

Mass Pointモデルの時間的安定性

広島大学 学生員 ○山下大輔
 広島大学 正会員 杉恵頼寧
 広島大学 正会員 張 峻屹
 広島大学 正会員 藤原章正

1 背景と目的

個人の嗜好や習慣のような非観測異質性を考慮した交通行動のMass Point(MP)モデルの開発により、モデルの現況再現性が著しく改善された。このMPモデルは非観測異質性パラメータが時間的に安定していることを前提条件とする。しかし対象期間が長期になればこの条件が満たされないことも考えられる。

そこで、本研究ではどのくらいの期間であればMPモデルが時間的に安定するのかを事例研究より明らかにすることを目的とする。

2 使用データの概要

本研究は広島市新交通システム開業後における通勤通学者の交通機関選択行動の予測を目的に、1987年以来、88、90、93、94年の5時点にわたってSPパネル調査を実施した。今回はこのうちサンプリング手法の異なる1988年を除く4時点データを使用する。調査対象の交通手段は自家用車、バス、新交通システムである。

本研究では同一個人の非観測異質性パラメータの時間的安定性を検定することを目的とするので、4時点連続で有効回答が得られた125人について分析を行う。なお、モデル結果の母集団代表性を保つために重みづけ法により交通機関選好のMPモデルを修正した。

3 静的・動的Mass Pointモデルの定式化

本研究で利用するSPパネルデータの場合、非観測異質性に当たるものは回答バイアスであると考えられる。このバイアスにはnon-commitment, panel fatigue, panel conditioningバイアスが含まれる。この三者を非観測異質性として構築したモデルは静的MPモデル, panel conditioningバイアスを前時点の選択結果により修正したうえで残りの二者を非観測異質性として構築したモデルは動的MPモデルである。

(1) 静的Mass Pointモデル

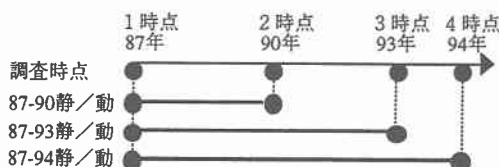


図-1 MPモデルの時間的安定性を検定するデータ

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

$$P_i^{\text{static}} = \sum_{k=1}^K \left\{ \prod_{t=1}^{T_i} \frac{\prod_{j=1}^{J_{it}} [\exp(\beta' x_{ijt} + \xi_{kj})]^{w_{ijt}}}{\sum_{j=1}^{J_{it}} \exp(\beta' x_{ijt} + \xi_{kj})} \right\} \rho_k \quad (1)$$

ただし、*i*, *j*, *t* はそれぞれ個人、交通機関、時点を表す。 x_{ijt} , β は説明変数とそのパラメータ、 ξ , ρ はMPの位置と重みパラメータ、 w_{ijt} は選択肢ダミー変数である。

(2) 動的Mass Pointモデル

ここではpanel conditioningバイアスを修正するために前時点の選択結果 y_{ijt-1} をモデルのなかに取り入れた動的MPモデルを以下のように構築する。

$$P_i^{\text{dynamic}} = \sum_{k=1}^K \left\{ \frac{\prod_{j=1}^{J_{i1}} [\exp(\beta' x_{ij1} + \xi_{kj})]^{w_{ij1}}}{\sum_{j=1}^{J_{i1}} \exp(\beta' x_{ij1} + \xi_{kj})} \prod_{t=2}^{T_i} \frac{\prod_{j=1}^{J_{it}} [\exp(\beta' x_{ijt} + \gamma y_{ijt-1} + \xi_{kj})]^{w_{ijt}}}{\sum_{j=1}^{J_{it}} \exp(\beta' x_{ijt} + \gamma y_{ijt-1} + \xi_{kj})} \right\} \rho_k \quad (2)$$

ただし、 γ は状態依存パラメータである。

4 静的・動的Mass Pointモデルの時間的安定性

図-1に示したような期間の異なる2時点パネルデータ(87-90・87-93・87-94)を用いて、静的・動的MPモデルをそれぞれ推定した。そして、異なる期間のMPモデルのパラメータ間に差があるかどうかに関してはT検定を行った。両方の結果を合わせて表-1に示す。

(1) 推定結果の比較

まず、動的MPモデルは状態依存パラメータが有意であることと、尤度比が静的MPモデルより高いことが分

表-1 静的・動的MPモデルの推定結果および時間的安定性に関するT検定の結果

説明変数	モデル	静的・動的MPモデルの推定結果						T検定の結果		
		model (87-90)		model (87-93)		model (87-94)		静的MPモデル		動的MPモデル
		静的	動的	静的	動的	静的	動的	87-90 vs 87-93	87-90 vs 87-93	87-90 vs 87-94
アクセス時間 (分)		-0.007	-0.001	-0.008	-0.002	-0.058**	-0.001	0.119	0.040	0.059
乗車時間 (分)		-0.014	-0.026*	-0.015	-0.028*	-0.047**	-0.013*	0.055	0.137	0.625
コスト (100円)		-0.280**	-0.402**	-0.289**	-0.388**	-0.210**	-0.167**	0.073	0.106	1.749
待ち時間 (分)		-0.128**	-0.247**	-0.135**	-0.258**	-0.180**	-0.291**	0.140	0.129	0.523
状態依存 (γ)			-3.572**		-3.643**		-3.096**		0.126	0.897
ρ_1		0.723**	0.655**	0.740**	0.658**	0.440**	0.563**	0.376	0.074	2.025*
ξ_{12}		-0.100	-0.903	0.471	-0.875	3.790**	-1.511	0.682	0.021	0.432
ξ_{13}		3.731**	13.00**	3.690**	11.31**	1.581*	13.00**	0.052	1.150	0.001
ρ_2		0.518**	0.440**	0.444**	0.437**	0.537**	0.463**	0.861	0.061	0.411
ξ_{22}		2.850**	10.18**	-0.916	10.37**	2.020*	10.07**	2.224*	0.172	0.105
ξ_{23}		1.546	7.506**	-1.687*	7.504**	6.456**	7.510**	2.277*	0.001	0.004
ρ_3			0.376**		0.376**	0.570**	0.507**		0.001	2.393*
ξ_{32}		-0.464	-8.421**	2.950**	-8.385**	-6.822**	-8.399**	4.714**	0.025	0.015
ξ_{33}		-1.650**	-0.190	1.172	-0.176	-0.365	0.705	3.332**	0.016	0.915
ρ_4			0.253**		0.248**		0.158**		0.077	1.528
ξ_{42}			-8.155**		-8.592**	0.764	-6.633**		0.181	0.617
ξ_{43}			-7.945**		-8.380**	-4.258**	-7.875**		0.261	0.048
ξ_{52}			1.454*		1.507*		2.208*		0.062	0.781
ξ_{53}			-6.964**		-5.887**		-4.634**		0.589	1.312
初期尤度		-435.92	-435.92	-452.00	-452.00	-447.16	-447.16			
最終尤度		-299.97	-236.38	-303.89	-237.78	-343.41	-264.95			
尤度比		0.295	0.436	0.311	0.453	0.213	0.384			
サンプル数		125	125	125	125	125	125			
収束MP数		3	5	3	5	4	5			

($\rho_k = \rho_k^* \cdot \rho_k^*$; ξ_{k2}, ξ_{k3} はそれぞれ自家用車の位置パラメータが0の時のバスと新交通システムの位置パラメータである; *: 危険率5%で有意, **: 危険率1%で有意)

かる。これは前時点の選択結果を導入することにより回答バイアスの修正効果が上がったことを意味する。

つぎに、収束MP数からみると静的MPモデルは動的モデルよりその数が少ない。これは動的MPモデルではpanel conditioningバイアスを明確に修正したため母集団の特性をより正確に表現できていることを表す。

(2) 安定期間の検討

静的モデルに関しては、Model(87-94)はModel(87-90)とModel(87-93)モデルと比べて収束MP数が異なるが、Model(87-90)とModel(87-93)モデルは同じ収束MP数3をもつ。つまり、母集団は6年間にわたり安定的に3つの潜在的なグループに分かれている。そして、Model(87-90)とModel(87-93)のパラメータ間に差があるかどうかを検定した結果、4つのMP位置パラメータ ξ に有意な差が見られた。したがって静的モデルは3年以上になると安定しないことが分かる。

動的モデルに関しては、いずれも収束MP数が同じ5である。そして、87-90の3年間と87-93の6年間では収束MP数が同じでパラメータ間にも有意な差がないことと、

87-90の3年間と87-94の7年間では2つのMP重みパラメータ ρ 間に有意な差が見られたことから、動的モデルは6年間で安定していることが分かる。

以上のことから動的MPモデルは静的MPモデルより安定期間が長いことが明らかである。

5 結論

本研究では (1) Mass Pointモデルは短期間に安定すること、(2) Panel Conditioningバイアスを明確に修正した動的MPモデルは静的モデルより精度が高く、バイアスの修正効果が向上したことと、(3) 動的Mass Pointモデルは静的Mass Pointモデルより安定期間が長いことを明らかにした。

これはパネルデータを用いて個人の潜在的な意識の違いを考慮したMass Pointモデルが短期交通需要管理分析に充分適用できることを統計的に裏付けた。しかし、長期交通計画にMass Pointモデルを応用する場合、時間的に変化する潜在的な意識に対応できるようMass Pointモデルに対して修正を施す必要があることも示唆する。