

信州大学大学院 学生員 ○ 前田 依也
 信州大学工学部 正員 奥谷 徹

1. はじめに

将来の交通需要を予測する場合、交通の発生・分布・機関別分担・配分の各段階を含む、4段階推定法を用いることが多いが、この方法は、膨大な作業を必要とする。よって、推定手順の簡略化の方向を検討する必要があるが、このとき問題となるのが精度である。この精度の問題には、誤差分析、特に、システムに沿った累積誤差分析を必要とする。本研究は、将来の道路の車線数決定の際の精度を、4段階推定法に沿った累積誤差の分析を行うことにより考察するものである。なお、これまでの研究により、4段階推定法の全段階が最終的な精度に影響を及ぼすわけではなく、影響の与え方に強弱が存在することを述べた。今回は、その強弱についてさらに詳しく報告し、また、推定モデルの違うケースについても考察する。

2. 推定ステップのモデル式

本研究では、誤差を表わす指標として次のような誤差率 α を定義する。

$$\alpha = (X - \bar{X}) / \bar{X} \quad \text{但し、} X: \text{推定値} \quad \bar{X}: \text{真値} \quad \text{---(1)}$$

また、推定のシステム全体における精度の問題、つまり、最終の推定値に影響の大きい段階と、そうでない段階とを区別するために、種々の数学モデルの精度も含めた値として、推定値そのものに着目する。このとき、推定値はモデルや入力データの差によって違った値を取り得るので、ある分布をなすと考え、従って、誤差率の期待値、分散もある分布をなすが、この分布形は確定していない。そこで、システムの名段階の誤差率の期待値と分散を考え、これらが推定の各段階を経るときの伝播状況も分析する。次に、基本となる推定手順を示す。

- | | |
|----------------------------------|---|
| (1) 人口推定(P) | $P = \sum_i P_i$ [P_i : 職業別人口] |
| (2) 総発生トリップ推定(R) | $R = \sum_i P_i t_i$ [t_i : 職業別発生トリップ原単位] |
| (3) 乗物利用トリップ推定(T) | $T = RU$ [U : 乗物利用率] |
| (4) ゾーン別発生トリップ推定(X_i) | $X_i = TS_i$ [S_i : i ゾーン発生トリップ比率] |
| (5) ゾーン別吸引トリップ推定(Y_j) | $Y_j = Tr_j$ [r_j : j ゾーン吸引トリップ比率] |
| (6) ODトリップ推定(x_{ij}) | $x_{ij} = \beta_i \gamma_j x_{ij}^0$ [x_{ij}^0 : ODトリップの初期値, β_i, γ_j : ODの係数] |
| (7) 交通機関別ODトリップ推定(x_{ij}^m) | $x_{ij}^m = x_{ij} w_{ij}^m$ [w_{ij}^m : (i, j)間の交通機関 m の分担率] |
| (8) ODトリップの交通量への変換(z_{ij}^m) | $z_{ij}^m = x_{ij}^m \eta_m$ [η_m : m なる交通機関の平均同乗者数の逆数] |
| (9) 配分交通量推定(${}^k z_{ij}^m$) | ${}^k z_{ij}^m = z_{ij}^m \theta_{ij}^k$ [θ_{ij}^k : (i, j)間の交通のルート k への配分率] |
| (10) リンク交通量推定(Y_k) | $Y_k = \sum_i \sum_j \sum_m \sum_l {}^k z_{ij}^m \delta_{ij}^{kl}$ [δ_{ij}^{kl} : ${}^k z_{ij}^m$ がリンク l を通れば1] |
| (11) 道路車線数の決定(N) | $N = Y_k KD / 5000 C_D$ [K : 30番目時間交通量, D : 重方向交通量, C_D : 設計交通容量] |

この11ステップの名段階の期待値と分散は、(1)式を代入することによって求められる。すなわち、ステップ2を例にとれば、期待値は、 $E[\hat{R}(1+\alpha_R)] = E[\sum_i \hat{P}_i(1+\alpha_{P_i}) \hat{t}_i(1+\alpha_{t_i})]$ --- (2) より、

$$\hat{R}E[\alpha_R] = \sum_i \hat{P}_i \hat{t}_i (E[\alpha_{P_i}] + E[\alpha_{t_i}]) \quad (3)$$

となる。ここで、 α は添字の誤差率を示し、 $E[\alpha_{P_i} \alpha_{t_i}]$ は微小項として無視した。分散については、

$$\hat{R}^2 V[\alpha_R] = \sum_i \hat{P}_i^2 \hat{t}_i^2 (V[\alpha_{P_i}] + V[\alpha_{t_i}]) + \sum_i \sum_j \hat{P}_{ij} \hat{P}_{ij} \hat{t}_{ij} \hat{t}_{ij} \sqrt{(V[\alpha_{P_i}] + V[\alpha_{t_i}]) (V[\alpha_{P_j}] + V[\alpha_{t_j}])} \quad (4)$$

となる。ここで、 $\hat{P}_{ij}$ は相関係数である。なお、ステップ4, 5, 7, 9では、

$$\sum_i S_i = 1, \quad \sum_j r_j = 1, \quad \sum_m w_{ij}^m = 1, \quad \sum_k \hat{P}_{ij}^k = 1 \quad (5)$$

なる制約条件が加わる。

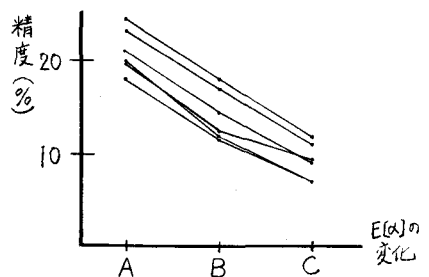
3. 計算手法

2. の各段階の誤差率の期待値と分散に、一定範囲内の誤差値を与え、1から11ステップまじを連続してシミュレートすることにより、累積誤差を含む車線数の期待値と分散を計算する。誤差値の入力データは、一様乱数を用いたが、期待値についてはプラスとマイナスの両符号をとり得るため、まず個々の入力データの符号を乱数を用いて決定し、その符号を固定したままで、さらに乱数によって入力データを作成する。ただし、総人口と職業別人口の誤差率の期待値は、その関連性を重視して同符号とした。自動車平均同乗者数の逆数と乗物利用率の誤差率の期待値については、目的による符号の変化はないものと仮定した。このような入力データの符号が一定の計算を何回も行うことは、入力データの値の差が小さい似かよったケースを作成することになり、この方法は、近似的なケースの比較に適している。よって、符号の決定を何通りも行うことにより、あらゆるケースを作成することができる。次に推定モデルは、前ページ2. で述べた手順を基本とするが、次に述べる4つのモデルに分類し、それぞれを用いて計算を行なう。モデル①：前ページ2. の手順と同じく、ステップ2までを職業別で計算し、また全ステップにおいて、トリップの目的による分類は行なわない。モデル②：ステップ2までを職業別に分類する手順は①と同じだが、ステップ2以降を目的別で進め、ステップ9の前で目的による合計のステップを挿入する。このモデルは、京都市圏におけるモデルに対応する。モデル③：ステップ1, 2の人口と発生トリップ原単位を、職業別に分類しない。またステップ2以降は、目的別の分類をしない。モデル④：ステップ1と2については、③と同じだが、ステップ2以降は、②と同じく目的別に計算する。このモデルは、広島都市圏のモデルに対応する。

4. 計算結果

計算結果の一部を示す。図1は、上のモデル②の推定システムにおいて、職業別発生トリップ原単位の誤差率の期待値が変化するに従い、車線数の精度が変化する様子を示している。この場合の精度は、車線数の推定値の分布を正規分布と仮定し、真値 N 車線をとり得る範囲($N-2+C, N+C$)の面積で定義する。ここで、 $C=0.3$ 。また、図の各直線は、入力データの乱数が違う場合である。明らかなように、職業別発生トリップ原単位の期待値の精度の良否が、車線数の精度に影響を与えることがわかる。

なお、他の計算結果は当日発表する予定である。



注) 原単位の誤差率の期待値は
A: 0.02~0.05 B: 0.05~0.2
C: 0.15~0.3
で変化する。他の誤差率の期待値は
 $E(\alpha) = 0.15 \sim 0.3$

図1. $E(\alpha)$ の変化による精度の影響

(参考文献) 奥谷・前田「交通施設計画における需要推計誤差の影響」第34回全国大気概要集