

IV-13 多数の選択肢を有する選択行動への個人選択モデルの適用に関する一考察* —観光目的地選択行動への適用を通じて—

東京大学大学院 学生会員 福田大輔**

東京大学大学院 フェロー会員 森地 茂***

(1)はじめに

土木・交通計画において、個人の選択行動を記述するのに最も多く用いられてきたのは、ランダム効用最大化仮説に基づくロジットモデルベースの個人選択モデルである。これは、例えば通勤交通手段選択などといった、実際の行動上の制約が厳しくて、個人の有する選択肢集合が小さい選択行動に対しての適用が成功してきたといわれている。

一方、観光目的地の選択のような行動は、一般的に自由裁量の度合いが高く、個人選択モデルの見地から考えれば、個人は実行可能性¹⁾の高い選択肢を自分の選択肢集合の中に多く有するということになる。選択肢の数が増えると、類似性の高い選択肢を取り扱う可能性が必然的に高くなるが、従来のロジットモデルでは誤差項に関する強い仮定のため、①選択肢間の類似性、あるいは、②各選択肢に対する認識のあいまいさの度合いを考慮することができず、推定結果にバイアスが生じてしまう。

本研究では、上記の①、②を考慮可能な、誤差構造を精緻化した個人選択モデルを用いて、観光目的地の選択行動を表現することを試みる。具体的には、①に対しては Mixed-Logit モデルを、②に対しては Heteroscedastic-Extreme-Value モデルを適用し、通常のロジットモデルと推定結果の比較を行う。

(2)モデル構造の概要

①Mixed-Logit モデル

Mixed-Logit モデルは、線形効用関数を持つロジットモデルにおいて、その説明変数のパラメータがランダムに変動することを仮定したモデルであり、説明変数の設定を特定化することで、選択肢間の類似性を明示的に表現することが可能である。本研究では、Brownstone and Train(1998)²⁾を参考に、効用関数を次のように設定する。

$$U_{ni} = \beta^1 \cdot X_{ni} + \mu^1 \cdot Z_i + \varepsilon_i \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 U_{ni} ：意思決定者 n の選択肢 i に対する効用、 β ：パラメータベクトル、 X_{ni} ：サンプル n の及び選択肢 i に対する説明変数のベクトル、 μ ：平均 0 の同時正規分布にしたがうランダムパラメータベクトル、 Z_i ：選択肢 i と他の選択肢間の類似度ベクトル、 ε_i ：誤差項 (*i.i.d. Gumbel*) である。第2項の存在により、選択肢間の類似性が明示的に表現可能となる。類似度ベクトル Z_i を次の(2)のように特定化し、さらに、 μ の各要素が独立で同一の分散 ω^2 を有すると仮定すれば、選択肢 i と選択肢 j の共分散は(3)のように表される。

$$Z_i = (w_{1i} \ w_{1j} \dots \ w_{1N} \ w_{2i} \dots \ w_{2N} \dots \ w_{N-1i} \dots \ w_{N-1N})^1 \dots \dots \dots (2)$$

$$E[(\mu^1 \cdot Z_i + \varepsilon_i)(\mu^1 \cdot Z_j + \varepsilon_j)] = w_{ij}^2 \cdot \omega^2 \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 w_{ij} ： i 番目の目的地と j 番目の目的地の類似度であり、今回は目的地間の距離の2乗の逆数を類似度指標として使用した。なお選択確率は、最終的に次式で表される。

$$P_{n,i} = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\exp(\beta^1 \cdot X_{n,i} + \mu \cdot Z_i)}{\sum_{j \in C_n} \exp(\beta^1 \cdot X_{n,j} + \mu \cdot Z_j)} g(\mu; \omega) d\omega \dots \dots \dots (4)$$

②Heteroscedastic-Extreme-Value(HEV)モデル

HEV モデル(Bhat, 1995)³⁾では、誤差項間の独立の仮定は保持されているものの、分散の大きさが各選択肢によって異なるモデルである。この仮定により、HEVモデルはI.I.A.性質を厳密には保持しておらず、各選択肢に対する認識のあいまいさの度合いを分散の大きさの相違として表現することが可能である。選択確率は次のように定式化される。

$$P_{n,i} = \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{k \neq i, k \in C_n} F[\theta_k (V_{n,i} - V_{n,k} + \varepsilon_i)] \theta_i f(\theta_i \varepsilon_i) d\varepsilon_i \dots \dots \dots (5)$$

ここで、 $F(\theta_i \varepsilon_i) = \exp(-\exp(-\theta_i \varepsilon_i))$ ：誤差項 ε_i の累積密度関数、 $f(\theta_i \varepsilon_i)$ ：誤差項 ε_i の確率密度関数、

* キーワード：個人選択モデル、観光目的地選択行動

** 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1、TEL:03-5841-6129、FAX:03-5689-7290

*** 同上

θ_i : 選択肢 i の誤差項のスケールパラメータである。
また、誤差項の分散は $\pi^2/6 \theta_i^2$ で与えられるため、 θ_i の値が小さい選択肢ほど、個人の選択肢に対する認識が曖昧であると解釈できる。

(3) 実証分析

用いるデータは、全国観光交通実態調査(1992)の自動車日帰り旅行のデータである。モデル化は、全国を9つの出発地ブロックに分類し、ブロックごとに行う。なお基本選択肢集合の設定方法、使用する説明変数は、Okamoto et al.(1995)⁴⁾ に準拠する。また、パラメータの推定は、式(4)、(5)共に積分が閉じていないため、Mixed-Logit モデルはシミュレーション法を用いて、また HEV モデルは、Gauss-Laguerre 求積法⁵⁾を用いて式(5)を近似してから最尤推定を行う。

まず、中国エリア居住者（1,158 サンプル）に対する説明変数パラメータの推定結果を表1に示す。どの推定値も統計的には十分に有意であるが、推定値はモデル間で異なっている。特に、所要時間や交通費用といった、プロジェクト評価上重要なパラメータも値がずれており、誤差項に関する十分な配慮の必要性が再確認された。また、表2の各種統計量の比較結果からは、誤差項の精緻化によって推計精度が向上していることもうかがえる。

Mixed-Logit モデルのパラメータ推定では、先述の ω の値も推定され、中国エリアの場合、 10.8×10^{-4} (t 値: 1.12) であった。これに、行動論的な解釈をあえて加えるとするならば、日帰り自動車旅行の場合には、周遊経路の一部として近接した目的地が選ばれやすいといったことが考えられる。

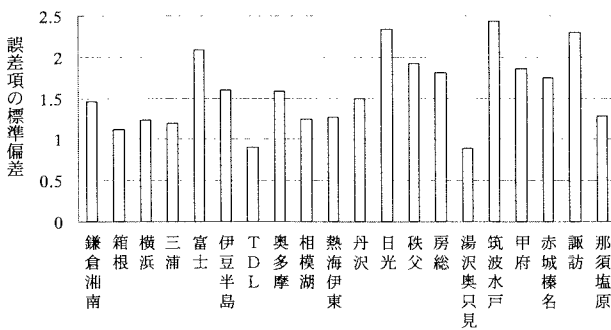


図1: 目的地認識の相違 (HEV モデル、関東エリア居住者、)

表1: パラメータ推定結果 (カッコ内 t 値、中国エリア居住者)

パラメータ	Logit	HEV	Mixed-Logit
所要時間(分)	-9.54×10^{-3} (-20.12)	-11.41×10^{-3} (-14.47)	-9.61×10^{-3} (-17.92)
交通費用(円) /ln(年収(万円))	-5.55×10^{-4} (-3.81)	-7.53×10^{-4} (-3.25)	-6.89×10^{-4} (-3.99)
見物・鑑賞	7.76×10^{-1} (10.42)	9.65×10^{-1} (4.93)	3.64×10^{-1} (4.29)
海レジャー	14.69×10^{-1} (7.09)	12.94×10^{-1} (6.52)	12.93×10^{-1} (7.26)
温泉	5.06×10^{-1} (2.65)	8.26×10^{-1} (3.08)	3.98×10^{-1} (1.71)
山レジャー	8.59×10^{-1} (6.85)	11.7×10^{-1} (5.75)	7.69×10^{-1} (5.93)

表2: 各種統計量の比較 (中国エリア居住者)

各種統計量	Logit	HEV	Mixed-Logit
最大対数尤度	-2296.6	-2173.3	-2060.5
自由度調整済尤度比	0.227	0.268	0.306
χ^2 統計量	1347.2	1593.8	1819.5
AIC	4605.2	4382.6	4135.0
目的地数	13		
初期対数尤度	-2970.2		

図1には、HEV モデルを関東エリア居住者（2,464 サンプル）のデータに対して適用した場合の、誤差項の標準偏差 ($\pi/\sqrt{6} \theta_i$) の推定結果を示してある。値の大きさと、出発地から目的地までの距離や目的地の知名度などといった指標との対応関係を見出すことはできなかったが、外れた分散値を持つ目的地のエリア設定を再検討するなど、観光交通調査設計上の一指針となりうる可能性はあると思われる。

(4) おわりに

今後の課題としては、選択肢集合の設定方法の検討や、1つの選択肢として設定されるエリアの大きさの妥当性の検討などが挙げられる。

(参考文献)

- 1) 藤井聡 (1998) 交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性について、土木計画学研究・講演集, No.21(2), pp.19-34.
- 2) Brownstone, D. and Train, K. (1998) Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns. *Journal of Econometrics*, Vol.89, 1-2, pp.109-129.
- 3) Bhat, C. R. (1995) A heteroscedastic extreme value model of intercity travel mode choice. *Transportation Research Part B*, Vol.29, pp.471-483.
- 4) Okamoto, N., Yai, T., Morichi, S. and Nishimura, T. (1995) A study on regional difference of recreational destination choice behavior. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.1, No.1, 351-360.
- 5) Judd, K. L. (1998) *Numerical Methods in Economics*, The MIT Press, pp.263-64.