HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	パーソントリップ調査におけるデータ精度に関する研究
Author(s)	山形, 耕一
Citation	北海道大學工學部研究報告, 68(2), 321-329
Issue Date	1973-09-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41157
Type	departmental bulletin paper
File Information	68(2)_321-330.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

パーソントリップ調査におけるデータ精度に関する研究

山形耕一*

(昭和48年3月20日受理)

On the Data Precision of Home-Interview Person-Trip Survey

Koichi YAMAGATA*

Abstract

Hitherto, the data precision of home-interview person-trip survey has been calculated under the assumption that trip sample collected by home-interview survey is random. But, this sample should be understood to be a cluster sampling rather than the simple random sampling, when data-collecting procedure is considered. The author has attempted to determine the effect of innercluster co-relation of trips within person or household by a method in which secondary samples are re-sampled from actual survey data and in which thereof are analysed statistically.

The results are summarized as follows. The data precision of homeinterview survey, namely, the relative standard error of estimator does not fit the theoretical values which are calculated under the assumption of trip randomness in the sample. In many cases, the standard error of estimator in the actual survey data shows higher values than the theoretical values. The former is expressed as the product of the latter standard error multiplied by a certain constant. These constants corresponding to each charactor of trips are calibrated in this research. Moreover, the effect of the sampling unit is considered, and household sampling and person sampling are compared.

1. はじめに

パーソントリップ調査は1952年デトロイト都市圏，1958年シカゴ都市圏の交通計画に端を発し，我国でも1967年広島都市圏交通計画から本格的に実施されている。この調査は，従来の自動車起終点調査や鉄道旅客流動調査に比べて，全ゆる交通機関を用いたトリップを同時に調査していることにより交通機関別分担の解析ができること，トリップの起点から終点までを調べ，これを交通の主体である人の特性や起終点の都市活動や土地利用と結びつけて解析できる点など多くの点で優れた交通調査法である。しかしながら，パーソントリップ調査は標本調査であるので，標本抽出過程の偶然性にもとずく標本誤差を含むし，調査設計時の概念規定，調査実施時の概念伝達や記入法，調査不能者の処理や整理時の誤り等さまざまな調査誤差を含んでいる[1]。した

* 北海道大学工学部　土木工学科助手

* Hokkaido University, Department of Civil Engineering.

がって，解析者がデータを使用する場合にはこのような誤差を見込んで推論を下さねばならず，集計量をそのまま用いることはより危険な結論に到達する恐れがある。それゆえ，パーソントリップ調査により得られたデータの信頼区間を定めること，言い換えれば，どの程度の誤差を含んでいる可能性があるかを定めること，また逆に，ある推論を下すために所定の信頼区間をもったデータを得るにはいかなる調査を設計すればよいかを定めることが，重要な問題となってきている。本研究ではこれらの誤差のうち標本誤差の問題を扱う。

2. トリップの推定量の誤差に関する従来の考え方

パーソントリップ調査における調査方法の概要は次のようなものである。調査のフレームとしては多くの場合住民登録基本台帳を用い*，抽出単位としては世帯を用いる。標本世帯の抽出には，系統抽出法 (systematic sampling) を採るのが一般的であり，抽出された世帯の全構成員を調査対象者とする。調査方法は，日本では留め置き式家庭訪問調査が普通であり，調査対象者すなわち世帯構成員全員の属性と調査対象日における各人の全交通行動を対象者が記入の上調査票を回収する方法を取っている。調査日は全対象地域同一ではなく，一般には，数カ月にわたって平日の交通が調査される。この調査によって収集された調査対象者の属性が人の標本として，また各対象者が調査日に行なった交通行動がトリップの標本として，以後集計・解析の対象とされる。本研究では，トリップの標本について取扱う。

このようにして得られたトリップの標本からの推定量の信頼区間，すなわち集計値のもつ確率的な誤差の範囲について，従来，以下の如く考えられてきた。平日においては交通流動パターンは同じであると仮定し，これを標準的な平日のトリップの有限な母集団と仮定する。対象地域の標準的な平日の総トリップ数を N，標本のトリップ数を n とすると，ある特定の特性をもったトリップの総数 A，例えばある起終点をもつトリップの数などに対する推定量 $\hat{A}$ の標準誤差 $SD(\hat{A})$ は，

$$SD(\hat{A}) = \sqrt{\frac{N^2PQ}{n} \cdot \frac{N-n}{N-1}} \qquad (1)$$

P；ある所定の特性をもつ要素が母集団中に占める比率$=A/N$，Q；$=1-P$

として表わされる[2]。(1) 式は，標本が母集団からの単純ランダム抽出標本であるときに成立つ。そして，信頼係数 95% の場合，A の相対誤差すなわち精度 $RS(\hat{A})$ は

$$RS(\hat{A}) = 1.96\, N \sqrt{\frac{PQ(N-n)}{n(N-1)}} \Big/ A \qquad (2)$$

となる[3]。また，標準的平日という仮定を廃するならば，トリップの母集団は無限母集団となり，(1), (2) 式の有限修正項が除かれた式

$$RS(\hat{A}) = 1.96 \sqrt{N^2PQ/n} \,/A \qquad (3)$$

をもって精度を表わせる[4),5)]。

3. 集落抽出を考慮したトリップの推定量の誤差

従来のパーソントリップ調査における調査精度の考え方では，調査単位すなわちトリップが単純ランダム抽出されていることを仮定している。しかしながら，前述したようなパーソント

* アメリカ合衆国においては，住居単位 (dwelling unit) を地図上からサンプルする方法が採られている。この場合の抽出単位はほぼ世帯に相当するとみてよい。

リップ調査の調査過程を検討するならば，この仮定は満されていない。パーソントリップ調査では人の1日の行動を調べることによりトリップを採取している。すなわち，調査単位であるトリップは人ごとに数トリップずつまとめて採取されている。さらに，人は世帯ごとにまとめて抽出されているので，トリップは人および世帯によって二重に束ねて抽出されている。これは標本調査論における集落抽出法 (cluster sampling) と考えるのが妥当である**。

同一個人の行なったトリップの属性を考えると，利用交通機関の面では，例えば自家用乗用車で出勤した人はその後のトリップの多くが乗用車を用いてなされることが多いし，交通目的の面でも，例えば営業関係の職業の人では業務目的のトリップを数多くもつ。また，乗用車保有世帯においては，非保有世帯に比し乗用車利用トリップの発生が多いのは当然である。すなわちトリップは人および世帯という二重の集落において，それぞれ内部相関をもっている。

集落抽出法では，集落内において調査単位の標識値に内部相関があるときには，推定量の分散は単純ランダム抽出法に較べて大きくなる。すなわち，同じ大きさの標本では

$$\sigma_{cl}^2/\sigma_r^2 = 1+(\bar{M}-1)\rho \tag{4}$$

ここに，σ_{cl}^2；集落抽出法による推定量の分散
σ_r^2；単純ランダム抽出法による推定量の分散
$\bar{M}$；集落内に含まれる要素の数の平均
ρ；集落内相関係数

なる関係が成立つ。ここに ρ は集落内における各要素の標識値の相関性を表わし，平均値を例にとるならば，

$$\rho = \frac{\sum_{i}^{N}\sum_{j\neq k}^{M_i}(y_{ij}-\bar{Y})(y_{ik}-\bar{Y})}{\bar{M}N(\bar{M}-1)S^2} \tag{5}$$

ここに，y_{ij}；第 i 集落第 j 要素の標識値
$\bar{Y}$；標識値の母平均
S^2；標識値の母分散
N；母集団に含まれる集落の数
M_i；第 i 集落の要素の数

と表わされる。したがって，集落内において各要素の標識値が等質的であれば ρ の値は正となり，集落抽出法による推定量の精度は単純ランダム法による精度よりも悪くなるし，異質的であれば ρ は負となり集落抽出法の方が良い精度が得られることが (4) 式より示めされる。このような集落内相関係数は当然集計の対象とするトリップの属性によって異っている。

以上の考察から，パーソントリップ調査におけるトリップの集計量の信頼性を考えるにあたっては，次のような問題点を解明することが必要となる。

a．パーソントリップ調査によるトリップの標本からの推定量の精度は，トリップの単純ランダム抽出による推定量の精度をもって考えてよいか検証することが必要である。

b．パーソントリップ調査によるトリップの標本を集落抽出法として理解するならば，推定量の標準誤差を算定するために，集落内相関係数を求めてやることが必要である。

** 母集団に属する全要素をある基準に従い，互に重複のない，かつその全てを尽す部分集団に分け，それらの部分集団のいくつかを抽出し，抽出された部分集団に属する全要素を標本として推論を行なう方法を集落抽出法という。

c．個々のトリップを単純ランダム抽出することは不可能である。したがって，トリップを採取するには人を調査することが必要であり，人による集落化はまぬがれない。人を抽出する方法には個人を単純ランダム抽出する個人抽出法と，現在の調査で採用されているように世帯を単純ランダム抽出し，抽出世帯に属す全個人を調査対象とする世帯抽出法とが考えられる。したがって，これら2つの抽出法の得失を比較し，世帯抽出法の妥当性を検討することが必要である。

これらの諸点を明らかにすることが本論文の目的である。

4. 解析の方法

前節で示された諸点を解明するために，実際のパーソントリップ調査データを用いて標本の再抽出実験を行なった。すなわち，調査結果として得られたトリップの標本を，ある仮想都市圏におけるトリップの母集団とみなし，ここから実際のパーソントリップ調査をシュミレートした形で標本の再抽出を行なう。このような再抽出標本を集計するならば，集計量は母数すなわち原データにおける集計量の周辺にある偏差をもって分布する。これらの偏差から，その抽出方法におけるある集計項目に対応する推定量の実験的な標準誤差 SD_{el} を算定することができる。一方，トリップ単純ランダム抽出を仮定した場合の推定量の標準誤差 SD_r は原データのトリップ規模および再抽出標本の規模から (1) 式により算出される。したがって，これらの標準誤差を比較することにより，第1の目的であるトリップ標本のランダム性に関する仮定を検証することができる。

再抽出標本は実際のパーソントリップ調査をシュミレートしたものであり，個人抽出あるいは世帯抽出を行なっているので，トリップの集落抽出がなされている。したがって，上記の2種類の標準誤差の比 φ

$$\varphi = SD_{el}/SD_r \qquad (6)$$

は，人や世帯内におけるトリップの相関にもとづいており，集落内相関係数 ρ は

$$\rho = (\varphi^2-1)/(\bar{M}-1) \qquad (7)$$

となる。それゆえ，φ を算出することにより第2の目的である集落内相関係数を定めること，および人あるいは世帯によるトリップの集落化が調査精度に及ぼす影響を考察することができる。

同じ標本規模の再抽出標本においては，世帯抽出による φ と個人抽出における φ との差は個人を世帯によって集落抽出すること，いいかえれば，同一世帯に属する個人間における交通行動パターンの似かよりにもとづくものといえる。したがって，この差を検討することにより標本誤差という見地からの個人抽出と世帯抽出の優劣を比較することができる。

5. 標準誤差比較のためのデータ作成

5.1 標本の作成と集計項目

仮想の母集団としては東京都市群パーソントリップ調査によって採取されたトリップのデータを用いている。このデータは東京50 km圏を対象地域とし東京都，横浜市，神奈川県の全域および埼玉県，千葉県の大部分を含み人口約1,900万人の約2% を調査対象としており，有効約32万人80万トリップを含んでいる。再抽出標本は母集団データを記録した磁気テープから電子計算機で乱数発生プログラムを用いて抽出され，以下のものが作成された。

i) 抽 出 単 位： 個人抽出，世帯抽出

ii) 抽　出　率:　2%, 5%, 10%, 20%

iii) 抽出ケース数:　抽出単位，抽出率の組合せごとに各5ケース

これらの再抽出標本は，互に標本の独立性が保たれるように配慮されている。そして個々の標本は人口約30万人の仮想市圏におけるパーソントリップ調査の結果とみなすことができる。ただし，実際の調査においては，種々の調査誤差を含んでいるのに対し，再抽出標本ではこれらの誤差は含まない。

パーソントリップ調査の結果を用いた交通流動分析のプロセスにおける基礎的な集計項目として，以下の項目を選び検討の対象としている。

a. 目的別ゾーン発生交通量および集中交通量

b. 利用交通機関別ゾーン発生交通量および集中交通量

c. 目的別利用交通機関別ゾーン発生交通量および集中交通量

標本はこれらの項目について各ケースごとに集計が行なわれた。ここにゾーン規模はほぼ市区町村に対応する。

5.2 再抽出標本からの標準誤差

前項の手続きにより集計された推定量はある集計項目につき ${}_{ij}x_l^k$ (i; 個人抽出・世帯抽出の別，j; 抽出率の別，k; ケース番号，l; ゾーン) と表わされ，確率変数である。一方，これに対応する母集団データの集計量は μ_l であり ${}_{ij}x_l^k$ は μ_l の周辺に確率分布する。したがって，推定量の標準誤差は

$$ {}_{ij}SD_l = \sqrt{\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m}({}_{ij}x_l^k - \mu_l)^2} \qquad (7) $$

として求められる。しかし，${}_{ij}SD_l$ もまた確率変数であり，ケース数 m が小さい場合は変動がはなはだしい。そこで，母数 μ_l の大きさが標準誤差の大きさに影響することから，本研究では，μ_l の大きさに従ってゾーンのカテゴリー化をおこなってデータ数をふやしている。すなわち，$L \leqq \mu_l < U$ なる境界を考え，母体 μ^l がこの範囲にある複数個のゾーンを同一カテゴリーとみなし，各カテゴリーごとに標準誤差を

$$ {}_{ij}SD_\xi = \sqrt{\frac{1}{mn_\xi}\sum_{l\in c_\xi}\sum_{k=1}^{m}({}_{ij}x_l^k - \mu_l)^2} \qquad (8) $$

ここに，ξ; カテゴリー番号

n_ξ; カテゴリー c_ξ に属するゾーン数

$l \in c_\xi$; ゾーン l がカアゴリー c_ξ に属することを表す

で算出して用いている。表-1にカテゴリーの境界値を示す。

5.3 単純ランダム抽出を仮定した場合の推定量の標準誤差

パーソントリップ調査の過程を通じて，トリップがランダムに抽出されていると仮定するならば，ゾーン l の発生交通量 μ_l に対する推定量の標準誤差 ${}_{ij}TSD_l$ は (1) 式より

$$ {}_{ij}TSD_l = \sqrt{\frac{\mu_l(N-\mu_l)}{n}\,\frac{N-n}{N-1}} \qquad (9) $$

表—1 カテゴリーの境界値

カテゴリー番号	境　界　値	代　表　値
1		除　外
	40	
2		60
	80	
3		145
	210	
4		315
	420	
5		630
	840	
6		1470
	2100	
7		3150
	4200	
8		項目により設定

N; 母集団における全トリップ数
n; 標本における全トリップ数

と表わしてよい。そして，前項のゾーンのカテゴリー化に対応するために，カテゴリーの中央値をもって代表値とし，(9) 式の μ_i にカテゴリー中央値を代入した値をもって単純ランダム抽出を仮定した場合の推定量の理論的な標準誤差としている。

6. 結果の概要

前節の過程により算出された再抽出標本からの標準誤差 SE と単純ランダム抽出を仮定した場合の理論的な標準誤差 TSE との比較を行なう。パーソントリップ調査によるトリップの標本がトリップの単純ランダム抽出標本とみなしてよいならば，両者の標本誤差は確率的な範囲で等しくなり，両者の比 $\varphi=SE/TSE$ は1周辺に分布する。この比の値は個人抽出，世帯抽出のそれぞれにおいて，抽出率数とカテゴリー数との積の数だけ得られる。これらの値を総合的に判定するために，次のような判定基準を用いている。

(i) 平均値　各抽出率，各カテゴリーにおける φ 値の平均値である。

(ii) サイン検定　各抽出率，各カテゴリーにおける $\varphi-1$ をデータとしたサイン検定であり，平均値が1近辺にあるとしても，この検定で棄却されるならば，φ は1周辺の偶然変動とは見なせない。

(iii) φ の1周辺における分布状況　SE が TSE を期待値とする偶然変動であるならば，$(SE)^2/(TSE)^2$ は自由度 f の χ^2 分布する[6]。ここで f は標準誤差 SE の算出に用いたデータ件数であり，カテゴリーに属するゾーン数とケース数の積である。これを利用して SE の期待値を TSE とみなしてよいか仮説検定することができる。表-2には有意水準0.05で仮説を棄却されたカテゴリー個数を示している。

これらの判定指標の結果を個人抽出，世帯抽出のそれぞれについて表-2に示している。これらの結果，大部分の集計項目において，SE は TSE を期待値とする偶然変動とみなすことはできない。すなわち，世帯または個人抽出を行ない人を調査することにより採取されたトリップの標本は，トリップのランダム標本とみなすことはできない。

上述の結果は，パーソントリップ調査によって採取されたトリップの標本は，標本収集プロセスからも明らかなように，人あるいは世帯を集落とする集落抽出法による標本とみなされなければならず，したがって推定量の標本誤差の算定にあたっては，同一個人あるいは同一世帯に属する個人のおこなうトリップの間の相関を考慮に入れなければならないことを示している。集落内相関係数を ρ とすると，集落抽出法における標準誤差は，(3) 式から，単純ランダム抽出法における標準誤差を用いて

$$SE_{cl}=K\cdot SE_r;\qquad K=\sqrt{1+(\bar{M}-1)\rho} \tag{10}$$

と表わされる。そして，表-2における φ の平均値は K の推定量である。したがって，パーソントリップ調査におけるトリップの推定量の標準誤差は，(10) 式を用いて定めることができる。そして，推定量の精度は信頼係数を95%にとると，

$$1.96\cdot K\cdot SE_r/[\text{推定量の値}] \tag{11}$$

として表示される。

ここで，K の値として表-2の φ の平均値を用いることの有効性を検討しておく。$(SE)^2/(TSE)^2$ が自由度 n の χ^2 分布することを用いるならば，α を有意水準として

$$\left(\frac{n}{\chi^2\left(n,\ 1-\frac{\alpha}{2}\right)},\quad \frac{n}{\chi^2\left(n,\ \frac{\alpha}{2}\right)}\right) \tag{12}$$

はK^2の区間推定量となる。表-3には個人抽出法の目的別ゾーン発生集中量において，K^2値が(12)式の範囲外にあるデータ数を示している。この方法ではKの値を定めるのに個々のSEの値を用いているので独立な検定にはならないが，φの平均値がKの推定量として十分妥当なもので

表—2　再抽出標本からの推定量の標準誤差と単純ランダム抽出標本からの推定量の標準誤差との隔離の検定（個人抽出および世帯抽出）

集計項目			個人抽出			世帯抽出			世帯抽出による標準誤差の増加
			φの平均値	サイン検定	棄却されたφの数	φの平均値	サイン検定	棄却されたφの数	世帯/個人
目的別発生集中量	全目的	発生	1.308	R	7/ 8	1.523	R	8/ 8	1.164
		集中	1.310	R	8/ 8	1.480	R	8/ 8	1.130
	通勤	発生	.865	R	10/20	.908	R	5/20	1.050
		集中	1.019	A	0/16	.998	A	1/16	.979
	業務	発生	1.504	R	20/20	1.483	R	20/20	.986
		集中	1.497	R	20/20	1.506	R	20/20	1.006
集中量全目的利用交通機関別発生	鉄道	発生	.959	R	2/20	1.081	R	7/20	1.127
		集中	1.003	A	1/16	1.115	R	6/16	1.112
	バス	発生	1.224	R	11/12	1.297	R	12/12	1.060
		集中	1.214	R	11/12	1.228	R	11/12	1.064
	自動車	発生	1.574	R	16/16	1.778	R	16/16	1.130
		集中	1.562	R	16/16	1.774	R	16/16	1.136
	徒歩	発生	1.424	R	15/16	1.638	R	16/16	1.150
		集中	1.425	R	15/16	1.639	R	16/16	1.150
発生集中量通勤目的利用交通機関別	鉄道	発生	.911	R	8/20	.939	A	7/20	1.031
		集中	1.022	A	0/20	.982	A	8/20	.961
	バス	発生	.960	R	0/12	1.019	A	0/12	1.061
		集中	.984	R	0/12	1.057	R	11/12	1.074
	自動車	発生	.965	A	0/12	1.056	R	2/12	1.094
		集中	1.014	A	0/12	1.070	R	11/12	1.055
	徒歩	発生	.979	A	1/16	1.078	R	13/16	1.101
		集中	1.003	A	2/12	1.097	R	10/12	1.094
別発生集中量業務目的利用交通機関	鉄道	発生	1.123	R	1/12	1.105	R	10/12	.984
		集中	1.078	A	2/12	1.009	A	6/12	.936
	自動車	発生	1.460	R	18/20	1.452	R	19/20	.995
		集中	1.383	R	16/20	1.464	R	20/20	1.059
	徒歩	発生	1.366	R	6/ 8	1.215	R	5/ 8	.889
		集中	1.317	R	5/ 8	1.245	R	8/ 8	.945

R；棄却　　A；受容

あることを示している。

また表-2に示されたφの平均値をみると，業務目的の発生集中量や自動車利用の発生集中量等のように，特定の人にトリップが集中しがちで個人内においてトリップの属性が正の相関をもつと考えられる集計項目において，大きな値をとっているし，通勤目的の発生集中量のように1人1日高々1トリップであって人の1日の交通目的の構成上負の相関をもっているとみられるものでは1よりも小さい値をとっている。このことは我々の常識と一致し，本研究で用いた解析方法の妥当性を裏づけている。

表—3 平均値周辺におけるφの分布の検定
（個人抽出法 目的別発生集中量）

集計項目		平均値	データ数	棄却データ数
全目的	発生	1.308	8	1
	集中	1.310	8	1
通勤	発生	.865	20	3
	集中	1.019	16	1
業務	発生	1.504	20	4
	集中	1.497	20	2
社交・娯楽	発生	1.016	16	1
	集中	1.066	16	0

世帯抽出法と個人抽出法との優劣を検討するには両者におけるφの平均値の値を比較すればよい。この比の値を表-2の右欄に示す。表-2の値は，世帯抽出による推定量の標準誤差が個人抽出の場合のそれに比して増大する割合を示している。すなわち，同じ規模の標本が確保された場合，多くの集計項目において，世帯抽出では個人抽出よりも10%前後精度が低下することを表-2は示している。一方，標本採取に要する費用を考えると，現在我国で採られている留め置き型家庭訪問調査では，1世帯の調査と1人の調査にほぼ同程度の費用を要している。同じ費用のもとでは，世帯抽出の方が，平均世帯構成員数の分だけ大きい標本，すなわち，約3倍の規模の標本が得られる。このことの影響は，上述の世帯によって人を集落化することによる精度の低下よりもはるかに大きく，世帯抽出法によるパーソントリップ調査の方が，より精度の高い推定量を与えると言える。

7. 結 論

本研究における結果を取りまとめると，以下のような結論を得る。

a) パーソントリップ調査における推定量の標準誤差は，従来の如く，トリップがランダム抽出されていると仮定して標準誤差を算定するのは危険であり，トリップの標本収集の過程からも明らかなように，人あるいは世帯を抽出単位とすることによるトリップの集落抽出の影響を考慮に入れなければならない。

b) トリップの集落抽出を考えると，推定量の標準誤差はランダム抽出を仮定した場合に較べて，多くの場合大きくなる。前者の標準誤差は，後者のそれに定数Kを乗じて推定し得る。これらのKは，集計の対象とするトリップの属性により異るが，パーソントリップに関する基礎的な集計項目に関するKは表-2の如く求められた。

c) 抽出単位としては，個人抽出と世帯抽出とが考えられ，これらの方法を比較すると，同じ大きさの標本においては，多くの場合，個人抽出法の方が約10%程度精度のよい推定量が得られる。しかしながら，それぞれの抽出法において標本収集に要する費用を考慮するならば，同じ費用ものとでは，世帯抽出法の方がより高い精度の調査を達成し得る。

これらのことにより，ある抽出率のもとで行なわれたパーソントリップ調査のデータの精度を定めること，また逆に，ある推定を行なうのに必要な精度をもったデータを得るために必要な調査設計法を定めることに貢献することができた。

8. おわりに

本研究は筆者が東京都市群交通計画委員会の研究作業の一環として実施した研究の一部であり，御指導をいただいた東京大学八十島義之助教授，松本嘉司助教授および東京都市群交通計画委員会の諸氏に厚く御礼申し上げます。また，本稿をまとめるにあたり御励しをいただいた北海道大学小川博三教授，五十嵐日出夫助教授に謝意を表する次第である。

参考文献

1) 斎藤金一郎，浅井　晃：“標本調査の設計”，p. 11.
2) 宮沢光一：“近代数理統計学概論”，p. 199.
3) 東京都市群パーソントリップ調査報告書，昭和44年3月，東京都他，p. 230.
4) National Commitee of Urban Transportation: “Procedure Manual 2A”, p. 14.
5) “Chicago Area Transportation Study” Vol 1, 1959, Appendix, p. 107.
6) 前掲2　p. 128.