

時間帯別発生集中および分布交通量の 予測手法に関する研究

FORECASTING METHOD OF TRAFFIC GENERATION/ATTRACTION AND DISTRIBUTION
ON TIME-OF-DAY BASIS

松井 寛* 藤田素弘** 神谷英次***

By Hiroshi MATSUI, Motohiro FUJITA and Eiji KAMIYA

Four Step Estimation Approach for travel demand forecasting is used most widely in Japan. However this approach is unable to apply hourly travel demand forecasting which is fit for analyzing traffic congestion or traffic demand in peak hours because the approach aims at estimating daily travel demand.

As we have proposed a time-of-day traffic assignment model in the previous paper, in this paper we propose two approaches for estimating hourly traffic generation/attraction and distribution before estimating modal split. One approach estimates straight by hour from traffic generation/attraction to distribution. Another approach estimates hourly traffic distribution after daily traffic distribution was estimated. Two approaches presented here are compared through application to the data in 1971 and 1981.

1. はじめに

標準的な交通需要予測手法として現在広く用いられている四段階推定法は、現在まで様々な改良が加えられて今日に至っているが、将来における平均的な1日単位の交通需要量を予測対象とする点においては変わらない。しかしながら、このような日単位の予測手法では、日単位の予測モデル特有の問題、たとえば1日中の時間変動の影響を無視していることなど、精度面で必ずしも好ましいとは言えない。例えば、朝夕の出勤・帰宅のピーク時にみられる交通混雑や、それに対する様々な交通政策や環境政策の事前評価に十分に対応できないため、最近では特定時

間帯（たとえばピーク時間帯）を対象とした、より短い時間間隔で適用可能な、交通需要予測モデルの開発への社会的要請が高まってきている。

ところで、著者らはすでに四段階推定法の内の最終段階において、時間帯別交通量配分モデルを開発し、そのモデルの有効性を検証している¹⁾²⁾。しかし、そのモデルを将来予測に適用するためにはその入力データとして必要となる時間帯別分布交通量の予測モデルが不可欠である。このような背景から、本研究ではまず、この手段別分担前の発生集中-分布の2段階における実用的な時間帯別予測モデルの構築を試みるとともに、これらのモデルの分析を通して、日単位の予測モデルでは捉えることのできない交通需要の時間変動特性をも明らかにするものである。

2. 本研究の概要

先に述べたように、日単位の発生集中、分布交通

キーワード：時間帯別予測、発生集中交通量、分布交通量

*正会員 工博 名古屋工業大学教授 社会開発工学科

(〒466 名古屋市昭和区御器所町)

**正会員 工博 名古屋工業大学助手 社会開発工学科

***学生会員 名古屋工業大学大学院 社会開発工学科

量モデルについては従来から多くの研究がなされ、実用化されてきている³⁾が、その時間帯別予測モデルについては、時間という次元を増すことによるモデル作成の困難さや必要性が今までなかったことなどの理由から、ほとんど開発されていない。よって、本研究では時間帯別分布交通量の予測を最終目的として、図-1に示すような2つのアプローチによる予測モデルの開発を行うものとする。

図の左に示す方法は、発生集中、分布の各段階において直接目的別時間帯別の予測モデルを作成していく方法（以下、時間帯別法と呼ぶ）である。この方法では交通量予測とともに、時間帯別にモデルの変数を比較することにより、交通需要の時間変動特性をも明らかにできる。一方図の右に示した方法は、まず通常の四段階推定法に基づき日単位の発生集中交通量と分布交通量を求めた後、その日分布交通量に対象地域の生成交通量の時間変動パターンを乗ずることによって、時間帯別分布交通量を求める方法（以下、変動パターン法と呼ぶ）である。ただし、この方法では時間変動パターンがトリップメーカーの職種によって大きく異なることを考慮して、通常目的別でしか行われない需要予測を目的別職種別で行う。ここで職種区分は実用性を重視して、一次産業就業者、二次産業就業者、三次産業就業者、主婦無職および学生の5つに大区分し以下産業別区分と呼ぶことにする。

本研究で扱う発生集中交通量および分布交通量とは、時間帯別予測として最も理解し易い、トリップが発生した時間帯（時間帯幅は1時間）をベースとして集計された交通量として定義し、各モデルの作成に用いたデータは、上記の両方法とも昭和46年および56年中京都市圏パーソン

トリップ調査における名古屋市及び名古屋市への通勤通学がおおむね5%以上の地域（計52ゾーン、図-2）のものをを用いた。

3節では上記の時間帯別法の各モデルを作成する。ここでは昭和56年度パーソントリップデータよりモデルを作成し、その現況予測の精度および交通需要の時間変動特性を分析する。次に、4節では変動パターン法のモデルを作成する。ここではまず、時間変動パターンの産業別の特徴、地域移転可能性等を分析した後、現況の予測精度について考察する。5節では、本研究で提案した2つの手法の経年予測の精度を比較するため、56年度パーソントリップデータより作成したモデルを用いて46年度の時間

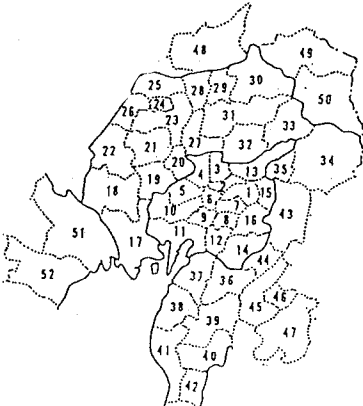


図-2 分析に用いた中京圏52ゾーン

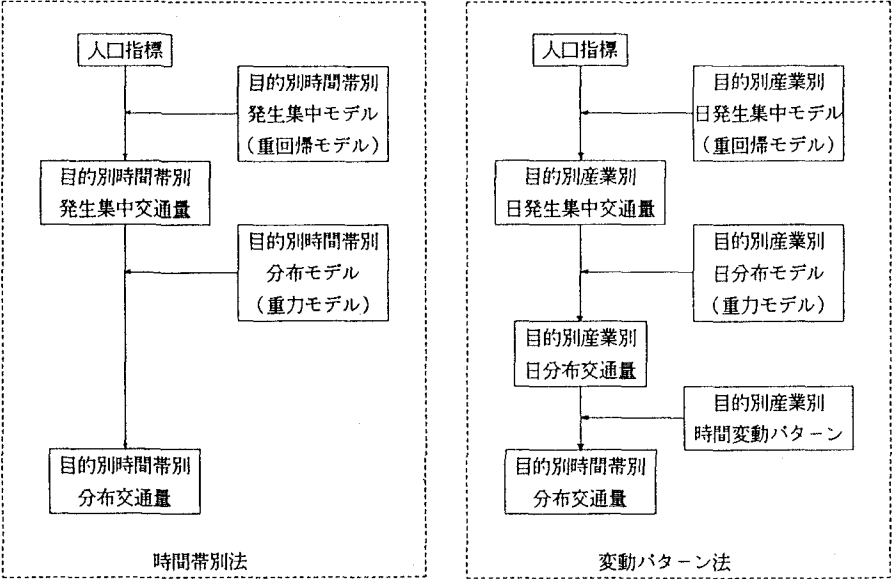


図-1 時間帯別法と変動パターン法の計算フロー

帯別分布交通量を予測し、推定精度を比較する。

3. 時間帯別法

ここでは図-1左の時間帯別法のフローにそってモデルを作成し、交通需要の時間変動特性について分析する。以下では、紙面制約の関係から通勤、自由、業務の3目的についての分析結果を示すが、それぞれの目的における1日の総トリップの内の95%を占める時間帯（通勤：6～10時、自由：7～19時、業務：7～18時）についてモデルを作成する。

3.1 時間帯別発生集中交通量モデル

本研究では、目的別時間帯別発生集中交通量モデル⁴⁾を次式のような重回帰分析によって構築する。

$$G_{lit} = a_0 + \sum a_k \cdot X_{ik} \quad (1)$$

$$A_{lit} = b_0 + \sum b_k \cdot X_{ik}$$

$G_{lit}(A_{lit})$: l 目的, i ゾーン, トリップの発生時刻が t 時間帯の発生(集中)交通量

a_0, a_k, b_0, b_k : 係数

X_{ik} : i ゾーンの説明変数

説明変数 (X_{ik}) は表-1の脚注に示すように各人口指標と従来の日発生集中モデルでは例のない都心(名古屋市栄)から各ゾーンまでの距離を用いている。なお、人口指標については、時間帯別予測であるから時間帯別の各ゾーンの値をとる方が合理性を持つとも言えるが、将来予測の場合の実用性という観点からは問題が多く、ここでは日単位の人口指標を用いることにしている。また、都心までの距離を説明変数とする理由は、トリップ発生するゾーンの位置によってトリップの出発時刻に差がでることを考慮するためである。これらの変数を用いてモデルを作成した結果、精度が良く、実用的なものとして表-1～4に示すモデルを得た。モデルの分析結果は以下になる。

表-1 時間帯別発生交通量モデル [56年, 通勤目的]

時間帯	モデル式	重相関係数
6	$0.138 (Y2) + 663$	0.73
7	$0.350 (Y123) + 167.562 (D) - 3480$	0.94
8	$0.387 (Y3) + 400$	0.97
9	$7.756 \times 10^{-2} (Y3) - 13.978 (D) + 147$	0.96
10	$4.060 \times 10^{-3} (HS) + 9.190 \times 10^{-3} (Y3) - 148$	0.93

注) 説明変数: (D) 都心(栄)からの距離, (YS) 夜間人口, (Y123) 就業人口, (Y1, Y2, Y3) 第1, 2, 3次就業, (Y4) 主婦, その他人口, (Y5) 就学者数, (HS) 昼間人口, (H123) 従業人口, (H1, 2, 3) 第1, 2, 3次従業, (H5) 従学者数

①通勤目的(発生モデル)

表-1における通勤目的の時間帯別発生交通量モデルを時間的流れで捉らえてみると以下のことがいえる。6時台では第2次就業人口(Y2)との相関が高く、第2次産業就業者の出勤時刻が他の産業に比べて早いことが分かる。7時台になると第2次だけでなく第3次も含んだ就業人口(Y123)と相関が高くなっており、都心からの距離(D)も正符号であることから、7時台では名古屋市都心から遠い郊外部ほど早めに通勤トリップが発生することを示している。8時台では(Y123)から第3次就業人口(Y3)に説明変数が代わり、9時台になると距離が負符号となり都心部に近い短距離の通勤トリップの発生が多くなってきていることが分かる。出勤のピークも終わる10時台では距離に代わって説明変数に昼間人口(HS)が入り、比較的トリップ長の短い各内々ゾーンへの通勤に代わっていく。全体を通して重相関係数をみると、6時台が0.73であることを除けば、他の時間帯では0.95程度と高く、比較的精度の良いモデルとなっている。

②通勤目的(集中モデル)

表-2における通勤目的の集中モデルでは、発生モデルと比較して説明変数に大きな変動はみられない。6, 7時台では従業人口(H123)の相関が高く、8時以降では第3次従業人口(H3)との相関が高くなっているのは発生モデルの状況と対応している。重相関係数では、6時台が0.82である他は、0.98以上となっており、非常に精度が良い。

③自由目的

表-3の自由目的の発生モデルでは、7～10時台と14～16時台で夜間人口の相関が高くなっており、これらの時間帯では通勤前に自由目的トリップをする人や主婦の買い物等のトリップが多いことが予想される。11～13時台と17時以降では従業者の自由目的トリップが多くなっていることがわかる。重相関係数をみると全体的に0.86～0.98と精度は良好であ

表-2 時間帯別集中交通量モデル [56年, 通勤目的]

時間帯	モデル式	重相関係数
6	$7.948 \times 10^{-2} (H123) - 14$	0.82
7	$0.364 (H123) - 1403$	0.98
8	$0.342 (H3) + 1329$	0.99
9	$6.185 \times 10^{-2} (H3) + 276$	0.98
10	$1.694 \times 10^{-2} (H3) + 40$	0.98

表-3 時間帯別発生集中交通量モデル[56年,自由目的]				
時間帯	発生交通量モデル		集中交通量モデル	
	モデル式	重相関係数	モデル式	重相関係数
7	$8.687 \times 10^{-3}(YS) + 121$	0.86	$7.535 \times 10^{-3}(HS) + 164$	0.88
8	$2.539 \times 10^{-2}(YS) + 517$	0.90	$2.029 \times 10^{-2}(HS) + 880$	0.86
9	$0.127(Y4) + 212$	0.94	$3.721 \times 10^{-2}(HS) - 449$	0.90
10	$0.145(Y3) + 384$	0.94	$4.613 \times 10^{-2}(HS) - 365$	0.93
11	$4.915 \times 10^{-2}(HS) - 380$	0.93	$5.730 \times 10^{-2}(HS) - 1152$	0.94
12	$0.138(H3) + 533$	0.98	$0.151(H3) + 209$	0.98
13	$3.239 \times 10^{-2}(HS) - 128$	0.90	$3.902 \times 10^{-2}(HS) - 751$	0.91
14	$0.132(Y3) - 52$	0.90	$3.832 \times 10^{-2}(HS) - 376$	0.91
15	$0.160(Y3) + 973$	0.91	$4.397 \times 10^{-2}(HS) + 803$	0.88
16	$0.169(Y3) + 888$	0.93	$4.236 \times 10^{-2}(HS) + 1076$	0.86
17	$4.950 \times 10^{-2}(HS) - 30$	0.96	$5.102 \times 10^{-2}(HS) - 184$	0.94
18	$2.754 \times 10^{-2}(HS) - 131$	0.96	$2.839 \times 10^{-2}(HS) - 222$	0.95
19	$1.512 \times 10^{-2}(HS) - 75$	0.92	$1.585 \times 10^{-2}(HS) - 152$	0.90

る。集中モデルでは自由目的の集中側が主に商業地域にあることから、12時を除くどの時間帯でも昼間人口(HS)の相関が高くなった。ただ12時だけは昼食時であることから第3次従業者(H3)との相関が高い。
④業務目的

業務目的(表-4)では、発生、集中ゾーンともに業務地区となることもあって、特に9時以降の発生、集中両モデルの各時間帯の変数および係数の値が非常に良く似てくるとい傾向が挙げられる。発生集中とも午前10時以前までは2次従業者を含む全従業者にかかわる業務であるが、10時以降は3次従業者にかかわる業務であることが明らかとなっている。重相関係数は全体的に0.95以上とかなり高い。

3. 2 時間帯別分布交通量モデル

日単位の分布交通量予測モデルとしては、成長率法、重力モデル、確率モデル等がこれまでに開発、実用化されてきているが、本研究では我が国で最もよく使われ、実績のある重力モデルを利用して、時間帯別分布交通量モデルを作成する。その重力モデル

表-4 時間帯別発生集中交通量モデル[56年,業務目的]				
時間帯	発生交通量モデル		集中交通量モデル	
	モデル式	重相関係数	モデル式	重相関係数
7	$3.852 \times 10^{-2}(Y123) + 194$	0.86	$1.591 \times 10^{-2}(HS) + 327$	0.86
8	$1.559 \times 10^{-2}(HS) + 3.159 \times 10^{-2}(Y123) + 245$	0.90	$3.635 \times 10^{-2}(H123) + 1362$	0.91
9	$7.330 \times 10^{-2}(H123) + 610$	0.96	$7.427 \times 10^{-2}(H123) + 446$	0.98
10	$0.116(H3) + 1223$	0.98	$0.113(H3) + 1205$	0.98
11	$9.871 \times 10^{-2}(H3) + 832$	0.98	$9.562 \times 10^{-2}(H3) + 880$	0.98
12	$0.140(H3) + 460$	0.99	$0.141(H3) + 397$	0.99
13	$0.122(H3) + 1536$	0.98	$0.122(H3) + 1530$	0.98
14	$8.748 \times 10^{-2}(H3) + 1033$	0.98	$8.879 \times 10^{-2}(H3) + 1032$	0.98
15	$7.558 \times 10^{-2}(H3) + 997$	0.98	$8.561 \times 10^{-2}(H3) + 811$	0.99
16	$5.704 \times 10^{-2}(H3) + 1139$	0.96	$7.886 \times 10^{-2}(H3) + 680$	0.99
17	$3.903 \times 10^{-2}(H3) + 835$	0.95	$5.055 \times 10^{-2}(H3) + 585$	0.97
18	$2.138 \times 10^{-2}(H3) + 358$	0.90	$2.435 \times 10^{-2}(H3) + 289$	0.96

ルの一般式は次式によって表される。

$$X_{i,j,t} = k \frac{G_{i,t}^{\alpha} \times A_{j,t}^{\beta}}{T_{i,j}^{\gamma}} \tag{2}$$

$X_{i,j,t}$: t 目的、トリップの発生時刻が t 時間帯におけるゾーン i, j 間の分布交通量

$G_{i,t}, A_{j,t}$: 式(1)参照
 $T_{i,j}$: ゾーン i, j 間の平均旅行時間
 α, β, γ, k : 係数(本研究では $\alpha = \beta = 1$)

本研究で扱った重力モデルでは、あらかじめ $\alpha = \beta = 1$ とおき、内々交通量データも含めてモデルを構築したが、これは α, β を1としない場合または内々交通量データを含めない場合のモデルと比較した結果、精度に大差がなかったため簡便なものを用いた。また、旅行時間は本来は時間帯別の値を用いるべきであるが将来予測の場合の実用性を考慮し、全目的の日平均旅行時間を用いた。以下、表5、6は構築された時間帯別分布交通量モデルであり、以下それらについて考察する。

①通勤目的モデル：まず、本モデルの精度に大きく影響するOD間旅行時間の分布(通勤目的)は図-3のようになる。6時台では郊外からの遠距離通勤者の割合が多いため、旅行時間の長いトリップ(40分以上のトリップ)の割合が他の時間帯に比べてかなり大きく、旅行時間の増加に対する構成比の減少は比較的緩やかである。7時から10時台にかけては20分以下の短い旅行時間のトリップの割合が大きくなっており、旅行時間の増加につれて急激に構成比が減少していくことがわかる。ここで表-5のモデル

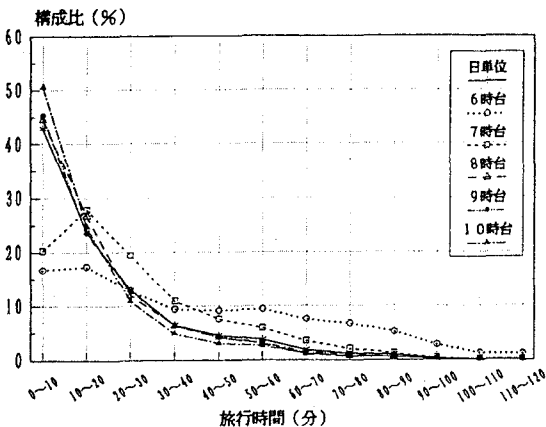


図-3 OD間旅行時間(全目的平均)の構成比

表-5 時間帯別分布交通量モデル [56年, 通勤目的]

時間帯	γ	k	相関係数	データ数
6	0.96	3.125×10^{-4}	0.52	1449
7	2.38	8.099×10^{-3}	0.83	1624
8	2.71	2.872×10^{-2}	0.86	1083
9	2.17	3.808×10^{-2}	0.77	576
10	1.82	8.341×10^{-2}	0.69	321

注) γ , k : 式(2) 参照

るをみると、旅行時間の増加に比べて構成比の変化が小さかった6時台では、 γ の値も小さく、その寄与率は低くなっているのに対し、7、8時台では旅行時間と構成比の負の相関関係が強いことから、 γ の値も大きく、その寄与率が高くなっている。モデルの精度は、 γ の寄与率が下がる6、10台で相関係数がやや悪いが、他のピーク時間帯では0.77~0.86と比較的良好といえる。

②自由・業務目的モデル：自由目的(表-6左)では、3、1③で示したように比較的トリップ長の短い従業者が多く発生する11~13時、17以降で γ の値が大きく、寄与率が高くなっている。それに対して業務目的では、全時間帯を通してOD間旅行時間分布に大きな差がないことから、 γ の値も2.0前後と変動は小さいことがわかる。自由、業務目的の各モデルを通して相関係数は0.75~0.80程度と精度は比較的良好い。

以上のように、時間帯別法の各モデルが十分実用的な精度で作成でき、そのモデルによって分析され

る時間変動特性も非常に妥当な結果が得られていることがわかった。本手法は対象とする時間帯に直接適用でき、時間帯別予測を考えるに当たって直観的でわかり易いことが利点として挙げられる。

4. 変動パターン法

ここでは図-1右の変動パターン法について説明する。2節でも述べたように、各モデルは目的別産業別に作成するが、ここでは、目的別のみで産業別に区分しない全産業モデルについても比較のために作成する。

4.1 モデルの概要

図-1右のように、変動パターン法ではあらかじめ与えられる日分布交通量に目的別産業別の時間変動パターンを当てはめることによって時間帯別分布交通量を推定する⁵⁾。すなわち、各ゾーンペアの目的別産業別の時間変動係数を以下のようにおく。

$$r_{imt} = \sum_i \sum_j q_{imij,t} / \sum_i \sum_j q_{imij,t} \quad (3)$$

r_{imt} : t 時間帯の目的 i 、産業 m における目的別産業別生成交通量の時間係数

$q_{imij,t}$: t 時間帯の目的 i 、産業 m 、ゾーンペア ij の実績時間帯別分布交通量

上式の右辺の分母は、対象地域の各目的別産業別の日生成交通量を示し、分子は t 時間帯の生成交通量を示す。すなわち、この時間係数は域内全体の平均的な時間変動パターンを示すものといえるが、本研究ではこの時間係数がどのゾーンペアについて

も当てはまり、将来的にも変化しないものと仮定する。ここで、 Q_{imij} を目的 i 、産業 m 、ゾーンペア ij の日分布交通量とすると、時間帯別推定分布交通量 $X_{imij,t}$ は以下のようになる。

$$X_{imij,t} = Q_{imij} \times r_{imt} \quad (4)$$

上式は産業別モデルの場合の式であるが、比較のために作成する全産業モデルでは添え字 m が省略されるだけで、上式をそのまま使うことができる。上記のような方法を用いれば従来の日分布交通量予測方法から容易に時間帯別分布交通量を予測でき、実用的といえるが、それを判断するにはまず、式(3)によって求められる時間変動パターンを各ゾーンベ

表-6 時間帯別分布交通量モデル [56年, 自由・業務目的]

時間帯	自由目的モデル				業務目的モデル			
	γ	k	相関係数	データ数	γ	k	相関係数	データ数
7	1.47	1.059×10^{-2}	0.69	417	1.41	3.123×10^{-3}	0.69	930
8	1.63	2.809×10^{-3}	0.70	603	1.75	4.585×10^{-3}	0.76	1046
9	2.06	1.154×10^{-2}	0.76	616	2.04	9.400×10^{-3}	0.79	1016
10	2.49	2.946×10^{-2}	0.80	554	2.15	1.318×10^{-2}	0.78	980
11	2.75	5.957×10^{-2}	0.81	507	2.11	1.631×10^{-2}	0.77	878
12	2.83	8.308×10^{-2}	0.78	495	2.26	1.591×10^{-2}	0.75	771
13	2.51	4.741×10^{-2}	0.77	464	1.97	5.673×10^{-3}	0.76	1061
14	2.46	3.429×10^{-2}	0.75	446	2.00	1.077×10^{-2}	0.76	925
15	2.59	2.597×10^{-2}	0.78	480	1.92	9.400×10^{-3}	0.75	932
16	2.55	2.215×10^{-2}	0.78	516	1.86	9.156×10^{-3}	0.75	876
17	2.77	5.884×10^{-2}	0.83	585	1.73	9.363×10^{-3}	0.72	765
18	2.84	1.801×10^{-1}	0.83	427	1.63	1.788×10^{-2}	0.66	485
19	2.43	1.247×10^{-1}	0.79	348				

注) γ , k : 式(2) 参照

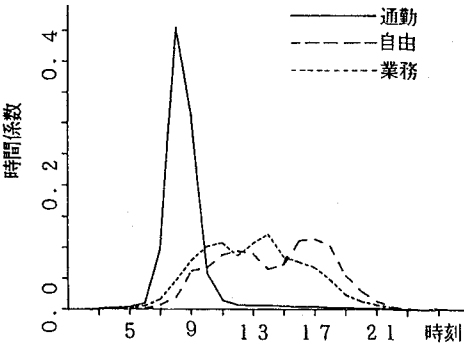


図-4 目的別時間変動パターン

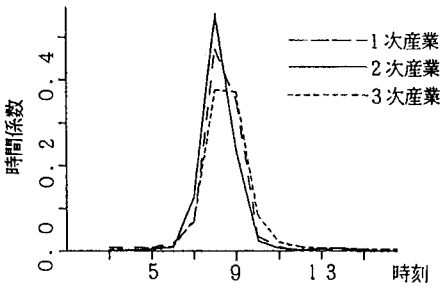


図-5 通勤目的の産業別時間変動パターン

アに適用した場合の適合度や他都市への移転可能性等について分析する必要がある。

4. 2 時間変動パターンの産業別特性および地域移転可能性

図-4は対象地域全域の生成交通量の時間変動パターンを目的別に示したものであるが、それぞれの目的でかなり特徴を持った時間変動パターンを示している。図-5はその通勤目的について、産業別にみたものであるが、2次産業に比べ3次産業はピーク時刻が遅くピーク自体も低いことがわかり、産業別にみても時間変動パターンがかなり異なっている。このような理由から時間変動パターンは少なくとも目的別産業別に作成し、その特徴を生かしながら、時間帯別分布交通量を予測する必要があることがわかる。

ところで、上記のような時間変動パターンの分析については、Supernak⁹⁾もまた発生(集中)交通量について行っているが、そこでは個人属性を8～15個のカテゴリーに分類し、それらカテゴリーについての交通量の時間変動パターンの違いを分析しているに過ぎず、実際の交通量予測までには至って

表-7 時間変動パターンの地域移転性

目的		全産業	産業別
通勤	名古屋→名古屋	687	655
	岐阜→名古屋	729	716
	豊田→名古屋	1039	743
自由	名古屋→名古屋	694	674
	岐阜→名古屋	756	747
	豊田→名古屋	803	791
業務	名古屋→名古屋	1102	1079
	岐阜→名古屋	1277	1233
	豊田→名古屋	1339	1229

いない。

表-7は名古屋市の56年度実績日分布交通量に56年度の名古屋市、岐阜市、豊田市の全産業または産業別に集計されたそれぞれの時間変動パターンを当てはめることによって、名古屋市56年の時間帯別分布交通量を予測し、その適合度(実績値とのRMS誤差)を示している。表の通勤目的の名古屋→名古屋、岐阜→名古屋、豊田→名古屋についてみていくと、やはり産業構造の違いから、名古屋、岐阜、豊田の順に適合度が悪くなっている。特に名古屋に比べて2次産業人口の割合がかなり多い豊田の全産業モデルで推定した場合には、RMS誤差が1039と飛びぬけて大きな値を示している。しかし、その豊田においても産業別モデルで推定すれば、743と適合度が大きく改善されており、産業別モデルの地域移転可能性の高いことを示している。このことは同じ都市においても将来において産業構造が大きく変化する場合には、産業別モデルで推定する必要性が高いことを示すものといえる。次に、各モデル別にみるとやはり名古屋、岐阜、豊田の順に適合度は悪くなっているが、他の目的に比べて自由目的は産業別にする利点が少ないことが分かる。

4. 3 産業別日発生集中、分布モデル

前節の分析から、本研究では目的別産業別で時間変動パターンを与えるものとするが、その場合には前段階の日発生集中、分布モデルもまた目的別産業別で与える必要がある。従来の日単位モデルは産業別ではほとんど分析されていないため、以下に作成するものとする。日発生集中、分布モデルを3.の時間帯別法における式(1)、(2)の基本式と全く同様に作成すると、表-8～10のようになった。各モデルにおける通勤及び業務目的の主婦無職、学生はデータ数が少なかったため作成していない。表-8、

9の発生集中モデルは産業別で作成していることから、すべて単回帰モデルとなっている。通勤目的の1次産業はももとのデータ数が多くないこともあって、相関係数が0.7程度（集中モデル）となっているが、他のモデルの相関係数は0.9程度であり、比較的精度の良いモデルとなっている。表-10の分布モデルの相関係数は発生集中モデルと比べてやや劣るが、分布交通量の多くが占める2次、3次産業、主婦無職で相関係数0.8以上となっており、実用的な精度といえる。

5. 各手法による経年予測と精度比較

ここでは、3、4節で作成した時間帯別法と変動パターン法の各56年モデルに、46年の実績人口指標を代入することによって、図-1のフローに基づいて46年の時間帯別分布交通量を予測し、両手法の経年予測における精度比較を行う。対象地域は図-2に示した名古屋市通勤圏である。経年予測に当たっては、両手法の発生集中交通量を予測した時点で、コントロールトータルによって発生集中交通量を補正するが、本研究では生成交通量の予測は研究対象としていないためそのコントロール値は46年の日生成交通量の実績値とする。また、OD間旅行時間は46年度の交通ネットワークで与える必要があるため46年の実績値を用いる。発生集中モデルで予測される発生集中交通量とこのOD間旅行時間を両手法の分布モデルに代入した後、フレター法を用いた収束計算によって、時間帯別法では時間帯別分布交通量を推定し、変動パターン法では日分布交通量を推定する。変動パターン法ではこの後さらに4.1で説明したように、日分布交通量から時間帯別分布交通量を推計する。以下その推定値と実績値のRMS誤差により両手法の精度比較を行う。

① 表-11の通勤目的の時間帯別適合度をみると、全体として時間帯別法の方が変動パターン法よりもRMS誤差が小さく、精度が良いことがわかる。特に

表-8 目的別産業別の日発生交通量モデル〔56年〕

目的	1次産業	2次産業	3次産業	主婦、無職	学生
通勤	0.034(Y1)-1245 r=0.99	0.743(Y2)+187 r=0.97	0.730(Y3)+113 r=0.99		
自由	0.321(H1)+20 r=0.97	0.262(H2)+728 r=0.91	0.310(H3)+2231 r=0.99	0.904(H4)-735 r=0.95	0.359(H5)-34 r=0.92
業務	1.036(H1)+160 r=0.96	0.143(HS)-1679 r=0.95	0.694(H3)+4825 r=0.99		

注) 説明変数は表-1に同じ、rは相関係数

表-9 目的別産業別の日集中交通量モデル〔56年〕

目的	1次産業	2次産業	3次産業	主婦、無職	学生
通勤	1.003(H3)+64 r=0.72	0.818(H2)-1147 r=0.98	0.838(H3)-2493 r=0.99		
自由	0.281(H1)+85 r=0.89	0.058(HS)+240 r=0.87	0.338(H3)+1451 r=0.98	0.200(HS)+777 r=0.92	0.097(YS)-86 r=0.81
業務	0.961(H1)+125 r=0.96	0.148(HS)-2282 r=0.94	0.694(H3)+4825 r=0.99		

注) 説明変数は表-1に同じ、rは相関係数

表-10 目的別産業別の日分布交通量モデル〔56年〕

目的	1次産業	2次産業	3次産業	主婦、無職	学生
通勤	r=1.15 k=6.12×10 ⁻² (0.62)	r=2.39 k=7.91×10 ⁻³ (0.84)	r=2.26 k=3.89×10 ⁻³ (0.82)		
自由	r=1.78 k=7.73×10 ⁻² (0.55)	r=2.56 k=2.54×10 ⁻² (0.82)	r=2.57 k=1.40×10 ⁻² (0.81)	r=2.86 k=1.07×10 ⁻² (0.83)	r=2.28 k=4.17×10 ⁻³ (0.74)
業務	r=1.90 k=2.40×10 ⁻² (0.56)	r=2.24 k=5.80×10 ⁻³ (0.83)	r=2.42 k=4.80×10 ⁻³ (0.83)		

注) r, k:式(2)参照、()内は相関係数

朝の6時台で大きくRMS誤差に差が開いているのは、変動パターン法において産業別にモデルを作成していることを、この方法では捉えきれなかったものと考えられる。それに対して時間帯別法では3.1の発生モデルにおいて都心からの距離を導入し、人口の郊外化等による通勤時間帯の変化やゾーンごとの人口指標の変化が直接的に時間変動パターンの変化をもたらすというモデルの構造がこのような精度向上につながったものと思われる。

② 表-12は時間帯別法でモデル作成の対象とした全時間帯のRMS誤差を総和し、両手法で比較してい

表-11 通勤目的の時間帯別適合度(RMS誤差)

	時間帯別法	変動パターン法
6時台	106	131
7時台	549	553
8時台	402	407
9時台	82	79
10時台	29	29

表-12 全時間帯における適合度比較(RMS誤差)

	時間帯別法	変動パターン法
通勤目的	1168	1199
自由目的	3404	3419
業務目的	1825	1612

る。表より通勤、自由目的では時間帯別法が良く、業務目的では変動パターン法が良い結果となっている。すなわちこれは、通勤、自由目的では、変動パターンの経年的な変化を考慮する必要があり、逆に業務目的ではその必要性が小さく、変動パターンが経年的に比較的安定していることを示している。

③ 時間帯別法と変動パターン法の特徴をまとめたものが表-13である。上記の結果から判断して、時間帯別法は中長期予測に適しており、変動パターン法は時間変動パターン自体の経年変化を無視できる短期予測に適していることがわかる。モデル作成に対する作業量で考えると、ピーク時間帯など特定の3～4時間帯で予測を行う場合には、時間帯別法の方が作業量は少ないが、昼間12時間など長い時間帯で適用する場合では変動パターン法の方が作業量は少ないといえる。しかし、時間帯別予測において最も重要なピーク時間帯で大きな割合を占める通勤目的の適合度が高く、直接対象時間帯に適用でき時間帯別予測としての説得力が高いという点で時間帯別法は変動パターン法よりも優れているが、ゾーンが小さくなるとデータが不足がちになるという欠点もまた持っている。変動パターン法では発生集中モデル、分布モデルを日単位で作成するため、そのような時間帯別法の欠点のある程度回避することができるため、結局、両者の特徴を考慮しながら目的に応じて最も良い方法を選択することが望ましいといえる。

6. 結論

特定時間帯で適用できる交通需要予測手法の構築を最終目的として、本研究では、時間帯別発生集中、分布交通量予測手法について考察した。得られた結論は以下の通りである。

(1) まず、直接1時間単位で発生集中交通量から分布交通量を予測していく時間帯別法を提案し各時間帯別モデルを構築したが、それらのモデルは全体として十分実用的な精度が得られることが分かった。

(2) 時間帯別法における発生集中モデルで採用された各変数を時間帯ごとに比較することによって、交通需要の時間的変化特性を明らかにすることができた。また、時間帯別法における通勤目的の発生モデルで導入された都心からの距離が、時間帯別予測

表-13 時間帯別法と変動パターン法の特徴

	時間帯別法	変動パターン法
経年予測	長期予測でも可	変動パターンの変化が小さい短期予測のみ可
ピーク時間帯への適用	対象時間帯で直接モデルを作成でき、わかりやすい	必ず日単位からモデルを作成する必要がある
ゾーンの大きさ	あまり小さくなるとデータが不足しがち	ある程度小さくても可

では非常に有効であることが分かった。

(3) 発生集中、分布交通量までは日単位で求めたのち、時間変動パターンを当てはめて時間帯別分布交通量を予測する変動パターン法では、目的別に加えて産業別で行うことによって、変動パターンの地域移転性等をかなり向上させることが分かった。

(4) 56年度のデータで作成した時間帯別法と変動パターン法の各モデルを使って、46年の時間帯別分布交通量を予測し、精度比較した結果、結局、時間帯別法は中長期予測でピーク時間帯に直接適用したい場合に適しており、変動パターン法は短期予測で昼間12時間など比較的長い時間帯にわたって適用したい場合に適していることがわかった。

本研究では、時間帯別発生集中、分布交通量の予測手法を提案したが、さらなる実用化を進めるため、今後は時間帯別分担交通量予測モデルをさらに構築し、四段階推定法を通して時間帯別に予測できる手法を確立することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 藤田素弘・松井寛・溝上章志：時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究，土木学会論文集・IV，No.389，pp.111～119，1988
- 2) 藤田素弘・山本幸司・松井寛：渋滞を考慮した時間帯別交通量配分モデルの開発，土木学会論文集・IV，No.407，pp.129～138，1989
- 3) 社団法人土木学会：交通需要予測ハンドブック，技報堂出版，1981
- 4) 松井寛・藤田素弘・神谷英次：時間帯別発生集中モデルに関する研究，土木学会第45回年次学術講演会概要集第4部，pp490～491，1990
- 5) 石田剛之・松井寛・藤田素弘：時間帯別OD交通量の予測手法に関する研究，土木学会第44回年次学術講演会概要集第4部，pp74～75，1989
- 6) J. Supernak：A Method for Estimating Long-Term Changes in Time-of-Day Travel Demand，Transportation Research Record 1138