

IV-87 都市交通調査体系への非集計分析の活用法について

東京工業大学 正 員 屋井 鉄雄
 東京工業大学 正 員 森地 茂
 東京工業大学 学生員 範 凱生

1. はじめに

近年、パーソントリップ調査体系に非集計モデルを適用する試みが進められているが、適用対象には専ら交通機関選択が取り上げられている。本研究ではこれを分布交通量の推計・予測段階にも活用できるよう、新たな方法論の提案を行ったものである。分布交通量予測を非集計モデルから行う際に、集計データを用いてモデルを補強する方法論は既に提案されているが¹⁾、本研究は筆者らが別に開発したベイズ推定によるモデルパラメータの更新方法²⁾をこの問題に応用したものである。

2. ベイズ推定法の概要とPT調査への活用

本研究で用いるベイズ推定法とは、個人データで推定した非集計モデルのパラメータ分布 (θ_d, Σ_d) を事前分布とし、別途に得られる集計量データの誤差分布 (Q_o, Σ_o) を追加情報にして新たなパラメータの推定値 (θ_r) を得る方法である。

$$\min_{\theta} [(\theta - \theta_d)^t \Sigma_d^{-1} (\theta - \theta_d) + (Q_o - Q(\theta))^t \Sigma_o^{-1} (Q_o - Q(\theta))] \quad (1)$$

上式を解けば θ_r が得られる。なお、 $Q(\theta)$ は非集計モデルを集計して得られる交通量の推計値である。

本方法を活用できる状況として、①現況OD表の推計における小ゾーン間交通量の推計、②分布交通・交通機関分担量の予測、③特定地区の交通需要モデルの作成、④PT調査間の途中年次における小規模調査とモデル作成、などを挙げられる。ここでは、特に①に着目した検討結果を紹介する。①は従来より抽出サンプル率との関連で精度よく把握することの困難であった、小ゾーン間のOD交通量推計を行うために、精度の確保できる集計レベルの値を集計データとして用いた上で、ベイズ推定法によって推計精度を向上しようとするものである。

3. 小ゾーン間分布交通量の推計方法

1) 背景：PT調査は大規模ではあるが、データの信頼性の点では中ゾーン間OD表程度を再現することが限界になり、細かなレベルのOD表などは精度

良く推計できない。近年、限定された狭い地域内の交通現象を把握すべき交通計画課題も多く、小ゾーンもしくはそれ以下のゾーン単位の交通量を扱うことが望まれるが、PT調査のデータでは十分な対応ができない。そこでベイズ推定法を応用してこの種の問題に対処し、最終的には非集計交通量予測のためのより有効な方法を確立しようと考えた。

2) 分散共分散の設定法について：本問題にベイズ推定法を適用する際、集計量データの誤差分散を与える必要がある。この誤差は一般に、①観測誤差、②集計拡大誤差、③トリップ変動と言ったものからなると考えられる。PT調査は大規模ではあるがサンプル調査であるため、抽出率の低さに関わる集計拡大時の精度が集計量データの信頼性に大きく影響する。その点を考慮し、ここでは②を用いることにより、以下で誤差分布を推計した。すなわち、集計量データとして用いる粗いゾーンにおけるODペア ij の誤差分散 σ_{ij}^2 が、

$$\sigma_{ij}^2 = (T_i - t_i) S_{ij} (1 - S_{ij}) / (T_i - 1) t_i \quad (2)$$

また、2つのODペア間での共分散 $\sigma_{ij,kl}$ を、

$$\sigma_{ij,kl} = -(T_i - t_i) S_{ij} S_{kl} / (T_i - 1) t_i, \quad i \neq k \\ = 0 \quad i = k \quad (3)$$

によって表す。ただし、 T_i は拡大後、 t_i は拡大前の発生交通量、 S_{ij} は拡大後のデータにおける分布シェア (T_{ij}/T_i) を各々表す。

3) ベイズ推定法の応用方法：本研究では非集計目的地選択モデルを集計する段階で目的地ゾーンに対応する定数項を導入し、それをベイズ推定することを考えた。非集計目的地選択モデルでは選択肢が一般に多いため、パラメータの推定段階で多くの定数項を導入し、安定した推定値を得ることが困難である。それに対し、ベイズ更新法を用いれば、導入した集計データの信頼性の程度を考慮して定数項の大きさを決定できる。定数項の事前分布には、情報量が無いことから一様分布を用いればよい。またパラメータ間の共分散にも定数項との間には共分散が無

いものとする。

3) 目的地選択モデルの更新結果：昭和58年に実査の行われた札幌PT調査データのうち、札幌市内に発着地を持つ通勤トリップから抽出した2000サンプルを個人データとして用いた。札幌市内を30ゾーンと15ゾーンとに分割し、30ゾーンに対して交通機関選択モデル（鉄道・バス・自動車の三機関）と目的地選択モデル（内々交通を除く）を作成し、15ゾーンの単位でPT調査より得た集計交通量を用いて目的地選択モデルのパラメータ更新作業を行った。ゾーンの分割状況を図-1に示す。この様な粗いゾーニングを用いた理由は、本方法の有効性を確認するためにデータの信頼性が確保されたゾーンサイズが必要であったためである。モデルの推定結果を表-1、2に示す。目的地選択モデルの説明変数には、表-1のモデルから合成されるアクセシビリティ指標と、目的地ゾーンの従業者人口とを用いている。

次にパラメータの更新結果を表-3に示す。これらは15ゾーンOD表の各発ゾーンごとに14個の定数項を導入して求めた結果の一部である。集計データを考慮しなくても比較的良好な相関が得られているが、導入によって誤差が大幅に減少する様子が明らかである。30ゾーン間交通量の推計精度をみても、15ゾーンに対して導入したコントロールが働いて精度の向上が顕著であり、推計精度向上の点から非集計目的地選択モデルとベイズ推定法とを組み合わせるとOD表推計を行う意義が明らかになったと考える。

4. おわりに

本稿はPT調査体系に非集計モデルを適用する方法について述べたものであり、小ゾーン間の分布交通量を得るための方法に限定して検討結果を示しているが、他の異なる活用状況については発表時に報告したい。特に、国勢調査データは精度の高さからも貴重なデータであるが、一般に公開される集計レベルが粗いためにそのままモデル作成には役立てることが出来ない。このデータの活用のために本方法を適用することも容易に想像できよう。なお、本研究の計算には千葉祥二氏（野村証券）の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

- 1) 森地・屋井(1985)：計画学研究論文集2
- 2) 森地・屋井・平井(1987)：計画学研究論文集5

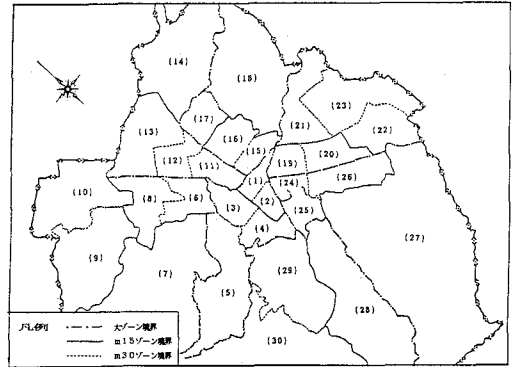


図-1 札幌市ゾーン区分図

表-1 交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値	
所要時間（共通変数）	-0.056546	11.664	
イグレス時間（鉄道、バス）	-0.140783	-7.561	
自動車保有ダミー（Y=1, N=0）	3.033601	21.458	
乗り換え回数（鉄道）	-0.251187	-3.897	
定数項	鉄 道	5.945385	19.828
	バ ス	4.238126	16.214
χ^2 値	1090.4541		
尤 度 比	0.2872		
サン プ ル 数	1999		
ゾ ー ン レ ベ ル	m30		
選 択 肢 数	3		

表-2 目的地選択モデルの推定結果

説明変数	パラメータ	t値
ログサム変数（包括費用）	0.6488	17.255
全産業従業者人口	0.0181	34.399
χ^2 値	9282.9847	
尤度比	0.2961	
サンプル数	1999	
ゾーンレベル	m30	
選択肢数	30	

* 内々交通を除外している。

表-3 ベイズ推定法による定数項を用いたパラメータの更新値

説明変数	発ゾーン1		発ゾーン2		発ゾーン3		発ゾーン4		
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	
ログサム変数	0.65821	34.98	0.65839	29.25	0.66798	20.45	0.64677	18.14	
従業者人口	0.01831	44.17	0.01888	36.51	0.01968	37.50	0.01751	34.45	
定数項 (ゾーン別)	1		-0.18954	-0.784	-0.56732	-2.759	-0.18286	-0.586	
	2	0.39454	2.081			0.75132	5.184	0.14150	0.919
	3	-0.03198	-0.158	0.11687	0.882			0.48226	3.184
	4	-1.04898	-4.885	-0.49355	-3.412	-0.22547	-1.704		
	5	-0.82291	-4.168	-0.69796	-7.084	-0.33896	-2.821	-0.32128	-3.653
	6	0.20044	1.186	0.36937	2.691	-0.29396	-2.143	-0.38638	-3.577
	7	-1.29482	-4.206	-0.85426	-8.381	0.19826	2.143	-0.74445	-5.214
	8	0.00487	0.027	0.05396	0.409	-0.12536	-1.057	-0.37331	-7.108
	9	-0.39767	-2.818	-0.13895	-1.737	-0.12874	-1.358	-0.29611	-2.687
	10	-0.16348	-1.161	0.13662	1.012	0.25735	2.512	0.35673	3.666
	11	0.28695	0.996	0.71926	7.923	1.20448	5.449	1.05369	6.759
	12	-0.24891	-1.703	-0.29464	-2.229	0.02083	0.233	0.38716	8.987
	13	-0.21658	-1.183	0.52116	4.136	0.59084	4.714	0.32081	1.659
	14	-0.62288	-3.661	0.39814	2.957	0.59699	7.296	0.01168	0.070
	15	1.97886	3.251	1.97948	84.67	2.64948	3.679		
ゾーンレベル m15	修正前	相関	0.9358	0.9985	0.9134	0.9667			
	修正後	誤差	215.0555	448.6738	1320.2686	485.8613			
ゾーンレベル m30	修正前	相関	0.9889	0.9985	0.9876	0.9981			
	修正後	誤差	74.1453	486.3481	451.5295	99.5870			
ゾーンレベル m30	修正前	相関	0.7974	0.9982	0.8986	0.9588			
	修正後	誤差	188.5389	187.5289	496.4521	394.8378			
ゾーンレベル m30	修正前	相関	0.8383	0.9985	0.9521	0.9782			
	修正後	誤差	86.7383	158.4444	179.1936	234.7319			