

## IV-421

# 潜在セグメントを考慮した動的な交通行動モデル ーパネルデータを用いた休日買物交通の目的地分析ー

岐阜県  
名古屋大学  
名古屋大学

杉本直  
佐々木邦明  
森川高行

## 1. はじめに

交通需要予測における離散型選択モデルは、通勤交通における手段選択などにおいて一定の成果をあげているが、ほとんどすべての交通選択の局面において適用可能であるという開発当初の期待に当たっていないが、その理由の一つとして、母集団全体に同じ嗜好構造を当てはめるといふ仮定に問題があるといえる。個人の嗜好の違い(異質性)はこれまであまり研究がなされてこなかったが、特に選択ルールの問題と併せて、交通行動に大きな影響を与えていると考えられる。そこで本研究は交通制約が少なく、個人の嗜好の違いが現れやすいと考えられる休日買物交通の目的地選択に、従来アプリアオリに行われることが多かったセグメント分割を、個人の嗜好を表す潜在的要因を用いて嗜好構造が同質のグループに確率的に分割する手法を提案し、さらに個人の行動履歴を表すパネルデータに適用する。

## 2. モデルの概略

本研究では先に述べたように、個人の嗜好の違いを表す潜在的要因をもとめ、それを用いて各個人を確率的にセグメント分割する方法を提案する。そのフレームワークは以下の式で表される。

$$U_{nijs}^* = \beta_j X_{nijs} + \epsilon \quad (1)$$

$$P_{nijs} = \frac{e^{\beta_j X_{nijs}}}{\sum_{j \in C_s} e^{\beta_j X_{nijs}}} \quad (2)$$

$$Y_{ns}^* = \Gamma_s G_{ns}^* + \Gamma_s z_{ns} + \delta_s \quad (3)$$

$$W_{ns} = \frac{e^{(\Gamma_s G_{ns}^* + \Gamma_s z_{ns})}}{\sum_{k=1}^S e^{(\Gamma_k G_{ns}^* + \Gamma_k z_{ns})}} \quad (4)$$

$$P_{nis} = P_{nijs} W_{ns} \quad (5)$$

$$P_{ni} = \sum_{s=1}^S P_{nijs} W_{ns} \quad (6)$$

主な変数の定義を以下に示す。

$U^*$ : 効用

$X$ : 効用に影響を与える変数

$Y^*$ : セグメントの帰属度

$G^*$ : 帰属度に影響を与える潜在変数

$Z$ : 帰属度に影響する客観的変数

$W$ : セグメントの帰属確率

$P$ : 選択確率

$\beta, \Gamma$ : 未知パラメータ

$\epsilon, \delta$ : 誤差項

このモデルの構造は、各セグメントに属する条件付き確率をセグメントに関して和をとることより、各個人の選択確率を計算する。具体的には(6)式で表される選択確率を尤度関数として最尤推定法で各未知パラメータを推定することになる。また、帰属度に影響を与える潜在変数はLISRELなどを用いて別に推定する。

## 3. 事例研究

本研究で用いるデータは、山梨大学土木環境工学科の西井助教授を中心として行われている甲府パネル調査<sup>1)</sup>で得られたデータを用いる。推定には以下にあげる3つの設問に対する回答を用いている。(実際のアンケートを簡略化)

- 1) 最近1・2カ月の休日によく利用する場所
- 2) 1)で回答した買物場所を利用した理由を16項目の理由の中から複数個選ぶ。
- 3) SC、中心街、最寄りスーパーを15項目についてそれぞれの満足度を各項目とそれらの総合評価を10段階で評価する。

この買物目的地選択データに3.で提案したモデルを適用し、効用関数の説明変数として以下のものを用いた。

- 1) 交通利便性に対する総合評価値
- 2) 買物利便性に対する総合評価値
- 3) 自宅からの距離
- 4) 定数項

1), 2)については10段階の値がアンケートにより得られている。定数項に関しては、この調査がSCの来訪者を対象としたチョイスベーストであるので、SCにのみ用いている。

セグメントの帰属度を与える潜在変数は以下のように求めた。

Step1 総合評価を各項目評価で回帰する。

$$C.C. = B_1 \times E.C. + \delta'_{n1} \quad (7)$$

$$C.T. = B_2 \times E.T. + \delta'_{n2} \quad (8)$$

C.C.:買物利便性の総合評価

C.T.:交通利便性の総合評価

E.C.:買物利便性の項目評価

E.T.:交通利便性の項目評価

Step2 得られたパラメータと来店した理由のデータを用いて潜在変数を規定する。

$$G_{n1}^* = B_1 \tilde{X}_{n1} \quad (9)$$

$$G_{n2}^* = B_2 \tilde{X}_{n2} \quad (10)$$

 $\tilde{X}_{n1}$ :買物利便性の来店理由データ $\tilde{X}_{n2}$ :交通利便性の来店理由データ

つまり総合評価に対する各項目評価の重みを算出し、その重みを回答された来店理由に対して和をとることにより基準化された変数を得ることができる。これらから得られた変数を用いて潜在セグメントの帰属確率と各選択肢の条件付き選択確率より選択確率を求め、帰属関数と効用関数の未知パラメータを推定する。

また、本研究ではパネルデータを用いるため、その系列相関の影響を取り除くために、著者らが提案した系列相関の誤差項を明示的に取り込んだモデルを用いた<sup>2)</sup>。

時点  $t$  の効用関数

$$U_{nit|s} = V_{nit|s} + \lambda_{nit|s} + v_{nit|s} \quad (11)$$

時点  $t-1$  の効用関数

$$U_{nit-1|s} = V_{nit-1|s} + \lambda_{nit-1|s} + v_{nit-1|s} \quad (16)$$

 $U_i$ : 時点  $t$  の効用 $U_{i,t}$ : 時点  $t-1$  の効用 $\lambda$ : 系列相関を表す誤差項 $v$ : 真の誤差項

ここで、 $\lambda$ が既知のもとでの条件付き確率は $v$ の分布型に依存する。 $v$ をI.I.D.ガンベル分布と仮定するとロジットモデルの形で表される。すなわち時点  $t$  での条件付き選択確率は

$$P_{ni}(i|\lambda) = \frac{e^{(V_{ni} + \lambda_{ni})}}{\sum_{i \in J_n} e^{(V_{ni} + \lambda_{ni})}} \quad (17)$$

となり、ある個人が時点  $t$  では選択肢  $i$ 、時点  $t-1$  では選択肢  $j$  を選ぶ同時確率は(17)式および  $t-1$  時点での条件付き選択確率に $\lambda$ の確率密度関数をかけ $\lambda$ について積分することにより得られる。

#### 4. 推定結果と考察

系列相関と潜在セグメントを考慮したモデルの推定結果を表に示す。変数名につく1、2はそれぞれセグメントを表し、定数項につく3、4はパネルでのウェーブごとに定数項を設定したためウェーブの違いを表している。また比較のためセグメントを考慮しないモデルの結果も示した。

これを見ると、潜在セグメントモデルはセグメント

表-1 モデルの推定結果

|          | ノンセグメント<br>モデル | 潜在セグメント<br>モデル |
|----------|----------------|----------------|
| S C 定数13 | 0.646 (2.5)    | 2.32 (2.1)     |
| S C 定数14 | 0.403 (1.7)    | 2.90 (2.7)     |
| 距離1      | -0.0767 (-4.8) | -1.02 (-2.9)   |
| 交通利便性1   | 0.239 (4.2)    | 0.160 (1.1)    |
| 買物利便性1   | 0.129 (2.1)    | 0.162 (0.7)    |
| S C 定数23 |                | 0.427 (0.6)    |
| S C 定数24 |                | -0.542 (-0.5)  |
| 距離2      |                | -0.0212 (-0.7) |
| 交通利便性2   |                | 0.364 (2.4)    |
| 買物利便性2   |                | 0.532 (2.1)    |
| $\theta$ | 1.23 (3.3)     | 1.61 (2.4)     |
| $\mu$    | 1.63 (2.6)     | 0.892 (3.8)    |
| $G_1^*$  |                | 0.470 (1.1)    |
| $G_2^*$  |                | 0.512 (7.3)    |
| $\rho^2$ | 0.231          | 0.235          |
| N        | 124            | 124            |

分割を行わないモデルと比較して適合度はわずかではあるが良くなっている。ここで得られた2つのセグメントはそのパラメータの有意性から、それぞれ定数項の影響が大きいセグメントと距離と利便性の影響が大きいセグメントになっていると考えられる。これは期待されたものとは異なる意味を持つセグメントであるが、この原因は潜在変数の算定方法であると考えられる。また $\theta$ 、 $\mu$ の値より、潜在セグメントを考慮したモデルでは、ウェーブを重ねると個人に特有の誤差は小さくなっているが、真の誤差は大きくなっているということを示している。これは潜在セグメントを考慮したことで系列相関の一部を形成している嗜好の違いの影響が小さくなったためと考えられる。

以上本研究で得られた結果はすべてが予想された通りのものではなかったが、異質な2つのセグメントを抽出することに成功した。今後潜在変数の算定方法などに改善の余地が残されていると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 西井, 岩本, 弦間, 岡田: パネルデータを用いた休日買物交通パターンの経年変化に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, No.15(1), 1992.
- 2) 森川高行, 山田菊子: 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/IV-21, 1993.