

経路選択行動における選択肢集合形成過程に関する微視的および巨視的分析*

Micro and Macro Analysis on Alternative Formation Process of Route Choice Behavior*

古荘貴司**・平岡敏洋***・熊本博光****

By Takashi FURUSHO**・Toshihiro HIRAOKA***・Hiromitsu KUMAMOTO****

1. はじめに

現代社会の深刻な問題として交通渋滞が挙げられる。この問題に対する対策には車線数増大などのハードウェア的手法や VICS (Vehicle Information and Communication System : 道路交通情報通信システム) を用いた渋滞情報提供や信号機制御などのソフトウェア的手法がある。これらの導入はいずれも莫大な費用を必要とするために、対策の有効性について詳細な分析や評価を事前に行うことが望ましく、交通流シミュレータへの期待が高まっている。この場合、シミュレータには運転者の経路選択行動を再現する経路選択モデルを実装する必要がある。特に情報提供による対策を検証する場合は、走行環境や情報提供の変化に応じて経路を選択するような微視的行動を再現しなければならないが、現状ではそのようなモデルは少ない。

そこで筆者らは現実の経路選択行動を再現する枠組みとして、1) 選択肢集合形成過程、2) 判断過程、3) 意思決定過程、の三過程からなる限定合理性に基づいたモデルを提案しており、2)、3) の過程においてどのような環境情報を参照しているか¹⁾、どのような経路選択基準を重視しているか^{2) 3)} などについて知見を得ている。本研究では1) の過程に関する知見を得るため、地図を用いた被験者の経路選択行動を観察することによる微視的分析と、被験者がそれぞれが選択した経路の和集合を擬似的に選択肢集合ととらえて解析する巨視的分析の両側面から実験を行った。

2. 運転者の経路選択行動

(1) 限定合理性に基づく経路選択行動

従来の交通流シミュレータでは、運転者はある瞬間の経路情報を完全かつ正確に知っており、それに基づいて最小旅行時間となる経路を逐次選択するような経路選択モデル⁴⁾が導入されている。このような行動を完全合理性^{5) 6)}に基づく行動と呼ぶが、これらの仮定が現実とは異なることは明白である。しかし、これらの仮定を導入

することで問題の定式化や便益評価が容易となるために、その矛盾に気づきながらも用いられてきたのが現状である。そこでより現実的な行動モデルとして提案されたのが、情報収集能力や情報処理能力といった認知資源の有限性を考慮した限定合理性^{5) 6)}に基づく行動である。このような行動を記述するものとして、認知心理学の分野では人間の選択行動を、1) 選択肢集合形成過程、2) 判断過程、3) 意思決定過程という三つのプロセスに分割したモデルが提案されており、筆者らはこれを経路選択モデルに適用している^{1) 2) 3)}。

(2) 経路選択行動における選択肢集合形成過程

経路選択行動においてこの過程では運転者はOD(Origin-Destination : 起終点)間に存在するすべての道路から、いくつかの経路を探索し選択肢集合を形成する。従来の完全合理性に基づく経路選択モデルでは、すべての選択可能経路を知ることができると仮定していた。しかし現実的にはこの仮定は困難である。つまり、認知資源の有限性を考慮した限定抽出型探索が行われると考えられる。OD間に多数の経路が存在するときの限定抽出型探索は、認知度が高い道を優先的に探索することになる。そこで本研究では運転者が道路に関してどのような属性に着目し、認知度の高低を定めているのかを明らかにする。

(3) 意思決定ルール

意思決定に用いられるルールには大きく分けて補償型と非補償型がある。補償型とは劣位にある属性を他の属性で補うことが可能なルールである。一方、非補償型とはある属性が決定的な影響を持ち、他の属性は選択肢の欠点を補えないという意思決定方略である。心理学の既往研究⁷⁾において、一般的に選択肢集合形成過程では非補償型意思決定方略が採用されやすいことが指摘されている。これは選択肢数が多い場合において、負担の大きい補償型の意思決定を行う前に、より簡便な意思決定方略によって選択肢の絞込みを行うためと考えられる。

3. 実験1：経路選択行動の微視的分析

本章では、経路選択行動を実際に観測し、プロトコル分析ならびに行為分析を行う。

*キーワード：経路選択，交通行動分析

**京都大学大学院情報学研究所（京都市左京区吉田本町，TEL:075-753-3369, E-mail: furusho@sys.i.kyoto-u.ac.jp）

***工修，京都大学大学院情報学研究所（京都市左京区吉田本町，TEL:075-753-3370, E-mail: hiraoka@sys.i.kyoto-u.ac.jp）

****工博，京都大学大学院情報学研究所（京都市左京区吉田本町，TEL:075-753-3367, E-mail: kumamoto@sys.i.kyoto-u.ac.jp）

表 1: 実験に用いた地図

地図	地域	縮尺	出発地点	目的地点	OD 間距離 (km)
練習	池田市周辺	1/22000	渋谷高校	川西明峰高校	4.5
A	交野市周辺	1/22000	大阪府警察学校	成田山大阪別院	6.0
B	和歌山市周辺	1/70000	JR 下井阪駅	淡輪ヨットハーバー	16.8
C	大和高田市周辺	1/70000	JR 香久山駅	信貴ヶ丘高校	16.4

(1) 分析方法

行為者のタスク遂行中の意思決定過程を追跡する実験手法としてはプロトコル法⁸⁾がある。しかしこの方法には被験者の思考が高速の場合は情報処理の一部しか報告されないなどの欠点があり、本実験では被験者の経路選択の様子をビデオ撮影した映像を用いた行為分析をあわせて行う。

(2) 実験方法

被験者は三枚の地図上で指定された出発地から目的地までの経路をそれぞれ選択した。被験者は月に数回以上の頻度で自動車を運転するという運転経験をもつ、21歳から23歳の男女学生10人である。実験の様子はビデオカメラ (Victor GR-DV2000) で撮影し、同時に被験者の発話を胸元に取り付けたピンマイクを通してICレコーダ (OLYMPUS DM-1) に録音した。

運転者の経路選択行動は、トリップ特性や個人属性、走行経験などさまざまな因子の影響を受けるといわれており、なかでも走行経験の影響が大きいことがアンケートに基づく分析³⁾によって示されている。そこで本実験では下記に示す五つの条件を被験者に提示することでこれら因子の影響を制限した。

条件 1) 提示された地図が表す地域に関する土地感が無い。すなわち未経験地域である。

条件 2) 必ず守らなければならない時間的制約はない。

条件 3) 運転は日中に行うものとする。

条件 4) 有料道路は使わない。

条件 5) 寄り道しない。

また、実験者は被験者に対して二つの指示を与えた。

指示 1) 経路を選択するときに考えていることを発話すること。

指示 2) ボールペンでなぞりながら経路を探索すること。そのときにはできるだけ視線の先とペン先を一致させること。

実験にはアルプス社アトラス RD 関西道路地図 B5 判 (カラー) を用いた。表 1 に地図および OD 設定に関する情報を示す。なお、発話しながら経路を選択するという実

表 2: 発話例

発話 1	「こう (OD 直線上を) ある程度パッパパーって見て…」 「(OD 直線上で) 直感的に見えるのは…」 「パッって見て斜めに行く方が近そう。」 「最短距離どれやろって見たら一瞬でひけた。」
発話 2	「基本的に大きい道を選ぶ。」 「まず広い道に…」 「まず国道を見て、無いから県道を行います。」 「国道を行きたい。」 「路地に入ったら迷いそう。」

験に慣れてもらうために練習用の地図を一枚用意した。

(3) プロトコル分析

(a) 実験結果

本実験で観察された発話はずぎの三つに大別できる。

発話 1: 道路位置に関する発話

注目する道路が OD 間を結ぶ直線に対しどのような位置関係にあるかに関する発話である。

発話 2: 道路の幅・種類に関する発話

注目する道路がどのような幅員であるか、もしくはどのような種別の道路であるかに関する発話である。

発話 3: 部分的経路選択に関する発話

部分的経路選択に関する発話である。

発話 1 と発話 2 の例を表 2 に示す。発話 3 は本実験で観察されたいくつかの特徴的な行為と密接にかかわっており、行為分析の節で例を示すとともに考察を行う。

(b) 発話 1 および発話 2 に対する考察

発話 1 から、被験者が OD 間を結ぶ直線上またはその近辺に存在する道路や交差点に対して強く意識が働いていることがわかる。これを裏付ける行為として、地図 A、C ともに 10 人中 8 人の被験者が経路探索当初に OD 直線上に最も近いと思われる道路を発見していた。その道路を図 1 に示す。この結果から OD 間直線との近接関係という属性を用いて道路が選別されていることがわかる。

また、発話 2 から被験者が道路の選別に道幅・道路種別という属性を用いていることがわかる。



(a) 地図 A

(b) 地図 C

図 1: OD 間直線に近い経路

(4) 行為分析

(a) 実験結果

本実験では前節で述べた発話 3 に対応する行為として、以下に示す特徴的な三つの行為が観察された。行為と発話の対応関係、および各行為を行った人数とのべ回数を表 3 に示す。

行為 1-a,b : 交互に二つの交差点指示 (図 2-(1)-a,b)

この行為は、特定の地点まで経路探索が進んだが、その地点から目的地までの間に国道・県道が存在しないときに顕著に観察された。また、経路探索開始時にも与えられた OD に対して全員が同様の行為を行った。この行為の後、その二点間に存在する経路を探索する行為が続くことが確認された。

行為 2 : 交差点上での一時停止 (図 2-(2))

この行為は、1) 特定の地点まで経路探索が進んだが、その地点から目的地までの間に国道・県道が存在しない、2) 主要幹線道路同士の交差点に達した、3) 地図内の選択肢経路が複数の経路群に分割される場合にその経路群間をつなぐ位置にある交差点に達した、などの条件が満たされるときに観察された。つまり被験者がその交差点からの分岐に対して経路評価を行っているものと考えられる。なお、本実験では三秒以上停止していた場合についてのみ集計した。

行為 3 : 交互に二つの道路指示 (図 2-(3))

この行為は、地図内の選択肢経路が複数の経路群に分割される場合、いずれの経路群を利用するか判断するときその系統を特徴づける道路同士に対して行われる。

(b) 考察

本項では本実験で観察された三つの行為について考察を行う。行為 1 は特定の二つの交差点を指し示す行為であり、この二点を通る経路を選択肢集合として抽出しようという意図の表れと推察できる。すなわち、部分 OD の生

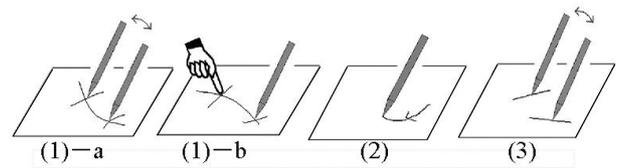
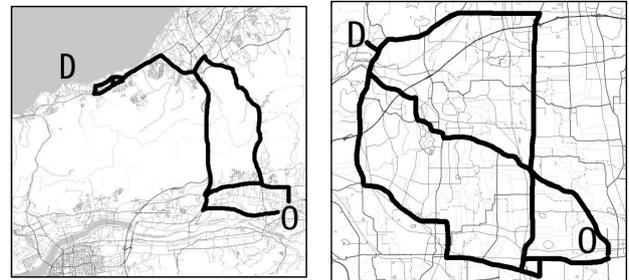


図 2: 観察された行為



(a) 地図 B

(b) 地図 C

図 3: 10 人以上が選択した経路

成である。同様に、行為 2 においてはペンを止めた交差点を副出発地点として最終的な目的地までを、行為 3 においてはそれまでに探索が完了している経路の終端から指し示される二つの道路のうち選択される道路の端点までを、部分 OD として生成していると考えられる。

ここで、部分 OD 生成という行為の背景について考えてみる。与えられた初期 OD に対して、その間に存在する経路をある一定の基準によって選択肢集合を抽出すると、OD 間距離が長くなるにつれて組合せ爆発が生じることが容易に予想できる。すなわち一定の OD に対しては、条件を緩やかにすると OD 間に存在する選択肢集合が増加し、条件を厳しくすると OD 間をつなぐ経路が存在しない場合が生じる。したがって問題を部分問題に分割し、それぞれの領域で異なる基準のもとに経路の探索を行う、すなわち部分 OD の生成が行われるものと推測される。

4. 実験 2 : 経路選択行動の巨視的分析

(1) 実験方法

運転免許を所持する男女 64 人に対し、(2) 節に示した五つの条件設定のもと、同じ三枚の地図 A, B, C (練習用の池田市周辺地図を除く) 上の与えられた OD に対して経路を一つ選択してもらうアンケート調査を行った。これは運転者集団の選択経路のばらつきが運転者各個人の選択肢集合に類似するであろうという仮定のもと、実験 1 で得られた知見を確認する意味で行った実験である。

(2) 実験結果

選択された経路の分布の例として地図 B, C において 10 人以上の被験者が選択した経路を図 3 に示す。

各地図において、国道・県道より道路種別が低い道路

表 3: 観察された行為

発話例 (3.3.1 発話 3)	対応する行為	行為内容	人数	回数
「ここからここに出るのには・・・」 「ここからこちらへんに出る。」	行為 1-a	交互に二つの交差点指示	5	9
	行為 1-b	同時に二つの交差点指示		
特になし	行為 2	交差点上での一時的停止	9	37
「こっち側かこっち側・・・」	行為 3	交互に二つの道路指示	3	3

表 4: 路地選択者数 (括弧内部分的最適化)

地図	被験者数	割合 (%)
A	9 (8)	14.1
B	4 (3)	6.3
C	5 (4)	7.8

(以下路地と呼ぶ) を経路の一部として選択した被験者数を表 4 に示す。ただし、OD が国道・県道上にないために、OD から最寄の国道・県道に通じるまでの路地は除外した。

(3) 考察

(a) 評価基準に関する知見

表 4 より、(2) に示した五つの条件が与えられたときの未経験目的地に対する選択経路には、あまり路地が選択されないことがわかる。すなわち、国道・県道に対する嗜好性が高く、道路の太さ・種別が評価に用いられていることを表している。

(b) 段階的的道路選別に関する知見

路地を選択した被験者で、その路地が他の経路に対して近道になっていると思われる場合、または右左折回数を減らすことができると思われる場合の人数を表 4 の括弧内に示す。表より、路地が選択される場合、その多くは部分的により評価値の高い経路を探索した結果である可能性が示唆される。つまり部分 OD が設定されその範囲内において道路の幅員や属性による選別条件が緩められると同時に、補償型の選別が行われることを表している。

5. おわりに

本研究では運転者の経路選択行動における選択肢集合形成過程が現実にはどのように働いているのか明らかにするための二種類の実験を行った。心理学の既往研究において選択肢集合形成過程では非補償型の意思決定方略が採用されやすいとされていることに類似する結果が得られた。詳しく述べると経路選択行動における選択肢集合形成過程では、1) 道路の幅員・種別および道路の OD

間直線に対する近接関係が評価基準として用いられていること、2) 運転者はそれらの評価基準を内在的に持つ基準値に照らし合わせて道路を選別していること、3) 道路の選別は部分 OD を設定することにより階層的に行われること、がわかった。今後の課題としては、1) 経路探索時の部分 OD 生成条件に関する定量評価、2) 道路選別における評価基準の算出方法の定式化、3) 選別に用いられる基準値の同定、などが挙げられる。

参考文献

- 1) Hiraoka.T et al: Route choice behavior model based on bounded rationality, Proceedings of 9th ITS World Congress, CD-ROM (2002)
- 2) Hiraoka.T, et al: Analysis of route choice behaviour based on questionnaire and 3D traffic flow simulator, Proc.of KES2001 pp.186-190 (2001)
- 3) 平岡敏洋ほか: アンケートに基づく経路選択行動分析, 自動車技術会学術講演会予稿集 No.106-01, pp.5-8 (2001)
- 4) 桑原雅夫ほか: 都市内高速道路を対象とした経路選択機能を持つネットワークシミュレーションモデルの開発, 交通工学, Vol.28, No4, pp.11-20 (1993)
- 5) Simon,H.A.: Bounded Rationality, J.Eatwell et al. (ed), The New Pargrave: Utility and Probability, W.W.Norton & Company(1987)
- 6) 森川高行ほか: 限定合理性に基づく選択モデルの考え方, 京大ワークショップ「均衡分析を越えて」資料 (1998)
- 7) Pyne.J.W: Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analysis, Organizational Behavior and Human Performance, Vol.16, pp.366-387 (1976)
- 8) 海保博之ほか: プロトコル分析入門, 新曜社 (1993)