

交通需要予測における SP データの新しい役割
Rethinking the role of stated preference data in travel demand analysis

藤井聡*, 北村隆一**, トミー・ヤーリング***

Satoshi FUJII, Ryuichi KITAMURA, Tommy GÄRLING

1. はじめに

数理心理学¹⁾を起源とし、マーケティング分析²⁾の重要な手法として発展してきたステイティッド・プリファレンス法(以下、SP法)は、交通需要予測に繰り返し適用されてきている^{3), 4), 5)}。SP法では、以下の段階を踏んで交通需要を予測する: *step 1)* 被験者に仮想的な状況を提示し、選択、あるいは、順位付けを要請する(以下、こうして得られたデータをSPデータと呼称)、*step 2)* SPデータに基づいて各個人の嗜好構造、あるいは、効用関数を特定する、*Step 3)* 効用関数に基づいて各人の行動を予測し、それらを集計化する。

SP法の理論的基盤は嗜好構造(あるいは、効用関数)の一貫性(*coherence*)を前提とする合理的選択理論⁶⁾である。しかし、嗜好構造の一貫性が成立しない様々な意思決定現象(以下、アノマリー[*anomaly*]⁷⁾)の存在が数多く確認されてきている¹⁾。そして、これらのアノマリーを説明可能な様々な意思決定モデルが提案されていると共に¹²⁾、SP実験やCVM法等の仮想的な状況への反応を規定している嗜好は回答するまさにその時点において便宜的に創造されるに過ぎない(すなわち、構成的嗜好[*constructive preference*]仮説)、とも主張されている⁸⁾。もし、この見解が正しいなら、SP法での需要予測は不可能であると結論付けることができよう。

ところが、合理的選択理論の立場からはアノマリーの性質を十分に承知した上で慎重に実験を設計すれば、仮想状況下での個人の反応データから個人の嗜好を特定することが可能であるとも主張されている^{9), 10), 11), 12)}。このSP法の有効性に好意的な文献^{9) -12)}の見解は、嗜好が以下の二つから構成されていることを暗示している: すなわち、様々な些細な文脈には影響されない状況間の一貫性が保証される核嗜好(*core preference*)と、些細な文脈に依存する状況依存的嗜好(*contingent preference*)である。しかし、適切なSP調査と事後的な統計的手法で核選

好が把握できたところで、その核嗜好が実際の行動をどれだけ規定しているのだろうか? もしも、核嗜好だけが行動を規定するものでないのならば、合理的選択理論に基づいたSP法による受容予測を弁護することは困難なのでは無かるか?

この点に関して、核嗜好だけが行動の規定要因ではないという主張を強く支持する2つの理由が挙げられる。第一に、仮想状況下の反応だけでなく、実際の行動が些細な表現の方法や回答の順番によって影響される例はいくつも報告されている¹³⁾。第二に、人間の行動と心理的傾向に着目した数多くの研究が、一般的心理傾向(*general predisposition*)と行動との間の相関は概して低いことを繰り返し実証してきている^{14), 15)}。さらにこれらの2つの理由に加えて、上述の構成的嗜好の仮説⁸⁾が完全に棄却された訳では無く、核嗜好がSP実験以前には存在していない可能性が残されていることも指摘しておく。

以上の議論より、SP法で交通需要予測を行うことを正当化することは難しい様に思える¹³⁾。しかしながら、SP法を理論的には正当化できないとしても、より優れた代替的手法が提案されない限りにおいては、SP法の利用を実用的には許容できるかも知れない。特に、新しい交通手段の需要予測を行う場合、SP法よりも優れた方法は今のところ提案されていないように思える¹⁴⁾。

本研究の究極的な目的は、新規交通選択肢の需要を予測する新しい方法を提案し、以上の問題を抱えたSP法の利用回避を目指すものである。本稿は、そのために、嗜好(*preference*)を中心的概念とする合理的選択理論ではなく、社会心理学における態度(*attitude*)を中心的概念とする理論体系、すなわち、態度理論(*attitude theory*)^{16), 17)}を基盤とした基礎的考察を行うものである¹⁵⁾。

態度理論の枠組みの中では、仮想状況下での反応であるSPデータは、自らの行動に関する行動意向(あるいは、行動意図; *behavioral intention*)と解釈できる¹⁷⁾。行動意向とは、「~しようと思う」「~するつもりだ」という形で表現される心理要因であり、対象行動の態度や社会的な望ましさの程度等に規定される動機の強さを表現するだけ

キーワード: 態度理論, 交通行動分析, 交通情報

* 正会員, 博士(工学), 京都大学大学院工学研究科

** 正会員, Ph.D., 京都大学大学院工学研究科

(〒6068501 京都市左京区吉田本町, tel: 075-753-5136, fax: 075-753-5916, fujii@term.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

** 非会員, Ph.D., Department of Psychology, Göteborg University

表1 意向-行動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, 1999¹⁶⁾)

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、それに先つ行動意向を形成しない(Gärling, et al., 1998¹⁷⁾)

■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向を形成している場合にもそれが実行されない(Verplanken, et al., 1998¹⁹⁾)

02. 弱い行動意向

ある行動意向を形成していても、その意向が弱ければ実行しない(Fishbein & Ajzen, 1975¹⁴⁾; Gärling & Fujii, 1999²¹⁾)

03. 対象行動の実行計画の非現実性

行動に先立つた実行計画が非現実的な場合、意向があってもその実行を失敗する(Gärling, et al., 1997²⁰⁾)

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, 1999²¹⁾; Ajzen, 1985²²⁾)

■双方の失敗の原因

OC1. 肯定的自己提示と戦略的反応¹⁷⁾

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)¹⁷⁾

でなく、行動の実行についての関与(commitment: 極端には決意)の程度を含む¹⁴⁾。それ故、いくつかの心理要因の中でも、実際の行動を規定する最も重要な先行要因であると捉えられる。ただし、行動意向と行動が必ずしも一致するとは限らないため、いつ行動意向が実行される/されないのか、に着目した研究が重ねられてきている¹⁷⁻²²⁾。その中で、Gärling 他¹⁷⁾は、行動と意向の不一致を行為の失敗(行動意向が無いにも関わらず行動してしまう過ち)と無行為の失敗(行動意向があるにも関わらず行動しない過ち)に分類した。

従来の研究で明らかにされている、行為/無行為の失敗の原因を表1に示す。ここに示した様に、態度理論の体系の中では、行動意向対象の行動と既存の習慣行動との関係、意向の強さ、実行の難しさ等の要因が意向-行動一致性に影響を与えることが知られている。

2. 行動意向データに基づく交通行動の予測

本研究では、態度理論における意向-行動一致性に関する諸仮説を考慮することが交通行動の予測に有効であることを確認するための実証分析を行った。利用したデー

タは、H10年4月に供用された京都市地下鉄東西線(以下、東西線)供用の約半年前と約半年後に実施した事前/事後調査から得た。事前調査では沿線の2万世帯に調査協力の要請葉書を配布、反応のあった3171世帯に調査票を再配布後、2000世帯から3944人の個人調査票を回収した。事後調査では事前調査被験者に調査票を配布、2065名から回収をした。事前調査では通勤手段を尋ねた後に、東西線の路線と駅の場所の地図情報、主要駅間の所要時間と費用を被験者に提示後、東西線を利用すると思うか否かの質問を設け、「そう思う」「少し、そう思う」「そう思わない」の3つからの選択を要請した。これを東西線利用通勤の意向データと見なし、それぞれを「強意向」「弱意向」「無意向」とコード化した。事後調査では引越しや転職の有無を尋ねた後に、東西線での通勤頻度を尋ねた。東西線を「毎日」または「時々」利用している人を東西線通勤者、「数回利用したことがある」「利用したことが無い」人を非東西線通勤者と定義した。

実証分析に先立ち、表1に示した意向-行動に関する諸仮説から以下の3つの推論を演繹した。まず、事前調査の時点で東西線通勤の習慣を形成することは当然できないので、C1は行為の失敗の原因とはなり得ない。また、通勤手段選択が衝動的な意思決定とも考えにくいのでC2も行為の失敗の原因となるとは考え難い。したがって、行為の失敗の原因となり得るのは、双方の失敗原因であるOC1のみである。一方、無行為の失敗の原因として挙げられている01-04はいずれも考えられ得る。なぜなら、地下鉄通勤に代替する自動車通勤や自転車通勤などの習慣を形成している被験者はいるだろうし(01)、地下鉄通勤の弱い意向を形成することも可能だろうし(02)、地下鉄通勤実行に当たって非現実的な行動計画しか立てないこともあり得るし(03)、地下鉄通勤の実行困難性が高い通勤者も少なくない(04)、と考えられるからである。以上より、

推論1) 無行為の失敗率は行為の失敗率よりも高い
次に02から、単純に以下の推論が導かれる。

推論2) 強意向の方が弱意向よりも無行為の失敗率が低い

さらに、事前に公共交通通勤をしていない人は、地下鉄利用の代替行動となる自動車、自転車等での通勤習慣を形成している可能性が高い。そのため、01より、

推論3) 事前での非公共交通利用者の方が公共交通利用者よりも無行為の失敗率が低い

なおこの推論は、03、04からも導かれる。なぜなら、

表2 行動意向別・供用前公共交通利用別・事後地下鉄利用別のサンプル数

	非・公共交通利用(供用前)		公共交通利用(供用前)	
	地下鉄 非利用	地下鉄 利用	地下鉄 非利用	地下鉄 利用
無意向	339	11 [†]	343	20 [†]
弱意向	30 ^{&}	9	16 ^{&}	9
強意向	27 ^{&}	7	23 ^{&}	69

[]内は行動意向別・公共交通利用別の地下鉄利用/非利用割合
&:無行為の失敗 †:行為の失敗

非公共交通利用者の方が公共交通利用者よりも地下鉄通勤の実行困難性が高いことも推察されるし(04), 公共交通利用についての知識も乏しいことから実行計画が非現実的なものとなり易い(03)からである。

ここで、本調査における意向-行為の一致に関する集計結果を表2に示す。以下、この表に基づいて各々の推論に対応した集計値を計算し、各々の推論の真偽を統計的に検定する。まず、**推論1**については、行為の失敗はわずか4.3%(713人中31人)にしか過ぎない一方で、無行為の失敗は50.5%(190人中96人)と明確に予想通りの結果となった。この差は、0.1%の水準で有意であった($\chi^2[1]=215.06$)。

次に、無行為の失敗率が弱意向者について71.9%(64人中46人)、強意向者について39.4%(126人中50人)と、**推論2**に一致する結果が得られた。この差は、0.1%の水準で有意であった($\chi^2[1]=18.06$)。ただし、この傾向は、供用前の公共交通利用者には見られたが(弱意向者 vs. 強意向者が64.0%vs.25.0%), 非公共交通利用者には見られなかった(弱意向者 vs. 強意向者が77.0%vs.79.4%)。供用前の公共交通利用と意向強弱の交互作用は5%の水準で有意であった($\chi^2[1]=6.01$)^[6]。

最後に、地下鉄供用前の非公共交通機関利用者の無行為の失敗率が78.1%(73人中57人)、公共交通機関利用者のそれが33.3%(19人中117人)と、**推論3**に一致する結果が得られた。この頻度差も、0.1%の水準で有意であった($\chi^2[1]=37.65$)。

3. 提案

以上に示した実証データは、意向-行動一致性に関する諸仮説からより論理的に導いた3つの命題を明確に支持するものであった。このことは、それらの諸仮説が交通行動においても成立し得ることを示唆している。この知見を受け、本研究では非既存交通選択肢の需要を予測する以下のような枠組みを提案する。

Step 1) 予測対象とする行動に関する行動意向、なら

びに、意向-行動一致性に影響を及ぼす要因を調査する。

Step 2) 調査データに基づいて個々人の行動を予想し、それらを拡大・集計化する。

Step 1)での調査をする場合、表1に列挙した意向-行動一致性の要因を一つ一つ考慮する必要がある。表1で示されている要因の中でも特に重要と考えられるのは、本研究のデータで直接示した1)対象行動の行動意向の強度、2)対象行動の代替行動についての習慣強度、であろう。対象行動の種類によっては、3)対象行動の習慣強度や4)対象行動の衝動性を観測することも必要とされよう。また、本データでは直接示していないが、5)対象行動実行にあたっての計画意図(planning intention²¹⁾)の強度や、6)対象行動の行動制御性(あるいは実行困難性)の知覚値(perceived behavioral control²²⁾)も、重要な情報となろう。また、7)当該行動意向の回答が社会的にどれ程望ましいか、8)被験者が回答によって調査者を操縦しようとする程度はどの程度か、についても、調査設計時点で事前に考慮することが必要であろう。

Step 2)での行動予測を行う際、**Step 1)**で収集された各種要因に基づいて行動-意向一致性を予測する方法論が必要とされる。その方法論としては、行動-意向一致/不一致を選択肢集合とする二項ロジット回帰モデル等の、内生変数の制約条件付き回帰モデル²³⁾が活用できるかも知れない^[7]。ただし、表1に示した理論的、かつ、定性的因果関係が普遍的であったとしても、定量的な確率構造が普遍的であることは保証の限りではない²⁴⁾。それにも関わらず、定量的需要予測の実用的必要性が高い場合には、精緻な統計モデルよりはむしろ、次のような大雑把な予測が望ましいのではなかろうか。

「無意向の信頼性は8,9割はあるだろうが、有意向の信頼性は非常に低い。意向強度が高い場合にも6,7割程度、意向強度が低い場合には3,4割程度の信頼性しかない。特に、代替行動の習慣を形成している場合には、その信頼性はさらに2,3割低下する。」

もちろん、この程度の予測値ですら、その予測レンジが適切である保証はない。にも関わらず、この大雑把な方法は、表1に示す種々の行動科学的知見を無視し、精緻な統計的手法のみに依存した旧来のSP法よりは、はるかに現実的な予測値を与えるものと期待される。今後は、本稿で示した基本的アプローチに基づいて、数多くの文脈における意向-行動一致性を各所で分析し、その知見を少

しずつ蓄積していくことで、上述の大雑把な定量的議論をより精緻化し、信頼性を向上できることが期待される。

注

- [1] 問題の表現方法、回答方法、回答時間、回答の順番等の些細な相違によって、回答がシステマティックに変化することが知られている。文献13)、25)を参照。
- [2] プロスペクト理論、後悔理論、差異化整理理論、状況依存焦点モデル等、対象とする意思決定現象に応じて様々なものが提案されている。文献26)、27)を参照。
- [3] ここに展開したSP法の有効性を論駁する議論はCVMによる価値計測の有効性を論駁するものではない。なぜならここでの議論は、慎重な実験設計で核選好を特定できる可能性を完全否定するものではないからである。ただし、核選好が事前に存在していない可能性も考えられる⁸⁾、例え12)で具体的に示されている様な方法を用いたとしても核選好が特定できるか否かは今のところ誰も確証していない。
- [4] もちろん、需要予測を放棄した上で交通計画を検討する可能性を許容する立場に立つならば²⁸⁾、代替的手法の不在はSP法利用を許容する理由には一切ならない。
- [5] 態度は「好ましさの程度という形で表現される。特定の対象についての心理的傾向(p.1-2¹⁶⁾」と定義される。また、29)では、態度が選好と概念的に差別化される理由として、1)態度は潜在する心理量として定義されるものであり、2)それ故に個人間比較が許容されうると共に、2)時間的に変化することも許容される、という3点を挙げている。
- [6] この理由の一つとして、非公共交通利用者に関しては既に行為の失敗率が十分に高かったために、意向の強弱の影響が表れなかった天井効果(ceiling effect)が挙げられる。加えて、**推論 3)**を演繹する際に仮定したように、非公共交通利用者は公共交通利用に関する知識も乏しいために、意向強弱が非現実的なものであったことが原因であった可能性も考えられる。
- [7] 例えば、事前に地下鉄利用意向を形成していた190個人を対象に、行為の失敗を0、意向通り地下鉄利用を1とする変数を内生変数とした二項ロジット回帰を推定すると、表Aの結果が得られた。一つの可能性として、この推定結果を利用して、新しい意向調査を実施した場合の行動意向一致性を予測する方法が考えられる。その場合、「非公共交通利用」を対象行動の代替行動の習慣の有無ダミーと読み替えることが必要である。

表A 意向形成者の意向-行動一致/不一致モデル

	係数	t値
定数	-1.27	-4.49
非公共交通利用	-2.37	-6.38
公共交通利用かつ強意向	1.67	3.48

$$L(C)=-131.7, L(B)=-106.5, \chi^2=25.2$$

参考文献

- 1) Krantz, D.H., Luce R.D., Suppes, P., & Tversky, A.: *Foundations of measurement*, Vol. 1, Academic Press, New York, 1971.
- 2) Green, P., & Srinivasan, V.: Conjoint analysis in marketing: New developments with implication for research and practice. *Journal of Marketing*, **54**, 3-19, 1990.
- 3) 森川高行: ステイテッド・プリファレンス・データの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望, 土木学会論文集, No. 413/IV-12, pp. 9-18, 1990.
- 4) Louviere, J.J.: Conjoint analysis modelling of stated preferences: a review of theory, methods, recent developments and external validity, *Journal of Transport Economics and Policy*, **22**, (1), pp. 93-119, 1988.
- 5) Hensher, D.A.: Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. *Transportation*, **21** (2), pp. 107-133, 1994.

- 6) K. Arrow, E. Colomatto, M. Perlman, and C. Schmidt (eds.) *The rational foundations of economic behavior*. Macmillan, London.
- 7) Kahneman, D., Knetsch, J.L., and Thaler, R.H.: Anomalies: The endowment effect, loss aversion and status quo bias. *Journal of Economic Perspectives*, **5**, pp. 193-206, 1991.
- 8) Slovic, P.: The construction of preferences. *American Psychologist*, **50**, pp. 364-371, 1995.
- 9) McFadden, D.: Measuring willingness-to-pay for transportation improvement, In *Theoretical Foundations of Travel Choice Modelling* (edited by T. Gärling, T. Laitila and K. Westin), Elsevier, Amsterdam, pp. 251-279, 1998.
- 10) McFadden, D.: Rationality for economists? *Journal of Risk and Uncertainty*, **19**, 73-105, 1999.
- 11) Baron, J.: Biases in the qualitative measurement of values for public decisions, *Psychological Bulletin*, **122**, pp. 72-88, 1997.
- 12) Arrow, K., Solow, R., Prtney, P.R., Leamer, E.E., Radner, R., and Schuman, H.: Report of NOAA panel on contingent valuation. 58 Federal Register 4601. January 15, 1993.
- 13) Dawes, R. M.: Behavioral decision making and judgment. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *Handbook of social psychology* (4th ed., pp. 497-548). Boston, MA: McGraw-Hill, 1998.
- 14) Fishbein, M., and Ajzen, I.: *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Addison-Wesley, MA, 1975.
- 15) Sheppard, B. H., Hartwick, J., and Warshaw, P. R.: The theory of reasoned action: A meta-analysis of past research with recommendations for modifications and future research. *Journal of Consumer Research*, **15**, pp. 325-343, 1988.
- 16) Eagly, A. H., and Chaiken, S.: *The psychology of attitudes*. Forth Worth, FL: Harcourt Brace Jovanovich, 1993.
- 17) 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**, pp. 129-146, 1998.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) Gärling, T., Etema, 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.
- 21) Gärling, T. & S. Fujii: Structural Equation Modeling of Determinants of Implementation Intentions, *Goteborg Psychological Reports*, Goteborg University, Sweden, No. 4, Vol. 29, 1999.
- 22) 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.
- 23) Maddala, G.S.: *Limited-dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press, 1983.
- 24) Gärling, T.: Behavioral assumptions overlooked in travel-choice modeling. In J. Ortuzar, S. Jara-Diaz & D. Hensher (Eds.), *Transport modeling*. Pergamon, Oxford, pp. 3-18, 1998.
- 25) Payne, J. W., Bettman, J. R. and Johnson, E. J.: *The Adaptive Decision Maker*, Cambridge University Press, New York, USA, 1993, 1993.
- 26) Svenson, O.: The perspective from behavioral decision theory on modeling travel choice, in *Theoretical Foundations of Travel Choice Modelling* (edited by T. Gärling, T. Laitila and K. Westin), Elsevier, Amsterdam, pp. 141-172, 1998.
- 27) 竹村和久: 意思決定の心理, 福村出版, 1996.
- 28) 藤井聡: 交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性について, 土木計画学研究・論文集, No. 16, pp.19-34, 1999.
- 29) 藤井聡: 交通行動分析の社会心理学的アプローチ, manuscript for publication.