

選択肢間の類似性を考慮した離散選択モデル

広島大学大学院国際協力研究科 学生員 ○神田佑亮
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 藤原章正
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 杉恵頼寧

1. 背景と目的

ランダム効用理論に基づく多項ロジット (MNL) モデルは、効用の誤差分布は選択肢間で独立で同一であると仮定している¹⁾。この仮定により、モデル式が極めてシンプルでかつ推定が容易であるという特徴を持っており、交通行動の離散選択問題の分析に頻繁に適用されている。しかし、選択肢間に類似性が存在する場合は、このような前提条件が成立しないため、推定結果にバイアスが生じるという重大な問題点がある。

選択肢間の類似性が無視できない事例の1つとして、「時刻」選択問題が考えられる。時刻選択問題では、通常連続量を離散データにカテゴリズして MNL モデルに適用することが多く見られ、わずかな数分の違いで別々の選択肢として扱われる場合が生じ、類似性が全くないとはいえないであろう。

本研究では、選択肢間の誤差分布の類似性を考慮できる離散選択モデルを用い、誤差分布の類似性や連続量のカテゴリズが推定結果に与える影響に変化について分析を行うことを目的とする。具体的には、すべての選択肢間の類似性パラメータとして計量化できる PCL (Paired Combined Logit model) モデルやこのモデルを階層的選択問題に拡張した NPCL モデル (Nested PCL model) を構築する。ケーススタディとして2種類の時刻選択問題を対象として取り上げ、モデルの適用可能性について検討する。

2. PCL モデル

PCL モデルは誤差分布を一般化極値分布に仮定した GEV モデルから導出される²⁾。 P_i は選択肢 i を選択する確率、 σ_{ij} は選択肢間の類似性パラメータ ($0 \leq \sigma < 1$)、 V_i は選択肢 i の効用を表すものとする、PCL モデルの一般式は式 (1) のように表される。

MNL モデルと PCL モデルの構造の違いを図1に示す。図中の三角錐は3項の選択構造を示しており、三角錐の底面の辺長は類似性の強さを表す。

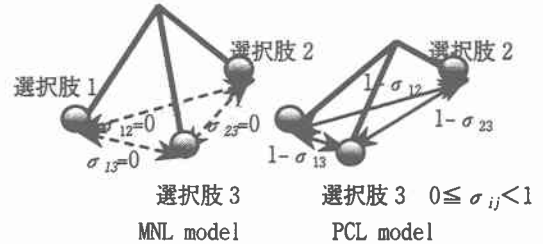


図1. MNL モデルと PCL モデルの構造

図の PCL モデルでは選択肢1と3の間に強い類似性が存在するため、三角錐の辺13が短く表されている。類似性パラメータ $\sigma=0$ のとき底面は正三角形となり、式(1)は通常の MNL と一致する。

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \sigma_{ij}) \left\{ \exp\left(\frac{V_i}{1 - \sigma_{ij}}\right) + \exp\left(\frac{V_j}{1 - \sigma_{ij}}\right) \right\}^{-\sigma_{ij}} \exp\left(\frac{V_i}{1 - \sigma_{ij}}\right)}{\sum_{q=1}^{n-1} \sum_{r=q+1}^n (1 - \sigma_{qr}) \left\{ \exp\left(\frac{V_q}{1 - \sigma_{qr}}\right) + \exp\left(\frac{V_r}{1 - \sigma_{qr}}\right) \right\}^{1 - \sigma_{qr}}} \quad (1)$$

3. ケーススタディ

3.1 トリップ前情報提供下における自宅出発時刻選択行動の分析

1994年に東広島市で行われたトリップ前情報提供下における交通行動の意識データ (SP データ) を用いる³⁾。選択肢は調査設計の段階で出発時刻の時間帯が大きく4つ (~6:30, 6:30~7:00, 7:00~7:20, 7:20~) にカテゴリズされている。各時間帯における各交通手段のサービスを仮想的に設定し、最も好ましい出発時刻、交通手段を同時に選択している。出発時刻選択モデルを MNL タイプ、PCL タイプ、制約付 PCL タイプ ($\sigma_1 = \sigma_{12} = \sigma_{23} = \sigma_{34}$, $\sigma_2 = \sigma_{13} = \sigma_{24}$, $\sigma_3 = \sigma_{14}$) の3種類で推定し、これらのモデルの推定結果を表1に表す。

最終尤度は MNL モデルに対して若干であるが PCL モデルの方が良好である。類似性パラメータの推定値の一部が0.6程度の値を示していること、説明変数のパラメータ推定値が MNL モデルと PCL モデルで若干異なることより、類似性の存在は明らかであるが、PCL モデルの優位性が統計的に明

確に現れなかった。

3.2 フレックスタイム制導入後の自宅出発時刻選択行動の分析

1996 年に広島市で行われたフレックスタイム制導入後の通勤目的の実行動データ (RP データ) を用いる⁴⁾。

時間のカテゴリズの違いが類似性に及ぼす影響について検討するため、同一データを時間幅 20 分、30 分、60 分に設定し、それぞれ MNL モデルと PCL モデルで推定した。表 2 に推定結果を表す。

最終尤度は、選択肢の時間幅が 60 分の場合 PCL モデルと MNL モデルには違いはないが、30 分と 20 分の場合には PCL モデルの方がわずかながら大きな値を示した。

類似性パラメータ σ_{12} に注目すると、60 分のモデルでは推定値が 0.0 であることから、類似性は存在しないことがわかる。逆に時間幅を 30 分、20 分に設定したモデルでは、多くの選択肢間で相対的に値の大きい類似性が確認されている。

以上より、時間帯幅によって選択肢間の類似性が変化することが明らかであり、カテゴリズによっては類似性を無視できないことが確認できる。

4. 結論

PCL モデルを用いて推定を行った結果、連続量を離散的に扱う時刻選択問題では、類似性が推定結果に影響を与えていることが確認できた。また時間のカテゴリズの違いによって選択肢間の類似性に変化が現れることが明らかになった。

以上のことから時刻選択モデルを推定する場合、類似性を考慮できる PCL モデルの適用が重要であるといえる。

参考文献

- 1) 社団法人交通工学研究会：やさしい非集計分析, 1993.
- 2) Chu, C.: A paired combinatorial logit model for travel demand analysis, Proc. of 5th WCTR, Vol.4, Yokohama, pp.295-309, 1989.
- 3) 藤原他：自宅内で提供されたトリップ前情報

表 1 トリップ前情報提供下での自宅出発時刻選択モデル

説明変数	MNL	PCL	制約付 PCL
所要時間(分)	-0.039	-0.040 *	-0.037 *
渋滞長(km)	-0.677	-0.528	-0.575
着席(ダミー) ^{a)}	1.754 **	1.688 **	1.610 **
安全余裕時間(分)	-0.050 **	-0.046 **	-0.046 **
定数項1	0.461	0.426	0.076
定数項2	1.581 **	1.203 **	1.100 **
定数項3	3.631 **	3.689 **	3.297 **
類似性	σ_{12}	0.000	—
パラメータ	σ_{13}	0.000	—
	σ_{14}	0.647	—
	σ_{23}	0.000	—
	σ_{24}	0.587	—
	σ_{34}	0.000	—
	σ_1	—	0.000
	σ_2	—	0.250
	σ_3	—	0.679
初期尤度	-231.51	-231.51	-231.51
最終尤度	-192.68	-191.66	-192.13
尤度比	0.153	0.150	0.153
的中率	55.1	55.1	55.1
サンプル数	167		

a)1:座れる ** 1%有意 *5%有意

表 2 フレックスタイム制度下の自宅出発時刻選択モデル

説明変数	60分		30分		20分	
	MNL	PCL	MNL	PCL	MNL	PCL
仕事(ダミー)	-1.013 **	-1.009 **	-1.238 **	-1.115	-1.178 **	-1.060
通勤時刻(分)	0.011 **	0.011 **	0.011 **	0.010 *	0.009 **	0.008 **
車通勤(ダミー)	-0.689 *	-0.684	-1.510 **	-1.317	-0.622	-5.115
交通手段(ダミー)	-0.637 *	-0.634	-0.168	-0.115	-1.178 **	-1.060
定数項1	-0.030	-0.030	-0.180	-0.403	-9.084	-0.840
定数項2	—	—	-12.518 **	-12.073 **	-0.354	-0.477
定数項3	—	—	—	—	-10.636	-10.044
類似性	σ_{12}	0.000	—	0.817 *	—	0.543
パラメータ	σ_{13}	—	—	0.000	—	0.639
	σ_{14}	—	—	—	—	0.510
	σ_{23}	—	—	—	—	0.700
	σ_{24}	—	—	0.329	—	0.106
	σ_{34}	—	—	—	—	0.007
初期尤度	-187.84	-187.84	-297.72	-297.72	-375.69	-375.69
最終尤度	-155.95	-155.95	-269.12	-267.92	-337.91	-337.01
尤度比	0.151	0.148	0.084	0.083	0.090	0.087
的中率(%)	71.22	71.22	49.07	49.07	43.17	44.28
サンプル数	271					

** 1%有意 *5%有意

が通勤手段選択意向に及ぼす影響、交通工学研究発表会論文集, No.15, pp.81-84, 1995.

- 4) 塚井他：フレックスタイム制度下における通勤時刻選択行動の分析, 土木計画学研究・講演集, No.21(2), pp.845-848, 1998.