

非観測異質性を考慮した動的交通機関選択モデル

広島大学大学院国際協力研究科 学生員 ○宮地岳志
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 杉恵頼孝
 広島大学工学部 正会員 張 峻屹

1. 背景と目的

交通政策の代替案をより正確に評価するために、個人の好みの異質性(個人の特性によって生じてくる行動の違い)、動的要素の影響を考慮することによりモデル精度の向上を図る必要に迫られている。異質性、特に非観測異質性(モデルの中で明確に考慮されていない異質性)に関しては、Mass Point手法により検討されてきており、動的要素の影響との統合も試みられている。しかし、前時点情報をモデルに組み込む際に、その導入手法の違いによってモデル特性に与える影響の分析が行われていない。

本研究では、既存の非観測異質性を考慮した動的モデルを参考にして、個人の選択結果、個人の効用、個人の選択確率の2値変換値と3種類の前時点情報導入手法を提案し、3時点パネルデータを用いて各々の手法を比較する。また比較の結果、最も有効な手法について、時間移転性を検証する。

2. 非観測異質性を考慮した動的モデルの定式化

非観測異質性を考慮したモデルは、非観測異質性の分布やその推定方法によって幾つかに分類されるが、本研究では、Lindsay型Mass Point手法を用いる。

(1) 静的Mass Pointモデル

個人の選択肢集合が外生的に与えられるとすると、個人*i*の同時選択確率は以下のように表される。

$$\text{Prob} \left(S_i = \{ y_{ijt} \mid t = 1, \dots, T_i \} \mid \xi, \rho, \beta, \{ x_{ijt} \} \right)$$

$$= \sum_{k=1}^m \left\{ \prod_{t=1}^{T_i} \frac{\prod_{j=1}^{J_i} [\exp(\beta' x_{ijt} + \xi_{kj})]^{w_{ijt}}}{\sum_{j=1}^{J_i} \exp(\beta' x_{ijt} + \xi_{kj})} \right\} \rho_k \quad (1)$$

ただし、*i, j, t* はそれぞれ個人、選択肢と時点を表す。 β' 、 x_{ijt} はそれぞれ説明変数パラメータ、説明変数である。また、 ξ_{kj} 、 ρ_k はそれぞれ非観測異質性パラメータとその重みパラメータである。 w_{ijt} は選択肢ダミー変数である。

(2) 動的Mass Pointモデル

本研究で用いるパネルデータが3時点と使用できる時点数が限られるので、前時点情報を条件とする条件付き同時確率を仮定すると、動的Mass Pointモデルは以下のように表される。

$$\text{Prob} \left(S_i \mid \xi, \rho, \beta, \{ x_{ijt-1} \} \right)$$

$$= \sum_{k=1}^m \left\{ \frac{\prod_{j=1}^{J_{it}} [\exp(\beta' x_{ij1} + \xi_{kj})]^{w_{ij1}}}{\sum_{j=1}^{J_{it}} \exp(\beta' x_{ij1} + \xi_{kj})} \prod_{t=2}^{T_i} \frac{\prod_{j=1}^{J_{it}} [\exp(\beta' x_{ijt} + \gamma z_{ijt-1} + \xi_{kj})]^{w_{ijt}}}{\sum_{j=1}^{J_{it}} \exp(\beta' x_{ijt} + \gamma z_{ijt-1} + \xi_{kj})} \right\} \rho_k \quad (2)$$

ただし、 γ は前時点情報の影響を表すパラメータであり、 z_{ijt-1} は前時点情報である。また、3種類の前時点情報導入手法については以下のように定義する。

1) 個人の選択結果を用いた手法

$$z_{ijt-1} = y_{ijt-1}$$

2) 個人の効用を用いた手法

$$z_{ijt-1} = \beta' x_{ijt-1} + \xi_{kj}$$

2) 個人の選択確率の2値変換値を用いた手法

$$z_{ijt-1} = \begin{cases} = P'_{ijt-1} = 1, & \text{if } P_{ijt-1} \geq \frac{1}{j^{it-1}} \\ = P'_{ijt-1} = 0, & \text{if } P_{ijt-1} < \frac{1}{j^{it-1}} \end{cases}$$

ただし、 j^{it-1} は個人の選択肢数である。

3. 使用データの概要

J R阿品新駅の開業により通勤・通学の利用交通手段選択に与える影響を分析することを目的に、新駅開業前の1989年6月と、開業後の1989年11月、1991年10月の3時点にわたって利用実態調査が行われた。調査対象となる利用交通手段はJ R山陽本線、広島電鉄宮島線、路線バスおよび自家用車である。本研究では、モデル特性により動的Mass Pointモデルの有効性を確かめることを目的として、3時点連続で有効回答が得られた169人について分析を行う。

4. 推定結果

3時点パネルデータを用いた静的Mass Pointモデル、異なる3種類の前時点導入手法を用いた動的Mass Pointモデルの推定結果の比較を表1に示す。

表1 推定結果比較

説明変数	静的Mass Point	動的Mass Point		
		選択結果	効用	2値変換値
アクセス	-0.055	-0.028	-0.073	-0.057
乗車時間	-0.036**	-0.029**	-0.079**	-0.041**
コスト	-0.0004	-0.0016**	-0.0008	-0.0004
エグレス	-0.098**	-0.082**	-0.123**	-0.095**
前時点情報		3.199**	0.169**	2.304**
Mass Point 数	5	3	4	3
ξ の範囲	40.235	17.111	20.333	21.636
尤度比	0.440	0.535	0.515	0.461

(*: 5%で有意, **: 1%で有意)

推定結果の比較より以下のようなことがわかる。

- 1) 全ての動的Mass Pointモデルにおいて前時点情報のパラメータのt値が1%有意となった。
- 2) 静的Mass Pointモデルに比べ、動的Mass Pointモデル、特に選択結果を用いたモデルの非観測異質性パラメータ ξ の範囲が狭くなった。
- 3) 静的Mass Pointモデルに比べ、動的Mass Pointモデルの収束Mass Point数が減少した。
- 4) 静的Mass Pointモデルに比べ、動的Mass Pointモデル、特に選択結果を用いたモデルの尤度比が高くなった。

2), 3)に関しては、前時点情報を考慮することにより、静的Mass Pointモデルにおいて考慮しなかった動的要素をもつ非観測異質性の一部を明確にできたためだと考えられる。また同じ理由で、選択結果の動的Mass Pointモデルにおいて有意な非観測異質性パラメータの数が減少したと思われる。

モデル特性の比較により、時点数が少ない場合の動的Mass Pointモデルの有効性、特に前時点情報として選択結果を用いた手法が有効であることが実証された。

5. 時間移転性

非観測異質性を考慮した動的交通機関選択モデルの予測能力について検討するため、選択結果を用いた動的モデルの時間移転性について確かめる。

その方法として、3時点連続で有効回答が得られたパネルデータの1, 2時点目のデータを用いてモデルを推定する。その推定パラメータを変更せずに、3時点目のデータに適用して交通機関分担率を求め、3時点目の観測分担率と比較する。時間移転性の比較を表2に示す。ただし、POOLは1, 2時点目のデータ

を単純にプールしただけのプーリングモデル、MPはMass Pointモデルを表す。

表2 時間移転性比較

分担率(%)	観測 分担率	POOL 静的	POOL 動的	POOL* 静的	POOL* 動的	MP 静的	MP 動的
自動車	45.56	29.49	39.20	37.56	42.21	43.52	40.91
バス	25.44	31.74	29.06	33.68	31.13	22.94	27.08
広電	19.53	20.38	19.54	21.49	19.35	24.45	20.45
JR	9.47	18.38	12.20	7.28	7.12	9.29	11.56
絶対誤差		32.14	12.73	20.39	11.37	9.44	9.29
尤度比		0.204	0.496	0.253	0.511	0.461	0.535

*は定数項があることを示す

絶対誤差、尤度比の指標に基づき時間移転性について以下のようなことがわかる。

- 1) 定数項を設けることにより向上する。
- 2) 前時点情報を導入することにより向上する。
- 3) Mass Point 手法を用いることにより向上する。

Mass Point モデル以外のモデルでは、前時点情報を導入することにより尤度比が全ての静的モデルより高くなったが、分担率の絶対誤差は静的Mass Point モデルより劣っている。これは前時点情報として選択結果を導入したのは1時点のみであり、1時点目と同じ選択肢を選んだ回答者が多く、統計的に一致性のあるパラメータが得られなかったためだと考えられる。さらに、静的Mass Point モデルの非観測異質性パラメータが動的要素を含む省略変数の効果を説明していることも理由の1つと考えられる。動的Mass Point モデルに関しては、静的Mass Point モデルの動的要素を持つ非観測異質性(省略変数)の一部を前時点情報を導入することにより抽出することができ、一層の精度の向上が図れた。時間移転性について、非観測異質性を考慮した動的交通機関選択モデルの有効性が実証された。

6. 結論

非観測異質性を考慮した動的交通機関選択モデルの現況再現力を確認し、また提案した3つの前時点情報導入手法のなかで、選択結果を用いたモデルが最も精度が高いことが実証された。また非観測異質性を考慮した動的交通機関選択モデルの時間移転性は、絶対誤差、尤度比、両指標から判断して従来の静的モデルより向上することが示された。