

IV-201 非集計ロジットモデルに関する若干の考察

広島大学 正員 杉 恵 頼 寧

1 は じ め に

近年欧米諸国に続いてわが国においても非集計型の交通機関選択モデルの研究が盛んに行われ、その有用性は理論的に多く証明されているが、その実用化に当ってはまだいくつかの問題が残されている。本研究はそのうち、a) 非集計モデルの集計化、b) キャリブレーションに必要なデータ数、c) モデルの地域間移動可能性について検討したものである。データは昭和54年9月尾道・三原都市圏で行なわれた通勤アンケート調査を用いる。

2 非集計型ロジットモデルのキャリブレーション

本研究では次のような多項ロジットモデルを用いた。

$$P(i, A_t) = e^{Z_{it}} / \sum_{k=1}^K e^{Z_{itk}}, \quad Z_{it} = \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot X_{itk} \quad (1)$$

ただし、 A_t : 個人 t が利用可能な交通手段、 $P(i, A_t)$: A_t の中から交通手段 i を選択する確率、 Z_{it} : 個人 t が交通手段 i を利用する時の効用、 X_{itk} : 個人 t に対する交通手段 i の変数 k の値、 β_k : 変数 k のパラメータ、 K : 変数の総数

ここでは、 $i=3$ で鉄道172人(17%)、バス181人(18%)、乗用車666人(65%)となっている。(1)式で用いる変数は、利用可能な変数の中から種々の検討の結果、表-1に示した変数が有効であることがわかった。同表のモデル1はこれらの全ての変数を入力した時の結果である。各列の数字は(1)式の右の値を示しており、(1)内は t 値である。ここで、サービス変数のパラメータ β の符号は論理上全てマイナスにならなければならないが、所要時間、アクセス距離がプラスとなっている。そこで、これら2つの変数を除いたのがモデル2である。パラメータの符号は全て論理的であり、 t 値も全て高くなっている。

3 非集計モデルの集計化

非集計型のモデルは個人の交通行動特性を明解に説明できるが、現実の交通問題に適用するにはゾーンレベルへの集計が必要になる場合がある。その集計方法によっては集計誤差 (Aggregation bias) が生じるので、前節のモデル2を用いてこの問題を検討してみる。

個人レベルの交通機関の選択をゾーンレベルに集計し、ゾーン n の交通機関 i の分担率 P_{in} を求めるには、(1)式によって得られた個人 t の交通機関 i に対する選択確率 P_{it} を次式のようにゾーン n に属するすべての人 T_n で集計すればよい。

$$P_{in} = \sum_{t=1}^{T_n} P_{it} / T_n \times 100 \% \quad (2)$$

ここで、個人 t の利用可能な交通手段 A_t の中で、 P_{it} が最も大きい場合 $Q_{it}=1$ 、そうでない場合 $Q_{it}=0$ とすれば、次のような集計も可能である。

$$P_{in} = \sum_{t=1}^{T_n} Q_{it} / T_n \times 100 \% \quad (3)$$

非集計モデルを将来予測に適用する場合、ゾーンに属するすべての人に対して表-1の1)~8)の変数の値が全て予測できるとは限らない。これらの変数に対してゾーンレベルの平均値 $\bar{X}_{in}$ しか予測できない場合は次式で集計することが可能である。

$$P_{in} = P_i(\bar{X}_{in}) = e^{\bar{Z}_{in}} / \sum_{k=1}^K e^{\bar{Z}_{ink}} \times 100 \% \quad (\text{ただし: } \bar{Z}_{in} = \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot \bar{X}_{ink}) \quad (4)$$

表-1のモデル2では性別と車の保有がダミー変数となっているので、(4)式をそのまま適用できない。このような場合は、ダミー変数の組み合わせによってサブグループに分け、サブグループごとに(4)式を適用

表-1 非集計型ロジットモデル

1: 鉄道, 2: バス, 3: 乗用車

変 数	交通機関	モデル1	モデル2
1) 性別 $\begin{cases} 0=\text{男} \\ 1=\text{女} \end{cases}$	3	-1.73 (5.8)	-1.77 (6.2)
2) 車の保有 $\begin{cases} 0=\text{有} \\ 1=\text{無} \end{cases}$	3	-5.22 (8.9)	-5.28 (9.1)
3) 交通費(万円)	1~3	-0.80 (9.5)	-0.80 (10.6)
4) 所要時間(分)	1~3	0.30 (4.6)	—
5) アクセス(km)	2,3	0.27 (3.5)	—
6) エグレス(km)	2,3	-0.57 (4.6)	-0.54 (4.6)
7) 運行間隔(分)	2,3	-0.26 (5.7)	-0.14 (3.9)
8) 乗換回数(回)	2,3	-2.04 (10.5)	-1.64 (9.9)
約 中 率 (%)		88.6	86.8
$\bar{r}^2$		0.637	0.615

すればよい。すなわち、サブグループをS個、nグループに属する個人の総数を $T_n^{(s)}$ とし、グループnの交通機関kに対する変数xの平均値 $\bar{x}_{kn}^{(s)}$ が求まれば、ゾーンnの分担率は次式で求まる。

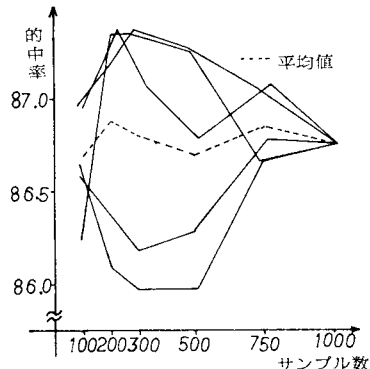
$$R_n = \sum_{s=1}^S P_s (\bar{x}_{kn}^{(s)} \cdot T_n^{(s)}) / T_n \times 100 \% \quad (5)$$

本研究では、サンプル数が少ないので、着ゾーンレベルごとに集計し、(2),(3),(5)式の推計誤差を計算してみる。当都市圏では着ゾーンレベルに集計すると10トリップ以上あるゾーンが3ゾーンあり、推定された分担率および分担量のパーセントRMS誤差を交通機関別に求めると表-2のようにになる。これを見ると、いずれの集計手法も乗用車の推計誤差が一番小さく、鉄道の推計誤差が一番大きくなっている。分担率と分担量では、後者の方が一般に推計誤差が小さい。集計手法間の比較を行うと、分担率の推定に対しては、(2),(3)式であまり大きな差が見られないが、(5)式は若干誤差が大きくなっている。これは(1)式の変数x_{kn}に対してゾーンレベルの平均値を用いたことによる集計誤差が生じたものと思われる。しかし、分担量に対しては、これから3手法の間にあまり大きな差は見られず、将来予測に対しては(5)式による集計は十分適用可能と考えられる。

表-2 集計結果の%RMS誤差

集計方式	交通機関	分担率	分担量
(2)式	乗用車	15	11
	バス	20	19
	鉄道	56	33
(3)式	乗用車	10	6
	バス	24	28
	鉄道	43	23
(5)式	乗用車	20	10
	バス	28	24
	鉄道	68	33

図-1 サンプル数と的中率の関係



4 キャリブレーションに必要なデータ数
非集計モデルは集計モデルに比べてモデルのキャリブレーションに必要なデータが少なくすむという利点を有する。表-1のキャリブレーションは10/9の利用可能な全てのデータを使用した。このデータの中からランダムに750, 500, 300, 200, 100個のデータを取り出してモデルのキャリブレーションを行い、サンプル数とモデルの精度の関係について検討してみる。モデルの精度は10/9個のデータに対する的中率で表すことにした。サンプルの取り方を変えて5通り同じような作業を行い、その的中率を示すと図-1のようになる。サンプル数を少なくすることによって、特に的中率が低下する現象は見られない。しかし、サンプル数を少なくするにつれて、各変数のt値はしだいに小さくなり、サンプルを100にするとパラメータの符号が非論理的になる場合も生じた。これによって、モデルとしてはサンプル数の多い方が優れており、どの程度のサンプル数で十分かどうかについては明確な結論は得られなかった。

表-3 ロジットモデルの都市間比較

変数	交通機関	尾道	三原
1) 性別 (男=1, 女=0)	3	-2.32 (5.1)	-1.29 (3.4)
2) 車の保有 (有=1, 無=0)	3	-4.48 (6.3)	-7.03 (5.3)
3) 交通費(100円)	1~3	-0.72 (6.3)	-0.80 (8.0)
6) エグレス(km)	2,3	-0.19 (1.2)	-1.01 (4.5)
7) 運行間隔(分)	2,3	-0.17 (2.3)	-0.08 (1.7)
8) 乗換回数(回)	2,3	-1.75 (6.4)	-1.66 (7.7)
的中率 (%)		86.0	88.1
$\bar{r}^2$		0.612	0.629
()内の都市のモデルを用いた時の中率(%)		86.3 (三原)	87.3 (尾道)

5 モデルの移転可能性
個人個人の交通行動特性は各都市圏によってあまり大きく違わないと考えられるので、ある地域で開発した非集計モデルは集計モデルに比べて他の都市圏への移転可能性が大きいと一般に言われている。当都市圏は、尾道市と三原市を中心とする2つの都市から構成されているので、この両都市間の非集計モデルの移転可能性について検討してみる。表-1のモデル2のタイプを2つの都市で別々に作成し、そのモデルを他の都市に適用した場合の的中率を比較すると表-3のようになる。両都市のモデルのパラメータを比較すると、あまり大きな差はなく、モデルを相互に適用した場合の的中率もほとんど差がないので、両都市間のモデルの移転可能性は大きいものと考えられる。