

IV-35

意識データによる非集計交通手段転換モデルの構築に関する研究

名古屋大学大学院 学生会員 藤田泰弘
 名古屋大学工学部 正会員 広島康裕
 名古屋大学工学部 正会員 河上省吾

1. はじめに

従来の非集計交通手段選択モデルは、実際の行動に対する一時点のクロスセクションデータを用いてモデルの推定を行っていた。しかし、これは交通サービスの変化に伴う行動の変化という動的な現象をとらえるには、不十分であると考えられる。なぜなら、実際の行動には転換抵抗のようなものが存在すると考えられるし、また個人の交通サービスに対する評価は、その個人がどの交通手段を利用していたかによって異なると考えられるからである。したがって、これらの点を考慮した非集計交通手段選択モデルを構築しその有効性を検討することは意義のあることであると思われる。

また、時点間の変化を考える場合、2時点以上のデータが必要となる。その1つの収集方法としてパネル調査があるが、収集が困難である、変化の状況をコントロールできない、などの欠点がある。一方特別に設計された意識調査はこうした目的にとって有効となると考えられる。

上記の考えをもとに、河上・広島らは意識調査に基づく車利用者のマストラへの転換モデルに関する研究を行っている。これを、継続発展させようとするのが本研究であり、具体的には、より適合度の高いモデルの開発、転換モデル構築のためのデータ作成法の検討、実際の転換行動によるモデルの修正などを行う。

2. 本研究で用いる手段転換モデル

本研究では、通常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従って交通手段転換行動のモデル化を試みる。ただし、ここでは交通手段の転換という動的な現象を扱う事に伴い、若干考え方を要する。今、あるサービス状態 t において、個人 i がマストラを利用する場合の効用と車を利用する場合の効用との差を U_i^t とした時、それが次式のように表される。

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

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

ここに、 V_i^t は客観的要因と対応づけが可能な項、 C_i^t は転換抵抗、 ε_i は個人間で変化した時点間では変化しない誤差項、 ε_i^t は個人間でも時点間でも変化する、いわゆるランダムな誤差項である。そして、サービス状態が $t = G$ から $t = N$ に変化した、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。この式(1)、式(2)に様々な

表1 各モデル構築のための仮定

仮定を置くことにより、MODEL-1~5が考えられるが、この仮定を表に表すと表1のようになる。

モデル		MODEL-1	MODEL-2	MODEL-3	MODEL-4
条件	確				
	率				
	項				
	抵				
抗	項				
	項				

また、推定に用いたモデル式は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{MODEL-1} & P = 1 / \{ 1 + \exp(\beta_0 + \sum \beta_k x_{ki}^N) \} \\ \text{MODEL-2} & P = 1 / \{ 1 + \exp(\beta_0 + \sum \beta_k x_{ki}^N) - \sum \alpha_k x_{ki}^G \} \\ \text{MODEL-3} & P = \frac{\exp(-\sum \beta_k x_{ki}^N - \beta_0) - \exp(-\sum \beta_k x_{ki}^G - \beta_0)}{1 + \exp(-\sum \beta_k x_{ki}^N - \beta_0)} \\ \text{MODEL-4} & P = \frac{\exp(-\sum \beta_k x_{ki}^N - \beta_0) - \exp(-\sum \beta_k x_{ki}^G - \beta_0)}{\exp(-\sum \alpha_k x_{ki}^G) + \exp(-\sum \beta_k x_{ki}^N - \beta_0)} \\ \text{MODEL-5} & P = \frac{\exp(-\sum \beta_k x_{ki}^N - \beta_0) - \exp(-\sum \beta_k x_{ki}^G - \beta_0)}{\exp(-\sum \alpha_k x_{ki}^G) + \exp(-\sum \beta_k x_{ki}^N - \beta_0)} \end{aligned}$$

ただし、 $V_i^t = \beta_0 + \sum \beta_k x_{ki}^t$ 、 $R_i^{(t-1)} = \sum \alpha_k x_{ki}^{(t-1)}$
 β_0 は C_0 を含む、 x_{ki} は車とマストラの差とする。

次にMODEL-4を例に考え方を示す。このモデルは、転換抵抗がサービスの変化する前の交通サービス水準によって異なると考える。誤差項は式(1)において $\varepsilon_i^t = 0$ として考える。すなわち、サービス変化前 $t = G$ において 個人 i に対する ε_i の存在範囲は次式で表される。

$$\varepsilon_i = C_0 + R_i^G - V_i^G \dots \dots \dots \text{式 (3)}$$

したがってサービス変化後の個人 i の効用差 U_i の存在範囲は以下のようになる。

$$U_i^N = V_i^N + \varepsilon_i < C_0 + R_i^G - V_i^G + V_i^N \dots \dots \text{式 (4)}$$

故に個人 i のマストラへの転換確率 P_i は、 ε_i がワイブル分布に従うとすると式(5)のように表される。

$$P_i = 1/a [\Phi \{ (C_0 + R_i^G - V_i^G)/\sigma \} - \Phi \{ (C_0 + R_i^G - V_i^N)/\sigma \}]$$

$$\text{ここに } a = \Phi \{ (C_0 + R_i^G - V_i^G)/\sigma \} \cdot \text{式(5)}$$

この正規分布関数をロジスティック関数によって近似すれば、次式が導かれる。

$$P_i = \frac{\text{EXP}[\lambda (V_i^N - C_0)/\sigma] - \text{EXP}[\lambda (V_i^G - C_0)/\sigma]}{\text{EXP}[\lambda (R_i^G)/\sigma] + \text{EXP}[\lambda (V_i^N - C_0)/\sigma]} \text{式(6)}$$

3. 転換モデル構築のためのデータ作成法

本研究は、通常の意識データに見られるような全く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*i*に対し各要因*k*ごとの現在の代替マストラサービスレベル S_{ik}^M 、転換に踏み切るマストラのサービス改善限度値 R_{ik}^M 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。すなわち、ここで述べた S_{ik}^M より改善後の任意のサービスレベル $\alpha_{ik} \cdot S_{ik}^M$ (α_{ik} : サービス変化率)を設定し、これが R_{ik}^M より大であれば車利用のままとし、そうでないならば、マストラへの転換者とするのである。

4. 計算結果とそれに対する考察

本研究で行った計算結果とそれに対する考察を簡単に示す。

まず、本研究で提案してMODEL-1~5について最尤推定法によりパラメータ推定をした結果を表2に示す。これより、変化前のサービス水準の違いによる影響を何等かの形で考慮する必要があることがわかる。(ただし、MODEL-2~5は適合度には大して差がない。)

次に、データ作成の際に用いるサービス変化率の与え方の違いによる適合度の比較を表3に示す。これより0~1の一樣乱数をサービス変化率として用いるのが良いことがわかった。

次に、意識データモデルを実際にサービス変化のあった地域で得られた行動データに適用した結果を表4に示す。これより、どれも実際の転換行動を過大に予測する傾向がある事が分かった。

そこで、意識データを用いることによるバイアスを修正するために、実際の行動データからの情報を意識データに基づくモデルに結合した。

これらより新しく提案したモデルは、適合度はそれ自体悪くはないが、他のモデルと大差がないことがわかった。

5. 今後の課題

以下のことが今後の課題として挙げられる。

- 1) サービス変化率の与え方について検討する。
- 2) 理論上、適合度が良くなるはずのモデルが、余りよくならなかった、その原因を究明する。
- 3) より適合度の高いモデルを開発し、その有効性の検討を行う。

表 2 意識データに基づくモデルの推定結果
(α_{ik} : (0~1)の一樣乱数)

		MODEL-1	MODEL-2	MODEL-3	MODEL-4	MODEL-5
平均	全体	0.516	0.516	0.508	0.510	0.522
	非転換者	0.443	0.341	0.350	0.327	0.364
	転換者	0.585	0.681	0.656	0.681	0.670
尤 度 値		-638	-517	-552	-533	-533
尤度比 ρ^2 値		0.109	0.278	0.229	0.256	0.256
的中率	全体	65.8%	76.7%	75.1%	75.8%	75.7%
	転換者	62.6%	77.2%	72.4%	73.8%	73.4%
	非転換者	68.9%	76.2%	77.7%	77.7%	77.9%

(サンプル数: 1034)

表 3 データ作成方法の違いによる推定結果 (MODEL-4)

		ケース ①	ケース ②	ケース ③
平均	全体	0.510	0.539	0.307
	非転換者	0.327	0.354	0.264
	転換者	0.681	0.691	0.396
尤 度 値		-533	-547	-619.2
尤度比 ρ^2 値		0.256	0.231	0.047
的中率	全体	75.8%	76.2%	70.0%
	非転換者	73.8%	71.2%	89.4%
	転換者	77.7%	80.3%	29.1%

(サンプル数: 1034)

ケース①: α_{ik} は0~1の一樣乱数

ケース②: α_{ik} とは異なる0~1の一樣乱数

ケース③: α_{ik} は0.4~1の一樣乱数

表 4 意識データによるモデルの実態データへの適用結果
とスケールファクタ法による修正結果

		MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4
的中率	全体	62.6%	68.1%	67.0%	68.1%
	転換者	67.5%	62.5%	62.5%	62.5%
	非転換者	60.2%	68.7%	67.5%	68.7%
平均 転換率	全体	0.461	0.405	0.323	0.322
	転換者	0.692	0.713	0.587	0.592
	非転換者	0.439	0.376	0.299	0.296
修正後	β	3.42	2.56	-1.00	-2.48
	(t 値)	(4.66)	(5.94)	(0.27)	(1.06)
	α	3.06	1.96	-0.09	-1.09
	(t 値)	(3.23)	(2.37)	(1.00)	(1.97)
	γ				0.10
	(t 値)				(0.54)
	的中率	94.5%	92.3%	91.2%	91.2%
平均 転換率	平均転換率	0.088	0.088	0.068	0.062
	尤度値	-16.97	-24.29	-41.94	-78.56
	ρ^2 値	0.93	0.90	0.83	0.68

サンプル数: 91 (平均転換率: 0.088)

参考文献

- 1) 河上省吾, 広島康裕, 溝上章志: 意識データに基づく非集計交通手段転換モデルの構築の試み, 土木計画学研究・論文集, NO.1, 1984-1, PP.11-18.