

交通需要予測モデルにおける誤差分析

信州大学工学部 正会員 奥谷 巖
 信州大学工学部 学生員 ○安塚 弘明

1. はじめに

近年、個人の行動原理を表現する有効な交通需要予測手法、非集計モデルが研究され、多方面に使用されてきた。しかしその反面、非集計モデルに關しての信頼性はほとんど研究されていない。そこで本論文ではシミュレーションを行うことにより非集計モデルと従来どりの集計モデルの信頼性を相互比較することにより検討を加えていく概略を述べるものである。

2. シミュレーションの方法

非集計モデルは、観測不可能な個人の好みなどを確率的に表現された誤差項が存在するが、この誤差項をどのような分布に仮定するかで、ロジットモデル、プロビットモデルなど種々のモデルが考えられるが、ここでは比較的多く使用されているロジットモデルを主たる例として取扱っていく。

いま、一般に多くの選択肢がある場合、効用関数 U_{ji} は次のように表わされる。

$$U_{ji} = V_{ji} + \varepsilon_{ji}, \quad (1) \quad i \text{ にし, } Z_{ji} = (Z_1^i, Z_2^i, \dots, Z_K^i)^T, \\ V_{ji} = b Z_{ji}, \quad (2) \quad b = (b_1, b_2, \dots, b_K).$$

ここで U_{ji} は個人 i が選択肢 j を選択する効用で、 V_{ji} は個人 i の社会経済的屬性や、選択肢 j の交通機関特性などからなる観測可能な共通項である。また、 ε_{ji} は、観測不可能な要因を確率的に表現された誤差項である。 b はパラメータのベクトル表示で、 Z_{ji} は説明変数のベクトル表示である。 Z で個人 i が選択肢 j を選択する確率は一般的に次のように定義することが出来る。

$$P_{ji} = P_r(U_{ji} > U_{ki}), \quad j \neq k, \quad k=1, 2, \dots, J \quad (3)$$

J : 選択肢の数。ただし、 $P_r(U_{ji} = U_{ki}) = 0$ とする。

(1) 式の誤差項を互いに独立で同一なグンベル分布、 $F(\varepsilon) = \exp[-\exp(-\varepsilon)]$ と仮定することにより (3) 式で表現されている選択確率は次式のように誘導される。

$$P_{ji} = \frac{1}{\sum_{k=1}^J \exp b(Z_{ki} - Z_{ji})} \quad (4) \quad \text{ここで } P_{ji} \text{ は個人 } i \text{ が選択肢 } j \text{ を} \\ \text{選択する確率}$$

上式はロジットモデルと呼ばれる。ロジットモデルは、その構造の論理の簡潔さと操作性の高さで、より多く用いられている。しかし実際は誤差項は個人によって色々な分布が考えられるにめ、シミュレーションを行うことは有意義であろう。一般に誤差項 ε の分布はある関数形 ($F = F(\varepsilon)$) で表現される。一例では、グンベル分布などは一般に

$$F(\varepsilon) = \exp(-\exp(-w(\varepsilon - \alpha))). \quad (5) \quad w, \alpha \text{ はパラメータ}$$

と表現される。上の例でも、グンベル分布のパラメータ w, α は、個人の間でも、選択肢の間でも、異なるので、シミュレーションで得られる真の選択確率と (4) 式の理論式との間には誤差が生ずる。

次に仮想母集団の作成を行う。まず説明変数 Z の設定だが、この説明変数も個人、選択肢により異なるので、乱数などを使用することにより変数間に異差をつけなければならない。この説明変数に

取り入れられるものには、個人の社会経済的屬性や選択肢の特性があり、これらは種類に属しているもので、どのような説明変数をモデルの構築に使用するかで説明変数の値の設定方法も異なってくるであろう。例えば、コストに関する説明変数など個人により値が異なってくるものなどは、正規乱数を発生させて決定してもよいし、一様乱数で決定してもよいだろう。どちらにしろ、取扱う説明変数が一般的にどのような性質を持っているか、またどのように性質づけさせたいかによって、臨機応変に対応することが望まれる。パラメータ値に関しては、これも個人、選択肢により誤差が存在するので、この値もそれぞれ変化を与えねばなるまい。

次に仮想母集団の需要量と選択確率の真値を求める方法だが、最も一般的な式(3)に基づき、効用の大小で決定する。即ち、 Z のデータが既に与えられているので効用 U_{ij} は求まる。そこで次のような条件、 $(U_{ij} > U_{ik}, \text{ 任意 } j, k = 1, 2, \dots, J)$ が成立する人数(N_{ij})が作成されたとすると、母集団全体の、真の需要量(Q_j)、選択肢 j を選択する確率(P_j)はそれぞれ次のように与えられる。

$$Q_j = N_{ij} \quad (6) \quad , \quad P_j = N_{ij}/J \quad (7) \quad J: \text{ 仮想母集団全体の人数}$$

以上により真値が得られた。これに対して推定モデルで需要量を推定したときの信頼性について後述していく。

3. 集計モデルと非集計モデルの信頼性の相互比較。

一般に集計モデルの選択確率は次式で表わされる。

$$P_j = f(x, \alpha) \quad (8)$$

上式で x は変数ベクトルで、仮想母集団から抽出された値から求める。 α はパラメータベクトルである。最尤推定法などで集計、非集計モデルのそれぞれのパラメータ α 、 θ を同定し、同定したパラメータを用い(4)式と(7)式から選択確率を推定することが出来る。これらの選択確率から交通需要量を求めるとき、集計モデルは仮想母集団そのものから抽出し、一方、非集計モデルでは、その特性を生かすためあらかじめ仮想母集団を、類似した特性をもついくつかのグループに層分けしておき、そのグループ別にサンプルを抽出し求める。なお非集計モデルの場合、グループごとの拡大率を用いるが、層別に分割するとき基準となる属性などにもある程度推定されるものもあるので拡大率に誤差を与え、その値を用いるとより現実的になるであろう。以上より推定された需要量と真の需要量とを比較して両者のモデルの信頼性を問うことが出来る。(図1にフローチャートを示す)

4. おわりに

本論文はロジットモデルを一例として考えてきたが、理論式(4)式を他のモデル、例えば、プロビットモデルなど、に変換するだけで他のモデルの信頼性を検討するのにも、上のような概略で行えるかもしれない。

参考文献 1) 桐越信, 坂本直幸: "非集計ロジットモデルの誤差分析"
交通工学 Vol.17, No.6 P13~P22

2) Thomas A. Domsenich, Daniel McFadden "Urban Travel Demand"
North-Holland / American Elsevier

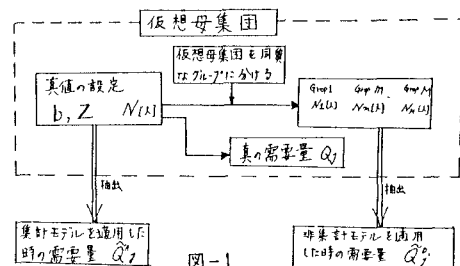


図-1