

複数交通情報リソース下における 情報獲得・参照行動を考慮した経路選択モデル

羽藤 英二¹・谷口 正明²・杉恵 頼寧³・桑原 雅夫⁴・森田 緯之⁵

¹正会員 修(工) 愛媛大学助手 工学部環境建設工学科 (〒790-8577 松山市文京町3)

²正会員 工修 日産自動車株式会社シニアリサーチエンジニア 総合研究所 (〒104-8023 東京都中央区銀座6-17-1)

³正会員 工博 広島大学教授 大学院国際協力研究科 (〒739-0046 東広島市鏡山1-4-1)

⁴正会員 Ph.D. 東京大学助教授 生産技術研究所 (〒106-0032 東京都港区六本木7-22-1)

⁵正会員 工博 首都高速道路公団部長 交通管制部 (〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1)

本研究では複数の交通情報リソース下におけるドライバーの情報利用行動に着目し、情報獲得・参照モデルを使って、情報リソースに対する反応とドライバーの潜在的な心理要因や移動時の状況、情報の精度との関係を実証的に明らかにすることを試みる。さらにこうした情報獲得・参照プロセスを考慮した経路選択モデルを提案し、実際に図形情報板などの異なる4種類の情報リソースが存在する東京都市圏の首都高速道路ネットワークで収集されたデータを用いてモデルの適合度の検証を行う。その結果モデルの適合度は向上し、交通情報提供下の経路選択行動モデルにおいて情報獲得・参照プロセスを考慮することの重要性を確認した。

Key Words : advanced traveler information systems, route choice model, ITS, information acquisition, nested logit model

1. はじめに

インターネットに代表される情報インフラや、カーナビゲーションシステムといった情報端末の普及が、旅行者を取り巻く情報環境を大きく変えようとしており、こうした交通社会における情報化技術の進歩が、効率的な道路交通環境の実現への期待をもたらしている。

しかしながら、こうした高度交通情報システムのハード面での整備は、単にそれだけでは交通環境改善の可能性を与えに過ぎない。様々なドライバーが関連しあう道路交通においては、より効率的な情報システムを構築するために、様々な交通情報をどのように運用すればドライバーが満足するのか、あるいは渋滞が改善するのか、といったシステム運用の指針が必要となる。

従来、情報提供に関する研究は、情報システムを構成するドライバーの経路選択行動、道路ネットワークのパフォーマンスの2つの観点から進められている。ドライバーに焦点をあてた研究では、交通行動分析的観点から、情報提供時のドライバーの経路選択行動分析や情

報利用行動について基礎的な分析が行われている。一方道路ネットワークの観点からは情報提供のネットワーク改善効果の検討が進められている。

こうした研究が進む中、従来の配分手法における「完全情報を受けたドライバーは交通条件の変化に即座に反応する」という単純最適化意思決定ルール¹⁾の考えが、高度に進んだ交通情報システムの交通行動へのインパクトを十分に理解する上で、非現実的であることが広く認識されつつあり、Ben-Akiva and de Palma¹⁾、Polak and Jones²⁾、Mahmassani and Jayakrishnan³⁾らによって新しい情報提供の効果分析のための概念的フレームワークが多く提案されてきた。これらのフレームワークに共通する認識は、ドライバーは利用可能な全ての経路オプションについて完全な情報を与えられることは現実にはないため、情報の獲得行動と参照の過程を明らかにし、このプロセスと観測される交通行動との関係を考慮する必要があるという点である。この問題は複数の情報リソースが存在するようになる高度交通情報システム下において、ドライバーが情報を取捨選択する必要があるようなケースで

は、特に重要といえる。

そこで本研究では、複数の情報リソースが存在する道路交通情報提供システムを対象に、ドライバーの情報利用プロセスを考慮した経路選択モデルを提案し、このモデルの妥当性を実際のドライバーの行動データを使って検証するとともに、複数の交通情報リソースに対するドライバーの情報獲得・参照行動と経路選択行動について得られた実証的な知見を紹介する。

2. 情報提供下における経路選択モデルに関する既往の研究の概要

情報提供に関する研究のうち、ネットワーク分析の観点にたった研究においては、情報利用者と非利用者の経路選択行動を区別した上で、ネットワークフローと併せて記述することで、ネットワークにおける情報提供の効果分析が行われている。こうした研究アプローチは、均衡理論を応用した理論的な検討に基づくものと、シミュレーションアプローチによる情報提供の効果分析を前提としたものに大別される。

均衡理論に関する研究において、Arnott, de Palma and Lindsey⁴⁾は事故情報などの道路容量に関する情報の精度と旅行費用の関係を検討し、質の低い情報は情報の無いときよりも旅行費用を増大させる場合があることを指摘している。また Ben-Akiva and de Palma¹⁾は情報の有無に対する2経路の間の均衡値の変化を数式解を通じて議論すると共に、情報提供を前提とした需要モデル構築のフレームワークに関して、従来の配分モデルにおける、交通状況に対するドライバーの行動変化の即時性の仮説に問題があることを述べている。

このような考えに基づいて理論研究の枠組みの中でも、ドライバーの知覚旅行時間の形成の表現方法に関していくつかの工夫が見られる。Horowitz³⁾は交通流の時間的変動を均衡理論の枠組みでシミュレートしている。10D2リンクのネットワークを対象とし、ドライバーの経路選択行動を旅行時間最小化行動と仮定し、ドライバーの知覚旅行時間を過去の経験の重み付き平均で与えることによって交通量の時間的変動を再現している。ここではパラメータ操作のみで、過去の経験ほど重視される場合や、逆に新しい経験ほど重視する場合などが表現される。また小林, 井川⁶⁾は合理的期待形成仮説に基づきドライバーの学習行動を明示的に考慮した経路選択モデルを提案し、ドライバーが学習行動を通じて合理的期待を形成するメカニズムについて数値実験により考察している。

こうした配分アプローチの多くは、求解性等の問題から単純なネットワークを対象としたものが多く、研究の主

眼は情報提供の効果の現実的な効果予測よりも、むしろ簡明な仮定と原則によって、情報提供下のネットワークの現象を表現し、ベンチマーク的な解を得ることに置かれる。

一方、交通情報とドライバーの反応の相互作用をより詳細に検討し、現実的なネットワークにおける情報提供の効果予測を行うために、近年は、大規模ネットワークを対象とした動的なシミュレーションアプローチが盛んになっている。シミュレーションの場合には解の唯一性の制約が均衡モデルに比べて緩和され、ドライバーの行動モデルに関しても自由度が高いことから、様々な行動モデルの提案も見られる。吉井, 桑原, 赤羽, 森田^{7), 8)}は経路固定層と経路選択層にドライバーをセグメント分けし、それぞれに固有の情報感度パラメータを仮定することでネットワーク全体での経路選択行動を表現している。飯田, 藤井, 内田⁹⁾はシミュレーションモデルへの組み込みを前提とした経路選択モデルとして、ドライバーを経路固定層、経験利用層、情報利用層の3つのセグメントに外生的に分割し、見込みリンク費用に基づいてドライバーが経路を選択することを仮定し、リンク走行時間の知覚誤差の分散をセグメントごとに定義することで情報提供下での経路選択行動の違いを表現している。

これらの研究では、現実的に情報提供の効果予測を行うことが目的となるため、多くのパラメータや原理、仮定を含むことからモデル作成者以外にモデル構造の理解が困難であるといった課題もある。このため先に述べた理論的配分モデルで得られた解をベンチマーク的に用いて、シミュレーションアプローチにより得られる結果を補完したり、モデル化において明示的かつ正確に現実の経路選択行動やネットワークフローを記述できるモデルを組み込むことで、システム的な解析の信頼性を確保する必要がある。

こうしたシミュレーションアプローチによるネットワーク分析の課題に対して、交通行動分析的アプローチでは情報提供下の利用者の実際の行動を踏まえたより明示的なモデルを提供することが可能である。また利用者のニーズにあった情報サービスの実現という観点からは、情報提供下での利用者の情報利用行動や経路選択行動の基本原則を理解することが重要であり、実証的なデータに基づく交通行動分析の必要性は高いといえる。

こうしたアプローチの主な特徴として、情報提供下での交通行動をより詳細に知るためのデータの収集方法と、妥当性の高い経路選択モデルの構築方法をあげることができる。

データの収集方法については、最近になって情報提供システムの整備が進みはじめたことから実際の行動データ(Revealed Preferenceデータ:以下RPデータ)の蓄積が少なく、仮想的な情報提供シナリオに基づく

SP(Stated Preference)データを使った研究例が多い。室町、兵藤、原田¹⁰⁾は所要時間情報の評価値を情報の精度、情報値、情報に対する嗜好性の3要因で説明するモデルを提案するとともに、コンピュータベースのSP調査を駐車場情報案内システムに関して行った。提案したモデルでは情報の精度の変化が情報そのものの経路選択に対する感度に与える影響を表現できていることを確認している。また森地、兵藤、小川¹¹⁾は、知覚所要時間の評価値を用いて情報提供前後の経路選択モデルの効用関数パラメータから情報システムの精度の評価パラメータを求める手法を提案している。所要時間情報提供に関するSPデータを用いて普段情報を利用しない人や高齢者で情報精度を高く評価する傾向があることを確認している。

これらの研究では情報の不確実性の評価値がドライバーの交通行動の中でどのような影響を及ぼすかに焦点が当てられている。これに対して、飯田、宇野、村田¹²⁾は一連の研究の中で、認知旅行時間の形成プロセスそのものに焦点をあて、繰り返しの室内実験を行っている。旅行時間予測のメカニズムとして情報の精度が高いほど、情報への依存度が高く、経験の依存度が低くなることなどを確認している。またPolak and Jones²⁾は、コンピュータをベースにした調査シミュレータによって自宅内トリップ情報のインパクトについて研究を行っており、トラベラーが要求するトリップ前情報の質と種類は個人属性、交通要因などに依存していることを明らかにしている。またBonsall¹³⁾はVLADIMIRと呼ばれる簡易シミュレータを使って、文字情報板の利用に関してドライバーのネットワークに関する知識ベースの違いが影響することを明らかにしている。

一方実際の情報提供下における行動データを使った研究もいくつか見られる。Battacharya、吉井、桑原¹⁴⁾は、路側情報板の存在する首都高速道路でナンバープレートマッチング手法による追跡調査を行い、実際の情報板の表示内容と経路選択行動の関係を分析し、文字情報板よりも図形情報板の効果が大きいことなどを確認している。また内田、飯田、中原¹⁵⁾は堺市の情報板設置の前後でパネル調査を行い、時間の経過による情報に対する感度パラメータの違いを分析している。西井、朝倉、古屋、土屋¹⁶⁾は駐車場案内システム下の駐車場選択行動データを用いて駐車場選択モデルの推定を行っている。駐車場利用特性に基づいて数量化理論2類によりドライバーを情報によって駐車場を変更するグループとしないグループにセグメント分類し、セグメント毎に駐車場選択モデルを推定した結果、駐車場変更層で情報に対する感度が高いことを確認している。また中里、兵藤、高橋¹⁷⁾はドライバーが認知する所要時間とATISによる所要時間表示値の関係を分析し、走行経験によって認知所

要時間と情報表示値の関係の違いが見られることを明らかにしている。

こうした実証的な研究で得られた知見は、情報提供下における経路選択原理の基礎的な理解と、現実的な経路選択モデルの開発に役立てられると考えられる。

このように、情報提供の効果分析のアプローチは、手法論的には、均衡理論をベースとするものとシミュレーションアプローチをベースとするもの、交通行動分析的アプローチに基づくものの3つに分類される。また対象とされている交通情報システムとしてトリップ中の1種類の情報リソースから経路の所要時間情報もしくは、駐車場情報が提供されることを想定したものが多い。

また主に取り組まれている行動モデルは、経路選択モデルと駐車場選択モデルであり、モデル化の課題として、知覚旅行時間の学習メカニズムの表現方法、経路選択モデルにおける情報システムの精度の表現方法、情報に対する反応の異質性の表現方法等があげられる。分析に用いられるデータは、詳細なモデル化を前提とした場合には環境変数をコントロールできるSPデータが、実証的な知見を得ようとした場合にはRPデータが適しており、それぞれ用いた研究がみられる。

本研究では、従来扱われていない、複数の交通情報リソース下におけるドライバーの情報利用行動に着目し、経路選択モデルに、情報獲得・参照モデルを外生的に組み込むことで、情報に対する個々のドライバーの反応の違いを表現したモデルを提案する。さらに実際の交通情報提供下における行動データ(RPデータ)を収集し、このデータを用いてモデルの妥当性の検証を行う。なお、本研究では日々のドライバーの知覚旅行時間の学習メカニズムは研究の対象外とし、1トリップ内の複数の交通情報リソースに対する情報獲得・参照プロセスに研究の焦点をあてる。

3. 分析のためのデータの概要

複数の情報リソース下におけるドライバーの実際の情報利用行動データを収集し¹⁸⁾、情報利用行動分析を行った。調査は、ドライバーが実際に複数の交通情報リソースを利用して経路を選択している、東京都市圏の首都高速道路ネットワークで実施した(図-1)。

首都高速道路では「ラジオ情報」として、複数のラジオ局が交通情報を随時放送しており、路線全域で交通情報の入手が可能である。さらに混雑状況を色で表示する「図形情報板」と、渋滞距離、事故状況等を表示する「文字情報板」、特定の目的地までの旅行時間を表示する「所要時間情報板」が存在しており、情報板は郊外から都心に向かって、図形情報板、所要時間情報板、文字

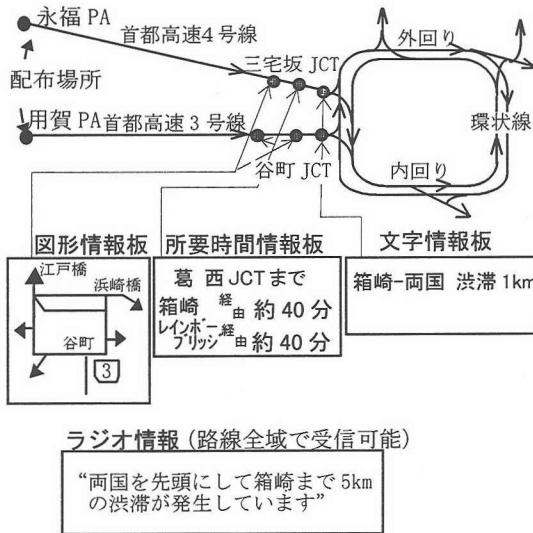


図-1 調査概要

表-1 調査項目

調査内容	調査項目	アンケート	AVI	書き取り	感知器
個人属性	性別/年齢/職業/運転頻度	○			
移動属性	移動目的/時間制約の有無/目的地	○			
経路選択結果	選択経路	○			
情報利用結果	情報獲得・参照結果	○			
態度指標	経路選択/情報利用に関する主観的評価値	○			
走行時間	出発時刻/通過時刻/車両番号		○	○	
交通状況	リンク旅行速度				○

情報板が各々設置されている。ドライバーはこれらの情報リソースにアクセスしながら、目的地までの経路を選択している。

調査方法は郊外のPA(パーキングエリア)に停車中のドライバーに調査票を配布し、郵送回収形式で調査日当日のJCT(ジャンクション)における経路選択行動と情報利用行動について回答してもらい、郵送回収した(表-1)。調査票を事前に配布する調査では、調査内容に対する意識が高くなり、バイアスが発生することがあるため、ここでは調査票を袋詰めし、走行後に回答するよう配布時に依頼した。さらにアンケート調査にあわせて、ナンバープレートマッチング調査を実施し、アンケートを配布した車両のナンバープレートから走行時刻を割り出すことで、調査日における情報板の表示内容や交通状況

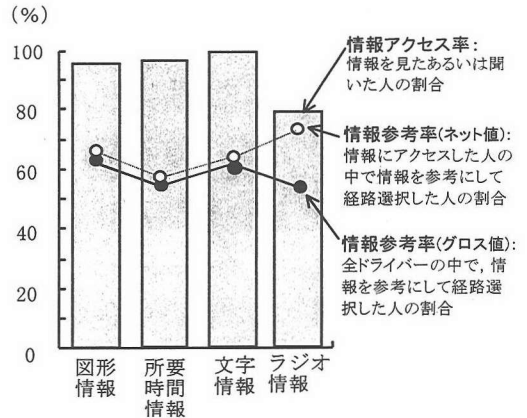


図-2 情報リソースに対する反応

とドライバーの行動結果データを1対1で対応させた。

調査票の回収状況は配布数6,107に対して回収数が1,907、回収率は31%であった。分析可能な有効回答数は1,776サンプルであり、このデータを用いて分析を行う。また、サンプル特性は、男性の割合は95%、平均年齢は38歳、走行経路の利用頻度はほぼ毎日48%、週1~2回が33%、月に1~2回が14%であった。

4. 基礎的分析

本節ではドライバーの情報利用行動について基礎的分析を行う。各交通情報リソースに対するアクセス率と参考率の違いを分析した。ここで情報アクセス率とは、被験者が4種類の交通情報リソース(図形情報板、所要時間情報板、文字情報板、ラジオ情報)について見た/聞いたかどうかの問いに対し、見た/聞いたと回答した人の割合として定義する。一方、情報参考率は、アクセスした交通情報を参考にしたかどうかを示す指標であり、4つの情報リソースに対してそれぞれ参考にしたかどうかを尋ね、参考にしたと回答した人の全回答者に対する割合として定義した。それぞれの指標を4種類の情報リソースについて計算した。

各交通情報リソースに対する情報アクセス率と情報参考率を図-2に示す。図形情報板、所要時間情報板、文字情報板へのアクセス率は90%以上であるのに対して、ラジオ情報へのアクセス率は75%と低い値を示している。この理由として、ラジオによる交通情報の利用では、情報にアクセスするためにラジオ局の選局等の能動的な操作が必要な点や、車の中ではラジオよりもCDなどを聞くといった点が考えられる。

一方情報参考率は所要時間情報の場合でやや低くなっていることがわかる。これは所要時間情報が目的地

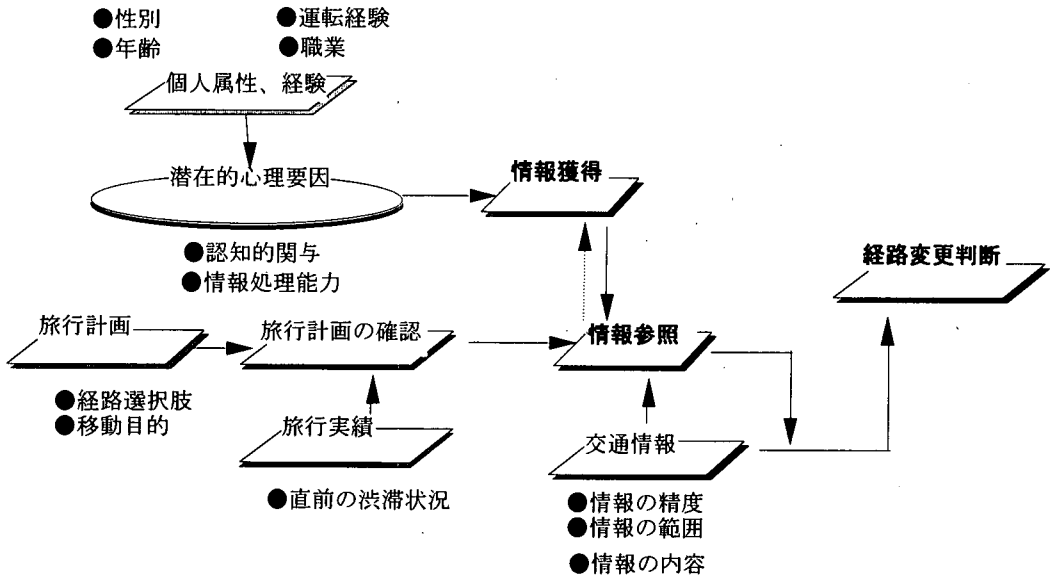


図-4 情報利用プロセスを考慮した経路選択構造

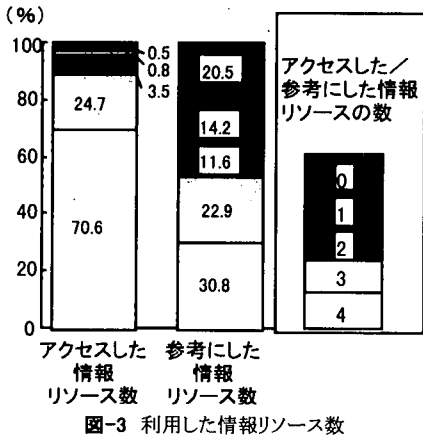


図-3 利用した情報リソース数

を葛西に特定した場合の2つの経路の旅行時間を表示しており、必ずしも個々のドライバーの目的地にあった情報が提供されていないためではないかと考えられる。

ラジオ情報は情報アクセス率が低いにも関わらず情報参考率(ネット値)が高くなっている。これはラジオは複数の路線について渋滞情報を提供するため、ドライバーが能動的に情報にアクセスした上で、目的地にあった情報を得ているためと考えられる。

次に一回の移動中に何個の情報リソースにアクセスし、何個の情報リソースを経路選択の参考に行っているのかを分析した(図-3)。

アクセスした情報リソース数に着目すると、全ての(4つの)リソースにアクセスするドライバーの割合は全体の70.6%と最も高くなっている。また逆にいずれの情報リ

ソースにもアクセスしなかったドライバーは全体の0.5%と少なく、ほとんどのドライバーが何らかの交通情報リソースにアクセスしているといえる。

一方参考にした情報リソース数では、全てのリソースを参考にしたドライバーの割合は30.8%となり、全てのリソースにアクセスするドライバー割合の半以下になっていることがわかる。こうした結果は、複数の情報リソースにアクセスする人は多いものの、実際に経路選択の参考にするのに利用するリソースは限られていることを示していると考えられる。

さらにいずれの情報リソースも参考にしていないドライバーの割合は20.5%と、5人に一人は情報を全く参考にしていない状況にあり、こうしたドライバーは情報ではなく、経験に基づく知識によって経路選択しているものと考えられる。

5. 複数交通情報リソース下におけるドライバーの経路選択モデル

前章の分析結果から、複数の交通情報リソース下で情報へのアクセス率が高いものの、情報板とラジオの間でその差が顕著であると共に、4つの情報リソースの中で、アクセスしたリソースの数や、参考に行っている情報リソースの数が異なることが明らかとなった。

全く交通情報を参考にしないドライバーや、全ての情報リソースを参考にするドライバーが混在しており、その

割合が、交通状況や移動目的、ドライバー特性等によって変動するような場合、個々のドライバーの情報利用プロセスを考慮しない経路選択モデルでは現実の経路選択行動を表現できない可能性がある。そこでここでは、複数の交通情報提供下での経路選択行動を明示的に表現することを目的に、図-4に示すような情報獲得・参照プロセスを考慮した経路選択モデルを提案する。

このモデルでは、経路の選択肢特性や移動目的、旅行中の混雑状況などの目で実際に観察できる交通状況といった旅行に関する変数と、情報の精度や情報の表示範囲といった情報そのものに関する変数、そしてさらにドライバーの個人特性や経験に基づく潜在的な心理要因に影響を受けながら交通情報の取捨選択を判断し、これを経路選択の参考にするものと仮定する。

第1節において、ドライバーの潜在的な心理要因を共分散構造方程式によって抽出し、第2節、第3節で、抽出された潜在的な心理要因と、情報そのものに関する変数や移動に関する変数を説明変数とした交通情報獲得・参照モデル、経路選択モデルをロジットタイプの選択モデルとして定式化し、最後に第4節でモデル推定を行い、実際の行動データを用いて、情報利用プロセスを考慮しない従来モデルとの比較検証を行うこととする。

(1) 心理的潜在因子の抽出

ここでは、ドライバーの交通情報利用行動に影響を与える情報処理能力や認知的関与といった潜在的な心理要因を、共分散構造方程式モデルで定式化することにより、潜在変数として抽出を試みる。共分散構造方程式モデルでは、直接観測することのできない潜在変数を含むことができ、潜在変数と測定可能な客観変数の間の因果関係を定式化できるのが特徴である¹⁹⁾。

情報処理能力と認知的関与については、マーケティングサイエンスの分野における消費者の商品購入における情報探索性向分析において、こうした消費者の内部情報や態度といった心理的要因が影響を及ぼすことが広くいわれている²⁰⁾。ここでは以下の潜在的な指標 η をドライバーの情報利用行動に影響を与える要因として仮定する。さらにドライバーの経路選択や情報利用行動に関係するアンケートの回答結果を表わす指標ベクトル y として以下の指標を考える。

- η_1 : 認知的関与
- η_2 : 情報処理能力
- y_1 : 普段から工事や規制、渋滞の発生する箇所や時間帯に注意を払っている。
- y_2 : 経路のわかりやすさより、速さを重視する
- y_3 : 代替経路の所要時間も知りたいと思う。
- y_4 : 道路ネットワークについてよく知っている。

y_5 : 普段から情報を使って効率的に経路選択を行っている。

指標ベクトル y は5段階で評点づけされている。問いを肯定する場合には5点が、問を否定する場合には1点がつけられる。こうしたアンケートの回答結果が、潜在的な心理指標 η の顕在化した指標であると仮定し、アンケートの回答結果 y と潜在的な心理指標 η の関係を測定方程式によって、式(1)のように記述する。

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_{11} & 0 \\ \pi_{21} & 0 \\ \pi_{31} & 0 \\ 0 & \pi_{42} \\ 0 & \pi_{52} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで π は、アンケート結果の情報利用、経路選択に関する指標ベクトルと潜在的な心理要因を結び付けるスケールパラメータを、 ϕ は誤差項を示す。

次に、 x を個人属性や走行経験などの個人特性を表わす以下の変数ベクトルとして定義する。

- x_1 : 性別(男性=1)
- x_2 : 年齢(歳)
- x_3 : 職業(プロドライバー=1)
- x_4 : 運転頻度(年に数日=1, 月に1,2日程度=2, 週に1,2日程度=3, ほぼ毎日運転する=4)

ここで、ドライバーの情報利用行動に影響を与える潜在的な心理要因 η を、測定可能な個人属性等の客観変数 x を説明変数とする以下の構造方程式によって表す。

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \gamma_{14} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} & \gamma_{24} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

ここで、 γ は、潜在的な心理要因に対する、測定可能な個人属性等の客観変数の重み係数を、 ζ は誤差項を示す。

式(1)、式(2)の測定方程式と構造方程式を使って表わされる共分散構造方程式モデルをSASのCALISプロシジャを使って推定した¹⁹⁾。推定法は最尤推定法とした。推定結果を図-5に示す。サンプル数は1366で、モデル全体の適合度を表わすGFIとAGFI²¹⁾はそれぞれ0.933、0.809と十分な値を示している。

認知的関与を示す η_1 は、普段から交通状況に注意している、経路のわかりやすさより早さを重視する、代替経路の所要時間に興味があるなどの指標の共通因子とし

適合度指標 : GFI=0.936, AGFI=0.809
 サンプル数 : 1366

注) () 内の数字は t 値

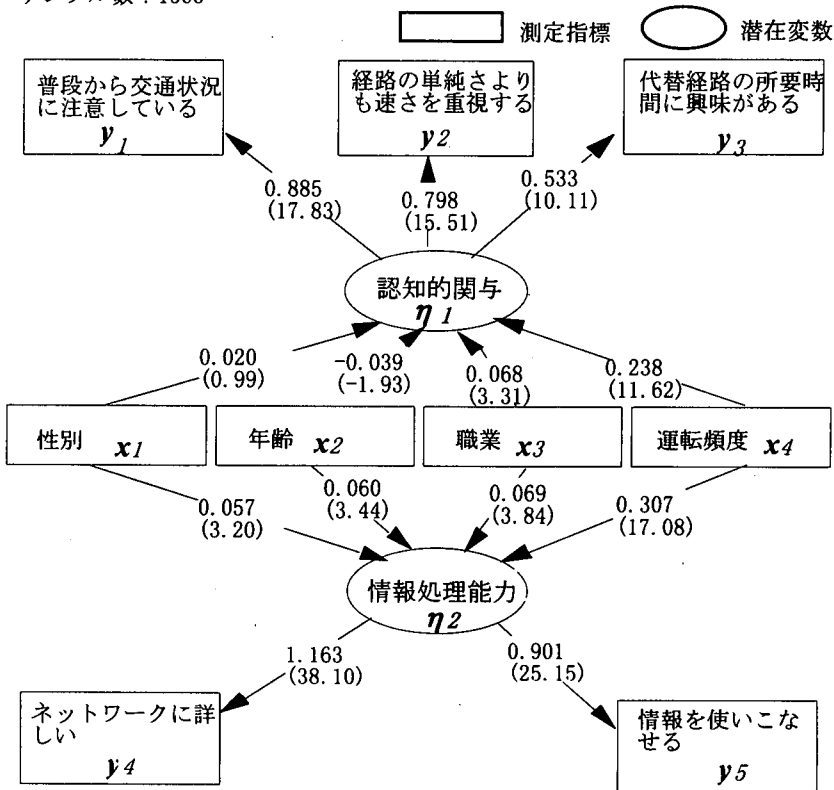


図-5 共分散構造方程式モデル推定結果

て表わされており、まわりの状況認識行動に対する積極性を表わす潜在変数と解釈できる。認知的関与に影響を与える個人特性として、運転頻度とドライバーの職業の影響が強く、運転頻度の多い人やプロドライバーほど認知的関与の程度が高いといえる。一方、年齢や性別のパラメータは有意な値を示しておらず、認知的関与におけるこうした要因の影響は小さいといえる。

情報処理能力を示す η_2 は、道路ネットワークに詳しい、情報を使いこなすことができるといった指標の共通因子として表わされており、入手した情報を使いこなせるかどうかを示す潜在変数と解釈できる。情報処理能力については、運転頻度のダミー変数のパラメータ値が、0.307と正で有意に大きい。また、プロドライバー、性別、年齢といった変数も有意なパラメータ値を示している。プロドライバーで、運転頻度が多く、ある程度運転歴も長い男性のドライバーで情報処理能力が高いといえる。

(2) 交通情報獲得・参照モデル

次に前節で推計された2つの心理的潜在変数を説明変数とする情報獲得・参照モデルを導出する。

ここではある交通情報リソース l ($l=1$:図形情報板, $l=2$:文字情報板, $l=3$:所要時間情報板, $l=4$:ラジオ情

報) を利用すべきかどうかについて、情報獲得効用 U_{al} と情報参照効用 U_{rl} という連続的な確率変数がある閾値 S_{al} , S_{rl} を超えたときにのみその情報リソース l を利用するというモデルを考える。

情報獲得結果

$$a = \begin{cases} 1, & \text{if } U_{al} \geq S_{al} \\ 0, & \text{if } U_{al} < S_{al} \end{cases} \quad l=1,2,3,4 \quad (3)$$

情報参照結果

$$r = \begin{cases} 1, & \text{if } U_{rl} \geq S_{rl} \\ 0, & \text{if } U_{rl} < S_{rl} \end{cases} \quad l=1,2,3,4 \quad (4)$$

ここで、 $a=1$ は情報を獲得するケースを、 $a=0$ は情報を獲得しないケースを、 $r=1$ は情報を参照にするケースを、 $r=0$ は情報を参照にしないケースをそれぞれ示す。

次に、情報獲得・参照の意思決定構造に、図-6のような情報獲得を上位に、情報参照行動を下位に持つツリー構造を仮定する。

この場合、ドライバーは情報獲得時に個々の情報リソースの参照効用の影響を受け、情報参照効用が高け

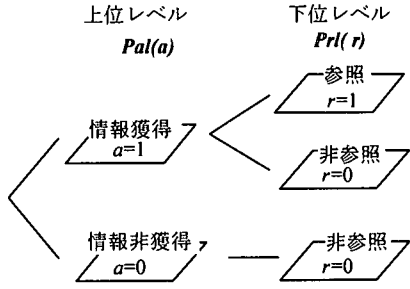


図-6 情報獲得-参照の意思決定ツリー図

れば、情報にアクセスし、参照効用が低ければ、情報にアクセスしないことになる。

ここで、情報の利用頻度の少ないドライバーは、情報リソースの有用性そのものが不明であることも考えられる。しかし、対象経路の走行頻度の多いドライバー(月1, 2回以上)は全体の96%を占めると共に、情報を参照にしていなドライバーが40~50%程度存在することから、情報リソースの特性がある程度理解された上で、トリップ特性や情報リソースの特性に基づいて情報参照期待効用を考慮し、情報を参考にするかどうかを能動的に判断されているものと仮定した。

このとき確率変数 U_{al} , U_{rl} , S_{al} , S_{rl} の誤差項に Gumbel 分布を仮定した場合、情報獲得効用、情報参照効用及び、閾値は式(5)~式(8)で表わすことができる。

$$U_{al} = \sum_m \alpha_{ml} \eta_m + \lambda \Lambda_{al} + \varepsilon_{al}^u \quad (5)$$

$$S_{al} = \theta_{al} + \varepsilon_{al}^s \quad (6)$$

$$U_{rl} = \sum_n \beta_{nl} \text{trip}_n + \sum_j \gamma_{jl} \text{source}_{jl} + \varepsilon_{rl}^u \quad (7)$$

$$S_{rl} = \theta_{rl} + \varepsilon_{rl}^s \quad (8)$$

ここで η_m は認知的関与、情報処理能力といった潜在変数を、 α_{ml} は情報リソース l におけるその効果パラメータを示す。 trip_n は移動目的や経路選択枝特性や道路の混雑状況などの移動に関する変数を、 β_{nl} は情報リソース l におけるその効果パラメータを示している。 source_{jl} は情報の精度や情報の表示範囲などの情報リソースそのものの特性に関する変数を、 γ_{jl} はその効果パラメータを、 θ_{al} , θ_{rl} は、閾値 S_{al} , S_{rl} の確定項を、 ε_{al}^u , ε_{al}^s , ε_{rl}^u , ε_{rl}^s はそれぞれ誤差項を示している。また式(5)における Λ_{al} は、情報参照効用 U_{rl} の確定項 V_{rl} を使って、以下の式で表わされる。

$$\Lambda_{al} = \ln \{ \exp(V_{rl} + \theta_{rl}) \} \quad (9)$$

ドライバーが情報リソース l を獲得し ($a=1$)、参照にする ($r=1$) 際の同時生起確率 $P_{arl}(a, r | a=1, r=1)$ は、式(10)の Nested Logit model として表現できる。

$$P_{arl}(a, r | a=1, r=1) = \frac{\exp(V_{al} + \lambda \Lambda_{al})}{\{ \exp(V_{al} + \lambda \Lambda_{al}) + \exp(\theta_{al}) \}} \cdot \frac{\exp(V_{rl})}{\{ \exp(V_{rl}) + \exp(\theta_{rl}) \}} \quad (10)$$

V_{al} は式(5)で表わされる情報獲得効用 U_{al} の右辺第1項を、 V_{rl} は式(7)で表わされる情報参照効用 U_{rl} の確定項を、 λ はスケールパラメータを示している。

なお、本モデルでは、情報リソース間での逐次的な情報獲得・参照行動に独立性を仮定しているが、実際の走行中の逐次的な情報利用プロセスについては、リソース間での行動の状態依存効果についても分析していく必要がある。ただし、ここでは、経路選択モデルの適合度向上に研究の焦点を絞るとともに、情報獲得・参照プロセスの分析の第一段階として、各情報リソースに対する情報獲得・参照行動間の状態依存効果は考慮せず、各情報リソースに対する獲得・参照行動とトリップ特性、個人特性、情報リソース特性を独立に扱うこととした。

(3) 情報獲得・参照プロセスを考慮した経路選択モデル

次に、前節の式(10)で算出される情報獲得・参照確率を用いて、ドライバーの交通情報に対する反応の違いを考慮した経路選択モデルを提案する。首都高速ジャンクション(三宅坂ジャンクション、谷町ジャンクション)上り方向における経路選択結果(out:環状線外回り、in:環状線内回り)を目的変数とする2項ロジットモデルは一般に以下のような式で表すことができる。

$$Q(\text{out}) = \frac{\exp(V^{\text{out}})}{\exp(V^{\text{out}}) + \exp(V^{\text{in}})} \quad (11)$$

$Q(\text{out})$ は首都高速ジャンクションにおいて環状線外回りを使った経路を選択する確率を示す。 V^{out} は環状線外回りを使った経路の期待効用の確定項を、 V^{in} は環状線内回りを使った経路の期待効用の確定項を示す。

ここで、前節で定式化した情報獲得・参照行動が、経路選択行動に影響を与えると仮定する。情報リソース l の情報の表示内容 $\text{info}_l^{\text{out}}$ の重み係数 κ_l は、情報リソース l を参考にしていない場合は0であることを仮定し、環状線外回りを使った経路の確定効用を以下の式(12)、式(13)で表わす。

$$V^{\text{out}} = \sum_l \delta_l \kappa_l \text{info}_l^{\text{out}} + \sum_h \mu_h z_h^{\text{out}} \quad (12)$$

$$\text{if } P_{ari}(a,r|a=1,r=1) < 0.5 \\ \text{then } \delta_r = 0, \text{ else } \delta_r = 1 \quad (13)$$

$info_i^{out}$ は i 番目の情報リソースの環状線外回りを使った経路に関する情報表示内容を、 z_h^{out} は環状線外回りを使った経路の距離などの情報以外の要因を、 μ_h はその重み係数を示す。

ここで δ_r は、情報リソース l の情報獲得・参照同時確率 $P_{ari}(a,r|a=1,r=1)$ が、0.5未満の時に0を、0.5以上の場合に1をとる。情報リソース l を獲得・参照するドライバーの場合、情報リソース l の表示内容の差 ($info_i^{out} - info_i^{in}$) が、重み係数 μ_i だけ経路選択に影響を及ぼす。これに対して情報リソース l を獲得・参照しないドライバーでは情報リソース l の表示内容の経路選択における重み係数は0となり、情報リソース l の表示内容は経路選択に影響を及ぼさない。

ここで、ある時間帯の交通状況を仮定した場合、獲得・参照する情報リソース数の多いドライバーほど、その時間の交通状況の差が経路選択に及ぼす影響が大きくなるのに対して、獲得・参照する情報リソース数が少ないドライバーの場合、距離などの情報以外の要因の差に依存して経路選択割合が行われることになる。

また情報リソース l を参考にしていない人の情報内容に対する感度パラメータは、情報を参考にしていないため本来的には0であり、情報リソース l を参考にした人の感度パラメータはこれと分離し別に推定される必要がある。両者が分離されず、情報リソース l を参考にしていない人と参考している人に対して同じ感度パラメータを用いた場合、交通状況や時間帯による移動目的等の変化に対して動的に情報利用割合が変動するため、推定感度パラメータにバイアスが発生するためである。

ここで δ_r のかわりに $P_{ari}(a,r|a=1,r=1)$ を直接式(12)に投入する。

$$V^{out} = \sum_l P_{ari} \omega_l info_i^{out} + \sum_h \mu_h z_h^{out} \quad (14)$$

経路選択において完全に情報を参照するドライバー ($P_{ari}(a,r|a=1,r=1)=1$) の情報に対する感度パラメータ値 ($=\omega_l$) と全く参照しない人 ($P_{ari}(a,r|a=1,r=1)=0$) の情報に対する感度パラメータ値 ($=0$) の差を内分する連続する点 $P_{ari} \cdot \omega_l$ ($0 < P_{ari} < 1$) によって、個人特性、トリップ特性、情報リソース特性によって異なる経路選択における情報に対する感度を表現する。

(4) 情報獲得・参照モデル推定結果

第2節で導出したNested型の情報獲得・参照モデル(式(10))の推定結果を表-2に示す。

スケールパラメータ λ の推定値は、 $0 < \lambda < 1$ の間の値を

とっており、情報獲得行動を上位に情報参照行動を下位にとった選択構造が概ね成立していると判断できる。

所要時間情報板、ラジオ情報の場合、認知的関与と情報処理能力といった2つの潜在的な心理要因はともに有意な変数として取り込まれていることがわかる。認知的関与は、正で有意なパラメータ値を示しており、周囲の交通状況や情報認識への積極性の高いドライバーほど、こうした情報リソースにアクセスする傾向が強いと考えられる。また情報処理能力のパラメータも正で有意な値を示している。このことは、情報処理能力の高いドライバーほどこうした情報リソースにアクセスするが、情報処理能力の低いドライバーは、情報にアクセスしても情報を使いこなすことができないので、情報そのものにアクセスしないためと考えられる。

一方図形情報板では、情報処理能力の t 値が低く、パラメータも負の値を示している。この理由として、他の情報リソースのように文字や音声によって地名や経路名を情報として提供するメディアよりも、簡易地図によって混雑状況を色で表示する図形情報板では、情報の内容がわかりやすいため、情報処理能力に自信がないドライバーでも図形情報板を利用することが可能な点などが考えられる。

図形情報板、ラジオ情報ではネットワーク上の渋滞状況が広範囲にわたって呈示される。一方所要時間情報板、文字情報板は限られた範囲に文字で情報を呈示するため、ドライバーの目的地に一致した情報が得られる場合と表示内容が目的地に一致しない情報しか得られない場合がある。この影響を示す情報表示範囲のパラメータ値は、所要時間情報板の場合にのみ有意な値を示している。こうした情報リソースでは、ドライバーの目的地と一致する情報が提供されることによって情報の参照確率が高くなると考えられる。

この理由として、所要時間情報板ではある特定の目的地までの所要時間が表示されるため、表示された目的地と自分の目的地が一致しているかどうかに応じて、情報を参照にする・しないの判断が行われているためと考えられる。一方文字情報板は、分岐直前で情報板の中では最後に提供される情報であるため、図形情報板や所要時間情報板で表示された情報内容に対して、補完的にネットワーク全体の渋滞原因や渋滞状況の確認に用いられており、このため情報の表示範囲による使い分けが行われていないと思われる。

経路距離比は、いずれの情報板の場合においても有意なパラメータ値を示している。最短経路とその代替となる経路の距離差が少ないような状況では、予定経路の変更などについて、情報を参照するために、情報の必要性が高くなるが、経路間で距離差が大きくなると、固定的に最短経路を選択してしまうため情報の必要性が低くな

表-2 情報獲得・参照モデル推定結果

		図形情報板	所要時間情報板	文字情報板	ラジオ情報
Pr(<i>r</i>)	経路距離比	1.188 (4.67**)	1.047 (3.90**)	1.235 (4.78**)	-0.127(-0.51)
	移動目的	0.353 (2.23*)	0.184 (1.22)	0.135 (0.86)	0.528(3.53**)
	混雑状況	0.761 (2.13*)	0.716 (2.20*)	1.172 (2.93**)	0.904 (2.69**)
	情報精度	-0.013 (-1.41)	-0.009 (-1.03)	-0.921 (-4.38**)	-0.009(-1.02)
	情報の表示範囲		0.858 (1.97*)	0.178 (1.19)	
Pal(<i>a</i>)	θ_{rl} 閾値	0.368 (2.04*)	1.089 (4.17**)	0.316 (1.61)	0.033 (0.18)
	η 認知的関与	0.770 (1.62)	1.509 (3.67**)	0.911 (1.48)	0.730 (3.29**)
	情報処理能力	-0.135 (-0.47)	1.180 (4.62**)	0.541 (1.45)	0.817 (5.90**)
	θ_{al} 閾値	-3.892 (-4.50**)	-0.152 (-0.22)	-2.706 (-2.65**)	1.040 (2.78**)
	λ スケールパラメータ	0.709 (1.72)	0.570 (1.46)	0.100 (0.57)	0.663(2.43*)
	初期尤度	-1207.5	-1207.5	-1207.5	-1207.5
	最終尤度	-699.7	-747.6	-635.5	-1045.6
	サンプル数	871	871	871	871
	自由度調整済尤度比	0.416	0.376	0.469	0.127

注0) () 内の数字は t 値 * : 5%危険率で有意, ** : 1%危険率で有意

注1) 経路距離比: $\frac{\text{首都高速ジャンクションから目的地までの最短経路の距離(km)}}{\text{首都高速ジャンクションから目的地までの代替経路の距離(km)}}$

注2) 移動目的: 業務目的=1 のダミー変数

注3) 混雑状況: 分岐付近の速度が 30km/h 以下であれば=1 のダミー変数

注4) 情報の表示範囲: ドライバーの目的地に合致した情報が表示されていれば 1 のダミー変数 (図形情報、ラジオ情報は全目的地の交通情報が提供されているため全てのドライバーで 1)

注5) 情報精度: ドライバーが認識している交通情報の精度, 単位 (±分)

注6) 認知的関与, 情報処理能力: 図5の共分散構造方程式のパラメータ推定結果より個人毎に推計した値

るものと判断できる。

一方、ラジオ情報で、移動目的ダミーが大きな値を示しており、時間価値の高いビジネスリブで、ドライバーの目的地にあった交通情報を知らせるラジオ情報の有効性が高いといえる。

首都高速ジャンクション付近の混雑状況は、いずれの情報リソースでも正で有意なパラメータ値を示しており、走行中の経路が混雑しているような状況で交通情報の必要性が情報リソースの種類によらず高くなっている。

(5) 経路選択モデル推定結果

本節では、前節で推定した情報獲得・参照モデルの推定結果をもとに、情報獲得・参照行動を考慮した経路選択モデルを推定し、情報獲得・参照行動を考慮しないモデルと比較する(表-3)。

情報の呈示内容のデータの入手が可能であった3つの情報リソース(図形情報板、所要時間情報板、文字情報板)についてモデル推定を行った。また目的地の構成割合は環状線外が89%、環状線内が11%であった。モデル1は、式(13)における δ を1で固定し、全てのドライバーの交通情報に対する反応が同じであることを仮定したモデルである。これに対してモデル2とモデル3は情報

リソース毎の参照・獲得行動を考慮したモデルである。モデル2は式(13)に示すように $P_{an}(a,r|a=1,r=1)$ の値が0.5を超えるかどうかで δ に1か0の値を割り当てるモデルである。さらに比較のため $\delta=P_{an}(a,r|a=1,r=1)$ と仮定し、 δ を0~1の間で連続的に変化させることで情報に対するドライバーの反応の違いを考慮したモデル3(式(14))の推定も行った。

図形情報板、所要時間情報板、文字情報板のなかで、図形情報板の表示内容のパラメータ値とt値はともに高く、経路選択において、図形情報板に対する感度が最も高いといえる。また各情報リソースの経路選択に対する感度パラメータ値についてはモデル1に比べ、モデル2、モデル3の順で大きくなっている。ドライバー属性や情報リソースの特性、移動特性によって変化する情報の獲得・参照行動を考慮したモデル2、3において、情報に対する感度のない人(情報を参照にしていない人)の影響を取り除いたことによって情報に対する感度パラメータ値が大きくなっていると考えられる。

情報の獲得・参照行動を考慮しないモデル1の適合度指標が0.378を示しているのに対して、情報の獲得・参照行動を考慮したモデル3で適合度指標は0.385、モデル2では、0.394とモデル2の適合度が最も高く、今回提案し

表-3 経路選択モデル推定結果

		モデル1	モデル2	モデル3	
		$\delta l = 1$	$\delta l = 1/0$	$\delta l = \text{Parl} (a,r)$	
info	図形情報板 所要時間換算値	-0.102 (-7.01 **)	-0.113 (-7.78 **)	-0.158 (-7.17 **)	
	所要時間情報板 所要時間	-0.025 (-1.34)	-0.035 (-1.70)	-0.052 (-1.60)	
	文字情報板	渋滞距離	-0.009 (-0.21)	-0.032 (-0.78)	-0.027 (-0.46)
		事故ダミー	0.053 (0.14)	0.105 (0.26)	0.100 (0.18)
z	距離	-0.186 (-6.88 **)	-0.213 (-9.38 **)	-0.197 (-7.66 **)	
	直前の混雑状況	0.003 (1.95)	0.003 (2.08 *)	0.003 (2.08 *)	
初期尤度		-603.7	-603.7	-603.7	
最終尤度		-372.8	-363.3	-368.6	
サンプル数		871	871	871	
自由度調整済み尤度比		0.378	0.394	0.385	

注0) () 内の数字はt値, **: 危険率1%で有意, *: 危険率5%で有

注1) 所要時間換算値: 図形情報板に色別で表示された渋滞状況を, 赤=10km/h, 黄=30km/h, それ以外=60km/hとしたときの首都高速ジャンクションから目的地までの外回りと内回りを使った場合のそれぞれの旅行時間 単位(分)

注2) 所要時間: 所要時間情報板に表示された首都高速ジャンクションから葛西まで外回りと内回りを使った場合の旅行時間 単位(分)

注3) 渋滞距離: 文字情報板に表示された, 外回りと内回りにそれぞれ関係する渋滞長 単位(km)

注4) 事故ダミー: 文字情報板に表示された, 外回りと内回りに関係する経路上で, 事故が発生していれば1, 発生していなければ0のダミー変数

注5) 距離: 首都高速ジャンクションから目的地までの外回りと内回りを使った場合の距離 単位(km)

注6) 直前の混雑状況: 首都高速ジャンクション付近の外回りと内回りの走行速度 単位(km/h)

たモデルの内的妥当性は高いといえる。

6. まとめと今後の課題

本研究では複数の交通情報リソース下におけるドライバーの情報利用行動に着目し, 情報獲得・参照行動を考慮した経路選択モデルを提案し, モデル推定を行った。提案したモデルの適合度はドライバー毎の情報に対する反応の違いを考慮しないモデルよりも向上することが確認できた。また情報リソースに対する反応とドライバーの潜在的な心理要因や外的な移動制約や情報そのものの特性との関係を実証的に明らかにすることを試みた。その結果, 異なる情報リソースに対するドライバーの情報利用行動と経路選択について, 以下の知見を得ることができた。

- 1) ドライバーの走行経験や個人特性によって決定される内的潜在変数が情報獲得行動に影響を及ぼす。
- 2) 図形情報板における情報獲得行動では, その他の情報板にくらべ, 情報処理能力の影響が小さく, 簡易地図によるわかりやすい情報表示の重要性は高いといえる。

3) 情報板に, 目的地にあった情報が呈示されるかどうか, ドライバーの情報獲得・参照行動に影響を与える。情報板に呈示する情報の表示範囲の設定においては断面交通のOD特性などを検討し, 目的地に応じた情報を呈示することの重要性は高い。

こうした結果には, 4つの交通情報リソースが併存する首都高速道路の交通情報環境が影響していると考えられる。各種情報リソースの情報提供方法の効果を一般化するためには, 情報リソース数の異なるような交通情報環境下における情報利用行動間の状態依存効果等の比較検討を行うとともに, 各情報リソースでの情報獲得・参照行動間の状態依存効果等の分析も必要となると思われる。

また情報獲得・参照行動を考慮した経路選択モデルについては, 情報提供下でのドライバーの実際の行動を考慮していることからモデル構造が明示的であり, 理解しやすいという利点があり, 道路の混雑状況や, OD交通量, 走行するドライバー特性などの変数から, 特定の路線・時間帯でどういった情報リソースがどの程度必要とされているのかを推計することが可能であるため, 様々な情報リソースの整備・運用計画を検討するために有効と考えられる。但し, 今回提案したモデルは, 2段階のモデ

ル構造となるため、モデル推定のためのデータ収集等の手間に対して、モデルの適合度の向上が十分とはいえないなどの課題も存在する。

本モデルは、ドライバーの個人属性と運転頻度を表わす4種類の変数によって潜在的な心理要因が表わされるモデル構造をとっているものの、今回とりあげた個人属性以外の要因の影響や、実際の道路ネットワーク密度と情報処理能力の関係などについては未検討であり、こうした内的潜在変数の形成過程をより定量的に検討した上で、本モデルの適合度の向上について検討していく必要があるものと考えらる。

謝辞:本研究では、調査実施において、首都高速道路公団計画部調査課、交通管制部管制技術課の関係各位にご協力を頂くと共に、データ作成にあたっては東京都立大学 大口講師、東京大学生産技術研究所 吉井助手のご協力を頂いた。また論文執筆にあたって広島大学 張助手(現パシフィックコンサルタンツ株式会社)から助言を頂いた。ここに関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Ben-Akiva, M. and de Palma, A.: Dynamic network models and driver information systems, *Transportation Research*, Vol. 25A, No. 5, pp.251-266, 1991.
- 2) Polak, J. and Jones, P.: The acquisition of pre-trip information: A stated preference approach, *Transportation* 20, No.2, pp179-198, 1993.
- 3) Mahmassani, H. S. and Jayakrishnan, R.: System performance and user response under real-time information in a congested traffic corridor, *Transportation Research*, Vol. 25A, No.5, pp.293-307, 1991.
- 4) Arnott, R., de Palma, A. and Lindsey, R.: Does providing information to drivers reduce traffic congestion?, *Transportation Research*, Vol.25A, No.5, pp.309-318, 1991.
- 5) Horowitz, J. H.: The stability of stochastic equilibrium in a two-link transportation network, *Transportation Research*, Vol.18B, pp.13-28.1984.
- 6) 小林潔司, 井川修: 交通情報によるドライバーの経路誘導効果に関する研究, *土木学会論文集*, No.470/IV-20, pp.185-194, 1993.
- 7) 吉井稔雄, 桑原雅夫, 森田紳之: 都市内高速道路における過飽和とネットワークシミュレーションの研究, *交通工学*, Vol.30, No.1, pp.33-41, 1995.
- 8) Yoshii, T., Akahane, H. and Kuwahara, M.: An Evaluation of effects of dynamic route guidance on an urban expressway network, *Proceedings of the 2nd World Congress on Intelligent Transport Systems*, Vol.4, pp.1995-2000, 1995.
- 9) 飯田恭敬, 藤井聡, 内田敬: 動的交通シミュレーションを用いた道路網における情報提供効果に関する分析, *交通工学*, Vol.31, No.6, pp.19-29, 1996.
- 10) 室町泰徳, 兵藤哲朗, 原田昇: 情報提供による駐車場選択行動変化のモデル分析, *土木学会論文集*, No.470/IV-20, pp.145-154, 1993.
- 11) 森地茂, 兵藤哲朗, 小川圭一: 情報提供システム評価のための交通行動分析手法に関する研究, *交通工学*, Vol.30, No.3, pp.21-29, 1995.
- 12) Bonsall, P. W.: Analyzing and modeling the influence of roadside variable message displays on drivers' route choice, *Proceedings of the 7th WCTR*, Vol.1, pp.11-26, 1997.
- 13) 飯田恭敬, 宇野伸宏, 村田重雄: 実験による情報提供下の経路選択機構の分析, 第13回交通工学研究発表会論文報告集, pp.97-100, 1993
- 14) Joy Bhattacharya, 吉井稔雄, 桑原雅夫: RP調査に基づいた動的交通情報提供がドライバーの経路選択行動に与える影響分析, *土木計画学研究・講演集*, No.18(2), pp.497-500, 1995.
- 15) 内田敬, 飯田恭敬, 中原正顕: 所要時間情報を考慮した動的経路選択行動モデル, 第14回交通工学研究発表会論文報告集, pp.209-212, 1994.
- 16) 西井和夫, 朝倉康夫, 古屋秀樹, 土屋高善: PGIシステムによる満空情報が駐車場行動に及ぼす影響分析, *土木計画学研究・論文集* No.12, pp.787-796, 1996.
- 17) 中里亮, 兵藤哲朗, 高橋洋二: 高度交通情報システムを用いた貨物運行車の経路選択行動分析, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 77-80, 1996.
- 18) 大口敬, 羽藤英二, 谷口正明, 吉井稔雄, 桑原雅夫, 森田紳之: 首都高速道路における経路選択行動の実態調査, *土木学会論文集*, No.590/IV-39, pp.87-95, 1998.
- 19) 竹内啓, 豊田秀樹: SASによる共分散構造分析, 東京大学出版会, 1992.
- 20) Gemunden, H.G.: Perceived risk information search: A systematic meta-analysis of empirical evidence, *International Journal of Research in Marketing*, Vol.2, No.2, pp.79-100, 1985.
- 21) Joreskog, K. and Sorbom, D. : LISREL VI-Analysis of Linear Structural Relations by Maximum Likelihood, Instrumental Variables, and Least Square Methods, *User's Guide*, Department of Statistics, University of Uppsala, Sweden, 1984.

(1997. 7.15 受付)

ROUTE CHOICE MODEL CONSIDERING DRIVERS' INFORMATION
ACQUISITION AND REFERENCE BEHAVIOR
UNDER MULTIPLE TRAFFIC INFORMATION SOURCES

Eiji HATO, Masaaki TANIGUCHI, Yoriyasu SUGIE,
Masao KUWAHARA and Hirohisa MORITA

This study aims at analyzing drivers' behavior in acquiring and using traffic information in an environment with multiple information sources. Accordingly, information acquisition and reference models are developed in an effort to show the empirical relationship between drivers' reaction to multiple information sources and its causal factors consisting of latent psychological ones, traffic conditions at the time of traveling and the accuracy of traffic information available. A route choice model is proposed that takes into account the information acquisition and reference process. Model validity is investigated using data collected on the Tokyo Metropolitan Expressway, which has four different types of information sources. The goodness-of-fit of the proposed model was shown to be higher than that of models which did not consider the differences in individual drivers' reactions to the traffic information provided.