Ⅳ-445　個人の選好特性を考慮した交通機関選択分析

京都大学大学院　学生員　山本　俊行
京都大学工学部　正　員　藤井　聡
京都大学工学部　正　員　北村　隆一

1．はじめに

非集計アプローチによる交通需要分析において，個人の意思決定過程を明示的に扱うために，定量化が容易な要因に加えて，態度や知覚値などをモデルに取り込むための研究が数多く行われている。森川ら[1]は線形構造方程式モデルを用いて定性的変数を定量化し，説明変数として用いた分析を行っている。また，Koppelman & Pas[2]は態度変数を用いて態度の個人差を表現することを試みている。本研究では，個人の態度が効用関数のパラメータで表されることに着眼し，線形構造方程式モデルを用いて知覚値と態度を定量化し，パラメータを個人固有のものとすることにより，個人の選好特性の差異を詳細に反映するモデルの構築を目指した。

2．モデルの概略

本研究のモデルを以下のように定式化する。

［線形構造方程式モデル］

$$\eta_a = \Gamma_a \mathbf{x} + \zeta_a \tag{1}$$

$$\eta_p = \Gamma_p \mathbf{x} + \zeta_p \tag{2}$$

$$\mathbf{Y_a} = \Lambda_{y_a} \eta_a + \varepsilon_a \tag{3}$$

$$\mathbf{Y_p} = \Lambda_{y_p} \eta_p + \varepsilon_p \tag{4}$$

ただし，

η_a＝態度を表す潜在的な変数のベクトル

η_p＝知覚値を表す潜在的な変数のベクトル

x＝構造方程式におけるηa, ηpを形成する客観的説明変数のベクトル

Y_a＝アンケートで得られた主観的評価値ベクトル（態度）

Y_p＝アンケートで得られた主観的評価値ベクトル（知覚値）

Γ, Λ＝未知パラメータ行列

ζ, ε＝多変量正規分布に従うランダム項

［離散型選択モデル（ロジットモデル）］

$$V = \eta_a{}' \theta \eta_p \tag{5}$$

ただし，

V＝選択肢に対する確定効用

θ＝未知パラメータ行列

(5)において各知覚値を総合して効用を算出する際に態度が影響を与えることが表現されている。なお，これらの式の推定は，(5)において非線形であるため同時推定が困難である。そこで本研究では始めに線形構造方程式モデルを推定し，その推定結果を用いて離散型選択モデルを推定する方法を用いる。

3．モデルの推定

前節で定式化したモデルを，大阪湾岸地域における住民に対して行われたアンケート調査に基づいて推定した。本調査では，個人の社会経済属性，代替案の属性，トリップの属性に加えて，鉄道と自動車それぞれに対する主観的評価値（Y_a）と，当該トリップに対する主観的評価値（Y_p）を得ている。なお，サンプルサイズは354人である。

今回は態度に関して費用，信頼性，時間，快適性，利便性，安全性に対する重要度を考え線形構造方程式モデルの下位モデルである同時重回帰モデルを用いて推定し，知覚値として費用や時間といった定量化が容易な変数に加えて，鉄道快適性，鉄道利便性，自動車快適性，自動車利便性を考え，線形構造方程式モデルの推定を行った。主要なパラメータの推定結果を表－１，表－２に示す。次に，(1)(2)で計算される態度と知覚値を用いて離散型選択モデルの推定を行った。(1)(2)から計算することによって，本モデルを将来予測に適用する際に主観的評価値の将来値を必要とすることなく，推定が可能である。推定結果を表－３に示す。

表－１より，方程式の決定係数が低く説明変数によって重要度が十分に説明し切れていないことがわかる。これは態度が本研究で用いた社会経済属性に加えて経験や価値観といった個人の個性や習慣から影響を受けていることを示している。特に快適性についてその傾向が顕著であった。また，費用については社会経済属性からの影響が大きいのに対して，時間についてはトリップ属性や代替案属性の影響が大きい。

表－２および測定方程式の推定結果より，潜在変数として仮定した４つの定性的要因の妥当性が確認された。

表－３より，モデルの精度を表す各指標はいずれも高い適合度を示しており，選択行動がうまく

記述されていると判断できる。また，重要度を含むいくつかの項が有意であることより，重要度によって各要因の影響が異なることが確認された。その傾向は，自動車に関するものの方が顕著である。定性的要因についてはいずれも有意となったが快適性に関しては予想とは反対の符号であり他の変数との重共線性の可能性が考えられる。

表－１　態度の推定結果（一部）

	費用	時間	利便性	安全性
年齢			-4.57E-01 (-1.43)	9.16E-01 (2.28)
女性			-1.67E-01 (-1.54)	
自営業			-1.47E-01 (-1.15)	
無職				-3.37E-01 (-1.85)
低学歴	-3.33E-01 (-2.23)	-1.34E-01 (-1.62)		
高学歴	-2.15E-01 (-1.48)			-1.89E-01 (-1.84)
低収入				2.35E-01 (1.71)
高収入１	1.58E-01 (1.98)		2.33E-01 (1.95)	
高収入２	-2.66E-01 (-1.40)		1.69E-01 (1.39)	
家族	8.18E-01 (2.31)			
自家用車	-2.18E-01 (-2.63)	-1.25E-01 (-1.63)	-1.35E-01 (-1.88)	
運転歴		-6.45E-01 (-1.95)		-7.83E-01 (-1.65)
自由交通		-4.58E-01 (-3.25)		
目的地数		7.76E-01 (1.39)	9.83E-01 (1.68)	
通勤手当		-1.81E-01 (-1.77)		2.82E-01 (2.56)
鉄道時間		-3.54E-01 (-1.10)		
乗車率		3.67E-01 (2.34)	1.80E-01 (1.92)	
運行間隔	-4.74E-01 (-1.38)	9.52E-01 (1.92)		
乗換数		2.86E-01 (3.18)		
端末時間１			-2.43E-01 (-2.23)	
端末時間２		-5.19E-01 (-1.83)		
鉄道費用				-7.59E-01 (-1.97)
自動車時間	4.74E-01 (1.75)			9.64E-01 (2.12)
渋滞度		1.67E-01 (1.67)		
駐車場			-1.15E-01 (-1.26)	
自動車費用				5.16E-01 (2.87)
ρ_η^2 =	6.20E-02	7.31E-02	4.51E-02	8.55E-02

$\rho_\eta^2=0.366$　　( )内はt値

表－２　知覚値の推定結果

	鉄道快適性	鉄道利便性	自動車快適性	自動車利便性
年齢	1.85E-01 (1.24)		2.32E-01 (1.54)	5.30E-01 (3.22)
女性	5.58E-01 (1.20)		2.63E-01 (1.35)	
自営業	2.25E-01 (3.78)	-2.74E-01 (-1.56)		-6.20E-01 (-1.69)
無職		-1.55E-01 (-1.14)		
低学歴			-8.61E-01 (-1.97)	
低収入	-1.38E-01 (-1.60)	-7.14E-01 (-1.45)	9.34E-01 (1.24)	9.82E-01 (1.86)
高収入	-9.91E-01 (-1.36)			6.70E-01 (1.51)
成人家族				-1.63E-01 (-1.36)
自家用車	-3.89E-01 (-1.73)	-3.47E-01 (-1.74)		5.46E-01 (1.67)
高運転頻度	7.94E-01 (1.48)	-3.17E-01 (-5.61)	9.16E-01 (1.53)	1.33E-01 (1.95)
低運転頻度		1.64E-01 (1.52)	1.42E-01 (-1.34)	
運転歴			-2.55E-01 (-1.63)	-3.73E-01 (-2.42)
自由交通	2.99E-01 (3.86)		1.56E-01 (1.31)	2.27E-01 (4.38)
目的地数	-6.53E-01 (-2.32)	-4.36E-01 (-2.43)	-6.78E-01 (-2.33)	-2.50E-01 (-1.52)
通勤手当		8.61E-01 (1.73)	-7.45E-01 (-1.22)	
鉄道時間	-1.67E-01 (-1.24)			
乗車率	-1.92E-01 (-2.15)			
運行間隔	-4.23E-01 (-1.15)	-2.74E-01 (-1.86)		
乗換数	-6.89E-01 (-1.87)	-7.66E-01 (-1.95)		
自動車時間			-4.58E-01 (-3.72)	-3.66E-01 (-3.29)
駐車場			1.96E-01 (1.63)	1.53E-01 (4.45)
ρ_η^2 =	5.42E-01	3.99E-01	3.12E-01	4.11E-01

$\rho_\eta^2=0.866$　　( )内はt値

次に，本モデルの有効性を検証するために顕在変数のみを用いたモデル，顕在変数に態度を加えたモデル，顕在変数に知覚値を加えたモデルとの比較を行う。各モデルの推定結果を表－４に示す。変数の数が異なるため一概には言えないが，本モデルはいずれのモデルよりも適合度が高く，より優れたモデルであるといえる。

表－３　離散型選択モデルの推定結果

定数	2.39E+00	(1.39)
鉄道時間	-2.34E-02	(-1.73)
乗車率	7.99E-03	(1.1
運行間隔	3.49E-01	(1.63)
端末時間２	-2.98E-02	(-2.41)
自動車時間	6.43E-02	(2.58)
渋滞度	-9.89E-01	(-2.18)
鉄道快適性	-1.96E+00	(-1.33)
鉄道利便性	9.26E+00	(5.91)
自動車快適性	8.92E+00	(2.36)
自動車利便性	-1.42E+01	(-3.95)
費用重要度×自動車費用	6.23E-03	(2.80)
時間重要度×自動車時間	-3.67E-02	(-1.42)
費用重要度×鉄道費用	-6.85E-03	(-2.79)
快適性重要度×自動車快適性	3.20E+01	(1.12)
利便性重要度×自動車利便性	-7.60E+00	(-1.48)
利便性重要度×鉄道利便性	-7.99E+00	(-2.24)
安全性重要度	2.21E+00	(3.27)

的中率=0.828　$\bar{\rho}^2=0.476$　$L(\hat{\theta})=-128.1$　( )内はt値

表－４　モデルの比較

	顕在変数のみ	顕在変数+態度	顕在変数+知覚値
定数		1.62E+00 (2.42)	2.61E+00 (1.74)
鉄道時間	-1.16E-02 (-1.29)		-1.72E-02 (-1.49)
乗車率	7.83E-03 (3.56)		7.08E-03 (1.16)
運行間隔		1.16E-01 (1.13)	2.08E-01 (1.08)
乗換数		-4.68E-01 (-2.30)	
端末時間２	-1.42E-02 (-1.82)		-2.26E-02 (-2.08)
自動車時間	2.58E-02 (2.84)		3.26E-02 (2.96)
渋滞度	-4.94E-01 (-2.29)	-1.10E+00 (-3.12)	-8.60E-01 (-2.12)
駐車場	-1.07E+00 (-4.22)	-1.43E+00 (-4.94)	-5.28E-01 (-1.28)
自動車費用	8.71E-04 (2.14)		
費用重要度×自動車費用		6.25E-03 (3.42)	
費用重要度×鉄道費用		-4.62E-03 (-2.25)	
信頼性重要度		2.65E+00 (4.92)	
安全性重要度		2.46E+00 (5.03)	
鉄道快適性			-1.75E+00 (-1.63)
鉄道利便性			1.11E+01 (8.44)
自動車利便性			-3.50E+00 (-1.69)
的中率＝	0.698	0.746	0.819
$\bar{\rho}^2$=	0.132	0.252	0.434
$L(\hat{\theta})$=	-212.2	-182.9	-138.4

4．おわりに

本研究で提案したモデルによって各要因に対する態度が効用に影響を与えることが確認できた。また，態度を考慮することによりモデルの精度が向上することがわかった。しかし態度を説明する方程式の説明力は低く，これを改善するためには個性や習慣などを考慮することが必要であり，パネル分析手法が有効と思われる。

参考文献

1）森川高行・佐々木邦明，主観的要因を考慮した非集計離散型選択モデル，土木学会論文集，No.470／Ⅳ-20，pp.115-124，1993

2）Koppelman F.S. and Pas E.I. , Travel-Choice Behavior: Models of Perceptions, Feelings, Preference, and Choice, Transpotation Research Record No. 765, pp.26-33, 1980

3）Joreskog, K. and D. Sorbom, LISREL VI , User's Guide, Department of Statistics, University of Uppsala, Sweden, 1984.