

行動意図法 (BI法) による交通需要予測の適用事例*

A Case Study of Travel Demand Forecasting using Behavioral Intention Method *

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について、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、抜本的な批判が指摘できる¹⁾²⁾。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¹⁾。それ故、現在求められているのは、表層的問題点に対処する既存手法の改良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、これを行動意図法 (Behavioral Intention法、あるいは BI法) と呼称している^{3), 4)}。

本研究では、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。

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 (= 内挿) 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、統計的關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¹⁾。

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、という内挿予測法的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。そして、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始めてである、と考えるなら、全く新しい環境を創出する施策である、とも言えるのである。

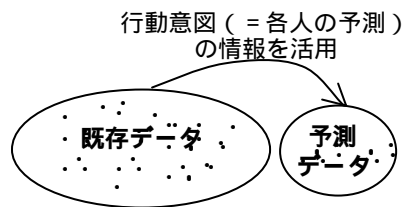
それ故、既存のデータの構造を当てはめる内挿予測法が、交通計画に望まれている需要予測をもたらす保証は残念ながら高くは無いと言えるのかも知れない。常に新しい交通環境の創出が検討されている交通計画に望まれている需要予測手法は、既存のデータの構造の当てはめでなく、既存のデータを参照しつつも、将来の存在していない交通環境における需要を直接的に検討する外挿的な予測手法、すなわち外挿予測法であろう。

3. 外挿予測法としての行動意図法

さて、外層予測のためには既存の現象データに含ま

*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 : 03-5734-2590fujii@plan.cv.titech.ac.jp)

(外挿予測法)



(内挿予測法)

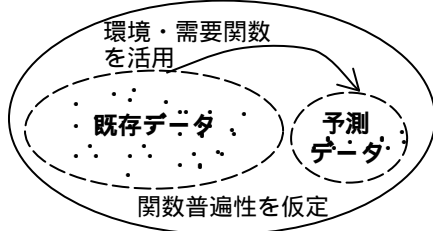


図1 内挿予測法と外層予測法の概念図

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。

人々の反応を表明された選好と解釈するということは、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を前提としており、それに基づいて予測を行う以上、SPデータによる需要予測は内挿予測法である。しかし、行動意図データは、人々の意図を創出した普遍的な心理メカニズムを想定している訳ではない。人々の「意図」のデータを直接使用することで、将来の予測を目指す。それ故、外挿予測法と考えられるのである。

4. 行動意図法の概要

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³⁾。

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)。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⁾に譲り、行動意図法の具体的な適用事例を示す。

なお、行動意図法の特徴として以下の四点を挙げることができる。

- 1) 社会心理学の態度理論を理論的枠組みとする。
- 2) 内挿予測法ではなく外挿予測法である。
- 3) 内挿予測法では除去しえない予測バイアスを心理学理論を用いて大幅に軽減する。
- 4) 点推計だけでなく、区間推計が可能である。

5. 行動意図法の適用事例

(1) 概要

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、行動意図法に基づく予測結果を報告する。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いなかった。

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：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

表1 3つの転換行動についての行動意図の測定方法

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、直通バスで行く様になる事はあると思いますか？」についての「はい/いいえ」の選択を要請。はい、の場合は、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。

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様になる事はあると思いますか？」についての「はい/いいえ」の選択を要請。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。

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？」についての「はい/いいえ」の選択を、大阪、京都、その他の地域のつについてそれぞれ要請。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。

表 2 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（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

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。

(2) 行動意図の定義

新規バス路線利用は、主に次の3つの転換行動によって生ずるものと考えられる。それ故、以下の3つの転換行動の行動意図を調査被験者から測定することで、各被験者がそれぞれの転換行動を行うか否かを確率的に予想することができる。

アクセス行動の転換：現在、近高の原駅へ自転車、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。

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。

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。

(2) 行動意図の測定

行動意図法では、バスを利用するか否かの行動意図を測定するが、測定の際、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想像してください」

という前提で、上記の転換行動についての行動意図を測定した。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。なお、表1に、各転換行動の行動意図を測定するために用いた文言を示す。

(3) アクセス行動の転換に伴うバス需要の予測

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。

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 が表明するバス・アクセスの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（表1参照）。

で求めた。さらに、 $PIIA_i$ は、態度理論で知られる行動-意図の一致性についての知見（本研究では、習慣の効果として予想される強い自動車習慣者ほどバス利用意図の実行率が低い事、現在バスを利用している人の方が実行率が高い事、を前提とした）と、行動-意図一致性についての既往の実証データに基づいて設定した表2の意図実行率を用いた³⁾⁴⁾。

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³⁾⁴⁾。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 の期待値を用いて、 DA_i を設定した。

(4) 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の増加 QS を以下の式で予測した。

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

DS_i : バス路線整備後に、個人 i が鉄道トリップで高の原駅を利用する頻度の予測値 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）

ここに、 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。

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

表3 バス利用需要予測結果(トリップ/日)

	単純 SP 法 (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

$PIIS_i$: 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(表1参照)

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 の期待値を用いた。

(5) 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増加の予測値 QT^k を、以下の式で予測した。

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

DT_i^k : バス路線整備後の個人 i が自動車で地域 k に訪れる頻度の予想値
 DTS_i^k : 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)

なお、この式は、バスに転換する手段は自動車のみでありかつ、自動車からはバスにしか転換しないことを前提としている。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。

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

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 の期待値を用いて算定した。

(4) 需要予測結果

以上の方法を用いて予測した結果を、表3の上限値の列に示す。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と解釈できる。それ故、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だろう。

そして、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、上限値の半分の値を「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。

最後に、「単純 SP 法」の列には、今回の行動意図データを SP データと解釈した上で、一般的な非集計アプローチ(あるいは、効用関数法)に基づいて需要予測を行った場合の予測値を掲載している。最も簡素な SP モデルでは、表明された選好は現実の行動における選好と等しいと仮定する。単純 SP 法の数値は、この仮定に基づいて、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/日)と行動意図法の予測値約 0.4 万(トリップ/日)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。

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。そして、行動意図法は、単純な SP 法の前提で求められた予測値とは大幅に異なる予測を行うことが示された。今後は、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共に、本研究で行った予測の検証を行うことが重要な課題である。

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。

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(春大会), CD-ROM(印刷中), 2002.
- 3) 藤井 聡, T. Gärling: 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(投稿中).
- 4) Fujii, S. and T. Gärling: Application of attitude theory for improved predictive accuracy of stated preference methods in travel demand analysis, *Transportation Research A*, (in press).