

IV-70

パネルサンプルの母集団代表性を考慮した動的交通モデル

建設技術研究所 杉山幸司
名古屋大学 佐々木邦明
名古屋大学 森川高行

1. はじめに

個人の行動の履歴を表すパネルデータを離散型選択モデルに用いる研究が近年盛んである。その理由としては、従来用いられてきたクロスセクショナルデータでは難しかった交通行動の動的な特性、例えば行動の変化の不可逆性や時間遅れなどを記述するのにパネルデータは適していると考えられているからである。しかし、パネルデータを用いる際問題となることの一つにサンプルの摩耗がある。一般にパネルサンプルは転居、死亡、調査拒否などの理由で調査回数を増すごとに減少する。このとき脱落したサンプルが持つ属性が調査の対象となる事象と何らかの相関を持つ場合、残留サンプルは対象となる母集団を正確に表していない。このようなサンプルを用いて推定したパラメータにはバイアスが存在し、一般にこれを磨耗バイアスと呼ぶ。パネルの調査回数を増やすにつれ、サンプルが減少することとあわせて、磨耗バイアスの影響は増大してゆくと考えられる。

そこで本研究は、磨耗バイアスを考慮し、パネルサンプルが母集団代表性を持つように修正した交通行動モデルを構築する。またパネルデータ特有の問題である系列相関¹⁾も同時に考慮する。

2. モデルの概略

本研究で用いるモデルは磨耗モデルと、系列相関モデルの2つのサブモデルからなり、ある時点 t でのパネル参加・不参加と選択行動は以下の2式で示される潜在変数によって規定されると仮定する。

$$U_{n,i}^t = \beta Z_{i,n}^t + \lambda_i + \varepsilon \quad (1)$$

$$A_{n,p}^t = \Gamma X_{i,n}^{t-1} + \lambda_i + \xi \quad (2)$$

ここで、

$U_{i,n}^t$: t 時点における個人 n の効用

$Z_{i,n}^t$: t 時点での個人 n の社会経済属性及び、選択肢 i の選択肢別変数を含む属性

$A_{i,n}^t$: t 時点のパネル参加を規定する潜在変数

$X_{i,n}^t$: t 時点の個人 n の社会経済属性

β, Γ : パラメータベクトル

λ_i : 系列相関項

ε, ξ : 誤差項

ここで、 λ_i は観測者が無視した説明変数や、測定できない個人の嗜好の異質性を表す攪乱項で、系列相関を考慮したものである¹⁾。これをパネルデータに適用するために、 t 時点及び $t+1$ 時点の選択行動を次のようにモデル化する。

$$U_{n,i}^t = \beta Z_{i,n}^t + \lambda_i + \theta + v_i \quad (3)$$

$$U_{n,i}^{t+1} = \beta Z_{i,n}^{t+1} + \lambda_{i+1} + \theta + v_{i+1} \quad (4)$$

ただし、

θ : 系列相関を表す誤差項

v : 真にランダムな誤差を表す項

以上より、買物目的地選択確率及びパネルへの滞留、離脱確率の同時は、 v をI.I.D.のガンベル分布に従うと仮定すると(5)式で表される。

$$P_n = \int \int \dots \int \int_{\lambda_1 \lambda_2} \int_{\lambda_{t-1} \theta} (Q_n^1)^{d_1} \cdot (C^2)^{d_2} \dots (Q_n^{t-1})^{d_{t-1}} \cdot (C^t)^{d_t} \cdot f(\lambda) d\lambda d\theta \quad (5)$$

ただし、

$$Q_n^t = \frac{(e^{\Gamma X_n^{t-1} + \lambda_t})^{\delta_n}}{e^{\Gamma X_n^{t-1} + \lambda_t} + 1} \quad \delta_n = \begin{cases} 1: \text{stay} \\ 0: \text{dropout} \end{cases} \quad (6)$$

$$C^t = \left[\frac{e^{\beta Z_{ij}^t + \theta + \lambda_{i-1}}}{\sum_{k \in C_n} e^{\beta Z_{kj}^t + \theta + \lambda_{i-1}}} \right]^{w_i} \left[\frac{e^{\beta Z_{ij}^t + \theta + \lambda_{i-1}}}{\sum_{k \in C_n} e^{\beta Z_{kj}^t + \theta + \lambda_{i-1}}} \right]^{w_j} \dots \quad (7)$$

d : t 時点にサンプルが s 存在: 1 その他: 0

w_i : 選択肢 i を選択: 1 その他: 0

$f(\lambda)$: λ に関する同時確率密度関数

(5)式に含まれる未知パラメータを最尤推定法を用いて推定し、その推定値を用いて各属性値ベクトルに対する磨耗確率を計算する。パネルサンプルが母集団代表性を持つように、この磨耗確率を用いて調査対象の母集団の属性分布を推定する。その手法は、磨耗確率から得られる理論上の各ウェイブの各属性値グループの残留人数を次のように表し

$$N_{i,k} = H_k \cdot (Q_k)^i \quad (8)$$

ただし

$N_{i,k}$: t 時点での k グループの残留人数

H_k : k グループの母集団中の人数

各属性グループの理論上の人数と実際の人数より最小自乗法を用いて H_k を求め、母集団内での各グループのシェアを導出したものを、各waveでのシェアの逆数に掛けることで、各サンプルが母集団シェアを正しく表すような重みを計算する。

本研究ではこの重みをWESML推定量のサンプリングウェイトとして用い、最尤推定によって選択モデルを再推定する。

3. 事例研究

本研究では、山梨大学土木環境工学科西井研究室が行っている甲府パネル調査²⁾で得られた買物目的地選択データを用いる。甲府パネルデータは昨年度までで6 waveのデータがあり、そのうちのwave 5までを用いた。ただしデータの制約上wave 1とwave 2については、摩擦確率のみを考えている。目的地としては、ショッピング・コンプレックス（以下SC）、甲府市中心部の商業地区、最寄りスーパーの3つであり、買物場所選択の説明変数は、交通利便性に対する10段階の総合評価値、買物利便性に対する10段階の総合評価値、自宅からの距離、定数項の4種類を用いた。摩擦を規定する潜在変数は、買物金額、自動車保有台数、居住年数、性別、年齢の各ダミー変数の線形和で表す。つまりこれらの属性は32カテゴリーに分類できる。

前章で述べたモデルをこのパネルデータに適用し、重み付き最尤推定法で買物目的地選択モデルのパラメータを再推定したのが、表-1である。表中の定数項では、SCはショッピング・コンプレックス、を意味し、数字はWaveを意味する。また比較のためパネルアトリションを考慮しない通常のモデルによる推定結果を同時に示した。

4. 考察

最も特徴的な点は、適合度を示す尤度比が重みを付けたモデルの方が格段に向上している点である。これは母集団代表性を考慮すると今回のケースでは、脱落傾向の強いサンプルが多いため、見かけ上サンプル数が増加したように計算されるため、初期尤度が低下することによるものと考えられる。それぞれのパラメータをみていくと、2つのスケールパラメータは、Wave 3-4が1より大きくWave 4-5は1より小さい。この傾向は重み付けする前後で変わっていないが、その絶対値は大きくなっている。またt値の絶対値も小さくなっている。この2つのスケールパラメータの意味するところは、Wave 4の誤差の分散が他のWaveに比べて小さく、その傾向は重みを考慮したことで更に強まるということである。定数項はWaveが進むにつれて変化の方

向が増加に転じている。また、他のパラメータは一樣にその絶対値が小さくなっている。

わずかな変化はみられるが、全体的に推定結果に大きな変化はみられず、最終尤度もほぼ同じであった。これは、本研究で提案した方法が、摩擦確率を時間に関わらず一定と仮定しているため、第一回目の調査から第二回目の調査に移るときに観測される大きな減少をうまく説明できず、その結果サンプルの摩擦の特質を薄めるようなかたちになったことによるものと考えられる。また本研究の課題としては、先に述べたように第一回目から第二回目の調査でみられる大きな減少をうまく記述するモデルの開発や、WESML推定量に変わる母集団代表性を考慮した推定方法の開発、この手法では、選択モデルを2回推定することになるので、最初に推定されたモデルをどう評価するかなどがあげられる。

表-1 モデルの推定結果

パラメータ	重みなし		重み付き	
	推定値 (t-値)		推定値 (t-値)	
定数項 (SC-3)	0.336	(2.4)	0.372	(2.8)
定数項 (中心街-3)	-0.778	(-3.7)	-0.651	(-3.2)
定数項 (SC-4)	0.139	(1.3)	0.175	(1.7)
定数項 (中心街-4)	-0.981	(-3.0)	-0.894	(-2.8)
定数項 (SC-5)	-0.130	(-1.2)	-0.0841	(-0.4)
定数項 (中心街-5)	-1.30	(-3.5)	-1.22	(-3.1)
距離	-0.0137	(-2.5)	-0.0135	(-2.1)
交通利便性満足度	0.154	(5.4)	0.143	(4.3)
買物利便性満足度	0.158	(4.0)	0.113	(3.2)
スケールパラメータ 3-4	1.31	(3.9)	1.46	(3.3)
スケールパラメータ 4-5	0.917	(4.8)	0.879	(4.4)
ρ^2	0.148		0.554	
$\bar{\rho}^2$	0.134		0.547	

(サンプル数=575)

参考文献

- 1) 森川高行, 山田菊子: 系列相関を持つRPデータとSPデータを同時に用いた離散型選択モデルの推定法, 土木学会論文集, No.476/IV-21, pp.11-18, 1993.
- 2) 西井和夫, 古屋秀樹, 鈴木隆: 甲府買物パネル調査データにおけるアトリション分析, 土木計画学研究・講演集, No.17, pp33-40, 1995.