

情報提供下における交通行動変化のモデル分析*

A Model Analysis of Travel Behavior Changes Under Traveler's Information

岡田 良之^{**}, 森川 高行^{***}, 倉内 慎也^{****}, 佐々木 邦明^{*****}

By Yoshiyuki OKADA, Takayuki MORIKAWA, Shinya KURAUCHI and Kuniaki SASAKI

1. はじめに

交通基盤整備及び交通政策の実施に伴う交通行動の変化の予測を非集計離散型選択モデルを用いて行う場合、通常、ある選択肢 A から他の選択肢 B への変化と選択肢 B から選択肢 A への変化は対称的に行われるものとして扱われている。しかし、実際の選択には、過去の経験や知識が大きく関与しており、選択は時間的に見て明らかに非対称的である。このような問題を無視して予測を行った場合、行動の変化量が過大に予測されてしまうため、時に投資や政策などの社会的判断を誤った方向へ大きく導く危険性がある。このような指摘は以前からなされており¹⁾、慣性項を導入し状態依存性を考慮したモデルや²⁾、パネルデータを用いて交通行動の変化を時間軸に沿って表現したモデル³⁾、学習過程を明示的に考慮したモデル⁴⁾などが提案されているが、そこで表されている状態依存性の解釈が曖昧である、学習自体に心理的抵抗が存在するなどの問題があり、交通手段変更に伴う抵抗をより明示的に分析する必要があると言える。

そこで本研究では、交通行動の変更には変更費用 (transaction cost) がかかるとして、情報提供下における交通行動の変化に着目した分析を行う。この transaction cost は、どの交通手段からどのような交通手段にシフトするのかによって、また個人間によっても大きく異なり、その差異が個人の選好に影響を及ぼすとの立場から、交通情報提供による交通管理の効果を分析する上で、交通行動の変更を非対称的な現象として捉えた 1 つのアプローチとして位置づけられる。本研究ではこのアプローチの第一段階として、非集計

行動モデルを利用し transaction cost の定義・定量化を行ない、それを被説明変数とした重回帰分析を行い、交通情報が意思決定に与える影響についての考察を行う。

2. 用いるデータの概略

(1) 調査の概要

本研究では、市民の交通情報に関するニーズを把握するために、平成 9 年 3 月に名古屋市計画局が行ったアンケート調査データを使用した。調査は住民基本台帳をもとに 3,000 世帯を無作為に抽出し、郵送配布・回収形式で行われた。通勤交通及び都心への私事交通を対象に各 1 票づつのアンケート用紙が送付され、以下の項目に関するデータが得られている。

- 1) 社会経済属性
 - 2) トリップ属性
 - 3) 通常利用する交通手段の属性及び選択理由
 - 4) 選択しなかった交通手段のトリップ属性
 - 5) 現在の交通情報入手状況 (方法, 場所)
 - 6) 入手したい情報の種類と場所
 - 7) 仮想の交通情報提供下での交通行動変更の意思
- 7) の交通行動変更に関しては、被験者が全交通手段の所用時間情報をいつでも入手できるような状況を想定し、情報が得られたときに、「現在利用している交通手段の変更を考えるか」を尋ね、交通手段を変更すると回答した場合にはさらに、「どのような交通手段に変更するのか」「それはどのような情報によるものか (例: 道路渋滞により車の所用時間が〇〇分増加、公共交通が△△分遅れている)」などのデータが得られている。

(2) 交通行動変化の集計分析

表 1 は本研究における調査データの代表交通手段

キーワード: 交通行動分析, 交通情報, ITS

** 正会員 工修 株式会社社長

*** 正会員 Ph.D 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻

**** 正会員 工修 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻

***** 正会員 工博 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町, tel:052-789-3730, fax:052-789-3738)

の比率を示している。これは第3回中京都市圏PT調査(平成3年実施)の分担率とほぼ一致している。次に、前節7)の情報提供下での交通行動に関して集計した結果、交通行動を変更する意思があると回答したサンプルは、通勤交通に関して、自動車利用者が56.2%、マストラ利用者が44.1%で、私事交通に関しては、自動車利用者が60.7%、マストラ利用者が51.0%であった。通勤交通よりも私事交通のほうが高い比率を示しているのは、通勤交通には勤務先での駐車場の有無や商用車での通勤などの外的制約が存在するため妥当な結果であるといえる。自動車利用者のほうがマストラ利用者に比べて交通行動を変更しやすいという結果は、自動車の経路変更の影響が大きいためである。表2は、交通行動変更形態を自動車及びマストラ利用者別に集計した結果である。全般的に、自動車利用者は経路変更、マストラ利用者に関しては別のマストラへの変更というように、変更にかかる費用や労力の少ない形態に変更することがわかる。ただし、私事交通に関しては目的地が都心ということもあり、自動車からマストラへの変更がスムーズであることがうかがえる。

表1 調査データの機関分担率 (%)

	徒歩	二輪車	自動車	バス	鉄道
通勤	5.1	10.3	52.6	3.8	22.1
私事	2.0	4.6	32.4	10.0	37.4

表2 交通情報提供による交通行動変更形態

交通手段		比率 (%)	
変更前	変更後	通勤	私事
自動車	P&R	4.0	11.8
	K&R	6.8	8.2
	マストラ	29.7	51.0
	経路変更	53.4	24.1
	その他	6.0	4.9
マストラ	P&R	1.9	8.5
	K&R	7.7	8.2
	別のマストラ	51.9	45.9
	経路変更	2.9	4.4
	自動車	32.7	30.7
	その他	2.9	2.3

3. 交通行動変化のモデル分析

(1) 情報提供下における交通手段選択モデル

所要時間情報が提供された時の交通行動に着目し、交通行動を変更する意思があると回答した個人のデータを用いてSP交通手段選択モデルを構築する。具

体的には、通常は自動車(所要時間=30分)を利用している個人が、道路渋滞による遅れが20分の時に鉄道(所要時間=40分)へ変更すると回答した場合、自動車(所要時間=50分) vs 鉄道(所要時間=40分)の選択において鉄道を選択するものとして扱った。本研究では、統計的有効性を高めるために、交通行動を変更しないと回答したサンプルもRPモデル(情報提供前の交通手段選択モデル)のデータとして用いたRP/SP融合モデル²⁾によって、通勤・私事交通それぞれに対して自動車、鉄道、バスに関する3項ロジットモデルを推定した(表3)。なお、P&R及びK&Rについては、代表交通手段である鉄道あるいはバスの効用関数を用い、経路変更については所用時間の異なる自動車への変更として扱った。

推定結果を見てみると、すべての変数に関してパラメータの符号条件を満たしており、かつアクセス時間以外の変数が有意であることから、妥当な結果が得られたと言える。SPモデルのRPモデルに対するスケールを表すスケールパラメータの値より、通勤交通のSPモデルのランダム項の標準偏差はRPモデルの約3分の1、私事交通の場合は約2分の1であることがわかる。このことから、所用時間情報の提供により、所用時間の不確実性によって生ずる確率項の分散が小さくなったと考えられる。

表3 交通手段選択モデルの推定結果 (t値)

	通勤交通	私事交通
定数項(車) RP	1.55 (2.9)	-0.66 (-1.6)
定数項(鉄道) RP	1.04 (2.0)	-0.90 (-2.8)
定数項(車) SP	-1.05 (-1.7)	-1.46 (-1.9)
定数項(鉄道) SP	-0.04 (-0.1)	-0.40 (-0.5)
男性ダミー		0.76 (2.9)
50歳未満ダミー		0.64 (2.8)
車内旅行時間(時間)	-3.20 (-4.2)	-7.14 (-9.0)
アクセス時間(時間)	-3.34 (-1.8)	-6.67 (-3.6)
イグレス時間(時間)	-4.41 (-3.2)	
スケールパラメータ	3.28 (2.3)	1.93 (2.8)
$\bar{\rho}^2$	0.446	0.342
N	340	526

(2) transaction cost の定義

transaction cost とは、経済学の分野でよく用いられる言葉で、ある選択肢から別の選択肢にシフトするときに新たな選択肢に関わるコストとは別に要するコストのことである。例えば、居住地の転居に伴う、引

っ越し費用がそれにあたる。交通手段変更についても、transaction cost が存在すると考えられる。普段乗り慣れていない交通手段を利用しようとする時に、その所用時間やマストラのダイヤ及び路線の知識、駐車場の情報の不足などから直接的に心理的な抵抗が生じるとともに、それを補うために要する情報収集に対する心理的な抵抗が二次的に生じる。この双方の抵抗が transaction cost に含まれる。

transaction cost をアンケート調査等から直接観測することは困難である。そこで本研究では、前述の所用時間情報に関する SP データと、前節で推定した RP/SP モデルの係数ベクトル $\hat{\beta}$ を使って、ある個人 n の変更前の交通手段 A の期待効用 $\hat{V}_n(A)$ と、変更後の交通手段 B の期待効用 $\hat{V}_n(B)$ を算出し、transaction cost (T_n) の定量化を試みる。

今、図 1 のように交通手段 A の遅れ時間と期待効用の関係を考えると、通常モデルでは $\hat{V}_n(A)$ が $\hat{V}_n(B)$ と等しくなった地点で選好無差別となる^{注1)}。しかし実際には transaction cost が存在するため、B への変更がおこる地点はそれよりも T_n の分だけ低い値となる。これを式で表すと、式(1)のようになる。

$$\begin{aligned}\hat{V}_n(A) &= \hat{V}_n(B) - T_n \\ T_n &= \hat{V}_n(B) - \hat{V}_n(A)\end{aligned}\tag{1}$$

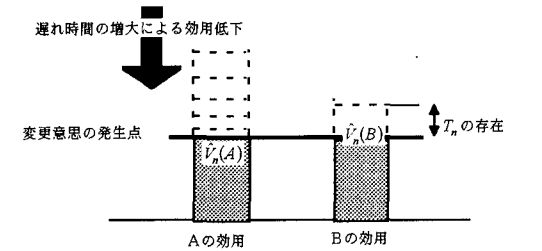


図1 T_n , $\hat{V}_n(A)$, $\hat{V}_n(B)$ の関係

(3) transaction cost の回帰分析

transaction cost は個人ごとに異なり、また、同一個人でも、どのような交通手段に変更するのかにより異なると考えられる。したがって、それらの関係を定量的に分析することを目的として、 T_n を被説明変数とした重回帰分析を行う。式 (1) で計算される T_n は、効用タームで計測されており、その値の大きさの解釈

が難しいため、 T_n を前節で推定した RP/SP モデルにおける車内旅行時間の係数値の絶対値で除し、旅行時間タームに直したものを被説明変数として回帰分析を行った。説明変数には、表 4 に示した各ケースを表わすダミー変数（通勤では SP7 を、私事交通では SP5 を 0 に固定）、普段利用している交通手段の総旅行時間（遅れ・短縮時間を考えない旅行時間）、及び年齢、性別などの個人属性を用いた。

推定結果を表 5 に示す。この回帰式は、各 SP ダミーと定数項の和が SP データの種類ごとの定数項を示しており、それぞれ異なるような構造になっている。通勤交通の方では、SP2 を除くすべての SP ダミーが有意であり、パラメータ値を見るとマストラから自動車へ変更するときの T_n が、他の変更パターンに比べて大きいことが特徴となっている。有意ではないが、同様な傾向が私事交通の方にもあてはまると言える。男性ダミー、50 歳未満ダミーのパラメータは有意性を欠くが、個人属性による違いを見いだすことができる可能性が十分にあることを示すことができた

表 4 回帰分析に用いた交通行動の変更パターン

	変更パターン	変更理由
SP1	自動車→P&R	(道路渋滞による遅れ、マストラの遅れがあると分かったとき)
SP2	自動車→K&R	
SP3	自動車の経路変更	
SP4	自動車→マストラ	
SP8	マストラ→自動車	変更先手段の旅行時間が個人の知覚旅行時間よりも短いと分かったとき
SP5	自動車→P&R	
SP6	自動車→K&R	
SP7	自動車→マストラ	
SP9	マストラ→自動車	

表 5 回帰分析の推定結果

variable name	通勤交通	私事交通
定数項	-23.9 (-2.9)	-24.0 (-1.1)
SP1 ダミー	23.4 (2.0)	25.9 (1.3)
SP2 ダミー	7.73 (0.8)	11.0 (0.6)
SP3 ダミー	31.4 (4.2)	25.3 (1.3)
SP4 ダミー	19.9 (2.6)	24.3 (1.2)
SP5 ダミー		16.0 (0.6)
SP6 ダミー		10.6 (0.5)
SP7 ダミー		37.1 (1.8)
SP8 ダミー	67.5 (7.0)	18.8 (0.9)
SP9 ダミー	38.1 (3.6)	3.06 (1.0)
総旅行時間 (分)	0.266 (2.5)	0.745 (5.9)
男性ダミー	3.96 (0.9)	
50 歳未満ダミー		
R^2	0.460	0.267
R^2	0.422	0.217
N	124	158

(注：通勤交通には、SP5、SP6 のサンプルはない)

言える。しかし、モデルの適合度を表す R^2 の値が非常に低いという問題点を抱えている。これは、本研究で用いた調査データからは適切な説明変数を入れることができなかったことが最も大きな原因である。

表 5 だけでは、それを分かり易く捉えることができないため、総旅行時間が 40 分の人を例にとり、変更パターンごとに T_n の値を算出した。その結果が、図 2 である。まず、渋滞の遅れを理由に経路を変更する SP3 のケースでは、 T_n の値を計算すると通勤で約 18 分、私事では約 30 分であり、余程の遅れがない限り普段利用している経路から、慣れていない経路へ変更はおこらず、これは、行う頻度があまり高くない私事交通にその傾向が強いことがわかる。したがって、5 分・10 分程度の遅れに関する情報を提供しても、それに対してドライバーはあまり関心がなく、むしろ、事故や工事などの非日常的な規制によって生じる大きな遅れを伝え、かつ適切な代替経路への誘導を行う方が効果的ではないかと考えられる。

次に、P&R の需要促進に対する情報提供の効果について考えることにする。そこで、SP1 と SP2 の T_n の値に着目すると、その差を取ると通勤で約 15 分、私事では約 13 分ほど P&R の方が K&R よりも大きくなっている。この差は、乗ってきた自動車を駐車して

おくかどうかの違いであり、駐車スペースの確保が来れない不安が T_n に含まれるためだと考えられる。したがって、駅付近の駐車場の場所・料金・混雑状況等に関する情報が事前に与えられればこの差は解消され、P&R の利用促進に貢献できると思われる。

4. おわりに

本研究では、交通行動変更時には transaction cost がかかるという認識の下、transaction cost の概念を説明し、それを RP/SP モデルを用いて定量化し、さらにそれを被説明変数として重回帰分析を行った。その結果、統計的に有意な結果を得ることはできなかったが、交通行動変更をモデル化する際に transaction cost を明示的に考慮することの重要性を指摘し、また、transaction cost の値を交通行動変更パターンごとに見ていくことによって情報提供が与える効果について定性的な評価を行ったという点で、今後の交通管理システムの効果の分析をする際の新たな視点を投げかけたといえる。しかし、このアプローチを実際に適用するには非常に多くの課題が残されている。本研究で用いた手法はまだ需要予測をできる段階に至っていないため、transaction cost の存在を仮定した時とそうでない時では、需要予測にどのような違いが生じるのか検証することが何より重要である。また、transaction cost を 2 つの交通手段の期待効用の確定項の差で表すということの妥当性や、所用時間の不確実性を扱った他のアプローチとの整合性について評価することも不可欠である。

最後に、本研究で使用したデータを快く提供して下さいた名古屋市計画局都市計画部街路計画課の方々に、この場を借りて深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 河上省吾, 広島康裕: 利用者の主観的評価を考慮した非集計手段選択モデル, 土木学会論文集, No.353/IV-2, 1985, pp.83-92.
- 2) 森川高行, 山田菊子: 系列相関を持つ RP データと SP データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法, 土木学会論文集, No.476/IV-21, 1993, pp.11-18.
- 3) 藤井聡, 米田和也, 北村隆一, 山本俊行: パネルデータを用いた連続時間を考慮した個人の離散選択行動の動的モデル化, 土木計画学研究・講演集, No.20(2), 1997, pp.177-180.
- 4) 小林潔司, 藤高勝己: 合理的期待形成を考慮した経路選択モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.458/IV-17, 1993, pp.17-26.

注 1) 実際には、確率モデルに含まれる誤差項のために必ずしもこの地点において選好無差別にはならない。しかし、誤差項の期待値は 0 であるため、確率的に考えるとこの地点で選好無差別になる可能性が最も高いといえる。

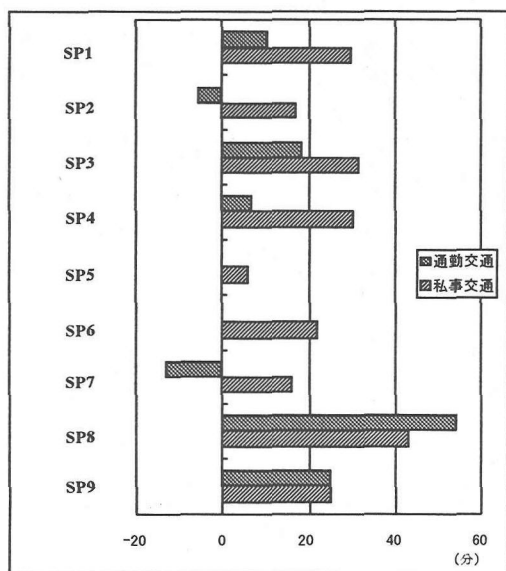


図 2 総旅行時間が 40 分の場合の T_n の値