

IV-82

選択構造の個有性を考慮した個人の交通機関
および目的地選択モデルの構築

京都大学工学部 学生員○木村 誠司
京都大学工学部 正会員 藤井 聡
京都大学工学部 正会員 北村 隆一

1. はじめに

個人の個有性は交通行動における選択行動に影響を与えると考えられる。特に、買物行動やレジャーといった自由行動に伴う交通行動においては、個人の個有性が選択行動に与える影響がより顕著になるものと考えられる。近年、交通行動分析においては、知覚値¹⁾、選択肢集合²⁾、説明変数の係数³⁾等における個有性に焦点をあてた研究がさかんになされている。

一方、複数の選択行動を同時にモデル化する場合、ネステッドロジットモデル（以下、NLと呼ぶ）が適用されることが多い。一般に、NLでは複数の選択構造が仮定できるが、それらの中から1つの選択構造が分析者によって仮定される。しかし、選択構造にも個有性は存在することが考えられる。すなわち、選択構造が各個人によって異なっており、かつ、一個人においても日によって選択構造が異なっていることが考えられる。そこで本研究では、選択構造の個有性を考慮した交通行動モデルの構築を行なう。これにより、より精度の高い交通需要予測手法の提案を図る。

2. 目的地・機関選択モデル

NLでは、より重要であると考えられる選択行動を上位の階層とした選択構造を全ての個人に対して仮定して、同時選択確率を以下のように定式化する。ただし、以下では、レベル2の選択肢 n 、レベル1の選択肢 m の組み合わせを (m,n) と表すこととする。

$$Pr(m,n)=Pr(n)Pr(m|n) \quad \dots (1)$$

$$Pr(m|n)=e^{V_m}/\sum_i e^{V_i} \quad \dots (2)$$

$$Pr(n)=e^{VM_n+\lambda A_n}/\sum_i e^{VM_i+\lambda A_i} \quad \dots (3)$$

ここに、

$$V_m=\gamma X_m \quad \dots (4)$$

$$VM_n=\delta X_n \quad \dots (5)$$

$Pr(m,n)$: (m,n) を選択する同時確率

$Pr(n)$: n を選択する確率

$Pr(m|n)$: n を選択した条件の基で m を選択する確率

V_m : レベル1における選択肢 m の確定効用

VM_n : レベル2における選択肢 n の確定効用

A_n : ログサム変数

λ : ログサム変数に対するパラメータ

γ, δ : 未知パラメータベクトル

X_m, X_n : 説明変数ベクトル

目的地選択と機関選択にNLを適用する場合、図1に示すような2つの選択構造が考えられる。以下、それぞれの構造を、構造1、構造2、そしてこれらの構造の下位階層をレベル1、上位階層をレベル2とする。

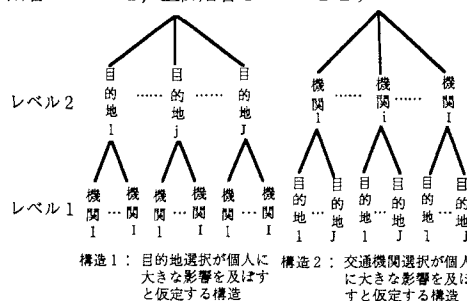


図1 目的地・機関選択モデルの概念図

本研究では、NLにおいて仮定されていた選択構造の同質性の仮定を緩和するために、各個人は上記の2つの選択構造を確率的に選択するものと仮定して、目的地・機関選択同時確率を以下のように定式化する。また、この定式化によって構築されるモデルを、以下では、構造確率化NLとよぶこととする。

$$Pr(m,n)=\sum_k Pr(k,m,n) \\ =\sum_k Pr(m,n|k) \times P(k) \quad \dots (6)$$

$Pr(k,m,n)$: 構造 k 、選択肢 (m,n) の同時選択確率

$Pr(m,n)$: 選択肢 (m,n) の同時選択確率

$Pr(m,n|k)$: 構造 k における (m,n) の同時選択確率

$P(k)$: 構造 k の選択確率

式(6)に含まれる未知パラメータを推定する方法として、1) 式(6)に基づいて尤度関数を定式化して、全ての未知パラメータを同時推定する方法、2) $P(k)$ に含まれるパラメータを推定し、その後 $Pr(m,n|k)$ のパラメータを推定する方法が考えられる。

前者の推定方法は、式(6)がパラメータについての非線形性が非常に強いので、推定が困難となることが欠点としてあげられる。また、本研究では、いずれの選択構造に基づいて目的地・機関選択行動を行うかについての情報がアンケートから得られているため、後者の段階

推定方法でパラメータを推定することとする。

3. 構造選択確率の定式化

本研究では、線形構造方程式に基づいて、各個人の構造選択確率 $P(k)$ を算出する。構造方程式、測定方程式を以下に示す。

構造方程式

$$d_i^* = B_i X + \varepsilon_i \quad \dots (8)$$

d_i^* : 活動 i における構造選択水準

B_i : 未知パラメータベクトル

ε_i : 正規分布に従う誤差項

X : 説明要因ベクトル

測定方程式

$$d_i = \begin{cases} 1 & \text{if } (d_i^* \leq \theta_i) \\ 2 & \text{if } (d_i^* > \theta_i) \end{cases} \quad \dots (9)$$

d_i : 活動 i における構造選択 (1: 構造1を選択
2: 構造2を選択)

θ_i : しきい値

以上より推定される B_i , ε_i , および誤差項の共分散行列に基づいて、構造選択確率を求める。

4. 事例研究

目的地・機関選択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。活動の目的としては、日常的自由活動と、非日常的自由活動の2つを対象とした。

ここではその数値計算例として、非日常の活動について、構造1、構造2のそれぞれを仮定したNLの推定結果を表1に、構造確率化NLの推定結果を表2に、それぞれ示す。なお、各々の構造、レベルにおける交通機関選択モデルでは、パラメータが正の場合、自動車の選択に正の効果を与えることになる。表1において、構造1、構造2いずれもログサム変数の値、 t 値ともに高くなっている。これは、非日常活動において、目的地選択の説明変数が交通機関選択に及ぼす影響、および、その逆の影響が強いことを示すものであり、この場合、いずれか一方の構造のみを先験的に規定するよりも、両方の構造を与えるほうが望ましいと考えられる。なお、構造2では1を超過しているが、1からの t 値は低い。NLを用いてモデルを推定した場合、 ρ^2 が構造1で0.091、構造2で0.045と低い一方、表2の構造確率化NLによる推定では、 ρ^2 が0.18と高い値をとっており、構造を確率的に捉えることにより、モデルの適合度が向上したことが分かる。また、表2において、構造2のログサム変数の0、および1からの t 値が低いものの、0と1の間の値を取っており、目的地選択と交通機関選択の属性が互いの選択行動に影響を及ぼしていることが確認できる。

表1 非日常の活動における目的地・機関選択モデルの推定結果
(NLによる推定)

構造1			構造2		
変数	パラメータ	t-値	変数	パラメータ	t-値
レベル2: 旅館数	0.37	3.93	レベル2: 性別	0.15	2.11
目的地選択 勤務地	0.018	0.17	機関選択 非勤務	-0.27	-2.94
レベル1: 年齢	0.56	6.14	定数	-0.56	-4.11
機関選択 非勤務	0.12	2.12	レベル1: 勤務地	-0.082	-0.33
定数	-1.42	-9.65	目的地選択 所要時間	-0.21	-1.84
電車時間	0.05	0.42	乗換え	-0.51	-1.18
乗換え	-0.19	-0.83	ログサム	1.16	1.85(0.18)
車時間	-0.27	-4.99	(括弧内は1からのt-値)		
ログサム	0.34	2.6(6.0)			

サンプル数=178

$L(0)=-514.49$

$L(B)=-489.22$

$\chi^2=93.46$

$\rho^2=0.091$

サンプル数=178

$L(0)=-514.49$

$L(B)=-489.22$

$\chi^2=50.53$

$\rho^2=0.049$

表2 非日常の活動における目的地・機関選択モデルの推定結果
(構造確率化NLによる)

構造1			構造2		
変数	パラメータ	t-値	変数	パラメータ	t-値
レベル2: 旅館数	0.80	3.24	レベル2: 性別	-13.85	-1.32
目的地選択 勤務地	0.61	2.44	機関選択 非勤務	-0.18	-1.76
レベル1: 年齢	4.00	4.60	定数	-0.66	-2.90
機関選択 非勤務	1.30	3.13	レベル1: 勤務地	-0.50	-1.29
定数	-6.97	-2.11	目的地選択 所要時間	-0.44	-2.17
電車時間	0.16	0.67	乗換え	0.54	0.27
乗換え	0.076	0.49			
車時間	-2.16	-4.92			
ログサム	0.68	3.52(1.68)	ログサム	0.32	0.46(0.98)

サンプル数=178

$L(0)=-661.68$

$L(B)=-540.07$

$\chi^2=243.24$

$\rho^2=0.18$

(括弧内は1からのt-値)

5. おわりに

本研究では、構造を確率化することによってそれぞれの構造における各変数の効果を同時に選択確率に反映でき、かつ、モデルの適合度を向上させられることが確認できた。今後の課題としては、1) 構造選択と目的地・機関選択の相関を考慮すること、2) 目的地・機関選択モデルにおける系列相関を考慮すること等を考えている。

最後に、調査、および資料の提供にご協力頂いた阪神高速道路公団に対して深甚な謝意を表します。

参考文献

- 1) 森川高行・佐々木邦明・杉本直: 潜在セグメントを考慮した動的な休日買物目的地選択分析, 土木計画学研究・講演集, No17, pp.43-46, 1995.
- 2) Tversky, A.: Elimination by Aspects: A Theory of Choice, Psychological Review, Vol.79, No.4, pp281-299, 1972.
- 3) 山本俊行・藤井聡・北村隆一: 個人の嗜好特性を考慮した交通機関選択分析, 土木学会, 講演集, pp.890-891, 1994