

○ 北海道大学 学生員 千葉 博之
 茨城大学 正 員 山形 耕一
 北海道大学 正 員 五十嵐 日出夫

1. はじめに

交通需要予測において4段階推定法は、発生、分布、交通機関別分担、配分の4つの段階に区分して予測を行うため、各段階におけるモデルの設定、予測の繰り返しによって誤差が発生し、次々と伝播していく。この中で、発生、分布の段階における予測の信頼性については幾つかの研究がなされているが、交通機関別分担における誤差の研究は極めて少なく、モデルの適合性について論じているものがほとんどである。そこで、本研究では、分担率の標本誤差を定式化し、この誤差が交通機関別分担の予測プロセスを通じていかに伝播するかを定量的に把握することを目的とする。

交通機関別分担の予測を行う場合、パーソントリップ調査（以下PT調査と略す。）により、マその実態を把握するのが通例であるが、ここで調査誤差が混入する。次にこれらのデータをもとにして分担モデルを設定するが、現象とモデルの乖離にもとづく不適合、およびデータの誤差によるモデルのパラメータ推定時の誤差が生じる。さらに、このモデルにより、マ将来予測を行う場合、説明変数の将来値における誤差、および誤差をもつモデルを用いることによる推定の不一致が生じる。本研究では、分担率の予測精度をこのようにとらえ分析を行った。

2. 分担率の調査誤差

PT調査における調査誤差は、実査誤差と標本誤差に分けられるが、本研究では標本誤差について扱う。

ゾーン*i j*間における交通機関*k*の分担率 R_{ij}^k を考え、ゾーン*i j*間のトリップ数を T_{ij} 、そのうち交通機関*k*によるトリップ数を T_{ij}^k とする。実際は、ランダムサンプリングによって t_{ij} 、 t_{ij}^k をとりだし、 T_{ij} 、 T_{ij}^k を推定するのであるが、 T_{ij} 、 T_{ij}^k の性質を考えると確率変数を次のように定義できる。

$$T_{ij}^k = \sum X_s, X_s (1, 1, 0, 1, \dots, 0, 0) \dots \textcircled{1}$$

$$T_{ij} = \sum Y_s, Y_s (1, 1, 0, 1, \dots, 0, 1) \dots \textcircled{2}$$

ここで、 X_s は発着点が*i j*で交通機関が*k*のとき1であり、それ以外のとき0、また、 Y_s は発着点が*i j*のとき1、それ以外のとき0である。従って、 X_s が1のときは Y_s は必ず1であり $\{X_s\}$ は $\{Y_s\}$ に包含されている。また R_{ij}^k は、

$$R_{ij}^k = \frac{T_{ij}^k}{T_{ij}} = \frac{\sum X_s}{\sum Y_s} = \frac{X}{Y}$$

であるから R_{ij}^k の標本誤差の推定にあたっては、 X 、 Y の比統計量としてとらえることが必要である。比統計量 $\frac{X}{Y}$ の母集団推定における標準偏差 σ は

$$\sigma = \sqrt{(1 - \frac{n}{N}) \frac{1}{n} \left(\frac{X}{Y} \right)^2 \left\{ \frac{S_x^2}{X^2} + \frac{S_y^2}{Y^2} - 2 \frac{Cov(X, Y)}{X \cdot Y} \right\}} \dots \textcircled{3}$$

である。ここで、①、②のような X 、 Y の特性にもとづいて③を変形すると、 R_{ij}^k の標本誤差 ε_{ij} が次式で表される。

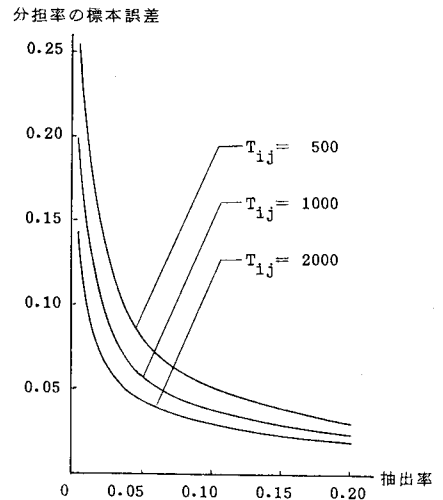


図1 抽出率と分担率の標本誤差の関係

$$\varepsilon_{ij} = \sqrt{\frac{N-n}{N} \frac{R_j^k(1-R_j^k)}{T_{ij}}} \dots\dots\dots (4)$$

④において、ある R_j^k ($R_j^k=0.3$) のときの $\frac{n}{N}$ すなわち抽出率と ε_{ij} すなわち分担率の標本誤差の関係を T_{ij} を変えて表したのが図1である。

また、ある調査において抽出率が r で、調査によって把握された i, j 間のトリップ数を t_{ij} 、 i, j 間の交通機関 k の分担率を R_j^k とした場合、 R_j^k の標本誤差 σ_{ij} は、

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{(1-r) R_j^k(1-R_j^k)}{t_{ij}}} \dots\dots\dots (5)$$

となる。

3. データの誤差の分担モデルへの誤差伝播と分担率の予測誤差

本研究では、分担率の標本誤差が分担モデルにどのような影響を与えるかを、道央都市圏PT調査を対象に、シミュレーションによる分析を行った。道央都市圏PT調査から時間比 R による分担モデルを回帰し、最も説明力の高い関数型

$$R_j^k = \exp(aR+b)+C$$

を得た。このモデルを正しいと仮定し、これに⑤で求めた標本誤差 σ_{ij} と正規乱数 $Nr(0,1)$ の積を人為的に加え、PT調査における標本誤差をシミュレートした。次に、これらの誤差を含んだ分担率からパラメータを推定し、仮定した真のモデルのパラメータとの違いを調べた。このような操作を20回繰り返し、ある抽出率におけるパラメータの標準偏差を算出した。表1は、抽出率が1%、2.5%、5%、10%、20%のそれぞれの場合のパラメータ a, b, C の標準偏差(上段)と、仮定した真の値(下段)である。表1からパラメータの変動が得られたので、この結果を関数に代入させることにより分担率の変動を算出できる。この変動と時間比の将来値を用いると分担率の予測誤差が得られる。図2は各時間比における抽出率と分担率の将来予測値の標準偏差との関係を表したものである。

表1 シミュレーションによるパラメータの標準偏差と仮定した真の値

抽出率 \ パラメータ	a	b	c
0.01	56.894 56.769	35.118 36.030	0.0958 0.152
0.025	26.557 42.377	16.194 23.642	0.0177 0.172
0.05	14.470 36.218	8.877 20.557	0.0118 0.171
0.10	8.850 33.643	5.433 18.986	0.0080 0.170
0.20	5.308 31.786	3.120 18.013	0.0054 0.169

分担率の予測誤差

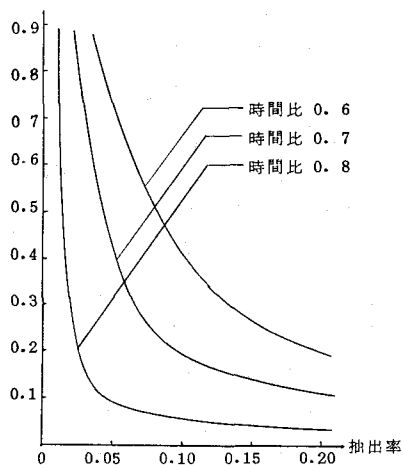


図2 抽出率と分担率の予測誤差の関係

4. おわりに

比統計量の概念の導入により、ゾーン間交通機関別分担率の調査における標本誤差を定式化することができた。この結果、ある調査に介入する分担率のデータの精度が明らかになり、調査設計をする場合④式によって抽出率を定めることができるようになった。さらに、標本誤差をもつデータが分担モデルに与える影響を把握し、このモデルを用いて得られる分担率の予測精度を明確にすることができた。

本研究では、分担モデルの要因として時間比だけをとりあげたが、他の要因や関数型についても分析する必要があると思われる。また、今回は調査誤差のうち標本誤差についてのみ分析したが、実査誤差の影響や、ゾーン間のトリップ数が極端に少ない場合どうなるかを分析することが今後の課題としてあげられる。

<参考文献> 1) 山田俊哉：比統計量によるパーセントトリップ調査の標本誤差推定法に関する研究、第38