

調査精度を考慮したOD表更新方法の検討

A Method of updating OD matrix considering with difference of survey accuracy

東京商船大学 兵藤 哲朗*
 東京商船大学 高橋 洋二*
 東京商船大学大学院 松尾 靖浩**

1. はじめに

わが国の都市交通計画や都市マスタープラン策定において、PT調査は極めて重要な役割を果たしてきた。しかしその一方で、PT調査は10年間隔であるために、近年の短期的な交通課題の増大傾向に十分対応しきれないといった問題点も指摘されている。この問題の解決方法を単純に考えれば、追加的調査を中間年に実施し、基準年間のデータを補完すればよいことは容易に想像できよう。しかし、中間年の調査では、一般には基準年ほどの大規模な調査の実施は困難であり、小規模調査とならざるを得ないことが多いと考えられる。そのため、小規模データが中間年に行われた場合、データ自体は新しくても、標本数の低下から、得られたデータの精度は十分確保されない。このように、調査目的を最もニーズの高いOD表推計に絞って考えれば、「調査精度の高さ」と「調査時点の新しさ」を両立した合理的なOD表更新方法が不可欠であると考えられる。

以上に述べたPT調査の基準年間の問題意識に基づき、東京都市圏では、平成5年に基準年調査の補完・更新目的で、抽出率が基準年PT調査のおよそ7分の1程度の小規模なPT調査が実施された。本分析では同データを例に、調査精度と時点の異なる複数PTデータを用いたOD表更新方法について試案を提示し、その特性を検討することを目的とする。

2. 分析データの概要

本論文で用いたPT調査データは、東京都市圏で昭和63年に行われた基準年PT調査(S63PT調査)と平成5年に行われた小規模PT調査(H5PT調査)である。これらの調査の概要を表-1に示す。

H5調査は、10年間隔で行われる基準年調査の時間的な補完を行う目的で実施された、抽出率が本調査の約1/7の規模の調査であり、基本的には調査内容は基準年調査と同じである。

表-1 S63、H5PT調査の概要

	S63PT調査	H5PT調査
調査圏域	東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県南部	
対象人口	約3,071万人	約3,204万人
有効回収票数 (標本率)	約66.8万人 (約2.175%)	約9.7万人 (約0.304%)

3. 相対誤差を用いた調査精度の比較検討

小規模調査においては、当然のことながら、大規模調査(基準年調査)以下の調査精度しか持ち得ない。そのため、分析目的でも述べたように、小規模調査で得られた情報と、大規模調査の情報を何らかの形で組み合わせ、利用する必要が生じる。そのためには、得られた小規模調査が大規模調査に比してどの程度の精度を有するかを見定める必要がある。

本分析では、まずS63データとH5データの、抽出率の異なる2時点のPT調査をゾーンレベルごとに集計して、その平均相対誤差から調査精度を以下の手順で把握することを試みる。

PT調査はサンプル調査であるため、各ODペアは平均と分散を持つ(図-1)。また、標本抽出率 r

を用いれば、分散値(σ_{ij}^2)は下記の式で表される。

$$\sigma_{ij}^2 = \frac{P_{ij}(1-P_{ij})}{r} \cdot t_{ij} \quad \left(P_{ij} = \frac{t_{ij}}{t_{..}} \right) \quad (1)$$

なお、通常標本数の決定段階などで、調査OD量の分散を求める場合、簡便にゾーン数の逆数を P_{ij} の代理変数として用いられることが多いが、本分析で

キートン:OD分布、交通調査

*:正員・工博、**:学生員、東京都江東区越中島 2-1-6

(Tel.& Fax.:03-5245-7386)

出 発 地 (i)	目的地 (j)	$t_{i\cdot}$
	...	
	... (t_{ij}, σ_{ij}^2) ...	
	...	
	...	
	$t_{\cdot j}$	$t_{\cdot\cdot}$

図-1 OD表

ただし、 t_{ij} : ijゾーン間のOD量

σ_{ij}^2 : ijゾーンのOD量の分散

$t_{\cdot\cdot}$: OD交通量の合計

は既にODデータが調査済みであることから、式(1)の分散値を使用する。ここで、各ODペアの相対誤差 CV_{ij} は、信頼係数を k ($=1.96$ とする) とすると、

$$CV_{ij} = k \left(\frac{\sigma_{ij}}{t_{ij}} \right) \quad (2)$$

となる。

式(1)、(2)を用いて、集計されたゾーンレベル(計画基本ゾーン、中ゾーン、大ゾーン)別の相対誤差を算出することにより、H5データとS63データの精度比較を行うことが可能となるが、ここでは、各ペアのOD量を重みとした、平均相対誤差 wCV を求める。

$$wCV = \frac{\sum_{ij} t_{ij} \cdot CV_{ij}}{t_{\cdot\cdot}} \quad (3)$$

図-2は、2時点のPT調査を3つのゾーンレベルごとに集計した平均相対誤差を表したものである。なお、トリップ目的は全目的であり、計算作業の簡便化のため、本来ゾーン毎に異なる抽出率を、全ゾーンで一定の抽出率(表-1の値)を持つものと想定している。

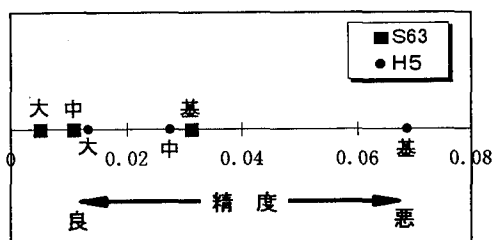


図-2 ゾーン単位別平均相対誤差

ただし、大：大ゾーン

中：中ゾーン

基：計画基本ゾーン

H5PT調査の抽出率は、中ゾーンレベルまでの調査精度の確保を目標に決められている。図からも、平均相対誤差はH5の中ゾーンは、大規模調査であるS63調査の計画基本ゾーンと同程度の精度を持ち得ることが読みとれる。

以上より、H5の小規模調査は、中ゾーンにOD量を集約すれば、十分精度が確保されたデータとして用いることが可能であることが確認された。

4. 更新OD表の作成とその評価

(1) 調査精度を考慮したOD表更新フロー

前章で確認したとおり、H5データでは中ゾーン単位では十分精度が確保されていることが分かったが、実計画段階では計画基本ゾーン単位のOD量が不可欠である。そのため、時点として最新の情報を持つH5データと、計画基本ゾーンまでの精度が確保されたS63データとを合理的な方法で結合し、「時点の新しさ」と、「精度の高さ」を併せ持ったOD表を作成する必要が生じることになる。

そこで、本分析ではその一方法として、下記のOD更新手順(図-3)を考え、具体的にその算出結果を吟味することとする。

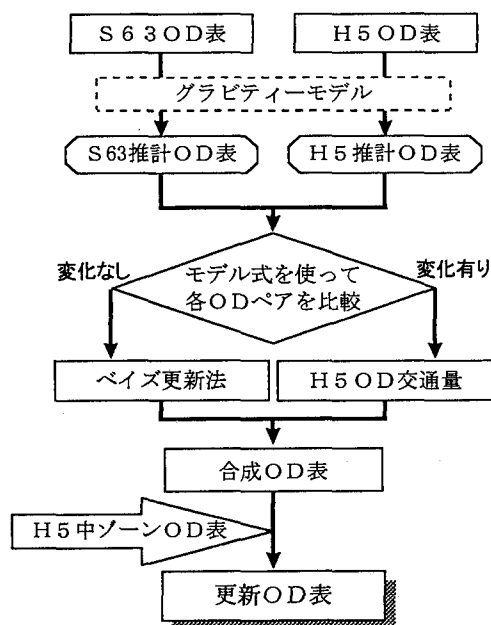


図-3 更新OD表作成フロー

- 1) S63PT調査のOD表（S63OD表）からグラビティーモデルを構築する。モデル推定結果を表-2に示す。

$$t_{ij} = ct_i^\alpha t_j^\beta e^{-\gamma d_{ij}} \quad (4)$$

ただし、 d_{ij} : ij ゾーン間の距離[Km]

α 、 β 、 γ 、 c : パラメータ

表-2 グラビティーモデル推定結果

	パラメータ	t 値
α	0.3027335	74.4293
β	0.3031268	74.6998
γ	-0.3267437	203.6624
c	$\exp(-0.5809065)$	8.5352
重相関係数	0.599140	

- 2) 式(4)を用いてS63PT調査とH5PT調査の各ゾーンの集中・発生量から、S63のOD表とH5のOD表を推計する。

- 3) 推計したS63OD表とH5OD表の各ODペア間の変化率を式(5)を用いて比較する。

$$K_{ij} = \frac{|\hat{t}_{ij63} - \hat{t}_{ij05}|}{\hat{t}_{ij63}} \quad (5)$$

ただし、 K_{ij} : 変化率

$\hat{t}_{ij63}$: ij ゾーン間の推計OD交通量(S63)

$\hat{t}_{ij05}$: " (H5) (H5)

- 4) 変化の基準値 (K) を設定して、 K_{ij} と比較することにより、5年間の交通量の変化割合を調べ、下記の通り結果により場合分けをする。

- i) $K_{ij} > K$ (変化あり)

このODペアについては、5年間に交通流動に大きな変化があったとみなし、H5のOD量を採用する。

- ii) $K_{ij} \leq K$ (変化なし)

この場合は、2時点間でOD量に大きな変化がなかったものとしてベイズ推定法（次のステップ5）で説明）を採用する。しかし、OD量に「0」値が含まれる場合は下記の手順で更新を行う。

- a) S63ODペアとH5ODペアの双方のOD量がゼロである場合は、該当OD量は0。

- b) 2時点のOD表のどちらか一方のODペアの交通量がゼロの場合は0でないOD量を採択。

変化の基準値 (K) を変化させることによりODペアの更新方法（上記で i) か ii)）は変わる。基準値の変化に応じた、更新方法の割合の変化を確認するために、各 K 値に対応した更新内容の割合を図-4に示す。

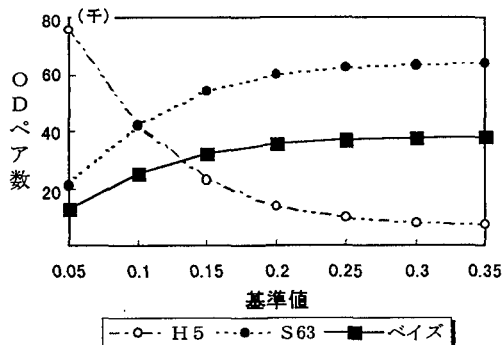


図-4 更新に使用したODペア数の内訳

図-4からもわかるように、基準値が小さいと2時点間のOD量の微細な変化も構造的な変化（グラビティーモデルで説明できない変化）とみなされ、S63データとの連続性が認められないことになる。また、基準値をある程度大きくしても、数百個程度のODペアには依然大きな変化が認められるが、これはニュータウンや新業務地などの大規模開発などの影響によるものと考えられる。

基準値の設定により、本分析で提案するOD更新方法の結果は左右されるが、ここでは図-4の曲線の交差点とみなされる0.15を以後の分析の基準値として採用するものとする。

- 5) ベイズ推定法により、S63OD量と、H5OD量の精度の違いを考慮した更新OD量を求める。

ベイズ推定法の式は以下の通り。

$$t_B = \frac{(t_{63}/\sigma_{63}^2) + (t_{05}/\sigma_{05}^2)}{(1/\sigma_{63}^2) + (1/\sigma_{05}^2)} \quad (6)$$

ただし、 t_B : ベイズ更新OD交通量

t_{63} : S63OD交通量

σ_{63}^2 : S63OD交通量の分散

これにより、抽出率、すなわち調査精度の異なる2時点データを、その精度情報を活用し、結合することができることになる。

6) 当然のことながら、ここまでで更新されたOD表は、精度が確保されているH5の中ゾーン単位で見ても、その合計値は整合しない。そこで、得られた計画基本ゾーン単位のOD表を、H5の中ゾーンOD表と整合させるために、H5の中ゾーンODをコントロールトータルとした計画基本ゾーンOD量の再配分を行う。

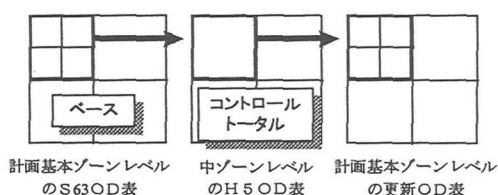


図-5 従来型の更新OD表作成フロー¹⁾

(2) 提案OD更新フローの特性分析

先に示した手順によるOD更新結果と、図-5に示す、従来型のコントロールトータルのみを用いた更新方法の結果との比較検討を試みる。

両者の結果を比較するために、両者の相対的変化を表す不一致の係数を以下のように定義する。

$$C = \frac{t_{ijB} - t_{ijM}}{t_{ijM}} \quad (8)$$

ただし、 C ：不一致の係数
 t_{ijM} ：従来方法の更新OD量
 t_{ijB} ：本分析の更新OD量

不一致の係数の絶対値は、数値が大きほど2つのOD表の差異が大きいことを表わしている。図-6は変化の基準値を0.15とし、OD量を0～300、300～500、500～1000、1000～2000、2000以上の5段階に分けた時の不一致の係数を表わしたものである

この結果、トリップ数の少ないODペアほど係数は正となり、トリップ数の多いODペアほど係数は負になる傾向がある。従って本研究の更新OD表は従来の更新OD表より、トリップ数の格差が小さくなる傾向があることが明らかになった。

5. まとめ

本分析では、「調査精度」及び「調査時点」の異なる2種類のデータを統合利用し、OD表を更新する方法を提示し得た。無論ここで行った推計は提案方法の特性を確認するために行った試験的検討に留まっているため、改良の余地は多い。例えば、本方法では時点間の変化有無の判別にグラビティモデルを用いているが、そのモデルの推定精度や、変化基準値(K)の設定方法などにより結果は大きく左右されることが考えられる。その合理的、統計的な改善方法は今後の検討課題である。

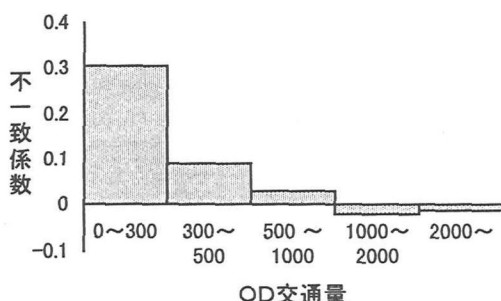


図-6 不一致の係数とトリップ数の関係図

しかしながら、世界的にも希有な交通データとみなし得る、わが国のPT調査の今後の展開を見据え、より効率的な交通調査運用方法の一環として、本分析方法で示したようなデータ統合利用のニーズは益々高まるものと思われる。

なお、本研究は、東京都市圏パーソントリップ調査補完調査の一環として、東京都市圏交通計画協議会が組織した研究会（座長：筑波大学・石田東生教授）において調査・分析を行った成果をもとにしている。関係各位に感謝の意を表する次第である。

<参考文献>

- 1) 佐藤・福田・兵藤他(1995):小規模PT調査データを活用した交通量データの更新方法、土木計画学研究・講演集18(1)、pp. 313-316
- 2) A. ゼルナー(1971):「ベイジアン計量経済学入門」、培風館