

横浜市企画調整局 正員 鈴木 伸哉
 東京大学都市工学科 学生員 原田 昇
 ” 正員 大田 勝敏

1. はじめに

非集計(行動)モデル(Disaggregated Behavioral Model)あるいは個人選択モデル(Individual Choice Model)は、従来の交通需要予測において用いられているゾーンレベルの集計値に対する分析に対して、行動単位としての個人レベルのデータをそのまま用いて交通行動を説明しようとするものである。この研究では、非集計モデルの中で最も一般的なロジットモデルをとり上げて通勤・通学時の経路の選択および買物交通の手段選択の分析を行ない、ロジットモデルの適用性について検討を加えたものである。

2. 非集計モデルとロジットモデルの理論¹⁾

非集計行動モデルの特徴は、個人の意志決定プロセスを効用最大化理論(s.e. 代替物みえつがある場合、個人は最も高い効用が得られる代替物を選択する)を前提として説明できる点にある。効用関数 U_i には、価値判断の個人差を表わす社会経済特性(個人属性)SEと代替物特性(サービス変数)LOSが関係しており、観測不能等の理由によりモデルに組み入れられなかった要因が変動する確率項 ε_{ij} として表わされる。すなわち、個人 i が j 個の代替物の中より j を選ぶ確率 P_{ij} と効用関数 U_{ij} との関係は次のようになる。

$$\text{選択確率 } P_{ij} = \text{Prob}(U_{ij} > U_{ik}), k=1,2,\dots,j, k \neq j \quad (1)$$

$$\text{ここで } U_{ij} = V(\text{LOS}_{ij}, \text{SE}_i) + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

この ε_{ij} の確率密度分布の仮定により(2)の累積分布関数について種々のモデルが導出される。ロジットモデルは、 ε_{ij} が相互に独立のWeibull分布する場合である。

$$\text{ロジットモデル } P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_k \exp(V_{ik})} \quad (3)$$

一般に、効用関数(2)は線型と仮定する。すなわち、

$$V_{ij} = \alpha_j + \sum_k \beta_k \text{LOS}_{ij}^k + \sum_l \gamma_l \text{SE}_i^l \quad (4)$$

ここで、 k, l はサービス変数および個人属性の変数であり、

定数項 α_j は、モデルに代入されなかった諸要因による総合的影響を表わすもので、代替物が明確に区別

される場合(ranked alternative)に意味を持つ。また、係数の値から時間価値などを含めて、変数間の相対的重要性と弾力性が容易に算定できる。

係数の推定は最尤推定法による行われ、モデルの適合性を示す指標としては、モデル式全体の有意性を表わす χ^2 値、モデルがデータ変動の何%を説明したかを相対的に示す指標としての \bar{r}^2 値、そして各係数についての t 値が一般に用いられる。

3. ロジットモデルの適用例(二項選択)

3.1. 東大への出勤・通学における経路選択(表1)

この分析は、昭和50年度の音楽哲の卒業の障校集されたアンケート調査結果(有効票156、回収率78.5%)について再分析したものである。²⁾ここでは、公共輸送機関利用者の利用経路と代替経路の回答結果について、各経路は乗換回数の多少で区別されるranked alternativeと考え、乗換回数が同じ人を除いた100ケースについて分析した。従属変数 P_{ij} は、
$$P_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{乗換回数の少ない経路を選択(実績65人)} \\ 0 & \text{多し(35人)} \end{cases}$$
である。独立変数はサービス変数13、個人属性5変数について有効な組み合わせを選んだ。

表1: 出勤通学の経路選択のロジットモデル

独立変数	case1	case2	case3
定数項	0.1120	0.2508	-0.3345
性別	$\mu = 0.71$ $\sigma = 0.208$		0.4752 (1.641)
所要時間差 ΔT	$\mu = -6.585$ $\sigma = 275.498$ (4.538)	-0.059	-0.0620 (4.499)
乗車時間差 ΔRT	$\mu = -4.135$ $\sigma = 148.206$	-0.0664 (3.901)	
待ち時間差 ΔWT	$\mu = -6.220$ $\sigma = 43.425$	-0.0407 (1.662)	
端末時間差 ΔDDT	$\mu = 5.825$ $\sigma = 72.431$	-0.0505 (3.018)	
ラッシュアワーか	$\mu = 0.29$ $\sigma = 0.2480$		0.4653 1.448
適中率(%)	79	77	82
χ^2 値(自由度)	38.90(1)	36.88(2)	43.19(3)
\bar{r}^2	0.286	0.255	0.305

表1の分析結果によると、出勤・登校の経路選択では、経路の時間特性が有効で、他のサービス変数(乗換回數差、所費金額差等)は有効でなかった。料金差のデータは定期・通勤手当を勘案してつないたため問題がある。個人属性では、性別が有効で、年齢・職種・収入は有効でなかった。これは、大学関係者の通勤・通学という特定の対象に絞ったためであろう。またラッシュ時性は、単独では尤値が低いがケース3のように時間変数と組み合わせると有効になった。これはサービス変数の時間帯別の相関を表わすものと考えられる。所費時間を分けて分析したケース2では、待ち時間と端末時間に対して、乗車時間の才が選択に重要な影響を与えるというように、一般常識と逆の結果となった。そこで対象をラッシュ時とどう分けて分析したとこ、ラッシュ時のデータではこの関係が逆転した。

このように有効な変数が限定され、しかも所費時間のみで大部分が説明され、個人属性にほとんど影響されなという結果がこの場合の特徴である。今後の課題としては分類の軸を変えて unlinked alternative として分析を行なうことがある。

3.2 デパートへの買物における交通手段選択 - 表2 -

自転車と比較的普及し、電車の便も良い郊外住宅地として横浜市緑区長津町を対象として、デパートへの買物の場合の目的地と交通手段について代替物を含めてアンケート調査を行なった。³⁾ 有効票297の内、買物時に運転車もしくは同乗により車の便への可能性のある主婦113票を分析の対象とした。従属変数 P_{ij} は

$$P_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{電車を利用 (実績 63人)} \\ 0 & \text{車 " (" 50人)} \end{cases}$$

[変数の選択] 個人属性は単独で有効な変数が複数存在したので、このベストの組み合わせを求めた(ケース6)。サービス変数は単独では、料金差のみが有効であった。このため、単なる差ではない変数も各種試みた結果、RXX11(所費時間差/利用交通手段所費時間)が有効であった。

[分析結果の検討] SPN, AVAILA, RXX11(ケース1)を中心とする4変数モデルの代表例が表2である。一般的に5変数にすると \bar{P} 値は改善されるが、尤値の低い変数がみられた。ケース間の比較では、RXX11が個人属性と比べてかなり有効であること、AVAILAとHOYUDAIの両方を含むモデルが \bar{P} 値、適中率ともに良くなりかわかる。全体として、サービス変数よりも個人属性が効いたことは、買物の手段選択が価値観の個人差は、個人属性の暗示する個人レベルでの制約条件に強く左右されることを示している(AVAILA, HOYUDAIの重要性に注意)。はじめに分析対象を買物時に車を利用できる主婦に限定していることを念に合わせると、選択時の個人の制約条件の解明の重要性が指摘される。

4. 今後の検討課題

ロジットモデルと他の非集計モデルとの比較、予測への適用性の検討、多項選択モデルへの展開、「選択」の自由度は、制約条件の分析と予測、などが今後の研究課題である。

独立変数	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6
定数項	2.8965	4.9027	4.1733	5.1706	3.7544	5.5461
HOYUDAI $\mu=1.071$ 車保有台數 $\sigma=0.346$		-1.6348 (1.76)	-1.671 (2.23)			-1.2670 (1.73)
AVAILA $\mu=0.657$ 車使用可能性 $\sigma=0.347$	-1.3845 (3.08)	-1.4831 (2.96)		-1.7433 (3.37)		-1.4218 (3.10)
SPN $\mu=2.212$ 買物人数 $\sigma=1.213$	-0.8255 (4.97)	-0.9022 (5.11)	-0.8499 (4.75)	-0.9981 (4.88)	-0.8715 (4.59)	-0.8680 (4.99)
INCOME $\mu=3.894$ 所得(万円) $\sigma=1.175$				-0.4216 (2.60)	-0.3448 (2.31)	-0.3093 (2.11)
DD2 (atm.) $\mu=0.451$ 買物日(早退) $\sigma=0.500$			-0.7841 (2.50)		-0.7928 (2.54)	
RXX11 $\mu=0.013$ 相対時間差 $\sigma=0.434$	-1.3520 (2.89)	-1.6473 (3.05)	-1.4623 (3.14)	-1.5195 (2.92)	-1.2136 (2.85)	
χ^2	78.57	89.244	85.338	86.723	79.134	79.383
\bar{P}^2	0.493	0.5596	0.5335	0.5428	0.4920	0.4937
α (適中率)	0.8584	0.8938	0.8938	0.8584	0.8761	0.8584

表2 買物交通手段のロジットモデル

参考文献

- 1) T.A. Domencich and D. McFadden, Urban Travel Demand, North-Holland, 1975.
- 2) 青丸 哲「交通需要予測における非集計モデルに関する研究」昭和5年3月(学論)
- 3) 鈴木伸哉「個人選択モデルによる買物交通の分析に関する研究」昭和5年3月(学論)

(表2注)

1. 各係数の下の()は尤値.
2. AVAILAは買物時に車か利用できるとどうかを質問し、"はい"を0.2, "時々"を0.5, "ほとんど使えない"を1.0としたものである.