

東京工業大学 学 屋井 鉄雄
東京工業大学 正 森地 茂
東京工業大学 正 石田 東生

1. はじめに

都市間交通のように発生頻度の少ない交通行動のサンプルを家庭訪問調査から得るためには、莫大な費用を要する。実際に都市間を移動している人向を直接サンプルとして捕えることができれば、コスト面また調査の容易さの面からも非常に効率的であると言える。例えば交通機関選択分析のデータを、鉄道利用者については駅や列車内で得、車利用者については駐車場や料金所で得る方法をチョイスバイストサンプリング（以下 C.B.S. と略す）と呼ぶ。本研究では C.B.S. により得られるデータから非集計交通機関選択モデルを構築する際に発生する幾つかの問題点の検討を、主に実証的な側面から行なっている。

2. 調査概要および分析に用いるサンプル

本研究の分析に用いるサンプルは表1に記した調査より得られたものである。

3. C.B.S.における推定方法

C.B.S. では個々の交通機関ごとにサンプルが得られるため、総サンプルは母集団に対して偏ったものとなっている。これに伴い推定方法もランダムサンプルを対象とするものとは異なっている。対数尤度関数とそのまま最大化することの困難さから、それに替わる代替的な推定量を設定し、その最大化によりモデルのパラメータを推定する方法が用いられる。¹⁾

またモデル式にロジットモデルを採用し定数項を（代替案数-1）個導入するならば、一般的な層別サンプルに対する推定量（ESML推定量）を用いて一致推定量を得ることが出来る。

このとき、

$$C'_i = C_i + \ln \frac{Q_i}{H_i} - \ln \frac{Q_m}{H_m} \quad i = 1, \dots, m-1$$

によって定数項の修正を行なう必要がある。²⁾ ここで m は代替案数、 C_i は推定された定数項、 Q_i は i 代替案の母集団におけるシェア、 H_i は i 代替案のサンプルにおけるシェアをそれぞれ表わす。初期尤度には $N \sum_{i \in C} H_i \ln Q_i$ を採用する。ここで N はサンプル数、C は選択代替案の集合を表わす。C はすべてのサンプルで共通である。また代替推定量の1つに Q_i と H_i との商を重みで表現し推定を行なう WE SML 推定量がある。

表1 調査概要とサンプル

対象交通機関	鉄 道	自 動 車
調査時期	昭和55年 5月20(水)～23(土)	
調査対象	・中央本線下り特急 急行 急行	・中央自動車道下り利用 自動車 うち東所線
調査方法	・中央本線特急・急行利用 車内で新橋駅後に調査 乗客配布、15分待ちは調査	・中央自動車道 大井・勝沼 河口湖出口 E.C. で調査 乗客配布、解送にて回収
旅客数・通過回数	21085 人	24167 台
回収数(回収率)	4976 (23.6%)	2320 (9.6%)
分析に用いたデータ	644 票	632 票
サンプルの 抽出条件	・発着が1都3県 ・観光目的(場内トリップは除く) ・鉄道利用時には新橋から中央本線に乗り換える場合と同等と見做す	

※同日行なった複数調査の結果より

表2 モデル推定結果

サンプリング		ランダムサンプル	C.B.サンプル
推定パラメータ (7値)	総所要時間(分) [鉄道]	-0.01545 (4.37)	-0.01538 (5.56)
	鉄道1715コスト(円) [鉄道]	-0.001241 (3.79)	-0.001353 (5.21)
	中央高速からの1715コスト(円) [自動車]	-0.01122 (4.42)	-0.01205 (5.86)
	目的地数2所以上有 [鉄道]	-1.157 (4.68)	-1.275 (6.48)
	日帰りターミナル [鉄道]	-0.9347 (3.01)	-1.254 (4.89)
	同乗者1～5人 [自動車]	-2.480 (10.16)	-2.339 (11.80)
	乗車有ターミナル [鉄道]	-3.778 (11.72)	-3.824 (14.07)
	定数項 [鉄道]	4.524 (9.76)	4.524 (13.85)
2値/尤度比		572.8/0.517	1045.4/0.529
全体的推定率(モータリゼーション率)		88.6%/総乗客9%	89.1%/総乗客9.4%

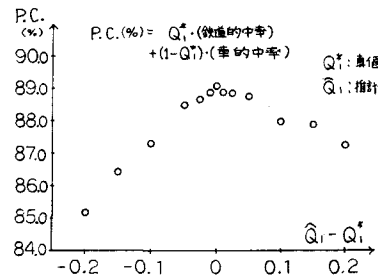


図1 実績分比率の推計誤差の影響

4. モデル推定結果

モデル推定結果の1例を表2に示す。表中ランダムサンプルとあるのは、C.B.サンプルをそれが実際の機関分相率(鉄道0.3, 車0.7)と等しくなるよう再サンプリングしたものである。このサンプルを家庭訪問調査によって得られたランダムサンプルであると想定すれば、両サンプルによる推定結果にほとんど差のないことは、莫大な出費を前提とする家庭訪問調査を行わなくとも、それと同等なモデルの推定がC.B.S.によって行なえることを示すものと考えられる。

5. 実績分相率Qの精度に関する検討

C.B.S.データによるパラメータ推定には実績分相率Qの情報が必要である。ここでQの推計誤差がモデル推定結果に与える影響を把握しておく必要がある。図1にESML推定量に対する検討結果の1例を示す。図は実績鉄道分相率Qの推計値と真値(ここでは0.3と設定)との差を横軸に、また母集団における的中率を意味するP.C.を縦軸に図示したものである。P.C.の値は $\hat{Q}$ が Q^* から遠ざかるに従い低下する。図より推計誤差に関するおおよその許容範囲を読み取ることができる。

6. サンプル数N, サンプル内分相率Hとモデルの安定性の関連性

C.B.S.は対象とする交通機関ごとにサンプルサイズを決定できる利点があるが、モデル推定段階でそれぞれの交通機関のサンプルをどの位の数また割合とすることが望ましいのか検討を要する。本研究では総サンプルより、ある定められたN(サンプル数)と H_1 (サンプル内の鉄道分相率)のもとに再サンプリングを50回づつ行ない、そこでのパラメータとモデル説明力のばらつきや平均的な値を基礎的資料として上記の検討を行なった。

Nと H_1 で定まるそれぞれのケースで $\sum_{k=1}^K (\theta_{ik} - \bar{\theta}_k) / \bar{\theta}_k$ を最小とするとj番目のモデルを平均的モデルと称し、そのケースの代表的なモデルに位置付ける。各ケースごとに算出した的中率や尤度比の平均値にはほとんど差がない。また平均的モデルの全サンプルにおける的中率もあまり変わらない。図2は50回のモデル推定におけるパラメータのばらつきをWESMLとESMLとで比較したものであるが、これより全般的にWESMLによる推定結果のばらつきがより大きいことが読み取れる。図3は各ケースにおける平均的モデルの各パラメータの変動係数(C.V. = $\sigma_{\theta_k} / \bar{\theta}_k$)を、横軸にサンプル数を取り H_1 の値ごとに図示したものである。これらの図より、 H_1 を0.5付近に取りNを300程度以上とすればかなり安定した推定の行なえることがわかる。

7. まとめと今後の課題

本研究ではC.B.サンプルに対する推定問題を扱い、幾つかの有用な知見が得られた。しかしモデルの安定性に関する分析では総サンプルが十分多くはないため、ケース間でも推定結果のばらつきの大小を単純に比較することができない。この問題を取り除くためにはより大きなサンプルで分析を進める必要がある。また、より極端なQでの分析も必要であろう。

MRMSの差 (WESML-ESML)

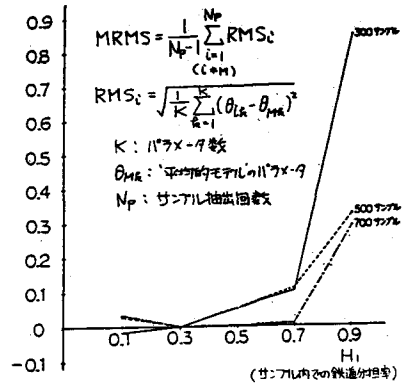


図2 代替推定量間での推定パラメータのばらつきの比較

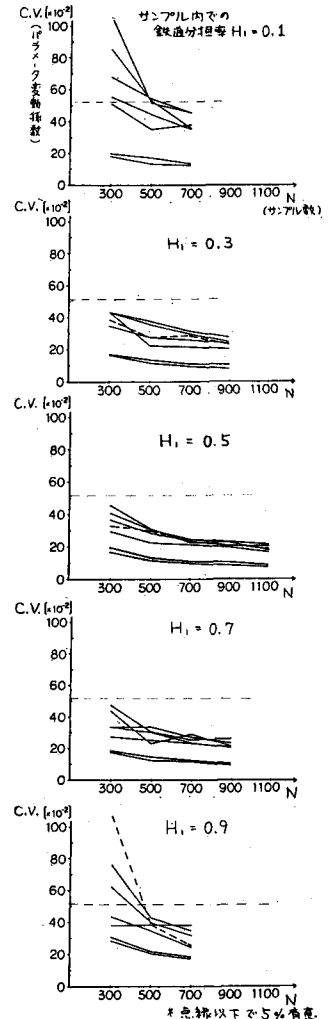


図3 サンプル数とモデルの安定性

1) Manski, C.F., McFadden, D. Alternative Estimators & Sample Design for Choice Analysis, 1981
2) Manski, C.F., Lerman, S.R. The Estimation of Choice Probabilities from Choice Based Samples, 1977