

行動意図法(BI法)による交通需要予測の 検証と精緻化

藤井 聡¹

¹正会員 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻・助教授 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

2002年度に供用された新規バス路線の交通需要が、行動意図法(BI法)を用いて2001年度に予測されている。本稿では、BI法の予測技術としての妥当性を確認するために、バス路線供用後に実現した実際の集計的需要、ならびに、バス供用前後のパネル調査データを用いた事前予測の検証を行った。その結果、BI法による予測において最も鍵となる“行動-意図一致率”の設定値が、実際の実現値にほぼ適合していた明らかとなった。それと共に、事前の集計需要予測値が現実の集計需要と乖離していることも明らかにされたが、事前の予測式の一部を理論的に修正していれば、実現値に近い需要予測が可能であったことも示された。さらに、事前事後パネルデータを用いて、行動-意図一致/不一致についての回帰分析を行い、今後のBI法予測に資する実証知見を得た。

Key Words: behavioral intention method, travel demand forecasting, behavior-intention consistency

1. はじめに

経済学や社会学をはじめとしたいくつかの社会科学の研究領域の中でしばしば用いられてきた合理的選択理論は、現実の人間の行動を記述したものではないという観点から、これまでに様々な批判にさらされてきた。そうした批判は実に多岐にわたるものであったのだが(例えば、文献1)参照)、合理的選択理論の影響力は衰えずに持続し続けていたものと考えられる。なぜなら、合理的選択理論の“限界”を踏まえ、様々な批判を合理的選択理論の枠内に“取り込み”、“改良する”という方針で、多くの研究プログラムが展開されたからである(例えば、文献2))。しかしながら、合理的選択理論批判の中心的存在であった社会心理学者ダニエル・カーネマンの2002年度のノーベル経済学賞に象徴されるように、合理的選択理論を改良するという立場ではなく、全く異なった新しい視点から社会現象を理解するというアプローチが、ようやく経済学を含めた社会科学の中で一定の市民権を得つつあるように思われる。そうした社会科学上の潮流の一つの支流として、筆者とヤーリングは合理的選択理論を基盤としない新しい交通需要予測方法として、行動意図法(Behavioral Intention法、あるいは、BI法)を提案している^{3), 4)[1]}。

行動意図法は人間行動についての社会心理学理論を基本として開発された交通需要予測技術である。その概要は、“パーティー”や“会議”等の幹事が一般に行う参加者数の予想方法を、システムティックな予測技術に昇華したものと換

言できる。すなわち、まず、予測対象とする人々に、新しい交通施策を行った場合にどのような行動をとるつもりであるかという意図(行動意図:behavioral intention⁵⁾)を測定し、それに基づいて人々の行動を社会心理学における態度理論を援用しつつ予測、そして、それを拡大することで需要予測を行う、というものである。

筆者は、BI法を2002年度に京都府の木津町で供用された新規バス路線の事前の交通需要予測に適用した⁶⁾。この予測事例は、BI法の最初の適用事例であった。それ故、理論的妥当性は十分検討していたものの、予測技術としての実務的妥当性は未知数のままであった。予測技術の実務への定着を目指す場合、予測の事後検証こそが最も重要な課題である。その認識の下、本稿では、バス路線供用前後のパネル調査に基づいて行った事前予測の“検証”の結果を報告することを第一の目的とする。そして、その検証の結果を踏まえて文献6)の予測式に改良を加えると共に、BI法の予測精度の“精緻化”に資する実証知見を報告することを第二の目的としている。なお、この知見を得るための検討過程において、本稿では、交通行動分析で広く採用されてきた従属変数の離散性を考慮した回帰分析を用いた。

以下、2.においてBI法の概要をまとめ、3.において文献6)で報告した需要予測の概要を述べる。そして、新規バス路線の供用前後で実施したパネル調査データを用いて事前予測の検証結果を4.で報告した上で、5.において今後のBI法適用において活用しうる実証知見を報告し、6.で

		行動	
		する	しない
意 図	する	一致 (01, 02, 03, 04, 0C1)	無行為の失敗 (01, 02, 03, 04, 0C1)
	しない	行為の失敗 (C1, C2, 0C1)	一致

(文献4)より

図-1 行為の失敗と無行為の失敗とその原因

表-1 行動-意図一致性に影響する要因

行為の失敗 の原因	
C1. 対象行動についての強い習慣	強い習慣を形成している場合, その行動を無意図的に実行する (Verplanken & Aarts, 1999 ⁷⁾)
C2. 対象行動の衝動性	ある行動を衝動的に実行する場合には, それに先づ行動意図を形成しない (Gärling, et al., 1998 ⁸⁾)
無行為の失敗 の原因	
01. 代替行動についての強い習慣	習慣化された行動は自動的に実行されてしまうために, その行動の代替行動についての行動意図を形成している場合にもそれが実行されない (Verplanken, et al., 1998 ⁹⁾)
02. 弱い行動意図	ある行動意図を形成していても, その意図が弱ければ実行しない (Fishbein & Ajzen, 1975 ⁵⁾ ; Gärling & Fujii, 1999 ¹⁰⁾ , 2002 ¹¹⁾)
03. 対象行動の実行計画の非現実性	行動に先立った実行計画が非現実的な場合, 意図があってもその実行を失敗する (Gärling, et al., 1997 ¹²⁾)
04. 楽観バイアスと対象行動の実行困難性	行動の実行困難性を楽観的に見積もるために, 実行困難性が高い場合には実行計画が不十分となり, その実行を失敗する (Gärling & Fujii, 1999, 2002 ¹¹⁾ ; Ajzen, 1985 ¹³⁾)
双方の失敗 の原因	
0C1. 肯定的自己提示と戦略的反応	調査者の行為や回答者に対する評価の操作を試みるために生じるバイアス (Gärling et al., 1998) ⁸⁾

(文献4)より

本研究で得られた知見を総括する.

2. 行動意図法 (BI 法) の概要

行動意図法(BI 法)による交通需要予測は, 次の 2 つのステップから構成される.

Step 1)	予測対象とする行動に関する行動意図, ならびに, 行動-意図一致性に影響を及ぼす要因を調査する.
Step 2)	態度理論で知られている行動-意図一致性についての理論的關係に基づいて, 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, 行動-意図一致性, 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 を実行するとその行動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し, 逆に, 行動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. こうした行動と意図との不一致は, 図-1 に示したように, それぞれ無行為の失敗, 行為の失敗と言われている³⁾⁴⁾.

この行動-意図一致性については, 表-1 に示したように, 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³⁾⁴⁾. 例えば, バス利用を例にとるなら, バス利用意図が弱い程(02), 自動車利用習慣が強い程(01), 事前にどうやってバスを利用すべきかが具体的に分かっていない程(03), さらに, バスを利用するのは簡単だろうと過度に楽観的になっている程(04), バスを利用使用という意図を形成したにも関わらず実際にはバスを利用しない可能性が強くなる. 逆に, バス利用意向を形成していない場合でも, バス利用習慣が強い場合にはついついバスを利用してしまうこともあるし(C1), 事前の意図無く, 衝動的に利用する場合もある(C2). これらを踏まえて, バス利用意図を測定すると共に, バスや自動車の習慣の強さ, 現在のバスの利用状況, 行動意図の強度(あるいは, それに影響を及ぼすバスや自動車の態度)を測定する, というのが, BI 法の Step 1)である.

さて, Step 2)では, 上記 Step 1)で測定した種々の行動や心理の指標に基づき, 表-2 に示した行動-意図一致性に影響を及ぼす理論的要因を加味しつつ, ひとり一人について行動と意図が一致するか否かを予想していく. その際の, 意図と行動が一致する“確率”は既往の実証データで報告されている行動-意図一致率 / 不一致率を参考にしつつ, 設定していく. そして, その利用確率に基づいて, 拡大, 集計化することで, 需要予測値を求める.

以上の詳細については文献3), 4)を参照されたい.

3. 新規バス路線の事前需要予測の概要

ここでは, 文献6)にて報告した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に, BI 法を適用

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 $PIIA_i$ (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(文献6)より)

	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-3 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) (文献6)より)

	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

した事例の概要をまとめる。

(1)行動意図の測定 (Step 1)

新規バス路線の旅客需要は、新規バス路線を利用しない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。この認識に基づいて、以下の3つの転換行動を想定した。

- 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。

そして、これら3転換行動の行動意図を測定するために、2001年1月に、京都府木津町の住宅地、木津町梅見台、州見台の居住者625名を対象としたアンケート調査に協力いただいた。この調査では、「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、行動意図を尋ねた。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。BI法では、こうして得られる需要の上限値を基準とした幅を持たせた予測を行うことを意図している。この点の詳細については、文献6)を参照されたい。また、行動意図に加えて、行動と意図の一致性に影響を及ぼすと考えられる、バスや自動車の利用についての態度、習慣の強度を測定した。

なお、行動意図、態度、習慣の測定の詳細については、付録を参照されたい。

(2)行動意図に基づく行動の予測と集計化(Step 2)

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行動を、以下の方法で予測した。

a) 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。

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

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

で求めた。ここに、 $PIIA_i$ は、意図と行動との一致、不一致の確率を意味しており、表-1の諸知見に基づいて設定する0.0~1.0までの値を取る確率である。文献6)の適用事例では、自動車利用習慣が強い程、バス利用意向が行動と一致しなくなる確率が高くなること(表-1の01)、バスの利用経験がある方が、どのようにバスを利用するか具体的な知識を持つが故に、バス利用意向と行動とが一致する確率が向上すること(表-1の03)を前提として、以下のような不等号関係を持つ表-2の6つの確率を、 $PIIA_i$ として設定している。

$$Pa < Pb, Pc < Pd, Pe < Pf$$

$$Pa < Pc < Pe, Pb < Pd < Pf$$

ここで、これらの確率 $Pa \sim Pf$ は、状況に応じて様々な値を取り得ることが予想される。しかしながら、これらの確率を設定するにあたり、理論的に予想される上記の6つの不等号関係は、確率設定にあたり重要な手がかりとなる。文献6)では、この不等号関係を手がかりとしつつ、新規地下鉄線供用の事前事後調査より確認されている行動と意図の一致率/不一致率⁴⁾を基準として、表-2に示す数値を設定した。なお、ここに“バス利用者”とは、習慣強度測定(付録参照)において、一つでもバスを選択した個人を意味する。また、自動車利用の習慣の強度の分類については、付録に示した通りである。

また、式(2)の FA_i については、予測時に利用可能な情報としては被験者自らの“自己予測値”しか得られなかったことから、文献6)ではそのまま利用することとしている。

一方、バス利用の非意向表明者の DA_i に関しては、理論的

表-4 バス利用需要予測結果(トリップ/週)

	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

文献6)より

には新しい交通選択肢の利用において表-1のC1やC2が該当するとは考え難い上に、実証的にも地下鉄供用時において4.3%という低い行為の失敗率が報告されていることから⁶⁾、この数値4.3%にFAiのサンプルの期待値を掛け合わせたものを用いている。

b) 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は以下の式で予測されている。

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

DCSi: 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)

DSi: 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

なお、上式における(DSi - DCSi)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おり、DSiを以下の式により求められている。

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

FSi: 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

PIISi: 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

ここで、PIISi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-3の意図実行率を適用し、PSiについても調査で得られている自己報告値が用いられている。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、FSiの期待値を用いて算定されている。

c) 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、バスで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QTkは、以下の式で予測されている。

$$QT_k = \sum_i (DTS_{ki} - DT_{ki}) \times K_i \quad (5)$$

DTki: 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

DTSki: 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)

ここに、電車への転換意向表明者については、DTkiを以下の式で求めている。

$$DT_i = PIIF_{ki} \times FT_{ki} \quad (6)$$

FTki: 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。

PIIFki: 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、PIIFkiについては表-3を用い、FTkiについては被験者の自己報告値を用いている。また、非意向表明者のDTkiについては、4.3%の無行為の失敗率とFTkiの期待値を用いて算定している。

(3) 需要予測結果

以上の方法を用いて、QA, QS, QTkのそれぞれ、ならびに、それらを足しあわせることで求められ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された。

この適用事例における行動意図は、「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予測の上限値や潜在的なバス需要の最大値、あるいは、様々なバスサービス施策を行う上での“努力目標”と解釈できる。

言うまでもなく、現実には“万人が最高に便利”と見なす程のバスシステムを整備することは不可能である。そこで、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、意図と行動の一致率が、表-3に示した値の“半分”と仮定した場合の予測値を、表の参考値の列に記載している。文献6)では、現実的にバスサービスを検討する際の一つの目安として、この参考値の予測値が活用可能であろう、との見解が述べられている。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PIAi, PIISi, PIIFkiがいずれも1.0であると仮定して求めた値である。この表に示されているように、BI法のおおよそ3倍の過大予測となっていることが分かる。

4. BI法予測の検証

表-5 バス利用意図表明者の事前バス非利用・利用別 / 自動車の習慣強度別の行動-意図一致率

	事前バス非利用者		事前バス利用者		合計	
	自動車習慣強(事前)	自動車習慣弱(事前)	自動車習慣強(事前)	自動車習慣弱(事前)		
アクセス手段の転換	事後直通バス利用	3	3	4	2	12
	事後直通バス非利用 (利用率=行動・意図一致率)	12 (20.00%)	4 (42.90%)	7 (36.40%)	4 (33.30%)	27 (30.80%)
利用駅の転換	事後直通バス利用	1	2	3	1	7
	事後直通バス非利用 (利用率=行動・意図一致率)	10 (9.10%)	3 (40.00%)	6 (33.30%)	5 (16.70%)	24 (22.60%)
交通手段の転換	事後直通バス利用	1	0	3	1	5
	事後直通バス非利用 (利用率=行動・意図一致率)	14 (6.70%)	5 (0.00%)	7 (30.00%)	5 (16.70%)	31 (13.90%)
合計	事後直通バス利用	5	5	10	4	24
	事後直通バス非利用 (利用率=行動・意図一致率)	36 (12.20%)	12 (29.40%)	20 (33.30%)	14 (22.20%)	82 (22.60%)

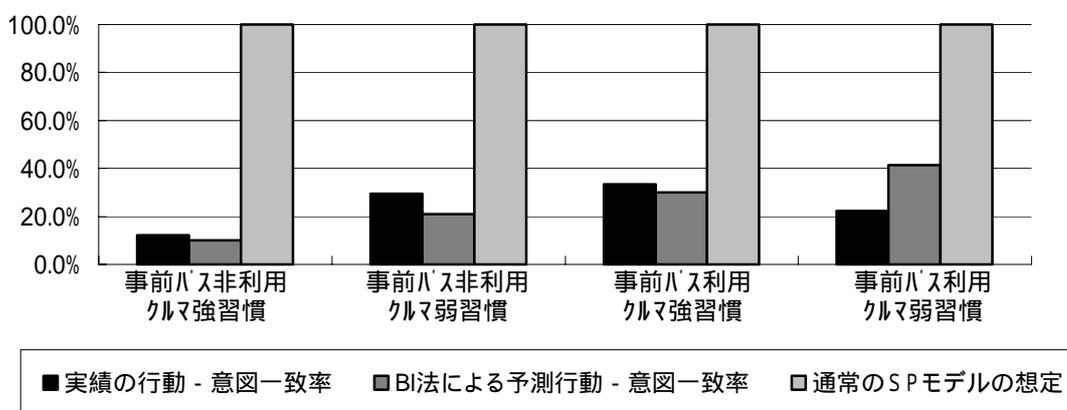


図-2 行動 - 意図一致率の予測値と実測値

(1) 顕在化需要と需要予測との比較

さて、以上の需要予測を行った9ヶ月後の2002年10月に、実際にバス路線が供用された。バスは一日に23便、昼間(9時~16時)と夜間(20時~22時)は一時間に一本、混雑ピーク時(6~7時と17時~19時)には、一時間に2,3本の運行頻度で供用された。始発から高の原駅まで約20分、料金は300円であった。また、バス・ロケーション・システムを導入し、インターネットと携帯電話でバス位置情報を提供した。およそ1時間に一本の頻度では、“最高に便利”とは言いがたいだろうが、一日数本という頻度のバスシステムもあり得ることを考えるなら、“極端に不便”とも言いがたいだろう。

さて、旅客需要については、開通当初は一日50名程度であったものの、その後漸増し、2003年4月時点では、概ね一日100名程度、一週間でおおよそ700名程度であるとの報告を受けている。この値は、当初の予想通り、“最高に便利”という前提の下でBI法によって予測された約4300(人週、表-4参照)よりも大幅に少ない(1/6程度)。また、参考値として記した、2100(人週)よりも小さな値であった。なお、単純SP法の需要予測値は14,000(人週)であったことを考えると、人々が表明した意図をそのまま信用する様なSP法では、20

倍の過大推計値を算出してしまったことが分かる。

(2) 行動-意図一致率の検証

文献6)で予め指摘していたようにBI法で求めた“参考値”は、バス計画を行う際の単なる一つの目安にしか過ぎない。しかしながら、単なる参考値といえど、実際の値が700に對する2100という数値の乖離は、参考と見なすにしても小さくはないものと言えるかも知れない。以下、この乖離が生じた理由を、検討することとしたい。

この乖離が生じた一つの可能性は、式(2)の PIA_i 、式(4)の $PIIS_i$ 、式(6)の $PIIF_{ki}$ の設定値(すなわち、表-3に示した表明した意図が現実に実行される確率の設定値)が非現実的であった、というものである。この可能性を調べるために、3.(1)で述べた事前調査の被験者の一部(39名)を対象として、バス路線供用4ヶ月後(事前調査の1年後)の2003年1月にパネル調査を実施し、直通バス利用への3つの転換行動(アクセス行動の転換、アクセス駅の転換と手段の転換)を行っているか否か、そして、行っている場合にはそれぞれのバス利用頻度の回答を求めた。

表-5に、事前の転換行動についての行動意図が表明されていた場合の、事前のバス非利用・利用別、自動車利用の

習慣強度別の意図と行動の一致率を示す。ここに、事前のバス利用の有無、ならびに、自動車利用の習慣強度は、表-3の確率を設定する際に定義した分類を用いている。ただし、パネルデータにおいて自動車習慣が“弱”のサンプルが数サンプルしか含まれていなかったため、この表の中では“弱”と“中”の自動車習慣者をまとめて“弱自動車習慣者”と定義している。また、図-2には、自動車の習慣の強度別/事前のバス利用の有無別の行動-意図一致率(ただし、転換種別については合計した値、すなわち、表-5の“合計”の行動の数値)を示した。あわせて、事前予測において“参考値”を算定する際に設定した行動-意図の一致率、さらには、通常のSP法の前提(すなわち、行動と意図が一致するという前提)における一致率(いずれも100%)も図中に示した^[2]。

まず、表-5、図-2からも明らかなように、いずれのセグメントの被験者も、実際の行動は、事前の意図とは一致していないことが分かる。表-5に示したバス利用意向が表明されていた全106ケースの内、実際に実施されたのは22.6%の24ケースにしか過ぎなかった。図-2からも視覚的に明らかなように、行動と意図とが一致するという仮定は、大幅な過大評価を導くこととなる。

ここで、図-2に示した個々の条件別の行動と意図の一致率に着目すると、事前に理論的に予想した通り、行動と意図の一致率は「事前バス非利用・かつ強自動車習慣者」が最も低いことが分かる。すなわち、「事前バス非利用・かつ強自動車習慣者」に比べると、事前にバスを利用する経験がある方が、そして、自動車習慣が弱い方がそれぞれ、行動と意図の一致率が高い。また、「事前バス利用かつ弱自動車習慣者」のセグメントを除けば、事前予測の際の設定値と実際値との乖離は、数%から1割程度の範囲に収まっている。しかしながら、「事前バス利用かつ弱自動車習慣者」の乖離は2割弱であった。また、当初の理論的想定では、「事前バス利用かつ弱自動車習慣者」は「事前バス利用かつ強自動車習慣者」よりも「事前バス非利用かつ弱自動車習慣者」よりも、行動-意図一致率はそれぞれ高いと予測していたにも関わらず、実際にはそうした傾向は見られなかった。ただし、表-5にも示したように、「事前バス利用かつ弱自動車習慣」のサンプルは6サンプルだけであった点は付記しておこう。

その他、表-5に着目すると、行動-意図一致率は、アクセス手段の転換において最も高く、交通手段の転換において最も低いことが分かる。この点は事前に考慮していなかった点である。なお、これらの傾向が統計的に意味があるか否かについては、後に改めて述べるロジット回帰の結果を報告する際に改めて触れる。

最後に、BI法で予測した行動-意図の一致率のおおよその水準の現実的妥当性を確認するために、全39サンプルの106ケースについて事前の予測時の行動-意図一致率の設定値の平均を求めたところ、22.7%という値が算定された。

上述のように、実際の一致率は22.6%(表-5参照)であったことを考えれば、BI法予測の際に設定した行動と意図の一致率は、概ね現実的妥当性のある水準だったと言えるだろう。

このように、事前予測の際に設定した行動-意図一致率は、いくつかの点で実際の行動-意図一致率と乖離している点が見受けられたが、全体的には概ね妥当な水準のものが設定されていた、と評価し得るものと考えられる。それ故、BI法によって得られた“参考値”と実際の需要との間の差異の原因は、行動-意図一致率の予想値の非現実性にあるのではなく、それ以外の点にあるものと考えられる。

(3) バス利用時のバス利用頻度の設定値

BI法の予測式(2)、(4)、(6)において設定した値は、前項で検討した $PIIA_i$ 、 $PIIS_i$ 、 $PIIF_i$ だけではなく、 FT_{ki} 、 FA_i 、 FS_i 、すなわち、“バスを利用するという条件の下でのバス利用頻度”の設定値が現実と乖離していた可能性も考えられる。

さて、これらバス利用頻度の設定値の現実的妥当を検証するためには、

- ・事前にバス利用の意図を形成し、かつ、
- ・事後に実際にバスを利用している、

という条件を満たすケースが必要である。ところが、表-5に示したように、その条件を満たすケース、アクセス手段の転換については12ケース、利用駅の転換については7ケース、交通手段の転換については5ケース、以上合計24ケースしか得られなかった。この程度のケース数で統計的に意味のある検定を行うことは困難だが、定性的な集計分析に基づくと、各被験者のバス利用頻度の自己報告値は実際のバス利用頻度よりも過大なものであったことが示唆された。すなわち、これら24ケースの内週に1回以上利用するとの見込みを表明していたケースが12ケース(50%)であった一方で、実際には週に1回以上バスを利用しているケースは全くなく、月に1回前後(14ケース、58.3%)、あるいは、それ未満(10ケース、41.7%)の利用頻度でしかなかった。

文献6)における需要予測においては、各自のバス利用頻度が不明であることから、“とりあえず”、各被験者の利用頻度の自己報告値を FT_{ki} 、 FA_i 、 FS_i として採用していた。しかしながら、以上のパネルデータが示唆するのは、それが不十分なサンプル数ではあるものの、回答者の自己報告値は過大な報告値であったことを示唆している。すなわち、BI法による予測を行うには、意図を実行するか否かという次元における過大報告を補正するばかりではなく、意図を実行した場合にどの程度の頻度でバスを利用するのか、という次元における過大報告を補正することも必要であったということである。残念ながら、これが、“参考値”と実際の値が少なからず乖離してしまった原因であったと考えられる。

このバス利用頻度の自己報告値を補正する方法として考えられるのは、やはり表-1に示した行動と意図の一致性に及

表-6 式(7), (8), (9)を用いた後で求めた
バス利用需要予測の結果 (トリップ/週)

	単純 SP 法 (上限値)	上限 値	参考 値
アクセス転換需要	3,885	1,089	287
駅転換需要	2,194	582	160
手段転換需要			
大阪方面	982	136	52
京都方面	1,360	182	62
その他の方面	6,001	558	154
合計	14,422	2,547	715

文献⁶⁾より

ばす心理学上の理論を援用することであろう。例えば n 回利用するとの頻度の表明があったとしても、意図と行動が一致しない傾向が高ければ、その頻度は大きく過大となる可能性が高い一方で、意図と行動が一致する傾向が高ければ、その報告値はさほど過大ではないであろう、と推察するわけである。この傾向を加味するために、表-3 に示した一致確率を援用するなら、 FA_i , FS_i , FT_{ki} は次のように定式化されることになる。

$$FA_i = FA_i^{\#} \times PIIA_i \quad (7)$$

$$FS_i = FS_i^{\#} \times PIIS_i \quad (8)$$

$$FT_{ki} = FT_{ki}^{\#} \times PIIF_{ki} \quad (9)$$

ここに、 $FA_i^{\#}$, $FS_i^{\#}$, $FT_{ki}^{\#}$ はそれぞれ、事前調査で被験者が回答した FA_i , FS_i , FT_{ki} の自己報告値である。この式(7), (8), (9) をそれぞれ式(2), (4), (6)に代入し、かつ、それらの式の左辺を式(1), (2), (3)に代入することで、再度、需要予測を行った結果を表-6 に示す。

表-6 に示した式(7), (8), (9)によって自己報告値に修正を加えた場合の予測値と、表-4 に示したそれらの式を用いない場合の予測値とを比べると、自己報告値に修正を加えることで、需要の上限値が、一週間に約 4300 トリップから約 2500 トリップに減少していることが分かる。また、行動-意図の一致率を、“最高に便利なバス”という前提の下で設定した値の半分とした場合の需要の“参考値”は、約 2100 トリップから約 700 トリップに減少していることが分かる。実際の需要が、先述の様に 2003 年 4 月現在で約 700 トリップ/週であることから、この参考値は概ね現実的な水準となっているものと言えるだろう。

5. BI 法の予測精度の精緻化に向けて

(1) 行動-意図一致/不一致に関するロジット回帰分析

以上の検証結果からも明らかな様に、BI 法予測において鍵を握るのは、行動-意図一致率を事前にどのように設定す

るのか、という点である。今回の木津南のバス路線供用後の需要予測値が上述の様に一定程度現実的に妥当性のあるものとなったのは、行動と意図との一致率の設定が概ね妥当であったためであると考えられる。それ故、いかにして行動-意図一致率を適切に設定するのか、を考えることが、今後 BI 法の適用を考える上で最も重要な課題である。

この認識から、表-5 に示した、106 ケースのバス利用意図を対象として、それが実行されたのか否か(すなわち、行動と意図が一致したのか否か)、という離散変数を従属変数としたロジット回帰分析を行い、行動-意図一致率に影響を及ぼす要因として如何なるものが存在するのか、そして、それぞれの要因の影響強度はどの程度なのか、という点について検討することとした。

ロジット回帰分析を行う際の説明変数としては、以下の変数を用いた。

- ・強自動車習慣ダミー: 表-5 のセグメント分けにも用いた変数である。表-1 の 01 に示したように、自動車の習慣強度が強いほど、バス利用の行動-意図一致率は低下することが予想される。
- ・事前バス利用ダミー: 表-5 のセグメント分けにも用いた変数である。事前においてバス利用者であるならば、バス利用についての具体的な情報を持ち、かつ、実行の困難性が低いであろうことから、表-1 の 03, 04 より、行動-意図一致性が向上することが予想される。
- ・強自動車習慣ダミー × 事前バス利用者ダミー: 強自動車習慣者であることの効果と、事前バス利用者であることの効果との間に交互作用が存在する場合、有意となる。
- ・自動車利用に対する態度: 事前のセグメント分けには用いなかったが、一般に自動車利用に対する態度が強ければ、バス利用の行動意図が低下することが知られている(文献⁴⁾参照)。それ故、表-1 の 02 に示した理由から、自動車利用態度が強い人ほど、バス利用意図が弱く、行動-意図一致率が低下することが予想される。
- ・公共交通利用に対する態度: 自動車利用に対する態度と同様に事前のセグメント分けには用いなかったが、一般に公共交通利用に対する態度が強ければ、公共交通利用の行動意図が向上することが知られている(文献⁴⁾参照)。それ故、表-1 の 02 に示した理由から、公共交通利用態度が強い人ほど、バス利用意図が強くなり、行動-意図一致率が向上することが予想される。

以上は、人々の内的な心理状態に関わる心理要因³⁾であり、上記の様に表-1 に示した社会心理学上の知見に基づいて、それらの変数の効果の方法が事前に理論的に予測し得るものである。なお、推定においては、これら以外にも交通手段転換ダミー(当該ケースが手段転換についての意図と行動である場合に 1 となるダミー変数)、利用駅転換ダミー(当該ケースが手段転換についての意図と行動である場合に 1 と

表-7 行動-意図一致についてのロジット回帰分析の結果

	(推定1) パラメータt値		(推定2) パラメータt値	
(心理要因)				
事前バス利用ダミー	0.28	0.29		
強自動車習慣ダミー	-2.36	-1.84*	-2.35	-2.01**
強自動車習慣ダミー × 事前バス利用者ダミー	2.75	1.85*	2.73	2.27**
公共交通利用に対する態度	-0.14	-1.54		
自動車利用に対する態度	-0.21	-2.16**	-0.13	-1.67*
(転換行動ダミー)				
交通手段転換ダミー	-1.14	-1.76*	-1.12	-1.74*
駅転換ダミー	-0.82	-1.27	-0.78	-1.23
(地域ダミー)				
洲見Bダミー†	1.37	0.82	0.56	0.38
洲見Cダミー†	-1.13	-1.35	-0.97	-1.22
梅見Aダミー†	2.40	1.52	2.19	1.47
梅見Bダミー†	-0.96	-0.78	-0.68	-0.58
定数項	4.92	1.94*	2.03	1.31
L(C), L(B), χ^2 [df], p, sample size	(-54.7, -43.6, 22.3[11], .20, 103)		(-49.8, -40.1, 19.3[9], .20, 103)	

†サンプル数を勘案して、洲見町を3つ(A, B, C)、梅見町を2つ(A, B)に分割した上で、洲見Aを基準として係数を推定した。

* $p < .10$, ** $p < .05$

なるダミー変数)ならびに、回答者の居住地域に応じたいくつかのダミー変数を独立変数として設定した。

以上の前提で推定した結果を、表-7(推定1)に示す。転換行動ダミーや地域ダミーは、それぞれのセグメントの定数項を意味するものであり、係数が統計的に有意か否かは変数選択において基準とならない^[4]。ところが、心理要因の中では、事前バス利用ダミー、公共交通利用に対する態度が有意な変数とはならなかった。そこで、これら2つの変数を削除した上で再度ロジット回帰分析を行った結果を(推定2)に示す。以下、この推定結果に基づいて考察を加えることとしよう。

まず、最初に言えることは、事前にバスを利用していることは、行動-意図一致性に正の影響を及ぼすことが理論的に予想されていたが、その仮説は統計的に棄却された、ということである。その一方で、理由01に基づいて強自動車習慣ダミーについて想定していた理論的予想は統計的支持を受け、そして、両者の交互作用項(すなわち、強自動車習慣ダミー × 事前バス利用者ダミー)の係数が有意に正の値となった。以上の推定結果は、次の事を意味している。すなわち「強い自動車習慣を持つ個人は、バス利用意図の実行を失敗する傾向が高い(効果サイズは-2.35)。また、事前にバスを利用していたか否か、ということは、自動車習慣が強い場合に限りバス利用意図の実行を促進する効果を持つ。その効果のサイズは+2.27であり、強自動車習慣の負の効果(-2.35)を相殺するものである。しかしながら、自動車利用習慣が弱い場合には、事前にバスを利用しているか否か、ということは、意図の実行を促進する要因とはならない」。

以上の結果は、図-2に示した実際の行動-意図一致率の傾向を反映したものである。すなわち、事前にバスを利用するという条件と、自動車の習慣が弱いという条件はいずれも行動-意図一致率を向上させる条件となるが、両者の条件が合わさっても、効果そのものは重ね合わさるということはない。こうした結果が生じたのは、いわば“天井効果”が原因ではないかと推察される。すなわち、行動-意図一致率が高い水準となるのが難しく、何らかのしきい値において頭打ちとなってしまう可能性も推察される。いずれにしても、このような交互作用が常に見られるのか否か、今回のデータだけでは不明であり、この点については、さらなるデータ収集、分析が必要である。

次に、態度変数については、自動車利用についての態度が有意な負の効果を持つこと確認された。これは、事前に予想したように、自動車利用の態度が行動意図の強度に負の影響を及ぼしたことが理由であると考えられる。しかしながら、公共交通利用についての態度については、事前の予想に反して有意な効果が確認できなかった。これにはいくつかの理由が考えられ得るが、おそらくは、調査において測定した態度が“バス利用”についてのものではなく、“公共交通全般”についてのものであったことが主要な原因であるものと考えられる。それ故、今後は、測定する行動に対応した態度を測定することが望ましいであろう。

次に、転換行動ダミーに着目すると、交通行動転換ダミーについて有意に負の係数が推定された。また、駅転換ダミーも有意とはならなかったが負の係数が推定された。これらダミー変数はアクセス行動の転換を基準として推定されたもの

表-8 式(10)と式(11)に基づいて算定した、バス利用意図表明者の行動-意図一致率の、自動車利用習慣の強度別、自動車利用の態度別の平均値

	車態度 低		車態度 中		車態度 高	
	弱車習慣	強車習慣	弱車習慣	強車習慣	弱車習慣	強車習慣
アクセス手段 換	64%	49%	53%	25%	37%	27%
	(3, 0.05)	(7, 0.34)	(5, 0.04)	(11, 0.26)	(4, 0.05)	(8, 0.23)
利用駅の 換	46%	42%	33%	15%	22%	16%
	(3, 0.06)	(6, 0.29)	(4, 0.04)	(8, 0.18)	(3, 0.03)	(6, 0.16)
交通手段の 換	37%	31%	26%	11%	15%	13%
	(3, 0.05)	(7, 0.26)	(4, 0.03)	(10, 0.15)	(3, 0.02)	(8, 0.12)

注: ()内の数値は左が該当ケース数, 右が標準偏差

表-9 表-8 に基づいて作成した、今後の BI 法予測のために設定した行動-意図一致率の一例。

	代替行動態度 低		代替行動態度 中		代替行動態度 高	
	代替行動 習慣 弱	代替行動 習慣 強	代替行動 習慣 弱	代替行動 習慣 強	代替行動 習慣 弱	代替行動 習慣 強
転換コスト 小	6.5割	5割	5割	2.5割	4割	2.5割
転換コスト 中	5割	4割	3.5割	1.5割	2割	1.5割
転換コスト 大	4割	3割	2.5割	1割	1.5割	1割

注1: 代替行動の例: バス利用への転換の場合の自動車利用, 新規電車・地下鉄線利用への転換の場合の自動車利用, ドライバーの新規道路路線転換の場合の別自動車経路利用, 等が考えられる。

注2: 転換コストの大小の例: 転換コストの大きなものとしては, 自動車から公共交通への転換や非自由活動の取りやめなど, 中程度のものとしては目的地の変更や出発時刻の変更に伴う活動スケジュールの変更や自由活動の取りやめなど, 低いものとしてはアクセスやイグレス手段の転換や駐車場所の変更, 軽微な出発時刻の変更, 等が考えられる⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。

であるので, これらの結果は, アクセス手段転換によるバス利用の行動-意図一致率が交通手段転換によるバス利用よりも有意に低いこと, そして, 駅転換によるバス利用意向の行動-意図一致率がその両者の間の水準であろうことを示唆している。この様な転換行動の種別による, 行動-意図一致率の違いは, 転換行動に伴う“転換コスト”の大小によって説明できる。交通行動の変容に伴う転換コストについてヤーリングらと行った研究⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾からは, トリップチェーンの変更や交通行動の取りやめに比べて交通手段の転換コストが大きいことが示されている。これは, 交通手段の転換には, 新しい情報収集のための認知コストや, 出発時刻や到着時刻の変化に伴う前後の活動の再配置コストなどが必要とされるからである。一方, 利用駅の変更も, 交通手段の転換ほどには大きな変化は伴わないが, アクセス手段の変更よりは, 情報収集コストや活動再配置コストなどが大きなものであると考えられる。こうした転換コストが高ければ高いほど, 行動意図は低下することも知られており(02), 意図の実行計画が非現実的になる(03)であろうから, 行動-意図一致率は低下するものと考えられる。

(2) 今後の需要予測に向けた行動-意図一致率の設定

さて, 以上の推定結果は, 今後, BI 法によって需要予測をする際に, 有益な知見を与えるものである。ただし, この推定結果をい, BI 法の中でどのように利用するかについては, いくつかの方法が考えられる。

a) ロジック回帰モデルを直接使用する方法

一つは, 一般的な交通行動についての非集計モデルがそうであるように, 推定されたモデルをそのまま適用し, 選択確率(BI法においては, 行動-意図一致率)を算出し, それに基づいて集計する, という方法である。ただし, 少なくとも地域ダミーは今回の計算対象であった木津南でしか使用できない変数であるから, これらの変数は BI 法適用時には除外しなければならない。それ故, 表明された意図が実行される確率 P (実行意図表明) を算定するにあたっては, 次の式を用いることが得策であろう。

$$P(\text{実行意図表明}) = \exp V / (\exp V + 1) \quad (10)$$

$$V = -2.35 \text{ 強自動車習慣ダミー} \\ + 2.73 (\text{強自動車習慣ダミー} \times \text{事前バス利用者ダミー}) \\ - 0.13 \text{ 自動車利用に対する態度} \\ + \text{転換行動種別に対応した定数項}$$

ここに, “転換行動種別に対応した定数項”は,

アクセス手段の転換については, 2.03
 利用駅の転換については, 1.25 (=2.03 - 0.78)
 交通手段の転換については, 0.91 (=2.03 - 1.12)

である。

b) セグメント毎におおよその行動-意図一致率を設定する方法

式(10), 式(11)のモデル式に基づいて, 表明された意図が実行される確率を求める場合の最大の問題は, 今回のサンプルで推定されたモデル式が他の状況にそのまま適用できるか否か, という点である。例えば, 今回の様な“駅へのアクセスバスの新規路線が供用される”というケースに BI 法を新たに適用する場合については, 直接利用することも可能かも知れない。しかしながら, コミュニティバスの供用や新規地下鉄の供用等に伴うバス需要に BI 法の適用を考えた場合, 対象としている行動が異なるのであるから, 式(10), (11)にて推定されている細かいパラメータの設定をそのまま採用することは適切ではないだろう。その場合には, 例えば, 今回の木津南の適用事例と同様に, 次のような手順で行動-意図一致率を設定することの方が望ましいだろう。すなわち;

1) 理論的に意味のあるセグメントを複数構成し,

2) それぞれのセグメントの行動-意図一致率を、過去の実証分析で報告されている数値(例えば、表-8 や文献⁴⁾の報告値)を参考に、例えば表-9 の様に設定し、

3) その行動-意図一致率を、その適用ケースの状況を、表-1 に示した諸理論を踏まえつつ修正して設定する。

ここで表-8, -9 について説明しよう。表-9 は、式(10), (11)式を用いて、今回の推定に用いた 103 ケースのそれぞれについて行動-意図一致率を算定し、その平均値をいくつかのセグメント毎に求めた結果である⁵⁾。セグメントを構成する軸としては、自動車の習慣の強度(強 vs. 弱)、態度(高 vs. 中 vs. 低)、そして、転換行動の種別(アクセス手段転換 vs. 利用駅転換 vs. 交通手段転換)を用いた。ここに、態度の尺度は付録に示したように、最小値 3、最大値 21 であるが、頻度分布を加味して、12 以下を“低”(28.2%)、13 以上 17 以下を“中”(41.7%)、18 以上を“高”(30.1%)と定義した。この表-8 は、今回のケースのみに該当する表であるが、それぞれのセグメントの軸の理論的な意味を踏まえ、かつ、各セグメントの行動-意図一致率を 0.5 割単位に丸めて作成したのが、表-9 である。この表では、表-8 の自動車利用の習慣と態度を、それぞれ“代替行動”の習慣と態度と読み替えている。そして、転換行動種別は、転換のためのコストの大きさを意味するものと解釈している。なお、表中の注 1、注 2 には代替行動の例や一般的な転換コストの大きさを示しているので、あわせて参照されたい。

なお、上記表-8 は、必ずしもロジット回帰分析を用いなくても、例えば表-5 に示したようなクロス集計によっても求めることができる。しかしながら、クロス集計にて信頼性の高い行動-意図一致率を各セグメントについて求めるためには、かなり多くのサンプル数が必要である。その点、ロジット回帰分析を用いれば、各変数の統計的検定も容易に行うことができる。その上、少ないサンプル数で有意な変数が複数推定できたのなら、その組み合わせに応じた複数のセグメントに対応した行動-意図一致率を表-8 の様に求めることもできる⁶⁾。例えば、文献⁴⁾に報告されているクロス集計表から 12 セグメントの意図-行動一致率を求めるのに 903 ものサンプルが用いられている一方で、表-8 では 106 サンプルで 18 セグメントの行動-意図一致率を求めている。こうした効率的な分析が、ロジット回帰分析を適切に援用することによって可能となる。

ところで、BI 法の予測を行う上で必要となるモデルの地域移転性が、式(10), (11)よりも表-9 の方がより高い、ということは一概には言えない。しかしながら、上記の 3)における“適用ケースの状況を、表-1 に示した諸理論を踏まえつつ修正”するためには、式(11)のパラメータを修正するよりは、表-9 の確率を直接的に修正する方が、容易であろう。それには理由が 2 つある。一つは、言うまでもないことではあるが、我々は“主観的確率”という心的概念を日常的に使いこなしているが、“主観的ロジット回帰モデルパラメータ”という心的

概念は存在しないという点である。それ故、需要予測者が、直感的判断で確率を修正することは容易でも、モデルパラメータを直感的判断で修正していくことは少々難しいであろう⁷⁾。そしてもう一つの理由は、式(10), (11)内の各変数よりも表-9 の各セグメントを構成する変数の方がより一般的な心理学的構成概念を意味している、という点である。それ故、表-1 に示した諸心理学理論に照らし合わせた時に、表-9 の各変数が行動-意図一致率に及ぼす理論的影響を理解することがより容易であり、そのために、式(10), (11)のモデルパラメータを直接修正するよりは、理論的な観点から修正を行うことがより容易であると考えられる。

なお、この表-9 にしろ、式(10), (11)の回帰式にしろ、今後の BI 法による需要予測に適用する際に、留意すべき点を一つ改めて強調しておこう。それは、ここで報告した行動-意図一致率は、行動意図としては“最高に便利なバス”という条件の下で表明されたものである一方で、それに対応した現実の行動は、オフピークには 1 時間に一本程度の頻度のバスサービスを供用した状況でのものであった、という点である。文献⁶⁾においてはこの点を勘案して、最初に設定した行動-意図一致率の“半分”の値を用いて、参考値としての予測値を求めた。それ故、もし、本当に最高に便利なバスサービスを供用したのなら、あるいは逆に、行動意図を測定する際に現実に予定しているサービスレベルを適正に教示したのなら⁸⁾、行動-意図一致率は表-9 に示したものよりも大きな値(例えば“2 倍”、あるいは、表-9 の値を P とすれば $P + (1-P)/2$ 程度のもの⁹⁾)を設定する必要があるだろう。

6. おわりに

本稿では、BI 法(行動意図法)で行った木津南の新規バス路線の交通需要予測の現実的妥当性を検証するとともに、今後の BI 法予測の予測精度の精緻化に資するであろう実証知見を報告することを目的としたいいくつかの分析を行った。

まず、木津南のバス需要予測を検証した結果、以下の事が明らかとなった。

- 1) 実際の集計需要は、単純な SP 法の予測値より二桁も小さなものであった一方で、BI 法で予測した“参考値”は概ね現実の需要量の水準であった。しかしながら、それでも現実の需要の約 3 倍の値となっていた。
- 2) 行動-意図の一致率の予測値を実現値と比較したところ、概ね現実的な妥当性を持つことが確認された(図-2)。
- 3) 事前予測においては、バスを利用するとした場合にどの程度の頻度でバスを利用するのか、というバス利用頻度として、各被験者が報告した値をそのまま採用していた。しかし、それが過大なものであったことが示唆された。これが、BI 法で予測した参考値が、実際の需要よりも大き

なものであった原因であったと考えられる。

- 4) その問題を改善すべく、各人のバス利用頻度そのものを事前に設定していた行動・意図の一致率に基づいて修正した上で改めて需要予測計算を行ったところ、需要予測の集計値も、現実的に妥当なものとなった。

以上の検証結果の中でも特に重要なのは、BI 法予測を行う上で最も重要な鍵となる行動・意図一致率の設定値が、概ね妥当であったことが示された点であろう。この設定値は、社会心理学の態度理論の知見をベースとして、地下鉄供用前後のパネルデータで得られた行動・意図一致率を参考に設定したものである。バス路線供用と地下鉄線供用とは異なるものであるし、両者の対象地域もそれぞれの地域の交通インフラ整備状況も全く異なる。それにも関わらず、“行動と意図の一致性”についての心理学理論をベースとすれば、一方の状況下で得られた知見がもう一方の状況に移転可能であった。この点は、BI 法が様々な需要予測に汎用的に利用できる可能性を、示唆する結果であると言える。

さらに、以上の検証結果のもう一つの重要な示唆は、今後、バス利用頻度等の自己報告値を援用するタイプのBI法予測を行う場合、回答者の自己報告値をそのまま採用するのではなく、式(7)、(8)、(9)に基づいて修正を加えれば、概ね現実的な予測ができるだろう、ということである。ただし、今回は、行動意図と行動との乖離について設定した値を、実際の頻度と被験者の予測頻度との乖離にそのまま適用することで、ほぼ正確な需要予測値を導くことができたが、両者が同じ値でよいか否かについては、今後、理論的、実証的に検討を加えていく必要があるだろう。

さて、以上の検証に引き続いて、今後の BI 法予測に資する知見を得ることを目的とした行動・意図一致性についてのロジット回帰分析を行った。分析の結果、バス利用の行動意図の実行を妨げる要因として、自動車利用の習慣と態度の存在が明らかになった。また、より多くの転換コストが必要とされる行動変容ほど、行動と意図の一致率が低下することも明らかにされた。本稿では、これらの知見を反映したロジット回帰式を提案した(式(10)、(11))。また、それら回帰式を援用しつつ、一般的な心理的要因を軸としたセグメント毎の行動・意図一致率の表を提示した(表-9)。そして、今後の BI 法予測における、様々な状況下での汎用的な使用を見据えた場合には、回帰式をそのまま適用するよりは、表-9 の様な形で表を作成し、その上で適用場所の状況や理論的な検討を踏まえて修正を加えることの方が得策であろうことを指摘した。

なお、本稿では検討対象とはしなかったが、「BI 法による、幅を持たせた予測値を、政策意思決定の現場でいかに活用していくべきか」という点も重要な研究課題として残されている。このあたりの議論については、文献(6)、あるいは、文献(17)の「帰結主義的予測 / 非帰結主義的予測」に関わる議論を参照されたい。

最後に、文献(6)の木津南の予測の時点では行動・意図一致率を求めるにあたって利用可能なデータは文献(4)のみであった一方で、これからの BI 法予測では式(10)、(11)や表-9 も用いることも出来る、という点は指摘しておきたい。そして今後は、社会心理学理論ばかりではなく、本稿で報告したような交通の現場から得られる実証知見を手がかりとして、実務事例を重ねていくことが必要である、という点も改めて強調しておきたい。そうした事例を重ね、本稿で報告した「検証と精緻化」を繰り返していくことで、BI 法の予測技術としての信頼性の向上が期待できる。本稿が、そうした検証と精緻化の円環作業のための一つの手引きとなれば幸いである。

付録 行動意図・態度・習慣の測定方法

- ・アクセス行動の転換の行動意図:「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。
- ・アクセス駅の転換の行動意図:「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」の選択を要請した。はい、の場合には、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。
- ・手段の転換の行動意図:「¹⁾(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、の場合には、続けて「その場合、クルマの利用回数は減ることになります。クルマを利用する回数はいくらになると思いますか?」と尋ねた。
- ・習慣:自動車利用習慣については、Verplanken et al. (1994)¹⁸⁾によって提案された次のような測定方法を用いた。まず、「友達の家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する。この習慣計測法は、直感的な回答によって各々の交通機関利用決定の“認知的な自動性の程度(cognitive automaticity)”を観測することを意図している。なお、文献(4)の適用事例においては、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ている。

・態度:クルマでの移動,ならびに,公共交通の移動のそれぞれについて,「楽しいですか?」「好きですか?」「快適ですか?」の3つの質問に対して7段階で回答を求め,その合計値によって,クルマ移動の態度,バス移動の態度の尺度を構成することとした.なお,いずれの態度指標についても,クロンバックの係数¹⁰⁾は0.91と十分な信頼性のある尺度であることが確認されている.

謝辞

本稿で報告したBI法検証のための事後パネル調査は,大阪市立大学内田敬助教授が実施なされた調査の一部として行われたものである.ご回答いただいた皆様に感謝申し上げますと共に,ここに記して深謝の意を表します.

注

- [1] 筆者らの行動意図法に類似した予測方法として, Manski (1990)¹⁹⁾のモデルが挙げられる. 彼が報告している行動予測方法は筆者らの行動意図法と統計数理的には同一である. しかしながら, 意図を合理的選択理論の枠組みで解釈しており, それ故に, 行動と意図の不一致をもたらす要因として, 意図形成時の情報の不完全さ以外のものを想定していない点が, 行動意図法との本質的相違点である. それ故, 彼のモデルでは行動意図法の Step 2)における“意図に基づく行動の予測”を正確に予測することは, 難しいものと考えられる.
- [2] なお, 転換行動の行動意図が表明されていないケースは今回の全117ケース(=39サンプル×3ケース)中で11ケース, そして, その11ケース中実際にバスを利用したのはわずか2ケースにしか過ぎなかった. これらのケースは行為の失敗(意図がないにも関わらず実行する)を分析するための情報を提供しているものの, 信頼しうる統計分析を行うには不十分なサイズのケース数と考えられる.
- [3] 心理学においては, 行動等の外延的要因と態度などの内延的要因の双方を総称して“心理”と呼称することが一般的である. これは, 時に両者を厳密に区別することが難しいためである.
- [4] 交通行動についての非集計行動分析の研究論文において, こうしたセグメントに対応したダミー変数, あるいは, 選択肢固有ダミー変数がt検定などの結果を受けて変数選択されるケースが時折見受けられるが, 特別の場合を除いて重回帰における切片項が検定の対象とならないように, 各セグメントのダミー変数の係数も特別の場合を除いて変数の選択対象とはならない. ただし, 行動や心理に影響を及ぼすものとして想定された機関選択モデルにおける料金や時間, あるいは, 今回のケースにおける態度や習慣などの心理要因は, 仮にダミー変数として変数が加工されていたとしても, 変数選択の対象とすることは一般的である. なぜなら, そこで推定したパラメータを用いて, 予測を行おうとする変数だからであり, 有意ではない変数, すなわち, 選択の要因とは認定できない様な変数を予測に用いることは,

重大な予測誤差を生み出しかねないからである.

- [5] ロジット回帰分析の結果から各セグメントの行動意図一致率を求めるにあたっては, セグメント別のサンプル平均を用いず, それぞれセグメントについて, そのセグメントに対応したサンプルを1つ想定し, その行動意図一致率を式(10), (11)で求めてもよい. ただし, 今回の表-8では, (自動車利用習慣との相互作用の存在が普遍的なものであるか否かが理論的には明らかでなかったために)“バス利用/非利用”をセグメントを構成する軸として設定しておらず, そのために, 各セグメントに対応したサンプルを想定する際に, バス利用/非利用の条件をどのように設定すべきかについての明確な基準が無かった. それ故, バス利用/非利用のサンプル分布をそのまま採用するという立場をとったため, サンプル平均を求めるという方法をあえて用いている.
- [6] 注[5]を参照されたい.
- [7] ただし, パラメータを補正しつつ確率を算定し, その確率の妥当性を判断しつつ, パラメータを補正していく, という方法は考えられる.
- [8] ただし, 文献6)にて指摘したように, “最高に便利なバス”という教示は被験者にとって理解しやすいものであるが, 料金や時間, バス停の位置, 場合によっては時刻表を提示した場合に, その状況を被験者が適正に認識することは容易ではないものと危惧される. 実際に想定しているサービスレベルを教示するべく努力することも重要ではあるが, 答えにくい調査となることは避けなければならない.
- [9] $P+(1-P)/2$ なる式は, 確率を2倍にすると, 1を超過するケースもあるが, そうした事態を避けるための一例として示しているに過ぎない.
- [10] 一般に, 一つの心理要因を複数の質問を用いて測定し, それらの合計, あるいは, 平均で尺度を構成する場合に, それらの質問が一つの心理要因を測定したものであると信頼できる程度を, その尺度の信頼性と呼ぶ. クロンバックの係数は, 信頼性の指標の一つであり, 一般に0.70を超過すれば, その尺度は十分な信頼性を持つと判定される. 詳細は, 文献20)を参照されたい.

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) ヤン・エルスター著, 海野道郎訳: 社会科学の工具箱 - 合理的選択入門 -, ハーベスト社, 1997.
- 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, No. 723/IV-58, pp. 1-14, 2003.
- 5) Fishbein, M., and Ajzen, I.: Belief, Attitude, Intention, and Behavior:

- An Introduction to Theory and Research. Addison-Wesley, Reading, MA, 1975.
- 6) 藤井 聡: 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 - , 土木計画学研究・論文集, (投稿中), 2003.
 - 7) Verplanken, B., & Aarts, H.: Habit, attitude and planned behaviour: Is habit an empty construct or an interesting case of goal-directed automatic? *European Review of Social Psychology*, **10**, 101-134, 1999.
 - 8) Gärling, T., Gillholm, R., & Gärling, A.: Reintroducing attitude theory in travel behavior research: The validity of an interactive interview procedure to predict car use. *Transportation*, **25**, 129-146, 1998.
 - 9) Verplanken, B., Aarts, H., Knippenberg, V.A. and Moonen, A.: Habit versus planned behavior: A field experiment, *British Journal of Social Psychology*, **37**, pp. 111-128, 1998.
 - 10) Gärling, T. & S. Fujii: Structural Equation Modeling of Determinants of Implementation Intentions, *Goteborg Psychological Reports*, Goteborg University, Sweden, **4** (29), 1999.
 - 11) Gärling, T. and Fujii, S.: Structural equation modeling of determinants of planning, *Scandinavian Journal of Psychology*, **43** (1), 1-8, 2002.
 - 12) Gärling, T., Ettema, D., Gillholm, R., and Selart, M.: Toward a theory of the intention-behavior relationship with implications for the prediction of travel behavior, In D. Hensher, J. King & T. Oum (eds.), *World transport research, Vol. 1, Travel behavior*, Pergamon, Oxford, pp. 231-240, 1997.
 - 13) Ajzen, I.: From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Eds.), *Action control: From cognition to behavior* (pp. 11-39). Springer, Heidelberg, 1985.
 - 14) 藤井 聡: 社会的ジレンマの処方箋 - 都市・交通・環境問題のための心理学 - , ナカニシヤ出版, 2003.
 - 15) Gärling, T. Jakobsson, C. Loukopoulos, P. and Fujii, S.: A Cost-Minimization Principle of Households' Adaptation to Travel Demand Management Measures, presented at the TRIP research conference: The Economic and Environmental Consequences of Regulating Traffic, Hillerød, Denmark, 2003
 - 16) Gärling, T. Jakobsson, C. Loukopoulos, P. and Fujii, S.: Roles of Information Technology in Households' Adaptation of Private Car Use to Travel Demand Management Measures, presented in the workshop Behavioral Responses to ITS, Eindhoven The Netherlands, 2003.
 - 17) 藤井 聡: 需要の創造 / 決意の計画, 土木学会誌, 2003年7月号, (印刷中) 2003.
 - 18) 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.
 - 19) Manski, C.F. (1990) The use of intentions data to predict behavior: A best-case analysis, *Journal of American Statistical Association*, **85** (412), 934-940.
 - 20) 藤井 聡: 交通行動分析の社会心理学的アプローチ, in 北村隆一・森川高行 編著, 交通行動の分析とモデリング, 技法堂, pp. 35-52, 2002.

(XXXX.XX.XX 受付)

VALIDATION AND ELABORATION OF TRAVEL DEMAND FORECASTING BY BEHAVIORAL INTENTION METHOD

Satoshi FUJII

Travel demand of a new bus route opened in 2002 was forecasted in 2001 using the *Behavioral Intention Method*. In this paper, the predictive ability of the method was tested using actual travel demand and panel data from a survey implemented before and after the opening of the bus route. The tests indicated that behavioral-intention consistency used for the prediction was approximately compatible with the actual behavior-intention consistency. It was also indicated that there was a discrepancy between actual travel demand and predicted travel demand, but the discrepancy diminished by adjusting the numerical formulation used in the prediction. The behavior-intention consistency was then analyzed using regression analysis for the purpose of future travel demand forecasting using the Behavioral Intention Method.