

IV-36

パーソントリップ調査データの詳細解析法に関する研究*

北海道大学大学院工学研究科 ○学生会員 高橋 正則
 北海道大学大学院工学研究科 学生会員 岸 邦宏
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. はじめに

パーソントリップ調査(以下、PT調査と記す)は、3大都市圏・地方中枢都市圏・地方中核都市圏において、およそ10年おきに行われ、都市圏の交通実態のマクロ的把握・長期的総合交通計画の策定に非常に適していると言われている。

現在のPT調査はトリップを原単位としており、代表交通機関によって精度が保たれているが、端末交通機関対策が重要な施策として取り上げられなければならない都市圏もある。例えば道央圏ではバスの依存度が都市圏外縁部で非常に高い。その場合、代表交通機関に埋もれている端末交通機関利用数はかなりの数にのぼり、そのデータがPT調査では表に出てこず、施策に反映できていないのが現状である。

具体的には、札幌圏北部・南部・東部地域における地下鉄に接続するバス路線が挙げられる。これら地域の路線網については、各バス運行会社による独自のノウハウのみで路線計画・管理がなされ、ベッドタウンとして成長する住宅地への、交通も含めた一体的施策がなされていない。

以上の観点から本研究では、PT調査データのバス交通に着目し、全国都市パーソントリップ調査のうち札幌市のデータ(以下、ミニPT調査)を用いてそれぞれの誤差を検討し、端末交通機関交通量ベイジアンアプローチを用いて検証することを試みるものである。

2. 本研究の方法と特徴

札幌市においては、過去に道央圏PT調査を3回、全国都市PT調査を2回行っている。しかし、これら調査では、端末交通機関のバス交通を詳しく分析していない。その理由としては、

○端末バス交通の精度が保証されていない

○端末バス交通に関する誤差が特定できない

○誤差を含めた推計方法が確立していない等があり、これによりいままでも端末交通機関に注目した推計が体系化されていないのが現状である。

本研究においては、これら2つの調査データを使用する。ベイジアンアプローチを利用した主観確率の理論に基づいて、PT原票データを主観確率とし、情報源にミニPTデータを用いて、バス利用トリップを、誤差をも知識化しながら推計するのが、大きな特徴である。

まずPT調査データ・ミニPT調査データをバス利用に着目して、それぞれ従来のバスデータの抽出方法を採用した際の相対誤差を検証する。

3. 使用したデータと誤差

本研究で用いるデータは、平成6年に行われた第3回道央圏PT調査データと、平成4年に行われた第2回全国都市パーソントリップ調査のうちの札幌市で行われたデータの二つである。

まずこれら二つの抽出誤差を、従来の抽出方法による相対誤差を用いて検討する。特にPTデータのバス利用トリップにおける誤差も求めて、従来の抽出による誤差を検討した。

3.1. PTデータにおける誤差

バスのトリップ・モードがどれほど誤差をもっているのかについて、現在のPT調査で用いられる相対誤差を計算し、評価した。

まず、PT原データの相対誤差を検討する。母集団を札幌都市圏内総トリップ(=札幌都市圏5歳人口×一人平均トリップ)、標本数をPTデータの標本数としたときの相対誤差を計算するが、これはPTデータの標本数を決定する際に、相対誤差20%以内としているので、おおよそこれに従うものであ

*A Study on Further Analysis Method of the Person Trip Survey Data
 By Masanori TAKAHASHI, Kunihiro KISHI and Keiichi SATOH

る。

次に、原データから得られた拡大総数から、バスのトリップを抽出する場合の相対誤差を求める。

この場合は、母集団を原データで拡大した札幌都市圏総トリップ数とし、バスを利用したトリップ（代表交通手段・端末交通手段がバスであるトリップ）を標本としてみたものである。この場合は、PT原データによって拡大したトリップ総数を母集団としているので、元々あるPTデータの誤差を含めた上で、バスを利用したトリップの誤差を算出するものである。その結果を表-1に示す。

この結果を見ると、バスを利用したトリップの誤差は、標本抽出による誤差と、PT拡大の誤差を加

表-1 相対誤差の比較

	PT原データ		PTのバスデータ	
母集団	都市圏総数	5642558	PT拡大総数	5843715
標本	抽出数	245325	バス利用数	423830
相対誤差	20.1%		21.6%	

(母集団・標本の単位はトリップ)

えなければいけない。よって、従来の方法でバス利用トリップを抽出する方法では、40%程度の相対誤差が存在する。

3.2. ミニPTデータの誤差

次にミニPTの誤差について検討する。

ミニPT調査とは、各都市均一に360世帯をサンプリングし、PT調査のように一日の行動を調査するものであるが、全国の調査都市と比較し、一体的な交通計画を策定する目的で行われる。

ここで、ミニPTデータの相対誤差を、PT調査

表-2 ミニPTデータの相対誤差

ミニPT原データ		
母集団	札幌市総世帯数	714188
標本	抽出世帯数	360
相対誤差	40.0%	

の抽出方法と同様な方法で相対誤差を求めると、表-2のようになる。相対誤差が非常に大きいため、そもそもPT調査のような拡大方法は適さず、バストリップを従来のように抽出することが出来ない事

がわかった。

3.3. 二つのPTデータの誤差評価

以上、PT原票データの相対誤差を容認したバスデータの相対誤差とミニPT調査の相対誤差を見てみたが、これにより、バストリップを直接抽出する場合の誤差は、それぞれ40%と相当大きく、バストリップのみを抽出する場合の精度保証は非常に大きな問題があることがわかった。

4. ベイジアンアプローチの概要

ベイジアンアプローチは、種々の現象を推計するための一つの方法であり、近年では医学の実用例が多。

従来の統計学では、過去に実際に起こった現象の生起確率を将来にもそのまま当てはめるとい、いわゆる客観確率だけで現象を記述しようとしてきた。しかし、ベイジアンアプローチは、過去に起こった現象を、一つの経験として知識化して、その知識をもとにして主観確率を設定し、その後に入手する情報を取り入れることにより、設定し

た主観確率を修正していくものである。

4.1. ベイジアンアプローチによる推計

下式は、条件付き確率の定理から、確率計算を簡便にするために導かれたものであるが、現実の現象を推計するには非常に重要な意味を持つものである。

いま、 $p(Y_i | Z)$ という事象が起こる確率を推計

$$p(Y_i | Z) = \frac{p(Y_i) * p(Z | Y_i)}{\sum \{p(Y_i) * p(Z | Y_i)\}} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

したいとすると、従来の統計学では、過去の膨大なデータから客観確率を求め、その確率をそのまま推計するものであった。しかし、ベイズの定理においては、まず $p(Y_i)$ という主観確率（事前確率）を求め、さらに過去のデータをより細かく分析することにより、 Y_i が過去に起こった時に Z という事象がいかなる確率で起こったかという $p(Z | Y_i)$ ：情報源を計算する事により、 $p(Y_i | Z)$ ：事後確率を求める、という方法である。この方法で推計を行うのが、ベイジアンアプローチである。

ベイジアンアプローチは、主観確率という通り、

事前確率を主観的判断で採用し、サンプル情報を追加投入する（情報源を投入する）ことで両者の結合を巧みにプロセス化するもので、結合の原理としてベイズの定理が用いられる。このアプローチは、確率を主観的に解釈し、極めてオペレーショナルである点が特徴としてあげられている。

5. ベイジアンアプローチの適用

3.3.で、PTデータ・ミニPTデータに大きな誤差があることを示したが、この誤差をベイジアンアプローチで主観確率化することによって、主観に基づく結果を導き出し、発生交通量を算出することが

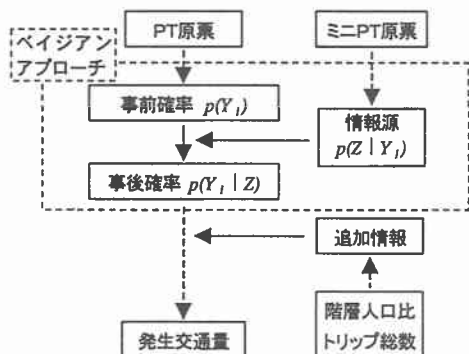


図-1 ベイジアンアプローチの適用法

できると考えられる。

そこで、本研究では、ベイジアンアプローチを図-1のフローのように適用する。本研究においてはバス交通の発生量を詳細に把握するため、代表交通機関で埋もれる端末バス交通量に特に着目する。使用するデータは、PTデータ・ミニPTデータの原票のうち、札幌市の原票をすべて用いて、端末バス交通を含めたバス交通量の発生量を求める。

5.1. 事前確率の設定

事前確率には、PTデータ原票を用いる。まず、バス利用トリップがどのような形態であるか（モードパターン）は、バス交通発生量を詳細に把握する際に非常に有効な属性であると考えられる。そこでモードパターンを代表交通機関にとられることなく、PT原票を全て

「バスのみ」「バス・地下鉄」「バス・JR」、そして「バスを利用しない」の4パターンに分類した。よって、各モードパターン別発生確率が事前確率となる。札幌市のモードパターン別事前確率は表-3のとおりである。

表-3 モードパターン別の事前確率

	原票数	事前確率
バスのみ	7971	0.042453
バス+地下鉄	8762	0.046666
バス+JR	666	0.003547
バスを利用しない	170360	0.907333

5.2. 情報源の設定

情報源はミニPT原票を利用し、属性はモードパターンのほかに、男女別年齢階層別人口を組み込んだ。その理由として、将来の高齢化等で常にカテゴリー値が変化すること、モードパターンが大きく違うことから、発生交通量に大きく影響する項目であると考えられるからである。

以上の観点から、ミニPT原票をカテゴリー分類し、情報源化したものが、それぞれ表-4、表-5である。

表-4 ミニPTデータの 카테고리分類

	5-29歳		30-49歳		50-64歳		65歳-		計
	男	女	男	女	男	女	男	女	
バスのみ	3	38	15	34	6	29	15	5	145
バス+地	12	25	3	18	13	11	8	4	94
バス+JR	2	7	2	0	3	2	4	2	22
バス以外	479	441	459	451	371	320	129	107	2757

表-5 カテゴリ分類の情報源化

	5-29歳		30-49歳		50-64歳		65歳-	
	男	女	男	女	男	女	男	女
バスのみ	0.021	0.262	0.103	0.234	0.041	0.2	0.103	0.034
バス+地	0.128	0.266	0.032	0.191	0.138	0.117	0.085	0.043
バス+JR	0.091	0.318	0.091	0	0.136	0.091	0.182	0.090
バス以外	0.174	0.160	0.166	0.164	0.135	0.116	0.047	0.039

5.3. 事後確率と発生交通量

事後確率は、表-3、表-5の組み合わせにより、4.1.のベイジアンアプローチの式に代入して展開する。ここで、 Y_1 : モードパターン、 Z : 男女別年齢階層である。これにより、男女別年齢階層別の事後確

表－6 事後確率

	5-29歳		30-49歳		50-64歳		65歳-	
	男	女	男	女	男	女	男	女
バスのみ	0.005	0.066	0.028	0.060	0.013	0.071	0.085	0.038
バス+地	0.036	0.073	0.009	0.053	0.049	0.046	0.077	0.051
バス+JR	0.002	0.007	0.002	0	0.004	0.003	0.012	0.008
バス以外	0.957	0.855	0.962	0.887	0.934	0.881	0.825	0.903

率は、表－6のように算出された。

これに追加情報として、国勢調査で得られた各階層人口比をそれぞれのカテゴリー毎に適用し、札幌市の総トリップ数を掛け合わせることで、各モードパターン・各階層人口別の発生交通量が求められる。

6. バス発生交通量の評価

ベイジアンアプローチを適用することによって得られた結果を表－7に示す。

これにより、従来までのPT調査では代表交通機関の中に取り込まれ、表に出ることのなかった地下鉄の端末バス交通量が175929トリップと算出された。この値は、バスを代表交通手段としたトリップ数よりも多く、端末バス交通量がバス利用トリップ総数の半数以上を占めている。つまり従来のPT調査では誤差が大きいという理由で詳しく分析されてこなかった端末バス交通トリップ数は、本研究の方法で算出した結果、詳細を把握しなければいけないほどのトリップ数があった。これは重要な情報であるといえる。

そして、代表交通手段をバスとしたトリップ数は159498トリップとなる。PT調査での代表交通手段をバスとしたトリップは188830トリップである。両者の差を本研究で算出したトリップ数と比較してみると18.4%となった。これは、PT調査のバスを代表交通手段としたトリップ数と比較しても大差が

ない。

また、従来のPTデータを用いてカテゴリー別分類を行うのはサンプリングスケールが大きく、データ数の面で困難を極める。しかし、本研究の方法はPTデータを事前確率化し、情報源の属性をサンプリングスケールの小さいミニPTデータで分類して取り入れた。そして、ベイジアンアプローチを用いて理論的に解析する上で、国勢調査の各階層人口比率を追加情報として投入することによって、PTデータから得た事後確率の確からしさを増すことができ、トリップ数の妥当性を示すことができた。よってこれからもミニPT調査を行って情報源の更新を行うことで、端末交通発生量の精度を高めるのに非常に有効である。

7. おわりに

本研究の成果は、以下のようにまとめられる。

- (1) PTデータのバス交通に関する相対誤差と、ミニPTデータの抽出理論による相対誤差を明示し、両者とも精度が非常に悪いことを確認した。
- (2) ベイジアンアプローチを用いて、モードパターン発生交通量が算出可能であることを示した。
- (3) 追加情報を投入することで、PTデータの誤差を含んだ事後確率の確からしさが増大し、信頼性を増すことができることを示した。
- (4) ベイジアンアプローチを用いて得られたバス発生交通量のうち、端末交通トリップ数を算出することが非常に重要であることを示した。

今後は、情報源を更新して分類し投入する際の問題点を検討すること、本方法で得られたトリップ数の誤差を抽出理論等のアプローチで検討することが必要である。

表－7 カテゴリー別発生交通量

	5-29歳		30-49歳		50-64歳		65歳-		計
	男	女	男	女	男	女	男	女	
①バスのみ	3684	45408	16196	37640	4391	25953	16355	9870	159498
②バス+地	24988	50655	5493	33789	16133	16692	14790	13388	175929
③バス+JR	1353	4606	1189	0	1209	986	2402	2174	13919
④バス以外	661223	592348	557089	561215	305212	321909	158099	237412	3394508
①+②+③=札幌市のバス交通発生量 : 349345 (単位はトリップ)									