IV－2　　交通計画における需要予測誤差の影響

信州大学工学部　学生員○二羽　博史
信州大学工学部　正　員　奥谷　巖

1. はじめに

近年の交通需要の増大に伴ない、都市部の交通機関は既に飽和状態に達しており、十分な機能を果しているとは言えないのが現状である。そこで新たな交通施設を計画し、建設する必要に迫られてくるわけであるが、その際に交通施設計画がどの程度信頼できるものなのかを知る必要がある。現在各都市では、その土地に適した各種交通需要モデル式と集積された調査データをもとにして、実際の交通施設計画に適用している。本研究では、特に、道路敷設計画における必要車線数を決定する際に、それがどの程度信頼できるものかを見るために、調査データから車線数決定までの過程において、誤差率に着目し、誤差率の期待値と分散がどのように伝播していくかを見るものである。

2. 誤差率（α）と誤差率の期待値と分散の定式化

本研究における誤差率αを推計値Tと真値（推計年度における実際値）$\overset{*}{T}$の間の関係式の中に導入し、次のように表わすことにする。　$T=\overset{*}{T}(1+\alpha)$　－①　この式より、　$\alpha=(T-\overset{*}{T})/\overset{*}{T}$　－②　となる。　$\alpha>0$　の場合には、推計値Tは過大推計となり、　$\alpha<0$　の場合には、過小評価となる。期待値は、①式より、　$E[T]=\overset{*}{T}(1+E[\alpha])$　－③　となり、これより　$E[\alpha]=E[T]/\overset{*}{T}-1$　－④　となる。分散も①式より、　$V[T]=\overset{*}{T}^2\cdot V[\alpha]$　－⑤　となり、これより　$V[\alpha]=V[T]/\overset{*}{T}^2$　－⑥　となる。次に2変数の積の期待値と分散について示す。誤差率αを①式と同様に考える。

$T_1=\overset{*}{T}_1(1+\alpha_1)$　－⑦　,　$T_2=\overset{*}{T}_2(1+\alpha_2)$　－⑧　　とおくと、期待値、分散は次のようになる。

$$E[T_1\cdot T_2]=E[\overset{*}{T}_1(1+\alpha_1)\cdot\overset{*}{T}_2(1+\alpha_2)]\fallingdotseq E[\overset{*}{T}_1\cdot\overset{*}{T}_2(1+\alpha_1+\alpha_2)]=\overset{*}{T}_1\cdot\overset{*}{T}_2(1+E[\alpha_1]+E[\alpha_2])\quad -⑨$$

$$V[T_1\cdot T_2]=V[\overset{*}{T}_1(1+\alpha_1)\cdot\overset{*}{T}_2(1+\alpha_2)]\fallingdotseq V[\overset{*}{T}_1\cdot\overset{*}{T}_2(1+\alpha_1+\alpha_2)]=\overset{*}{T}_1^2\cdot\overset{*}{T}_2^2(V[\alpha_1]+V[\alpha_2])\quad -⑩$$

ただし、　$\alpha_1\cdot\alpha_2$　は微少項であるために無視した。3変数の積の場合についても同様である。次に複数の推計値の和の期待値と分散について示す。期待値については、　$E[\sum_{i=1}^{n}T_i]=\sum_{i=1}^{n}E[T_i]$　－⑪　であり、分散に関しては、　$V[\sum_{i=1}^{n}T_i]=\sum_{i=1}^{n}V[T_i]+2\sum_{j\neq k=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\rho_{jk}\sqrt{V[T_j]\cdot V[T_k]}$　－⑫　となる。ここで、ρ_{jk}　は、T_jとT_kの相関係数である。ただし、T_jとT_kが独立の場合は、⑫式において、　$\rho_{jk}=0$　となり、第2項はゼロである。これらの式を実際のモデル式に適用することにより、誤差率αの期待値と分散の伝播を見るのであるが、この時、αは正規分布するものと仮定する。このように仮定すると①式より、推計値Tも正規分布することがわかる。なお、この仮定が正しいかどうかの検定は、各都市の人口予測データをもとにした誤差率を用いて行なってみるつもりである。

3. モデル式に適用

本研究の対象として、京都市の街造り構想における都市内高速道路の車線数決定の信頼度を見ることにする。方法としては、京都市を33ゾーンに分割し、トリップ生成法により、総発生トリップを求め、ゾーンごとのODトリップを求め、これより自動車交通量を求める。さらに、計画された高速道路のある1つのリンクを考え、断面交通量により決定された車線数の信頼度を最初の段階より伝播してくる誤差率の期待値と分散により求めていく。誤差率の期待値と分散が伝播する際には、種々の制

約条件があり調整を必要とするので、その調整方法を各推計段階ごとに述べることにする。

ステップ1. 職業別人口推計　$P=\sum_n P_n$ —⑬　職業別人口P_nの誤差率の和を総人口Pの誤差率に等しくする。期待値に関して、n(職業数)=3とすると、　$E[\bar{P}(1+\alpha)]=E[\bar{P}_1(1+\alpha_1)]+E[\bar{P}_2(1+\alpha_2)]+E[\bar{P}_3(1+\alpha_3)]$ —⑭　これより、　$\bar{P}+\bar{P}\cdot E[\alpha]=\bar{P}_1+\bar{P}_1\cdot E[\alpha_1]+\bar{P}_2+\bar{P}_2\cdot E[\alpha_2]+\bar{P}_3+\bar{P}_3\cdot E[\alpha_3]$ —⑮　ここで、$\bar{P}=\bar{P}_1+\bar{P}_2+\bar{P}_3$ —⑯　であるから、　$\bar{P}\cdot E[\alpha]=\bar{P}_1\cdot E[\alpha_1]+\bar{P}_2\cdot E[\alpha_2]+\bar{P}_3\cdot E[\alpha_3]$ —⑰　となるが、一般に等号を満足しないので、調整変数γを用いて、次のようにする。　$\bar{P}\cdot E[\alpha]=\bar{P}_1\cdot\gamma\cdot E[\alpha_1]+\bar{P}_2\cdot\gamma\cdot E[\alpha_2]+\bar{P}_3\cdot\gamma\cdot E[\alpha_3]$ —⑱
γの値は⑱式より容易に求めることができる。分散に関しても同様の調整を行なう。

ステップ2. 総発生トリップ推計(目的別)　$T=\sum_i(P_i\cdot t_i)$ —⑲　t_i:職業別パーソントリップ原単位

ステップ3. 徒歩を除いた乗物利用トリップ推計(目的別)　$R=T\cdot u$ —⑳　u:乗物利用率

ステップ2,3においては、左辺の誤差率は右辺の誤差率の和であり、調整の必要はない。

ステップ4. ゾーン別発生トリップ推計(目的別)　$X_i=R\cdot s_i$ —㉑　s_i:iゾーン発生トリップ比率

ステップ5. ゾーン別吸引トリップ推計(目的別)　$Y_j=R\cdot r_j$ —㉒　r_j:jゾーン吸引トリップ比率

ステップ4,5は全く同じ過程により、計算できるので、4についてのみ示す。i(ゾーン数)=3とすると、$s_1+s_2+s_3=1$ —㉓　という制約条件があるため、sの誤差率α^sを調整する必要がある。期待値に関して、㉓式より、　$E[\bar{s}_1(1+\alpha_1^s)]+E[\bar{s}_2(1+\alpha_2^s)]+E[\bar{s}_3(1+\alpha_3^s)]=1$ —㉔　これより、$\bar{s}_1+\bar{s}_2+\bar{s}_3=1$ —㉕　を考慮して、　$\bar{s}_1 E[\alpha_1^s]+\bar{s}_2 E[\alpha_2^s]+\bar{s}_3 E[\alpha_3^s]=0$ —㉖　となるが、一般に等号は満たされないので、調整変数γを用いる。　$\bar{s}_1(E[\alpha_1^s]-\gamma)+\bar{s}_2(E[\alpha_2^s]-\gamma)+\bar{s}_3(E[\alpha_3^s]-\gamma)=0$ —㉗　γの値は、㉗式より求めることができる。分散に関しては、　$R=R\cdot s_1+R\cdot s_2+R\cdot s_3$ —㉘　より考える。

$V[R]=V[R\cdot s_1]+V[R\cdot s_2]+V[R\cdot s_3]+2\sum_{i\neq j}\sum_j \rho_{ij}\sqrt{V[R\cdot s_i]\cdot V[R\cdot s_j]}$ —㉙　となりこれを展開すると、

$V[\alpha]=\bar{s}_1^2(V[\alpha]+V[\alpha_1^s])+\bar{s}_2^2(V[\alpha]+V[\alpha_2^s])+\bar{s}_3^2(V[\alpha]+V[\alpha_3^s])+2\sum_{i\neq j}\sum_j \rho_{ij}\sqrt{(V[\alpha]+V[\alpha_i^s])\cdot(V[\alpha]+V[\alpha_j^s])}$ —㉚

ただし、両辺を$\bar{R}^2$で割ってある。㉚式においても、一般に等号は満足しないので、調整変数γを用いて、　$\hat{V}[\alpha_i^s]=\gamma\cdot V[\alpha_i^s]$ —㉛　とし、$\hat{V}[\alpha_i^s]$を$V[\alpha_i^s]$の代わりに㉚式に代入し、γをわずかずつ変化させて、ある許容範囲ε内に収まるようにする。相関係数ρ_{ij}は一般に正の相関を持つと考えられる。

ステップ6. ODトリップ推計(目的別)　$X_i=\sum_j x_{ij}$ —㉜　$Y_j=\sum_i x_{ij}$ —㉝　x_{ij}:ij間のODトリップ
個々のODトリップの誤差率の期待値、分散の行和・列和が周辺分布X_iとY_jのそれと等しくなるように調整する。調整方法としては、平均成長率法を用いる。

ステップ7. 交通機関別ODトリップ推計(目的別)　${}_mW_{ij}=x_{ij}\cdot{}_mw_{ij}$ —㉞　${}_mw_{ij}$:交通機関別分担率
$\sum_m {}_mw_{ij}=1$ —㉟ (mは交通機関を表わす)という制約条件があるので、ステップ4と同様の方法を用いて調整する。

ステップ8,9. ODトリップを交通量に変換し、自動車交通量を求める。誤差率の調整はなし。

ステップ10. 高速道路のあるリンクに着目し、断面交通量を求める。

ステップ11. 道路車線数決定　$N=L\cdot K\cdot D/(5000C_0)$ —㊱　L:推定交通量, K:30番目時間交通量, D:重方向交通量, C_0:設計交通容量　$E[\alpha_N]=E[\alpha_L]+E[\alpha_K]+E[\alpha_D]$ —㊲　$V[\alpha_N]=V[\alpha_L]+V[\alpha_K]+V[\alpha_D]$ —㊳　となる。　なお、計算例は当日発表の予定。

参考文献　「まちづくり構想策定資料　交通」京都市都市開発局 (昭和44年),「京都都市圏交通計画調査報告書」京都都市圏交通計画調査会 (昭和45年)