

交通需要予測モデルのシステム誤差に関する研究

広島大学 正員 杉 恵 頼 寧
日建設計 正員 ○松 岡 康 弘

[1] はじめに

交通需要推定には一般に発生、分布、交通機関別分担、配分と順次交通量を予測する4段階推定法が広く用いられている。この4段階推定法を1つのシステムと考えるなら、各段階はサブシステムとしてとらえることが出来る。そして、サブシステムは数学的モデルが用いられるので、これによる予測値には種々の誤差が含まれている。これらを大別すると、①モデル設定及び構築段階での誤差（モデルの理論的構造の誤り、予測モデル式の誤差、パラメータ推定値の誤差）、②将来予測の段階での誤差 となる。このような誤差を含むサブシステムの精度を上げることは当然システム設計において必要であるが、それは他のサブシステムとバランスのとれたものでなければならぬ。本研究はシステム設計を行なう場合の指針を得るため、誤差の側面からアプローチを試みたものである。すなわち、4段階推定法のインプットである土地利用モデル及び4段階推定法の発生、分布、分担モデルを4つの連続したシステムとしてとらえて、各段階での誤差が累積的に伝播していく過程を主に%R.M.S.誤差を判定尺度として定量的に分析し、それに検討を加えたものである。

本研究は国勢調査、事業所統計調査、昭和43年の広島都市圏のパーソントリップ調査をデータにして広島都市圏を54ゾーンに統合して解析を行なった。尚観測誤差は零とし、データの性質上上記①の誤差のみを取り扱った。

[2] モデルの概要

今回用いたモデルは既存の研究を参考にし、なるべく少ない説明変数で精度の高いモデルを構築するようにした。土地利用モデルは市街地面積 S_i と交通の影響を考慮するため交通のサービスレベル、すなわち、大量輸送機関の待時間 W_i と運行回數 R_i を説明変数とした。発生モデルは土地利用モデルからのアウトプット夜間人口 P_{24i} 、従業者 E_{24i} を説明変数に発生量 G_i と集中量 A_i を求めた。分布モデルは発生量、集中量、ゾーン間の所要時間 T_{ij} を説明変数とする重力モデルを使用した。分担モデルは大量輸送機関、乗用車のそれぞれの所要時間 T_{ij}^m 、 T_{ij}^p と分布交通量 V_{ij} の積により大量輸送機関 M_{ij} と乗用車トリップ C_{ij} を求めた。以上のモデルの形と線型重回帰分析によって決定した係数を表-1に示す。これらのモデルを連結してシステムとして取り扱う場合、次の整合条件が満たされなければならない。分布における周辺条件（発生条件 $\sum_j V_{ij} = G_i$ 、集中条件 $\sum_i V_{ij} = A_j$ ）、分担における整合条件（ $M_{ij} + C_{ij} = V_{ij}$ ）である。

表-1 モデル式

土地利用	$P_{24i} = 8242 + 66S_i - 601W_i$ $E_{24i} = 1545 + 18S_i - 50R_i$
発 生	$G_i = 3306 + 0.24P_{24i} + 1.67E_{24i}$ $A_j = 3448 + 0.24P_{24j} + 1.67E_{24j}$
分 布	$V_{ij} = 6.83 \times 10^4 \cdot G_i^{0.81} \cdot A_j^{0.81} / T_{ij}^{0.66}$
分 担	$M_{ij} = 0.08(V_{ij})^{0.96} (T_{ij}^m)^{0.08} (T_{ij}^p)^{0.40}$ $C_{ij} = 6.18(V_{ij})^{0.82} (T_{ij}^m)^{0.16} (T_{ij}^p)^{0.44}$

[3] モデル固有の誤差

各モデルの予測値 $\hat{Y}$ とそれに対応する実績値 Y の差を相関係数、%R.M.S.誤差（ $= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-1}} / \bar{Y}$ ）とし n ：データ数、 $\bar{Y}$ ： Y_i の平均値）、不一致係数 U （ $= \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n \hat{Y}_i^2}{n}}}$ ）によ、て示す（表-2）。表よりわかることは分布モデルの誤差が約140%と非常に高いことである。これより分布モデルがシステムでの欠陥となることが予想される。

分布、分担モデルは非線型モデルであるので対数変換して線型化し、重回帰分析を行なった。故に交通量零のゾーンペアは省いた。その結果分布モデルでは2916のゾーンペア（54ゾーン×54ゾーン）が2728となった。すなわち表-1の分布モデルの係数は2728のデータ数によって構築されたものである（原モデル）。このモデルを将来予測のことも考えて2916に拡張した場合（拡張モデル）、拡張誤差は表-2よりわかるように%R.M.S.誤差で5%で

あった。分担モデルでは M_j (2523→2916に拡張)において拡張誤差5%であり、 C_j において8%であった。

[4] システム誤差

表-1のモデルを連結したシステムの誤差伝播状況を調べる。システム内の整合性を重視してシステムは次の3つを考える。S-1 個々のモデル構築の際のデータ数そのまま(すなわち原モデルの連結)、誤差伝播のシステム解析を行なう。システム内の整合条件は何一つ満足されていない。S-2 拡張モデルの連結で、整合条件の内で分担における整合条件のみ満足している。S-3 拡張モデルの連結で、システム内の整合条件は2つとも満足している。S-1～S-3迄のシステムは表-1より理解出来るように外生変数は土地利用モデルの W_i , S_i , R_i , として分布モデルの T_{ij} , 分担モデルの T_{ij} と T_{ij}^1 であり, 他の変数は全て内生変数である。S-1～S-3迄のシステムの誤差伝播状況を% R.M.S.誤差で表-3に示す。

S-1とS-2の比較によってシステムにおける拡張誤差を知る事が出来る。モデル固有の拡張誤差と比べてみると分担モデルでは2倍に増加しており分布モデルの影響がかなりあることが伺える(表-4)。

システムの整合性を満たすことによりかなりの誤差減少をみる事が出来る。重力モデルの集中条件を満たすことにより, 11%の% R.M.S.誤差の減少を認め, その後, 発生条件を満たすと9%減少する(図-1)。分担における整合条件式 $M_j + C_j = V_j$ の効果はS-2において M_j では2% C_j では1%の誤差減少が認められる。そして興味あることは周辺条件を満たした後 $M_j + C_j = V_j$ を満たすと, 一挙に M_j では6% C_j では8%の誤差減少をみることである(表-3)。このことは他の分担モデル(線型モデル)で同様なシステム解析を行なった結果積の型特有の現象であることが判った。

システム誤差の伝播状況をもてみると, 土地利用 47% (固有47%)→発生 39% (固有28%)→分布 131% (固有118%)→分担 149% (固有71%)となり, 最終段階では分担モデル固有の誤差より78%も大きくなっている。

[5] おわりに

システムの誤差伝播状況の解析結果より知り得たことは, 今回用いたサブシステムでシステム誤差に一番影響を与えたのは重力モデルであった。このモデル固有の特徴として, 入力データに対して感度が低いことがわかった。又, システムの整合性を満たすことはシステム誤差最小において必要条件である。そして, 本研究で利用したサブシステムは特殊なものではなく同様のサブシステムを用いるなら同様の誤差傾向を示すものと思われる。

表-2 モデル固有の誤差

	土地利用		発生		分布			分担		修正分担	
	P_{21}	E_{21}	G_i	A_i	V_j	V_j^1	V_j^2	M_j	C_j	M_j	C_j
相関係数○ 1.00 (200%)			○	○				○	○	○	○
%R.M.S.誤差△					△	△	△	△	△	△	△
不致係数□ 500 (0≤U≤1) (100%)					□	□	□	□	□	□	□

注: V_j^1, V_j^2 はそれぞれ集中条件, 周辺条件を満たしている分布モデル
 M_j, C_j はそれぞれ $M_j + C_j = V_j$ を満たしている分担モデル
 原, 拡は, 原モデル, 拡張モデルの略である。

表-3 システム誤差 (% R.M.S.誤差)

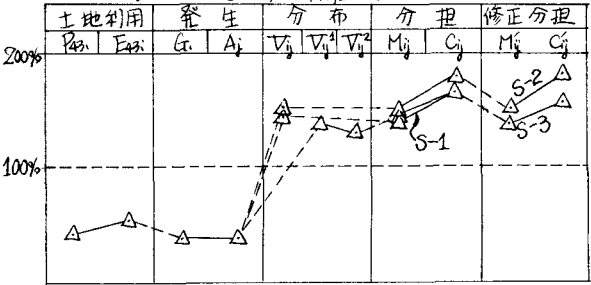


表-4 拡張誤差

	固有の場合	拡張の場合
分布モデル (2928→2916)	5%増加 (原139%)	5%増加 (原146%)
分担 モデル	M_j (2523→2916) 5%増加 (原59%)	M_j (2523→2916) 12%増加 (原141%)
	C_j (2928→2916) 8%増加 (原97%)	C_j (2928→2916) 15%増加 (原167%)

図-1 分布モデルの誤差

