

IV-30

選択肢サンプリングに基づく交通需要予測に関する検討

東京工業大学 学生員 〇兵藤 哲朗

東京工業大学 正 員 森地 茂

東京工業大学 正 員 屋井 鉄雄

1. はじめに

観光交通の入込者数や買物交通の来街者数の予測において、非集計行動モデルを用いれば、様々な選択要因をとりこむことや、調査規模を小さくおさえることが可能となる。しかし一般に分析対象とすべき選択肢（観光地、商業地）が広範に数多く存在するため、交通サービスデータの作成、及びパラメータ推定の作業量が煩雑かつ莫大なものとなり、同モデルの利点が損われる可能性もある。これに対し、交通サービスデータの作成段階から個々のサンプルの選択肢集合を少数に限定した上でパラメータ推定、集計及び予測が行えれば、作業量を大幅に軽減し得る。

本研究では、以上の点に留意して選択肢のサンプリングに基づく予測方法論の提案を試みる。すなわち、従来よりパラメータ推定費用の軽減を目的とする方法論がMcFadden(1978)、Ben-Akiva(1984)等で示され、その実証的検討例もあるが、それを集計段階にまで拡張し、結果として交通サービスデータ作成段階の作業軽減を実現するための検討は行われていない。本研究ではこの問題に対し、パラメータ推定及び集計段階で選択肢を層別サンプリングすることによって如何なる程度までデータ作成を軽減し得るかの決定を試みている。

2. パラメータ推計における選択肢サンプリング

パラメータ推計段階における選択肢サンプリングの理論はMcFadden(1978)に示されている。これによれば以下に示される対数尤度を最大化することにより、全選択肢をとり扱ったパラメータの一致推定量が得られる。（ θ はサンプリングされた選択肢集合）

$$L = \sum_n \sum_j \ln \left(\frac{\exp[V_{jn} - \ln R_{jn}]}{\sum_{j \in \theta} \exp[V_{jm} - \ln R_{jm}]} \right) \cdot \delta_{jn}$$

δ_{jn} : 個人 n が j を選択肢すれば1, それ以外0

V_{jm} : 個人 n の選択肢 j の効用

R_{jn} : 個人 n が選択肢 j を選択肢集合に含める確率

ここで問題となるのは、選択肢のサンプリング方法であるが、Ben-Akiva(1984)では直観的には選択肢の抽出確率 R_{jn} と実際のシェア S_j が比例すればよいとしている。また、この考えに基づき、シェアの重み付きのサンプリングを行う方法が屋井(1985)において示されており、その有効性も確認されている。本研究では前述した様に選択肢のサンプリング方法として層別サンプリングも考えた。分析対象データは昭和52年の前橋市内の通勤トリップであり、使用するモデル型は目的地選択→交通機関選択、という段階構造をもつネステッドロジットモデルである。そのときの機関選択モデルのパラメータを表-1に示す。また、層別の方法は41個ある選択肢を3つの層にわけ、各層から選択肢をランダムサンプリングする方法をとった。層のとり方は R_{jn} と S_j との比例関係を考慮して集中トリップ数の多いCBD、或は工場地域を各々1つの層とし、さらに各個人において距離の短いゾーンを近接ゾーンとして選択肢集合に含めることとした（表-2）。目的地選択モデルの説明変数は目的地の魅力度を表わす、集中トリップ数に対数をとったものと、アフセシビリティを表わすログサム変数の2つである。モデル構築結果を表-3、図-1に示す。尤度比は選択肢数で変化するため、図表中の尤度比はサンプリングによって求めたパラメータ値を全選択肢を扱うモデルに代入

表-1 5機関選択モデル構築結果
5機関：鉄道、バス、車、2輪、徒歩

変数名	パラメータ値 (t値)
所要時間 [共通]	-0.08852 (8.09)
車台数/家族人数 [車]	1.801 (4.88)
免許保有* [車]	-3.084 (14.9)
鉄道定数項 [鉄道]	-2.849 (6.91)
バス定数項 [バス]	-1.543 (9.08)
車定数項 [車]	2.860 (9.02)
2輪定数項 [2輪]	-0.5832 (4.65)
χ^2 値 (自由度: 7)	947.2
尤度比	0.370
的中率	69.7%
サンプル数	1200
*免許 保有: 1, 非保有: 2	

表-2 各層内のサンプリング個数

方法A (図中 ———)	層1=1, 層2=1, 層3=1, 近接=0~3
方法B (図中 - - - - -)	層1=1, 層2=1, 層3=2, 近接=0~3
方法C (図中 — · — · —)	層1=2, 層2=2, 層3=2, 近接=0~3
層1: CBD, 層2: 工場地域, 層3: その他	

表-3 目的地選択モデル構築結果

方法	選択肢数	ログサム変数 パラメータ (t-値)	log(集中トリア数) パラメータ (t-値)	尤 度 比	
A	全選択肢	41	1.0716 (24.59)	1.0309 (26.82)	0.1681
	3	1.8092 (27.03)	1.0546 (22.77)	0.1389	
	4	1.0369 (24.41)	0.9520 (22.16)	0.1676	
	5	0.9381 (22.63)	0.9957 (23.33)	0.1670	
	6	0.8618 (20.76)	0.9824 (24.29)	0.1654	
B	4	1.7211 (27.48)	1.3096 (28.51)	0.1431	
	5	1.2075 (27.53)	1.2111 (28.24)	0.1651	
	6	1.0857 (25.55)	1.1700 (25.55)	0.1667	
	7	1.0711 (25.43)	1.1461 (28.09)	0.1676	
	6	1.4692 (26.23)	1.0385 (25.10)	0.1592	
C	7	1.1611 (26.48)	1.0793 (26.98)	0.1676	
	8	1.0737 (25.13)	1.0591 (26.63)	0.1681	
	9	1.0171 (23.76)	1.0365 (26.44)	0.1680	

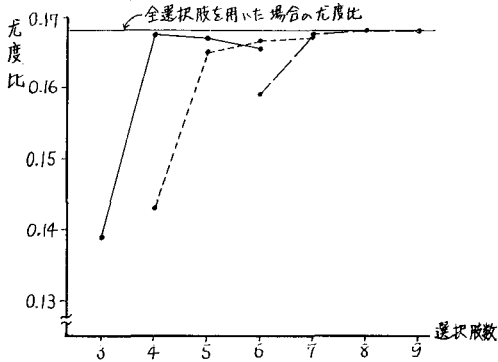


図-1 各方法における尤度比

した値である。各個人の選択肢数が41個中3~9個と少数であるにもかかわらず、全選択肢を扱ったモデルと同等の説明力を有するモデルがあることがわかる。特に近接ゾーンの効果は高く、パラメータ推定段階では不可欠な選択肢要素といえる。

3. 集計段階における選択肢サンプリング

選択肢をサンプリングしたまま集計する場合、一般にその集計値はすべての選択肢をとり扱ったモデルの集計値と一致しない。本研究では前者の値を後者の値にあわせるため、選択肢集合を考え、

$$\sum_j \delta_{jn(i)} P_n(j|\theta) \equiv \sum_n P_n(j) \quad , \quad \delta_{jn(i)} = \begin{cases} 1 & \text{if } j=i \\ 0 & \text{if } j \neq i \end{cases}$$

とした。ここにパラメータ推定時と同様に McFadden (1978) の関係式を使えば結果として着地ゾーンの集中

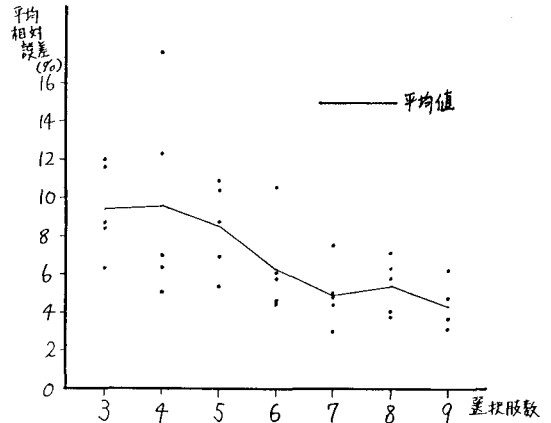


図-2 選択肢数とAE値の関係

量の推定値 $\hat{t}_i$ は

$$\hat{t}_i = \sum_n \delta_{jn(i)} \frac{\exp[V_{jn} - \ln R_{jn}]}{\sum_{j \in O} \exp[V_{jn} - \ln R_{jn}]}$$

となる。

集計値のばらつきはBゾーン集計値 (Bゾーンは11個) を次式で表わされる平均相対誤差値にて示すこととした。

$$AE = \frac{1}{NB} \sum_{i=1}^{NB} \frac{|\hat{t}_i - t_i|}{t_i} \quad NB: \text{Bゾーン個数}$$

図-2 は $\bar{t}_i$ として全選択肢を扱ったモデルの集中量の値をとり、各方法において5回づつ選択肢をサンプリングした結果をプロットしたものである。当然のことながら選択肢数が多くなれば誤差も小さくなるが、選択肢数が7個程度でもその平均相対誤差は5%程度であり、十分精度をもった値であることが読みとれる。

4. おわりに

選択肢のサンプリングによりパラメータ推定段階、集計段階におけるデータ削減の可能性を検討した結果、両段階において総選択肢数の2割程度の選択肢数で実用上問題のない推計値が得られることが確認できた。しかしパラメータ推計における選択肢のサンプリングは近接ゾーンの導入の必要性があるため、その点を配慮しなければならない。

(参考文献)
D. McFadden (1978): "Spatial Interaction Theory and Planning Models", North-Holland, Amsterdam.
H. Ben-Akiva et al (1984): "Disaggregate Trip Distribution Models", 土木学会論文集, No. 347.
屋井敏雄 他 (1985): 非集計行動モデルによるod交通量推計方法, 土木計画研究, 論文第2, p. 45~52.