

IV-448

時点間の系列相関を考慮した集計型交通機関選好モデル

広島大学工学部 正会員 藤原章正
 広島大学工学部 正会員 杉恵頼寧
 広島大学大学院 学生員 小笹俊成

1. はじめに

現存しない交通機関に対する需要予測手法として、選好意識（Stated Preference：以下、SP）調査データを利用する研究が盛んに行われてきている。しかし、個人の意識は時間的に変化することが予想されるので、単に横断的なデータを利用するのでは不十分である。そこでRPデータを用いた交通行動分析と同様に、SP分析においても、多時点にわたり同一個人について反復調査したパネルデータの利用が重要視されている。

このことを背景に、本研究室では1987, 88, 90, 93年の4時点において15歳以上の通勤通学者を対象としてSPパネル調査を実施した。本研究は、この4時点で収集したSPデータを用いて集計型の交通手段選択モデルを構築し、モデルの時系列分析を行う。具体的にはモデル誤差項の時点間の系列相関の大きさを検定し、系列相関を考慮にいたれた多変量回帰分析であるSeemingly Unrelated Regression（SUR）に基づくモデル推定結果を、従来から用いられてきた一般化最小二乗法（GLS）によるモデルの結果と比較する。

2. SPパネル調査の概要

4時点とも家庭訪問による調査票配布回収式で、季節変動を避けるためにいずれも11月に実施した。調査対象地域は、1994年秋に開業予定の新交通システム（以下、新交通）の沿線に位置する広島市北西部住宅団地である。表1に各時点で参加した全回答者数とそのうち以降の調査にも1回以上参加した回答者数を示す。前時点で次の調査の参加協力が得られた人のみを対象としたウェーブ2の調査では、全回答者数が少なく、以降の調査に参加した人の割合も低くなった。

表1 各ウェーブにおけるサンプル数

ウェーブ (年)	1 (1987)	2 (1988)	3 (1990)	4 (1993)
全回答者数	509人	447	595	568
以降の調査に 参加した人数	331	154	360	----

SP実験は4ウェーブとも共通して3つの交通機関（自動車、バス、新交通）に関する「順位づけ」方式で行った。取り上げた要因は後述の表2に示す11種類の交通サービス要因であり、要因の直交表への割り付けは各ウェーブで異なっている。全ウェーブとも直交表は $L_{27}(3^{13})$ を使用した。ウェーブ2以降では新交通の駅までのアクセス手段（徒歩、バス）別に団地を分け、それぞれについて水準の設定値を設けたためウェーブ1ではプロフィールが27種類、ウェーブ2～4では54種類となっている。本研究ではこのプロフィールを分析単位とした集計ロジットモデルを推定するため、以後の分析ではサンプル数の異なるウェーブ1を除いたウェーブ2～4のデータを用いることにする。

3. 交通機関選択モデルの推定と時点間比較

(1) 交通機関選択モデルの推定

式(1), (2)に示す集計ロジットモデルを推定した。ただし条件(3)によりこれら2式の誤差項間に相関があるため、GLSによりモデル推定を行った。

$$\text{Ln}\left(\frac{p_i^{\text{CAR}}}{p_i^{\text{NTS}}}\right) = \alpha^{\text{CN}} + \sum_j \beta_j^{\text{CN}} X_{ij} + u_i^{\text{CN}} \quad (1)$$

$$\text{Ln}\left(\frac{p_i^{\text{BUS}}}{p_i^{\text{NTS}}}\right) = \alpha^{\text{BN}} + \sum_j \beta_j^{\text{BN}} X_{ij} + u_i^{\text{BN}} \quad (2)$$

$$p_i^{\text{CAR}} + p_i^{\text{BUS}} + p_i^{\text{NTS}} = 1 \quad (3)$$

ただし p_i^{NTS} ：プロフィール i の新交通の選好割合

α^{CN} ：自動車／新交通モデルの定数項

β_j^{CN} ： j 番目の説明変数

u_i^{CN} ：プロフィール i の誤差項

式(1)のモデルの推定結果を表2に示す。重相関係数は3時点とも高い値を示しており、適合度の高いモデルである。説明変数の符号は新交通の混雑度を除いて論理矛盾はない。自動車の交通サービス変数の t 値はすべて有意な値を示しているが、新交通の乗車時間、待ち時間は説明力が低い。

表2 GLSによる交通機関選択モデル推定結果

説明変数	式(1)	1988	1990	1993
定数項		-5.6265**	-2.9881	-3.8840*
新交通の乗車時間 (分)		0.0391	0.0502**	0.0176
新交通の料金 (100円)		0.7330**	0.6520*	1.1006**
新交通の待ち時間 (分)		0.1609	0.0670	0.0390
新交通のアクセス時間 (分)		0.1318**	0.0599*	0.0666**
新交通の混雑度		-0.5998*	-0.1857	-0.0415
自動車の乗車時間 (分)		-0.0192**	-0.0278**	-0.0436**
自動車の駐車料金 (100円)		-0.2267**	-0.2557**	-0.2615**
バスの乗車時間 (分)		-0.0030	-0.0034	0.0091*
バスの料金 (100円)		0.1579	0.0752	0.0786
バスの待ち時間 (分)		0.0278	-0.0306	-0.0133
バスの混雑度		-0.0753		
居住地ダミー		-0.4414	-0.4731	-0.6142**
重相関係数		0.8094	0.8971	0.8691
サンプル数		54	54	54

注：*5%有意 **1%有意

(2) パラメータの時点間比較

表2のモデルパラメータの2時点間の差のt検定を行い、各変数の時点間の差異を調べた。表3よりほとんどのパラメータは時点間の安定性が認められたが、90と93年の自動車の乗車時間については統計的に有意差があり、時間的に安定しているとは言えなかった。

(3) 誤差項の1次系列相関

次に、式(4)に示す一般化されたダービン・ワトソン（以下、DW）値を用いてDW検定を行い、誤差項の1次系列相関の有無を調べた。表4に示す結果より、誤差項に1次の正の系列相関の存在が確認された。このことはSP実験で扱った要因以外にも3時点で共通に重要な説明変数が存在する可能性を示している。

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\hat{u}_{it} - \hat{u}_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2} \quad (4)$$

t検定とDW検定より各ウェーブで推定したモデルには時間的安定性が認められず、3時点のデータを単にプールしてモデルを推定することはできない。そこで、モデルの誤差項の時点間の系列相関を考慮できるSUR推定法によりモデルを推定した。SUR推定法を用いることにより、モデルの推定パラメータの有効性が改善される。推定結果を表5に示す。

表5と表2を比較するとSURモデルの方がGLSモデルよりも重相関係数が若干小さくなっている。これはSURの特性上、全ウェーブに共通して用いていない要因（バスの混雑度）を除いたためである。パラメータ

表3 パラメータ間の差のt検定

説明変数	t 検定量	
	88-90	90-93
新交通の乗車時間	0.3548	1.7090
新交通の料金	0.2223	1.1854
新交通の待ち時間	0.9167	0.4551
新交通のアクセス時間	1.3784	0.2108
新交通の混雑度	1.5283	0.8695
自動車の乗車時間	1.3711	2.1572*
自動車の駐車料金	0.5298	0.1217
バスの乗車時間	0.0390	1.9588
バスの料金	0.2087	0.0090
バスの待ち時間	1.3906	0.4555
居住地ダミー	0.0711	0.4235

*5%有意

表4 DW検定の結果

	88-90	90-93	88-90-93
DW値	0.8793*	1.0735*	1.0936*

（正の系列相関） *5%有意

表5 SURによる交通機関選択モデルの推定結果

説明変数	式(1)	1988	1990	1993
定数項		-5.7601**	-2.9638	-3.9784*
新交通の乗車時間 (分)		0.0510	0.0502**	0.0185
新交通の料金 (100円)		0.7222**	0.6446*	1.0980**
新交通の待ち時間 (分)		0.1420	0.0732	0.0333
新交通のアクセス時間 (分)		0.1311**	0.0599*	0.0664**
新交通の混雑度		-0.6384**	-0.1726	-0.1140
自動車の乗車時間 (分)		-0.0185**	-0.0279**	-0.0428**
自動車の駐車料金 (100円)		-0.2236**	-0.2552**	-0.2615**
バスの乗車時間 (分)		-0.0028	-0.0034	0.0097*
バスの料金 (100円)		0.1541	0.0764	0.0896
バスの待ち時間 (分)		0.0202	-0.0321	-0.0128
居住地ダミー		-0.5226	-0.4768	-0.6273**
重相関係数		0.8076	0.8971	0.8679
サンプル数		54	54	54

注：*5%有意 **1%有意

推定値はGLSモデル同様論理的に妥当な符号となっており、t値に関して言えばウェーブ2の新交通の混雑度が5%から1%有意になっていたのをはじめ全体的にやや高くなった。

4. おわりに

3時点で推定したモデルのパラメータは一部時間的安定性は認められず、誤差項には1次の系列相関の存在が確認された。そこで時点間の系列相関を考慮したSURモデルの推定を行った結果、パラメータの有効性を高めることができた。