

旅行時間の思い込み認知と 繰り返し行動に伴う選択肢の絞り込みについての 実験研究

中山晶一朗¹・藤井聡²・北村隆一³・山田憲嗣⁴

¹正会員 金沢大学工学部土木建設工学科助手(〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20)

²正会員 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻助教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

³正会員 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

⁴京都市役所(〒604-8571 京都市中京区寺町通御池上ル上本能寺前町 488)

本研究では、繰り返し経路が選択される中で各経路の旅行時間が系統的な誤差なく認知されるようになるのか、また、経路選択の際に全ての経路が考慮されているのか、について室内実験に基づき解析を加えた。主な実験結果として、現状とは著しく異なる認知状態である「思い込み認知」が生じること、繰り返し同じ経路を選択することにより考慮する選択肢の数が減少する「選択肢の絞り込み」が生じること、経路変更には余分な認知コストがかかること、頻繁に選択する経路に対する正当化が行なわれることなどが示された。従来から交通行動分析ではロジットモデル等の離散選択モデルが多用されてきたが、本実験結果はその適用の際に選択肢集合や経路属性の入力等を慎重に取り扱う必要があることなどを示唆している。

Key Words: *delusion, reduction of alternatives, route choice, in-laboratory experiment*

1. はじめに

これまで交通行動分析では、ランダム効用理論を背景にした離散選択モデルが多用されてきた。離散選択モデルでは行動主体に対して完全合理性が仮定されており、この仮定により行動主体が選択する行動は最適なものに限定される。このような仮定は、以前から限定合理性^{1), 2)} (もしくは手続き的合理性^{2), 3)})の視点などから批判はされてきた。しかし、交通行動分析では、完全合理性を仮定した離散選択モデルが中心的役割を果たしてきたといっても過言ではなく、その有用性には疑問の余地はないであろう。しかしながら、このように離散選択モデルが交通行動分析を席捲したことは、人間がどのように考えて交通行動を決定したのか、なぜそのような意思決定を行ったのか、という人間の「認知」に対する関心を多少なりとも奪う結果にもなったとも考えられる。なぜなら、合理性の仮定は最適な選択肢が自動的に選ばれることと直結し、その仮定の下では、なぜ最適な選択が行われるのか、どのように最適な選択肢が選ばれるのか、さらに、実際に最適な選択

肢が選ばれているのか、等の問題は不問にされ、人間の認知が如何なるものかに関心を払う必要性が稀釈されるためである。

しかしながら、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、離散選択モデルは極めて有用な分析ツールであることも間違いない。だからこそ、離散選択モデルを適切に用い、その結果を適切に解釈するためにも、意思決定が如何なるものか、また、実際に全ての選択肢を考慮に入れ、その中から最適な選択肢を選んでいるのか、等の問題を明らかにすることは、重要な課題であると言えよう。

以上のような問題意識の下、本研究は、交通行動での人間の認知についての幾ばくかの知見を得ることを目的として、室内実験アプローチに基づいて、繰り返し行われる経路選択行動を分析する。これによって、人間は交通行動の決定の際に実際に全ての選択肢を考慮して最適な選択肢を選んでいるのか、また、最適な選択を行うために各選択肢の性質・属性が正しく把握されているのか、等を考察することを目的とする。

2. 本室内実験の位置付け

前節で述べたように、本研究の目的の一つは、室内実験により、交通行動の決定の際に、選択肢の性質・属性が系統的な誤差なく正しく把握されているのか、を考察することである。筆者ら^{4),5)}は、既にシミュレーション分析により、行動主体が実際とは著しく異なる認知を形成することがあることを示している。筆者らの経路選択モデル⁶⁾は、行動主体が過去に経験した旅行時間の重み付き平均をその主体の認知旅行時間とし、その重みは遺伝的アルゴリズム⁶⁾によって更新されるといものである。この経路選択モデルを用いて、交通システムのシミュレーション分析を行った結果、経験の浅い時点で大きな旅行時間の変動を経験した行動主体は、選択可能な経路が2経路の場合、頻繁に走行する経路の旅行時間は正しく認知するが、もう一方の経路の旅行時間は実際よりも著しく大きく認知することがあるという結果が得られた。ある経路の旅行時間が著しく大きいと認知した行動主体は、その経路の旅行時間についての思い込み故に、二度とその経路を選択することはない。選択されなくなった経路の旅行時間等の情報は更新されることがないため、その経路の旅行時間は著しく大きいという認知は存続し続けることになる。筆者らは、このように認知旅行時間が実際の旅行時間と著しく異なる現象を「思い込み」(delusion)と呼んでいる^{4),5)}。また、そのような思い込み認知を起こした行動主体が形成する交通システムの状態は、どの主体も自分の経路を変更するだけでは自分の旅行時間を小さくすることが出来ない(と思込込んでいる)状態であり、この状態は均衡であると言える。筆者らはこれを思い込み均衡と呼んでいる⁴⁾。このような均衡の存在は、交通システムの中で思い込みが長期的に存在し得ることを示唆するものである。この思い込み認知に関しては、実際の交通環境での調査分析でもその存在が示されている^{7),8)}。

運転者はすべての選択可能な選択肢を考慮するとは限らず、考慮される選択肢が繰り返し行動の中で絞り込まれるという選択肢の絞込みもシミュレーション分析によって示されている。中山・北村⁹⁾は遺伝的アルゴリズム⁶⁾によって更新されるif-thenルールによって経路を選択するモデルを構築するとともに、それを用いた交通システムのシミュレーション分析を行った。その結果、全てのif-thenルールが同じ経路を指示するものとなり、どのような状況でも同じ経路が選択され続けるようになった。これはある一つの経路以外の経路を選択するということが全く考慮されず、同じ経路を選択し続けることを示すものである。このように考慮されない選択肢が生じることを選択肢の絞込みと呼んで

いる。これに関連する研究として、Verplanken et al.⁹⁾やGärling et al.¹⁰⁾は、繰り返される交通機関選択行動で、意思決定過程が自動化されることを示している。

以上の思い込み認知や選択肢の絞込みについて、本研究は室内実験アプローチにより考察を加える。室内実験では、行動の環境を実験者が任意に制御することが可能であるために、対象とする認知プロセスに的を絞った詳細な分析が可能であるという利点がある。実際、現実の交通環境での認知データには、多様な要因の効果が同時に存在するため、特定の認知プロセスの分析を行うことが難しい。それ故、認知心理学では頻繁に室内実験アプローチが採用される¹¹⁾。同様に、本研究のような思い込み認知の形成過程や選択肢の絞り込みといった認知的な理論仮説を検証するためにも、室内実験アプローチは有効である。

なお、室内実験アプローチには、現実的妥当性という問題点が存在する。しかし、本稿の室内実験は筆者らがこれまで行ってきた一連の研究^{4),5),7),8)}と研究対象は同じものであり、それを室内実験アプローチにより解明しようとするものである。したがって、本研究で対象とする認知プロセスに関する仮説の妥当性を議論するためには、室内実験アプローチで得られる知見に加えて、実際の交通環境での調査分析^{7),8)}やシミュレーション分析^{4),5)}で得られる知見とを合わせるにより総合的に検討することが必要である。このように総合的に検討することで室内実験の現実的妥当性の問題は他のアプローチの研究により補完することが可能であると考えられる。

3. 室内実験の概要

(1) 実験の設定

本研究の室内実験では、1対の起終点を3経路で結ぶIOD3経路の単純なネットワークを、被験者が繰り返し選択するという仮想的な状況を、パーソナルコンピュータを用いて設定した。被験者には新しい土地に引っ越した後の毎日の通学を想定してもらい、毎回最も旅行時間が小さいと考える経路を選択するよう指示した。このとき被験者にこの調査は経路選択行動を調べる目的で実施するものであり、単なるクイズではないことを注意している。また、被験者には各経路の属性に関する情報は与えなかった¹¹⁾。実験参加者は、京都大学の学生を中心とした41人であり、実験は一人ずつ個別に行った。

被験者には、パソコンのディスプレイに表示された三つの経路のいずれかをキーボードを使ってを選択するように教示した。そして、選択後、その経路の所要時間を、経験した旅行時間としてディスプレイに表示した。これを、一試

行として、合計で 40 回の試行を繰り返した。こうして、自らが選択した経路の所要時間のみを把握することはできるが、選択していない経路の旅行時間は知り得ない、という不完全情報の状況を仮想的に創出した。なお、40 回の試行回数は、事前実験で被験者が報告した疲労の程度等を考慮して設定した^[2]。

各々の経路の旅行時間は、表-1 に示す正規分布に基づいて、各試行毎に乱数的に与えた^[3]。経路 1 の旅行時間については、40 回の全ての試行で一定の正規分布に基づいて決定したが、経路 2 と経路 3 は、第 21 回目の試行以降とそれまでとで異なる正規分布に基づいて旅行時間を決定した。以下、第 1 回から第 20 回までを訓練期、第 21 回から第 40 回までを実験期と呼称する。表-1 に示したように、訓練期では、経路 2 は経路 1 よりも平均的に旅行時間が長く、そして、経路 3 は経路 2 よりもさらに旅行時間が長い。しかし、実験期では、いずれの経路も同一の平均旅行時間を持つ。

(2) 観測指標

実験で観測した変数は、以下の 4 つである。

- 1) 毎回の選択経路、
- 2) 毎回の選択に要した思考時間、
- 3) 実験終了時点での各経路の認知旅行時間、
- 4) 事後アンケートによる各期での考慮に入れた選択肢数

以下に 2) から 4) について説明を加える。

思考時間とは、被験者が前回に選択した経路の旅行時間を被験者に提示してから選択経路を入力するまでの時間である。被験者には前回の旅行時間の提示後速やかに今回の経路選択を行うように教示しており、また、経路選択を行った後から選択した経路の旅行時間が提示されるまでには時間が置かれている^[4]。

実験終了時点での認知旅行時間は、全 40 回の試行が終了した時点で各経路の最後の数回の旅行時間の平均を推定するよう要請して得られたものである。このように実験後にだけ認知旅行時間を尋ねたのは、試行中に旅行時間を答えてもらうことにより被験者の経路選択決定過程が影響を受ける可能性が懸念されたためである。以下では、認知旅行時間とはこの実験終了後に尋ねた旅行時間を指すこととする。

考慮に入れた選択肢数は、40 回の試行が全て終了した後に被験者に意思決定過程を回顧してもらい、選択肢として僅かにでも考慮に入れた経路を回答してもらったものである。なお、試行 10 回を一つの期として、全 4 期の各々について回答を得ている^[5]。また、被験者には思考時間が測定されていること、実験終了時点で認知旅行時間や考慮に入れた選択肢数が尋ねられることを事前には

表-1 各経路の旅行時間設定

	経路1	経路2	経路3
訓練期	N(28,5)	N(31,5)	N(45,5)
実験期	N(28,5)	N(28,5)	N(28,5)

知らせていない。

本研究では被験者 41 人全員について上で述べた 4 つの変数を観測することが出来た。以下ではそれら 41 人分の 4 観測変数を用いて分析を行っている。

(3) 分析の視点

表-1 に示したように、訓練期での旅行時間の平均は、経路 1、経路 2、経路 3 の順番で短いことから、それぞれの経路を選択する傾向は経路 1、2、3 の順番で高いことが予想される。ただし、実験期では、全ての旅行時間の平均が等しい。ここで、もしも、被験者がこの旅行時間の平均値の変化という環境変化を学習し、完全情報を持つに至ることが可能ならば、最終的にはいずれの経路の選択確率も等しくなる。しかし、被験者が十分な学習に失敗し、完全情報を持つことができなかったら、選択確率は経路間で異なることになるであろう。それ故、こうした実験設定によって、被験者が完全情報を持つか否かを分析することが出来る。それと共に、被験者の認知旅行時間や選択肢数等のデータより、なぜ完全情報を持つことに失敗したのか、を類推的に分析することができる。

(4) 実験の結果

a) 思い込み認知

各経路の実験終了後の認知旅行時間の平均とそれが 28.0 であるという帰無仮説に対する t 検定の結果は表-2 の左部分に示してある。与えた旅行時間の平均は実験期では全ての経路で 28.0 であり、実験終了後の認知旅行時間は最後の数回の旅行時間平均を予想するよう要請したものであるが、経路 2 および経路 3 での認知旅行時間は 28.0 よりも有意水準 0.01 で大きいことが分かる。これより、被験者は、少なくとも実験期の 20 回の間では、経路 2、3 の旅行時間の平均の変化を学習することに失敗し、完全情報を持つことが出来なかったことが分かる。

次に、思い込み認知と経験の有無との関係を検討する。図-1 は各経路を選択した被験者の数および前日と異なった経路を選択した被験者の数(経路変更者数)の推移である。図-1 から経路 1 を選択する人数は全体の 7 割から 8 割程度で一定している。実験期では経路 2 や経路 3 の平均旅行時間は大幅に減少したにもかかわらず、経路 2 や

表-2 各経路の認知旅行時間とt検定

	全員 28への検定		実験期での 選択なしグループ		実験期での 選択ありグループ		グループ間 検定 t値
	認知旅行時間	t値	認知旅行時間	観測数	認知旅行時間	観測数	
経路1	27.66	-0.93	-	0	27.66	41	-
経路2	31.66	6.84*	33.63	8	31.18	33	4.36*
経路3	38.44	6.05*	41.23	26	33.60	15	5.89*

*: 0.01で有意

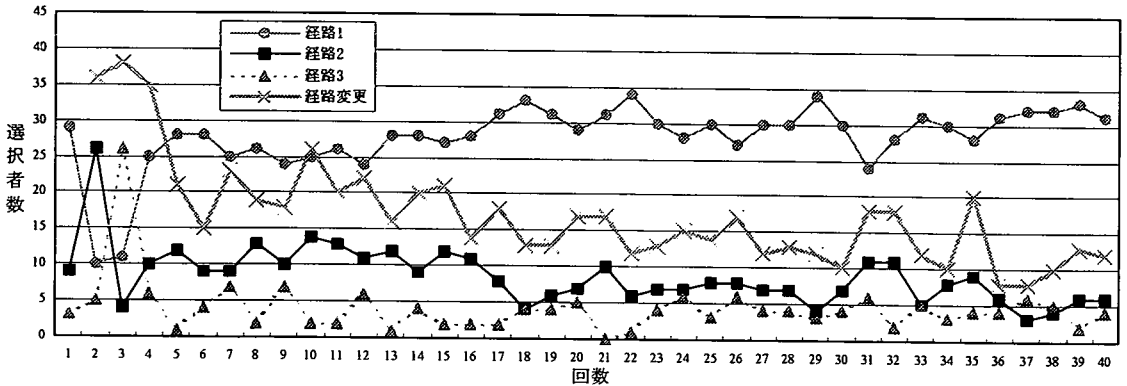


図-1 各経路の選択者数、経路変更者数の推移

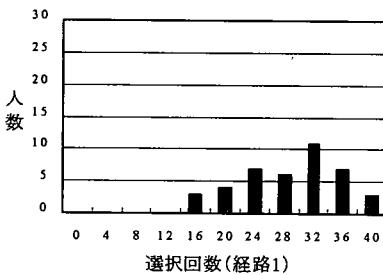


図-2-1 経路1の選択回数

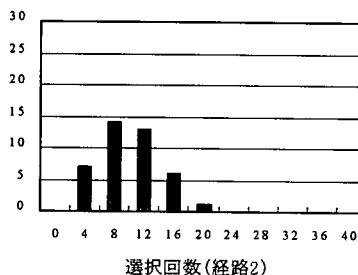


図-2-2 経路2の選択回数

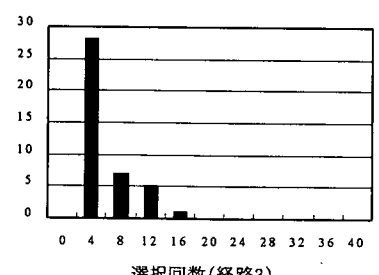


図-2-3 経路3の選択回数

経路 3 を選択した人数は増加していない。むしろ若干の減少が見られる。ここでも経路 2, 3 の旅行時間の平均の変化を学習することに失敗していること、訓練期と実験期で旅行時間が大きく変わったことに対して、被験者はあまり反応している様子がないことが分かる。

図-2-1 から図-2-3 は各経路の選択回数に関する度数分布である。図-2-1 から被験者の経路 1 の選択回数は比較的ばらついているため、常に経路 1 を選択する被験者もいるものの、必ずしもそうではない被験者もいることが分かる。ただし、図-1 の経路変更者数は若干の減少傾向があり、同じ経路を選択し続ける被験者の数は増加していると想像できる。

表-2 の右部分は、実験期にその経路を選択したことが一度もないグループと少なくとも一度は選択したことがあ

るグループの各経路の認知旅行時間の平均と、グループ間の差違に関する検定結果が示されている。表-2より、経路 2 および経路 3 のそれぞれについて、実験期で一度も選択していない被験者は、選択したことがある被験者よりも大きな認知旅行時間を形成していることが分かる。これは、実際の経験を重ねることで思い込み認知が是正され、逆に、実経験が無い以上は、現時点での状況を必ずしも反映していない過去の経験に基づいて形成された思い込み認知が保存され続けることを意味していると考えられる。このことは、シミュレーションによる研究⁴⁾で示された思い込み認知の形成プロセスが、室内実験でも検証できたことを示している。思い込み認知自体はフィールド調査研究^{7), 8)}でも確認されていることを考え合わせると、この結果の現実的妥当性は高いと考えられる。実験期の試行回数は 20

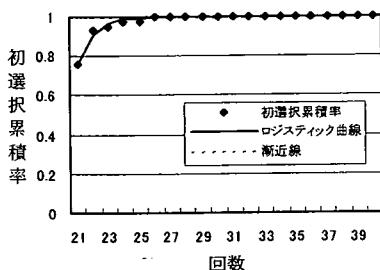


図-3-1 経路1のロジスティック曲線

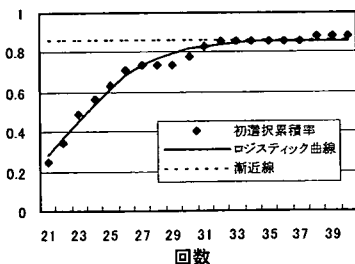


図-3-2 経路2のロジスティック曲線

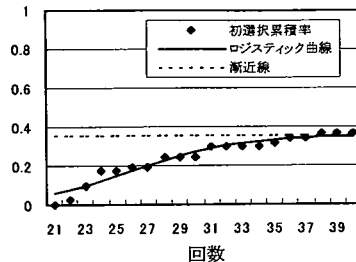


図-3-3 経路3のロジスティック曲線

表-3 経路変更したグループとしないグループの思考時間と考慮に入れた選択肢数の比較結果

	思考時間	選択肢数	観測数
変更したグループ	1.92	2.21	29
変更しないグループ	1.40	1.08	12
グループ間比較結果 t 値	2.39 (p<0.01)	7.91 (p<0.01)	

表-4 経路1の選択回数に対する経路1の認知旅行時間の平均とそれに関するt検定

	経路1の選択回数	
	27回以下	28回以上
認知旅行時間平均	28.11	27.27
観測数	19	22
グループ比較のt値	2.39	p = 0.02

回に限られたものにし過ぎないため、これ以上に実験回数が増えた場合、経路2や経路3を選択する被験者が増加し、全員の認知旅行時間が実際に与えた平均値に近づいていく可能性が考えられる。この点を本室内実験で得られたデータの範囲内で検討するために、各経路について、実験期に入ってから一度でも選択したことがある人数の占める割合(初選択累積率)に関するロジスティック回帰分析を行った。本研究で用いたロジスティック曲線は以下の通りである。

$$\frac{dx(t)}{dt} = r x(t) \left(1 - \frac{x(t)}{K} \right) \quad (1)$$

ここで、 $x(t)$ は実験期に入ってから時点 t までに一度でもその経路を選択したことがある人数の全人数に対する比率(初選択累積率)、 r および K は正のパラメータである。パラメータはそれぞれ成長率(増加率)、飽和値(ロジスティック曲線の極限值)と解釈できる。回帰分析の結果、各経路の飽和値 K は 1.00, 0.86, 0.36 であり、相関係数はそれぞれ 0.82, 0.98, 0.98 となった。図-3-1 から図-3-3 は各経路に対するロジスティック曲線、漸近線、各回での初選択累積率を記載したグラフである。相関係数は比較的大きく、また、図-3-1 から図-3-3 からロジスティック曲線の適合もそれほど悪くは見えないため、ロジスティック回帰分析は妥当であると考えても差し支えないと考えられる。推定された飽和値 K は、実験期が 20 回以降永遠に続いたとしても、経路2, 3を一度以上利用する人数の割合は、

各々 86%と 36%を越えないことを意味している。したがって、このモデル分析は、いくら試行回数が増加したとしても、経路2, 3を一度も選択しない被験者は一定数以上存在することを示唆している。既に述べたように経路を選択しない被験者はその経路に対する思い込みを是正することが出来ないと考えられるため、この結果は一度形成した思い込みをかなり長期にわたり保持し続ける被験者が存在することを示唆している。

b) 選択肢の絞り込み

同一行動を繰り返すことによって選択肢の絞り込みが行われるのか、についてここで検討する。31回以降に経路変更した被験者と変更しなかった被験者の二つグループに分け、各グループの31回から40回の思考時間の平均と既に述べたアンケート調査での考慮に入れた選択肢数に関してグループ間での比較を行った。その結果が表-3である。表-3から、経路変更しないグループの思考時間が1.40秒である一方、経路変更したグループの思考時間が1.92秒であり、グループ間比較に関するt値が2.39であることから経路変更しない被験者のグループの方が思考時間が有意に小さいことがわかる。また、同様に表-3から考慮に入れた選択肢数についても経路変更しなかったグループの方が有意に小さいことが分かる。この結果は、同一経路を繰り返し選択することで、考慮する選択肢の数が減少するとともに、経路決定に関する認知的情報処理プロセスが省略されたことを意味していると考えられる。この知見はシミュレーション研究³⁾と一致するものであり、また、繰り返し行動によって意思決定過程が自動化されて

表-5 経路変更の有無に対する思考時間

	経路変更の有無	
	無	有
思考時間の平均	1.82	2.16
観測数	29	29
グループ比較のt値	-2.00	p = 0.06

いくことを見いだした, Verplanken et al.⁹⁾や Gärling et al.¹⁰⁾の心理実験で確認された知見を支持するものである。

既に a) 思い込み認知で述べたロジスティック回帰分析で経路2や経路3をどれほど時間が経過しようと一度も利用することがない被験者がある程度の割合で存在し得るということを示したが、その原因の一つは繰り返し同じ経路を選択することによって選択肢として考慮する経路を絞り込んだことによると考えられる。つまり、経路1を繰り返し選択することによって経路1以外の経路が経路選択の際に考慮されなくなり、その結果経路1のみを選択し続け、それ以外の経路は考慮される選択肢に入っていないため、いくら試行回数が増加しようともその他の経路が選択されることはなくなると考えられる。先に示した思い込み認知が長期的にも存在し続けるということは回帰分析による単なる予測であったが、このように選択肢の絞り込みが観測されたことはその妥当性が高いことを間接的に示すものとなっている。

以上の結果は、経路選択等の交通行動では必ずしも全ての選択肢が考慮されないことがあることを示すものであり、離散選択モデル等での交通行動分析の際には、選択肢の集合がどのようなものであるのかについて十分に考慮しなければ誤った分析、結果解釈を行う危険性があることを示唆していると考えられる。

c) 繰り返し選択肢の正当化による思い込み認知

ここで、経路1の旅行時間認知に着目する。経路1の全40期での選択回数の平均は27.3回であり、選択回数が27回以下か28回以上かで被験者を分類した。グループごとの経路1の認知旅行時間の平均とそれに関するt検定の結果が表-4である。経路1の選択回数の効果は0.05の有意水準で有意となった。これらの結果は、経路1の選択回数が多い方が、経路1の認知旅行時間が有意に短くなることを意味している。

被験者に与えた経路1の旅行時間の平均および分散は全試行を通して一定であり、選択した回数により経路1の認知旅行時間の平均に有意性が生まれることはないはずである。しかし、上に述べたような結果が得られたのは、選択回数の多い方が認知旅行時間が小さくなったからと考

表-6 連続選択後の経路変更に対する思考時間

	経路変更前の連続選択回数	
	4回以下	5回以上
思考時間の平均	1.67	2.74
観測数	12	12
グループ比較のt値	-1.90	p = 0.08

えられる。その原因には、選択回数により、旅行時間の認知システムが変化する可能性など様々なものが考えられるが、思い込み認知という現象を考えるにあたり、一つの重要な視点として、認知的不協和理論¹²⁾を挙げることができる。

認知的不協和とは、心理的に互いに矛盾する認知的要素が複数存在する様な、認知的に不快な状態のことである。そして、認知的不協和理論では、このような不快な状態に置かれた人間はそれを解消または低減するために自己の認知を変更する場合があることを主張する。この理論に基づくと、経路1を多く選択した被験者はそうでない被験者よりも経路1を選択肢続けた根拠、つまり、経路1を選択したことの正当化が必要となり、その旅行時間を小さく認知したと考えられる。このような正当化が行われると、通常利用する経路もしくは交通機関を実際以上に優れたものと思いついていく(認知している)ことになり、既に a) 思い込み認知で説明したものと異なるメカニズムによる思い込み認知が生じていると言える。以後、区別するためにこれを正当化による思い込み認知と呼ぶことにする。

d) 経路変更に必要な認知的コスト

ここで、経路変更について考察する。31回から40回までで前回選択した経路と異なる経路を選択するという経路変更を行った被験者に関して、経路変更を行った時の思考時間と経路変更を行わなかった時の思考時間を比較した。その結果が表-5である。表-5から有意水準0.1のレベルであるが経路変更したときの方が思考時間が大きいことが分かる。これは経路変更には認知的コスト¹⁶⁾が余分にかかる傾向があることを示していると考えられる。このように経路変更に必要な認知的コストが必要な場合は経路2や経路3の旅行時間が経路1よりも小さくなる確率が存在する場合でも、期待できる利得が経路変更に必要な認知的コスト以下であるならば、どんなに時間が経過しても経路2や経路3を二度と選択することがない。逆に、このような認知的コストがない場合、小林¹⁹⁾が主張するように経路2や経路3の旅行時間が経路1の旅行時間よりも小さくなる確率がどんなに小さくても、無限の時間経過するならば、いつかは経路2や経路3が選択され、思い込み認知が解消されることになる。しかし、本室内実験の結果は認知的コストが存在

することを示唆するものであり、それは思い込み認知存在し得ることを示すものと考えられる。

次に、31回から40回まででの経路変更に関して、前回まで連続して5回以上同じ経路を選択した後の経路を変更した場合の思考時間と5回未満の連続選択後の経路変更での思考時間の比較を行った⁷⁾。31回から40回のうちで5回以上同じ経路を選択した後に経路変更を行なったことが1回以上ある被験者は12名である。この12名について5回以上連続選択後の経路変更の際の思考時間の平均と5回未満連続選択後の経路変更の際の思考時間の平均に関してt検定を行った結果が表-6である。表-6から5回以上連続選択後の経路変更での思考時間の方が5回未満連続後の場合よりも有意水準0.1で長いことが分かる。先ほど経路変更には余分な認知的コストがかかることを示したが、この結果は連続選択後の経路変更はさらに認知的コストがかかる傾向があることを示している。これは、同一の選択肢を選択し続けることで選択肢の絞り込みが生じることが一つの原因であろう。

同一行動の繰り返し回数が増加することによって、その行動の変更のための認知的コストが増加するという傾向は、ある行動習慣の習慣強度が増加するほど、その行動習慣の変更が困難となることを含意している。従来研究^{14), 15), 8)}では、交通政策によって習慣的な交通行動を変更させようとするのは、概して容易ではないことが繰り返し指摘されているが、ここで示された認知的コストの経験による増大という傾向が、その原因の一つであると考えられる。

4. おわりに

本研究では、室内実験によって、経路選択行動で各経路の旅行時間を常に正しく認知するのか、それとも正しく認知できないのか(思い込み認知を形成することがあるのか)や繰り返し経路選択を行う中で、考慮する選択肢の数が減少するという選択肢の絞り込みが行われるのかに関して検定や考察を行った。

実験の結果、本研究で当初想定していた通り、認知が実際と著しく異なる思い込み認知が生じることが示された。

さらに、そうした思い込み認知は経験により是正することが可能なものであり、逆に経験しなければ思い込みが継続し続けることが示された。また、ロジスティック回帰分析より、被験者は、一度否定的な思い込み認知を形成した選択肢を再度選択するとは限らず、それ故、一度形成された思い込みは、かなり長期的に継続する可能性が示さ

れた。

また、繰り返し意思決定を行うことで、考慮される選択肢数が減少する、という選択肢の絞り込み現象がデータより示された。この結果は、本実験の設計時の理論的予測に一致するものである。こうした選択肢の絞り込みは、思い込み認知を持続させるものであると言えるだろう。なぜなら、選択肢の絞り込みにより選択肢から外れた経路は選択されることはなく、その経路について思い込みが形成されていた場合には、その思い込み認知が矯正されることはないからである。

さらに、選択回数が多いほどその経路の旅行時間を小さく認知するようになるという頻りに選択する選択肢の正当化が行なわれることも、データによって支持された。すなわち、経路選択の繰り返しにより他経路へ変更する動機が小さくなる、という認知的不協和理論¹²⁾から予想される傾向に一致する実験結果が得られたのである。このような自らの行動の正当化を図る心理的傾向は、思い込み認知を助長する一つの要因となるものと考えられる。

さらに、繰り返し行動が増加するにつれて、その行動の変更のための認知的コストが増加するという傾向を示唆する実験結果も得られた。こうした傾向は、従来の認知心理学研究でも知られていた傾向であるが、本研究はそれを追認する実証データであるということができよう。

この様に、本実験結果から、人々は思い込み認知を形成する傾向があることが改めて確認された。その一方で、選択肢集合の絞り込み、自己正当化、ならびに、行動変化に伴う認知的コストの増大を意味する実験結果が得られたが、こうした心理的傾向が、思い込み認知を生じさせ、そして、持続させる要因となっていることが推察される。

さらに、ここで得られた実験結果は、本実験のみで見られる心的傾向というよりはむしろ、従来の認知的保守性を見いだしてきた認知心理学、ならびに、運転者の認知についての既往の理論的実証的研究でも知られている心的傾向に一致する結果である。本実験結果を考察する場合、それらとの関連の下での議論することが、本実験結果の意義、ならびに信憑性を考える上でも重要な視点となろう。そうした考察については、補稿を参照されたい。

いずれにしても、マクロな交通現象を理解するためには、運転者の行動およびその認知を理解することが有効な手段であろう。そのためにも、本研究で述べた様な室内実験を含めて、様々なアプローチの下で運転者の認知を理解するための研究を、積み重ねる必要があるものと考えられる。

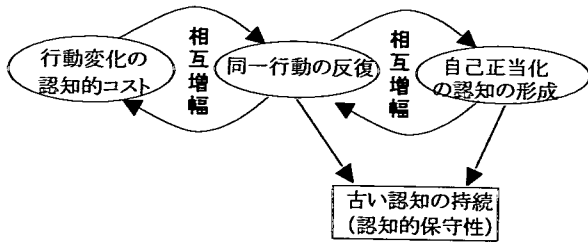


図-4 認知的保守性の発生メカニズム

補稿 認知的保守性に対する本研究の仮説の示唆

本文で述べた知見は、それらを組み合わせると理論的に考えると、フィールド調査や追加的な室内実験等でその妥当性をより精緻に吟味する必要はあるものの、以下のように推論することが可能である。人間の認知は一旦経験によって形成されるとなかなか変更されない、という認知的な保守性が交通行動においても存在するのではないかと推論できる。このような認知的保守性は、認知心理学研究によって従来から繰り返し示されていると共に¹¹⁾、藤井他¹⁰⁾によって提案され、調査データにより検証されている経験優越仮説に一致するものである。ここで、経験優越仮説とは、経験によって形成された認知旅行時間は、例え何らかの外的刺激が存在したとしても変化せず、保持される傾向が強いという仮説である。

こういった認知的な保守性が存在する原因は、本研究で見いだされた幾つかの傾向を組み合わせると、次のように説明できるであろう(図-4 参照)。まず、個人は同一行動を反復する傾向を持つと考えられるために、現実には生じた環境変化に気付かないと考えられる。それ故、古い環境の中で形成された認知が新しい環境の中でも持続され、認知的保守性が生じることとなる。一方、同一行動を反復する傾向があるのは、(d)経路変更に必要な認知的コストで示されたように行動変更のためには認知的コストが必要だからである。そして、行動変更のための認知的コストは、行動の反復性が増加するにつれて増大すると推測できる。この原因の一つとしては、個人は同一行動を反復すると、選択肢の絞り込みを行うことが考えられる。こうして、行動を反復するほど行動変更のための認知的コストは増大し、逆に認知的コストが増大するほど行動は反復されていき、ますます特定の行動から個人は抜け出せなくなっていくと考えられる。

さらに、個人は、(c)繰り返し選択肢の正当化による思い込み認知で示されたように自らの行動にとって都合の良い認知を形成する、という自己正当化の動機を持つと

考えられる。この傾向は、同一の行動が反復される限り、その反復行動を正当化する認知を持続し続ける。この要因によっても、認知的保守性が生じることとなる。逆に、自己正当化の圧力によって形成された認知は、さらに同一行動を反復させる方向に働くであろう。こうして、同一行動が反復されるほど、ますます自己正当化の動機は増強され、個人は認知的にますます保守的になっていくと考えられる。

以上の様に、人間は、一旦形成した認知と行動を、持続させるような認知的なメカニズムを持っているものと考えられる。本研究の実験は、図-4 に示した仮説的な認知的メカニズムの存在を示唆するものである。そして、この認知的メカニズムは、本研究のデータからだけでなく、従来の研究とも一致するところが少なくない。例えば、自己正当化の認知形成と同一行動の反復の間には、正の相関が存在することがフィールド調査研究^{7),8)}によっても確認されているし、同一行動の反復によって、行動変化の認知的コストが増加していくことも従来の認知心理実験により確認されている¹⁰⁾。

注

- [1]既に述べたように被験者には新しい土地に引っ越した後の通勤行動を想定してもらっているため、被験者には自宅から学校まで選択できる経路は3つのみあることだけを伝え、それぞれの経路の属性(距離や旅行時間等)や経路間の関係等については一切知らせていない。ここで、各試行ごとに独立に被験者が考え、経路選択を行っている可能性が指摘できるが、後で述べる思い込み認知等の現象が見られることからそのような可能性は少ないと推測できる。なお、(被験者間で)均質な実験を行うために、各被験者への説明は実験開始前に実験の概要・目的を説明した書面を読んでもらうこととし、実験実施者は被験者がそれを読んでいるのかをチェックするのみとした。
- [2]ここで述べた事前実験での被験者は本実験の41人の被験者とは別の被験者である。
- [3]室内実験が煩雑になることを避けるために、被験者に与える旅行時間の分布の分散は同じものとした。設定する分散の値は大きすぎると予測することが全く不可能となり、逆に小さくと、予測がきわめて簡単になるため、正規乱数の分散は5.0と設定した。また、平均については、各経路の思い込みの検証を容易にするために、実験期の平均は同じものとした。なお、以上のように設定した正規乱数を本研究では用いているが、統計処理後の知見には乱数による影響は含まれていないと仮

定する

- [4]被験者は選択する経路を入力すると、画面上に入力した経路が提示され、入力ミスがないか、確認する。もし間違っていた場合は修正する。その後 10 秒後に次の試行を行う準備が出来ればキーを押すようことの指示が画面上に現れ、被験者がキーを押すまでは次の試行は始まらない。このように実験は被験者のペースによって進むようになっている。一人の被験者の実験時間は被験者間で異なるが、30 から 40 分ほどであった。また、前回選択した経路の所要時間は被験者が次の試行を行う準備が整い、キーを押した後に現れ、すぐに今度選択する経路を入力することになる(速やかに入力するように毎回画面上で指示される)。
- [5]この回顧データは 40 回の試行が全て終わった後に尋ねたものであり、その信憑性には問題があるとも考えられる。しかし、他の客観的なデータを併用して分析することにより、その問題を補完することが可能と考えられる。
- [6]心理学の分野では人間の思考を一種の情報処理として捉えるのが一つの主流的な考え方である¹¹⁾。普段のコンピュータ利用から分かるように、情報処理には処理量や処理手順の多さに応じて計算時間がかかる。同様に人間の思考・認知でもその情報処理量・処理手順が多いほど思考時間を要することとなる。本研究では、このように思考に必要な処理時間・処理労力、エネルギーを認知的コストと呼ぶこととする。なお、認知という術語は思考、判断、問題解決などの概念を総称したものである。
- [7]5 回以上連続で同じ経路を選択したものと 5 回未満のものに分け検定を行ったが、グループ分けを 6 回以上、6 回未満などにしても同様の傾向があった。そこで、サンプル数が最も大きい 5 回以上と 5 回未満のものを掲載した。

参考文献

- 1) Simon, H. A.: *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Process in Administrative Organization*, Macmillan, New York, 1947.
- 2) Simon, H. A.: Invariants of Human Behavior, *Annual Review of Psychology*, No. 41, pp. 1-19, 1990.
- 3) Simon, H. A.: From Substantive to Procedural Rationality, *Method and Appraisal in Economics*, S. J. Latsis eds., Cambridge University Press, Cambridge, pp. 129-148, 1976.
- 4) Nakayama, S., Kitamura, R. and Fujii, S.: Drivers' Learning

- and Network Behavior: A Dynamic Analysis of the Driver-Network System as a Complex System, *Transportation Research Record*, No. 1676, pp. 30-36, 1999.
- 5) 中山晶一郎, 北村隆一: 帰納的推論に基づく経路選択行動と道路交通システムの動態に関する研究, 土木学会論文集, No. 660/IV-49, pp. 53-63, 2000.
 - 6) Goldberg, D. G.: *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley Pub. Co., Reading, Massachusetts, 1989.
 - 7) 藤井聡, 中野雅也, 北村隆一, 杉山守久: 自動車通勤ドライバーの公共交通機関の思い込み認知とその改善についての実証的研究, 土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp. 636-637, 1999.
 - 8) Fujii, S., Gärling, T. and Kitamura, R.: Changes in Drivers' Perceptions and Use of Public Transport during a Freeway Closure: Effects of Temporary Structural Change on Cooperation in a Real-Life Social Dilemma, *Environment and Behavior*, Vol. 33 (6), pp. 796-808, 2001.
 - 9) Verplanken, B., H. Aarts and A. van Knippenberg: Habit, Information Acquisition, and the Process of Making Travel Mode Choices, *European Journal of Social Psychology*, Vol. 27, pp. 539-560, 1997.
 - 10) Gärling, T., Fujii, S. and Boe, O.: Empirical Tests of a Model of Determinants of Script-Based Driving Choice, *Transportation Research F*, Vol. 4, pp. 89-102, 2001.
 - 11) Anderson, J. R.: *Cognitive Psychology and Its Implications*, 3rd ed., W.H. Freeman, New York, 1990.
 - 12) Festinger, L.: *A Theory of Cognitive Dissonance*, Stanford University Press, Stanford, 1957.
 - 13) 小林潔司: 限定合理性革命と行動理論の将来, 土木学会ワーカーセミナー「行動理論と土木計画」資料, 2000.
 - 14) 藤井聡: 土木計画のための社会的行動理論—態度追従型計画から態度変容型計画へ—, 土木学会論文集, No. 688/IV-53, pp. 19-35, 2001.
 - 15) Dahlstrand, U. and Biel, A.: Pro-Environmental Habit: Propensity Levels in Behavioral Change, *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 27 (7), pp. 588-601, 1997.
 - 16) 藤井聡, 中野雅也, 北村隆一, 杉山守久: 認知旅行時間の環境適応プロセスに関する理論実証研究, 土木計画学研究・論文集, 17, pp. 589-598, 2000.

(2001.4.27 受付)

AN EXPERIMENTAL ANALYSIS OF DELUSION AND REDUCTION OF ALTERNATIVES IN REPEATED ROUTE CHOICE BEHAVIOR

Shoichiro NAKAYAMA, Satoshi FUJII, Ryuichi KITAMURA and Noritsugu YAMADA

We examined through in-laboratory experiments whether a traveler comes to perceive travel times without systematic bias in repeated route choices and whether he takes all alternatives into account when choosing a route. The results indicate that delusion, which means excessive false cognition, and reduction of alternatives may occur through repeated route choices; it takes extra cognitive cost when switching routes; and selecting the route which has been taken many times is cognitively justified.