

Ⅳ-302 利用可能性を考慮した離散型選択モデルによるパトランジットの利用予測分析

名古屋大学 学生員 倉内 慎也**

名古屋大学 正会員 森川 高行**

名古屋大学 正会員 佐々木邦明**

1 はじめに

わが国では人口の高齢化が急速に進んでおり、今後増大する高齢者及び身障者のモビリティの確保や交通環境の整備が社会的要請となっている。これに対しバスや鉄道等の大量輸送機関に関して様々な対策が講じられつつあるが、それらが利用不可能な場合も少なくなく、一般用交通サービスを dial-a-ride のようなパトランジットサービスで補完するようなシステムの構築が重要であると言える。そのようなパトランジットが期待される効果を発揮するには、利用者のニーズや交通手段選択特性を正確に把握することが不可欠であるが、高齢者・身障者の身体的能力や移動ニーズは極めて多様であり、車椅子の必要性や視覚障害の有無等の身体障害の形態や年齢、性別などの客観的変数のみをういた従来のアプローチでは対処できない。

そこで本研究では、パトランジット利用をモデル化する方法論を展開する。具体的には、潜在意識の測定値である意識データを援用することにより個人の異質性を考慮すると共に、高齢者・身障者は利用可能な交通手段が少ないことから、代替案の利用可能性を明示的に考慮した交通手段選択モデルを構築する。

2 パトランジット利用のモデル化

2.1 用いるデータの概略

本研究で用いるデータは、dial-a-ride が既に導入されている North Carolina 州 Winston-Salem で 1995 年に行われた調査によるものである。調査は身体障害者及び 65 歳以上の高齢者 236 人を対象としており、以下のようなデータが得られている。

1) 個人属性

2) 実際に行ったトリップに関するデータ

3) 知覚値データ

4) 態度データ

5) SP データ

知覚値及び態度データに関しては 9 段階の主観的評価値が、SP データに関しては実際に選択した交通手段と新規のパトランジットの二項選択型データが得られている。

2.2 モデルの定式化及び推定方法

本研究では、交通手段選択の意思決定構造を図 1 のように仮定し、以下のようにモデルを定式化した。

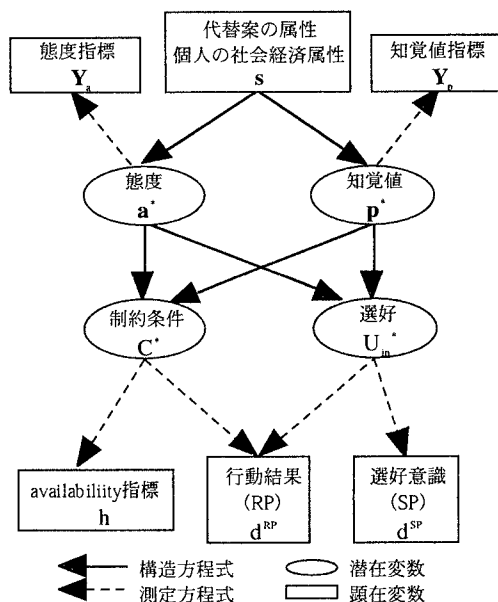


図1 交通手段選択の意思決定構造

構造方程式

$$a^* = f_a(B_a, s) + \zeta_a \quad (1)$$

$$p^* = f_p(B_p, s) + \zeta_p \quad (2)$$

$$C_{kin}^* = f_{C^*}(\theta, s, a^*, p^*) + v_{kin} \quad (3)$$

$$U_{in}^{RP} = f_{U_{in}^{RP}}(\beta, s, a^*, p^*) + \epsilon_{in}^{RP} = V_{in}^{RP} + \epsilon_{in}^{RP} \quad (4)$$

$$U_{in}^{SP} = f_{U_{in}^{SP}}(\gamma, s, a^*, p^*) + \epsilon_{in}^{SP} = V_{in}^{SP} + \epsilon_{in}^{SP} \quad (5)$$

* key words ; 交通行動分析, パトランジット, 意識データ

** 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻

〒464-01 名古屋市中千種区不老町

phone 052-789-3565 fax 052-789-3738

測定方程式

$$Y_a = g_{Y_a}(\Lambda_a, a^*) + \delta_a \quad (6)$$

$$Y_p = g_{Y_p}(\Lambda_p, p^*) + \delta_p \quad (7)$$

$$h_{in} = \begin{cases} 1; & \text{if } C_{kin}^* \geq 0, \forall k \\ 0; & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

$$d_n^{RP}(i) = \begin{cases} 1; & \text{if alternative } i \text{ is chosen} \\ 0; & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

$$(i = 1, \dots, I_n^{RP}, n = 1, \dots, N^{RP})$$

$$d_n^{SP}(i) = \begin{cases} 1; & \text{if alternative } i \text{ is chosen} \\ 0; & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

$$(i = 1, \dots, I_n^{SP}, n = 1, \dots, N^{SP})$$

ここに,

$B, \Lambda, \theta, \beta, \gamma$; 未知パラメータ

$\zeta, \delta, v, \varepsilon$; 確率項

I ; 個人 n の選択肢集合に含まれる代替案の数

N ; サンプル数

このシステムでは、式(1)と式(6)及び式(2)と式(7)が LISREL モデルを構成しており、それぞれ態度モデル、知覚値モデルを表している。式(3)と式(8)は代替案の利用可能性を表す選別モデルを構成しており、そこでは k 個の制約すべてを満たしていなければ利用可能でないという足切り型の意思決定構造を表している。式(3)の各制約条件が独立でかつ確率項が I.I.D. Gumbell 分布に従うと仮定すると、代替案が利用可能である確率（選別確率； Q_m ）は以下のように表すことができる。

$$Q_m = \prod_k \frac{\exp(f_{C_k}(\theta, s, a^*, p^*))}{1 + \exp(f_{C_k}(\theta, s, a^*, p^*))} \quad (11)$$

式(4)と式(9)及び式(5)と式(10)は離散型選択モデルを構成しており、それぞれ RP モデル、SP モデルを表している。確率項に I.I.D. Gumbell 分布を仮定すると、それぞれロジット型の選別確率式が導出できる。

$$P_m^{RP} = \frac{\exp(V_m^{RP})}{\sum_j \exp(V_j^{RP})} \quad (12)$$

$$P_m^{SP} = \frac{\exp(\mu \cdot V_m^{SP})}{\sum_j \exp(\mu \cdot V_j^{SP})} \quad (13)$$

μ はランダム項の分散の違いを表すスケールパラメータであり、以下の関係が成り立っている。

$$\text{Var}(\varepsilon_m^{RP}) = \mu^2 \text{Var}(\varepsilon_m^{SP}), \forall i, n \quad (14)$$

次に、式(12)のモデルを拡張し、制約条件を考慮した選択モデルを定式化する。

式(12)の選択確率は厳密には選択肢集合 C が与えられた上での代替案の条件付き選択確率であることから、

以下のように書き換えられる。

$$P(i|C) = \frac{\exp(V_m^{RP})}{\sum_{j \in C} \exp(V_j^{RP})} \quad (15)$$

制約条件を考慮したモデルとしては多くのモデルが提案されているが、本研究では以下のような Manski の確率的選択肢集合モデル¹⁾を用いる。

$$P(i) = \sum_{C \in G_a} P(i|C)Q(C) \quad (16)$$

ここに、

G_a ; 物理的に選択可能な代替案の集合 M_a の全部分集合の組（ただし空集合は除く）

$Q(C)$; 選択肢集合が C である確率。

上式は一般性の高いモデルである反面、代替案の数が多い場合、計算に膨大な時間を要する。そこで本研究では以下のような近似式を提案する。

$$U_m^{RP} = V_m^{RP} + \ln Q_m + \varepsilon_m^{RP} \quad (17)$$

このモデルは、選択肢集合にはいるか否かの情報を $\ln Q_m$ の形で MNL モデルに加えたものである。例として確定的な場合を考えると、代替案が利用可能でない場合、すなわち $Q_m = 0$ のとき $\ln Q_m$ が $-\infty$ に漸近するため選択確率はほぼ 0 に等しくなる。逆に代替案が利用可能な場合、すなわち $Q_m = 1$ のとき $\ln Q_m = 0$ となり選択に影響を与えない。このモデルは経験式であり理論的裏付けがないが、MNL モデルと同様に扱うことができるため、選択肢数が多い場合でも比較的容易に推定計算を行うことができる。

以上の式を用いて、同時または段階推定を行いパラメータ値を得ることができる。本研究では段階推定を用いる。具体的には、まずコンピュータパッケージ LINCOS により LISREL モデルを推定し、得られたパラメータ値を用いて潜在的態度及び知覚値変数の推計値を計算し、次にそれらを選別・選択モデルに代入して式(16)あるいは式(17)のモデルを推定する。本研究では式(17)のモデルの有用性を検証するために双方のモデルを推定する。

3 おわりに

モデルの推定結果及び考察については紙面の都合上講演時に示す。

参考文献

- 1) Manski, C. : The structure of random utility models, Theory and Decision, Vol. 8, 1977, pp.229-254.