

意識データを用いた動的な非集計交通手段選択モデルに関する検討

名古屋大学 学生員 ○藤田 泰弘
 名古屋大学 正会員 廣島 康裕
 名古屋大学 正会員 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変化にともなう選択行動の変化という動的な現象を採り上げ、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、時点間の変化を考慮することになり、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. 動的な過程において考えられる行動メカニズム

まず、本節で交通サービス変化時の行動の変化という動的な現象を取り扱う際に考えられる行動メカニズムについて述べる。図-1は、各行動メカニズムを考慮した効用関数であり、以下各項別に詳しく説明する。

1) 右辺第1項；評価構造の状態依存性

通常、非集計選択モデルにおいては、推定される外生変数のパラメータは、以前の選択結果にかかわらず、同一であると考えられるが、実際の選択行動においては、以前の選択結果によって異なると考えられる。この効果をこの項で捉える。

2) 右辺第2項；行動の状態依存性

現在の選択における過去の選択結果の効果を表す。すなわち、パラメータ γ の推定値が正になるということは前の時点で選択肢 j を選択していることが現在の時点での選択確率を高めることを意味し、負になることはその逆を意味する。

3) 右辺第3項；相対的評価の状態依存性

これは、以前の選択結果自体というよりは、それをどのような条件の下で選択したかということが現在の

選択確率に影響するという考えを捉える。

4) 右辺第4項；時間依存性

あるサービス水準の変化からそれに応じて選択の変化が生じるまでには、time lagがあるという考えを捉える。しかし、データが状況変化後、十分な経過時点で収集されており、変化後十分な経過時点の予測にモデルが使われる場合には、この影響は消滅すると考えられる。

5) 右辺第5項；疑似状態依存性

この項は、個人間での事象を経験する強さの差、集団における観測不能な不均質性を捉えるものであり、この項自体は動的な過程における行動メカニズムとは言えない。しかし、真の状態依存性と明確に区別して取り扱わないと誤った結果を生じる危険性があり、動的な過程を考える上で非常に重要な要素である。

6) 右辺第6項；非正常性

この項は、サービス水準が一定であっても、日によって個人の選択行動の変動があるという、いわゆる非正常性の効果を捉える。

$$U_i^{ts} = X_i^t \{ \beta_j d_i^{t-1} + \beta_k (1 - d_i^{t-1}) \} + r d_i^{t-1} + \alpha V_i^{t-1} - (V_i^t - V_i^{t-1}) e^{-\lambda s} + \mu_i^s + \omega_i^s + \nu_i^t \quad \text{式(1)}$$

- t : サービス水準変化に対応した離散的な時間(時点)
- U_i^{ts} : 個人 i の t 時点での選択肢 j -選択肢 k の効用差
- X_i^t : 個人 i に対する時点 t における外生変数
- d_i^{t-1} : ダミー変数
 $U_i^{(t-1)j} \geq 0$ なら $d_i^{t-1} = 1$
 $U_i^{(t-1)j} < 0$ なら $d_i^{t-1} = 0$
- V_i^{t-1} : $t-1$ 時点における効用関数のうち客観的要因と対応づけ可能な項
- s : サービス水準変化後の経過時間
- μ_i^s : 個人間で変化した時点間では変化する誤差項
- ω_i^s : 個人の気分を表すランダムな誤差項
- ν_i^t : 個人間でも時点間でも変化するランダムな誤差項
- $\beta_j, \beta_k, r, \alpha, \lambda$: パラメータ
 但し、 $U_i^{(t-1)j} \geq 0$ なら $d_i^{t-1} = 1$ となり、 β_j を推定
 $U_i^{(t-1)j} < 0$ なら $d_i^{t-1} = 0$ となり、 β_k を推定

図-1. 動的な過程を採り入れた効用関数

3. モデルの概要

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い、前述の効用関数を用い、車からマストラへの交通手段転換モデルを定式化する。ただし、このような転換現象は一般に定常性が高いと考えられるので、非定常性は考えに入れない。また、データ収集上の問題から、時間依存性も扱わない。今、前述の効用関数を個人*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。

$$U_i^t = V_i^t + \epsilon_i^t \tag{2}$$

$$C_i^t = \gamma d_i^{t-1} + R_i^{t-1} \tag{3}$$

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、式(1)の右辺第1項に相当する。 ϵ_i^t は式(1)の μ_i と ν_i^t を合わせた誤差項である。式(3)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 $t=0$ から $t=N$ に変化し、効用差が U_i^0 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、式(1)の第5項を考えると、 ϵ_i^t が時間間で相関を持つため、この場合の U_i^0 と U_i^N も相関を持つことになり、図-2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。

3-1) 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、 $U_i^0 < C_i^0$ 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^N の分布は、 ϵ_i^0 、 ϵ_i^N がそれぞれ平均0、分散 σ_a^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_{na}^2 を持つ正規分布となる。

$$\eta = -\rho \sigma_n W(C_i^0 - V_i^0) \tag{4}$$

$$\sigma_{na}^2 = \sigma_n^2 \left[1 - \rho^2 \left\{ \frac{C_i^0 - V_i^0}{\sigma_a} W(C_i^0 - V_i^0) + W(C_i^0 - V_i^0)^2 \right\} \right] \tag{5}$$

ただし

$$\rho = \frac{\sigma_{an}}{\sigma_a \sigma_n} \quad (\rho \text{ は相関係数, } \sigma_{an} \text{ は } \epsilon_i^0 \text{ と } \epsilon_i^N \text{ の共分散})$$

$$W(C_i^0 - V_i^0) = \frac{\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(C_i^0 - V_i^0)^2}{2\sigma_a^2}\right\}}{\int_{-\infty}^{C_i^0 - V_i^0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \exp\left(-\frac{\epsilon_i^0 a^2}{2\sigma_a^2}\right) d\epsilon_i^0}$$

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-2 阴影の部分の比率となり式で表すと次のようになる。

$$P_i^N = \int_{C_i^N - V_i^N}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{na}} \exp\left\{-\frac{(\epsilon_i^N - \eta)^2}{2\sigma_{na}^2}\right\} d\epsilon_i^N \tag{6}$$

3-2) U_i^0 、 U_i^N の二次元分布から直接求める方法
ここでは、3-1) に示したような周辺分布は考えず図-2 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 $U_i^0 < R_i^0$ の部分のうち図-2の阴影の部分の比率であり、 ϵ_i^0 と ϵ_i^N の同時密度関数を $f(\epsilon_i^0, \epsilon_i^N)$ とし、式で表すと次のようになる。

$$P_i^N = \frac{\int_{C_i^N - V_i^N}^{\infty} \int_{-\infty}^{C_i^0 - V_i^0} f(\epsilon_i^0, \epsilon_i^N) d\epsilon_i^0 d\epsilon_i^N}{\int_{-\infty}^{C_i^0 - V_i^0} f(\epsilon_i^0) d\epsilon_i^0} \tag{7}$$

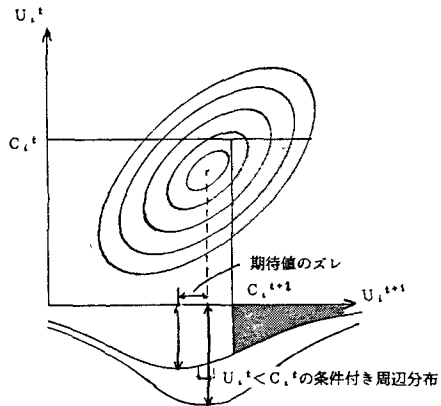


図-2. モデルの概念図

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. モデルの適用結果

本研究では、以下の各項目について、適用性の検討を行う。

- 1) 3節で説明したモデルに対し、様々な仮定を置くことによって得られる各モデルの適合度の比較
 - 2) 意識データを用いた場合と実際の2時点データを用いた場合の比較
 - 3) 各モデルによるサービス変化に対する感度分析
- なお、計算結果等詳細については、講演時に報告する予定である。