

## バンドリングアプローチに基づく観光交通行動分析\*

### Recreational Travel Behavior Analysis Based on Bundle Choice Model\*

福田大輔\*\*・森地茂\*\*\*

By Daisuke FUKUDA\*\* and Shigeru MORICHI\*\*\*

#### 1. はじめに

観光交通行動は、出発時刻、目的地、交通機関、移動経路、滞在時間等に関する多次元選択行動によって構成されている。これらの選択行動の間には、例えば旅行代理店が企画するパック旅行のように、供給者が提示する幾つかの組合せパターンに対して旅行費用が割安に設定されたり、あるいは、特定の目的地には特定の乗り物で行く方が周遊可能な範囲が広がって魅力度が増大する等の関係が存在すると考えられる。すなわち、選択行動の組合せパターン次第では、各選択行動を規定する効用の間に相互作用が生じ、旅行者の意思決定にも少なからず影響を及ぼしてくると想像される。しかし既存の観光交通行動分析では、多次元の選択行動は、行動種類別に階層化されたネスティド・ロジットモデルに基づいて定式化されるとどまり、効用間の相互作用までは取り扱われない場合がほとんどであった。

一方、マーケティング・サイエンス（以下MS）の分野では、消費者は様々な要素選択肢の組合せを選択するという、バンドリング（Bundling: A Bundle of Choice）の概念に基づいた消費者行動分析が精力的に行われており、選択行動の定式化<sup>1)</sup>、要素選択肢間の代替・補完関係（相互作用）の実証的把握<sup>2)</sup>、最適な価格設定に関する考察<sup>3)</sup>等、多くの研究蓄積が見られる。観光交通行動に対しても、これを日程、目的地、交通機関等の中から最も望ましい組合せのメニューを選択する行動であると想定し、MSの知見を援用することにより、選択行動間の関連性を把握することが可能になると期待される。

以上の問題意識に基づき、本研究ではバンドルの形成を考慮して観光交通行動を定式化し、その適用可能性を検討することを目的とする。

#### 2. 既存の研究

交通行動分析のフレームで多次元選択行動をモデル化したものとして、まず、ネスティド・ロジットモデル<sup>4)</sup>が挙げられるが、これは同一ネスト内の選択肢間における類似性を考慮する一方で、ネスト外の選択肢とは独立であると仮定している。したがって、通常仮定される行動種類別の階層化では、異なる選択行動間の関連性を考慮できない。また、目的地、滞在時間、トリップ数の組合せを意思決定者が選択すると仮定した余暇活動のモデル分析<sup>5)</sup>も存在するが、効用間の相互作用の影響は考慮されていない。

一方、MSの分野では、例えば、電話契約時のオプション（転送サービス等）や、パソコンのパーツ（CPU等）の購買行動の分析にバンドリングの概念が適用されることが多い。ここでは、いわゆる“抱き合わせ販売”による製品の総価格低下の影響把握に着目しており、要素選択肢の特定の組合せによって、製品としての総合的な魅力度が向上する現象は考察対象となっていない。観光行動の場合、行動を規定する要因として魅力度の影響は大きいと従来指摘されており、その相互作用も考慮する必要がある。

本研究では、基本的なモデル構造を Ben-Akiva and Gershfeld(1999)<sup>1)</sup> に準拠し、先述した観光交通行動の特徴を考慮したモデル化を試みる。具体的には、バンドルによって費用の割引や、魅力度の増大がなされる状況を表現することを目指すものである。

#### 3. モデルの一般形

##### (1) バンドルの表現

本研究では、観光客が1日に行う交通行動に関する意思決定を出発の前に行っているとの仮定のもとで議論を進める。まず、観光交通行動を、出発時刻、目的地、交通機関、移動経路等のF種類の選択行動から構成される多次元選択行動と考える。意思決定

\* Keywords: 交通行動分析, 観光・余暇

\*\* 学生員, 工修

\*\*\* フェロー, 工博

東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤工学専攻

(〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

TEL: 03-5841-6129, FAX: 03-5841-7453)

者は、それらの組合せの集合  $A$  から最も望ましい代替案（プロフィール）を選択する。ここで  $i$  番目のプロフィールは、以下の形式で表現される。

$$X_i = (X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{fi}, \dots, X_{Ni}) \quad (1)$$

ここで  $X_{fi} = (x_{1fi}, x_{2fi}, \dots, x_{bfi}, \dots, x_{Nfi})$  は  $f$  番目の要素選択肢（総数： $N_f$ ）を規定する項であり、その中の  $l$  番目の選択肢がプロフィール  $i$  を構成しているならば  $x_{li} = 1$ 、そうでないならば 0 とする。出発時刻等の場合、 $X_{fi}$  は 1 つの要素が 1 でそれ以外が 0 になると考えられるが、周遊スポット等、複数個の選択肢が選ばれる可能性がある場合、複数個の要素が 1 となる。

このようにして表現される全てのプロフィールのうち、各要素選択肢の効用間に何らかの相互作用が存在するプロフィールをバンドルと称しよう。その集合を  $B \subseteq A$  とし、その要素  $b$  に対する通常価格からの割引率を  $d_b$  とする。 $\delta_{bi}$  をプロフィール  $i$  がバンドル  $b$  に一致するとき 1、そうでないとき 0 を取る変数、 $p_{fi}$  を便宜的に  $f$  番目の要素選択肢集合内の選択肢  $l$  の費用とすれば、プロフィール  $i$  の費用  $p_i$  は次のように表される。

$$p_i = \left(1 - \sum_{b \in B} \delta_{bi} d_b\right) \sum_{l \in I_f} \sum_{l \in I_f} x_{li} p_{li} \quad (2)$$

同様に、プロフィール  $i$  がバンドリング  $b$  に一致し、その影響によって魅力度  $A_i$  が  $\theta_b$  だけ割増されると仮定すれば、次式のように表される。

$$A_i = \left(1 + \sum_{b \in B} \delta_{bi} \theta_b\right) \sum_{l \in I_f} \sum_{l \in I_f} x_{li} A_{li} \quad (3)$$

## (2) 意思決定構造

まず、プロフィール  $i$  に対する効用が次式で与えられると仮定する（意思決定者を示す添字を省略）。

$$U_i = V_i + \varepsilon_i = V(p_i, A_i, Z_i, S) + \varepsilon_i, \quad \forall i \in A \quad (4)$$

ここで、 $Z_i$ ：費用・魅力度以外のプロフィール  $i$  の属性、 $S$ ：意思決定者の特性、 $\varepsilon_i$ ：誤差項である。しかしこのままでは、プロフィールの総数は  $\prod N_f$  個となり、選択肢集合が非常に大きくなると想像される。ここでは意思決定のヒューリスティクスを考慮し、選択肢の選別が行われた選択肢集合  $C \subseteq A$  の中から最も大きい効用を得るプロフィール  $r$  を選択するものと仮定する。

$$r = \arg \max_{i \in C} U_i \quad (5)$$

さらに、プロフィール  $i$  の選別結果を表す変数  $k_i$  ( $i$  が  $C$  に含まれるならば 1、そうでなければ 0) を導入すれば、式(5)は次のように書き換えられる。

$$r = \arg \max_{i \in A} (U_i + K_i) \quad (6)$$

ただし、 $K_i = \ln(k_i)$  である。ここでは  $i$  が選別されない場合に全効用が  $-\infty$  に発散することによって選択確率がゼロになるという構造となっている。一方、選択肢が選別される過程を確率的に表現したい場合には、 $K_i$  の構造を以下のように仮定する。

$$K_i = m_i + \xi_i = m(Z_i, S) + \xi_i \quad (7)$$

ここで、 $\xi_i$  は誤差項である。この場合、選択確率は以下のように表される。

$$\begin{aligned} P_i &= \text{Prob}\{U_i + K_i \geq U_j + K_j, \text{ for } \forall j \in A\}, \quad i \in A \\ &= \text{Prob}\{(\varepsilon_i + \xi_i) - (\varepsilon_j + \xi_j) \leq (V_i + m_i) - (V_j + m_j), \text{ for } \forall j \in A\} \\ &= \text{Prob}\{e_j - e_i \leq W_i - W_j, \text{ for } \forall j \in A\} \end{aligned} \quad (8)$$

ただし、 $W_i = V_i + m_i$ 、 $e_i = \varepsilon_i + \xi_i$  である。ここで、 $e_i$  が *i.i.d.* ガンベル分布に従うと仮定することにより多項ロジットモデルが、また、 $\varepsilon_i$  と  $\xi_i$  に異なる誤差構造を仮定することにより、例えば、Mixed-Logit モデルが導出される。

## 4. おわりに

本研究では、バンドリングによる要素選択肢間の相互作用を考慮した観光交通行動のモデル化を試みた。MS 分野の研究では見られなかったが、観光交通の場合、選択行動が要素選択肢間の空間関係や時間関係に依存する可能性も大きく、これらの影響についても今後考察を進める必要がある。なお、実証分析の結果については発表時まで整理したい。

### (参考文献)

- 1) Ben-Akiva, M. and Gershensfeld, S.: Multi-Featured Products and Services: Analyzing Pricing and Bundling Strategies, *Journal of Forecasting*, Vol.17, pp.175-196, 1998.
- 2) Eppen, G., Hanson, W. and Martin, R.: Bundling-New Products, New Markets, Low Risk, *Sloan Management Review*, Summer, pp.7-14, 1991.
- 3) Hanson, W. and Martin, R.: Optimal Bundle Pricing, *Management Science*, Vol.36, pp.155-174, 1990.
- 4) 例えば、森川高行・佐々木邦明・東力也：観光系道路網整備評価のための休日周遊行動モデル分析，土木計画学研究・論文集，No.12, pp.539-547, 1995.
- 5) Tay, R., McCarthy, P. and Fletcher, J.: A Portfolio Choice Model of the Demand for Recreational Trips, *Transportation Research B*, Vol.30, pp.325-337, 1996.