

IV-67 観光入り込み客数の推計方法に関する一考察

鳥取大学大学院 学生員○関原康成

鳥取大学工学部 正会員 小林潔司

鳥取大学工学部 正会員 岡田憲夫

1. はじめに

従来の交通量調査の方法論では調査時点での母集団があらかじめ特定化されることが前提となっている。しかし、入り込み客調査においては母集団のサイズが時間とともに変化し、事前に特定化する事が困難であるという問題がある。この場合、ある観測時点において実現した母集団自体を要素とする集合(母集団過程: population process)が存在し、その中から調査当日にある特定の母集団が実現していると考えることが妥当である。本研究では、入り込み客の観光パターンの選択確率を与件とした入り込み客数の最頻値の推計問題と、入り込み客数の最頻値を与件とした観光パターンの選択確率の推計問題という二つの部分的な問題を考え、それらを連動させた複合的な入り込み客数の推計方法を提案する。さらに山陰東部地域を対象とした実証分析によりモデルの有効性を検証する。

2. 入り込み客母集団過程

いくつかの出入口(交通断面)によって閉じられた複数の地域(ゾーン)を対象にして、各々の地域(ゾーン)における入り込み客数を同時に推計する問題を考える。入り込み客の観光行動パターンを $\overline{S}_j$ ($j=1, \dots, H$)とし、 $\overline{S}_j$ を状態変数と呼ぶ。また、潜在的に可能な母集団の集合 Ω から実現する状態変数ベクトルの集合をマイクロ状態 ω と呼ぶ。 $m_j(\omega)$ を、ある状態変数 $\overline{S}_j$ を選択している個人の総数とし、頻度ベクトルを

$$\mathbf{m}(\omega) = \{m_1(\omega), \dots, m_H(\omega)\} \quad (1)$$

と定義する。ここで、1)それぞれの状態ベクトルの頻度の生起確率が独立でかつ、2)任意の入り込み客の観光パターンの選択行動が相互に独立するという二つの条件を満足すると仮定する。このとき、Moyalの定理より母集団過程は独立母集団過程(ポアソン過程)に帰着する。従って、頻度ベクトルの実現値 $\overline{\mathbf{m}}$ の同時確率密度関数は、式(2)のように表わせる。

$$P(\overline{\mathbf{m}}) = P(m_1(\omega) = \overline{m}_1, \dots, m_H(\omega) = \overline{m}_H) \\ = \prod_{i=1}^H [\mu(m_i) \frac{\overline{m}_i}{m_i!} \exp\{-\mu(m_i)\}] \quad (2)$$

$\mu(m_i)$: m_i の期待値であり未知母数である。

3. 推定問題の定式化

a) 第一段階の推定問題 第一段階の推定問題は、 $\mu(m_i)$ を既知と仮定し、あるマクロ観測値(断面交通量)のもとで頻度ベクトル $\mathbf{m}(\omega)$ の最頻値を求める問題である。断面交通量調査により断面交通量 X_k ($k=1, \dots, K$)が観測されたとする。このとき、頻度ベクトルにより断面交通量は式(3)のように表わせる。

$$X_k(\mathbf{m}(\omega)) = \sum_j \delta_k(\overline{S}_j) m_j(\omega) \quad (3)$$

ここで、 $\delta_k(\overline{S}_j)$ は状態変数 $\overline{S}_j$ が断面 k を通過するとき1をとり、そうでないときには0をとる関数である。また式(3)と頻度ベクトルの実現値の同時確率密度関数式(2)より数理計画問題は次のようになる。

$$\max_{\mathbf{m}} \prod_{i=1}^H \{\mu_i \frac{m_i}{m_i!} \exp(-\mu_i)\} \quad (4)$$

$$\text{subject to } \overline{X}_k = \sum_i \delta_k(\overline{S}_i) m_i \quad \begin{matrix} (i=1, \dots, H) \\ (k=1, \dots, K) \end{matrix}$$

目的関数をスターリングの公式により近似し、一階の最適条件を求めると以下ようになる。

$$\log \mu_i - \log m_i + \sum_k \lambda_k \delta_k(\overline{S}_i) = 0 \quad (5)$$

$$\overline{X}_k = \sum_i \delta_k(\overline{S}_i) m_i \quad (i=1, \dots, H; k=1, \dots, K) \quad (6)$$

ここで λ_k はラグランジュ乗数である。よって

$$\overline{X}_k = \sum_i \delta_k(\overline{S}_i) \mu_i \exp\left(\sum_{k=1, \dots, K} \lambda_k \delta_k(\overline{S}_i)\right) \quad (7)$$

となる。

b) 第二段階の推定問題 第二段階では入り込み客数の最頻値を与件として、観光行動パターン(状態変数)の選択確率を推計する。本研究では、観光パターンの選択行動を、I)日帰り、当日宿泊、前日宿泊の三通りの宿泊パターンを選択する、II)宿泊するゾーンを選択する、III)観光経路を選択する、と

いう多段階の決定プロセスとして把握する。したがって、各段階でそれぞれ選択肢 i （宿泊パターン）、 j （宿泊ゾーン）、 r （観光パターン）を選択する確率 P_{ijr} は

$$P_{ijr} = P(i)P(j|i)P(r|ij) \quad (8)$$

と表わすことができる。このような三段階の選択問題をネステッドロジットモデルを用いて定式化することとする。また、断面交通量の観測地点において実施するアンケート調査の回収率は断面ごとに異なると考えられる。このような選択肢別標本抽出法によるサンプルは、サンプル内のシェアが実際よりも偏ったものとなるためにパラメータの推定値が歪むという問題が生ずる。このため、代替推定量として尤度関数を補正係数 $Q(i)/H(i)$ により補正するWESML推定量（式(9)）を用いて最尤推定を行う。

$$L = \sum_{n=1}^N \sum \delta_{in} \frac{Q(i)}{H(i)} \ln P_{in} \quad (9)$$

$H(i)$ ：ランダムサンプリングによるサンプルにおいて選択肢 i を選択したサンプルの割合、 $Q(i)$ ：実現した母集団におけるシェア（第一段階の推定結果を用いて推定）、 δ_{in} ：個人 n が選択肢 i 、 j 、 r を選択したときに1、それ以外は0をとる変数である。

本研究では、図-1に示すように第一段階の推定問題と第二段階の推定問題を連動させることにより μ_i （ $\mu_i = \bar{\mu} \times P_i$ ； $\bar{\mu}$ ：入り込み客数の平均値）と m_i の推定値を同時に求めることとする。すなわち、双方の推定問題による推定値を他方の推定問題では与件として取り扱う。このような繰返し計算を推定問題が収束するまで続けることとする。

4. 推計精度についての考察

ここで、第一段階、第二段階の双方の問題の尤度関数をペイオフ関数とするような統計ゲームを考える。この場合、上述のような繰返し計算によって求めた推定値は統計ゲームにおけるナッシュ均衡解と考えることができる。一般にナッシュ均衡解はパレート性を満足し得ず、双方の問題に対して必ずしも十分な精度をもつ推計結果が得られるという保証はない。この場合、双方の問題のパレート解を求めるという方法も考えられるが、パレート解の統計学的な解釈が困難になるという問題が生ずる。一方、統計学的にも解釈が可能でかつナッシュ均衡解より

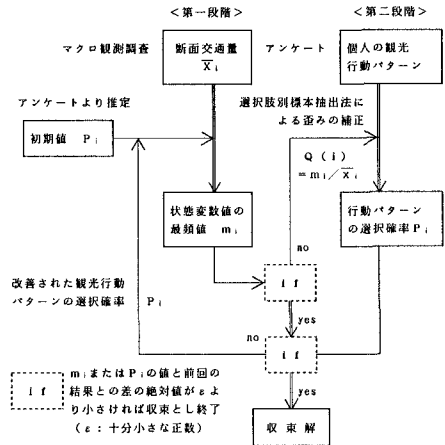


図-1 2段階の推定手順

尤度の高い解を求めるためにはシュタッケルベルグ均衡解を求める方法が考えられる。この場合、いずれの問題を上位問題に考えるかは、当然のことながらモデル推計の目的に依存する。シュタッケルベルグ均衡解はナッシュ均衡解よりも推計精度の面において優れているが、推計値を求めるための計算が膨大になるという問題点が生ずる。ナッシュ均衡解とシュタッケルベルグ均衡解の推計精度がそれほど変わらないのであれば、実用的にはナッシュ均衡解で十分であると考えられる。このような推計精度に関する議論の詳細は講演時に発表したいと考える。

5. 山陰東部地域を対象とした実証分析

本分析では、昭和63年5月3日に建設省中国地方建設局により実施された「山陰東部観光実態調査」の結果を用いて観光入り込み客数の推計を試みた。本調査では、9カ所の出入口において車籍一台数調査を行うとともにアンケート調査により行動パターンを調査した。それと同時に域内で3カ所のスクリーンライン調査を行い、車籍別の交通量を調査した。紙面の都合上、ケーススタディに関する詳細については講演時に説明する。

6. おわりに

本研究では母集団過程の中で、たまたま実現した一つのサンプルに基づいて、入り込み客数を推計する方法論を提案した。しかし、現状では母集団過程に関する情報が十分でなく、推計結果の精度について十分検討ができないという問題が残る。今後は多時点での観測結果に基づいて入り込み客の母集団過程を推計するための方法論の開発が不可欠である。