

旅行時間情報提供下での逐次経路選択行動に関する実験分析*

Experimental Analysis of En-route Path Choice Behavior under Travel Time Information

宇野 伸宏**・飯田 恭敬***・久保 篤史****

by Nobuhiro UNO, Yasunori IIDA and Atsushi KUBO

1. はじめに

近年の情報通信技術の進展を受け、VICS (Vehicle Information & Communication System)等に代表される高度交通情報システムが注目されている。路車間・車両相互でのリアルタイム情報の伝達により、より安全で快適で効率的な道路交通を目指すものである。その役割の一つが動的情報提供による交通の分散・誘導である。しかしながら動的情報提供に関しては、その有効性を疑問視する見方もある。例えば同一内容の詳細情報を多数のドライバーに提供することで、ドライバーが過剰に反応し特定経路に交通が集中する等の悪影響の可能性が示唆されている¹⁾²⁾。この種の悪影響を回避し、交通制御の一方策として実効性の高い情報システムを確立するには、情報提供下でのドライバーの経路選択行動の解明が必要となる。

著者らはこれまで、情報提供下のドライバーの経路選択機構の解明を目指し、室内実験アプローチを用いた実証的研究を行ってきた³⁾⁴⁾⁵⁾。本研究はその一環として、旅行時間情報提供下の逐次経路選択行動を対象とする。すなわち、出発地の意思決定を受けた形でのトリップ途中の経路選択行動を分析対象とする。この際、提供情報の精度の差異がドライバーの経路選択機構に及ぼす影響についても検討する。

2. 経路選択行動分析への室内実験手法の適用

(1) 室内実験手法の特徴

室内実験手法は、SP(Stated Preference)調査法の一つであり、情報提供下の交通行動分析に適用する

上で、以下に示す特長を有する⁶⁾⁷⁾。

- ①調査項目の設定に柔軟性があり、被験者の情報獲得前後での代替案の評価・選好を把握可能である。
 - ②情報の提供方法(情報の種類・精度・対象経路等)をコントロールした形での分析が可能である。
 - ③繰り返し被験者の代替案に対する選好を問うことが容易であり、交通情報システム導入に伴う経路選択機構の変容、および走行経験・情報・経路選択行動の間の相互作用に対する分析も可能である。
- 上記の特長を踏まえ、本研究では出発地での意思決定を受けた形での、トリップ途中のドライバーの経路選択行動(「逐次経路選択行動」と呼ぶ)を対象として、室内実験手法を適用し以下の分析を試みる。
- ①旅行時間情報の提供開始に伴うドライバーの逐次経路選択機構の変化を明らかにする。
 - ②提供情報の精度の差異が経路選択機構に及ぼす影響を明らかにする。

一方、SPデータに関しては、現実のドライバーの交通行動を完全に再現することを期待するのは難しいという問題点がある。しかしながら、SPデータに基づく交通行動分析でも、行動モデルの関数形やパラメータの比率に関する知見を得ることは十分可能と考えられている⁸⁾。本研究では提供情報の精度が異なる複数ケースの実験を実施し、そのケース間比較ならびに同一ケース内での経時変化の分析を行う。後述する様に、被験者が旅行時間を予測するメカニズムをモデル化し、推定結果に対するケース間ならびに時系列での相対分析に基づき、経路選択メカニズムにおける提供情報の影響について考察する。

(2) 室内実験を用いた既往の研究

室内実験アプローチによりドライバーの交通行動を分析した研究としては、Mahmassani等の研究が代表的である⁹⁾¹⁰⁾。この研究では、通勤ドライバーの

*キ-ワ-ド：交通情報、経路選択、交通行動分析、交通制御

** 正員 工修 京都大学大学院工学研究科

*** 正員 工博 京都大学大学院工学研究科

**** 学生員 京都大学大学院工学研究科

(〒606-01 京都市左京区吉田本町 Tel: 075-753-5126,

FAX: 075-753-5907)

出発時刻調整および経路選択の day-to-day dynamics に着目している。ドライバーの知識の集積ならびに利用可能情報の違いが意思決定に及ぼす影響を考慮するため、交通シミュレーションを用いて、交通行動の選好意識に関する時系列データを収集している。

室内実験手法を用いた最近の研究では、PC 上に構築した交通行動・交通流・情報の相互作用シミュレータを用いて、被験者が自身のおかれた環境やトリップコストを認識しやすい様、様々な工夫が施されている。例えば Adler 等は、シミュレータ FASTCARS を用いて、情報獲得による経路変更のモデル化を試みている¹¹⁾。この実験では、被験者の道路網に対する知識を被験者に手渡す地図で規定しており、ネットワークに関する知識量が経路選択行動に及ぼす影響を分析している。Bonsall は、情報システムへの反応、特に車載機が提示する動的誘導の遵守について、シミュレーション実験により分析している¹²⁾¹³⁾。また、PC 上のシミュレータ VLADMIR を用いて実験を行い、路側の VMS からの提供情報が経路選択に及ぼす影響の把握を試みている¹⁴⁾。

国内の研究に目を転じた場合、室内実験手法の経路選択行動分析への適用事例はこれまでのところ多くはない。経路選択における合理的期待仮説の妥当性検証のため、2 経路選択実験を適用して、行動仮説の反証を試みた小林等の研究¹⁵⁾、情報の精度と知覚旅行時間の関係を分析した福田等の研究¹⁶⁾、情報システム導入に伴う経路選択機構の変容について分析した著者らの研究等が代表的である³⁾⁴⁾⁵⁾⁷⁾。

本研究の経路選択実験は、著者らのグループの研究の延長上に位置するが、ドライバーのトリップ途中での逐次経路選択を対象としている点が、従来の研究と異なる。そのため出発時点での利用経路とともに走行中の経路変更に関する意思決定を、PC 上の対話型実験システムを用いて把握する。また、提供情報の精度を実験者が体系的にコントロールしている点が、上記の既往の研究との相違点である。

3. 経路選択実験の設計

(1) 前提条件

(a) 対象トリップ

本研究では、ドライバーが道路交通システムの状

況や情報システムの性能について学習し、知識を習得した結果、その逐次経路選択機構がどの様に変化するかという点についても検討する。そのため、特定 OD 間での同一被験者の経路選択行動の動態を一定期間に渡って観測し、経路選択に関する時系列データを収集・分析することが必要となる。以上の議論を踏まえて、経路選択実験で対象とするトリップ目的は、日常的に特定 OD 間を繰り返しトリップする通勤目的とする。これはまた、道路交通の積極的なコントロールが望まれる都市域において代表的なトリップ目的でもある。

(b) 被験者の行動原理

一般に、通勤・業務目的のドライバーは、時間的要因を重視して経路選択すると考えられる。そこで、被験者の意思決定原則として「各自の走行経験、旅行時間情報等を用いてトリップ時の旅行時間を予測し、それに基づき経路選択する」と仮定する。

(c) 被験者の回答項目

目的地が先決されたドライバーが、自己の判断で選択できるのは、出発時刻ならびに経路である。本研究では、動的情報提供による利用経路の分散誘導策を念頭に置いているため、出発時刻も先決されているとする。被験者は、出発地ならびに利用経路の変更可能点において、各経路の旅行時間の予測値と選択経路を繰り返し回答することを求められる。

(2) 経路選択実験の設計

(a) 対象道路ネットワーク

被験者が自身の判断で経路選択可能なネットワークの中で、最も単純なものを利用する。図-1 に経路選択実験に用いた道路網を示す。図中のリンク 1 とリンク 2 は同一路線の一部であり、連続性の高いリンクとし、リンク 3 はこれとは別の路線の一部と仮定している。つまり、交通状態に関して、リンク

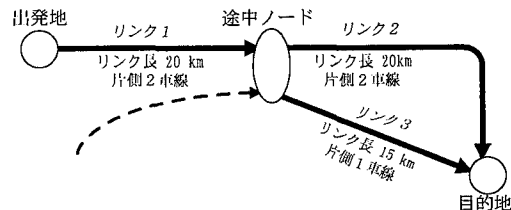
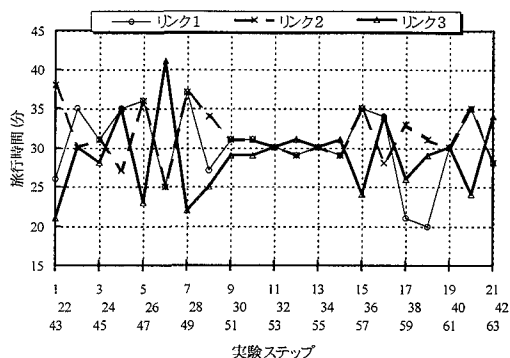


図-1 対象ネットワーク



図－2 実旅行時間の変動パターン

1 とリンク 2 は正の相関を持ち、リンク 1 とリンク 3 は無相関に近づくようにした。この経路選択実験では、被験者はリンク 2 とリンク 3 の選択を、出発地および途中ノードで問われることとなる。

(b) 実旅行時間の設定方法と提供情報の関係

ドライバーは、現時点の交通状態に基づく記述的情報より、自身がトリップする時に要すると期待されるコストを示す予測情報を欲していると考えられる。本研究では情報システムが、現時点で出発した場合に目的地までに要すると推定される予測旅行時間を情報提供する状況を想定する。情報の精度等を体系的に設定するため、実験者は経路交通量ならびに旅行時間の変動を予め外生的に決定しておく。そして被験者の選択に応じ、走行結果として実旅行時間を提示する。予め設定した実旅行時間変動パターンを図－2 に示す。これは、著者等がこれまでに実施した経路選択実験の結果に基づき設定したパターンである⁴⁷⁾。この既往実験では、本研究のそれとは異なり、被験者の意思決定を経路の交通状態に反映させ、実旅行時間を内生的に算出している。3 (2)(a) で述べたように、各リンクの交通状態に関して、リンク 1 と 2 は正の相関があり、リンク 1 と 3 では無相関に近づくようにしている。図－2 の実旅行時間は、この関係を満足するものとした。

実験内での情報提供に関しては、いわゆる情報センターで予測した旅行時間を提供する状況を想定する。この旅行時間情報については、実験者が既知の実旅行時間（図－2）を平均とする正規確率変数として与え、その標準偏差(σ)で精度を規定する。旅行時間情報の提供は、出発地でリンク 1、2、3 に関する情報が、途中ノードでリンク 2 および 3 の情報

表－1 実験ケースと提供情報

実験ケース	期間Ⅰ	期間Ⅱ	期間Ⅲ
	1-21 ステップ	22-42 ステップ	43-63 ステップ
ケース 1	情報提供なし	情報提供なし	情報提供なし
ケース 2	情報提供なし	高精度情報提供	高精度情報提供
ケース 3	情報提供なし	低精度情報提供	低精度情報提供
ケース 4	情報提供なし	低精度情報提供	高精度情報提供

表－2 提供情報の精度を規定する標準偏差 σ

提供情報の精度	出発地情報の標準偏差		途中ノード情報の標準偏差
	リンク 1	リンク 2・3	
高精度情報	$\sigma = 1(\text{min.})$	$\sigma = 3(\text{min.})$	$\sigma = 1(\text{min.})$
低精度情報	$\sigma = 5(\text{min.})$	$\sigma = 7(\text{min.})$	$\sigma = 5(\text{min.})$

が提供される。リンク 2 および 3 の情報の精度は、途中ノードでの提供情報の方が出発点でのそれより相対的に高くなるように設定した。これは出発点での予測の方が途中ノードでの予測より、時間的に先の交通状態を予測することになり、一般的に予測精度が低下すると考えられるためである。精度を規定する標準偏差 σ の値については、次項(c)で述べる。

本研究では情報システムの導入に伴う、ドライバーの経路選択行動の変容についても分析する。そこで情報提供する実験ケースでも、63 の実験ステップのうち 21 ステップまでは情報を提供せず、22 ステップ以降は継続的に情報提供する。便宜上、本研究では実験ステップを次の 3 期間に分類している。

期間Ⅰ：1～21 ステップ（情報を提供せず）

期間Ⅱ：22～42 ステップ（情報提供実験前半部）

期間Ⅲ：43～63 ステップ（情報提供実験後半部）

実験内での上記の 3 期間の結果を比較分析するため、期間Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの実旅行時間の変動パターンは図－2 に示す通りに共通とする。情報の有無・精度の違いが被験者の経路選択に及ぼす影響についても分析するため、次で説明するように 4 ケースの実験を実施するが、被験者が経験する実旅行時間の変動（図－2）は、この 4 実験全てで共通とする。

(c) 実験ケース

本研究では情報の有無および精度が異なる 4 ケースの経路選択実験を実施する。実験ケースと情報の関係を表－1 に示す。表－2 には提供情報の精度を規定する標準偏差 σ の値を示す。前述の通りに、リンク 2 および 3 の σ に関しては、途中ノードの方が出発点より小さく（精度が高く）なる様に設定した。

図－3(a)は、実験ケース 2 において途中ノードで

提供されたリンク 2 の旅行時間情報と、実旅行時間の関係を示す。図-3 (b)は実験ケース 3 における、これと同じ関係を表している。表-1 に示す様に、ケース 2 では高精度情報が、ケース 3 では低精度情報が各々提供される。なお σ が 1・3 (分) の高精度情報では、実旅行時間のリンク 2・3 間の大小関係が、情報の大小関係と概ね整合するのに対して、 $\sigma = 5$ (分) 以上の低精度情報では実旅行時間と情報の大小関係の逆転が少なからず含まれている。

旅行時間情報の精度設定の妥当性については、著者らのグループがこれまでに行った同種の実験において確認を試みた⁵⁾。経路選択実験終了後、被験者に対して簡単なアンケートを行い、情報の精度について主観的に評価してもらった。その結果、 σ が 1 (分) と 5 (分) の場合では、情報の精度についての被験者の評価は明らかに異なり、 σ が 1 (分) の方が被験者の精度評価は高い。すなわち、設定した情報精度の違いは被験者に十分認識可能と考えられる。

(d) 経路選択実験の手順

- 経路選択実験は、次に示す手順に従って実施する。
- ①実験の主旨、注意事項、対象道路網の条件（距離・車線数等）について、被験者に説明の後、経路選択実験を開始する。
 - ②出発点で、被験者に旅行時間情報を提供する。
 - ③被験者は各自の走行経験、提供情報、道路網条件等に基づき各リンクの旅行時間を予測する。
 - ④被験者は各自の予測旅行時間に基づき、利用予定経路を回答し、リンク 1 を途中ノードへ向かう。
 - ⑤途中ノード到着後、そこ迄の部分的な走行結果としてリンク 1 の実旅行時間を被験者に提示する。
 - ⑥リンク 2・3 の旅行時間情報を被験者に提供する。
 - ⑦被験者は走行経験、リンク 1 の走行結果、情報等に基づきリンク 2・3 の旅行時間を再度予測する。
 - ⑧被験者は各自の予測に基づき経路を再度選択する。
 - ⑨目的地到着後、走行結果として被験者に利用経路とその実旅行時間を提示する。各自の走行結果と提供情報の差別化を図るため、走行結果の被験者へのインパクトを高めさせるべく、被験者に走行結果を再入力させ、確認させる。

なお、実験ケース 1 の全期間とケース 2～4 の期間 I では、被験者に旅行時間情報を提供しないので、上記の②と⑥を省略する。②～⑨の手順を所定の実

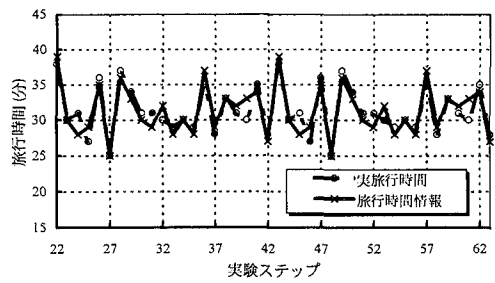


図-3 (a) 実旅行時間と情報の関係 [高精度情報]

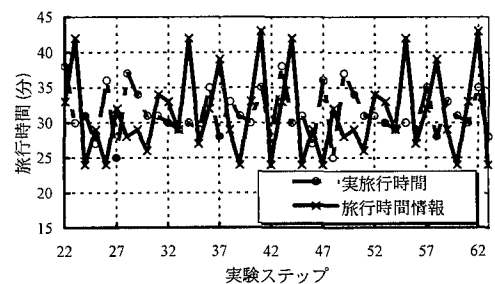


図-3 (b) 実旅行時間と情報の関係 [低精度情報]

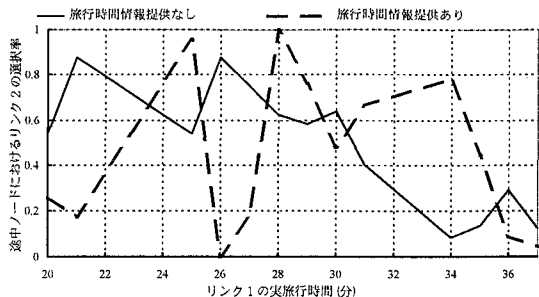
験ステップ分（63 ステップ）繰り返す。上記の通りに、この経路選択実験では同一被験者に対して多数回繰り返して意思決定を問うこととなるので、被験者の疲労・実験に対する飽きを軽減する必要がある。そこで経路選択データの収集、被験者への結果提示および情報提供の効率化を図るため、パソコン上に構築した対話型実験システムを利用する。

(e) 実験の実施状況

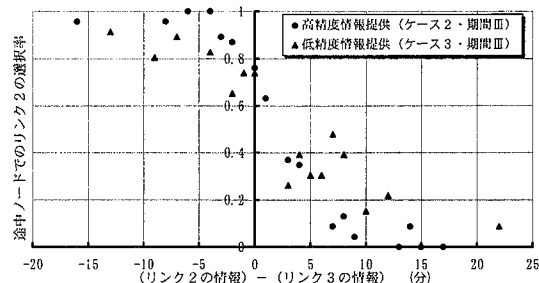
実験ケース毎の被験者数は、ケース 1 が 24 名、ケース 2 が 23 名、ケース 3 が 23 名、ケース 4 が 21 名であった。被験者は主に京都大学の学生であり、属性的に偏りがあるのは否めない。しかしながら、被験者全体での運転免許保有率は約 96%、また月に 1～2 回以上運転する者が約 62%を占めており、自分で自動車を運転できる者が大多数であり、日常的に自動車を利用している者も多い。したがって、経路選択実験の被験者としては概ね妥当と考えられる。

4. 経路選択実験結果に対する予備的分析

まず、実験内で観測された経路選択について集計分析を行い、被験者のトリップ途中での逐次経路選択行動の特徴を捉える。そこで、4 章・5 章では主



図－４ リンク１の実旅行時間とリンク２選択率



図－５ 情報のリンク差とリンク２選択率

に途中ノードでの経路選択を対象として分析を行う。

(1) 途中ノードまでの部分的な走行結果の影響

図－４は、リンク１の実旅行時間と途中ノードにおけるリンク２の選択率の関係を示している。情報提供ありはケース２（高精度情報提供）、情報提供なしはケース１の結果を各々集計したものである。

被験者に対して情報が提供されない場合、出発地から途中ノード迄の走行結果に相当するリンク１の実旅行時間とリンク２の選択率の間に右下がりの関係を見出すことができる。リンク１が混雑している場合、リンク１と同一路線と想定されているリンク２の途中ノードにおける選択率は低下する。一方、情報提供時には、リンク１の走行結果と途中ノードでの経路選択の間に明確な関係があるとは言えない。本研究では、リンク１と２の交通状態の相関を持たせているので、その傾向が過大に表れている可能性も考えられるが、情報提供がない場合には、経路選択の再考地点までの部分的な走行結果が、その後の経路選択に影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

(2) 提供情報の精度と経路選択

提供情報が途中ノードの経路選択に及ぼす影響を把握するため、リンク２と３の旅行時間情報の差

表－３ リンク２選択率と情報のリンク差の回帰分析

実験ケース	期間	情報の精度	定数項	情報のリンク差	相関係数
ケース２	Ⅱ	高精度	0.609	-0.052	0.956
	Ⅲ	高精度	0.662	-0.076	0.979
ケース３	Ⅱ	低精度	0.577	-0.039	0.894
	Ⅲ	低精度	0.608	-0.045	0.877
ケース４	Ⅱ	低精度	0.553	-0.046	0.914
	Ⅲ	高精度	0.601	-0.057	0.949

※パラメータは有意水準１％で全て統計的に有意

表－４ 予測旅行時間最小経路の選択率

実験ケース	期間Ⅰ	期間Ⅱ	期間Ⅲ
	1-21ステップ	22-42ステップ	43-63ステップ
ケース１	87.1%	89.9%	93.1%
ケース２	88.2%	89.0%	90.1%
ケース３	84.5%	90.5%	92.5%
ケース４	90.2%	93.4%	94.1%

（「情報のリンク差」）とリンク２の選択率の関係を調べた（図－５）。図－５にはケース２（高精度情報提供）とケース３（低精度情報提供）の期間Ⅲの結果を示す。また情報のリンク差が０分近傍でのリンク２の選択率の傾きにも着目する。情報のリンク差を説明変数、リンク２の選択率を被説明変数とした回帰モデルを推定する。なお、情報のリンク差については－７～７(分)を対象範囲とする。推定結果を表－３に示す。一般に情報に敏感に反応する被験者が多くなれば、情報のリンク差のパラメータの絶対値は大きくなると考えられる。

図－５および表－３より、高精度情報提供時の方が情報のリンク差に対する被験者の反応が相対的に鋭いと言える。表－３の情報のリンク差のパラメータに着目すると、低精度情報提供時と比較して高精度情報提供時の方が、その絶対値が全般的に大きい。ケース２の様に高精度情報が期間Ⅱ・Ⅲで継続的に提供される場合、情報リンク差のパラメータの絶対値は、期間Ⅲの方がⅡよりかなり大きくなる。高精度情報が継続的に提供されることで、被験者の情報への依存度がより高まったものと考えられる。以上より、被験者の経路選択機構における提供情報の影響は、その精度により変化すると考えられる。

(3) 旅行時間予測と経路選択の関係

本研究では実験の被験者に対して、各自の予測旅行時間に基づき経路選択するよう求めた。ここでは、被験者が予測した旅行時間と経路選択の関係について分析する。表－４は、途中ノードにおいて、自身の予測旅行時間が小さい方の経路を選んだ被験者の

割合を、実験ケース・期間毎に示している。これを見ると、予測旅行時間最小の経路を選択した被験者の割合は 84.5～94.1%と非常に高い。被験者の多くは、走行経験、提供情報等を考慮して各経路の旅行時間を予測し、予測値最小の経路をいわば合理的に選択したと考えられる。換言すれば、実験内での被験者の経路選択を説明する要因として、各自の予測旅行時間の影響は非常に大きいと言える。そこで、次の 5 章では、被験者の旅行時間予測モデルを推定し、その推定結果に基づき、情報提供下の経路選択機構について検討することとする。

5. 旅行時間予測モデルの推定

(1) 途中ノードにおける旅行時間予測のモデル化

(a) モデルの定式化

ここでは提供情報と逐次経路選択機構との関係について分析するため、4(3)の議論を踏まえて、途中ノードでの被験者の旅行時間予測機構のモデル化を試みる。4(1)および(2)の経路選択に関する集計分析の結果より、旅行時間予測への影響要因として、リンク 1 の実旅行時間、提供情報等が考えられる。また、出発地での経路選択が途中ノードでの意思決定に及ぼす影響を旅行時間予測のレベルで考慮するため、出発地での被験者の予測旅行時間も説明変数とした。さらに、過去の走行経験を表す説明変数として最大経験旅行時間を加え、次の(1)式に示す旅行時間予測モデル I を構成した。

〔旅行時間予測モデル I〕

$$\hat{t}_a^n = \alpha + \beta \cdot t_1^n + \lambda \cdot \tilde{t}_a^n + \theta \cdot I_a^n + \zeta \cdot t_a^{\max} + \varepsilon \quad (1)$$

$\hat{t}_a^n$: n ステップのリンク a(a=2,3)の予測旅行時間

t_1^n : n ステップのリンク 1 の実旅行時間

$\tilde{t}_a^n$: 出発地でのリンク a の予測旅行時間

I_a^n : 途中ノードでのリンク a の情報旅行時間

$t_a^{\max}$: リンク a の最大経験旅行時間

$\alpha \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \theta \cdot \zeta$: 定数パラメータ

ε : 誤差項

この旅行時間予測モデルはリンク別のモデルとして定式化されている。前述の通り、リンク 1 とリンク 2 の交通状態は相関が高いのに対して、リンク 1 とリンク 3 では無相関に近い。このため、リンク 1 の実旅行時間が旅行時間予測に及ぼす影響はリンク

2 とリンク 3 で異なると考えられる。

説明変数間の多重共線性については、(1)式の 4 説明変数のうち 1 つを被説明変数とし、残り 3 つを説明変数とする回帰モデルを順次推定し、その決定係数 R^2 の大きさから判断した¹⁷⁾。ここでは決定係数が 0.9 以上の時、説明変数間に多重共線性があると判断する。上記の方法によれば、(1)式の 4 変数については多重共線性は存在しないとの判断に至った。

(b) 分析対象と旅行時間予測の推定

本節の(c)では(1)式の旅行時間予測モデルをリンク別・期間別に推定し(モデル I-1)、被験者の旅行時間予測機構のリンク間の差異を明らかにする。(d)では情報提供の開始に伴う旅行時間予測機構の変化について分析するため、(1)式の説明変数から取って旅行時間情報 I_a^n を省いたモデル(モデル II)を推定し、これを分析する。(e)では情報の精度が旅行時間予測機構に及ぼす影響について、(f)では交通状態・情報システムに関する知識の蓄積に伴う予測機構の経時変化について各々詳細に分析する。そのため、各 21 ステップの期間 II・III を 7 ステップずつのサブ期間 1～6 に分割し、モデルを推定する(モデル I-2)。各モデルの推定は、最小 2 乗法による。

なお、紙幅の制約等も勘案しモデル I-1 以外については、リンク 1 の実旅行時間 t_1^n の影響が顕著となるリンク 2 の旅行時間予測機構についてのみ、モデルの推定ならび結果の考察を行うこととする。

(c) 旅行時間予測モデルのリンク間の差異

表-5 には、リンク別に推定した旅行時間予測モデル(モデル I-1)のパラメータを示す。ここでは高精度情報が提供された実験ケース 2 と、低精度情報が提供されたケース 3 の推定結果を示す。なお、期間 I (1-21 ステップ)については、情報を提供していないので、5(1)(b)で述べたモデル II と同じものとして推定した。

情報提供のない期間 I のリンク 3 の推定結果に関しては、重相関係数が 0.629、0.687 とあまり高くないが、それ以外では 0.741～0.884 と比較的高い。したがって、このモデルに基づき被験者の旅行時間予測機構について議論することは妥当と考えられる。

表-5 を見ると、情報が提供されない期間 I では、リンク 1 の実旅行時間の影響を表す β に関して、リンク 2 の方がリンク 3 よりかなり大きくなっている。

表－5 リンク別旅行時間予測モデルの推定

[モデルⅠ-1・途中ノード]

ケース2	期間Ⅰ		期間Ⅱ		期間Ⅲ	
	情報提供なし		高精度情報提供		高精度情報提供	
	リンク2	リンク3	リンク2	リンク3	リンク2	リンク3
α	-23.560	0.106*	2.543*	-0.683*	6.698	0.731*
β	0.722	0.317	0.045*	0.029*	-0.009*	0.004*
λ	0.636	0.597	0.343	0.425	0.350	0.331
ζ	0.371	0.053*	0.016*	0.030*	-0.101	-0.041*
θ			0.531	0.543	0.572	0.600
R	0.762	0.629	0.803	0.871	0.871	0.884
観測数	432	448	483	483	483	483

*：有意水準5%で統計的に非有意。 R：重相関係数
 α ：定数項， β ：リンク1の実旅行時間， λ ：出発地の予測旅行時間
 ζ ：最大経験旅行時間， θ ：途中ノードでの旅行時間情報

また、低精度情報が提供されているケース3の期間Ⅱ・Ⅲでは、リンク2の β のみが有意である。逐次経路選択行動においては、利用経路を再考できる地点までの部分的な走行結果が、当該地点から先の意思決定に影響を及ぼす可能性が高いと言える。その影響力は、利用経路再考地点前後の道路区間の連続性が高い方が、また情報提供が無いあるいは提供されても、その精度が低い方が強くなると考えられる。

(d) 情報の有無が及ぼす影響

旅行時間情報を説明変数に含まないモデルⅡの推定結果を表－6に示す。この表から次のことが読み取れる。ひとつは情報提供がないケース・期間の方が、リンク1の実旅行時間のパラメータ β が大きくなっていることである。2つ目は低精度情報が提供されているケース3および4の期間Ⅱでは、モデルⅡの重相関係数が0.381と0.348と非常に低く、情報を説明変数から外すと予測モデルの説明力が大きく低下することである。この2点より情報提供の開始に伴い、被験者の旅行時間予測機構に構造的な変化が生じる可能性が高いことが確認できる。

(e) 情報精度の差異が及ぼす影響

ここでは提供情報の精度の違いが、被験者の旅行時間予測機構に及ぼす影響について検討する。表－7には、期間Ⅱ・Ⅲを7ステップずつのサブ期間1～6に分割したモデルⅠ-2の推定結果を示す。モデルの重相関係数は一部のケース・期間を除いて0.710～0.908と比較的高い。この推定結果に基づき被験

表－6 旅行時間予測モデルの推定

[モデルⅡ・途中ノード]

ケース1	期間Ⅰ 1～21ステップ		期間Ⅱ 22～42ステップ	
	情報なし		情報なし	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
α	-19.313	-7.150	-13.250	-4.046
β	0.769	21.659	0.673	26.720
λ	0.549	15.495	0.481	15.887
ζ	0.289	4.367	0.261	3.068
重相関係数	0.766		0.816	
観測数	436		504	

ケース2	情報なし		高精度情報	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
α	-23.560	-6.766	6.950	2.788
β	0.722	17.232	0.033*	1.228
λ	0.636	16.034	0.664	21.234
ζ	0.371	4.479	0.077*	1.321
重相関係数	0.762		0.716	
観測数	432		483	

ケース3	情報なし		低精度情報	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
α	-19.705	-6.941	5.776*	0.660
β	0.766	24.412	0.377	8.217
λ	0.623	15.311	0.129	3.473
ζ	0.229	3.484	0.275*	1.202
重相関係数	0.815		0.381	
観測数	438		483	

ケース4	情報なし		低精度情報	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
α	-13.157	-2.742	7.645*	0.960
β	0.837	21.455	0.342	6.353
λ	0.609	15.906	0.190	4.586
ζ	0.013*	0.104	0.211*	1.029
重相関係数	0.809		0.348	
観測数	395		441	

*：有意水準5%で統計的に非有意

 α ：定数項， β ：リンク1の実旅行時間， λ ：出発地での予測旅行時間， ζ ：最大経験旅行時間 θ ：途中ノードでの旅行時間情報

者の旅行時間予測機構を分析することは妥当である。

推定された旅行時間予測モデルの実験ケース間での同一性について、Chow 検定を用いて確認を試みる¹⁸⁾。Chow 検定の概要を以下に示す。

まず、2種類の異なるサンプル（サンプル1および2）から推定された、2つの回帰モデルのパラメータが等しいとの帰無仮説 H_0 をたてる。そして次の(2)式に従って検定統計量 $\tilde{F}$ を計算する。

$$\tilde{F} = \frac{\sum e_p^2 - (\sum e_1^2 + \sum e_2^2)}{(\sum e_1^2 + \sum e_2^2)} \cdot \frac{(n_1 + n_2) - 2k}{k} \quad (2)$$

 $\sum e_1^2$ ：サンプル1から推定したモデルの残差平方和 $\sum e_2^2$ ：サンプル2から推定したモデルの残差平方和 $\sum e_p^2$ ：サンプル1と2をプールしたサンプルから推

定した回帰モデルの残差平方和

 k ：回帰モデルのパラメータ数

表－7 旅行時間予測モデルの推定〔モデルⅠ・2・途中ノード〕

実験ケース 2		期間Ⅱ 高精度情報提供						期間Ⅲ 高精度情報提供					
サブ期間 実験ステップ	1 22-28		2 29-35		3 36-42		4 43-49		5 50-56		6 57-63		
	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	
α	1.359*	0.319	0.601*	0.100	4.315*	1.148	4.372*	1.297	4.735*	0.936	7.246	2.418	
β	0.079*	1.782	0.062*	0.514	0.019*	0.581	0.053*	1.478	-0.057*	-0.558	-0.008*	-0.298	
λ	0.387	6.066	0.180	2.830	0.527	7.191	0.527	7.454	0.359	6.524	0.349	5.106	
ζ	-0.012*	-0.117	0.047*	0.663	0.044*	0.503	-0.148*	-1.891	-0.091*	-1.521	-0.033*	-0.477	
θ	0.512	8.407	0.711	7.820	0.285	2.949	0.441	6.480	0.667	8.382	0.482	5.472	
重相関係数 R	0.841		0.616		0.803		0.908		0.754		0.841		
観測数	161		161		161		161		161		161		

実験ケース 3		期間Ⅱ 低精度情報提供						期間Ⅲ 低精度情報提供					
サブ期間 実験ステップ	1 22-28		2 29-35		3 36-42		4 43-49		5 50-56		6 57-63		
	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	
α	-25.425	-2.444	6.470	0.583	3.567*	0.304	-3.659*	-0.308	8.716*	0.386	34.152*	1.246	
β	0.069*	0.995	0.080*	0.437	0.253	3.664	0.057*	0.874	0.403	2.227	0.162	2.310	
λ	0.194	2.208	0.099	2.668	0.068*	1.424	0.243	2.786	0.152	3.692	0.056*	1.121	
ζ	0.736	2.703	0.097*	0.382	0.107*	0.348	0.210*	0.674	-0.299*	-0.519	-0.670*	-0.930	
θ	0.719	15.137	0.505	10.875	0.445	7.240	0.592	12.661	0.537	11.828	0.496	7.941	
重相関係数 R	0.788		0.710		0.783		0.729		0.754		0.767		
観測数	161		161		161		161		161		161		

実験ケース 4		期間Ⅱ 低精度情報提供						期間Ⅲ 高精度情報提供					
サブ期間 実験ステップ	1 22-28		2 29-35		3 36-42		4 43-49		5 50-56		6 57-63		
	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	
α	-13.663*	-1.300	6.697*	0.649	5.033*	0.496	-2.078*	-0.270	8.470	1.308	-0.582*	-0.089	
β	-0.022*	-0.279	-0.161*	-0.762	0.089*	1.118	0.139	2.670	-0.075*	-0.664	0.036*	1.057	
λ	0.332	3.722	0.128	3.155	0.140	2.581	0.627	8.006	0.414	7.806	0.594	7.958	
ζ	0.425*	1.578	0.142*	0.664	-0.019*	-0.071	-0.032*	-0.163	-0.006*	-0.050	0.101*	0.615	
θ	0.676	11.645	0.661	12.713	0.637	8.948	0.328	4.707	0.398	4.788	0.286	3.205	
重相関係数 R	0.731		0.765		0.782		0.817		0.695		0.788		
観測数	147		147		147		147		147		147		

* : 有意水準 5 % で統計的に非有意

 α : 定数項, β : リンク 1 の実旅行時 λ : 出発地での予測旅行時間, ζ : 最大経験旅行時間, θ : 途中ノードでの旅行時間情報 n_1, n_2 : サンプル 1 および 2 のサンプル数

この検定統計量 $\tilde{F}$ は先に述べた帰無仮説 H_0 の下で、自由度 $(k, n_1 + n_2 - 2k)$ の F 分布に従うことが知られている。この検定統計量 $\tilde{F}$ と有意水準 α での理論値 F_α とを比較し、 $\tilde{F} > F_\alpha$ であるならば帰無仮説 H_0 は棄却される。すなわち、2 種類の異なるサンプルから推定された 2 つの回帰モデルのパラメータが等しいという仮説は棄却される。

ここでは、表－7 の推定結果を対象に Chow 検定を適用する。実験ケース間の旅行時間予測モデルの同一性を検定し、提供情報の精度と旅行時間予測機構の関係について分析する。Chow 検定の結果を表－8 に示す。表の左端には検定対象の帰無仮説を表

す。例えば 1 行目の E2_S1 は実験ケース 2 のサブ期間 1 の旅行時間予測モデルを、E3_S1 はケース 3・サブ期間 1 のモデルを表し、“E2_S1=E3_S1” はケース 2・サブ期間 1 のモデルとケース 3・期間 1 のモデルが同一という仮説を表す。以下同様とする。

表－8 を見ると一部例外はあるものの、提供情報の精度が異なる実験ケース間では、旅行時間予測モデルの同一性の仮説は棄却されている。具体的に言う、期間Ⅰのケース 2（高精度情報提供）とケース 3・4（ともに低精度情報提供）、期間Ⅱではケース 2・4（ともに高精度情報提供）とケース 3（低精度情報提供）について帰無仮説 H_0 が棄却されている。提供情報の精度の差異が、被験者の旅行時間予

表－8 実験ケース間でのモデルの同一性検定
[モデルⅠ-2・途中ノード]

期 間	帰無仮説 H_0	検定統計量 $\tilde{F}$	結論
期 間 Ⅱ	E2_S1 = E3_S1	4.749	棄却される
	E2_S2 = E3_S2	1.476	棄却されない
	E2_S3 = E3_S3	7.980	棄却される
	E2_S1 = E4_S1	3.135	棄却される
	E2_S2 = E4_S2	51.426	棄却される
	E2_S3 = E4_S3	13.226	棄却される
	E3_S1 = E4_S1	0.430	棄却されない
	E3_S2 = E4_S2	2.147	棄却されない
	E3_S3 = E4_S3	1.257	棄却されない
期 間 Ⅲ	E2_S4 = E3_S4	3.568	棄却される
	E2_S5 = E3_S5	4.466	棄却される
	E2_S6 = E3_S6	5.288	棄却される
	E2_S4 = E4_S4	0.948	棄却されない
	E2_S5 = E4_S5	1.296	棄却されない
	E2_S6 = E4_S6	2.060	棄却されない
	E3_S4 = E4_S4	4.366	棄却される
	E3_S5 = E4_S5	4.836	棄却される
	E3_S6 = E4_S6	7.750	棄却される

測機構に影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

ところでパラメータ値に着目すると、高精度情報提供時の情報のパラメータ θ が低精度のそれより必ずしも大きくなるという傾向は認められない。例えば、サブ期間3のケース2とケース4の θ は、前者が0.285で後者が0.637であり、一見すると低精度情報を提供したケース3の方が旅行時間情報の影響力が大きいに思われる。これは4(2)で示した旅行時間情報と経路選択の関係と矛盾するように思われる。ここで注目したいのは、出発時点での被験者の予測旅行時間に関するパラメータ λ である。ケース2とケース4の λ を比較すると、高精度情報が提供されているケース2の方が大きくなっている。先ほどと同じサブ期間3の推定結果を見ると、ケース2が0.527で、ケース4が0.140となっている。

この出発地での予測旅行時間についても情報の影響が含まれており、一般に精度が高いほど、その影響は大きいと考えられる。以上の議論より、途中ノードでの旅行時間予測機構に対して提供情報が及ぼす影響を把握するためには、情報旅行時間のパラメータ θ と出発地での予測旅行時間のパラメータ λ をあわせて考慮することが必要と考えられる。一般に低精度情報提供時よりも高精度情報提供時の方が、情報に対する依存度が高いと推測されるが、この点

表－9 旅行時間予測モデルの経時変化の検定
[モデルⅠ-2・途中ノード]

帰無仮説 H_0	検定統計量 $\tilde{F}$	結論
E2_S1 = E2_S4	1.282	棄却されない
E2_S2 = E2_S5	2.428	棄却されない
E2_S3 = E2_S6	1.016	棄却されない
E3_S1 = E3_S4	1.929	棄却されない
E3_S2 = E3_S5	1.018	棄却されない
E3_S3 = E3_S6	0.433	棄却されない
E4_S1 = E4_S4	6.375	棄却される
E4_S2 = E4_S5	2.715	棄却されない
E4_S3 = E4_S6	3.787	棄却される

については、5(2)で出発地での旅行時間予測モデルを推定することで確認する。

(f) 走行経験の蓄積と旅行時間予測機構

ここでは、トリップの繰り返しに伴い被験者が蓄積する知識が、旅行時間予測機構に及ぼす影響について検討する。サブ期間1と4、2と5、3と6、この各々の組合せについて、旅行時間予測モデルを比較し、旅行時間予測機構における経時変化について検討する。このサブ期間の組合せは、被験者が経験する実旅行時間変動パターンが共通のものである。提供情報に関しては、ケース2では高精度情報が、ケース3では低精度情報が継続的に提供されており、大局的に見れば上記の3つのサブ期間の組合せで異なるのは、被験者のトリップの繰り返し回数である。なお、ケース4については期間Ⅱ（サブ期間1～3）では低精度情報、期間Ⅲ（サブ期間4～6）では高精度情報が提供されている。

上記の組合せに対して Chow 検定を適用した結果を表－9に示す。これを見ると、有意水準5%で旅行時間予測モデルの同一性が棄却できるのは、提供情報の精度が変更される実験ケース4のみである。Chow 検定の結果を見る限りでは、高精度情報あるいは低精度情報が継続的に提供されることによって、統計的に有意な形で被験者の提供情報への依存度が高まる、あるいは低下するという傾向は見受けられない。ケース2および3のパラメータ θ と λ に着目しても、上記の傾向は見受けられない。

一方、モデルの重相関係数に着目すると、興味深い傾向を見いだすことができる。すなわち高精度情報が提供されるケース2について、サブ期間1と4、

表-10 旅行時間予測モデルの推定 [モデルⅢ・出発地]

実験ケース 2		期間Ⅱ 高精度情報提供						期間Ⅲ 高精度情報提供					
サブ期間 実験ステップ		1 22-28		2 29-35		3 36-42		4 43-49		5 50-56		6 57-63	
		推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値
α'		24.314	4.431	16.234	4.321	11.497	2.364	14.310	2.887	10.144	2.371	6.643*	1.773
γ		-0.203*	-1.723	-0.139	-2.130	0.008*	0.062	-0.139*	-1.099	-0.070*	-0.853	0.059*	0.502
ζ'		-0.256	-2.255	-0.059*	-0.841	-0.197	-2.316	-0.167	-2.135	-0.059*	-0.941	-0.140	-2.092
θ'		0.732	13.700	0.693	9.842	0.881	20.938	0.885	22.626	0.822	11.241	0.910	28.680
重相関係数 R		0.757		0.680		0.860		0.892		0.753		0.917	
観測数		161		161		161		161		161		161	

実験ケース 4		期間Ⅱ 低精度情報提供						期間Ⅲ 高精度情報提供					
サブ期間 実験ステップ		1 22-28		2 29-35		3 36-42		4 43-49		5 50-56		6 57-63	
		推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値	推定 パラメータ	t値
α'		-12.300*	-1.300	13.368*	1.109	6.908*	0.604	11.989*	1.549	-2.496*	-0.377	-1.222*	-0.189
γ		0.231	2.195	-0.030*	-0.220	0.167*	0.960	-0.121*	-1.153	0.240	3.055	0.327	3.087
ζ'		0.410*	1.639	-0.038*	-0.127	0.036*	0.137	0.040*	0.209	0.062*	0.393	0.018	0.112
θ'		0.704	10.199	0.666	14.090	0.587	14.168	0.687	13.205	0.800	8.580	0.716	0.112
重相関係数 R		0.662		0.762		0.764		0.754		0.587		0.804	
観測数		147		147		147		147		147		147	

* : 有意水準 5% で統計的に非有意

α' : 定数項,

γ : 最近過去平均旅行時間,

ζ' : リンク 2 の最大経験旅行時間 θ' : 出発地での情報

2と5、3と6で重相関係数を各々比較すると、4・5・6の方が値が高く、旅行時間予測モデルの説明力が経時的に向上している。高精度情報が継続的に提供されることで、被験者の提供情報に対する評価が均一化し、旅行時間予測機構の被験者間でのばらつきが減少し、さらに5(1)(e)および5(2)(b)で示すように予測機構が全体的に情報依存型となるためと考えられる。その結果4(2)で示したように、ケース2では被験者の情報に対する反応に関して、期間Ⅲの方が期間Ⅱより敏感になる傾向があらわれたものと推察される。

(2) 出発地での旅行時間予測モデル

(a) 旅行時間予測モデルの定式化

ここでは、出発地での被験者の旅行時間予測機構を表すモデルを推定する。このモデルは次の(3)式で表される。

[旅行時間予測モデルⅢ]

$$\tilde{t}_a^n = \alpha' + \gamma \cdot t_a^{Ave} + \theta' \cdot \Gamma_a^n + \zeta' \cdot t_a^{\max} + \varepsilon \quad (3)$$

$\tilde{t}_a^n$: nステップの出発地での予測旅行時間

t_a^{Ave} : 最近過去とその一つ前のステップにリンク

$a(a=2,3)$ を選択した時の実旅行時間の平均(最近過去平均実旅行時間)

Γ_a^n : 出発地でのリンク a の情報旅行時間

$t_a^{\max}$: リンク a の最大経験旅行時間

$\alpha' \cdot \gamma \cdot \theta' \cdot \zeta'$: 定数パラメータ

ε : 誤差項

ここで、 t_a^{Ave} と $t_a^{\max}$ は被験者の走行経験を代表する変数である。自明であるが、旅行時間予測モデルⅢの被説明変数は出発地での予測旅行時間 $\tilde{t}_a^n$ である。この $\tilde{t}_a^n$ は、先述の旅行時間予測モデルⅠ(途中ノードの旅行時間予測モデル)の説明変数として組み込まれており、このことにより旅行時間予測のレベルで出発地と途中ノードでの利用経路に関する意思決定が関連付けられている。なお途中ノードでの旅行時間予測モデルⅠ-2同様、期間Ⅱ・Ⅲを7ステップずつのサブ期間1～6に分割し、モデルを推定する。

(b) モデルの推定結果と考察

高精度情報が継続的に提供されるケース2と、期間Ⅱで低精度、期間Ⅲでは高精度の情報が提供されるケース4の推定結果を表-10に示す。モデルの重相関係数を見ると、ケース2のサブ期間2、ケース4のサブ期間1と5で、0.680、0.662、0.587となるが、それ以外は0.757～0.917と比較的高い。この推定結果に基づき、被験者の出発地における旅行時間予測機構を分析することは概ね妥当と考えられる。

推定されたパラメータに注目すると、ケース2・

表－11 実験ケース間でのモデルの同一性検定
[モデルⅢ・出発地]

帰無仮説 H_0	検定統計量 $\tilde{F}$	結論
E2_S1 = E4_S1	4.670	棄却される
E2_S2 = E4_S2	0.284	棄却されない
E2_S3 = E4_S3	5.718	棄却される
E2_S4 = E4_S4	4.706	棄却される
E2_S5 = E4_S5	2.862	棄却される
E2_S6 = E4_S6	4.751	棄却される

4 ともに出発地情報のパラメータ θ' の影響が非常に大きい。 θ' の値をケース間・期間毎に比較してみると、全ての期間に関して高精度情報が提供されているケース 2 の θ' の方が、ケース 4 のそれより大きいことが分かる。5 (I)(e)での議論とあわせて考えると、提供情報の精度が高い場合、出発地において情報の影響を受けてなされた経路選択が、途中ノードにおいても被験者にとって有効である可能性が高い。それ故に前述の通りに、途中ノードの旅行時間予測における出発地での被験者の予測旅行時間の影響力が高まったと考えられる。

Chow 検定により、ケース 2・4 間の旅行時間予測モデルの同一性の帰無仮説を検定した結果を表－11 に示す。サブ期間 1 以外は、ケース 2・4 間のモデルの同一性は棄却されている。期間Ⅱ（サブ期間 1～3）では、ケース 2 と 4 の情報の精度が異なるので、途中ノードの結果同様、ケース間で旅行時間予測モデルが異なるのは当然とも言える。一方、期間Ⅲ（サブ期間 4～6）に関しては、両ケースとも高精度情報が提供されているにもかかわらず、推定されたモデルの同一性は棄却されている。期間Ⅲにおいて、ケース 4 の情報の影響を表す θ' がケース 2 のそれより小さいという点も考慮すると、出発地での旅行時間予測機構の形成に関して一種の慣性が存在する可能性が考えられる。換言すれば、低精度情報の影響を受けて一度形成された出発地の旅行時間予測機構は、ある時点で情報の精度に改善が見られても、短期的には高精度情報提供下で形成された予測機構と一致することは無いということである。

ここで、4 (2)で示した旅行時間情報のリンク差とリンク 2 選択率の関係（図－5・表－3）に再度注目する。期間Ⅲの実験ケース 2 と 4 の傾きを見ると、同じ高精度情報が提供されているにもかかわらず、

ケース 2 の傾きの方がケース 4 のそれより急である。この点についても、上記の議論より説明できる。

6. おわりに

本研究では、情報提供下における経路選択行動、特にトリップ途中の逐次経路選択に関して、被験者の旅行時間予測メカニズムのモデル化を介して分析を試みた。本研究の実験では、被験者は限定された判断材料に基づき、仮想ネットワーク上での利用経路を決定するため、実験での提供情報に対して過敏に反応している可能性を否定できない。そこで旅行時間予測モデルの推定結果に関しては、その絶対量ではなく、提供情報の精度が異なる実験ケース間での比較分析、ならびに同一ケース内での経時変化に着目した相対的な分析を主として行い、情報と経路選択行動の関係について検討してきた。その結果、情報提供下のドライバーの経路選択行動に関して、以下に示す基礎的な知見を得ることができた。

- ①ドライバーの経路選択メカニズムは、提供情報の精度の影響を強く受ける。特に、精度の高い情報が継続的に提供されれば、ドライバーの意思決定メカニズムは情報依存型となり、ドライバー間のメカニズムのばらつきが小さくなる。
 - ②ドライバーの逐次経路選択は、利用経路の再考可能地点迄の部分的な走行結果の影響を受ける。再考地点前後の道路区間の連続性が高い場合、また情報提供がない、あるいは情報の精度が低い場合に、部分的な走行結果の影響はより強くなる。
- 以上の分析結果より、交通制御の一方策として実効性の高い情報システムを構築するためには、提供情報の精度確保に留意する必要があると言える。

本研究の課題としては、以下の 3 点を挙げておく。

- ①行動モデルの精緻化をはかり、情報提供下の経路選択行動を詳細に分析することが必要である。具体的には、旅行時間予測モデルの誤差項に関して、系列相関の可能性を考慮すること、および時間的要因以外の影響も考慮するため被験者の旅行時間予測を説明変数とする経路選択モデルを構築することを行う。

- ②経路選択実験の結果について、その妥当性および一般性の点に関して改善を試みるため、被験者属

性の一般化および情報の与え方の多様化をはかった実験ケースを追加する。

- ③実効性の高い高度交通情報システムを確立するためには、ネットワークフローの点から情報提供の効果を把握する必要がある。そこで、本研究で得た旅行時間予測モデルを組み込んだ動的ネットワークシミュレーションモデルの構築を試みる。なお、このモデルは day-to-day ならびに time-of-day での交通の dynamics を考慮可能なものとする。

【参考文献】

- 1) Arnott, R., de Palma, A. and Lindsey, R. : Does providing information to driver reduce traffic congestion? *Transpn. Res. -A*, Vol.25A, No.5, pp.309-318, 1991.
- 2) Ben-Akiva, M., de Palma, A. and Kaysi, I. : Dynamic Network Models and Drivers Information Systems. *Transpn. Res. -A*, Vol.25A, No.5, pp.251-266, 1991.
- 3) Iida, Y., Uno, N. and Uchida, T. : Experimental Analysis Approach to Estimation of Dynamic Route Choice Model Considering Travel Time Prediction, Selected Proceedings of 6th World Conference on Transport Research, pp.765-776, 1993.
- 4) 飯田恭敬, 内田敬, 宇野伸宏 : 交通情報の効果を考慮した経路選択行動の動的解析, 土木学会論文集, No.470/IV-20, pp.77-86, 1993.
- 5) Iida, Y., Uno, N. and Yamada, T. : Experimental Analysis Approach to Analyze Dynamic Route Choice of Driver with Travel Time Information, Proceedings of 1994 Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.377-382, 1994.
- 6) 森川高行 : ステイタッド・プリファレンス・データの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望, 土木学会論文集, No.413/IV-12, pp.9-18, 1990.
- 7) 宇野伸宏 : 行動分析のモデルとデータ, 土木学会ワンデイセミナー「交通情報システムを取り巻く諸問題」, pp.27-39, 1995.
- 8) Horowitz, J.L. : Travel and Location Behavior : State of the Art and Research Opportunities. *Transpn. Res. -A*, Vol.19A, No.5/6, pp.441-453, 1985.
- 9) Chang, G.L. and Mahmassani, H.S. : Travel Time Prediction and Departure Time Adjustment Behavior Dynamics in a Congested Traffic System. *Transpn. Res. -B*, Vol.22B, No.3, pp.217-232, 1988.
- 10) Mahmassani, H.S. and Herman, R. : Interactive Experiments for the Study of Tripmaker Behavior Dynamics in Congested Commuting Systems, Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis, Avery, pp.272-298, 1990.
- 11) Adler, J.L. and McNally, M.G. : In-laboratory Experiments to Investigate Driver Behavior under Advanced Traveler Information Systems. *Transpn. Res. -C*, Vol.2, No.3, pp.149-164, 1994.
- 12) Bonsall, P. and Parry, T. : Using an Interactive Route-Choice Simulator to Investigate Driver's Compliance with Route Guidance Advice. preprint of the 6th Int'l Conf. on Travel Behavior, Quebec, pp.329-345, 1991.
- 13) Bonsall, P. : The Influence of Route Guidance Advice on Route Choice in Urban Networks. *Transportation*, Vol.19, pp.1-23, 1992.
- 14) Bonsall, P. and Merrall, A.C. : Analysing and Modelling the Influence of Roadside Variable Message Displays on Drivers' Route Choice, World Transport Research, Proceedings of 7th World Conference on Transport Research, Vol.1, pp.11-25, 1995.
- 15) 小林潔司, 安野貴人 : 室内実験によるドライバーの合理的期待に関する仮説検定, 土木計画学研究・講演集, No.17, pp.787-790, 1995.
- 16) 福田, 池之上, 安井, 松澤, 吉澤 : ドライバーの旅行時間知覚に関する基礎的研究, 土木学会第 50 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp.68-69, 1995.
- 17) 早川毅 : 回帰分析の基礎, 朝倉書店, pp.82-93, 1986.
- 18) 竹内啓 : 統計学事典, 東洋経済新報社, pp.155-157, 1989.

旅行時間情報提供下での逐次経路選択行動に関する実験分析

宇野 伸宏・飯田 恭敬・久保 篤史

高度交通情報システムの主機能である、情報提供による経路の分散・誘導機能には大きな期待が寄せられている。これを実効性の高い交通制御手法とするには、情報と交通行動の関係の解明が不可欠である。本研究では室内実験手法により、旅行時間情報提供下の逐次経路選択機構の解明を目指す。その際情報精度の影響も考慮する。被験者の旅行時間予測のモデル化を通して、①経路選択機構は情報精度の影響を強く受け、継続的な高精度情報の提供は、均質な情報依存型の選択機構を形成する、②逐次経路選択は経路の再考地点迄の部分的な走行結果の影響を受け、再考地点前後の区間の連続性が高い場合また情報が乏しい場合、影響が強くなる等の知見を得た。

Experimental Analysis of En-route Path Choice Behavior under Travel Time Information

by Nobuhiro UNO, Yasunori IIDA and Atsushi KUBO

To enhance the efficiency of Advanced Traveler Information System, the relation between information and driver's behavior must be clarified. The aim of this study is to analyze driver's en-route path switch under the operation of travel time information system by laboratory experiment. The findings are as follows: 1) The operation of information system may cause drastic change in driver's route choice mechanism, becoming less dependent on travel result between origin and crossroads at which he/she reviews his/her choice. 2) It is likely that driver's route choice mechanism is influenced by information accuracy. If highly accurate information is provided continuously, route choice may become strongly dependent on information.