

1. はじめに

行動分析において、選択肢集合の問題はこれまで様々な形で議論されてきた。一般的に実際の行動データに基づく選択モデルの分析において、選択肢集合は非常に重要な役割を果たしているが、実際には観測が困難であり、分析者の側で設定することになる。IIA特性を持つロジットモデルを用いた場合には、選択肢集合の特定化のミスマスペシフィケーションの問題は緩和できるが、近年の非IIAモデルにおいては、選択肢集合の形成は非常に重要な問題となる。

一般に選択肢集合が不明瞭な場合には、Manski¹⁾が提案した選択肢集合の条件付きの選択モデルを推定することになる。しかし、選択肢の数が増加するにつれて、選択肢集合の組み合わせの数が増加し、考慮すべき選択肢集合の数が膨大になり、実際の選択を説明するために膨大な数の選択肢集合の可能性を考慮したモデルとなり、推定精度の低下を引き起こすことになる。そのため、選択肢集合を選別する過程に着目した研究が行われ、追加的なデータを取得することで、目的地集合の形成をモデル化する研究²⁾もおこなわれてきた。

一方観光行動を非集計のモデル体系で分析する場合には、周遊行動という複数の目的地の組み合わせ問題を対象とする場合が多い。特に周遊行動の分析を行う場合には、同時に周遊される観光地の組み合わせの分析が重要になる。しかし先に述べたように、観光地の数が増えるにつれて、目的地の組み合わせの数は膨大なものになっていき、そのすべての中から個人の効用を最大にするような観光地の組み合わせを選択しているとは考えにくい。しかし、実際には数多くの目的地の中から特定の組み合わせが選択されているため、目的地組み合わせの分析には選択肢集合を形成するモデルが必要となる。

特に観光周遊行動の場合は、単純に複数の目的地から得られる効用の和になるとも考えにくく、一連の選択

*キーワードズ: 観光周遊行動, プロセスモデル, Mixed Logit

**学生員, 修士(工学), 山梨大学大学院, 医学工学総合教育部

***正員, 学士(工学), 株式会社マツザワ

****正員, 博士(工学), 山梨大学大学院, 医学工学総合研究部

(山梨県甲府市武田4-3-11) Tel. 055-220-8671

肢の組み合わせによって最大の満足感を得られるような組み合わせを想定するのが妥当であると考えられる。例えば、ショッピング施設と、落ち着いた社寺観光地の組み合わせは、それぞれの施設を訪問することによる効用の単純な和になるとは考えにくい。そこで、これらの要素も考慮した観光地間の連関を考慮した目的地選択モデルが必要になる。

2. 周遊目的地選択モデル

(1) 探索的目的地集合形成モデル

先に述べたように、観光地の組み合わせの分析する際、観光地の数が増えるにつれて、観光地の組み合わせの数は膨大なものになるため、その総ての組み合わせの中から個人の効用が最大になるものを選んでいくとは考えにくい。そこで本研究では、西野³⁾が提案した個人が個々の観光ゾーンを組み合わせに含めるかどうかを試行錯誤的に決定するプロセス仮定した探索型目的地選択モデルを用いる。このモデルは、個人が観光ゾーンの組み合わせに対して、他のもう1つの観光ゾーンを加える、または1つの観光ゾーンを取り除くかして新たな観光ゾーンの組み合わせ比較対象として選択し、そのプロセスを試行錯誤しながら決定すると仮定したものである。観光ゾーンの組み合わせを決定するプロセスを、以下に示す。

- ① 全てのゾーンの中から最大の効用をもたらすものを1つ選択する。
- ② 選択されたゾーンに、選択されなかったゾーンの中から1つを追加した組み合わせを総て作る。
- ③ ②で作られた組み合わせを選択肢集合として最大の効用をもたらすものを選択する。
- ④ ③で選択されたものが①と同一の場合には、ゾーンの組み合わせが決定する。
- ⑤ ③で選択されたものが①と異なる場合には③で選択されなかったゾーンを③で選択されたゾーンの組み合わせに1つ追加したものと、選択されたゾーンの組み合わせから、ゾーンを1つ削除したものを全て作る。
- ⑥ ③で選択されたゾーンの組み合わせと、⑤で作られ

たもの全てを合わせたものを選択肢集合とし、選択を行う。

このプロセスを繰り返すことで、最終的に観光地のゾーンの組み合わせが1つ決定される。

このプロセスの途中は計測不能であるが、最終的な選択だけは観測可能である。よって効用関数形がプロセスの間で不変であると仮定される場合には、最終選択結果を用いて効用関数のパラメータを推定することが可能である。

以下このモデルの数学的な定式化を行う。最終的に選択されたゾーンの組み合わせを c とした時、効用は

$$U_c = \beta \mathbf{x}_c + \varepsilon_c \quad (1)$$

であらわされる。ただし

U_c : ゾーンの組み合わせ c の効用

β : 効用関数のパラメータ,

\mathbf{x}_c : c に含まれるすべてのゾーンの属性によって構成される属性ベクトル

ε_c : 誤差項である。

最終的な選択プロセスにおける選択確率は、誤差項に IID ガンベル分布を仮定すると

$$P(c) = \frac{\exp(\mu V_c)}{\sum_j \exp(\mu V_{c+j})} \quad (2)$$

となる。ただし $c+j$ とは、 c に含まれているゾーンを除いて、 c の組み合わせにそのうちの一つを追加した目的地の集合を表わしている。

具体的には、 $\{A, B, C, D\}$ の4つの選択肢が存在し、最終的に選択された組み合わせが $\{B, C\}$ であった場合には、効用パラメータの推定のためのモデルとしては、 $\{B, C\}$ 、 $\{A, B, C\}$ 、 $\{B, C, D\}$ の3つの選択肢から $\{B, C\}$ が選択されたと解釈する。

このモデルを採用することにより、選択モデルは最大でも選択肢数を超えないことになり、現実的にモデルを推定することが可能になる。

(2) 目的地の組み合わせを考慮したモデル

前節で構築した目的地集合形成モデルは、選択肢の組み合わせについて考慮しておらず、それぞれの効用の和になることを仮定した。しかし、1章で述べたように、観光行動においては、目的地の組み合わせによる相互作用効果は非常に重要な役割を果たしていると考えられる。

そこで、目的地の組み合わせによる効用の変化を考慮するために選択肢の効用関数形を再考する。(1)のモデルでは、選択肢集合の組み合わせ i, j の効用は

$$U_{ij} = \beta(\mathbf{x}_i + \mathbf{x}_j) + \varepsilon \quad (3)$$

であり、 i ゾーンと j ゾーンの組み合わせで単純に効用は2目的地の和になっている。また、誤差項はしかし、先に述べたように目的地の組み合わせによる相互作用を考え、2つの目的地の組み合わせによる効用を $x_{ij} = x_i + x_j + \alpha_{ij}$ のように定義する。 α は好ましい組み合わせの場合には正になり、好ましくない組み合わせの場合には負になる相互作用項である。また、その相互作用効果は個人ごとに異なった影響を及ぼし、その影響は確率的であると仮定する。このとき、効用関数は

$$U_{ij} = \beta \mathbf{x}_{ij} + \gamma_{ij} \alpha_{ij} + \varepsilon \quad (4)$$

となる。ただし

γ_{ij} : α_{ij} の係数

このとき α_{ij} を組み合わせによって確定的に変動する変数であると仮定する。ここで、すべての観光目的地についての相互作用を仮定すると、組み合わせの数だけのパラメータを推定することになるため、観光地がいくつかのカテゴリーに分類可能であり、カテゴリー間では同様の相互作用があると仮定する。このとき

α_{ij} : は含まれる観光目的地がそれぞれ k 番目のカテゴリーに属するとき k 番目が1、それ以外は0のベクトルである。

また、簡単のため γ_{ij} は一つのパラメトリックな分布に近似することができると仮定する。つまり $\gamma_{ij} \sim f(\theta)$ であると仮定する。このような仮定を置くことによりこのモデルはMixed Logitモデルのフレームと同一となる。よってこのモデルが推定可能になる。

3. 事例研究

(1) 用いたデータ

2章で提案したモデルの適用事例として、平成17年に行われた京阪神都市圏内の休日の観光交通実態調査のうち、回遊調査のデータを用いることとした。この調査は、京阪神都市圏の主要な観光施設27カ所で調査票を配布し、後に郵送してもらうという形式で行われた。主な調査項目は、旅行の形態と日程（同伴者の有無、日帰りか宿泊かなど）、周遊状況（立ち寄り先名、立ち寄り先への移動目的、立ち寄り先への移動手段など）、個人属性（性別、年齢、職業など）などとなっている。

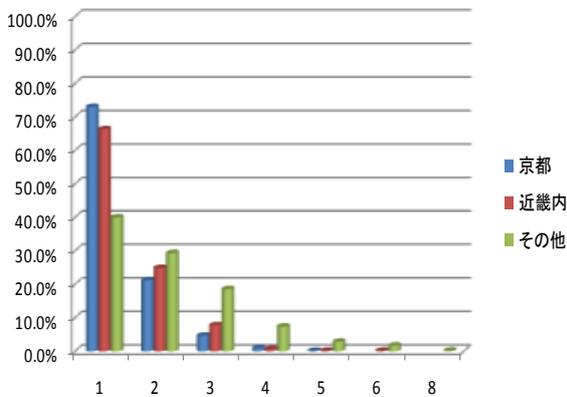
また、京都府内の調査票配布場所は平等院、光明寺、長岡天満宮、四条河原町、四条烏丸、烏丸三条の6カ所であった。

本研究では上記のデータのうち、京都府内の観光施設を回遊したものを分析対象とする。また観光目的地を施設レベルで設定すると膨大な数になるため、観光ガイドブックおよび地域名を参考にして、複数の観光施設を含む形で京都府内に25の観光ゾーンを設定し、その観光

ゾーンを周遊したデータ1729件を分析対象とした。またモデルで必要となる観光地のカテゴリ分類を、以下のように設定した中京区ゾーンと京都駅周辺ゾーンを、主に買い物目的で訪れる人を対象とした街中観光ゾーン、寺社仏閣だけが含まれる目的地を寺社仏閣ゾーン、その他のゾーンを自然景勝地ゾーンとして設定した。

(2) 目的地の組み合わせの特性

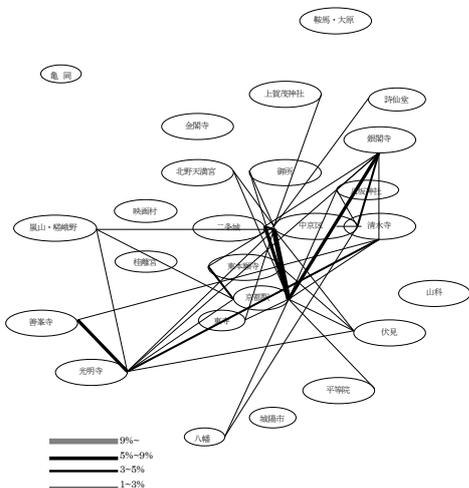
本節では、目的地の組み合わせが実際のどのようであったかを定性的に分析する。まず、来訪行動に大きく影響を与えると考えられる居住地別に来訪箇所数を見たのが図一1である。観光はその経験によって大きく行動が異なると考えられ、京都府内居住者は十分な経験がある一方、近畿外からの来訪者はそれほど経験がないと考えられるため、近畿内居住者と3種類に分類した。



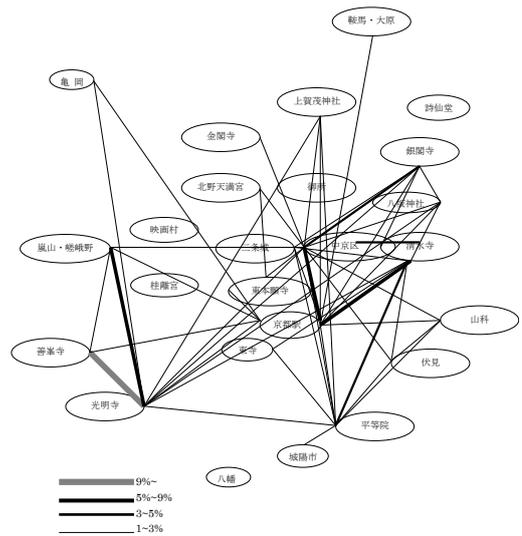
図一1 居住地別周遊観光ゾーン数

この図から、近畿外居住者は来訪箇所数がたと比較して多くなることが分かり、この3者では異なった行動特性であると仮定して、分類して目的地の組み合わせ状況を確認する。

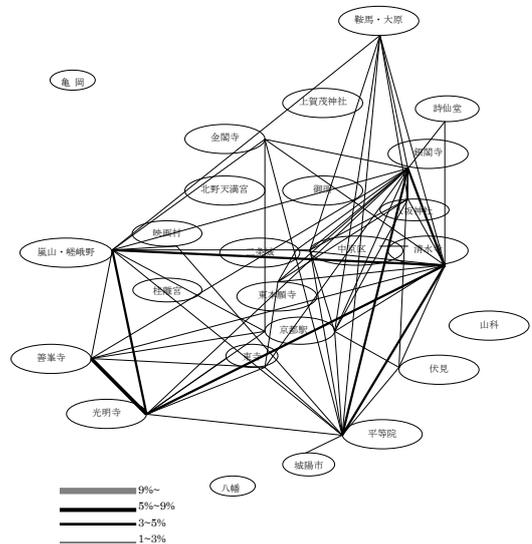
図一2～図一4は目的地間の連関を表した図である。ここでの連関とは周遊行動内で、それぞれの目的地が周遊経路上に選択された割合を指している。



図一2 京都居住者の観光地間の連関図



図一3 近畿内居住者の観光地間の連関図



図一4 近畿外居住者の観光地間の連関図

これらをみると光明寺・長岡ゾーンと善峰寺ゾーンは居住地に関係なく強い連関がみられ、この2つのゾーンは同時に組みあわせやすいことがわかる。また、京都居住者、近畿内居住者は京都駅周辺ゾーンを中心に、比較的近接したゾーンへの強い連関がみられるとともに、京都駅周辺ゾーンと中京区ゾーンという街中観光ゾーン間に強い連関がみられた。その他居住者は、「嵐山ゾーン」、「清水寺ゾーン」といった比較的距離が離れているゾーン間での強い連関が見られ、著名観光ゾーン間の連関が強いことがわかる。

このように、居住地によって目的地の連関性が異なるため、それぞれに分類して2章で提案したモデルを推定することとする。

(3) モデルの推定結果

ここでは2章で提案したモデルの推定結果を示すのであるが、本研究ではγに特定の分布を仮定したモデルの

推定がうまくできず、ガンマを1とおいて推定を行った。その結果が表-2である。また、推定に用いた変数を表-3に示した。

表-2 パラメータの推定結果

	全体 (n=1729)		京都居住者 (n=622)	
	係数	t値	係数	t値
施設数	0.1454	28.543	0.1163	13.286
ページ数	-0.0497	-15.1	-0.0436	-6.071
活動箇所のばらつき	-1.339	-21.595	-4.4084	-20.21
社寺と街中の組み合わせ	-1.6879	-20.643	-1.5345	-10.64

	近畿内居住者 (n=579)		その他居住者 (n=528)	
	係数	t値	係数	t値
施設数	0.1313	14.847	0.1465	13.61
ページ数	-0.0373	-7.009	-0.24	-4.184
活動箇所のばらつき	-3.1156	-22.339	-0.3251	-9.337
社寺と街中の組み合わせ	-1.1074	-7.511	-1.6583	-9.958

全体 ρ^{-2} 0.28564

表-3 推定に用いた変数

施設数	ゾーンの組み合わせに含まれる観光施設数のゾーンあたりの数
ページ数	ゾーンの組み合わせに含まれる観光施設に関する紹介記事の分量の平均値
活動箇所のばらつき	ゾーンの組み合わせに含まれる各ゾーンの代表緯度・経度の平均値から各ゾーンへの距離の合計
社寺と街中の組み合わせ	社寺景勝地ゾーンと街中観光ゾーンを同時に組み合わせた場合のダミー変数

各モデルのパラメータは有意であった。各モデルで共通した結果として、ページ数、活動箇所のばらつき、社寺と街中の組み合わせは、全て負の値が推定され、施設数は正の値が推定された。これらは、観光施設数の多いゾーンが組み合わせに含まれやすいこと、ページ数が少ないゾーンが組み合わせに含まれやすいことを示し、またまとまった動線上にあるゾーンが選ばれやすく、社寺と街中は同時に組み合わせられにくいことを示している。

居住地別にみても、京都居住者の活動箇所のばらつきのパラメータが大きく、近畿内居住者、その他居住者に比べて、よりまとまった位置関係にあるゾーンを選びやすいことがわかる。また、その他居住者は活動箇

所のばらつきの係数ほかのモデルよりも絶対値が小さくでている。以上は、居住地別観光ゾーン間関連関数でみたように、京都居住者のまとまったゾーン間での周遊状況と、その他居住者の広域的な周遊状況と合致している。

社寺と街中の組み合わせをみると、近畿内居住者はほかのモデルよりも係数の値が大きくており、比較的、社寺と街中が組み合わせられやすいことが読取れる。

4. おわりに

本研究では、観光周遊行動の目的地の連関性に着目して、目的地集合の構築モデルに目的地間の相関性を考慮したモデルを提案し、大きな仮定を導入しつつも実際のデータに適用した。その結果、居住地別の行動特性の違いを明らかにし、特定のカテゴリーに属する観光地同士では組み合わせとして選択されづらいことが明らかになった。

しかし、本研究の結果は提案したモデルに大きな仮定を導入したままであり、その仮定を緩和したモデルの推定が急務である。研究発表会までには仮定を大幅に緩和したモデルの推定結果をお示ししたいと考えている。

参考文献

- 1) Manski, C. : The structure of random Utility Models, *Theory and Decision*, Vol. 8, pp. 229-254, 1977.
- 2) 吉田朗, 原田昇 : 選択肢集合の確率的形成を考慮した集計型目的地選択モデルの研究, 土木学会論文集, No. 618, IV-43, pp. 1-13, 1999.
- 3) 西野至, 西井和夫, 北村隆一, 宮島俊一 : 満足化を仮定した観光目的地の組合せ決定モデル, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 18, 2001.