

パートトリップ調査における複数の個人属性を考慮した拡大方法の開発*

A Methodology for Person Trip Data Expansion using Multiple Individual Attributes*

三浦裕志**, 石田東生***, 鈴木 勉****

By Hiroshi MIURA**, Haruo ISHIDA*** and Tsutomu SUZUKI****

1. 本研究の目的

パートトリップ調査（以下PT調査）は、抽出されたサンプルに対して1日の交通行動をアンケート調査し、それによって得られたデータを拡大することで都市圏の交通状況を把握しようとする調査である。ここで行われる拡大は、抽出台帳である住民基本台帳に推計値が合うように、居住地域や性別、年齢階層のみを考慮して行われている。

性年齢と産業、免許保有などに加えた抽出台帳が存在すれば、それを母集団として複数の個人属性を考慮した拡大を行うことができる。しかしそのような抽出台帳が存在しないため、PT調査では調査時点での正確な人口を把握できる住民基本台帳を抽出台帳として用いており、拡大もその値にあうように行われている。しかし、産業別や自動車保有別では回答率が異なっているほか原単位の変動も異なっており、交通状況が正しく再現されていないおそれがある。拡大の概念を正しく解釈すれば従来の拡大方法が正しいことは明白であるが、交通状況の正確な把握を目的としているPT調査においては、拡大の概念からはずれても周辺分布を用いて誤差ができるだけ生じないようにサンプルを復元する必要があると考える。

そこで本研究は、性年齢以外の複数の属性を考慮した新しい拡大方法を“多属性拡大法”として開発することを目的とする。ここでは従来の拡大方法の問題点を示すとともに、多属性拡大法の概要を述べる。

2. 従来の拡大方法の問題点

拡大において考慮されていない産業や免許保有などに着目したとき、当然のことながら観測値と推計値の間に誤差が生じる。もし過小推計されている属性での生成原単位が低ければ、全体の生成原単位も低く算出される。ここでは各種人口統計で報告されている属性別人口を観測値、昭和63年度東京都市圏PT調査で算出された属性別人口を推計値として、両者の間の誤差について見てみる。

産業別について東京都市圏をゾーンにほぼ従った132のゾーンごとに観測値と推計値の間の誤差を見ると、第1次産業と非就業は過大推計、第2次産業と第3次産業は過小推計となっていることがわかる（図1）。これらについて拡大前の生成原単位を見て

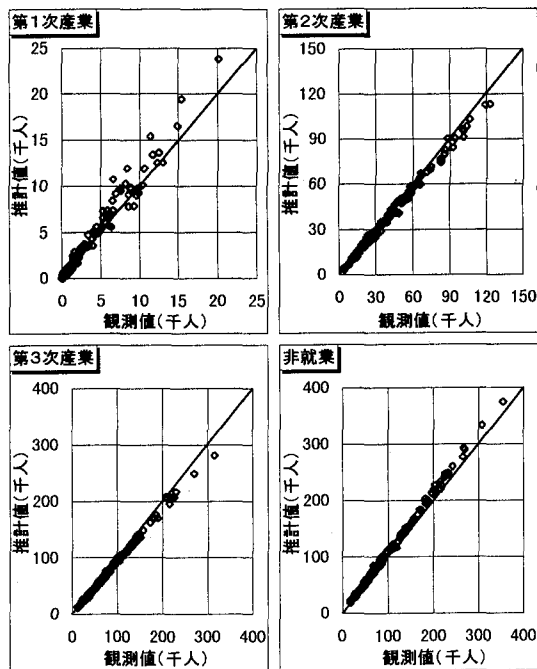


図1：各産業別推計誤差

* キーワード：生成原単位，パートトリップ調査，調査論

** 学生員，筑波大学社会学部研究科

*** 正会員，工博，筑波大学社会学系

**** 博(工)，筑波大学社会学系

〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1

TEL&FAX:0298-53-5591

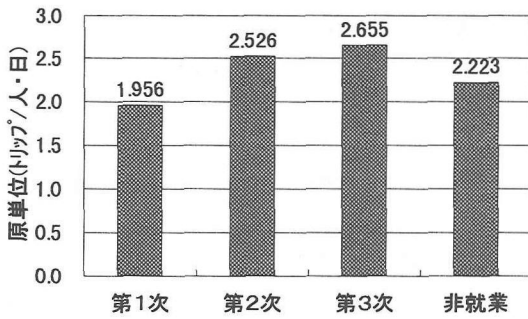


図2：産業別拡大前生成原単位

みると、過大推計となっている第1次産業や非就業は原単位の値が低く、逆に過小推計となっている第2次産業や第3次産業では原単位は高い値となっている（図2）。このことから、従来の拡大方法は全体として生成原単位を低く算出しているおそれがある。

免許保有別についても同様に、過小推計となっている免許保有層の方が拡大前生成原単位の値は高く、過大推計となっている免許非保有層の方が生成原単位の値は低い（図3、図4）。

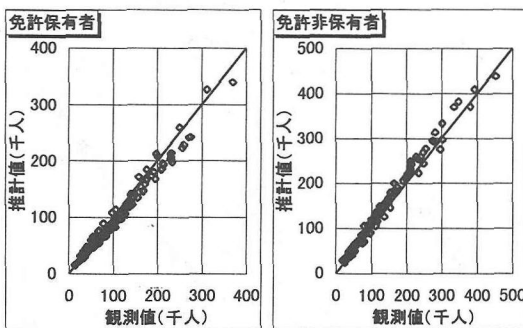


図3：免許保有別推計誤差

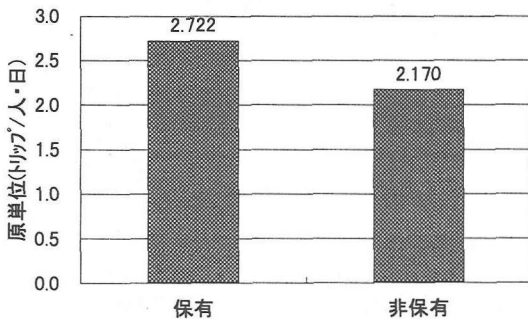


図4：免許保有別拡大前生成原単位

さらに、性年齢階層と産業や免許保有のクロスサンプル数は一様に分布していない。例えば男性の30歳代は、拡大前生成原単位の高い第2次産業と第3次産業に属する人の割合が全体に比べ高いほか、免許保有者や自動車保有者の割合も高い。しかし従来の拡大ではこのような違いを考慮しておらず、結果として生成原単位を低く算出していると考えられる（図5）。

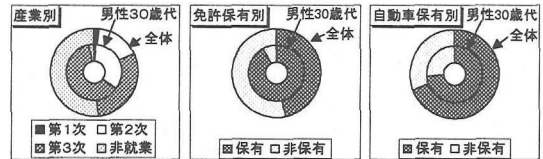


図5：サンプルの産業別、免許保有別、自動車保有別構成比率

以上の結果、従来の拡大方法は産業や免許保有について見たとき都市圏全体での生成原単位を低く算出する方向に働いているなど、生成原単位が正確に再現されていないと言える。このことを踏まえ、本研究では性年齢に加え産業、免許保有、自動車保有も考慮した多属性拡大法の開発を試みる。

3. 多属性拡大法の概要

以下では、複数の属性についての周辺分布を元に拡大係数をどのように算出するか、多属性拡大法の考え方について作業の流れに従って概説する（図6）。

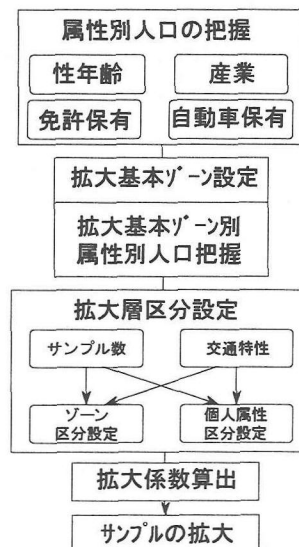


図6：多属性拡大法の作業手順

(1) 属性別人口の把握

まず初めに母集団データとなる市区町村別属性別人口を把握する。複数の属性にクロス集計されているデータは存在しないため、ここで把握されたデータは周辺分布として取り扱われる。

本研究で扱う個人属性のうち性別、年齢別人口については、抽出台帳となっている住民基本台帳を用いる。

また産業別人口については国勢調査によって把握可能であるが、国勢調査は5年ごとの調査であり、本研究で取り扱う東京PT調査とは調査年度は一致していない。しかし国勢調査は全数調査であり信頼性も高いので、本研究では国勢調査の実査データから調査時点での分布を推計して用いることとする。昭和63年時点での産業別人口は時系列変化が考慮できるような式(1)を用いて推計した。

$$D_{i88} = D_{i85} + (D_{i90} - D_{i85}) \times \frac{3}{5} \quad (1)$$

但し、

D_{i88} : 昭和63年時点での産業*i*の推計値

D_{i85} : 昭和60年度国勢調査による産業*i*の観測値

D_{i90} : 平成2年度国勢調査による産業*i*の観測値

免許保有別人口については、各都県警で市区町村ごとに免許保有者数を毎年集計し公表している。本研究では保有者数についてはこのデータを用い、非保有者数は国勢調査によって推計した昭和63年時点での5歳以上総人口から保有者数を差し引いた値を用いることとする。

自動車保有台数については前述したとおり人口に着目したデータは存在しないが、市区町村ごとの自動車登録台数は自動車検査登録協会により毎年集計されている。本研究ではこのデータを用いて拡大係数を算出することとした。

(2) 拡大基本ゾーン設定

次に拡大基本ゾーンの設定を行う。ここでは市区町村が複数のゾーンに分かれている場合にゾーンを統合したり抽出率の異なるエリアが1つのゾーン内に存在する場合は分割するなどして、拡大基本ゾーンを設定する。その後拡大基本ゾーンに合わせて属性別人口を集計し直す。

(3) 拡大層区分設定

次に拡大層区分の設定を行う。ここではサンプル数および交通特性の違いを考慮して、安定した拡大係数が求められるようにゾーン区分および個人属性区分を決定する。

サンプル数については、カテゴリ内のサンプル数が極端に小さい場合は安定した拡大係数が算出されないことが分かっており、安定した拡大係数を算出するためには30サンプル必要であるとされている。従ってサンプル数を考慮して、サンプル数の少ないカテゴリが生じないようにカテゴリ区分を設定する必要がある。

また交通特性については、交通特性が異なる属性同士をまとめて拡大すると交通状況が正しく再現されない。従って交通特性の違いを考慮してカテゴリ区分を設定する必要がある。本研究では原単位の変動に着目するため、属性別拡大前生成原単位を交通特性を示す指標として用いることとする。

(4) 拡大係数算出

最後に拡大係数の算出を行う。拡大係数は拡大後の人口推計値と観測値との間の誤差の平方和が最小になるように設定する。

従来の方法では母集団データが性年齢別人口のみなので、推計値と母数の間の誤差は式(2)の通りに表される。

$$F_i = \sum_j (w_{ij} p_{ij} - P_{ij})^2 \quad (2)$$

但し、

F_i : ゾーン*i*における推計値と観測値の間の差の平方和

w_{ij} : ゾーン*i*, 性年齢区分*j*の拡大係数

p_{ij} : ゾーン*i*, 性年齢区分*j*のサンプル数

P_{ij} : ゾーン*i*, 性年齢区分*j*の人口(観測値)

この F_i を最小にする w_{ij}^* が求めるべき拡大係数となり、その値は式(3)により求めることができる。

$$w_{ij}^* = \frac{P_{ij}}{p_{ij}} \quad (3)$$

この w_{ij}^* を用いてサンプルの拡大を行う。

一方多属性拡大法では周辺分布を用いて拡大係数を算出するため、それぞれの属性について誤差の平方和が最小になるように拡大係数を算出する必要がある。

ある。本研究での多属性拡大法における誤差の平方和は式(4)で表される。

$$F_i = T_1 \sum_k \left(w_{ij} \sum_{l,m,n} P_{ijklmn} - P_{ik} \right)^2 + T_2 \sum_l \left(w_{ij} \sum_{k,m,n} P_{ijklmn} - P_{il} \right)^2 + T_3 \sum_m \left(w_{ij} \sum_{k,l,n} P_{ijklmn} - P_{im} \right)^2 + T_4 \left\{ \sum_n \left(\frac{w_{ij} \sum_{k,l,m} P_{ijklmn}}{\sum_{i,j,k,l,m} P_{ijklmn}} c_{in} \right) - C_i \right\}^2 \quad (4)$$

但し、

F_i : ゾーン*i*における推計値と観測値の間の差の平方和

w_{ij} : ゾーン*i*, 拡大層*j*の拡大係数

k : 性年齢区分 l : 産業区分

m : 免許保有区分 n : 世帯区分

P_{ijklmn} : 属性*i, j, k, l, m, n*に属するサンプル数

c_{in} : ゾーン*i*, 世帯*n*の自動車保有台数

P_{ik} : ゾーン*i*, 性年齢区分*k*の人口 (観測値)

P_{il} : ゾーン*i*, 産業区分*l*の人口 (観測値)

P_{im} : ゾーン*i*, 免許保有区分*m*の人口 (観測値)

C_i : ゾーン*i*の自動車登録台数 (観測値)

T_1, T_2, T_3, T_4 : 各属性の重み

式(4)で、第1項は性年齢について、第2項は産業について、第3項は免許保有について誤差の平方和を表している。第4項は自動車保有について観測値と推計値の差の平方を表している。拡大層区分*j*はサンプル数の極端に少ないカテゴリが生じないように留意して、例えば {男性20歳代, 第2次産業, 免許保有, 自動車保有} のように性年齢区分, 産業区分, 免許保有区分, 自動車保有区分にクロスさせて設定する。また自動車保有は個人属性ではなく世帯属性であるため、個人単位で与えられる拡大係数を世帯単位で平均し、その値を世帯の自動車保有台数に乗じて拡大することとする。さらに誤差の平方和を出来るだけ小さくするために各属性に重み $T_1 \sim T_4$ を与え、この値を変化させて拡大係数を算出できるようにする。

式(4)の F_i を最小にする w_{ij}^* が求めるべき拡大係数となる。 w_{ij}^* が満たすべき必要条件は式(4)の w_{ij} に関する偏微分が全て0となるような連立方程式

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_i}{\partial w_{ij}} = & T_1 \sum_{l,m,n} P_{ijklmn} \sum_k \left(w_{ij} \sum_{l,m,n} P_{ijklmn} - P_{ik} \right) \\ & + T_2 \sum_{k,m,n} P_{ijklmn} \sum_l \left(w_{ij} \sum_{k,m,n} P_{ijklmn} - P_{il} \right) \\ & + T_3 \sum_{k,l,n} P_{ijklmn} \sum_m \left(w_{ij} \sum_{k,l,n} P_{ijklmn} - P_{im} \right) \\ & + T_4 \sum_n \frac{\sum_{k,l,m} P_{ijklmn}}{\sum_{i,j,k,l,m} P_{ijklmn}} c_{in} \left\{ \sum_n \left(\frac{w_{ij} \sum_{k,l,m} P_{ijklmn}}{\sum_{i,j,k,l,m} P_{ijklmn}} c_{in} \right) - C_i \right\} = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

である。式(5)は拡大層区分数と同じ数だけ出来る。この解として算出される w_{ij}^* が求めるべき拡大係数となる。

(5) サンプルの拡大

(4) で算出された拡大係数 w_{ij}^* をサンプルに乗じて人口推計値を

$$\hat{P}_{ij} = w_{ij}^* p_{ij} \quad (6)$$

但し、 $\hat{P}_{ij}$: ゾーン*i*, 拡大層*j*の人口推計値により算出する。

4. 結論と課題

ここでは複数の属性別人口を周辺分布として拡大係数を算出する多属性拡大法の考え方について示したが、実際に拡大係数を算出する際にはカテゴリ区分をうまく設定する必要がある。多属性拡大法の昭和63年度東京都市圏PT調査への適用の結果は講演時に報告する。

課題として、ゾーンを含めたカテゴリ区分や各属性への重みを計量的に算出する手段を考える必要がある。

[謝辞]

本研究を進めるにあたり、東京都市圏交通計画協議会から昭和63年度東京都市圏PT調査に関するデータを提供して頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 東京都市圏交通計画協議会：昭和63年度東京都市圏総合都市交通体系調査報告書，1988～1990
- 2) 佐佐木綱：都市交通計画，国民科学社，1974