

IV-322

Mixed Logit モデルの適用可能性に関する考察

東京商船大学 正員 兵藤 哲朗*

1. Mixed Logit は万能薬か？

「全てのランダム効用モデルは Mixed Logit モデルで近似できる」¹⁾と記されている通り、Mixed Logit モデルは極めて柔軟な構造を持つ離散選択モデルである。加えて、計算機速度の飛躍的な向上や、Mixed Logit 対応ソフトの普及^{2),3)}に伴い、その適用場面やモデル特性を把握する必要性がわが国でも高まっていると考えられる。本研究では Mixed Logit モデルの適用可能性について若干の考察を試み、簡単な事例分析を通じ、その特性の一端を示す。

2. Mixed Logit モデルとその適用性

Mixed Logit モデル（以下 MXL と略す）は Logit モデルの効用関数を、

$$U_{in} = V_{in} + [\mu' z_{in} + \varepsilon_{in}]$$

のように、誤差項を選択肢・個人間で相互独立する Gumbel 分布 ε_{in} と、平均0の確率変数ベクトル μ と選択肢 i に関する特性変数ベクトル z_{in} から算出される項に分離するモデルである。 μ が確率分布するため、選択確率および μ のパラメータを含むモデルパラメータは、多数の乱数発生によるシミュレーション法により推定される。

MXL の柔軟性は、上記 $\mu' z_{in}$ の設定方法により、誤差構造を特定化する既存モデルを近似的に表現可能なことにある。（以下は簡単のため個人 n の添え字は省略する。）

1) 時間価値分布を考慮したモデル：時間価値 ω の分布を明示的に扱うモデルが報告されている⁵⁾が、MXL モデルでは、

$$\theta(\omega \cdot \text{time} + \text{cost}) = \theta_1 \cdot \text{time} + \theta \cdot \text{cost}$$

と仮定し、 θ_1 を確率変動するパラメータとして推定すれば、その推定標準偏差値を θ で除することにより、時間価値の標準偏差を得ることができる。

2) Nested Logit (NL) モデル：選択肢間で異なる誤差分

散の大きさを考慮できる NL モデルは、 z_i の定義

を、 $z_i = \{d_i^1, \dots, d_i^k\}$ 、 μ を σ_k^2 を要素に持つベクトル

と定義すればよい。なお、 k はネスト k を表す。

3) Mixing Distribution モデル⁶⁾：一個人が複数選択結果を有する場合のパラメータ異質性を考慮するモデルとして Mixing Distribution モデルがある。このモデルも、選択肢 i 、個人ごとの複数データ t で確率分布する誤差項を、 $\mu' z_{it} + \varepsilon_{it}$ と分離し、 t に依らない誤差分散を推定することにより表現可能と考えられる。また、RP、SP 間の系列相関を持つモデル⁷⁾も、上記 t を一つの RP と複数の SP に置き換え、 μ の分散値を各々設定すれば同様の適用が行えよう。ただし RP・SP 間の確定項のスケールパラメータは別途定式化する必要がある。

その他も、例えば構造化 Probit モデルも MXL で近似できることが示されている⁸⁾。

3. 都市間交通データによる検証

本分析では、MXL モデルの特性を把握するため、平成7年の幹線旅客純流動表から作成した都市間個人トリップを用いたモデル構築を行う。なお、LOS データには国土庁 TRANET データを使用している。対象とするのは航空・鉄道・車の3手段で、3手段とも利用可能性をもつ仕事・仕事以外（各々3000サンプル抽出）のトリップを用いた。

(1) 時間価値分布を考慮したモデル

都市間交通では距離帯が広域にわたるため、直感的に時間価値にバラツキがあると想定される。実用的にはサンプルを距離帯別にセグメント化し、距離帯別モデルを構築することで時間価値の相違に対応しているが、本分析では時間価値が正規分布に従っていることを仮定し、MXL モデルを推定した（表-1）。結果より、時間価値（表中「VT」）分布を

*江東区越中島 2-1-6 Tel.&Fax.:03-5245-7386 E-mail: hyodo@ipc.tosho-u.ac.jp
キーワード：Mixed Logit モデル、誤差構造、シミュレーション法

仮定したモデルは通常の MNL モデルに比して尤度が大幅に改善されるとともに、時間価値分布のパラメータ（表中「時間 σ 」）も有意であることが確認できる。推定パラメータから算定される時間価値の標準偏差も常識の範囲内の値である。

表-1 時間価値分布を考慮したモデル（パラメータ右の()内は t 値）

	MXL モデル			MNL モデル
	仕事	仕事以外	全目的	仕事
時間(G)	-2.092 (18.9)	-1.529 (17.7)	-1.695 (25.0)	-1.145 (26.8)
費用(G)	-7.204 (5.8)	-7.361 (8.0)	-7.818 (10.5)	-3.062 (3.2)
定数項(A)	-3.352 (19.4)	-3.022 (17.5)	-2.958 (25.2)	-2.207 (17.3)
定数項(R)	-1.553 (14.7)	-1.062 (10.9)	-1.211 (17.4)	-0.9901 (11.5)
時間 σ (G)	0.9012 (13.0)	0.7284 (12.9)	0.7694 (16.5)	---
初期尤度	-3002.5	-3002.5	-6005.0	-3002.5
最終尤度	-2116.8	-2123.2	-4295.4	-2229.6
サンプル数	3000	3000	6000	3000
VT[円/分]	290	208	217	---
VTの σ [円/分]	125	99	98	---

時間は100分、費用は10万円単位。(A)(R)(C)は各々航空・鉄道・車、(G)は共通変数

また、MXL モデルのパラメータは多数の乱数発生によるシミュレーション法によるが、表-1では乱数の数は200とした。乱数個数の変化に対応した推定結果の変動は図-1の通り。図の「変動係数」はパラメータ推定を10回行ったときのパラメータと対数尤度の変動係数である。200個程度で安定した値が得られることが分かる。なお、計算時間は標準的なパソコン（CPU400MHz）で乱数個数200の場合、2～3分程度である。

表-2 選択肢間の誤差の相違を考慮したモデル (()内は t 値)

	MNL	NL	MXL
時間(A)	-2.237 (12.9)	-2.230 (13.1)	-2.262 (11.6)
時間(RC)	-0.9547 (19.6)	-1.030 (15.9)	-0.9594 (19.4)
費用(A)	5.070 (3.7)	6.236 (1.5)	5.246 (3.4)
費用(RC)	-6.766 (5.3)	-6.664 (5.7)	-6.758 (6.1)
定数項(A)	-1.772 (8.3)	-1.801 (9.7)	-1.791 (8.7)
定数項(R)	-0.6614 (7.0)	-0.7775 (6.7)	-0.6690 (6.5)
定数項 σ (A)	---	---	0.2373 (0.5)
ログサム変数	---	0.8806 (11.5)	---
初期尤度	-3002.5	-3002.5	-3002.5
最終尤度	-2183.2	-2182.2	-2182.9
サンプル数	3000	3000	3000

時間は100分、費用は10万円単位。(A)(R)(C)は各々航空・鉄道・車

(2) 選択肢間の誤差の相違を考慮したモデル

仕事目的のデータを用いて、MNL、NL、MXL モデルを推定した（表-2）。NL モデルは、航空を上位に、鉄道・車を下位にもつツリー構造であり、推定は LIMDEP による同時推定（FIML）を行っている。ツリーによる誤差の違いは MXL モデルでは「定数項 σ 」で表現されているが、有意には推定されていない。共通するパラメータや対数尤度については、モデル間で推定結果には大きな相違がない。また誤差項以外のモデル構造が同一である MNL と MXL では、ほぼ同じパラメータが推定されていることが分かる。

4. おわりに

本分析では MXL モデルがもつ特徴の一断面を示すにとどまったが、Mass Point モデルなどノンパラメトリック手法も加えた包括的な同モデルの比較分析が必要である。また、誤差構造分析に限らない、実用性の高い MXL モデルの利用可能性についても検討する価値があると考えられる。

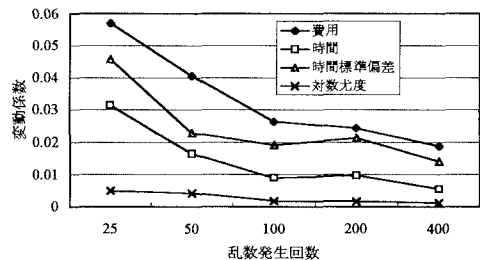


図-1 乱数個数による推定精度の変動

<参考文献>

- 1) Brownstone, D. and Train, K. (1999): Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns, J. of Econometrics, Vol. 89, pp. 109-129
- 2) <http://else.berkeley.edu/~train>
- 3) LIMDEP ver. 7.0, Econometric Software, Inc.
- 4) 張(1995): 異質性を考慮した交通需要モデルのダイナミック分析, 日交研シリーズ A-186
- 5) Alam, M.J., Ohta, K. and Harata, N. (1996): Random distribution of value of time in discrete choice model for economic analysis of transportation projects, 土木学会 51 回年講, pp. 378-379
- 6) 西井, 北村, 近藤, 弦間(1995): 観測されていない異質性を考慮した繰り返しデータによるパラメータ推定法: Mass Point Model と Mixing Distribution Model, 土木学会論文集, No. 506, pp. 25-33
- 7) 森川, 山田(1993): 系列相関を持つ RP データと SP データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法, 土木学会論文集, No. 476, pp. 11-18
- 8) 清水, 屋井, 坂井(1998): 鉄道経路選択モデルにおける選択肢間の類似性の表現方法, 土木計画学研究・講演集, No. 21(1), pp. 459-460