

交通行動実験における被験者の意思決定分析^{*1}Protocol Analysis in Route Choice Experiment^{*1}山本貴之^{*2}・菊池輝^{*3}・Petr SENK^{*4}・北村隆一^{*5}By Takayuki YAMAMOTO^{*2}・Akira KIKUCHI^{*3}・Petr SENK^{*4}・Ryuichi KITAMURA^{*5}

1. 研究の背景と目的

これまでの交通行動分析は、主に実験・調査で得られたデータから経済学的なモデル、例えば、離散選択モデルなどを推定することで分析を行ってきた。そのモデルの前提となる理論、例えばランダム効用理論では、「人々は効用を最大化するよう行動する」と仮定されており、「なぜ、その人がそのような行動をとったのか」というような、個人の行動の因果的背景は扱われてこなかった。すなわち、そのような理論では、「行動のみを興味の対象とする」という立場を前提としたものになっている。交通行動の分析を行う主要な目的の一つは行動予測であり、確率的に人々の行動を記述し予測するという立場の下では、ランダム効用理論や離散選択モデルは極めて有用な枠組みであることは間違いない。

しかし、人間の行動を理解するためには、その背後にある行動心理を理解することも必要不可欠である。例えば、交通混雑を抑制するために現在様々な施策が考えられている。交通情報の提供により交通量を時間的・空間的に分散させる、自動車から他の公共交通機関へ交通手段の転換を促すなど、人々の行動を変容させることを目指した施策も数多く検討され、実施されている。人々の心理に効果的な影響を与える施策の必要性を鑑みたとき、人々の交通行動に対して、「なぜそのような行動をとったのか」という、行動結果の背後にある思考過程を理解することは非常に有益なことであろう。これら交通行動分析の社会心理学的アプローチについては、藤井ら¹⁾の研究でまとめられている。

そこで、本研究では、人々が経路選択行動を行う際に、どのような思考過程で選択する経路を決定しているのか、すなわち、経路選択行動時の意思決定過程に

焦点を当てて、行動分析を行うこととする。そのため、本研究では、心理学的な手法である発話プロトコル法を用いた室内実験を行い、個人の実験参加時の思考過程をデータとして取得する。得られたデータから、個人の意思決定過程と選択結果の関係を分析し、交通行動分析における実験研究の役割について基礎的な考察を行うことを目的とする。

2. 発話プロトコル法

発話プロトコル法は、Ericsson & Simon²⁾によって提案された認知的意思決定過程の分析技法であり、意思決定の過程途上の意思決定者に発話を求め、その発話を手がかりとして意思決定過程を分析するものである。この技法のメリットは、被験者の意思決定過程を被験者の記憶に依存しない形で把握することができる点にある。これまで多くの交通行動実験では、実験後にアンケートを実施することで被験者の意思決定過程を分析する手がかりを得ようしてきた。しかし、このような方法を用いた場合、被験者が実験中の思考を実験後に思い出す際に、実際とは異なった内容を回答する可能性がある。この点から、意思決定過程を分析するにあたり、発話プロトコル法を用いることが有用だと考えられる。しかし、この技法にもデメリットが存在する。すなわち、発話をするのが被験者の意思決定過程に影響を与える可能性があることや、発話が意思決定過程を正確に表していない可能性があることがShannon³⁾らに指摘されている。これらのデメリットに対処するため、海保・原田⁴⁾らを参考にした。また、北口ら⁵⁾の研究により、選択肢が少ない場合、発話することが意思決定過程に影響を及ぼさないことがわかっている。

3. 実験概要

本研究では、ドライバーが経路選択を行う際の意思決定過程を分析するため、上記の発話プロトコル法を用いて、経路選択行動に関する室内実験を行った。以下に、本実験の概要を述べる。

^{*1} キーワード：発話プロトコル法，経路選択，室内実験

^{*2} 学生員，京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻
(京都市西京区京都大学桂4-C1-2, TEL075-383-3241,
yamamoto@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

^{*3} 正員，工博，京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

^{*4} 学生員，工修，京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

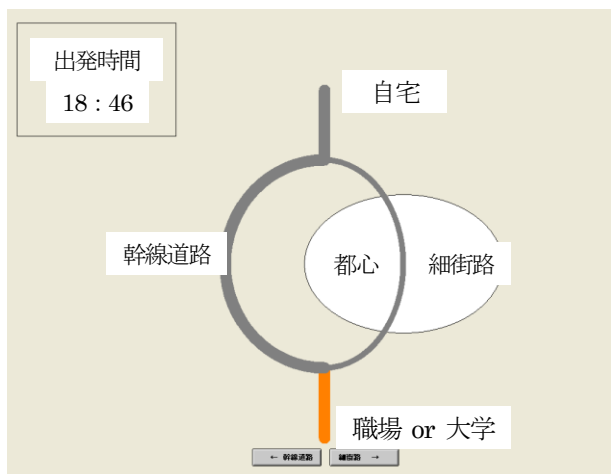
^{*5} 正員，Ph. D, 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

(1) 経路選択実験の設定

a) 仮想状況

本研究の室内実験では、パソコン上の仮想状況で、**図—1**に示す1対の起終点間を2経路で結ぶ10D2経路の単純なネットワークを、被験者に繰り返し経路選択してもらった。被験者には、毎日の通勤・通学交通を想定してもらい、最も所要時間が小さくなると思われる経路を選択するよう指示した。

経路選択行動の1回のフローは、以下の通りである。
 ①PC画面上に職場・大学からの出発時刻が表示される。
 ②被験者は、都心を通る細街路、郊外の幹線道路の2つの経路から帰宅に利用する経路を選択する。
 ③自宅に到着すると到着時刻が画面に表示される。これら①～③を1回の試行とし、合計で30回の試行を繰り返した。こうして、被験者は自らが選択した経路の状況のみを把握することができ、選択していない経路の状況は知り得ない、という状況を設定した。ここで、細道路と幹線道路の経路特性は被験者には伝えなかった。



図—1 10D2経路の仮想ネットワーク

b) 被験者属性

本研究では、免許を保有している京都在住の社会人10名と京都大学の学生10名を被験者とした。実験に参加した社会人の性別、年齢を以下の**表—1**に示す。学生は、10名全員が20～25歳の男性であった。

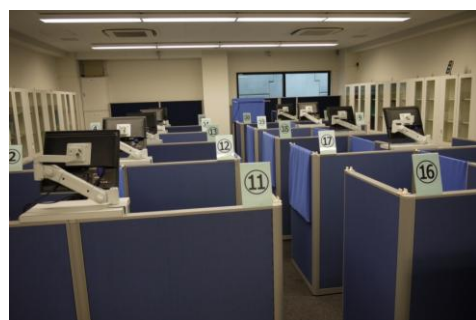
表—1 被験者属性 (社会人)

| | 被験者1 | 被験者2 | 被験者3 | 被験者4 | 被験者5 |
|----|------|------|------|------|-------|
| 年齢 | 42 | 30 | 23 | 73 | 32 |
| 性別 | 男性 | 男性 | 女性 | 男性 | 男性 |
| | 被験者6 | 被験者7 | 被験者8 | 被験者9 | 被験者10 |
| 年齢 | 28 | 28 | 28 | 24 | 24 |
| 性別 | 女性 | 女性 | 男性 | 男性 | 女性 |

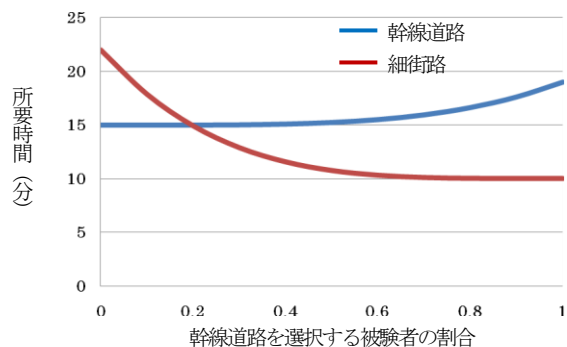
c) 所要時間の算出方法

本実験は、**図—2**に示す実験環境を利用し、10名

の被験者が同時に同じ仮想状況で繰り返し経路選択を行う。各経路の所要時間は、各経路を選択した被験者数により決定される。すなわち、多数の被験者が選択した経路は所要時間が大きくなる。現実の交通状況のように、各ドライバーの経路選択結果が互いに影響を及ぼし合う状況で、ドライバーがどのように意思決定を行うのか把握するためである。被験者には、経路を選んだ被験者の数が多いほど、その経路の所要時間が大きくなると伝えている。本研究では、社会人10名を被験者とした繰り返し経路選択実験、学生10名を被験者とした同様の繰り返し経路選択実験の2回の実験を実施した。**図—3**に各経路の選択人数と所要時間の関係を示す。



図—2 実験室



図—3 各経路の選択者数と所要時間の関係

(2) 発話プロトコル法の導入

本実験では、被験者に、「実験に関係がないと思うことでも実験中に頭に浮かんだ考えは全て声に出す」よう指示した。被験者にマイクを装着させて上記の実験を行い、実験中、被験者の発話を全て録音した(**図—4**)。また、発話プロトコル法が意図する発話を被験者ができるようになった状態で実験を行うため、本実験の前に練習課題を行った。この課題を通して、被験者が発話を行えるようになるまで、実験者が繰り返し説明を行った。

(3) インセンティブ

被験者が目指すべき行動原理を明らかにするため、

謝金によるインセンティブを与えた。「考えを声に出した被験者全員に1900円（学生は900円）」「トータル
の所要時間合計が最小だった被験者2人に+500円」の
謝金を与えることとし、実験前の説明の際に被験者に
伝えた。



図—4 マイクを装着した被験者

4. コーディング

本研究では、被験者が発話した言葉を文字として分
析するのではなく、その背景にある意味に重点を置いて分析する。そのため、発話されたデータをその発話
が意味する内容に基づきコーディングし、分析を行う。
本研究では、言語心理学に基づいた生成文法に基づく
コーディング方法を用いた(Petr SENKの論文参照。現
在未発表)。以下にそのコーディング手順を示す。

- ①録音された発話を全て文字に書き起こし、発話データとする。
- ②発話データを意味的なユニットにセグメント化し、各セグメントをコーディングする。
- ③コーディングをする際は、同一セグメントを実験に
関係のない人2名にコーディングしてもらい、その
コーディング結果を比較する。
- ④コードが一致していないセグメントについては、そ
の2名で相談し、合意できるコードが見つかった場
合は再コーディングする。
- ⑤2名が合意できなかったセグメントについては、さ
らに第3者が再コーディングする。

コードは、Petrが本実験に対して作成したものを採用した。主なコードを以下の表—2に示す。

表—2 分析に用いた主なコード（白いマスの中がコード）

| 主な内容について | | |
|----------|-------|------|
| テーマ | テーマ詳細 | 道路 |
| 出発時刻 | 探索的に | 幹線道路 |
| 到着時刻 | 習慣的に | 細街路 |
| 所要時間 | バラツキ | 両方とも |
| 細街路を選択する | 長さ | |
| 道路 | 平均 | |
| | …etc | |
| | | |

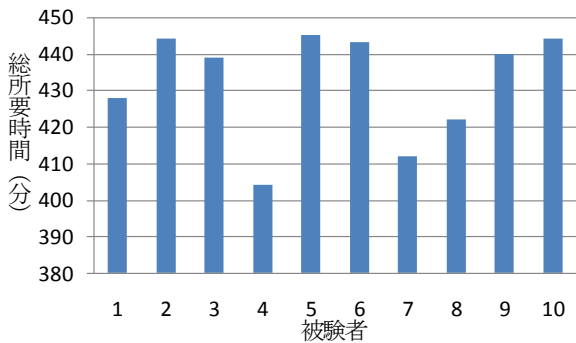
| 主な内容について | | |
|------------|-------------------|-------|
| 誰の？ | いつ？ | いつ？詳細 |
| 自分の | 未来 | 今日 |
| 他の人の | 過去 | 前回 |
| 一般的に | | 2日前 |
| | | 3日以上前 |
| | | 近い未来 |
| | | …etc |
| | | |
| 主な内容について | | |
| 値 | 関係（2つの値を比較するとき使用） | |
| 高い | Aの値はBの値より大きい | |
| ふつう | AとBは関係している | |
| 低い | AとBは等しい | |
| 0 | AとBは関係していない | |
| 1 | AとBは等しくない | |
| 0.25 | | |
| (具体的入力値) | | |
| | | |
| 感情表現について | | |
| | 困惑 | |
| | 披露・退屈 | |
| | がっかり | |
| | 満足 | |
| | | |
| その他の内容について | | |
| | 実験に関係のない仮定 | |
| | 秒読み | |
| | 謝金・報酬 | |
| | その他 | |

以上のようなコードを組み合わせることで、各セグ
メントの意味内容を共通の言語による表現に置き換えた。
上記手順②でセグメント化を行った結果、社会人
を対象とした実験では、セグメント数は10名で計278
4となった。手順③～⑤に従いコーディングを行った結
果、手順③で2名のコードの64.0%が一致、④で99.
0%のコードが確定し、⑤で100%コーディングが完了
した。学生を対象とした実験のデータ（セグメント数
は計2875）では、同様に③73.3%、④97.4%が一致・
確定し、⑤で100%のコーディングが完了した。手順③
における一致率が64.0%、73.3%と多少低く見えるが、
本研究で用いたコードは組み合わせられるパターンが
非常に多く複雑であることを考慮すると、それらの値
はそれほど低くないと考えられる。また、社会人の1
人あたりの平均発話数（セグメント数）は30回の経
路選択に対して278、学生は288であり、両者の間に大
きな差はなかった。以下、ここで作成されたコードを
用いて分析を行う。なお、発話データとそのコーディ
ング例を付録として論文の末尾に記載する。

5. 結果の分析

コーディングした発話データの中で、出てくるコード
の頻度（或いは回数）をみることにより、経路選択
時の思考過程を分析する。

社会人対象の実験では、各被験者の30回の所要時間を合計した値（総所要時間）が以下の図—5に表される結果となった。



図—5 被験者毎の30回の総所要時間

この図から、総所要時間が最も小さい3人と他の被験者との間に大きな差があることがみてとれる。そこで、この上位3人と下位3人の発話データを比較し、意思決定過程にどのような違いがあるかを探る。主なコードの出現回数（3人ずつの合計）を以下の表—3にまとめる。

表—3 総所要時間の上位3人と下位3人の発話比較

| | 上位3人 | 下位3人 |
|----------|------|------|
| 「自分の過去」 | 296 | 128 |
| 「他の人の過去」 | 15 | 9 |
| 「過去」 合計 | 311 | 137 |
| 「自分の未来」 | 206 | 238 |
| 「他の人の未来」 | 15 | 8 |
| 「未来」 合計 | 221 | 246 |

上表から、上位3人は下位3人に比べて「過去」について多く考えている傾向がある。逆に下位3人は「未来」について考える回数が比較的多い傾向にある。上位3人は過去の経験についてよく考えることで、下位3人に比べ、次の経路選択に経験をうまく活かしていたのではないかと考えられる。

この他にも発話データを用いていくつか分析を行った。被験者が前回選択した経路から次に選択する経路を変更したときと変更しなかったときの発話の比較、社会人と学生の発話の比較、男女の発話の比較など、ここで紹介できなかったものは、発表時に紹介する。

また、今回被験者の発話の中で、“出発時刻が遅いから通勤ラッシュで都心は混む” “都心は歩行者が多いから走りにくい” “曜日が関係あるのか” など、「実験に関係のない仮定」がいくつかみられた。社会人・学生全員のデータを集計すると、1人あたり平均で6.8回「実験に関係のない仮定」を口にしていることがわかった。

6. まとめと今後の課題

本研究では、被験者の発話データと選択結果の関係を分析することで、経路選択行動時の思考過程について基礎的な分析を行い、考察した。その結果、実験に関係のない仮定を頭に浮かべながら経路選択を行う被験者が少なくないことがわかった。実験の制御された仮想状況内で経験したこと（所要時間等）以外の要因により経路を判断し、選択することもあるということがわかった。それゆえ、これまでの実験研究による交通行動分析で得られた知見は、このような被験者の“考え”によるバイアスの影響を受けている可能性がある。実験アプローチにより交通行動の分析を行う際には、このようなバイアスが生じにくいよう配慮する必要があると考えられる。またそのような影響を考慮に入れた上で分析を行う必要があるといえる。

今回、被験者の意思決定過程について、被験者の発話データを全員まとめて集計的に扱い、その発話内容毎の出現頻度をみることで分析を行った。今後は、被験者毎あるいは経路選択毎に発話データを扱い、発話される内容同士のつながりをみることで、経路選択時の思考過程を分析していくことが必要であると考えられる。また本研究では、被験者数が少なかったため、追加実験でサンプルを増やし、結果の検証を行う必要がある。

参考文献

- 1) 北村隆一、森川高行、佐々木邦明、藤井聡、山本俊行：交通行動の分析とモデリング、技報堂出版、2002
- 2) Ericsson, K. A. and Simon, H. A.: Protocol Analysis - verbal reports as data, MIT Press, Cambridge, MA, 1984
- 3) Shannon, B.: The case of introspection. Cognition and Brain Theory, 7(2), 167-180, 1984
- 4) 海保博之、原田悦子：プロトコル分析入門-発話データから何を読むか、新曜社、1993. S
- 5) 北口喜教：経路選択行動における選択肢集合の形成・再生過程に関する研究、2009

付録 発話例とそのコーディング例

・「今日は細街路、早かった。」

| テーマ | 1つ | 所要時間 | 細街路 | 自分の |
|-----|----|------|-----|-----|
| 過去 | 今日 | = | 低い | |

・「幹線道路、今日は遅そう」

| テーマ | 1つ | 所要時間 | 幹線道路 | 自分の |
|-----|----|------|------|-----|
| 未来 | 今日 | = | 高い | |

・「幹線道路の方が早そう」

| テーマ | 2つ | Aの値はBの値より大きい | | | |
|-----|------|--------------|-----|----|------|
| A | 所要時間 | 細街路 | 自分の | 未来 | 近い未来 |
| B | 所要時間 | 幹線道路 | 自分の | 未来 | 近い未来 |