

神戸大学大学院工学研究科
神戸大学大学院工学研究科

学生員 ○中川 辰則
正会員 桑野 将司

1. 研究の背景・目的

観光レクリエーション需要の高まりとともに、より精度の高い観光行動分析手法の開発が求められている。

観光行動に関する研究はこれまで数多く行われており、中でも、旅行者の滞在時間に着目した研究¹⁾は多くなされてきた。しかし、観光行動とは、出発時刻、目的地、交通手段、利用経路、滞在時間、消費金額等に関する多次元選択行動によって構成されており、各選択行動間には相互依存性が存在するが、既往研究において、相互依存性は考慮されていない。そこで、本研究では、複数ある選択行動の中でも特に重要であると考えられる滞在時間と消費金額に着目し、コンピュータ関数を用いて、これらの相互依存性を考慮した同時決定モデルを開発し、その有効性を検証することを目的とする。なお、実証分析には、2007年に鳥取県旅行者を対象に実施されたアンケート調査で得られた349サンプルのデータを用いる。

2. コピュラを用いた同時決定モデルの開発

本研究では、既往研究で多く用いられている単変量生存時間モデルの対象を滞在開始時刻から帰宅行動開始時刻までの時間 T 、および旅行中の金銭消費を終了するまでの金額 M とし、これらの相互依存性を考慮するために、コピュラ関数²⁾を用いて2変量同時決定モデルを開発する。

滞在時間 t において滞行動が終了しておらず、また消費金額 m で金銭消費が終了していない確率を同時生存関数 S 、 t と m の同時密度関数を F 、同時確率密度関数を f 、滞在時間と消費金額に関する周辺生存関数をそれぞれ $S^T = S(t, -\infty)$ 、 $S^M = S(m, -\infty)$ 、周辺累積分布関数を F^T 、 F^M とする。このとき、 t と m に関する同時生存関数 S は、生存コピュラ \hat{C} を用いて式(1)で表される。

$$\begin{aligned} S(t, m) &= \Pr[T > t, M > m] \\ &= \int_t^\infty \int_m^\infty f(\xi, \zeta) \cdot d\xi \cdot d\zeta \\ &= 1 - F^T(t) - F^M(m) + F(t, m) \\ &= S^T(t) + S^M(m) - 1 + C(F^T(t), F^M(m)) \\ &= S^T(t) + S^M(m) - 1 + C(1 - S^T(t), 1 - S^M(m)) \\ &= \hat{C}(S^T(t), S^M(m)) \end{aligned} \quad (1)$$

通常の変量分布を仮定したモデルでは、多くの分散・共分散パラメータで相互依存性を記述する。一方、コピュラ関数を用いれば、その定義式によって少数のパラメータで多様な相互依存性を記述することが可能である。本研究では、変量間の依存構造を一つのパラメータで表現でき、特に2変量の依存構造を表現するのに有効なアルキメディアン・コピュラ族の中から、それぞれが異なる依存構造を表す、正規コピュラ、ガンベル・コピュラ、クレイトン・コピュラ、フランク・コピュラの4つの代表的なコピュラに着目し、最も当てはまりの良いものを実証的に選定する。

3. BICによる提案モデルの有効性の検証

本研究では、提案モデルの有効性をベイズ情報量基準(以下、BIC)を用いて検証する。BICとは、最終対数尤度に、パラメータ数とサンプル数で構成されるペナルティ項を考慮したモデル選択基準であり、式(2)によって算出される。

$$BIC = \ln(L_c) - 0.5p \ln(N) \quad (2)$$

ここで、 $\ln(L_c)$ は最終対数尤度、 p はパラメータ数、 N はサンプル数である。BICによるモデル選択基準では、その値が小さい方が優れたモデルであることを意味する。滞在時間と消費金額の相互依存性を考慮していない単変量生存時間モデル(以下、独立モデル)、

および前章で述べた4つのコンピュータを仮定したときの同時決定モデルの、それぞれの推定結果から算出されたBICを、表1に示す。

独立モデルと同時決定モデルのBICについて比較すると、全てのコンピュータにおいて同時決定モデルの方が小さかった。これは、滞在時間と消費金額の相互依存性を考慮することが、モデル適合度の向上に寄与することを示す。また、各コンピュータについて比較すると、フランク・コンピュータを仮定したときにBICが最も小さく、次いでガ・コンピュータ、正規コンピュータ、クレイトン・コンピュータの順に小さかった。これは、フランク・コンピュータを仮定した同時決定モデルが最も適合度が高いことを示す。

表1 BICの比較

| 独立モデル | 2218.891 |
|--------------|----------|
| 同時決定モデル | |
| 正規コンピュータ | 2199.500 |
| ガンベル・コンピュータ | 2196.541 |
| クレイトン・コンピュータ | 2214.361 |
| フランク・コンピュータ | 2192.773 |

4. 推定結果

独立モデルと同時決定モデルの推定結果を表2に示す。なお、同時決定モデルに関しては、実証分析の結果から、モデル適合度の最も高かったフランク・コンピュータを仮定した同時決定モデルの結果を示す。

表2から、滞在時間と消費金額の相互依存性を表現するコンピュータパラメータは正で有意となった。つまり、滞在時間と消費金額の間には正の相互依存性が存在することを示し、どちらか一方が増加すれば、他方も増加する傾向があるということが明らかとなった。滞在時間と消費金額に関する共変量について、両モデルの推定結果を比較すると、パラメータの符号はすべて一致している。すなわち、共変量が滞在時間、消費金額に及ぼす影響については、独立モデルと同時決定モデルで、その傾向に大きな差はないことが明らかとなった。

5. 結論

本研究では、観光行動における滞在時間と消費金額に着目し、それらをより正確に記述することを目的とした同時決定モデルの開発を行った。独立モデルと同

時決定モデルの比較を行った結果、同時決定モデルの

表2 推定結果

| | 独立モデル | 同時決定モデル |
|--------------|-------------------------|-----------|
| 共変量 | 推定値 | 推定値 |
| コンピュータタイプ | | フランク |
| コンピュータパラメータ | | 2.495 ** |
| 滞在時間に関する共変量 | | |
| 形状パラメータ | 0.093 ** | 0.092 ** |
| 尺度パラメータ | 1.898 ** | 1.884 ** |
| 年齢 | -0.076 + | -0.068 |
| 旅行人数 | 0.108 ** | 0.121 ** |
| 県内ダミー | -0.046 | -0.225 + |
| 目的地までの所要時間 | -0.088 | -0.064 |
| 総移動時間 | 0.075 ** | 0.073 ** |
| 消費金額に関する共変量 | | |
| 形状パラメータ | 7.333 ** | 6.377 ** |
| 尺度パラメータ | 1.480 ** | 1.477 ** |
| 年齢 | 0.169 ** | 0.170 ** |
| 旅行人数 | 0.366 ** | 0.352 ** |
| 鉄道ダミー | 1.524 ** | 1.292 ** |
| 総移動時間 | 0.143 ** | 0.128 ** |
| 鳥取市ダミー | 0.160 | 0.105 |
| 平均帰属確率 | | |
| 最終対数尤度 L (β) | -1068.460 ^{a)} | -1063.267 |
| BIC | 2218.892 ^{a)} | 2192.773 |

** : 1%有意, *5%有意, + : 10%有意

a)滞在時間と消費金額に関する独立モデルの合計

方が、モデル適合度が高いことが示された。つまり、滞在時間と消費金額の間には相互依存性が存在し、それらを考慮することでモデル適合度が向上することが明らかとなった。さらに、両者の間には正の相互依存性が存在する。つまり、どちらか一方が増加すれば、他方も増加するという傾向があることを明らかとした。

本研究では、共変量として用いた変数の多くが個人属性に関するものであり、現象の記述に留まっている。観光開発に資する政策を具体的に検討するためには、対象となる観光エリア内の観光施設数、宿泊施設数、飲食店の数、路線バスの本数などの政策変数を導入し、それらが観光行動に及ぼす影響を評価する必要がある。

6. 参考文献

- 1) 西野至, 西井和夫, 京都観光周遊行動データを用いたハザード関数型滞在時間モデル, 都市計画論文集, Vol.35, pp727-732, 2000.
- 2) 北川源次郎, 竹村彰通, 21世紀の統計科学Ⅲ, 財団法人 東京大学出版会, 2008.