

自動車交通需要に対する影響要因の変化特性に基づく交通需要予測モデル

An Estimation Model for Road Traffic Demands
based on the trend of Influence Factors*

日野泰雄**, 西村 昂***, 川西 淳****, 寺本 譲*****

By Yasuo HINO, Takashi NISHIMURA, Jun KAWANISHI, Yuzuru TERAMOTO

Urban traffic demands is expanding in total now, but the automobile traffic demands relating to C.B.D. is restricted its growth from the traffic congestion and other traffic environmental problems. That is to say, the traffic demand pattern is changing gradually. In this paper, the traffic demand pattern in Osaka City was analyzed over twenty years from 1965 to 1985 in relation to zonal activity measures. The trip generation models were built based on the social or economical factors as well as the factors for road or vehicle. The changes of the vehicle OD pattern were also analyzed from the change of the zonal and/or interzonal factors. In these analyses, the opening of the new highway routes or urban expressway routes, or the construction of the new underground railway lines, or the level of traffic congestion between the OD zones were introduced.

1. はじめに

近年、都市域とりわけ都心部における交通事情は、交通渋滞、交通事故、環境問題等のあらゆる面で悪化の一途をたどっているといえる。しかしながら、図-1にみられるように、實際上都心部での交通活動量は限界に達しており、むしろ、都心域が拡大するにつれて、都市（都心）機能が分散化し、従来の分類でいう周辺部での交通活動量とそれに伴う交通問題が顕著となっている。このように、自動車保有そのものの傾向のみならず、様々な社会・経済活動の

変化が、その間の都市交通の動向に確実に反映されているようである。

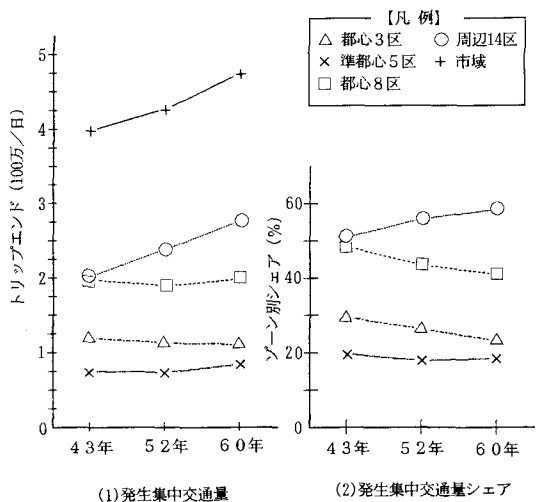


図-1 地域別交通需要の推移（大阪市）

* キーワード：発生交通，分布交通，需要予測

** 正会員 工修 大阪市立大学助手 土木工学科
(〒558 大阪市住吉区杉本 3-3-138)

*** 正会員 工博 大阪市立大学教授 土木工学科

**** 工修 日本電気株式会社

***** 学生員 大阪市立大学大学院工学研究科

そこで、本研究では、社会・経済活動の各種指標を抽出し、その経時的変化傾向とその間の交通実績を分析することによって、これらの関係を数量的に評価するとともに、その特性を利用した将来の交通需要（自動車発生集中交通量）と地域間交通（OD交通量）の変化状況を表現するためのモデル化を試みることとした。^{1)~3)}

2. 交通関連要因の抽出とその動向

2.1 関連要因の抽出と分析データ

図-1のような交通活動量の変化状況がどのような要因（交通関連要因と称する）と関連しているのかをみるために、ここではいくつかの具体的な指標を抽出し、その影響程度を分析することとした。ただし、要因の抽出に当たっては、数量データの蓄積状況に制約されるものの、基本的には人口系、土地利用系、交通系からそれぞれ選定するよう配慮した。

(A) 人口系

1) 夜間人口, 2) 昼間人口, 3) 従業者数

(B) 土地利用系

1) 容積率, 2) 建物延床面積, 3) 土地利用面積,
4) 事業所数（あるいは建物規模としての平均階数）

(C) 交通系

1) 自動車保有台数, 2) 道路面積

（ただし、分布交通に関しては、3) 公共交通（地下鉄線）整備状況, 4) 道路整備状況（一般道, 高速道路）, 5) 渋滞発生状況なども用いた）

また、分析対象は大阪市に限定し、分析には大阪府警察本部、阪神高速道路公団による年次統計書あるいは報告書データを用いた。

なお、分析に当たっては、地域別の特性を考慮するため、大阪市域を都心Ⅰ（3区：北、東、南）、準都心（都心Ⅱ：5区：西、天王寺、浪速、福島、大淀）および周辺部（その他14区）に区分した。ただし、対象とする区は昭和43年時点での旧区名に統一してある。

2.2 基礎的交通関連要因の時系列推移

図-2には、これら交通関連要因の推移を都心部と周辺部に分けて示した。まず、これらより読みとることのできる主な特徴を以下にまとめる。

1) 都心部（都心Ⅰ、Ⅱ）では、夜間人口の減少（昭和50年代に入って鈍化）と容積率（とくに商業

床）の増加が顕著である。

2) 都心部では保有台数が50年代に減少に転じているのに対して、周辺部では依然大きく伸びている。

3) 交通量の推移と併せてみると、周辺部では容積率（特に住宅床と商業床）の推移がこれに近い状況を示している（図-1参照）。

このように、各要因とも時代の流れ（社会的動向）の中で、その地域の特性に応じて一定の推移を示しているものの、各種要因相互の関連やそれらの推移の動向によって、当然のことながら、交通活動への影響度も異なると考えられる。

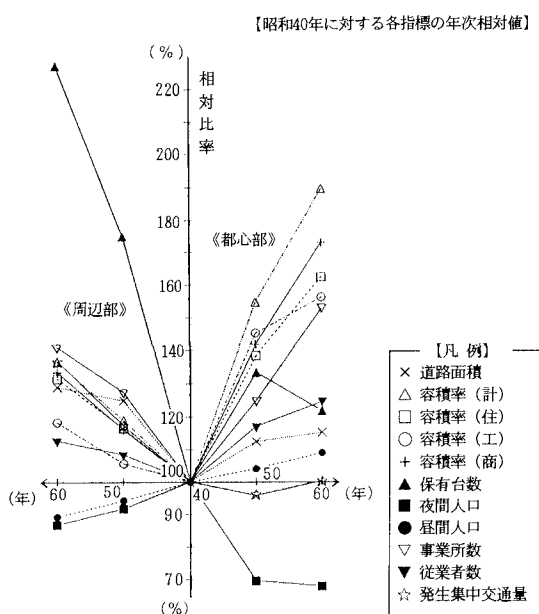


図-2 交通関連要因の推移

2.3 時系列変化でみた各要因と交通需要量の関連

(1) 発生集中交通量の時系列変化

各地域別の発生集中交通量の推移の状況は図-1に示した通りであるが、ここでは、その主な傾向をまとめておくことにする。

1) 市全体での交通量の伸びは、この20年間で年平均1%程度であるが、増加の傾向は前半10年に比べて、後半の方が大きい。

2) ゾーン別には、周辺部で継続的に増加がみられるのに対して、都心部では前半10年で減少、後半10年では増加に転じている。

- 3)各ゾーンの交通シェアは、都心部で低下、周辺部で増加となっている。
- 4)都心部にみられる全体的な交通活動の低下は、都心3区でより顕著である。

これらの推移をもたらした社会的背景を考えてみると、周辺部への都市化の拡大と都心部での土地利用の高度化を指摘することができる。このことは、都心部を中心とする渋滞や路上駐車に状況に反映されており、今後予想される土地利用の高度化・複合化など社会・経済的動向に対応した、長中期にわたる将来交通需要の推定が交通問題を検討する上で重要となることは言うまでもない。

(2) 各種要因と発生集中交通量との関連性の推移

各要因および交通活動量の変化状況は、図-1、2によりある程度明らかになったが、ここでは、これら両者の関連をその単相関係数の推移でみてみることにした(図-3)。これより、地域によってその傾向に差がみられるため、以下には、都心部と周辺部に分けてその特徴的な知見を示すことにする。

- 1)都心部交通需要に影響する要因とその推移：昼間人口・従業者数、商業用途延床面積・容積率、事業所数、自動車保有台数など都市活動に係わる要因との関連性が強い。また、経年的にその関連性が強くなっている要因としては道路面積、

- 容積率(住宅用途)など、弱まっている要因として容積率(工業用途)、保有台数等が挙げられる。
- 2)周辺部交通需要に影響する要因とその推移：道路面積、昼間人口、夜間人口、保有台数といった要因との相関が高い。近年、容積率(商業用途)や事業所数などとの関連性が強まっているのに対して、容積率(工業用途)などとの関連性は弱まっている。

3. 発生集中交通量予測モデルの検討

3.1 予測の考え方とその基礎分析

交通需要推計には、通常原単位法が多く用いられているが、先の交通関連要因の変化からもわかるように、その時々々の原単位も変化するため、予測年次における原単位の予測が必要となる(図-4参照)。

一方、関連要因による交通活動量予測のための関数モデルによる場合も、先に示したように、これらの関係が常に一定の傾向にあるとはいえないが、これまでの推移から今後とも発生集中交通量予測に対して十分な説明力が期待できる要因も少なくないため、地域別にいくつかの要因を組合せることでその推計は可能とも考えられる(図-5参照)。ただし、その場合には、説明指標となる関連要因の将来値の推計が併せて必要であることは言うまでもない。

以上のことから、本稿では、関連要因の推計に基づいた回帰モデルによる交通需要予測の方法を検討することにした。

3.2 発生集中交通量の予測方法の検討

上述の分析結果から、ここでは、①発生集中交通量を直接予測するための関数モデル、②発生集中交

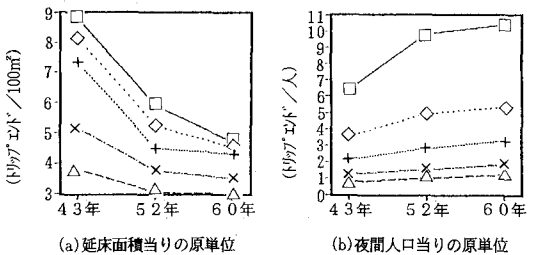


図-4 自動車発生集中交通原単位の推移

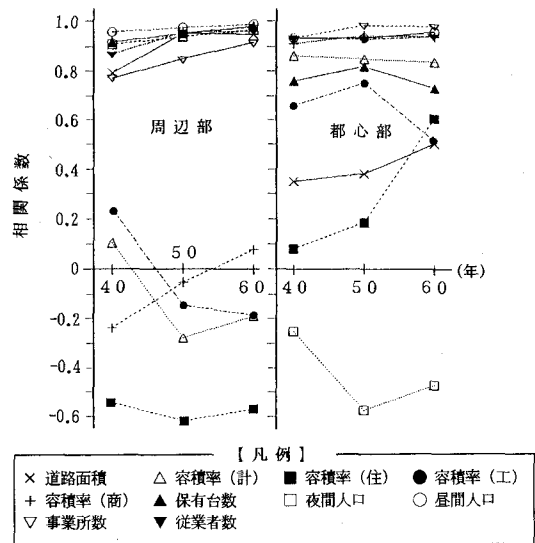


図-3 発生集中交通量と各要因との相関係数の推移

通量の変化量を予測するための関数モデルの2通りの予測モデルを作成した。

その結果、相関係数から十分な精度を有すると考えられるいくつかの予測モデルが得られたが、ここでは今後の床利用の高度化を勘案して、表-1に床利用指標を中心にしたモデルの例を示した。ただし、これらを予測モデルとして用いる場合には、社会・経済情勢の中で大きく変動する要因の出現も考えられるため、なるべく多くの要因を取り入れた複数のモデルによる平均値や中央値、相関係数や決定係数による加重平均値を予測値とするなどの配慮が必要であろう。いずれにしても、この方法の利点は、予測の目的に対応したモデルの作成（適用）が可能であることと指摘することができよう。

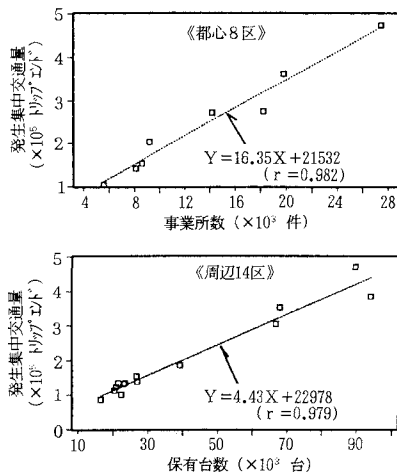


図-5 発生集中交通量に関する回帰分析結果の一例

4. O D構成率変化の分析と予測モデルの検討

4.1 O D構成率の推移

ここでは、各ゾーン相互間の交通活動量を把握す

るために、全発生集中交通量に対するO D交通量の割合であるO D構成率の推移を分析することとした。

分析対象ゾーンは各区とし、それぞれの区間O D交通量の全体に対するシェアの推移を年平均変化量で表すことにした。これによって算出される変化量のうち、-1.5 %～+1.5 %を変化なしと考えた上で、前半10年（昭和43～52年）と後半10年（昭和52～60年）で比較しながら、その傾向をみてみた。

【前半10年】

- ① 都心6区内では増加を示すペアはない
- ② 都心関連ペアを中心に減少傾向が顕著
- ③ 都市化(商業地化)の進む区関連ペアの増加が顕著

【後半10年】

- 都心関連ペアで増加傾向が顕著
- 増加ペアと減少ペアが同数程度
- 準都心を中心に増加ペアが目立つ

このことから、前半の10年では都心部から周辺部へ向けての都市域の拡大、後半の10年では準都心を中心とする都心部での土地利用の高度化、あるいは全体を通じての交通施設整備などともあいまって、特定地域間の移動量の増加(減少)が顕在化していることがわかる。つまり、地域間の交通連結度を表すO D構成率に影響する要因として、このような土地利用の用途や量といった交通発生要因と道路、鉄道等の交通施設整備量、さらにはこれら整備量とも関連して生じる渋滞等による隘路の有無(とその程度)等を勘案することの必要性を読み取ることができる。

4.2 O D構成率の変化と要因の関連

O D構成率の変化を説明する要因として、上記のような考え方を勘案し、かつデータの制約を考慮しつつ、次のような項目を取り上げることとした。

表-1 土地利用指標を中心とした各種発生集中交通量の推計モデル例（全車／施設計／目的計）

地 域	関数モデル①（発生集中交通量の推計）	関数モデル②（発生集中交通量変化量の推計）
都心部	$Y = 6.225 \times (\text{延床面積} \cdot \text{商業}) + 16.562 \times (\text{延床面積} \cdot \text{住宅}) - 167218$ ($R = 0.978$)	$\delta y = 0.82188 \times \delta (\text{昼間人口}) + 353$ ($R = 0.603$)
	$Y = 933.327 \times (\text{容積率} \cdot \text{商業}) + 20359$ ($R = 0.938$)	
	$Y = 16.347 \times (\text{事業所数}) + 21532$ ($R = 0.982$)	
周辺部	$Y = 1.1353 \times (\text{延床面積} \cdot \text{用途計}) + 1.0798 \times (\text{従業者数}) + 2.7360 \times (\text{道路面積}) - 21241$ ($R = 0.996$)	$\delta y = 3.6134 \times \delta (\text{延床面積} \cdot \text{用途計}) + 0.3850 \times \delta (\text{常住人口}) - 2616$ ($R = 0.975$) $\delta y = 6.8265 \times \delta (\text{延床面積} \cdot \text{住宅}) - 3578$ ($R = 0.958$) $\delta y = 2.5208 \times \delta (\text{保有台数}) + 1.1049 \times \delta (\text{昼間人口}) + 10.8402 \times \delta (\text{道路面積}) - 413$ ($R = 0.946$)
	$Y = 1.1469 \times (\text{従業者数}) + 3.2269 \times (\text{道路面積}) + 1.2067 \times (\text{保有台数}) - 10461$ ($R = 0.997$)	
	$Y = 1.5872 \times (\text{保有台数}) + 350.88 \times (\text{容積率} \cdot \text{住宅}) + 0.8918 \times (\text{昼間人口}) - 56740$ ($R = 0.980$)	
市全域	$Y = 1.1879 \times (\text{昼間人口}) + 16805$ ($R = 0.965$)	$\delta y = 6.0757 \times \delta (\text{延床面積} \cdot \text{住宅}) + 1.8286 \times \delta (\text{延床面積} \cdot \text{商業}) - 3128$ ($R = 0.919$) $\delta y = 3.549 \times \delta (\text{延床面積} \cdot \text{用途計}) - 3003$ ($R = 0.916$)

注 1) *印の式は床利用指標を用いないモデルを示す。 2) δ は各々の指標の年平均変化量を表す。

- (A) 1)用途別の容積率, 2)建物延床面積, 3)土地利用面積, 4)事業所数
 (B) 1)夜間人口, 2)昼間人口, 3)従業者数
 (C) 1)自動車保有台数, 2)道路面積
 (D) 都市高速(阪神高速)道路の路線開通による影響
 (E) 一般道路新設による影響
 (F) 公共交通整備(地下鉄路線の開通)による影響
 (G) ゾーン間距離
 (H) 渋滞時間

(A)～(C)のデータについては、各ゾーンペアの平均値を用い、(G)のゾーン間距離は、各区の行政上の中心(区役所の存在位置)間の直線距離とした。また、(H)の渋滞時間については、路線渋滞時間を路線上のODペア別に集計した値を用いた。さらに、(D)～(F)については、各ODペアに対する施設整備区間の位置によってその影響度(直接影響、間接影響および影響なしの3区分)を判定することとした。

これらの各要因がOD構成率にどの程度影響しているのかをみるために、ここでは、外的基準をOD構成率の年次データおよび年平均変化量として重回帰分析(単回帰分析)および数量化分析を行った。

1) 各時点(年次)における影響分析：昭和40, 50, 60年の各時点での重回帰分析結果を表-2に示す。これより、当然のことながらゾーン間距離との(負の)相関はかなり高く、それ以外では昼間人口や商業用途をはじめとする床関連指標との関連が強い。

2) 年平均変化量に関する分析：3時点でのOD構成率の変化量から年平均値を算出し、これに対して各要因の変化量を説明変数とする重回帰分析と数量化I類分析を試みた。

表-3(1), (2)にそれぞれの結果の例を示すが、これらより、次のような傾向を指摘することができる。

①重相関係数は、0.6程度とそれほど高くないが、

各要因の影響傾向を評価することは可能である。

②各要因の影響程度をみてみると、重回帰分析ではあまり明確な傾向はみられないが、数量化分析では地下鉄開通による影響(自動車交通量シェアの減少)が顕著であると指摘することができる。

③後半10年では、前半期に比べ重相関係数が低下し、各要因の影響程度も明白でなくなっている。

表-3 OD構成率の変化に対する要因分析結果の例
 (1) 重回帰分析結果の例(昭和52年～60年)

説明変数	回帰係数	標準化回帰係数	偏相関係数	回帰係数	標準化回帰係数	偏相関係数
延床面積(注)	0.02861	0.22578	0.12803			
事業所数	-0.27251	-0.77723	-0.27458	-0.33169	-0.94603	-0.36580
従業者数	0.02348	0.54178	0.16405	0.04504	0.82773	0.32499
道路面積	0.16336	0.18097	0.14727	0.25404	0.28142	0.28641
定数項		2.75151			17.4709	
重相関係数		0.45005			0.43504	

注) 外的基準の値をOD構成率×10⁶として計算している。

(2) 数量化I類分析結果の例(昭和52年～60年)

アイテム	カテゴリ	サンプル	スコア	レンジ	偏相関係数
事業所数	40	82	14.61		
	40～210	67	9.15	38, 35	0.2406
	210～	84	-23.74	(2)	(1)
従業者数	100	83	-14.23	25, 74	0.1533
	100～860	86	2.49		
	860～	84	11.51	(4)	(5)
地下鉄開通の影響度	影響なし	110	0.48		
	間接的影響	135	3.97	64, 29	0.2216
	直接的影響	8	60.32	(1)	(2)
道路新設の影響度	影響なし	219	1.49	11, 11	0.0738
	影響あり	34	-9.62	(6)	(6)
道路面積	20	72	-14.39	29, 96	0.2196
	20～50	100	-2.25	(3)	(3)
	50～	81	15.57		
ゾーン間距離(=トリップ距離)	3500	77	15.16	24, 01	0.2063
	3500～6500	91	-8.85	(5)	(4)
	6500～	85	-4.26		

4.3 OD交通量予測モデルの検討

前節の分析結果から将来のOD構成率を推計するには、現状の要因では説明力が低いので、影響分析をより一層進める必要があるが、ここでは予測の考え方を示すための例として、昭和43～52年の実績に基づいて作成したOD構成変化率の予測モデルによ

表-2 OD構成率に関する重回帰分析結果(各時点)

説明変数	昭和40年			昭和50年			昭和60年		
	回帰係数	標準化回帰係数	偏相関係数	回帰係数	標準化回帰係数	偏相関係数	回帰係数	標準化回帰係数	偏相関係数
昼間人口	0.01578	0.40892	0.50963	0.00656	0.22769	0.14671	0.00859	0.30795	0.35559
道路面積				0.08679	0.34187	0.22765	0.07999	0.31591	0.34322
容積率(商)	7.48325	0.15340	0.21210	5.07845	0.17401	0.14016			
ゾーン間距離	-0.43340	-0.61854	-0.68030	-0.41088	-0.65535	-0.68878	-0.46172	-0.69590	-0.71236
定数項		273.481			113.008			758.929	
重相関係数		0.77687			0.77689			0.77798	

注) 外的基準の値をOD構成率×10⁶として計算している。

り、昭和60年時点のOD構成率の予測を試み、実績値と比較することにした。

表-4が推計に用いたモデルであり、これに各要因の昭和52～60年のデータを用いて、昭和60年次OD表を計算し、フレーター法による推計精度と比較した(図-6)。これをみると、本モデルよりフレーター法の方が若干精度(実測値との相関係数)は高くなっているが、これはフレーター法では昭和60年の実績発生集中交通量に基づいて伸び率を設定していることによるものであり、伸び率の推計そのものの必要性を考えれば、むしろ本モデルの有用性が裏付けられる結果となったともいえよう。また、これらを各OD別にその精度をみてみると、本モデルでは、都心部内々のペアでやや過大ぎみに推計されているのに対して、フレーター法では過小ぎみの推計となっている。

表-4 ケーススタディとして設定したOD構成率推計のための数量化モデル(昭和43～52年)

アイテム	カテゴリ	サンプル	スコア	レンジ	偏相関係数
夜間人口	-2.0	98	-0.729	1.944	0.193
	-2.0~-1.0	70	-0.516	(2)	(2)
	-1.0~	85	1.265		
延床面積(住)	2.6	87	-0.945	2.195	0.211
	2.6~3.7	76	-0.398	(1)	(1)
	3.7~	90	1.250		
延床面積(商)	5.7	85	0.013	0.294	0.031
	5.7~7.5	79	0.149	(7)	(7)
	7.5~	89	-0.145		
阪神高速道路開通の影響度	影響 なし	221	-0.185	1.462	0.130
	影響 あり	32	1.277	(3)	(3)
一般道路新設による影響度	影響 なし	239	-0.054	0.972	0.058
	影響 あり	14	0.918	(4)	(5)
地下鉄路線の開通による影響度	影響 なし	106	0.416	0.729	0.096
	間接的影響	110	-0.295	(5)	(4)
ゾーン間距離(=トリップ距離)	直接的影響	37	-0.314		
	~3500	77	-0.223	0.394	0.419
	3500~6500	91	0.170	(6)	(6)
	6500~	85	0.020		
平均値		-1.644			
重相関係数		0.468			

注)各データは当該年次間におけるODペアの年平均変化率による。

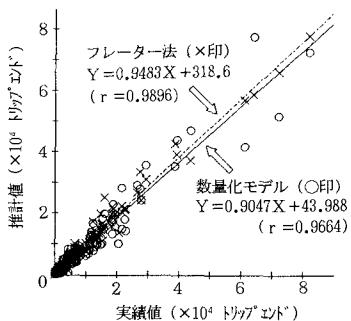


図-6 本モデルとフレーター法による推計精度の比較

5. まとめと今後の課題

発生集中交通量と社会活動との影響の程度を経年的にみると、都心部では従業者数や商業床などの都市活動に係わる要因、周辺部では道路面積、昼間人口、常住人口、保有台数といった要因との相関が高くなってきている。ただし、これらの関係はそれぞれの要因同士の関係と同様に時代によって変化する。したがって、自動車交通の活動量を推計するためには、このような社会的、経済的要因の変化動向を把握することが重要であり、本モデルはこのような考え方に沿った、ある程度の説明力を有する予測モデルの1つとして位置づけられたといえる。

次に、地域間交通量については、OD間距離に加えて、昼間人口、商業用途などの床関連指標との関連性も強く、商業活動規模による影響の大きさがあらためて示されるところとなった。また、年平均OD変化量では、地下鉄開通の影響が自動車需要の抑制に寄与しているともいえる結果が得られた。また、このような考え方によって、社会活動量や交通施設の新設などの政策変数を組み込むことのできる新しい考え方のモデルを提示し得たといえる。

一方、このような傾向は、前半の10年(昭和43年～52年)に比べて後半(昭和52～60年)では、近年の社会構造の複雑化、価値観の多様化などの動向を反映してかそれほど明白ではないことから、今後はさらにこのような動向を分析するための方策の検討が必要となろう。

参考文献

- 1) 西村, 日野: ネットワーク容量とODパターン変化に関する一考察, 昭和61・62年科研費総合研究報告書「ネットワークに関する交通流理論および計画手法に関する体系的研究」, pp.71～76, 1988
- 2) 川西, 西村, 日野: 地区特性要因との関連からみた自動車交通発生量の時系列変化に関する一考察, 土木学会第44回年次学術講演会講演概要集(第4部), pp.52～53, 1989.10
- 3) 大阪市計画局: 都心地区の整備に関する基礎的調査研究報告書(解析編), 第1章, pp.3～35, 1990.3