

所要時間情報の精度による経路選択行動への影響の分析

Analysis of the influence to the route choice behaviors
by the accuracy of travel time information

田中俊祐*・宮城俊彦**・小川圭一***

By Shunsuke TANAKA, Toshihiko MIYAGI and Keiichi OGAWA

1.はじめに

近年、現存する多くの交通問題を解決する目的で様々な交通情報システムが開発されている。しかし複雑な交通情報をドライバーに提供することによって、かえって交通の混乱を引き起こす恐れが内在している。それを解決するために交通情報システムの望ましいあり方を探ろうとする研究、また情報提供下のドライバーの行動を分析する研究が数多く行われている¹⁾。

こうした背景を基に本研究では、所用時間情報を提供する状況下において、ドライバーの経路選択行動に影響を及ぼす要因の一つとして交通情報の精度に注目し、交通情報の精度を考慮した経路選択行動モデルを構築する。また、構築したモデルに対して感度分析を行い、ドライバーの経路選択行動に交通情報の精度が与える影響を検討する。

2.ベイズの定理による知覚所要時間変化のモデル化

本研究で構築する経路選択行動モデルは、個人の行動を表現し、多変数に対応しなくてはならない。そこで、モデルの構築にロジットモデルを適用する。また、構築するモデルに知覚所要時間を説明変数として用いる際に、事後分布における知覚所要時間をベイズの定理によって表現する。

本研究では、ドライバーの知覚所要時間は正規分布で表わされる。仮定する。ドライバーは情報入手前の予想（事前選択）と、システムに

より提供される情報により情報入手後の行動、すなわち情報提供後の行動（事後選択）を決定する。その時、事後選択における分布は、事前分布と交通情報を表わす分布から形成される。そこで、交通情報を提供する前後における、ドライバーの知覚所要時間を表わす分布の変化を表現するために、ベイズの定理を利用する。

ベイズの定理とは、新たなシグナルにもとずいて、事前確率 $P(\theta)$ を事後確率 $p(\theta/x)$ に変換する方式を提示するものである。ベイズの定理によると事後分布は事前分布とシグナルの分布との積に比例する。事前分布とシグナルの分布を正規分布で仮定すると、事後分布は

$$\begin{aligned} f_N(\theta|x) &\propto f_N(\theta) \cdot f(x|\theta) \\ &\propto \exp\left[-\frac{\tau_0}{2}(\theta - m_0)^2\right] \cdot \exp\left[-\frac{\tau}{2}(x - \theta)^2\right] \\ &\propto \exp\left[-\frac{\tau_0 + \tau}{2}\left(\theta - \frac{\tau_0 m_0 + \tau x}{\tau_0 + \tau}\right)^2\right] \end{aligned} \quad (1)$$

で与えられる。ここで、事前分布の平均値、精度は m_0, τ_0 であり、交通情報の平均値、精度を x, τ である。よって、事後分布における平均値、精度は、

$$\begin{aligned} m_\theta(x) &= \frac{\tau_0 m_0 + \tau x}{\tau_0 + \tau} \\ \tau_\theta(x) &= \tau_0 + \tau \end{aligned} \quad (2)$$

で与えられる。なお、精度は分散の逆数で定義している。本研究では、分散を変数として組み込むことで、精度を表現している。

3.経路選択行動モデルの検討

(1) SP 調査の目的と概要

本研究では構築するモデルのパラメータ推定を行うために、現実の経路選択行動を想定した SP 調査データを利用した。

キーワード：交通行動分析、経路選択行動、
交通情報の精度

* 学生員 岐阜大学大学院
工学研究科土木工学専攻

** 正会員 工博 岐阜大学地域科学部

*** 正会員 工博 岐阜大学工学部土木工学科
(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1,
TEL058-293-2443, FAX058-230-1528)

SP 調査では横浜市緑区の自宅から自由目的による目的地を横浜駅に設定した。そこで目的地までの2経路を想定した。経路1は有料道路を利用し所要時間の短縮を図る経路であり、経路2は有料道路を利用しない経路である。まず、想定した2経路について「平均」、「最短」、「最長」の所要時間を記入してもらいどの経路を選択するかを質問している（事前選択結果）。

次に仮想的な所要時間情報を提供された場合の経路選択の変化（事後行動結果）を、複数の提供情報について質問している。交通情報は、所要時間、およびその誤差として「〇±△分」という形式で想定した。その時交通情報の精度は、誤差の所用時間に対する割合、すなわち「△/〇」で表わす。なお、情報が提供される経路、及び提供所要時間は偏りがないう、ランダムに行っている²⁾。

(2) SP 調査集計結果による分析

ここでは本研究で用いる SP 調査結果を集計し、経路選択行動にさまざまな要因が与える影響を検討する。

まず知覚所要時間、知覚所要時間幅が経路選択行動に与える影響を調べた。知覚所要時間幅とは、「最長」「最短」知覚所要時間における差である。この分析結果では、回答者は知覚所要時間、知覚所要時間幅の短い経路を選択する傾向があることがわかった。よって事前選択における知覚所要時間、及び知覚所要時間幅は経路選択行動に影響を与えるといえる。

次に交通情報の精度と知覚所要時間の長短の違いによる差異をみた。まず、精度の高低を15%（所要時間幅/平均知覚所要時間=0.15）を基準として分類し、ドライバーが選択肢とする経路を表1の4種類に分類した。

表1 選択肢の分類と総数

	知覚所要時間	交通情報の精度	経路数
1	短い	高い	213
2	短い	低い	177
3	長い	高い	249
4	長い	低い	141

次に、ドライバーが選択した経路における精度の高低と知覚所要時間の長短について集計を行った。この集計結果を表2に示す。

表1を見ると、それぞれの選択肢の経路数に開きがある。そこで、表1の値に対する表2の値の割合をとり、それぞれの選択肢における経

路選択率を求めた。これによるドライバーの知覚所要時間と交通情報の精度による経路選択率への影響を表3に示した。

表2 情報の精度と所要時間の長短とのクロス集計

		知覚所要時間		合計
精度あり	高い	短い	長い	
	低い	155	48	203
		100	38	138
合計		255	86	341

表3 経路選択率

		知覚所要時間		選択割合
精度あり	高い	短い	長い	
	低い	0.7277	0.1928	0.4755
		0.5650	0.2695	0.5245
選択割合		0.7366	0.2634	

表3から、提供される交通情報の精度が高ければ、所要時間の長短が経路選択に大きな影響を及ぼすといえる。しかし、提供される交通情報の精度が低くなれば、ドライバーの経路選択行動に知覚所要時間の長短が与える影響が小さくなる。よって経路選択行動に交通情報の精度は大きく関係していると考えられ、交通情報の精度を考慮した経路選択行動モデルを構築することは意義がある。

(3) モデルの推定結果による分析、検討

本研究では、ドライバーの事前選択における経路選択行動と事後選択における経路選択行動を比較する経路選択行動モデル（モデル①）を構築した。ここで、SP 調査データを用いてパラメータ推定を行った経路選択行動モデルの推定結果を表4に示す。このモデルには、交通情報を両経路に提供するデータを用い、所要時間のみを提供するとき、所要時間と誤差を提供するときについて推定した。

表4 モデル①推定結果

a	確定項
b	各状況下における知覚所要時間
c	各状況下における知覚所要時間幅
d	ICまでの距離ダミー（5キロ以上 1、未満 0）
e	年齢ダミー（45歳以上 1、未満 0）
f	交通情報を経路選択の参考にするか（多少は参考にする 1、参考にしない 0）

提供する交通情報	所要時間のみ		所要時間と誤差			
	事後分布を交通情報のみで表わす		ベイズの定理を利用する			
	θ	t-値	θ	t-値	θ	t-値
a	0.0198	0.0348	0.6152	1.0046	-0.5714	-0.8590
b	-0.1054	-4.5031	-0.1277	-4.0809	-0.0916	-3.0319
c			-3.4082	-1.1678	-0.2726	-0.5543
d	-0.9645	-1.9709	-1.7438	-3.4914	-0.8903	-1.8907
e	0.0642	0.1522	-0.0821	-0.1752	-0.4193	-0.9250
f	0.0601	0.1052	0.4346	0.7396	0.6083	1.0873
適中率	0.6654		0.6825		0.7143	
尤度比	0.1854		0.3013		0.2482	

また、所要時間と誤差を提供するときについ

ては、交通情報をそのまま事後分布とする場合と、ベイズの定理を利用し、事前分布と交通情報から事後分布を形成する場合とに区別し、それぞれについて、パラメータを推定した。

モデル①では想定経路を年間3回以下しか利用しない回答者及び、自動車をほとんど利用しない回答者を、日常から想定経路についての知識をもたない回答者とみなし、サンプルから除いた。モデル①におけるダミー変数は経路1の選択肢固有変数とし、ICまでの距離、年齢、交通情報を参考にするか、の3種を用いた。

表4に注目すると、所要時間に関するt-値がそれぞれの項目中、最も大きくなった。よって、経路選択行動において所要時間が最も影響を与えていることが分かった。さらに、ICまでの距離が短いドライバーは高速道路を利用する経路である、経路1を選択する傾向がある。これは、交通情報を受信すると経路間の所要時間差が大きく、高速道路を利用する経路の優位性が高いと認識するためであると考えられる。

同様のパラメータ推定を、交通情報を提供する経路別に行った。その推定結果では、交通情報を両経路に提供したときよりも所要時間、交通情報の精度に関する説明力が小さくなった。そのことから、ドライバーは両経路に交通情報を提供したときに、最も交通情報を参考にする傾向にあることが分かった。

(4)事前選択結果が事後選択行動に与える影響

ここでは、事前選択結果から「経路1を選択した場合」「経路2を選択した場合」の2種類にサンプルを分類し、両者の事後選択行動を比較する経路選択行動モデル(モデル②)を構築した。モデル②においても、モデル①と同様に交通情報を両経路に提供するデータを用い、所要時間のみを提供するとき、所要時間と誤差を提供するときについて推定した。また、事後分布はすべて、ベイズの定理を利用している。このパラメータ推定結果を表5に示す。

なお、モデル②ではサンプル数の減少を防ぐために想定経路を年間3回以下しか利用しない回答者及び、自動車をほとんど利用しない回答者を除去しなかった。また、モデル②におけるダミー変数は、経験(想定経路利用頻度)、ICまでの距離、交通情報を利用するか、の3種を用いた。

表5からは、事前選択において経路1を選択する回答者は経路2を選択する回答者よりも交通情報を利用して経路選択を行うことがわかった。これは、事前選択において経路1を選択する回答者は経路2を選択する回答者よりも所要時間の長短にこだわりを持っているためであると考えられる。

表5 モデル②推定結果

a	確定項
b	各状況下における知覚所要時間
c	各状況下における知覚所要時間幅
d	経験ダミー(年間3回以上利用 1、3回未満 0)
e	ICまでの距離ダミー(5km以上 1、未満 0)
f	情報を利用するかダミー (多少は利用する 1、利用しない 0)

提供する情報	所要時間のみ				所要時間と誤差			
	事前選択が経路1	事前選択が経路2	事前選択が経路1	事前選択が経路2	事前選択が経路1	事前選択が経路2	事前選択が経路1	事前選択が経路2
	θ	t-値	θ	t-値	θ	t-値	θ	t-値
a	0.458	0.696	-3.645	-2.430	1.011	1.277	0.103	0.126
b	-0.153	-4.626	-0.159	-3.262	-0.013	-0.372	0.008	0.214
c					-1.090	-1.497	-0.75	-1.14
d	-0.024	-0.044	-0.271	-0.289	-0.358	-0.580	-0.78	-1.01
e	-0.729	-0.828	0.153	0.155	-0.879	-1.207	-0.56	-0.76
f	0.586	0.977	0.909	0.690	0.620	1.042	-1.07	-1.29
適中率	0.742		0.810		0.798		0.754	
尤度比	0.244		0.543		0.401		0.666	

両モデルの推定結果から、事前選択において所要時間の短い経路を選択する回答者は、交通情報の精度の高い経路を選択する傾向があることがわかる。以上から交通情報の精度は経路選択行動に影響を与えるといえる。

4. 交通情報の精度による経路選択率への影響

本章では、構築したモデルに仮想した交通情報を代入し、交通情報の精度がドライバーの事後選択における選択確率にどのような影響を与えるのかを分析する。

ここで、経路1に提供する交通情報の精度のみを変化させ、交通情報の精度の変化と事後分布における選択確率の変化の関係を分析した。この分析を、モデル①、モデル②に対してそれぞれ行った。この感度分析結果を図1、2に示す。図1、2ともに、ベイズの定理を利用した事後選択を表現するモデルにおける感度分析結果である。

(1)モデル①における経路選択率への影響

図1はモデル①における分析結果である。この分析を行う際に、事前分布はドライバーの持つ知覚所要時間を用いた。交通情報については、所要時間を両経路ともに60分で固定する。また、交通情報の精度は経路2を分散 $v=0.15$ で

固定し、経路 1 の分散を 0 から 2 まで変化させた。この条件下に対する事後分布の感度分析を行い、事後選択における交通情報の精度と選択確率の関係について考察する。この分析は両経路に交通情報を提供したモデルにのみ行った。

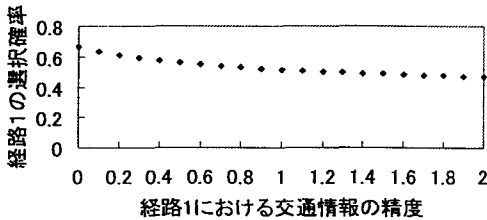


図1 モデル①における交通情報の精度と選択確率の関係

図 1 では、経路 1 における交通情報の精度が低くなるに連れて、経路 1 における選択確率が低下した。よって、交通情報の精度が経路選択行動に影響を及ぼしているといえる。

従って、ある経路の選択確率を上昇させるためには、その経路に提供する交通情報の精度を上昇させることが有効であると考えられる。

(2)モデル②における経路選択率への影響

一方、図 2 ではモデル②について同様の感度分析を行った。この分析においてもモデル①での分析同様、両経路に交通情報を提供するモデルについて分析をおこなった。事前分布はドライバーの知覚所要時間を用いた。両経路に提供する交通情報については、所要時間を 60 分に固定する。また、経路 2 における交通情報の精度を 0.05 で固定した上で、経路 1 における交通情報の精度を変化させた。この図では、事前選択によって、選択確率が大きく異なった。これは、ドライバーが事前選択で選択した経路を事後選択で選択する傾向があるといえる。

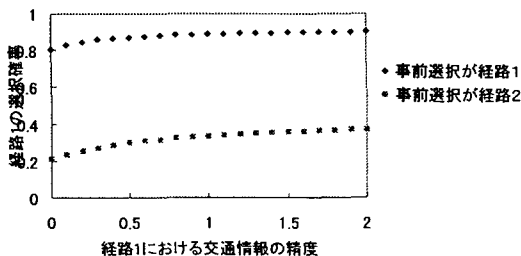


図2 モデル②における交通情報の精度と選択確率の関係

よって、事前選択の影響が大きいときには交通情報の精度を向上させても選択確率に大きな影響を及ぼさないと思われる。

また、図 1, 2 のいずれに関しても、経路 1 における交通情報の精度を低下させていくと、経路 1 における交通情報の精度が大きくなれば経路 1 の選択確率はある値に収束している。したがって、交通管理者は交通情報を提供する際に、各経路における情報の精度を接近させる必要があると考えられる。

5. おわりに

本研究では、データ収集として行った経路選択行動に関する SP 調査データを集計することで、アンケート回答者の傾向を分析した。

またベイズの定理を利用することで事後分布を表現した。そこで加工したデータを用いて、交通情報の精度を考慮した経路選択行動モデルを構築し、交通情報の精度がドライバーの経路選択行動に影響を与えることを確認した。

さらに、構築したモデルに仮想的なデータを代入することで、所要時間、交通情報の精度がドライバーの選択確率に与える影響を考察した。

今後の課題として、①個人の持つ知覚所要時間の表現方法の検討、②SP 調査内容の充実、③多経路選択における交通行動分析などの諸点が挙げられる。

【参考文献】

- 1) 多々納裕一：交通情報のための情報経済学、交通情報システムをとりまく諸問題、土木計画学ワンデイセミナー 1995：48-57、1994。
- 2) 森地茂、兵藤哲郎、小川圭一：情報提供システム評価のための交通行動分析手法に関する研究、交通工学、Vol. 30、No. 3、pp 21-29、1995。