

北海道大学 工学部 正員 山形 耕一

1. はじめに

パーソントリップ調査における家庭訪問調査では、調査対象者の転居、不在、拒否等のため、調査不能が生じる。調査不能の発生を対象者の個人属性層別にみると、その発生率は各層において一様ではなく、明らかに差がみられる^{*)}。このため、家庭訪問調査によって得られる調査完了者の集団は、対象地域の居住者の一様な標本ではなく、特定の層を相対的に厚く、別の層では薄いものとなり、歪みをもった標本となっている。本研究では、このような標本の歪みによって生じるトリップの推定量の偏りについて、分析を行なった。

2. 調査不能にもとづく誤差について

属性層別の調査不能率の差異は、層における交通行動特性の差異を反映して、トリップの推定量に偏りをもたらす。すなわち、特定の層において調査不能率が高く調査完了率が低いことは、その層に属する人の行なうトリップが相対的に少く採取されていることとなり、その層において相対的に高い発生原単位をもつようなトリップは過小に推計される。この影響は次のように表すことができる。いま、層が2層とし、それぞれの層の人口を N_1 、 N_2 とする。平均トリップ数の如きトリップ発生に関する層の特性値を α_1 、 α_2 とし、層の回収率(=1-調査不能率)を β_1 、 β_2 とする。抽出率を r とすれば、 i 層の調査完了者数は $n_i = N_i \beta_i r$ 、調査によって採取されたトリップの数は $t_i = \alpha_i N_i \beta_i r$ と表わされる。このとき、層を無視した1人当たり平均トリップ数 α_0 は、

$$\alpha_0 = (t_1 + t_2) / (n_1 + n_2) = (\alpha_1 N_1 \beta_1 r + \alpha_2 N_2 \beta_2 r) / (N_1 \beta_1 r + N_2 \beta_2 r) \quad (1)$$

となる。この平均トリップ数 α_0 を用いた対象地域の総トリップ数の推定量 $T_q = \alpha_0 (N_1 + N_2)$ と、層別の平均トリップ数 α_1 、 α_2 を用いた総トリップ数の推定量 $T_s = \alpha_1 N_1 + \alpha_2 N_2$ とでは、層の人口が等しい時には、

表1 拡大方法の違いによる目的種類別トリップ数の推定量の差異(札幌市)

目的種類	トリップ数				比率		
	ケース(1)	ケース(2)	ケース(3)	ケース(4)	(1)/(4)	(2)/(4)	(3)/(4)
全目的	2408001.	2425641.	2435958.	2444340.	0.985	0.992	0.997
通勤	310276.	312474.	321838.	323379.	0.959	0.966	0.995
通学	213243.	214742.	208678.	208928.	1.021	1.028	0.999
業務	341729.	344258.	352460.	353722.	0.966	0.973	0.996
自宅から買物	174461.	175714.	169797.	170417.	1.024	1.031	0.996
その他の買物	62575.	63065.	63358.	63498.	0.985	0.993	0.998
社交・娯楽	164397.	165709.	171176.	171715.	0.957	0.965	0.997

表2 拡大方法の違いによる交通手段別トリップ数の推定量の差異(札幌市)

交通手段	トリップ数				比率		
	ケース(1)	ケース(2)	ケース(3)	ケース(4)	(1)/(4)	(2)/(4)	(3)/(4)
全手段	2408001.	2425641.	2435958.	2444340.	0.985	0.992	0.997
徒歩	1027028.	1034482.	1017375.	1019905.	1.007	1.014	0.998
乗用車	390090.	392813.	401187.	402721.	0.969	0.975	0.996
貨物車	187628.	188749.	198118.	198482.	0.945	0.951	0.998
鉄道	144929.	146368.	150363.	151144.	0.959	0.968	0.995
バス・市電	420844.	423735.	428038.	429898.	0.979	0.986	0.996
タクシー	92282.	93246.	95655.	96253.	0.959	0.969	0.994

注：表5,6では全ての目的種類、交通手段を挙げていないので、和は全目的と一致しない

$$\frac{T_2}{T_3} = 1 + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \cdot \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1 + \beta_2} \quad [2]$$

と表わされる。すなわち、層間の回収率の差 $\beta_1 - \beta_2$ によって推定量には偏りが生じ、回収率の差が大きい程、また層の特性値の差が大きい程、偏りは大きくなる。

3. トリップの推定量の偏りの大きさ

道央都市圏パーソントリップ調査のデータを用いて、目的種類別および交通手段別のトリップ総数の推定量を算出し、偏りの大きさを検討した。調査完了率は、属性層および地域(市区町)によって差があるため、以下のような4種の拡大法によって推定量を算出し、比較を行なった。このうち、ケース2は、これまでに実施された多くのパーソントリップ調査で採用されている拡大法である。

ケース 1. 対象地域全域の平均調査完了率を用いた推定量

$$jT_1 = \left(\sum_{i=1}^k j\delta_i \right) \cdot \left(\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k jN_{ji}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k jR_{ji}} \right) \quad (3)$$

ケース 2. 市区町の平均調査完了率を用いた推定量

$$jT_2 = \left(\sum_{i=1}^k j\delta_i \right) \cdot \left(\frac{\sum_{j=1}^m jN_{ji}}{\sum_{j=1}^m jR_{ji}} \right) \quad (4)$$

ケース 3. 対象地域全域の層別調査完了率を用いた推定量

$$jT_3 = \sum_{i=1}^k \left\{ j\delta_i \cdot \left(\frac{\sum_{j=1}^m jN_{ji}}{\sum_{j=1}^m jR_{ji}} \right) \right\} \quad (5)$$

ケース 4. 市区町別層別調査完了率を用いた推定量

$$jT_4 = \sum_{i=1}^k \left\{ j\delta_i \cdot \left(\frac{jN_{ji}}{jR_{ji}} \right) \right\} \quad (6)$$

層別には、性、年令、世帯構成員数の組み合わせを用いている。そして、これら4つのケースの内、ケース4が最も偏りの小さい推定量と考えられるので、ケース4の値との比較で検討を行なう。表1および2に、それぞれ目的種類別および交通手段別のトリップ総数の各ケースにおける推定量の値を示す。表の値は札幌市内の各区域別に推定を行ない、その和としての札幌市計である(なお、対象地域は他に3市3町を含む)。また、表3は通勤目的における居住市区町別トリップ総数の推定量であって、推定量の偏りの地域差をみることが出来る。

4. 考察

調査不能率・年令・世帯構成員という個人属性層別に見ると層間に回収率の差があり、この差異のため、標本を市区町村の平均回収率を用いて拡大すると、属性別人口の推定のみならず、目的別あるいは交通手段別のトリップ総数の推定量に偏りが生じることが示された。すなわち、ケース2では、通勤、業務、社交娯楽等を目的にもつトリップや乗用車、貨物車、鉄道を交通手段とするトリップにおいて3~5%の過小推計となり、データ利用上無視し得ないものである。そして、この偏りを解消する方法として層別拡大法を用いることの有用性が示された。層別拡大法では、地域差を無視した全対象地域の層別回収率を用いた場合(ケース3)でもよい一致性を示し、回収率の地域差の多くの部分が、層別回収率の差にもとづいているものと考えられる。なお、今後、他の属性層による調査不能率およびそれにもとづく推定量の誤差について検討を加える必要があろう。

本研究は、道央都市圏パーソントリップ調査のデータを用いて分析を行ない、また、実際に同調査に適用している。ここに、同調査の関係各位に謝意を表する。

*) 山形、鈴木、紙谷「パーソントリップ調査における層別拡大法について」第28回 土木学会概要集

表3 トリップ数の推定量における拡大法による差異
(目的種類 通勤)

市区町村	ケース(1)	ケース(2)	ケース(3)	ケース(4)
札幌市中央区	0.933	0.955	0.977	1.000
西 区	0.972	0.969	0.992	1.000
北 区	0.948	0.965	0.990	1.000
東 区	0.957	0.962	0.995	1.000
白石区	0.984	0.975	1.005	1.000
豊平区	0.958	0.964	0.995	1.000
南 区	0.973	0.984	0.987	1.000
札幌市 小計	0.959	0.966	0.995	1.000
小樽市	1.011	0.982	1.019	1.000
石狩町	0.962	0.940	0.979	1.000
当別町	0.980	0.947	0.989	1.000
江別町	0.993	0.973	1.000	1.000
広島町	0.981	0.962	0.982	1.000
恵庭市	0.967	0.981	0.973	1.000
全 圏 域	0.968	0.969	0.998	1.000

j ; 居住ゾーン番号 n ; 居住ゾーンの数

i ; 属性層の番号 k ; 属性層の数

jN_{ji} ; j ゾーンに居住する i 層の人の数

jR_{ji} ; 同上の内、調査完了者の数

jT ; j ゾーンに居住する人の行なったトリップ総数の推定量

$j\delta_i$; j ゾーンに居住する i 層の人が行なったトリップの標本の数