

ベイジアンアプローチを用いた人口停滞下における発生交通量推計に関する研究

A study on Prediction of Trip Generation Demand by using Bayesian Approach under Constant Population

高橋 清*, 高野 伸栄**, 佐藤 馨一***

by Kiyoshi TAKAHASHI, Shin-ei TAKANO, Keiichi SATOH

1. はじめに

近年、地方中小都市において、人口が減少しているにもかかわらず自動車交通量の増加現象が観測される都市がみられる。これらの都市における交通量の推計に関しては、パーセントトリップ調査（以下P T調査と略）による既存の方法を適用することに問題が生じつつある。すなわち、既存の発生交通量推計モデルは人口を主な説明変数とした線形重回帰モデルを用いており、人口が減少するにしたがって交通量も減少する関係にあるからである。

また近年では、地方中小都市におけるパーセントトリップ調査自体における問題に関しても指摘がなされている。特に、交通機関選択の自由度が低く、自家用車利用が利用交通機関の大部分を占める地方中小都市では、自動車OD調査のような自家用車に関する調査を重点的に行う方がより適切であるというものである。

そこで本研究では、自家用車を中心とした地方中小都市における発生交通量に関してベイジアン統計学を用いた推定手法の提案を行うことを目的とする。この方法論はゾーン特性の変化を情報源として取り込むことにより、人口停滞下においても発生交通量の推計を的確に行うことが可能となる。特に今回は、ゾーンの構造変化を、年齢階層と自家用車保有の観点から捉え、その変化を取り込んだ推計を行った。

2. 旭川都市圏における交通実態

本研究で取り上げた旭川市は、札幌市に次いで北

キワード：発生交通、自動車保有・利用

* 正員 工 博 北海道大学工学部土木工学科助手
〒060 札幌市北区北13条西8丁目
TEL 011-706-6822 FAX 011-726-2296

** 正員 学術修 北海道大学工学部土木工学科助手

***正員 工 博 北海道大学工学部土木工学科教授

海道における人口第2位の都市であり、北海道の北部から東部における産業等の中心的都市である。旭川市における人口の推移を見ると、図-1からも明らかのように、昭和61年までは増加の一途をたどっていたが、同年をピークに緩やかな減少傾向を示している。

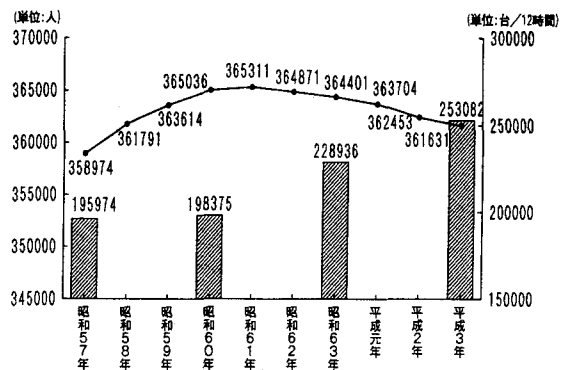
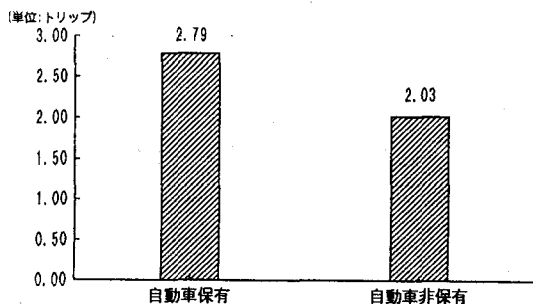


図-1 旭川市の人口と自動車交通量の推移

しかし、都市内における交通量は年々増加の傾向にある。図-1は昭和57年から平成3年までの旭川市における自家用車交通量の変化を示したものである。これは、市内にある河川上を通過する交通量をスクリーンライン交通量と考え合計した値である。これから明らかのように、人口が減少しているにもかかわらず交通量が増加しており、平成3年は昭和57年の1.3倍増となっている。

交通量の増加に影響を与えている要因はいくつか考えられるが、本研究では自動車の保有状況に着目した。図-2は昭和57年に実施された旭川都市圏P T調査における自動車保有・非保有別の1人当たり平均トリップ数である。この図より、自動車保有の1人当たりの平均トリップ数は2.79トリップであるが、非保有の場合は2.03トリップとなっており明らかに自動車の保有者がトリップ数が多い。



図－2 旭川都市圏の平均トリップ数

また、表－1は自動車保有率の変化をPT調査が実施された昭和57年と平成4年とにおいて比較したものであり、自動車保有率は1.53倍となっている。

つまり、旭川都市圏における自家用車交通量の増加を説明する場合、人口の増加ではなくトリップ発生ゾーンの構造変化を説明要因としなければならないと考えることができる。

表－1 旭川都市圏自動車保有率の変化

年 齢	昭和57年 (%)	平成4年 (%)	伸 び 率
5 ～ 14才	0.3	1.5	5.00
15 ～ 64才	42.3	61.8	1.46
65才以上	7.2	17.2	2.39
合 計	31.2	47.8	1.53

3. 発生交通量推計におけるベイズアンブローチの適用プロセス

(1) 発生交通量推計モデル

従来、発生交通量の推計手法で一般的に用いられるモデルは、夜間人口や就業人口等の各種人口を説明変数とする重回帰モデルか、または原単位法である。しかし、各種人口を用いた重回帰モデルは、ゾーン内の人口量の変化に対応した線形モデルであり、ゾーン内における人口構成の変化や他のゾーン特性に関する各種情報の変化には対応しているとはいえない。これでは人口が減少しつつも交通量が増加しているという人口停滞下における現象を説明することは困難である。

そのため、本研究では属性のちがいによる一人当たりトリップ数の増減が交通量に大きな影響を与え

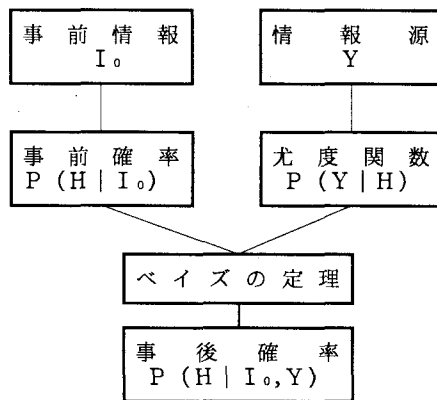
ているとし、原単位法による発生交通量の推計を行った。

また、これまでの発生交通量推定モデルは、PT調査の度毎にパラメータを決定しているが、PT調査には莫大な経費が必要であり、一度決定に要したデータはその後有効に活用されているとはいえない面がある。

(2) ベイズの定理

本研究では、ゾーンの構成要因を情報源として取り入れ、その変化を考慮した発生交通量を推計するにあたり、条件の変化を取り込むことが可能である「ベイズアンブローチ」の適用を試みる。

ベイズアンブローチは統計学でいうところのベイズの定理を基本としたものである。これは、ある事象（事前確率）に条件（情報源）を与え、その事象を条件の下で分類し（事後確率）、条件が将来変化することによって最終的に事象がどう変化するかを推計するものである。



図－3 情報源が投入された場合の確率修正プロセス

図－3は、意思決定者の判断対象の事象をH、事前情報を I_0 とし事後確率の算定のプロセスを示したものである。ここで、 $P(H_i | I_0)$ はHの確からしさ、すなわち、Hに関する事前情報を示し、追加情報入手以前の事前情報のみに基づくものである。Yは追加情報であり、 $P(Y | H_i)$ は、もしも仮設Hが真であればこのような情報の観察が得られるであろう確率で、仮説の尤度と呼ばれる。こうして、事前確率と尤度が与えられれば「ベイズの定理」によって、事後確率 $P(H_i | I_0, Y)$ が導出される

のである。

ここで、ベイズの定理における基本的考え方の式は以下の通りである。

$$P(H_i | I_0, Y) = \frac{p(H_i | I_0) p(Y | H_i)}{\sum_{i=1, 2, \dots, n} p(H_i | I_0) p(Y | H_i)} \quad (\text{式-1})$$

(3) ベイジアンアプローチによる発生交通量推計プロセス^{1), 2)}

図-4にベイジアンアプローチを用いた発生交通量の推計のプロセスを示す。ここで事前確率はトリップ回数発生確率とし、事後確率は情報源属性別トリップ回数発生確率とする。この事後確率に情報源の将来推計値をかけあわせることにより、将来のトリップ回数発生確率を推計する。

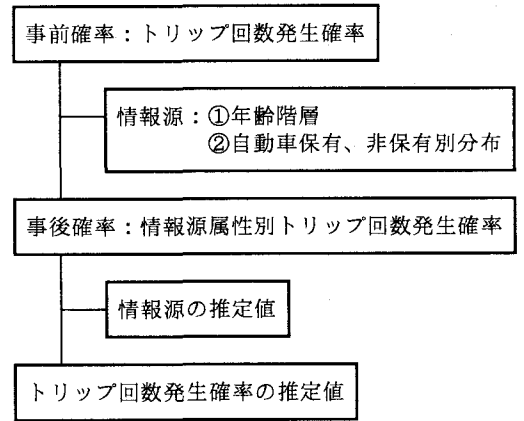


図-4 ベイジアンアプローチを用いた発生交通量推計のプロセス

本研究において取り上げた情報源は、①年齢階層、②自動車保有・非保有別分布である。これらを情報源とすることにより、地方中小都市における交通量の増加に大きな影響を与えているであろう自動車保有状況と、今後将来にわたり確実に進んでいくであろう高齢化社会を考慮した将来交通量の推計が可能となる。

以下、情報源を自動車保有・非保有とした場合、トリップを1回のみ行う人の割合の推計値は次のよ

うに求められる。

$$P(1') = P(\text{保}') \times P(1|\text{保}') + P(\text{非}') \times P(1|\text{非}') \quad (\text{式-2})$$

$P(1')$: 1回トリップする人の割合の将来推計値

$P(\text{保}')$: 自動車保有率の将来推計値

$P(\text{非}')$: 自動車非保有率の将来推計値

同様の方法により、トリップ回数0回から6回以上と分類した各トリップ回数についても推計し、さらに年齢階層別に推計した値を用い原単位を算出する。

また、以上のベイジアンアプローチを発生交通量推計に用いることは、次のような利点がある。つまり、情報源の値を修正することにより事後確率が新たな事前確率としてフィードバックする機能を有していることである。その結果、過去にPT調査を行っていれば、新規に調査を行うことなく、将来の情報源を入力することにより、将来発生交通量の推計を行うことが可能となるのである。

特に、今回用いた情報源は住民台帳や国勢調査等で得られるデータであり、特別に交通量推計のために調査を起こさずとも取得は可能である。

4. 旭川都市圏における発生交通量の推計

(1) 情報源の推定

本研究のケーススタディとして取り上げた旭川市は、昭和57年に第1回目のパーソントリップ調査が行われた旭川都市圏の中心都市である。

本研究では昭和57(1982年)年のPT調査の結果を基に、調査対象地域である旭川都市圏の小ゾーンレベルで平成12年の発生交通量推計を行った。対象地域における小ゾーンは52ゾーンである。

まず、情報源の属性ごと割合の推計値を算出する。本研究では平成12年(2000年)の推計を行うこととし、旭川都市圏でコーホート要因法により平成12年の人口推計値を求めた。表-2は旭川都市圏全体の年齢階層別人口とその伸びであり、これを各小ゾーンレベルで推計を行った。

自動車保有率の伸び率は表-1より昭和57年から平成4年までの伸び率が1.53であり、この伸び率が平成12年までも同じであると仮定し、平成12

表－2 旭川都市圏年齢階層別人口（人）

年 齢	昭和57年	平成12年	伸 び 率
5 ～ 14才	62910	47237	0.75
15 ～ 24才	56682	55928	0.99
25 ～ 34才	71174	58124	0.82
35 ～ 44才	60289	54423	0.90
45 ～ 54才	50836	73784	1.45
55 ～ 64才	33946	63416	1.87
65 才 以上	30771	83476	2.71

年における伸び率を決定した。

(2) 発生交通量の推計

発生交通量を推計するにあたり情報源を属性ごとに推計し、これを事後確率を掛け合わせることで、トリップ回数ごとの割合に関する将来推計値を求める。この計算により、5・2ゾーンすべてのゾーンにおいて発生源単位と発生トリップを求めた。

さらに、推定された発生交通量において典型的なゾーンであるゾーンAとゾーンBについて、両ゾーンの発生交通量の昭和57年と平成12年の推移を表－3に示す。

表－3 発生交通量の推移

ゾ ー ン	昭和57年		平成12年	
	原単位	発生交通量	原単位	発生交通量
A	2.76	14,975	3.09	19,034
B	2.02	11,043	1.93	14,059

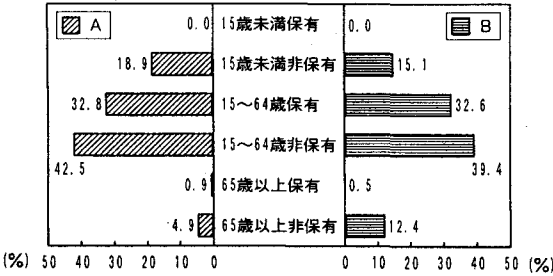
単位：原単位（トリップ／人）、発生交通量（トリップ）

A、Bゾーンにおける昭和57年の人口はAゾーンが5426人、Bゾーンが5467人とほぼ等しい。しかし昭和57年における原単位はAゾーンが2.76、Bゾーンが2.02である。推計年次の平成12年においてはさらにAゾーンの原単位が増加し、Bゾーンは減少し、その結果発生交通量として5000トリップもの差が生じている。

以下、その理由として考えられる各ゾーンの昭和57年時における年齢階層、自動車保有・非保有別分布を図－5に示す。

この図から明らかなように15歳未満、65歳以上の年齢構成について大きな相違が見られる。つま

り、夜間人口のみで推計するとほぼ同将来交通量が推計されることが考えられるが、年齢階層、自動車保有状況を用いて推計することによって、発生交通量の推計値が大きく異なることが明かとなった。



図－5 A、Bゾーンにおける年齢階層、自動車保有・非保有別分布

5. おわりに

本研究では、発生交通量推計にベイジアンアプローチを用いることにより、自動車保有率や年齢階層の情報を取り込み、発生交通量を推計する手法の提案を行った。この手法を用いることにより、近年地方中小都市において見られる、人口停滞下における交通量の増加を表現することが可能となった。さらに、既存データを有効活用すると同時に、ゾーン内人口の年齢構成等の取得しやすいデータを用いること新規の調査を実施することなく発生交通量の将来推計を簡便に行うことが可能となった。

今後は、さらにゾーン特性値や人の行動メカニズムをきめ細かく情報源の中に取り込んで、さらに精度の良い交通量推計を行っていく必要がある。

なお、本研究にあたっては、北海道大学大学院生岸邦宏君との議論により生まれた研究成果によるところが極めて大きい。ここに記して深謝の意を表する次第である。

参考文献

1) 和田, 佐藤, 五十嵐: ベイジアンアプローチを用いた将来交通量予測に関する研究, 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集第IV部, pp178-179, (1988)
2) 屋井, 森地, 範: 都市交通調査体系への非集計分析の活用について, 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集第IV部, pp196-197, (1988)