

# 不確実性下における認知と判断を考慮した交通行動分析

## On Travel Time Perception and Judgment under Uncertainty

研究代表者 京都大学大学院工学研究科 助教 菊池輝

Kyoto University  
Graduate School of Engineering  
Assistant Professor  
Akira Kikuchi

### アブストラクト

道路交通システムは個々人の選択・意思決定の集積であるため、道路の所要時間は日々時々刻々変動している。このような不確実な状況において、自動車運転者は道路の所要時間をどのように認知しているのだろうか。本研究は、経路選択・出発時刻選択といった交通行動における選択問題は、個々人が認知している道路の所要時間に基づいているとの前提で、その認知所要時間は実際に経験する所要時間とどのような関係にあるのか、すなわち「実所要時間をどのように認知しているのか」「認知所要時間はどのようにして形成されるのか」という視点から、経験と認知の関係を記述する選択モデル構築を行う。分析には、コンピュータを利用した同時参加型ネットワーク実験装置を用いる。また経験として、他の運転者との干渉や、提供される交通情報を明示的に考慮し、最新のゲーム理論の一つである *Minority Game* を援用し、運転者の取る戦略の再現を目指す。

### Abstract

Although most travel decisions are made based on perceived travel time, little attention has been directed to travelers' perception of travel time. For example, knowledge on how travel times along a commute route are perceived by the commuter is virtually nonexistent. This study is an attempt to probe into the traveler's perception of travel time variability and develop the model of travel decisions. A laboratory experiment will be conducted to obtain data on how the subject perceived the travel time of simulated repetitious commute trips. The experiment aims at determining how the representative travel time the subject perceived is related to the travel times he has experienced in the past, and how the distribution of travel times, the uncertainty of travel times is perceived, and how it is related to the objective distribution of travel times he has experienced and how he is interfered with other drivers' decisions.

## 1. 研究目的

交通システムが個々人の経路選択・出発時刻選択といった意思決定行動の集合であり、さらに個々人の「選択」とその結果には常に不確実性が伴っているという事実は、道路交通ネットワークを有機的で複雑なものとしている。言い換えるならば、ネットワーク交通流が個々人の「選択」の集積であるがゆえに所要時間には分散が生まれ、ネットワーク交通流の最小単位である個々人の意思決定における不確実性が増大する、という相互関係があるといえよう。そのため、経路選択行動・出発時刻選択行動といった交通行動分析だけでなく、道路交通ネットワークの状態を評価する際にも不確実性を明示的に考慮する必要がある。また道路交通ネットワークが意思決定の集合である以上、あるドライバーが認知する所要時間の不確実性と他のドライバーの経路選択行動とは何らかの相互関係が存在しており、精緻な情報提供が実現した場合には、“他者の選択行動を予測して、提供された情報とは異なる経路を選択する”といった選択行動がなされることも知られている。つまり、効率的なネットワーク運用を目的とした情報提供方策の評価手法確立のためには、一人一人の不確実性下での意思決定行動を記述するだけでは不十分であり、ドライバーの相互関与の影響下での不確実性の認知を考慮することも必要である。

以上をふまえて本研究の目標は、①被験者に動的な情報を提供する ②被験者の選択状況が全体の所要時間に影響を与える、といった不確実な状況下における仮想的な選択行動の室内実験を行い、個々のドライバーの戦略を、Minority Game におけるエージェントの戦略を援用して分析することである。具体的には、動的に提供された（完全情報 or 不完全情報など操作され

た）情報をドライバーがどのように参照し、またドライバーの相互関与の影響下でどのように不確実性を認知し、意思決定がなされるのかを明らかにする。

## 2. 研究経過

本研究では、まず Minority Game におけるエージェントの戦略を援用し、ドライバーの交通情報参照モデルを構築し、次に室内実験を行った。

### (1) 情報参照モデル

各ドライバーエージェントは、各々の経路に関して「だいたいこのくらいの所要時間であろう」という認知所要時間を内部状態として保有し、この認知所要時間に基づき、行動を決定すると仮定する。認知所要時間は、知覚された日々の走行経験や提供された交通情報をもとに、繰り返しのたびにその値を更新する。本研究ではこの更新を認知所要時間の学習と定義する。

ドライバーの学習は、情報の提供形態によって以下の3種類を構築した。

#### A. 情報無し

自らの経験のみによってのみ学習する。

$$Cogtime(t+1) = Cogtime(t) + \alpha \{ Realtime(t) - Cogtime(t) \}$$

ここで、

$Cogtime(t)$  : t 日における認知所要時間

$Realtime(t)$  : t 日の実所要時間

$\alpha$  : パラメータ ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

である。

#### B. 単純情報提供

経験した旅行時間を情報として他ドライバーと共有できるものとする。すなわち、自らの経験以外からも学習が可能となる。学習の構造は「A. 情報無し」と同じであるが、自らの経験か他者の経験かによって、パラメータ  $\alpha$  の大きさは変化する（他者の経験よりも自身の経験が大きく

影響する)。

### C. 優秀情報提供

最も賢明に選択を行っているドライバーの考え方を情報として提供することで、全ドライバーが所要時間の短い経路を選択するような協調を目指す。

$$Cogtime(t+1) = Excellent\_time(t)$$

ここで、

$Cogtime(t)$  :  $t$  日における認知所要時間

$Excellent\_time(t)$  :  $t$  日における、最も累積利得が高いドライバーエージェントの当該経路の認知所要時間

である。

#### (2) 室内実験

本研究では、実所要時間分布の持つ不確実性が認知所要時間分布に対して与える影響を考慮する。そのため、day-to-day の繰り返し交通行動の中で、認知所要時間分布を表現する各指標と意思決定の変遷をデータとして取得しなければならない。そこで、パソコンを用いて、被験者に仮想的状況の下で経験する実所要時間分布をどのように認知したのか、そしてどのような意思決定を行ったのかに関する質問を繰り返し行った。

実験は、A,B の 2 経路の選択と出発時刻の選択を同時に行わせた。被験者には予め、目標とする時間に遅刻しないよう行動を決定するように教示した。2 経路の所要時間は選択した人数に依存して決定されるが、出発時刻による所要時間の変動は今回は考慮していない。

群の設定は、上述の情報提供形態に加え、所要時間の分布の形態を考慮し、12 の群を設定した。なお、被験者がどの群に属するのかは、実験当日にランダムに決定し、被験者は自分が他者と違う実験群に属していることは知らされていない。また既存研究より、このような繰り返

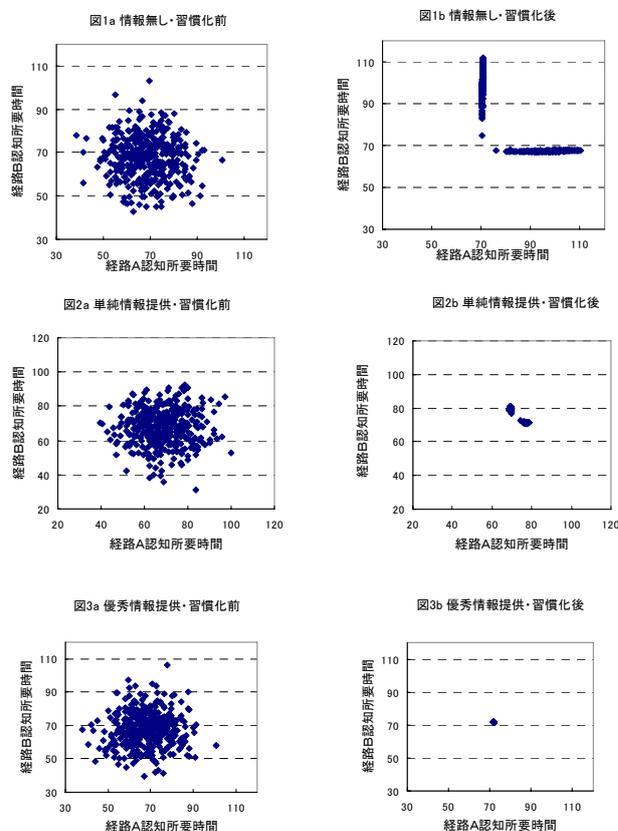
し行動の場合、習慣化という現象が生じることが明らかにされている。習慣化とは「思い込みが生じる事により、思考の途中のプロセスを考えずに予測を行うこと」を意味し、習慣化が行われた後は、認知所要時間の更新が行われにくくなる。本研究ではこの習慣化の影響を考慮し、day-to-day の変動は考慮せず、被験者の行動が安定した状態の認知と行動を分析対象とした。

被験者は京都大学の大学生・大学院生であり、140 名を募った。操作ミスを行った被験者を除去し、131 名を分析対象とした。

### 3. 研究成果

#### (1) 認知所要時間に関する考察

下図は、情報提供形態の違いによる、認知所要時間の分布を習慣化していない時点 (3 時点) と、習慣化後 (3 時点) の比較である。



情報提供が無い場合は、習慣化して経路に関しては、所要時間を正しく認知しているが、もう一方の経路に関しては、分散が大きくなっている。しかしながら、他ドライバーの経験も情報として提供することにより、その分散は小さくなり、優秀情報を提供した場合は、ほぼ全員が同じ認知所要時間を有する。このことは、情報提供方策の有効性を示すと共に、提供される情報によっては、習慣化された経路の混雑を招き、道路交通システム全体の効率が下げてしまう可能性を示唆している。

## (2) 出発時刻の決定に関する考察

上述の認知所要時間が意思決定、つまり出発時刻選択行動に実際にどのように影響を及ぼしているのだろうか。次表は出発時刻を被説明変数とした重回帰モデル分析の結果である。

表 重回帰分析の結果

説明変数	B	$\beta$	t
(定数)	508.36		93.73 ***
認知所要時間代表値	-0.61	-0.59	-8.36 ***
認知所要時間幅	0.03	0.04	0.55
年齢	-0.22	-0.12	-1.66 *
男性ダミー	0.44	0.04	0.50
N		131	
F(4,126)		18.77 ***	
R <sup>2</sup>		0.37	
修正R <sup>2</sup>		0.35	

p\* = 0.10, p\*\* = 0.05, p\*\*\* = 0.01

出発時刻は認知所要時間代表値が大きく有意であることがわかる。マイナスなのは、認知所要時間代表値が大きければ、出発時刻を早めるということである。また、年齢も10%水準で有意であり、年齢が高い人ほど出発時刻を早める傾向にあることがわかる。一方、認知所要時間幅は有意な影響は見られなかった。認知所要時間幅が大きいと一言に言っても、早着認知所要時間を小さく考えている場合もあれば、遅着認知所要時間を大きく考えている場合もあるであ

ろう。出発時刻を決定する際には、早着認知所要時間を小さく考えているのか、遅着認知所要時間を大きく考えているのか、すなわち認知所要時間がどのような分布となるのかが重要と考えられる。

## 4. 今後の課題と発展

情報化技術が進む中で、これまでよりも多様な交通情報を提供できる環境が整いつつあるが、その質（情報の内容）によっては、逆に道路交通システム全体の効率性を下げる可能性が潜在している。すなわち必ずしも全員が同じ情報を共有することが、社会的に望ましい状態になるとは限らないのである。今後は異なる質の情報を受け取るドライバーの占める割合がシステム全体に及ぼす影響を分析する必要がある。さらにシステム全体の効率性を向上させる情報の質（内容・共有の形態など）はどのようなものかについても分析する必要がある。

また、被験者の認知所要時間は代表値としてはほぼ正しく認知するものの、実所要時間の不確実性をどのように捉えているのかについては、今回の実験では一定の結論を導き出せなかった。今後は被験者の認知構造が、実際の経験からどのように歪んでいるのかを明らかにしていかなければならない。

## 5. 発表論文リスト

菊池輝・松下歩・北村隆一：不確実性下における認知所要時間と出発時刻選択の分析，土木計画学研究・講演集（発表予定）