

経路選択行動の分析と経路評価関数を用いた交通量配分モデルの定式化に関する研究*

A Study on Analysis of Route Choice Behaviour and Modeling of Traffic Assignment

Utilizing Evaluation Model on Route Choice Behaviour

春名 攻** 滑川 達*** 寺田 岳彦***

By Mamoru HARUNA, Susumu NAMERIKAWA and Takehiko TERADA

1. はじめに

近年、自動車産業における優れた生産体制の確立、さらには国民全体の所得レベルの向上の結果、わが国の自動車保有の状況は1世帯1台にとどまらず、2台目、3台目の車を保有する世帯も出現している。このような自動車保有率の向上に伴い、従来に比べて、利用者の自動車利用における行動や、目的の複雑化・多様化が進んでいる。また国民の余暇重視行動も盛んになり、レジャー、ショッピング、ドライブなどといった自由目的による自動車利用の機会が増えると同時に、その交通量も一段と増加する傾向にある。

本研究では、通勤・通学や業務目的等の交通に比べて、時間的な制約を受けにくい自由目的の交通を対象として、ドライバーが走行した道路(経路)をどのように評価しているのかについての調査をおこなうとともに、その構造を分析し経路選択における評価関数のモデル化をおこなった。さらに、推定した評価関数を用いて交通量配分モデルの定式化をおこなった。本研究の全体フローを図-1に示す。

2. 経路評価関数の設定

(1) 評価要因の設定

ここでは、ドライバーが走行するルートに対しておこなう評価を予測するため、ドライバーの評価内容を表すルート評価関数の設定をおこなうこととし

(分析及び検討)

(意識調査)

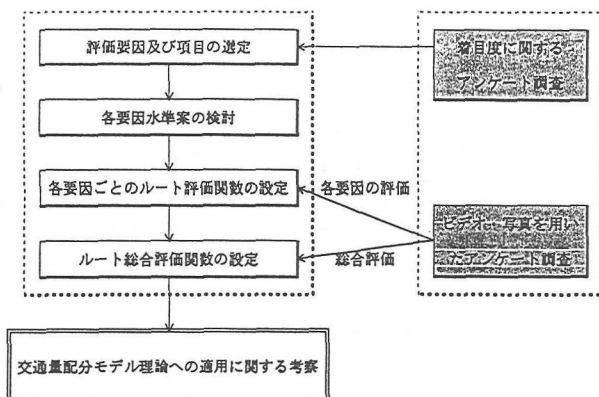


図-1 本研究の全体フロー

た。経路評価関数の設定フローを図-2に示す。このため、まず第1に、自由目的で走行するドライバーが、「走行環境に対してどのような評価をおこなって、交通行動をとるか」を把握する必要がある。そこで本研究では、「交通行動を行う上で、ドライバーが影響を受ける走行環境上の要因とは何か」を明らかにすることとした。このため、2度の予備ア

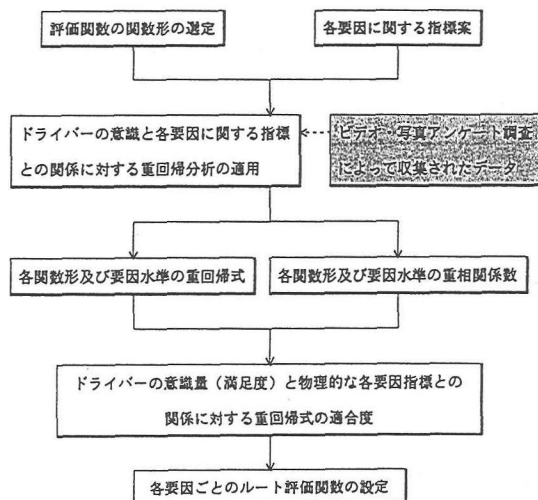


図-2 経路評価関数の設定フロー

* キーワード 経路選択、交通行動分析

** 正員 工博 立命館大学理工学部環境システム工学科教授
(〒525 草津市野路町1916 Ⅲ, 0775-61-2736 FAX. 0775-61-2736)

*** 学生員 立命館大学理工学研究科環境社会工学専攻
(〒525 草津市野路町1916 Ⅲ, 0775-61-2736 FAX. 0775-61-2736)

ンケート調査をおこない、この分析結果に基づいて抽出した26の要因群（詳細については紙面の都合上発表時に示す）を用いて、5段階カテゴリー形式でアンケート調査（有効サンプル数

:103）をおこなった。そして、調査結果に因子分析を適用し、利用者が影響を受ける走行環境上の基準を規定する基本要因として、表-1に示すような5つを取り上げることとした。

表-1 経路評価要因

要因1	所要時間、及び渋滞状況に関する要因
要因2	信号の待ち回数・時間及び設置状況に関する要因
要因3	障害物（路上駐車、対向車etc.）の影響による安全性・快適性に関する要因
要因4	走行時の道路本体（幅員、歩道etc.）の構造による走り易さ・乗り心地・安全性に関する要因
要因5	道路周辺の美しさ、楽しさ、わくわく感に関する要因

（2）ビデオ・写真による調査と予備的検討

道路上におけるドライバーの走行ルート選択に関係する評価要因は多様かつ複雑であると考えられる。本研究では、表-1に設定したような評価要因に対して総合的な視点から検討を加えた。そして、これらの要因が経路の評価において、どの程度のウェイトを有しているのかを推定することを目的として、ビデオ及び写真を用いたアンケート調査を実施した。調査に使用した経路は、滋賀県大津市と草津市の幹線道路から抽出したODの異なる20の経路を取り上げた。なお、被験者の構成は表-2のようである。

表-2 調査より得られたサンプルサイズ

	学生層	就業者層	主婦層
被験者数	72	97	69
性別			
男性	67	91	0
女性	5	6	69
年齢別			
18～29才	72	14	7
30～39才	0	29	25
40～49才	0	40	30
50才以上	0	14	7
ルート数	20	20	20

ここでは、調査サンプルのプーリングの可否についての判断をおこなうため、各調査対象経路に対する総合評価のデータを、各被験者の経路評価の特性値を用いて分散分析をおこなった。ここで、分散分析の因子としては個人属性を取り上げた。つまり、「職業」（3水準：1.学生、2.一般就業者、3.主婦）、「運転頻度」（3水準：1.ほぼ毎日運転する、2.たま

表-3 分散分析表

因子	変動	自由度	分散	P値	F境界値
職業 ①	0.159214	1	0.159214	0.656209	3.924328
免許保有年数 ②	0.086958	2	0.043479	0.179201	3.075854
運転頻度 ③	0.467321	2	0.233660	0.779240	3.048832
①×②	0.224065	2	0.112033	0.461749	3.075854
①×③	0.642619	4	0.160655	0.535772	2.424500
②×③	1.364588	4	0.341147	0.864836	2.424500

に運転する、3.めったに運転しない）と、「免許保有年数」（3水準：1.5年未満、2.5～9年、3.10年以上）を取り上げた。その結果を表-3に示したが、各因子及び2因子交互作用はいずれの組み合わせについても有為な効果は認められなかった。このことより、

本調査によって得られたデータは同一の母集団から抽出されたサンプルと見なしても差し支えないと判断できた。このため、本研究においては、収集した全データを集計的に取り扱うこととした。

（3）各要因別の評価関数の設定

ここでは、上述のアンケート調査のデータをもとに、各経路における要因別の評価値と各種の物理的な走行環境の特性値を用いて、重回帰分析を適用して分析をおこなった。また、関数形については、線形近似、多項近似、指数近似、対数近似の4種類を取り上げ分析をおこなった。本論文においては、紙面の関係上、決定係数 R^2 が最も高い値を示した指標、関数形のパラメータ及び R^2 の値のみを表-4に示した。ここで、この表を用いて若干の考察を示すこととする。すなわち、要因1に関する分析は次のようである。つまり、利用者があるOD間を走行するとき、迂回が少なく、かつ40km/h程度の安定した速度で走行したいと考えていることが考察された。また、要因4については、表-4の結果から、幅員など道路本体に関する評価は、その経路が通過する周辺地域の状況によりイメージが異なり、その値が市街地部では低く、平地部や山地部では高い傾向にあることがわかった。さらに、要因5に対する利用者の評価が最も影響されと考えられる条件は、各経路における沿道の状況であるが、沿道状況に関しては、上述したように要因4において、大まかな区分ではあるが、経路が通過する沿道の状況を市街地部、平地部、山地部という3水準に分け分析をおこなった。このため、沿道状況がドライバーの経路の評価に強

表-4 各要因別評価関数のパラメータ

要因	式	要因	式
要因1	$y = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4$	要因2	$y = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4$
	40km/h走行時間(直線距離) - 実際所要時間		実際距離/(赤信号停止数+1)
a	151.9800	a	0.9167
b	85.2420	b	2.7504
c	16.0510	c	0.6271
d	3.4736	要因4	$y = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4$
決定係数	0.8237		市街地の構成比率 × 平均車道幅員 平地部の構成比率 × 平均車道幅員 山地部の構成比率 × 平均車道幅員
要因3	$y = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4$	a	0.0095
	実際距離/(路上駐車台数+1)	b	0.1134
a	0.0174	c	0.1730
b	-0.2131	d	2.4565
c	0.8673	決定係数	0.4232
d	2.2388		
決定係数	0.6724		

く影響すると考えられる要因5については、経路評価の要因として独立性が低いものと判断し評価要因から除外することとした。

(4) 経路評価関数の設定

ドライバーの経路に対する満足度を予測する総合的な経路評価関数を、各要因ごとの評価関数による予測値と、アンケート調査の際に収集した各調査対象経路に対する総合評価の観測値の両者をデータとして、重回帰分析を適用して推定した。分析の結果、要因2のパラメータが負の値となり、これは信号の待ち回数が多くなるほど経路に対する評価が高くなることを示しており、現象適合していないと判断できる結果となった。このため、要因2を評価要因から除外することとし、その他の3つの要因を説明変数として同様に重回帰分析を適用したところ、表-5のような結果となった。この結果から、自由目的で走行するドライバーの経路に対する評価は、表-5に示すような3つの要因によって説明できるものと判断した。

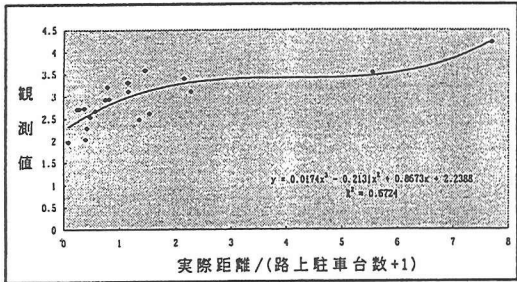


図-3 回帰曲線の一例(要因3)

3. 経路評価関数を用いた交通量配分モデル理論

(1) 経路評価関数と経路選択行動の関係

これまでの分析によって設定した経路評価関数は、あくまでも利用者の経路選択の結果、走行した経路に対する満足度(経路満足度)を推定していると捉えることができるに過ぎない。このため、推定された評価が直接的に経路選択行動を決定していくものではないことに注意する必要がある。本研究においては、自由

表-5 経路評価関数のパラメータ

式	式
$y = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4$	所要時間、及び渋滞状況に関する評価、障害物(路上駐車、対向車etc.)の影響による安全性、快適性に関する評価、走行時の道路本体(幅員、歩道etc.)の構造による走り易さ・乗り心地・安全性に関する評価
a	0.2759
b	0.5858
c	0.3885
d	-0.7460
決定係数	0.8046

目的の交通に対象を限定している。このため、これまでの調査における評価が高い経路を選択的に選択したいという傾向が存在するならば、経路評価関数により予測される総経路満足度を計画論的な交通量配分問題の評価関数として採用できるものと考えた。そこで、経路満足度に対する利用者の経路選択における選好性を把握するための調査を、ビデオ・写真によるアンケート調査と同一の被験者を対象におこなったところ、図-4のような結果となった。図-2より、88パーセントの被験者が経路満足度の高い経路を選択したいと回答していることがわかる。これより、経路評価関数による総経路満足度の評価尺度が、自由目的交通に対象を限定した交通量配分モデルの最適化の規範としての妥当性は高いと考えた。

また、経路評価関数はさまざまな走行環境上の評価要因を考

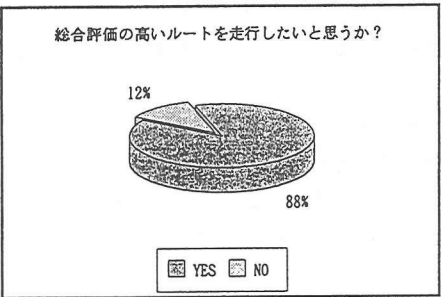


図-4 経路評価と経路選択行動との関係

慮した分析をおこなった。この結果、特に比較的時間的な制約を受けない自由目的の交通に対してこの経路評価関数を適用することは、従来の総走行時間最小化モデルに対してよりも、利用者の選好意識を考慮した交通量配分の理論モデルとしては適応していると判断した。

(2) 総経路満足度最大化モデル

経路評価関数を交通量配分の理論モデルに導入して、総経路満足度最大化を目指した交通量配分モデルの定式化をおこなった。表-6に総経路満足度最大化モデルの定式化を示したが、式①は目的関数、式②は各OD間の交通量の保存則、式③は経路交通量とリンク交通量との関係式を示している。また、式④はリンクの容量制約であり、式⑤は交通量の非負条件である。

なお、本研究において構築したモデルの実際交通に対する配分方法の考え方の一例として、業務目的の交通と自由目的の交通との混合流を考えている。すなわち、業務目的の交通においては、一度選択した経路の変更はおこなわないものと仮定し、まず、業務目的の交通量を総走行時間最小化配分によって、ネットワーク上に配分し、その後、業務目的の交通が存在するネットワーク上に自由目的の交通量を総経路満足度最大化モデルによって、配分することを考えている。

4. おわりに

本研究においては、ドライバーが自由目的による走行の際におこなう経路に対する満足度を推定する経路評価関数の定式化に関する分析をおこなった。さらに、計画論的な側面から交通量配分問題を捉え、ここで定式化した経路評価関数を用いた総経路満足度最大化を目指した交通量配分モデルの定式化をおこなった。

本研究における調査・分析の目的からも明らかのように、定式化したモデルによって交通量配分をおこなうことの可能な対象は、自由目的の交通のみに限定される。実際の道路ネットワーク上では、さまざまな交通が存在しており、それらが相互に影響し合って道路交通パターンを形成しているので、今後

は、このような自由目的の交通の実際の交通における位置付けを明らかにしていくことが必要と考える。

【参考文献】

- 1) 吉川和広: 地域計画の手順と手法, 森北出版, 1978
- 2) 吉川・春名: MIN-MAX計画モデルによる2,3の地域計画問題の実証的分析, 土木計画学研究・講演集, 1980
- 3) 朝倉康夫: 利用者均衡を制約とする交通ネットワークの最適計画モデル, 土木計画学研究・論文集, 1988
- 4) 飯田恭敬: 交通モデルの課題と展望, 土木計画学研究・論文集, 1992

表-6 総経路満足度最大化モデルの定式化

Maximize	
$\sum_j \sum_k \{x_{d-k}^f \cdot RE_{d-k}\}$	①
s.t.	
$Q_d^f = \sum_k x_{d-k}^f$	②
$\sum_j \sum_k \{r_{k,(i,j)}^f x_{d-k}^f + r_{k,(i,j)}^f x_{d-k}^f\} = x_{(i,j)}$	③
$C_{(i,j)} \geq x_{(i,j)}$	④
$x_{d-k}^f \geq 0$	⑤
$(i,j) \in A$	
x_{d-k}^f :	自由目的の交通のODペアdの経路kを通る交通量
RE_{d-k} :	ODペアdの経路kに対する評価関数
Q_d^f :	ODペアdの自由目的の交通
$r_{k,(i,j)}^f$:	ルートマトリックスR ^f の要素
$\begin{cases} 1: \text{ODペアdの経路kがリンク}(i,j)\text{を経由するとき} \\ 0: \text{ODペアdの経路kがリンク}(i,j)\text{を経由しないとき} \end{cases}$	
x_{d-k}^f :	自由目的の交通以外のODペアdの経路kを通る交通量
$x_{(i,j)}$:	リンク (i,j) 上の全交通量
$C_{(i,j)}$:	リンク (i,j) の交通容量
A :	リンクの集合