

IV-95 動的な交通手段選択行動の非集計モデルの構築

愛 知 県 正 員 ○藤田 泰弘
豊橋技術科学大学 正 員 廣 島 康裕
名古屋大学 正 員 河 上 省吾

1. はじめに

今日に至るまで、いわゆる非集計行動モデルは、交通需要の分析・予測のみでなく、様々な分野において、研究が盛んに行われてきた。しかし、研究が進むにしたがい、種々の課題が指摘されるようになってきたのも事実である。その一つに、「通常の非集計行動モデルは、一時点のクロスセクションデータから個人の行動の変化を推定するが、ある時点の実際の行動の変化は、それより以前の時点の影響を何らかの形で受けており（動的な過程）十分であるとは言えない。」という点が挙げられる。本研究では、この問題点に着目し交通サービスの变化にともなう選択行動の変化という動的な現象を探り上げ、そのプロセスにおいて考えられるべき行動メカニズムを体系的に整理し、特に車からマストラへの転換現象に限ってこれらの行動メカニズムを採り入れた非集計交通手段転換モデルを構築し、その有効性を検討する。

また、上記モデルを構築する際、時点間の变化を考えることになり、2時点以上のデータが必要となる。その一つとして、パネル調査に基づくデータが挙げられるが、収集が困難である、変化の状況をコントロールできない、などの問題点があるため、本研究では、特別に設計した意識調査に基づくデータを用いて、モデルを推定する。

2. モデルの一般的定式化

本研究では、通常の非集計行動モデルにおいて採用されている確率効用関数に基づく効用最大化行動仮説の考えにしたがい、車からマストラへの交通手段転換モデルを定式化する。今、個人*i*がマストラを利用する場合と車を利用する場合との効用差を U_i^t とし、これを次式のように分ける。

$$U_i^t = V_i^t + \varepsilon_i^t \quad \text{式(1)}$$

$$C_i^t = C_0 + R_i^{t-1} \quad \text{式(2)}$$

ここに、 V_i^t は、客観的要因と対応づけが可能な項であり、 ε_i^t は一般的な誤差項である。式(2)は転換抵抗であり、一時点前の交通サービス水準 R_i^{t-1} によって異なるとする。そして、サービス状態が $t=G$ から t

$=N$ に変化し、効用差が U_i^G から U_i^N になった場合を考え $U_i^N > C_i^N$ となれば車からマストラへ転換するとする。ところで、 ε_i^t が純粋にランダムでなく時点間で相関を持つため、この場合の U_i^G と U_i^N も相関を持つことになり、図-1のような二次元分布が考えられる。このとき、 $t=N$ での個人*i*の車からマストラへの転換確率は以下の二通りの方法によって得られる。

2-1) U_i^N の条件付き周辺分布を考える方法

転換確率を求める一つの方法として、 $U_i^G < C_i^G$ が与えられたときの U_i^N の条件付き周辺分布を考える方法がある。この場合、 U_i^G 、 ε_i^G がそれぞれ平均0、分散 σ_G^2 、平均0、分散 σ_N^2 の正規分布にしたがうとすると、次の平均 η 分散 σ_{NG}^2 を持つ正規分布となる。

$$\eta = -\rho \sigma_{NG} W (C_i^G - V_i^G) \quad \text{式(3)}$$

$$\sigma_{NG}^2 = \sigma_N^2 \left[1 - \rho^2 \left\{ \frac{C_i^G - V_i^G}{\sigma_G} W (C_i^G - V_i^G) + W (C_i^G - V_i^G)^2 \right\} \right] \quad \text{式(4)}$$

ただし

$$\rho = \frac{\sigma_{GN}}{\sigma_G \sigma_N} \quad (\rho \text{は相関係数, } \sigma_{GN} \text{は } \varepsilon_i^G \text{ と } \varepsilon_i^N \text{ の共分散})$$

$$W (C_i^G - V_i^G) = \frac{\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(C_i^G - V_i^G)^2}{2\sigma_G^2} \right\}}{\int_{-\infty}^{\infty} \frac{C_i^G - V_i^G}{\sqrt{2\pi} \sigma_G} \exp \left\{ -\frac{\varepsilon_i^G{}^2}{2\sigma_G^2} \right\} d\varepsilon_i^G}$$

これを用いれば、個人*i*の $t=N$ における車からマストラへの転換確率 P_i^N は、図-1の①の部分の比率となり、式で表すと次のようになる。

$$P_i^N = \int_{C_i^N - V_i^N}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{NG}} \exp \left\{ -\frac{(\varepsilon_i^N - \eta)^2}{2\sigma_{NG}^2} \right\} d\varepsilon_i^N \quad \text{式(5)}$$

2-2) U_i^G 、 U_i^N の二次元分布から直接求める方法

ここでは、2-1)に示したような周辺分布は考えず図-1に示す二次元分布から直接転換確率を求める方法を述べる。この場合、転換確率 P_i^N は $U_i^G < C_i^G$ の部分のうちの図の②の部分の比率であり、 ε_i^G と ε_i^N の同時密度関数を $f(\varepsilon_i^G, \varepsilon_i^N)$ とし、式で表すと次のようになる。

$$P_{i^N} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{C_{i^N} - V_{i^N}}{C_{i^N} - V_{i^N}} f(\epsilon_{i^N}, \epsilon_{i^N}) d\epsilon_{i^N} d\epsilon_{i^N}}{\int_{-\infty}^{\infty} \frac{C_{i^N} - V_{i^N}}{C_{i^N} - V_{i^N}} f(\epsilon_{i^N}) d\epsilon_{i^N}} \quad \text{式(6)}$$

3. 本研究で用いるモデル

前述の式(6)の同時分布関数の部分は、非線形の形となり一般的に解くことが難しい。したがって、本研究では、その第一次近似として、この部分を線形近似し、さらに分布関数をロジスティック関数で近似することにより式(7)に示すMODEL-5(河上・廣島⁽¹⁾らによるモデルをMODEL1~4とする)を導出する。

$$P_{i^N} = \frac{\text{EXP}[\lambda(V_{i^N} - C_{i^N})/\sigma] - \text{EXP}[\lambda(V_{i^N} - C_{i^N})/\sigma] \rho}{\text{EXP}[\lambda(R_{i^N})/\sigma] + \text{EXP}[\lambda(V_{i^N} - C_{i^N})/\sigma]} \quad \text{式(7)}$$

式(7)は、 $\rho = 0$ 、 $R_{i^N} = 0$ とすれば、MODEL-1に等しく、 $\rho = 0$ とすれば、MODEL-2に等しく、 $\rho = 1$ 、 $R_{i^N} = 0$ とすれば、MODEL-3に等しく、 $\rho = 1$ とすれば、MODEL-4に等しくなる。ゆえに、MODEL-5はMODEL-1~4を統合したモデルであるといえる。

4. データの概要

本研究は、3. で定式化したモデルの推定において意識データを用いるものとするが、通常の意識データに見られるような全くの架空の状態に対して調査を行うために現実性がないという欠点を補うため、現在の代替マストラサービスレベルに照らし合わせ、個人に対し各要因ごとの現在の代替マストラサービスレベル、転換に踏み切るマストラのサービス改善限度値を聞いている。例えば、代替マストラサービスレベルの乗り換え時間が短縮されたとしたら、車利用をやめるかどうか、もしやめるとしたら、どれぐらいに短縮されたらやめるか、という形で質問を行っている。これより、転換モデルのキャリブレーションのための必要となる変化時の交通サービス条件とその時の利用交通手段に関するデータを作成する。

また、データ数を増やすという目的から、サービス水準の回答値の得られていない不完全データに対し、ゾーンごとの平均値を与えている。

5. 計算結果とそれに対する考察

表-1に、従来のモデルMODEL-1~4および本研究で提案したモデルMODEL-5について最尤推定法によりパラメータ推定を行った結果を示す。これを見ると、MODEL-5は、適合度自体は他のモデルに比べて大差はないが、モデル推定段階で ρ を推定することが可能となったことがわかる。

6. 今後の課題

本研究では、2時点間のデータを用いてモデルの推定を行っているため、以前の時点の影響を1時点前のものだけに限っている。しかし、実際の現象の場合、ある時点の行動にはそれより以前の全ての時点の要因（少なくとも数時点前）が影響してくると考えられる。したがって、動的なモデルを構築する際、どの時点までの影響を取り入れるかが大きな問題である。

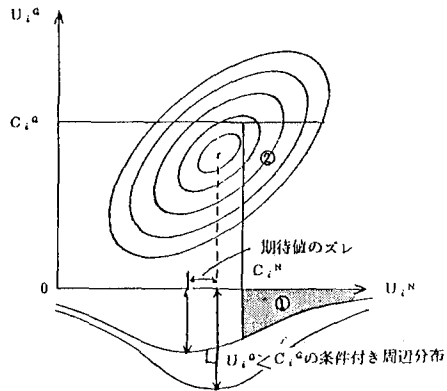


図-1. モデルの概念図

表-1. 意識データに基づくモデルの推定結果

	MODEL-1	MODEL-2	MODEL-3	MODEL-4	MODEL-5
定数	-1.74 (5.39)	-0.25 (0.66)	-10.4 (6.83)	-4.00 (3.96)	-2.22 (2.44)
年収0~200万円	0.41 (1.28)	0.37 (1.01)	1.07 (0.56)	0.65 (0.65)	0.56 (1.07)
~300万円	0.22 (0.79)	0.25 (0.79)	1.47 (0.97)	0.75 (1.24)	0.47 (1.08)
~400万円	0.02 (0.07)	0.06 (0.20)	2.40 (1.63)	0.73 (1.21)	0.33 (0.76)
~600万円	-0.42 (1.54)	-0.43 (1.46)	-0.99 (0.59)	-0.53 (0.68)	-0.46 (1.10)
所要時間差					
後	-0.01 (2.43)	-0.06 (10.05)	-0.02 (11.19)	-0.31 (6.80)	-0.04 (5.50)
前		-0.05 (7.69)		-0.02 (2.50)	-0.03 (3.39)
待ち時間					
後	-0.05 (4.75)	-0.41 (9.59)	-0.24 (10.41)	-0.32 (8.52)	-0.33 (7.59)
前		-0.34 (7.99)		-0.19 (3.88)	-0.24 (4.63)
徒歩時間					
後	-0.04 (4.66)	-0.18 (9.08)	-0.08 (8.21)	-0.12 (6.70)	-0.14 (6.04)
前		-0.15 (7.24)		-0.07 (3.01)	-0.09 (3.49)
出発時間差					
後	-0.06 (5.64)	-0.28 (11.41)	-0.14 (10.34)	-0.19 (8.46)	-0.21 (7.35)
前		-0.22 (9.24)		-0.11 (3.50)	-0.15 (4.33)
相関係数 ρ					0.78 (6.96)
平均転換					
全体	0.420	0.420	0.406	0.410	0.417
非転換者	0.370	0.293	0.281	0.276	0.290
転換者	0.488	0.594	0.579	0.596	0.594
尤度値	-639	-532	-548	-539	-527
尤度比 $\rho < 0.05$	0.108	0.256	0.236	0.249	0.264
約中率					
全体	66.21	75.71	74.91	75.91	75.61
非転換者	78.31	84.21	83.21	82.51	82.81
転換者	49.31	64.11	63.41	66.81	65.71

参考文献

- 1) 広島康裕：交通施設に対する地域住民の評価と交通行動の分析方法に関する研究，名古屋大学学位論文，1986-11