 975.13	1.16
3	2 820.82	3 306.63	1.17
4	5 150.84	6 037.24	1.17
5	6 549.12	7 567.40	1.16
6	7 951.48	9 190.15	1.16
7	2 293.14	2 670.02	1.16
8	1 244.18	1 474.31	1.18
9	8 255.86	9 515.54	1.15
10	4 786.83	5 599.21	1.17
11	3 663.12	4 203.23	1.15
12	3 024.63	3 530.10	1.17
13	943.82	1 067.80	1.13
計	60 538.29	70 227.63	1.16

となり、最終的にはローリモデルに必要な基礎的産業部門従業者数を得るわけである。

さらに、第2の特色としては、土地利用と交通ネットワークの相互作用を動的にとらえるために、ゾーン間所要時間推定モデルによって、交通量配分モデルと土地利用モデルとの結合という課題に取り組んだことである。これは、より簡略な形でしかも精度を低めることなく土地利用モデルに使用される距離抵抗を、ネットワークの変化に敏感に対応させ得たものと考えられる。

そして、本研究の主要なテーマである経済効果の地域帰属の評価に関しては、帰属部門あるいは帰属主体の明確化を念頭に置き、企業規模別の評価ならびに財政・経済活動部門等の多角的な評価を試みた。しかし、その中で帰属の担い手(活動主体)としての企業規模の区分設定については、産業構造・産業組織論的な考慮あるいは立地便益だけでなく利用便益(これは各企業の生産活動における道路依存度に関係すると考えられる)の観点等の問題が残っており、今後の重要な検討課題といえる。

最後に、本研究を遂行するにあたって貴重な討議を行い、終始複雑な計算等にも協力していただいた京都大学大学院生、若林史郎君(現在、(株)三菱総合研究所社会開発部勤務)、同院生、朝倉康夫君、さらに資料提供その他にご助力いただいた阪神高速道路公団調査課、松田為雄氏ほかの方々ならびに(社)システム科学研究所、久保 道氏にもこの紙面を借りて深謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 佐佐木 綱：都市交通計画，国民科学社，第10章，pp. 326～330，1974。
- 2) (財)神戸都市問題研究所：公共投資の効果に関する実証的分析，勁草書房，第2章，pp. 34～52，1979。
- 3) 阪神高速道路公団：道路交通の地域に及ぼす経済効果の研究委託業務報告書(その3)，pp. 71～72，1980。

- 4) Forrester, J.W. : Urban Dynamics (The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusette), 1969.
 - 5) 佐佐木 綱・松栄 淳・朝倉康夫：都市高速道路が背後地域に及ぼす経済効果の測定，昭和 54 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，IV-11-1～2，1979.
 - 6) 上掲 3) (その 2)，pp. 40～50，1979.
 - 7) 上掲 3) (その 3)，pp. 18～28，1980.
 - 8) 西井和夫・近藤勝直：企業規模を考慮した商業立地モデル，第 2 回土木計画学研究発表会，pp. 149～154，1980.
 - 9) 佐佐木 綱・西井和夫・朝倉康夫：都市高速道路建設に伴う経済効果の地域帰属に関する研究，第 35 回土木学会年次学術講演会概要集 (IV)，pp. 163～164，1980.
 - 10) 西井和夫・若林史郎・萩島尚之：土地利用モデルに使用されるゾーン間所要時間に関する研究，昭和 54 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，IV-50-1～IV-50-2，1979.
 - 11) 上掲 3) (その 3)，pp. 123～182，1980.
(1980.12.27・受付)
-