IV−21

推定方法に誤りがある場合の交通需要推計誤差とその影響分析

信州大学工学部　正員　奥谷　巖
信州大学工学部　学生員 ○福井　修

1. はじめに

経済活動の進展に伴う交通需要の増大に対して，各種の交通施設による対応が必要となっている。そのために，パーソントリップ調査に基ずく交通需要推計に従って交通施設計画が立てられるが，需要推計のデータとなる各種の指標，パラメータ，各段階の数学的モデルには誤差が含まれている。そこで，この誤差の累積，伝播の過程を明らかにする必要がある。本研究では，データのもつ分散，予測モデル式による偏りを考え，交通需要推計の各段階について，順次誤差を分析してゆき，最終的には，交通施設計画の信頼性への影響を解明しようと試みた。最終的な信頼性が求まるなら，最適な施設計画に必要とされるデータ及びモデル式の精度も解明できる。

2. 予測モデル式

各段階の予測モデル式は，指標，パラメータを用いて，データとの２変数の積として表わす。

(1) 経済指標
$\sum_j (A_j \times t_j^i) \longrightarrow t^i$
(2) 発生トリップ
$t^i \times P_k^i \longrightarrow t_k^i$
(3) 分布トリップ
$t_k^i \times P_{k-l}^i \longrightarrow t_{k-l}^i$
(4) 交通機関別トリップ
$t_{k-l}^i \times {}_g\varphi^i \longrightarrow {}_g t_{k-l}^i$
(5) 交通機関別交通量
${}_g t_{k-l}^i \times {}_g r^i \longrightarrow {}_g T_{k-l}^i$
(6) 配分交通量
$\sum_i \sum_k \sum_l ({}_g T_{k-l}^i \times {}_g^m P_{k-l}^i) \rightarrow {}_g^m T_{k-l}$

A_j：将来予測人口
t_j^i：トリップ原単位
t^i：総発生トリップ
P_k^i：指標
t_k^i：ゾーン別発生トリップ
P_{k-l}^i：分布パラメータ
t_{k-l}^i：O-Dトリップ
${}_g\varphi^i$：分担率
${}_g t_{k-l}^i$：交通機関別トリップ
${}_g r^i$：乗車人数の逆数
${}_g T_{k-l}^i$：交通機関別交通量
${}_g^m P_{k-l}^i$：配分率
${}_g^m T_{k-l}^i$：配分交通量

(7) 交通施設計画　Q：乗車率（鉄道のみ）
$T \times L \times R / (C_D \times Q) \longrightarrow N$

(A) 道路施設の場合
T：配分交通量　C_D：設計交通容量
L：30番目時間交通の割合
R：重方向交通量の割合　N：必要車線数
(B) 高速鉄道施設の場合
T：交通機関別トリップ
L：鉄道利用率　R：ラッシュ集中率
C_D：時間定員輸送力　N：必要本線数
添字 j：職業別　i：目的別　k：ゾーン別
k-l：ゾーン間　g：交通機関別　m：ルート別

3. 誤差の伝播，累積の分析

(1) データの誤差　〈誤差の表現〉　予測の資料として用いられるデータは，母集団から抽出されるので，抽出の方法によってデータは変動する。データが変動する確率変数であるために誤差が生ずる。そこでデータの誤差は，データの分散として表わすことができる。しかしながらデータそのものから分散の値は知ることはできない。本研究では，様々な変動係数を与え，シュミレーションを行なう。変動係数を $CV(x)=\{\sigma(x)/E(x)\}\times 100(\%)$ とすると分散は $V(x)=\{CV(x)\times E(x)/100\}^2$ となる。

〈誤差の伝播〉　互いに独立な二変数を x，y とする。積の期待値，分散は，次式が成立する。

$$E(xy)=E(x)E(y) \quad \cdots\cdots (1)$$
$$V(xy)=V(x)V(y)+E(x)^2V(y)+E(y)^2V(x) \quad \cdots\cdots (2)$$

指標 P_k^i について $\sum_k P_k^i = 1$ を満たす関係があるので、この場合を考察する必要がある。$P_a = 1 - \sum_k^{a-1} P_k$ と変形し両辺の分散をとれば $V(P_a) = \sum_k^{a-1} V(P_k) + 2\sum_{m<n}^{a-1} Cov.(P_m, P_n)$ 　ここで P_m, P_n の相関係数を ρ_{mn} とすると $V(P_a)=\sum_k^{a-1}V(P_k)+2\sum_{m<n}^{a-1}\rho_{mn}\sqrt{V(P_m)V(P_n)}$ 　この式で $(a-1)$ 個の $V(P_k)$ を与えても $V(P_a)$ は唯一に定まらない。すなわち $\sum_k x_k = 1$ の関係が成立しても、二変数 x, y の積の分散は互いに独立であるときと同様に求まる。　将来の交通量を推定する場合に用いるデータ相互の関係について、例えば将来O-D交通量と交通機関別分担率の間に、まったく相関関係がないとは言えないが独立と考えても差しつかえない。

(2)予測方法による誤差　将来交通量の予測には、様々な方法が研究され実施されている。特に分布交通量推定段階では、多くの研究により分析、改良が進められている。しかし現段階では、偏りのない完全な予測方法は期待できない。各段階の予測モデルにおいて偏り d は必ずつきまとう。

〈誤差の表現〉　予測値を T、真値を $\overset{*}{T}$ とすれば　$T=(1+d)\overset{*}{T}$　と表わすことにする。

〈誤差の伝播〉　同じ予測方法を用いるならば予測による偏りは一定であり偏りによる分散は0である。予測方法による偏りを d とすれば (1),(2)式より 積の期待値、分散は次式が成立する。

$$E(xy)=E(x)E(y)=(1+d_1)(1+d_2)\overset{*}{x}\overset{*}{y} \qquad (3)$$

$$V(xy)=V(x)V(y)+E(x)^2V(y)+E(y)^2V(x) \qquad (4)$$

(3)式,(4)式を各段階ごとに適用すれば、誤差の伝播、累積の過程を分析することができる。

4. 適用例 ―― 京都都市圏をモデルに都市内幹線道路を計画した場合の信頼性分析 ――

交通施設計画として、必要車線数を求めた。各段階での変動係数は表-1に示した。データの変動係数は1〜30%与えた。N の分布は、正規分布であると仮定すると、データの分散により分布の形が、予測方法の偏りにより予測値の期待値と真値との誤差が求まり表-2に示すような N の分布が求まる。これより N の信頼度が求まる。この場合 $N=\overset{*}{N}$ となる確率 $\int_{\overset{*}{N}-\alpha}^{\overset{*}{N}+\alpha}\phi(z)dz = 46(\%)$

表-1　予測各段階の変動係数

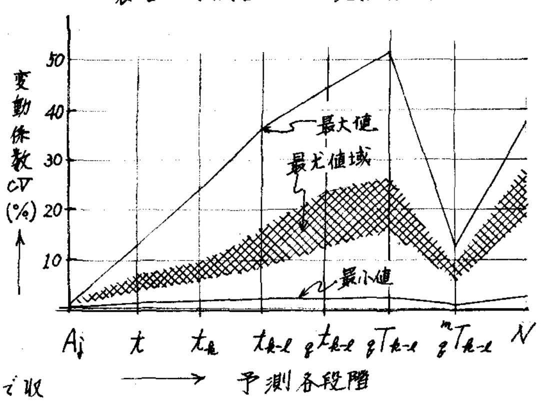
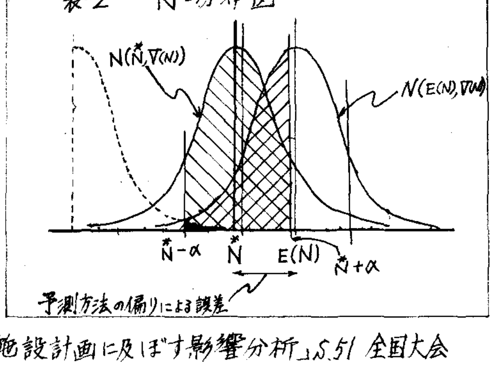


表-2　N-分布図



5. 考察、あとがき

データの分散については、配分交通量推定段階で収束するので、それ以前の分散にかなりバラつきがあっても吸収されるが、それ以後のデータの分散に大きく影響をうける。予測方法の偏りについては、最大の偏りが全体の偏りを大きく左右する。データの分散より予測方法の偏りの方が最終的な信頼度に与える影響は重大である。一つの予測段階がかなり不完全なら、他の段階をいくら精度よくしても無意味である。過大推計と過小推計がうまく相殺できれば精度はよくなる。

〈参考文献〉 奥谷・福井「交通需要推計誤差の交通施設計画に及ぼす影響分析」S.51 全国大会