

IV-33 交通機関の将来需要予測における集計・非集計モデルの予測性について

○信州大学 学生員 安塚 弘明
信州大学 正員 奥谷 巖

1. はじめに

交通需要予測の方法論として、大きく分けると非集計モデルと集計モデルとが考えられるが、先に交通手段分担モデルにおいての集計モデルと非集計モデルとの推計精度を比較した¹⁾。しかし、これは現在推定の誤差、言い換えれば、サンプリング誤差に過ぎず、実際の交通計画において問題となる将来予測誤差について触れなかった。したがって、今回は、予測モデル中の諸変数の将来予測誤差を考慮した予測システム全体の信頼性を、シミュレーション的手法により検討することを試みた。

2. シミュレーションの方法

予測に用いる非集計モデルには種々のモデルが考えられているが、ここでは、ロジットモデルについて考えてゆく。一般に、多項ロジットモデルは、次のように定義される。

$$p_{ji} = \frac{1}{\sum_{j=1}^J \exp \beta_j (X_{ji} - X_{ji})}, \quad p_{ji}: \text{個人}i\text{が選択肢}j\text{を選ぶ確率} \quad \beta_j = (\beta_j^1, \beta_j^2, \dots, \beta_j^k); \text{パラメータ}, X = (X_1, X_2, \dots, X_k); \text{説明変数} \quad \text{--- (1)}$$

また、集計モデルの選択確率も説明変数 X , パラメータ a の関数となり $p_j = f(X, a)$; p_j : 選択肢 j の比率⁽²⁾と表現される。シミュレーションを行うには対象地域の設定をしておくはならない。対象地域に関する変数は、例えば人口があるが、将来予測に対する、いわゆる予測誤差の介入は不可避的である。さらに、(1), (2)式に用いる説明変数の将来予測値自身にも誤差が生ずる。また説明変数に依るパラメータについては、現在のデータから同定されたパラメータが現在の社会経済状況を反映しているから、将来、パラメータ自身が変化する可能性もある。以上のことを考慮し、シミュレーションの中で対象地域における人口の値とその空間的分布を適当に与え、そのサンプリングから得られた個人属性等の値を利用し、まずモデルのパラメータを同定する。一方、将来時点については、人口をはじめとする諸変数の真値ならびに個人の諸特性を規定するパラメータの値を設定し、それらの値と利用することにより交通需要量の真値が得られるようにする。これに対し、モデルによる予測においては、人口、個人特性値、選択肢特性値に一定の真値からの偏差すなわち予測誤差を仮定し、モデルのパラメータについては、現在時点のサンプリングデータから同定された値をそのまま採用するという方法により、交通需要量の予測値を得る。以上のようにして、交通需要量の真値と予測を比較することによりモデルの精度を調べることができる。

3. 具体的検討例

(1). 問題の設定と予測誤差の説明

取り扱う問題としては、ベッドタウン化している衛星都市と母都市間における自動車と電車という2交通機関による通勤交通を対象とした分担需要量の予測という簡単な問題を考える。予測誤差を比較するモデルのうち、非集計モデルについては参考文献2に示されている2項ロジットモデルを参考にする。当該モデルにおける説明変数は、表1に示した7変数である。集計モデルについては、適用の簡便さがこのモデルの特徴であることを考慮し、式構造が簡単な以下に示すいくつかのモデル³⁾を検討対象とした。

$$P = \frac{1}{1 + e^F}, \quad F = \alpha X + \beta Y, \quad X: \text{所要時間比}, \quad Y: \text{交通費用比} \quad \text{--- (3)}$$

$$P = k T^a, \quad T: \text{所要時間比} \quad \text{--- (4)}$$

$$P = k V^a, \quad V: \text{交通費用比} \quad \text{--- (5)}$$

$$P = A_i / \sum_i A_i, \quad A_i = k f(u)^a, \quad f(u) = (\text{交通費用}) \times (\text{時間価値}) \times (\text{所要時間}) \quad \text{--- (6)}$$

$$k, a, \alpha, \beta \text{ はパラメータ}$$

(2). 真値の設定

説明変数のうち、公共交通機関による付帯的通勤所要時間はいわゆる駅までの所要時間と理解してもよいので、駅を中心とする衛星都市を駅までの所要時間によりゾーンに分割する。これは、非集計モデルの抽出方法のうちの一つである層別抽出法に対処可能のようにするためである。まず最初に、人口の設定を行う。現在値として、対象地域全体の人口と人口密度の空間的な分布形を与えて、ゾーン別に人口を設定する。将来値については現在値より多少の値を適当に仮定し、空間的な分布についても、人口の郊外への外縁的拡大傾向を想定して適当に与える。説明変数については、まず現在値はそれぞれの変数に対する分布形を仮定し具体的な値は乱数により設定する。また将来値は個々の変数により次のように決定する。まず、自家用車の所要時間は、混雑する動向を仮定し、現在値より増加する方向に設定する。自家用車に関する交通費用は交通所要時間と関連性があるように設定する。電車の運賃と所要時間は、対象とする両都市のターミナル間で通勤交通が行われているという前提のもとで個人間の相異は考えないものとするが、前者については、その将来における増加を仮定し若干の減少を仮定して真値を設定する。電車利用の場合における駅へのアクセス時間は、将来、あまり変化しないものと仮定して設定する。自家用車保有率は原則として、ゾーンにより異なるものとし、郊外へゆくほど大きくなるように設定する。またその将来値については全体的な増加傾向を仮定する。ダウンタウンが通勤先か否かは、将来、あまり変化しないと仮定する。一方、個人の属性と行動パターンについては次のように考える。まず自家用車の利用は、それが一層進展するとする。また、将来は時間に対する価値がより一層増進すると考える。これに対し、交通費用に関しては所得の増加などを勘案し、交通機関選好基準におけるそのウエイトが現在より減少する方向に向かうと考える。車の保有については、それによる個人の効用がより大きくなるものとする。最後にダウンタウンにおける通勤自動車の駐車容量は、将来時点においてより逼迫した状況下に置かれるものとする。

(3). 推定値の予測

人口や説明変数の将来予測は誤差が伴うので、将来における真値と推定値の間に誤差率を導入する⁴⁾。人口について全体とゾーンについて次のように予測値を定義できる。

$$P = P^* (1 + \alpha(P)), \quad P_i = P_i^* (1 + \alpha(P_i)) \quad \text{--- (7)}$$

P : 将来予測値(人口), P^* : 人口の将来真値, P_i : ゾーンの人口予測値, P_i^* : ゾーンの人口真値, $\alpha(P)$; P に関する誤差率

また P と P_i の間には、 $P = \sum P_i$ --- (8) が成立しなければならないから (7), (8) 式から次のような関係

$\alpha(P) = \sum P_i^* \alpha(P_i) / P^*$ --- (9) が得られる。これは、全体の誤差率 $\alpha(P)$ とゾーンごとの誤差率 $\alpha(P_i)$ とが満たすべき条件式となる。 $\alpha(P)$ の絶対値と符号は一樣乱数で与える。ゾーンごとの誤差率 $\alpha(P_i)$ を決めるが、 $\alpha(P)$, $\alpha(P_i)$ は

(9) 式を満たさねばならないから次のように置きかえる。 $\alpha(P_i) = \alpha(P) / C$, $C = \sum P_i^* \alpha(P_i) / P^* \alpha(P)$ --- (10)

集計方法は分類法をとるので、以下説明変数の平均値として論ずる。人口と同様に、説明変数の予測値 Y は、

$$Y = Y^* (1 + \alpha(Y)), \quad Y^*: \text{説明変数の将来真値} \quad \text{--- (11)}$$

この場合の $\alpha(Y)$ の符号は乱数により決定する。

4. おさび

本論文では具体的な例について述べたが、たとえば選択肢が3つ以上あるといった、より一般的な問題について同様な手法により予測モデルの精度を検計することが出来る。結果は当日発表とする。

表 1 説明変数の説明

変数	自家用車利用の効用 U_{1i}	公共交通機関利用の効用 U_{2i}
X_{j11}	1	0
X_{j12}	自家用車による走行所要時間	公共交通機関による走行所要時間
X_{j13}	自家用車による付帯的通勤所要時間	公共交通機関による付帯的通勤所要時間
X_{j14}	自家用車による交通費用	0
X_{j15}	0	公共交通機関の運賃
X_{j16}	自家用車の保有状況 保有: 1 非保有: 0	0
X_{j17}	1: 通勤先がダウンタウンで 0: その他 ある	0

X_{j16} : 個人 i の選択肢 j に関する k 番目の説明変数

(参考文献)

- 1) 安塚 典吉「交通需要予測モデルにおける誤差分析」, 1985, 土木学会中部支部 石川発表会 臨海地区発表, P332-335
- 2) 林十郎「交通需要予測における非集計モデルによるアプローチ」, 大阪・京大・神戸大, 1985, 3
- 3) 佐々木 隆「交通工学」, 国土科学社
- 4) 奥谷 節田「シミュレーションによる道路交通需要予測 各駅間の影響度分析」, 土木計画学研究会 発表, 1986, P51~P58