

1. 背景と目的

これまでの交通事業は、「高速移動・大量輸送」に対応することで利用者を獲得してきた。しかし、近年の人口減少による利用者減少や価値観の多様化を背景に、従来の対応だけでは事業悪化を招き、経済活動の核となる交通のサービス水準を悪化させ、社会全体に悪影響を与えかねない。

そのような中、鉄道では在来線グリーン車の追加導入、航空では格安運賃の会社設立、有料道路では通行時間帯割引といった新サービスを提供し、特定の顧客層に人気を得ている。これらを踏まえ、今後交通分野においてはマーケティング分析技術を導入する重要性が高まっていくと思われる。

本研究は、観光行動によるデータをアприオリな潜在クラスモデルによって意図するセグメントを設定し、消費者（利用者）の異質性を明確にすると同時に、そのセグメントを構成する要因を分析する手法を研究する。

2. 分析手法

2-1. セグメンテーション手法

非集計モデルを用いて個人の異質性を考慮する手法は、一般に次の3種類に分類される。

個人属性別やトリップ目的別等の外的属性（事前に基準を定め、母集団を分割するアприオリセグメントと、選好の相違を個人属性等の説明変数で表し、効用関数に導入するもの）を用いた手法
 態度や効用等の内的属性（多元的に定められた変数）を基準としてセグメントを行う手法
 ランダム係数モデル・潜在クラスモデル等、非集計モデルの構造に異質性を取り込んだモデルの開発による手法

は、外的属性によるグループが同質である保証を得ることが困難である。は、実際的意思決定において定性的な要因が大きく関与していることから、

異質性として考慮する価値がある。しかし、これらを変数化するには、LISRELモデルのように複雑な計算過程を必要とする。

本研究では、にあたる個々のパラメータに離散的分布を仮定した潜在クラスモデルを用いて消費者の異質性について検討を行う。

2-2. 制約付き潜在クラスモデル

$$P_{nt}(i|\pi, \beta) = \sum_{s=1}^S \pi_s P_{nt}(i|\beta_s) \quad \dots(1)$$

$$\pi = [\pi_1, \dots, \pi_s], \beta = [\beta_1, \dots, \beta_s], \sum_{s=1}^S \pi_s = 1$$

$$p_n(s) = \frac{\left\{ \prod_{t=1}^{T_n} \prod_{i \in C_{nt}} P_{nt}(i|\beta_s)^{y_{nt}(i)} \right\} \cdot \pi_s}{\sum_{u=1}^S \left[\left\{ \prod_{t=1}^{T_n} \prod_{i \in C_{nt}} P_{nt}(i|\beta_u)^{y_{nt}(i)} \right\} \cdot \pi_u \right]} \quad \dots(2)$$

$$\pi_s = \frac{\sum_{n=1}^N p_n(s)}{N} \quad \dots(3) \quad N: \text{サンプル数}$$

$$\ln L_s(s) = \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^{T_n} \sum_{i \in C_{nt}} \{ p_n(s) \cdot y_{nt}(i) \cdot \ln P_{nt}(i|\beta_s) \} \quad \dots(4)$$

$y_{nt}(i)$: 個人 n が t 期に選択肢 i を選択した結果

セグメント s ごとにパラメータ β_s の値が異なるロジットモデル $P_{nt}(i|\beta_s)$ とその構成率 π_s を導き出すものが潜在クラスモデルと呼ばれる。

パラメータ π と β を推定後、消費者 n がセグメント s に所属する確率 $p_n(s)$ を求めることができる。

潜在クラスモデルによるパラメータ推定は、 π と β を交互に探索する最尤法(EM-Algorithm)を用いる。式(2)の $p_n(s)$ を求め(E-step)、式(4)の対数尤度が最大になる β と式(3)による π を求める(M-step)。この操作を交互に行い、収束するまで繰り返すことでパラメータ推定を行う。

このように母集団の各個人に対してセグメント分

けを行うことによって、潜在的数値（構成比 s ・所属確率 $p_n(s)$ ）が得られ、消費者の異質性を明確にすることができる。通常、セグメント数を設定し潜在クラスモデルとして推定されたパラメータより、各セグメントの特徴をアポステリオリに判断する。本研究では、制約条件としてパラメータの値に範囲を設けることで特徴を事前に定めたアプリオリな潜在クラスモデルを実現させる。

2-3. 所属確率の関数化

$$Y_n(s) = \sum_{m=1}^M \beta_{nsm} X_{nm} \quad \dots(4)$$

$$P_n(s) = \frac{e^{Y_n(s)}}{\sum_{k=1}^S e^{Y_n(k)}} \quad \dots(5)$$

各個人 n がセグメント s に属する確率 $P_n(s)$ を決定する関数 $Y_n(s)$ を仮定する。 $Y_n(s)$ は、 M 個の説明変数の線形和で与えられる。

潜在クラスモデルでは、セグメント構成要因を効用関数と所属確率の推定結果から判断することは困難である。式(4)、(5)によって、各セグメントの構成要因を式(4)の説明変数から容易に把握することが可能となる。

3. 実施分析例

今回分析に用いたデータは、過去五年間（2000年4月～2005年5月）の観光行動について東京圏在住の30歳以上を対象者（有効回答数258人）として実施したアンケートである。異なるまたは同じ観光地を訪れる傾向が強い人をそれぞれ「トライアル層」「リピート層」というアプリオリなセグメントに設定する。そして、制約条件を表1のように定めた上で、あらかじめ用意したプログラムによる潜在クラスモデルの推定結果が表2である。次に各セグメントに対し、3つの説明変数を設定し、式(4)、(5)による所属確率の結果を表3に示す。トライアル層での関東旅行率（関東旅行回数を全旅行回数で除したものは、対象者が東京圏在住であるため周辺の観光地に数多く行くものと判断できる。また、リピート層でのテーマパーク旅行率（テーマパークへの旅行回数を全旅行回数で除したものは、テーマパーク

表1 パラメータ制約条件

	トライアル層		リピート層	
観光地魅力度	0	try 2.53E-01	2.53E-01	rep
移動費用	-	try	-	rep
移動時間	-6.37E-03	try	-	rep -6.37E-03
リピート間隔	-	try 2.10E-02	2.10E-02	rep
リピート回数	-	try 1.22E+01	1.22E+01	rep
海外ダミー	-	try	-	rep

表2 潜在クラスモデル推定結果

	トライアル層		リピート層	
構成人数	190人		68人	
構成比	0.5815		0.4185	
観光地魅力度	2.36E-01	(-3.78)	2.80E-01	(5.57)
移動費用	-1.51E-05	(-2.32)	-9.44E-06	(-1.37)
移動時間	-6.30E-03	(-9.34)	-6.56E-03	(-9.06)
リピート間隔	1.65E-02	(-3.80)	2.66E-02	(6.4)
リピート回数	1.16E+00	(24.59)	1.29E+00	(26.32)
海外ダミー	3.00E-01	(1.60)	1.62E+00	(10.92)
自由度修正尤度比	0.20		0.26	

括弧内は t 値

表3 所属確率推定結果

セグメント	説明変数(回数)	パラメータ値	t 値
トライアル層	関東旅行/全旅行	6.01	2.57
	全旅行	1.67	4.67
	11月旅行	2.30	2.01
リピート層	テーマパーク/全旅行	1.62	1.22
	海外旅行/全旅行	42.20	5.21
	7月旅行	0.29	1.34
尤度比		0.82	
的中率		0.95	

表4 t 検定結果

		関東旅行/全旅行	テーマパーク/全旅行
トライアル層	平均	3.36E-01	2.09E-01
	標準偏差	3.25E-01	2.65E-01
リピート層	平均	1.54E-01	1.47E-01
	標準偏差	2.22E-01	2.56E-01
t 値		4.19	1.65

へのリピート客の存在より明らかである。表4にそれぞれの t 値を示す。これより説明変数によって、トライアル層とリピート層が異なるものとして分割されていることが示される。

4. まとめ

本研究において構築したモデルによって、セグメント構成要因を容易に判断できることを明らかにした。しかし、分析過程において説明変数における共線性の問題やパラメータの不安定性が挙げられ、今後検討の余地がある。

【参考文献】

阿部誠, 消費者行動のモデル化 消費者の異質性, 2003年
佐々木邦明, 潜在的評価構造の差異を考慮した離散型選択モデル, 1997年