

IV-188

潜在的要因を考慮した交通機関選択モデル

名古屋大学工学部 正員 佐々木邦明
名古屋大学工学部 正員 森川高行

1 はじめに

交通需要予測における交通機関選択分析は、離散型選択分析による非集計モデルの適用が多くなっている。しかしそこに用いられる変数は計量が容易なものしか用いられことが多かったが、直観的にもわかるように、その意志決定過程においては、潜在的な要因が大きくかわっていると考えられる。そこで著者らは、その潜在的要因を同定するモデルを提案してきた。^{1) 2)}

本研究では、その推定方法により改良を加えたモデルを提案する。

2 モデルの概略

二項選択モデルを例に取り本研究のモデルを定式化を以下に行なう。

構造方程式

$$u^* = a'x + c'x^* + v \quad (1)$$

$$x^* = Bs + \zeta \quad (2)$$

ただし、

u^* = 選択モデルの効用

x = 選択モデルにおける観測可能な(客観的な)説明変数のベクトル

x^* = 選択モデルにおける潜在的説明変数のベクトル

s = 構造方程式における x^* を形成する客観的説明変数のベクトル

a, c, B = 未知パラメータの配列

$v \sim N(0, 1)$ に従う効用関数のランダム項

$\zeta \sim MVN(0, \Psi)$ に従うランダム項

測定方程式

$$d = \begin{cases} 1 : \text{if } u^* \geq 0 \\ -1 : \text{if } u^* < 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$Y = \Lambda x^* + \varepsilon \quad (4)$$

ただし、

Y = アンケートで得られた主観的評価値ベクトル

Λ = 未知パラメータ行列

$\varepsilon \sim MVN(0, \Theta)$ に従うランダム項

上の1), 3)式がLISRELモデルで、2), 4)式が離散型選択モデルを表す。ここでLISRELモデルとは、潜在変数を含むことができ、因子分析などの多変量解析の一般形となっているモデルである。このモデルの概略をパスダイアグラムで表したものが図-1である。これまでは、このモデルを、LISRELモデル、離散型選択モデルと段階的に推定していたのであるが、新たな推定方法として、このモデル全体の同時推定と、アンケートで得られた主観的評価値の離散性を考慮した同時推定方法を提案する。ここで主観的評価値の離散性の考慮とは、これまで主観的評価値を簡単のため連続変数として扱ってきたが、実際のアンケート結果は離散的数値で得られている。これ

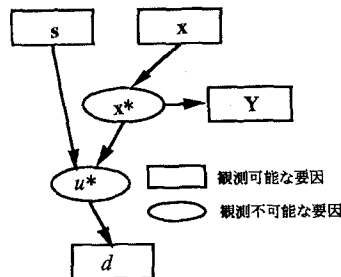


図-1 本モデルの概略

を厳密に離散変数として扱った推定を行なうことを意味している。

これらの推定方法は基本的に、意思決定者の行動結果として得られるアンケート指標と選択結果の同時出現確率を最大にするという最尤推定法を用いる。具体的には以下の2つの式の値を最大にするのである。式の誘導についての概略は、論文2)を参照してほしい。

1) 同時推定

$$Pr(d, Y) = \iint_{x^*} \Phi(d(a'x + c'x^*)) \cdot \prod_{j=1}^2 \phi\left(\frac{y_j^* - Bs_j}{\psi_j}\right) \cdot \prod_{i=1}^6 \phi\left(\frac{Y_i - (\lambda_{i1}x_1^* + \lambda_{i2}x_2^*)}{\theta_i}\right) dx^* \quad (5)$$

2) 主観的評価値の離散性を考慮した同時推定

$$Pr(d, Y) = \iint_{x^*} \Phi(d(a'x + c'x^*)) \cdot \prod_{j=1}^2 \phi\left(\frac{y_j^* - Bs_j}{\psi_j}\right) \cdot \prod_{i=1}^6 \left[\Phi\left(\frac{\Theta_{i+1} - (\lambda_{i1}x_1^* + \lambda_{i2}x_2^*)}{\theta_i}\right) - \Phi\left(\frac{\Theta_i - (\lambda_{i1}x_1^* + \lambda_{i2}x_2^*)}{\theta_i}\right) \right] dx^* \quad (6)$$

ただし θ_i は主観的評価値の閾値

この推定により得られる推定量は、一致性を持つ。

3 事例研究

本研究で用いたデータは、1987年にオランダで行なわれた都市間交通に関するアンケート調査によるもので、次の6つの主観的評価値が得られている。

- 1) 旅行中の安楽度 (Relax)
- 2) 到着時刻の信頼性 (Relia)
- 3) 出発時刻の柔軟性 (Frex)
- 4) 荷物や子供があるときの利用しやすさ (Ease)
- 5) 利用中の安全性 (Safe)
- 6) 全体的な評価 (Overall)

これらの1)~5)に対しては5段階、6)に対しては10段階評価の回答を得ている。

今回の研究ではさきの段階推定の結果から、快適性と利便性の2つの潜在的変数を考慮にいったモデルの推定

結果を表に示す。

LISRELモデルの推定結果をみると、同時推定の結果はそのパラメータが統計的に有意なものが多く、その符号から二つの潜在的変数は快適性と利便性を表していると考えられる。主観的評価値の離散性を考慮した推定結果は、 Λ の符号から二つの潜在的変数が、快適性と利便性を表しているとはいいたい。また、閾地の値はほぼ等間隔で下にずれている。プロビットモデルの推定結果は、それぞれ幹線旅行時間と端末旅行時間の符号が予想されたものとは異なっている。この両者の推定結果を比較すると、LISRELモデルは同じ定式化であるにもかかわらず、その符号や有意性に違いが見られた。プロビットモデルの符号の違いは、これらがいずれもLISRELモデルのなかに含まれるものであって、その重共線性によりこのような結果になったと考えられる。このことは、計算上より簡単な推定法の推定結果の信頼性に疑問があることを示していると考えられる。

表-1 LISRELモデルの推定結果（同時推定）

*下記()内はいずれもt値

$\hat{B}' =$	(x1*)	(x2*)	
	-0.427	0.378	(aged)
	(-2.4)	(2.4)	
	-0.323	0	(lhtime)
	(-1.7)		
	0	-1.98	(trmtime)
		(-9.0)	
	0.281	0	(first)
	(0.9)		
	0	-0.396	(xfern)
$\hat{\Lambda} =$		(-3.7)	
	0	0.482	(frpk)
		(3.5)	
	-0.339	0	(aged x lhtime)
	(-1.3)		
	(x1*)	(x2*)	
	0.433	0.280	(relax)
	(7.6)	(3.2)	
	0.527	0.661	(relia)
	(12.5)	(10.2)	
	0	0.815	(flex)
		(14.7)	
	0	0.794	(ease)
		(14.2)	
	0.462	0.311	(safe)
	(11.6)	(5.2)	
	0.784	1.76	(overall)
	(8.5)	(14.1)	

表-2 LISRELモデルの推定結果（離散モデル）

$\hat{B}' =$	(x1*)	(x2*)	
	-3.72	2.41	(aged)
	(-8.6)	(11.4)	
	-0.512	0	(lhtime)
	(-3.1)		
	0	-2.93	(trmtime)
		(-8.2)	
	-0.279	0	(first)
	(-0.8)		
	0	-0.263	(xfern)
$\hat{\Lambda} =$		(-2.0)	
	0	0.318	(frpk)
		(2.5)	
	0.661	0	(aged x lhtime)
	(2.1)		
	(x1*)	(x2*)	
	-3.72	2.41	(aged)
	(-8.6)	(11.4)	
	-0.512	0	(lhtime)
	(-3.1)		
	0	-2.93	(trmtime)
		(-8.2)	
	-0.279	0	(first)
	(-0.8)		
	0	-0.263	(xfern)
		(-2.0)	
	0	0.318	(frpk)
		(2.5)	
	0.661	0	(aged x lhtime)
	(2.1)		

$\hat{\Lambda} =$	(x1*)	(x2*)	
	1.48	-0.753	(relax)
	(5.6)	(-4.7)	
	-0.765	-0.688	(relia)
	(-5.9)	(-6.4)	
	0	0.206	(flex)
		(2.2)	
	0	0.740	(ease)
		(5.3)	
	0.0695	-0.315	(safe)
	(0.8)	(-3.4)	
	0.482	1.16	(overall)
	(5.0)	(9.3)	

表-3 閾値の推定結果

threshold=	-2.24	(-21.5)
	-1.09	(-12.0)
	0.227	(2.3)
	1.75	(14.8)

aged = 1:40歳以上のとき, 0:そうでないとき

lhtime = 幹線旅行時間（単位：時間）

trmtime = 端末旅行時間（単位：時間）

first = 1:列車で一等車を利用する, 0:そうでないとき

xfern = 乗り換え回数

frpk = 1:無料駐車が可能るとき, 0:そうでないとき

表-4 プロビット・モデルの推定結果

	同時推定	離散モデル
鉄道定数	-1.81 (0.9)	-0.376 (-0.8)
費用	-0.0379 (-4.3)	-0.0408 (-4.5)
幹線旅行時間	0.379 (0.9)	-0.235 (-1.6)
端末旅行時間	-0.818 (-2.3)	0.216 (0.3)
乗り換え回数	-0.230 (-1.2)	-0.146 (-0.8)
ビジネスダミー	1.28 (3.3)	1.34 (8.4)
女性ダミー	0.700 (2.9)	0.701 (4.5)
快適性*	1.29 (1.8)	0.739 (4.0)
利便性*	1.10 (4.7)	1.15 (8.5)
サンプル数	228	228

4 おわりに

本論文は、先に発表した論文の推定法の改良が主体であるが、その結果からデータの定義に忠実なモデルと、より簡略化したモデルの推定結果に違いが見られることが確かめられた。このことは、本アプローチの根本にかかわる問題であるので、今後はその違いが有意であるかどうかということについてのさらなる実証的研究が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 森川高行・佐々木邦明：構造方程式モデルと離散型選択モデルによる定性的要因を取り入れた交通機関選択分析，土木計画学研究・講演集，No.13，pp.967-973，1990
- 2) 森川高行・佐々木邦明：交通行動－意識構造統合モデル，土木計画学研究・講演集，No.14(2)，pp.17-24，1991