

# 行動意図法 (BI法) による交通需要予測： 新規バス路線の“潜在需要”の予測事例\*

## Travel Demand Forecasting using Behavioral Intention Method An Application Study for Latent Demand Forecasting of New Bus Route\*

藤井聡\*\*

By Satoshi FUJII\*\*

### 1. はじめに

現在の交通需要予測手法の基本的な理論的枠組み,あるいは、「交通需要予測を交通計画のために行う」という立場そのものについて,様々な本質的批判がなされている<sup>1)2)</sup>. しかしながら,そうした批判を是認するとしても,交通需要予測が望ましい交通計画を考えるために無用であるとも到底考えられない<sup>1)</sup>. それ故,もしも交通需要予測手法を交通計画に反映することを前提とするのなら,表層的問題点に対処する様な形で既存の交通需要予測手法を改良するというよりはむしろ,本質的批判に抜本的に対処した交通需要予測手法を新たな枠組みの下で模索し,提案することが必要であると考えられる.

この認識から,筆者とヤーリングは,社会心理学の態度理論に基づいて,ハード/ソフトに関わらず何らかの交通施策を行った場合の交通需要の変化を予測する技術的方法を提案し<sup>3)</sup>,これを行動意図法(Behavioral Intention法,あるいは,BI法)と呼称している<sup>4)</sup>.

本研究では,まず,このBI法と従来の交通需要予測手法との基本的な考え方の相違点を,内挿予測/外挿予測という分類に基づいて述べた上で,行動意図法の概要を説明する.その上で,京都府木津町で導入が検討されていたバス路線の交通需要予測を,行動意図法を用いて行った結果を報告する.あわせて,一般的な効用関数を用いた需要予測手法(以下,効用関数法)を用いた場合に得られるであろう需要予測値と行動意図法での予測値とを比較することで,両者の相違を明らかにする.

### 2. 内挿予測法と外挿予測法

従来では,交通政策が交通需要に及ぼす効果を予測する場合,次の段取りを採用する事が一般的であったものと考えられる.

**Step 1)** 交通需要と交通環境との関係を定義する.

**Step 2)** 交通政策を行った場合の新しい交通環境を定量データで示す.

**Step 3)** 先にStep 1)で同定した交通需要と交通環境との関係式に,Step 2)で求めた施策後の交通環境データを導入して,施策導入後の交通需要を予測する.

本研究では,以上の段取りで行われる予測手法を,既存データのデータ構造を予測値に当てはめる(=内挿する)ことから,内挿予測法と呼称する(図1参照).例えば,過去のデータから効用関数を推定し,それに基づいて予測を行う効用関数法は内挿予測法であるし,集計的な四段階推計法も内挿予測法である.

さて,内挿予測法は,過去に生じた現象における需要と環境との関数関係,統計的関係が普遍である事を前提とする.例えば,効用関数法は,効用関数の普遍性を前提とした需要予測手法である.しかし,環境と需要との関係を記述する関数に普遍性が保証されないことは,心理学的現象として広く知られる事実である<sup>1)</sup>.

そして言うまでもなく,交通政策の実施は,交通環境が変化することを意味する.すなわち,交通政策を実施するという事は,これまでに存在していなかった新しい交通環境が生じることを意味する.それ故,過去に存在したデータの構造を将来に当てはめて予測する,という内挿予測法の前提が成立しない危険性が十分に考えられる.例えば,ロードプライシングや新しいIT技術が導入された時点での新しい環境の下での環境・需要関係が,既存の交通環境の下での環境・需要関係に等しい保証はない.さらに,高速道路の開通という過去に繰り返し生じた事象ですら,特定の場所と時点で高速道路が開通するのは初めてである,と考えるなら,全く新しい環境を創出する施策である,とも言える.

それ故,既存のデータの構造を当てはめる内挿予測法が,交通計画に望まれる需要予測をもたらす保証は残念ながら高くはないと言えるのかも知れない.常に新しい交通環境の創出が検討されている交通計画に望まれている需要予測手法は,既存のデータの構造の当てはめでなく,既存のデータを参照しつつも,将来の存在していない交通環境における需要を直接的に検討する外挿的な予測手法,すなわち外挿予測法であろう.

### 3. 外挿予測法としての行動意図法

\*キーワード: 公共交通需要, 交通行動分析, 行動意図法  
\*\*博士(工学), 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻  
(〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1, Tel & Fax : 03-5734-2590  
e-mail: fujii@plan.cv.titech.ac.jp)

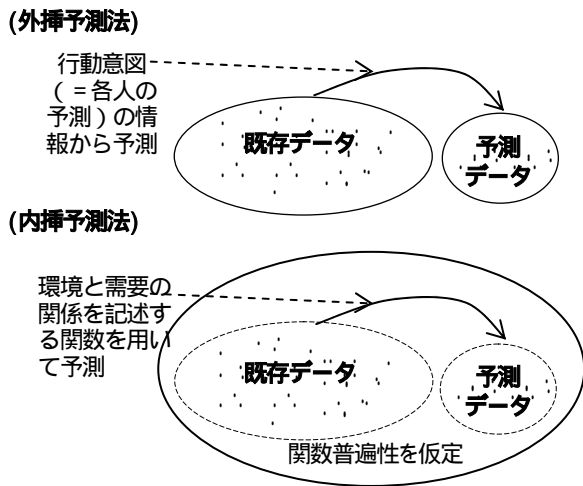


図1 内挿予測法と外挿予測法の概念図

さて、外挿予測のためには既存の現象データに含まれる情報以上の付加的情報が不可欠である。その可能性の一つが、人々が、新しい環境が生じた場合に自ら行うであろう行動を想像し、それを報告したデータ、すなわち、行動意図データ (Behavioral Intention データ, BI データ) である。いわば、外挿予測のためには既存データには頼れないので、人々の自らの将来の行動についての想像力に期待するのである (図1参照)。

行動意図データは、SPデータと形式的には基本的に同一である。例えば、「～という状態を想像して下さい。その時、AとBのいずれを利用しますか?」という問いの答えは、ミクロ経済学の理論的枠組みの下では、表明された選好、すなわち、Stated Preference と解釈される。しかし、社会心理学の態度理論の枠組みの下では「～しようと思います」という、自らの行動についての意図のデータ、すなわち行動意図データと解釈される<sup>4)</sup>。

人々の反応を表明された選好と解釈するにあたっては、現在にも予測時点にも普遍的に通用する選好構造の存在が前提とされる。そして、選好表明データ (SPデータ) に基づいて需要予測を行う場合、一般には、その選好構造をSPデータを用いて推定し、推定された選好構造を基本として需要予測を行う。それ故、SPデータによる需要予測は典型的な内挿予測法である。その一方で、行動意図に基づく需要予測手法は、人々の行動意図に影響を及ぼす環境の構造を、分析者が特定化することは必ずしも必要ではない。一人一人が自らの将来の行動を推察し、どのように振る舞うかについて表明したものが行動意図なのであり、その行動意図を用いて、直接的にその個人の将来の行動を予測するのが、行動意図に基づく需要予測手法なのである。それ故、行動意図に基づく需要予測は、効用関数や選好構造を想定した上で将来の状況を内挿的に予測する内挿手法ではなく、既存のデータ構造の外側から (すなわち、各個人の実際の思考プロセスから) もたらされる情報量に基づいて外挿的に将

来を予測する、外挿予測法と考えられるのである。

ただし、行動意図のみに基づいて需要予測を行うのであれば、行動意図法を完全なる「外挿予測」と見なすことができるのだが、言うまでもなく、人々は未来を完全に見通すことはできない。それ故、需要予測を行うためには、行動意図を何らかの方法で修正することが必要となる。そして、その修正の過程においては、既存の理論的知見やデータを援用する。それ故、やはり、行動意図を用いた需要予測手法であっても「内挿」の考え方をを用いることとなる。しかしながら、図1に示すように従来の需要予測は、推定した関数を用いた内挿予測を「基本」とする方法論である一方で、行動意図法は行動意図に基づく外挿予測を「基本」としている、という点が本質的に異なっている。行動意図に基づく需要予測においては、内挿の考え方はあくまでも、外挿予測値の「修正」を理論的に行うために補助的に援用するに過ぎない。

#### 4. 行動意図法の概要

さて、交通需要予測のための行動意図法は、次の2つのステップからなる予測手法である<sup>4)</sup>。

- |         |  |
|---------|--|
| Step 1) | 予測対象とする行動に関する行動意図、ならびに、意図 - 行動一致性に影響を及ぼす要因を調査する。                         |
| Step 2) | 態度理論の意図 - 行動一致性についての諸理論に基づいて、それらの調査データを用いて個々人の行動意図から行動を予測し、それらを拡大、集計化する。 |

ここに、意図 - 行動一致性、とは、表明された行動意図が実施されるか否か意味する。例えば、ある行動Xを実行するとの意図を持っていたとしても、何らかの理由で実行できないかも知れない (無行為の失敗)、逆に、実行意図を持っていなくても何らかの理由で行動Xを実行するかも知れない (行為の失敗)<sup>3)4)</sup>。この意図 - 行動一致性については、様々な理論的・実証的知見が積み重ねられており、如何なる条件で行為・無行為の失敗が生ずるかが知られている。本稿では、理論上の詳細は文献3), 4)に譲り、行動意図法の具体的な適用事例を示す。

#### 5. 行動意図法の適用事例

本稿では、行動意図法の適用事例として、京都府木津町の住宅地、木津町梅見台、州見台より近鉄・高の原駅 (以下、高の原駅) にバス路線を供用した場合のバス需要の予測を行った事例を報告する。なお、上記の住宅地と高の原駅との

間にはこれまでバス路線は整備されておらず、バス路線整備によって新しい交通環境が創出されることになる。それ故、本需要予測の事例は、内挿的需要予測ではなく、行動意図法の様な外挿的な需要予測手法の必要性が高い事例であると考えられる。

### (1) 概要

行動意図法の基本的手順は既に前章で示したが、それに基づいて今回行った予測手順を改めて簡便に記載すると、以下となる。

1. 行動意図の定義: 新規バス整備後にそのバスを利用するようになるのは、どの様な転換行動が生じた場合かを検討し、需要予測計算のために必要な行動意図を定義する。
2. 行動意図の計測(調査実施): 1.で想定した転換行動を行う可能性のある人々が、バスを利用する意図があるか否かを尋ねる。
3. 行動の予測: 各個人が本当にバスを利用する確率を、行動意図データを用いて心理学的に予測する。
4. 集計需要の予測: 一人一人のバス利用確率を拡大して、集計的なバス需要を予測する。

以下、以上の1.から4.のそれぞれの段階の詳細を述べる。

### (2) 行動意図の定義

言うまでもなく、新規バス路線の需要は、新規バス路線を利用する人々の集計値である。そして、一人一人に着目するのなら、新規バス路線を利用する個人は、その新規バス路線が導入される以前には、異なった交通行動を行っていたことも自明であろう。それ故、新規バス路線の旅客需要は、新規バス路線を利用せざる交通行動から新規バス路線を利用する交通行動への、“転換行動”の集積によってもたらされるものと言える。すなわち、新規バス路線の需要予測は、どれくらいの人々が、新規バス路線の利用へと転換したか、ということ予測することに他ならない。

新規バス路線の利用への転換行動には、新規バス路線の導入以前にどの様な交通行動を行っていたのか、に応じて様々なものが考えられる。それらの全てを逐一考慮した上で需要予測を行うことは現実的に困難であろうとの想定の下、本研究では、新規バス路線利用への転換行動の中でも主要なもののみを検討対象とすることによって、新規バス路線の需要予測を試みることにした。こうした前提のもと、本研究で想定した転換行動は、以下の3つである。

a) アクセス行動の転換: 現在、高の原駅へ自転車、自動車などの他の交通手段でアクセスしているトリップが、バス・

アクセスに転換する。

b) アクセス駅の転換: 現在、高の原駅以外の駅(例えば、近鉄・奈良駅、JR・木津駅等)を利用している鉄道トリップが、バス・アクセスを利用した高の原駅乗降鉄道トリップへと転換する。

c) 手段の転換: 現在の自動車トリップが、バスアクセスを利用した近鉄・高の原駅乗降鉄道トリップへと転換する。

### (3) 行動意図の測定

行動意図法では、以上に定義した3つの転換行動を実行するか否かについての行動意図を、調査対象者の各人について測定する。そのため、本適用事例では、行動意図法の適用事例として、新規バス路線の導入を想定している、京都府木津町の住宅地、木津町梅見台、州見台に居住者625名にアンケート調査の回答協力を依頼した。このアンケート調査では、現在の交通行動や年齢、性別、ならびに、自動車利用の習慣強度などの調査項目に加えて、先に定義した3つの転換行動のそれぞれについての行動意図の有無を尋ねた。

ただし、行動意図の測定の際には、被験者が想像するバスのサービス水準によって行動意図は異なるものと考えられる。そのため、サービス水準の高低に応じた需要予測値の変動を把握するためにも、行動意図の測定時において被験者が想定するであろうサービス水準を、行動意図の測定者が予め制御しておくことが必要となる。そこで、本研究では、

「あなたの自宅から高の原駅まで直行する最高に便利な直通バスができたと思ってください」

という前提で、上記の3転換行動についての行動意図を測定することとした。この前提の下で予想される需要予測値は、需要の予測値の上限値、あるいは、顕在化する可能性を秘めた潜在需要の最大値、と考えることができる。こうした前提を設ける事で、得られる需要の上限値を基準とした幅を持たせた予測値を想定できる。この前提のもと、アクセス行動の転換、アクセス駅の転換、手段の転換のそれぞれの行動意図の強度を、以下の質問項目を用いて訪ねた。

a) アクセス行動の転換: 「高の原駅 や その周辺にバイク・自転車やクルマで行く代わりに、直通バスで行くようになる事はあると思いますか?」という質問に対して「はい/いいえ」の選択を要請した。はい、の場合には、続けて「近鉄・高の原駅へ直通バスで行く回数は何回になると思いますか?」と尋ねた。

b) アクセス駅の転換: 「他の駅(奈良駅など)を最寄り駅として使う代わりに高の原駅を使うようになる事はあると思いますか?」という質問に対して「はい/いいえ」の選択を要請し

表 1 バス利用意向表明者の, 現状バス利用者 / 非利用者・自動車習慣強度別の意図実行率  $PIIA_i$  (すなわち, 表明した意図が現実に実行される確率) の変数定義

	強自動車 習慣者	中自動車 習慣者	弱自動車 習慣者
バス非利用者	$Pa\%$	$Pc\%$	$Pe\%$
バス利用者	$Pb\%$	$Pd\%$	$Pf\%$

表 2 需要予測に用いたバス利用意向表明者の, 現状バス利用者 / 非利用者・自動車習慣強度別の意図実行率  $PIIA_i$  (すなわち, 表明した意図が現実に実行される確率)

	強自動車 習慣者	中自動車 習慣者	弱自動車 習慣者
バス非利用者	2割	3.5割	5割
バス利用者	6割	7.5割	9割

た. はい, の場合は, 続けて「高の原駅を使う回数は何回になると思いますか?」と尋ねた.

c) 手段の転換: 「『(直通バスが無ければクルマで行くような所でも) 高の原駅まで行きやすくなったので, クルマの代わりに電車で出かけよう』と考える事は, あると思いますか?」という質問に対して「はい/いいえ」の選択を, 大阪, 京都, その他の地域の3つについてそれぞれ要請した. はい, の場合は, 続けて「その場合, クルマの利用回数は減ることになると思います. クルマを利用する回数はどれくらいになると思いますか?」と尋ねた.

さて, 以上の質問項目より得られたデータに基づいて, 各人それぞれの, 上記3つの転換行動を伴う新規バス路線利用需要を予測し, それらを合計することで新規バス路線の需要を予測する. 以下の(4)~(6)では, それぞれの転換行動によって生ずる新規バス路線利用需要の予測方法を述べる.

(4) アクセス行動の転換に伴うバス需要の予測

まず, 高の原駅へのアクセス(電車利用と駅周辺での活動を目的とする場合の双方を含む)における, 他手段からバスへの転換に伴うバス需要の予測値を  $QA$  とすると, 行動意図法では,  $QA$  を以下の式で予測する.

$$QA = \sum_i (DA_i \times K_i) \quad (1)$$

ここに,

- $i$ : 個人のラベル
- $K_i$ : 個人  $i$  の拡大係数
- $DA_i$ : バス路線整備後の個人  $i$  の高の原駅へのバスアクセス頻度予測値,

である. ここに,  $DA_i$  としては, バス・アクセスをすると回答した個人(以下, バス利用意向表明者)については,

$$DA_i = PIIA_i \times FA_i \quad (2)$$

$PIIA_i$ : 個人  $i$  が表明したバス・アクセス意向が, 現実に実行される確率

$FA_i$ : 個人  $i$  が高の原駅へバスでアクセスする頻度についての被験者自らの自己予測値((3)a参照).

で求めた. ここで, 行動意図法の大きな特徴は,  $PIIA_i$  を理論的に想定する点である. このような仮想的な設問をもうけた上で被験者に回答を要請する従来の調査分析においては,  $PIIA_i$  を 1.0 と想定する, すなわち, “バス・アクセスをすると回答した被験者はバス・アクセスを現実においても行う”ということを前提とすることが一般的であったものと考えられる. 例えば, 1) SP 調査を行い, 2) その結果に基づいて効用関数を推定し, 3) その効用関数に基づいて交通需要予測を行う, という方法を採用したとするなら, その方法は, “ $PIIA_i = 1.0$ ”を暗黙裏に前提とした方法であると言える.

ところが, この  $PIIA_i$  が意味する意図と行動との一致, 不一致については, 社会心理学における態度理論の実証研究の中で様々な知見が積み重ねられている<sup>3), 4)</sup>. 例えば, ある特定の行動についての習慣を形成している個人は, その行動を実行するという行動意図を現実に実行する傾向が高いことが知られている. 一方で, その習慣を形成した行動と代替的な関係にある行動についての行動意図を現実に実行する傾向は, 低いことも知られている. 例えば, バスの代替手段である自動車を利用する習慣をあまり持たない個人が“バスを利用するつもりだ”という行動意図を形成した場合, 実際にバスを利用する可能性が高い一方で, 自動車を利用する習慣を形成している個人が“バスを利用するつもりだ”という行動意図を形成したとしても, 実際にはバスを利用しない可能性が高い. さらに, ある行動を実行するにあたって必要とされる知識を十分に持つか否かも, 行動と意図の一致性, 不一致に影響を及ぼすことも知られている. 例えば, 普段からバスを利用しており, バスをどのように利用するかについての知識を持つ個人が“バスを利用するつもりだ”という意図を形成した場合には, その意図が現実に実行される可能性は高い. その一方で, 普段からバスを利用していない個人が“バスを利用するつもりだ”と考えたとしても, その意図を実現化することに失敗する可能性が高くなる.

これらのことから, バスを利用するとの意図を表明した個人が実際にその意図を実行する確率  $PIIA_i$  を表1の様に現状におけるバス利用の有無と, 自動車の習慣の強度別に定義すると, それぞれの確率の間には以下のような大小関係が存在することが理論的に予想されることとなる.

$$Pa < Pb$$

$$Pc < Pd$$

$$Pe < Pf$$

$$Pa < Pc < Pe$$

$$Pb < Pd < Pf$$

さて、式(2)で定式化した様に、量的な需要予測を行うためには、意図の実行確率  $PIIA_i$  を定義することが必要である。しかしながら、社会心理学における態度理論からは、こうした定性的な大小関係以上に詳しいものを、意図の  $Pa \sim Pf$  について理論的に演繹することはできない。実際、おそらくは、表1の各々の確率  $Pa \sim Pf$  は、状況に応じて様々な値を取り得ることが予想される。ただし、重要な点は、おおよそいかなる状況であったとしても、普遍的に、上記の不等号関係は成立するであろうことが理論的に予測できる、という点である。こうした普遍性は、需要予測を行うために意図の実行確率  $Pa \sim Pf$  を定義するにあたって、重要な手がかりとなる。

さて、本研究適用事例では、意図の実行確率  $Pa \sim Pf$  を、従来の実証研究で得られたデータを参考にして設定することとした。筆者とヤーリングは、京都市において新しい地下鉄が開通した際に実施された事前事後のパネルデータより、開通以前に測定した行動意図と、実際の行動のデータを用いて、意図の実行確率を算定している。そのデータによれば、地下鉄を従来より利用している個人が“新しい地下鉄を利用する”という意図を表明した場合に実際に新しい地下鉄を利用する確率は、おおよそ6、7割である一方、従来より地下鉄を利用していない個人が“地下鉄を利用する”という意図を表明した場合に新しい地下鉄を実際に利用する確率は、2、3割程度にしかすぎないことが示されている。筆者とヤーリングのこのパネル調査では、“自動車利用の習慣強度”が測定されていないため、このデータから表1に定義する  $Pa \sim Pf$  の数値を直接求めることはできないが、本研究では、この数値を参考にして、また、上述の理論的に予想される不等号関係“ $Pa > Pc > Pe$ ”と“ $Pb > Pd > Pf$ ”に基づいて、表2に示す数値を、 $Pa \sim Pf$  として設定することとした。なお、習慣の強度の測定には、Verplanken et al. (1994) が開発した質問紙法<sup>5)</sup>を用いた。この測定方法の詳細については注[1]を参照されたい。

一方、バス利用の非意向表明者の  $DA_i$  については、態度理論より微少であることが予想され、実際、4.3%という低い行為の失敗率が報告されている<sup>34)</sup>。本研究でもこの値を用い、かつ、バス利用時の頻度については、 $FA_i$  のサンプル平均値を用いて、 $DA_i$  を設定した。

#### (5) アクセス駅の転換に伴うバス需要の予測

鉄道利用トリップの他の駅利用から高の原駅利用への転換に伴うバス需要  $QS$  を以下の式で予測した。

$$QS = (DS_i - DCS_i) \times K_i \quad (3)$$

ここに、

- $K_i$ : 個人  $i$  の拡大係数
- $DS_i$ : バス路線整備後に、個人  $i$  が他の駅を利用する代わりに高の原駅を利用して行うようになった場合の、高の原駅を利用した鉄道トリップ頻度の予測値
- $DCS_i$ : 個人  $i$  が鉄道トリップで高の原駅を利用する頻度の現在値(調査で直接測定。(3)b)参照)

なお、上式における  $(DS_i - DCS_i)$  は、他の駅を利用する代わりに高の原駅を利用して行うようになった鉄道トリップ頻度を意味している。

さて、この式(3)における  $DS_i$  としては、高の原駅への転換意向表明者については以下の式で求めた。

$$DS_i = PIIS_i \times FS_i \quad (4)$$

ここに、

- $PIIS_i$ : 個人  $i$  が表明する高の原駅への転換意向が実現される確率
- $FS_i$ : 個人  $i$  がバス供用後に鉄道トリップで高の原駅を利用する頻度についてのその個人の自己予測値(調査にて直接測定。(3)b)参照)

ここで、 $PIIS_i$  には、バスアクセスの需要計算と同様、態度理論と既存データより設定される表2の意図実行率を適用した。また、高の原駅への転換意向を表明していない個人についても同様に、既往研究で報告されている4.3%の無行為の失敗率と  $FS_i$  のサンプル平均値を用いた。

#### (6) 手段転換に伴うバス需要の予測

地域  $k$  (大阪, 京都, その他) への自動車トリップからの、バスにて高の原駅にアクセスすることを前提とした電車トリップへの転換に伴うバス需要の予測値  $QT^k$  を、以下の式で予測した。

$$QT^k = (DTS_i^k - DT^k) \times K_i \quad (5)$$

ここに、

- $K_i$ : 個人  $i$  の拡大係数
- $DT^k_i$ : バス路線整備後の個人  $i$  が自動車で地域  $k$  に訪れる頻度の予測値
- $DTS^k_i$ : 個人  $i$  が現状において自動車で地域  $k$  に訪れる頻度(調査で直接測定。(3)c)参照)

なお、本分析では、高の原駅へのバス路線の整備によって、手段転換が生じ、バスで高の原駅にアクセスした上で、高の原駅から鉄道で各地域へ来訪する頻度が増加する一方で、その増分に応じた分だけ、自動車での来訪頻度が低下するのであると仮定した。その前提のもと、各地域への自動車で

表3 バス利用需要予測結果(トリップ/週)

	単純予測値 (上限値)	上限 値	参考 値
アクセス転換需要	3,885	1,835	918
駅転換需要	2,194	995	498
手段転換需要			
大阪方面	982	206	94
京都方面	1,360	300	138
その他の方面	6,001	1,001	476
合計	14,422	4,337	2,124

の来訪頻度の減少分( $DT_i^k - DT_i^k$ )に応じた分だけ、高の原駅を利用する鉄道トリップ頻度が増加し、その増分に応じた分だけ、バス需要が発生するものと仮定した。

ここに、 $DT_i^k$ としては電車への転換意向表明者については以下の式で求めた。

$$DT_i^k = PIIF_i^k \times FT_i^k \quad (6)$$

ここに、

$FT_i^k$ : バス路線整備後の、個人*i*の地域*k*への自動車での来訪頻度のその個人自らの自己予測値。

$PIIF_i^k$ : 個人*i*の地域*k*への電車来訪への転換意向が実現される確率。

ここで、上記(4)(5)と同様に、 $PIIF_i^k$ については表2を用い、また、非意向表明者の $DT_i^k$ については、4.3%の無行為の失敗率と $FT_i^k$ のサンプル平均値を用いて算定した。

### (7) 需要予測結果

以上の方法を用いて、「高の原駅へのアクセス(電車利用と駅周辺での活動を目的とする場合の双方を含む)における、他手段からバスへの転換に伴うバス需要の予測値QA」、「鉄道利用トリップの他の駅利用から高の原駅利用への転換に伴うバス需要の予測値QS」ならびに「地域*k*(大阪, 京都, その他)への自動車トリップからの、バスにて高の原駅にアクセスすることを前提とした電車トリップへの転換に伴うバス需要の増加の予測値QT」のそれぞれ、ならびに、それらを足しあわせることで求めた新規バス路線の需要予測値を表3の“上限値”の列に示す。なお、拡大係数については、調査に回答した個々人の年齢、性別と、その地域における人口分布の双方を加味して、設定した。

今回の行動意図は、前述の用に「最高に便利なバス」を想定した場合のものであり、故に、それに基づいて予測される数値は上限値、あるいは、潜在的なバス需要の最大値と解釈できる。それ故、例えば、この予測値に基づいて「ITSを導入したり、高頻度・低料金のバスシステムを導入しても、最大でこの程度の需要にしかならないだろう」という形で議論ができるものと考えられる。すなわち、需要促進施策を前提とした上でのバス行政を考える上での、一つの“努力目標”と

して考えることができるだろう。

さらに、需要予測値を踏まえた政策上の議論をする際の大雑把な一つの参考値として、上限値のために表2の様に設定した行動と意図の一致率  $PIIF_i^k, PIIA_i, PIIS_i$  の半分の値を仮定した上で、上限値の推定の際と同様の方法で推定した値を「参考値」の列に記載した。例えば、「現実には、極めて高サービス水準のバスシステムを導入することも難しいだろうから、例えば現実にはどの程度の需要が生じ、かつ、その時には何台のバスが必要だろうか」といった議論をする際のおおよその目安として、こうした大雑把な参考値が活用できるものと期待できる。もちろん、ここでは、単なる参考値として“半分の値”を記載しているが、十分な利便性を確保することが難しく考えられる場合には、1/3 や 1/4 といったさらに小さな値を設定して、バス行政のための予算を勘案しつつ、バスシステムのあり方を議論することもできるだろう。

最後に、「単純予測値」の列には、「行動と意図とが一致する」という仮定のもとで、今回の行動意図データをそのまま拡大して、得られた予測値を示した。すなわち、式(2), (4), (6)に定義した  $PIIA_i, PIIS_i, PIIF_i^k$  がいずれも 1.0 であると仮定して求めた値である。バスの総需要が約 1.4 万(トリップ/週)と行動意図法の予測値約 4 千(トリップ/週)よりも大幅に上回る数値となった。もしも、態度理論の理論的予測が正しく、それ故に、行動意図法の予測値がより正確であるならば、前者の予測値でバス運行計画を立てれば、大幅な(実に 3 倍以上の)過大需要予測が行われることになる。

さて、この「行動と意図とが一致する」という仮定は、本稿のこれまでの諸議論に基づくなら、極めて不正確で、納得しがたい非現実的な仮定の様に思えるかも知れないが、いわゆる一般的な SP 法に基づいた方法、すなわち、

- 1) SP データに基づいて効用関数を推定し、
- 2) その効用関数に LOS データ等を入力して各サンプルの選択肢毎の選択確率を求め、
- 3) しかる後に拡大して需要を推計する、

という方法は、暗黙の内にこの仮定を設けている。そして、この行動と意図(なお、SP 法の場合には、BI 法における意図データは、表明された選好 stated preference データとみなされる)とが一致するという強い仮定を回避することは、仮に SP/RP の同時推計を行っても、あるいはそれよりもさらに複雑な SP データと RP パネルデータを同時に用いた推定計算を行っても、極めて難しい。この「困難さ」については、既に文献 4) で詳細に論じているので、そちらの議論をあわせて参照されたい。

### 6. おわりに

本研究では、行動意図法を用いて新規バス路線の需要予測を行った事例を報告した。もちろん、本稿に示した

ように、行動意図法には手作業で設定しなければならない数値がいくつかあり、それ故に、厳密さに欠ける方法であるとの印象を与えてしまうことは想像に難くない。特に、人々が表明した意図が現実に行われる確率である、式(2)、(4)、(6)に定義した $PIA_i$ 、 $PIIS_i$ 、 $PIIF_i^k$ をどの様に設定するのか、という点について、洗練化された統計的技術が存在するわけでもない。しかしながら、少なくとも、その定義上、その値が0から1の間を取りうることは自明であるし、5・(4)に示したように、社会心理学における意図と行動の一致性についての諸研究から演繹しうる理論的な不等号関係も存在する。それ故、例え、具体的な数値を決定するための洗練化された方法論が存在するわけではないとしても、“ $PIA_i$ 、 $PIIS_i$ 、 $PIIF_i^k$ がいずれも1.0である”という強い仮定に基づいたモデルよりも、より現実的な予測値を導出できることは、間違いない。実際、本稿で示したように、「被験者の仮想状況下での回答を、表明された選好のデータと解釈する」という「SPデータと行動との一致」を前提に基づくSP法の考え方に基いて求められた予測値は、行動意図法で求められた予測値とは大幅に異なることが示されている。

ここに、行動意図法の重要な特徴の一つは、被験者に大雑把に定義した仮想的条件を提示して行動意図を測定し、それに基づいて交通需要を予測することができる、という点であることを強調しておきたい。例えば、本稿に示したように、行動意図を測定するにあたって、“最高に便利なバスシステム”を想定するように要請することが可能である。こうした調査データを活用することは、効用関数等の“環境と需要との数理的統計的關係”を特定し、それに基づいて需要予測をすることを旨とした従来の“内挿的需要予測法”では、不可能である。なぜなら、そうした関数を特定化するためには、厳密に環境を特定し、その環境における人々の反応を測定することが不可欠だからである。

確かに、この様な大雑把な条件設定でアンケート調査を行い、その反応に基づいて需要予測を行う、という点からも、厳密さに欠けるとの印象をもたらしてしまう可能性も十分に想像できる。しかしながら、SPデータを用いた諸研究において従来から繰り返し指摘されているように<sup>3)</sup>、人々が仮想的に提示される状況を的確に把握することは極めて難しい。例えば、「ルートAなら350円で、混雑度が中程度、所要時間が15分です、ルートBなら300円で、混雑度が少し高く、所要時間が20分です」といった教示によって説明される仮想的状況を、今この瞬間に的確に理解し、実際にその現場において実行するであろう自らの行動を予想し、それを正確に表明できる方は一体何人おられるのだろうか。たかだかこうした3つの属性だけでも回答が困難であるとするなら、様々な条件が

複雑に絡み合う現実場面における状況を全て被験者に提示することなど、ほぼ絶望的であることは一般の生活者なら誰しもが想像しうることであろう。そうした困難さを誰しもが薄々理解しながらも、仮想的条件設定を被験者に提示する調査に頼らざるを得なかったのは、“環境を定義し、その環境における人々の反応を測定し、それに基づいて需要予測のための関数を構築する”という内挿予測の基本思想から抜け出す術を、理論的にも技術的にも持たなかったからに他ならない。

ところが、本研究の行動意図法は、数理的関数のみに基づいて予測値を求めるような、内挿法の基本思想に基づく需要予測手法ではない。だからこそ、上述の様に“最高に便利なバスシステム”という前提で需要予測を行うことが可能となるのである。おそらくは、仮想的な数値や条件をいくつか並べ、その状況での行動が如何なるものであるかの想像を要請されるよりも、“家から駅まで最高に便利なバスができた場合を想像してください”と教示された上で、自らの行動を想像する方が容易であると考えられる方が多数派であることは、おそらく間違いない。

もちろん、こうした大雑把な条件設定のもとで得られる需要予測値を交通行政において利用するにあたっては、慎重な態度が不可欠である。そこで得られる予測値を、“将来の姿”と単純に理解してはならない。例えば、本稿の5・(7)で述べたように、こうして得られた予測値を、“最高のバスシステムを整備した場合の潜在需要”と捉えたり“努力目標としての予測値”と捉えたりすることが必要なのである。あるいは、その値を割り引いて、実際の予測値を想定したりすることが必要となる。すなわち、行動意図法で得られる予測値は、交通システムをいかに整備し、どのように運営し、どのような交通行政を営むべきかについての議論の中に明確に位置づけられるべき予測値であり、単純な将来予想値では決してない。行動意図法において予測される未来の姿は、放っておけばそうなもの、というよりはむしろ、行政の努力によって左右される、行政のあり方に強く依存したもののなのである。

ただし、言うまでもないことではあるが、BI法においても、SP法と同様に交通環境の情報を詳細に提供したデータで需要予測を行うことも可能である、という点は付言しておきたい。その場合に予測される予測値は、上に論じたような「努力目標」や「潜在需要」ではなく、これまでの需要予測モデルが算出してきたような一般的な「需要予測値」と見なすことができる。すなわち、BI法は、潜在需要や努力目標の設定にも活用できる一方で、これまでの需要予測手法の適用方法と同様の需要予測値を算定することもできるのである。ただし、既に指摘し

たように、交通環境の情報を詳細に提供し、それを被験者に十分に理解してもらうことは、決して容易ならざることであることを忘れてはならない。

いずれにしても、行動意図法は従来の“内挿法による需要予測”とは異なった基本思想を持つ予測手法であり、その適用や調査において必要とされる技術や、そこで得られる予測値と交通行政との関わり方に至るまで、様々な点で異なったものである。その相違点をとりまとめれば、例えば次のような4つの点を挙げることができる。

- 1) 従来の手法の多くがミクロ経済学を理論的枠組みとしたものであった一方で、行動意図法は社会心理学の態度理論を理論的枠組みとする。
- 2) 従来の手法が内挿予測法である一方で、行動意図法は外挿予測法を基本とした予測法である。
- 3) 従来の手法の多くが政策前後の交通状態を予測し、その差をもって政策の効果と見なすことが一般的であった一方で、行動意図法は交通政策によってもたらされる一人一人の“行動変化”を直接的に予測することで政策効果を分析する。
- 4) 従来の予測手法では専ら点推計が行われていた一方で、行動意図法では、どの程度の予算規模でどのような交通政策を行うべきかを勘案しつつ、最大の潜在需要を上限値とするような“区間推計”を行い、その上で様々な政策議論を重ねることが必要とされる。

今後は、行動意図法の予測精度の向上を図るためにも、行動-意図一致性についてのさらなる実証知見を積み重ねることが必要である一方で、上記のような様々な点において従来の方法論と異なった需要予測手法であるからこそ、現実の行政における活用事例を積み重ね、交通行政における需要予測のあり方そのものを考え直していくこと<sup>6)</sup>も、また、重要な課題である。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、データ収集をはじめとして国土交通省近畿地方整備局京都国道事務所、財団法人関西文化

学術研究都市推進機構に全面的にご協力頂いた。ここに記して深謝の意を表します。

注：

- [1] 「友達の家に遊びに行くとき何で行きますか?」「洋服を買いに行くとき何で行きますか」等の日常的な15個の交通機関選択場面についての質問を提示し、直感的に、出来るだけ素早く、自動車、バス、電車、徒歩、自転車、バイクの中から選択することを被験者に要請する。そして、各々の交通機関が選択された回数を習慣強度の測度とした。この習慣計測法は、Verplanken et al. (1994)<sup>5)</sup>によって開発された習慣強度測度であり、こうした直感的な回答によって各々の交通機関利用決定の自動性が観測することを意図している。なお、本研究の分析においては、自動車の選択回数が6回以下の個人を弱自動車習慣者(118人, 19.7%)、7回以上9回以下の個人を中自動車習慣者(118人, 19.7%)、10回以上の個人を強自動車習慣者(362人, 60.5%)と定義して、需要予測計算を行った。

#### 参考文献

- 1) 藤井 聡: 土木計画のための社会的行動理論 - 態度追従型計画から態度変容型計画へ -, 土木学会論文集, No. 688/IV-53, pp. 19-35, 2001.
- 2) 藤井 聡: 生活行動シミュレータによる交通需要予測の有効性と限界, 土木計画学研究・講演集(春大会), CD-ROM, 2002.
- 3) Fujii, S. and Gärling, T. (2003) Application of attitude theory for improved predictive accuracy of stated preference methods in travel demand analysis, *Transport Research A: Policy & Practice*, 37 (4), pp 389-402.
- 4) 藤井 聡, トミー・ヤーリング: 交通需要予測における SP データの新しい役割, 土木学会論文集, IV58, p.1 - 14, 2003.
- 5) Verplanken, B. Aarts, H., Van Knippenberg, A., Van Knippenberg, C.: Attitude versus general habit: Antecedents of travel mode choice, *Journal of Applied Social Psychology*, 24, pp. 285-300, 1994.
- 6) 藤井 聡: 需要の創造 / 決意の計画, 土木学会誌, 2003 年 7 月号, 2003.



---

行動意図法 (BI法) による交通需要予測の適用事例：新規バス路線の潜在需要推定\*

藤井聡\*\*

本研究では、交通政策を行った場合の人々の対応行動についての行動意図を測定し、それを心理学的な観点から修正することで、その交通施策が実施された場合の人々の行動を予測し、それを集計化することで、その交通政策の交通需要に及ぼす影響を予測する行動意図法 (Behavioral Intention法・BI法；藤井&ヤーリング, 2003) を、新規バス路線の交通需要予測に適用した。分析の結果、行動意図と行動との乖離を修正しない従来型の予測方法では、行動意図法による予測よりも3倍程度も過大な需要予測値を与えることが示された。

---

An Application Study for Travel Demand Forecasting using Behavioral Intention Method:  
Forecasting Latent Demand of New Bus Route\*

By Satoshi FUJII\*\*

In this study, the behavioral intention method (Fujii & Gärling, 2003) was applied for travel demand forecasting of newly installed bus route. The behavioral intention method measures, at first, peoples' behavioral intentions with respect to behavioral modification induced by implementation of transport measures, the travel behavior after the policy implementation is then predicted based on the intention data, and the predicted behaviors are finally aggregated to provide travel demand. The data analysis indicated that the traditional travel demand forecasting model predicted as much as three times of travel demand forecasting by the behavioral intention method.

---