

Intranet SurveyによるSPデータを用いた 交通情報獲得・経路選択行動の基礎的分析

A Basic Analysis of Drivers' Route Choice and Information Acquisition Behavior Based on Stated Preference Data Collected through Intranet Survey

羽藤 英二¹, 香月 伸一², 杉恵 頼寧³
By Eiji HATO, Shinichi KATSUKI and Yoriyasu SUGIE

1. はじめに

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おり、より効率的な情報システムを構築するためには、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されている。

こうした背景の下、情報提供に関する研究が、主に交通量配分的アプローチと交通行動分析的アプローチの2つの観点から進められている。交通行動分析的観点からは、ドライバーの情報利用行動や経路選択行動を分析し、情報提供下の経路選択原理に関する基礎的な知見を得ることが研究の主たる目的となる。こうしたアプローチにおいては例えば森地、兵藤、小川¹⁾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Stated Preference(以下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。

一方ネットワーク分析の観点からは、Arnott, de Palma, Lindsey²⁾は配分理論に基づいて情報の精度と旅行費用の関係等についてベンチマーク的な解を得ている。またBen-Akiva, de Palma, Kaysi³⁾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。配分理論的アプローチにおいては、解の唯一性の問題から経路選択モデルにある程度の簡略化が求められるのに対し、シミュレーション的ア

プローチにおいては、情報提供下におけるドライバーの経路選択行動をより詳細に記述するモデルの導入が可能となる。交通行動分析の結果に基づき、ドライバーの特性別に経路選択モデルを仮定することで、配分モデルでは難しいドライバーの多様な反応とネットワークの状態の変化についての分析がなされている⁴⁾。

シミュレーションアプローチに基づく検討では、ドライバーの情報利用の割合や経路選択行動仮説、情報に対する感度パラメータ値そのものが変化した場合、道路ネットワークの交通状況の変化の仕方も大きく異なることが確認されている^{5),6)}。こうした知見は、情報提供の効果分析において、情報提供下の情報利用行動や経路選択行動についてのより詳細なドライバーの交通情報に対する反応データの簡便な収集方法の確立と、そうした収集データに基づいた現実的な行動仮説の構築と感度パラメータの推定が重要となることを示している。

そこで本研究では、ドライバーの行動データの収集方法としてイントラネットを使ったコンピュータネットワークサーベイ手法を提案し、従来のアンケートに対する有効性を検討する。次にコンピュータネットワークサーベイにより得られたデータを用いてドライバーの情報利用プロセスに着目し、経路選択行動の分析を行う。

2. 交通行動データ収集方法におけるコンピュータネットワークサーベイについて

ドライバーの動的な情報利用行動や経路選択行動を分析するためには、様々な移動シナリオに対するドライバーの詳細な反応データが必要となる。

交通情報提供下における交通行動分析には、仮想的な行動シナリオに対する被験者の選好結果を尋ねたSPデータと実際の交通情報システムに対する行動結果であるRevealed Preference(以下RP)データが用いられる。SPデータは、提供される交通情報の内容といった走行環境について系統的なコントロールが容易であることなどから、数多くの研究が見られる⁷⁾。一方RPデータに基づいた研究は、今まで交通情報システムが少なかったことや、実際に提供された情報の表示内容とアンケートの行動結果との照合が難しいなどの問題があるため研究

¹正会員, 修(工), 愛媛大学工学部 環境建設工学科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 TEL 089-927-9830 FAX 089-927-9843 e-mail hato@en2.ehime-u.ac.jp)

²日産自動車株式会社 総合研究所 (〒104-8023 東京都中央区銀座6-17-1 TEL 03-5565-2133 FAX 03-5565-2134)

³正会員, 工博, 広島大学 大学院国際協力研究科(〒739-8529 東広島市鏡山1-5-1 TEL&FAX 0824-24-6919)

Key Words : 交通行動分析, 交通情報, ITS, Intranet Survey

事例は多いとはいえない。

こうした SP/RP データの収集方法は、アンケートを使った方法と、ドライビングシミュレータなどのコンピュータベースの方法に大別される。

内田、飯田、中原⁸⁾は堺市の情報板設置の前後でアンケート調査を実施し、RPのパネルデータを収集、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。また Polak, Jones⁹⁾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 Pre-Trip 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。

アンケート調査は、データ収集が簡便であり、サンプル数の確保が容易といった利点を有する。このため大規模なサンプル数を確保したい場合には適した調査手法といえる。一方、調査票を使った回想形式の調査であることから、実際にドライバーが経験した走行環境と、その際のドライバーの反応が1対1で対応したデータの収集が難しいといった課題もある。また SP 調査にアンケートを用いる場合、被験者に提示される走行状況などに現実感がわからないといった問題点も指摘されている¹⁰⁾。さらにドライバーの回答結果に応じて設問を変えていくことが難しい。このため経路の選択結果によって経験する所要時間が異なるといった学習効果などの分析のためのデータ収集には調査の仕方に工夫が必要となる。

一方、ドライビングシミュレータに代表されるコンピュータベースの調査手法では、コントロールされた実験環境に対する被験者の反応を測定することが可能となるため、アンケートを使ったSP調査に比べ、質の高いデータの確保が期待できる。また動画等を用いることで被験者に現実感を持たせることも可能である。ただ一方で、調査をコンピュータベースで行うため、調査器材の設置に時間がかかることから、サンプル数の確保が難しいなどの問題点もある。

これに対して、近年、アンケート調査におけるデータの質の問題と、コンピュータベースの調査手法におけるサンプル数の問題を同時に解決できる手法としてインターネットを利用した調査が注目されている¹¹⁾。インターネットを利用した調査は、コンピュータネットワークに接続している人を対象に調査を実施することで、サンプル数を確保すると共に、インタラクティブな調査プログラムを実装することで被験者のより詳細なデータの収集を狙ったものである。従来の調査手法に対してコンピュータネットワークを利用した調査の特徴を表-1 にあげる。

4)はドライビングシミュレータ等によっても実現可能である。一方、1)~3)については、調査の効率化とより精度の高いデータ収集という観点から、TDMや交通情報提供といった交通政策の短期的かつ詳細な評価を目的にした調査において有効といえる。

表-1 コンピュータネットワークサーベイの特徴

- 1) 回答結果のネットワーク転送によるデータの収集時間の短縮が可能
- 2) CGI や Java の利用による被験者の回答結果に応じた実験条件のコントロールが可能
- 3) E-mail等による被験者のリクルーティングの効率化
- 4) アニメーション等の利用による実験環境の現実感の向上

将来的に、家庭においてインターネットの利用が普及した場合、世帯ベースの交通行動調査にインターネットを利用することも可能になると考えられる。しかし現時点で家庭におけるインターネットの普及率は低く、またその利用層も限られていることから、家庭訪問ベースの調査をインターネットでそのまま代替させることには、母集団の代表性の点で問題がある。

これに対して特定の事業所を目的地、あるいは出発地とするトリップに対する時差勤務や、オフィスや地区内における交通情報提供などの交通施策を対象にしたような場合に、イントラネットを使った調査は、母集団の代表性を確保できる可能性がある。これは近年のオフィスにおけるコンピュータネットワークの普及により、従業員一人あたりのパソコンの普及率が飛躍的に高まっているためである。従業員は、イントラネット上で電子メールや WWW 機能を利用して日常業務をこなしている。地域内の発生交通の多くを占める事業所で、こうしたメディアを活用した調査を行うことができれば、母集団の代表性も満足することが可能となる。

そこで本研究ではこうしたイントラネットを用いて交通情報提供時のドライバーの行動データの収集を行い、アンケート調査に対する有効性を検討する。

3. 調査概要

図-1 に調査対象エリアを示す。ある企業の大規模事業所(従業員数7000人規模)が存在する神奈川県追浜地区において、事業所のイントラネットを使った調査を考える。

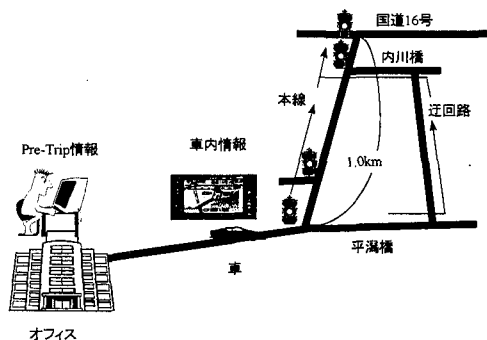


図-1 調査対象エリア

当地区では、事業所から軌道系の交通機関へのアクセスが悪いことから、車通勤者が多く、従業員の通勤により朝夕、渋滞が発生している。当地区において、オフィスをベースとした帰宅トリップに焦点をあて、オフィスと、帰宅中の車内における交通情報提供時の通勤者の情報利用・経路選択行動のデータをイントラネットサーバにより収集することとした。なお、調査を実施した事業所のパソコンの普及台数は従業員一人あたり1台で、電子メール、スケジュール管理ソフトを使って日常業務が行われている。このため、E-mail による被験者のリクルーティングとイントラネットにおけるWWW機能を利用した調査実施に抵抗がない。

次に調査のシナリオを表-2に示す。

表-2 調査シナリオ

場所	シナリオの内容	SP実験要因	設問
	移動条件の呈示	終業時刻、 移動目的	予想旅行時間 ^{a)} 、 希望出発時刻 ^{j)} 、 経路選択意向 ^{k)}
① オフィス (出発前)	Pre-Trip情報 サービス条件の 呈示	情報の精度 ^{a)} 、 サービス料金 ^{b)} 、 操作性 ^{c)} 、 アクセス時間 ^{d)}	情報利用意向 ^{l)}
	Pre-Trip情報の 呈示	各時間帯、 各経路別の所要 時間 ^{e)} と工事・事 故状況 ^{f)}	希望出発時刻 ^{j)} 、 経路選択意向 ^{k)} 、 経路選択意向 ^{k)}
	走行状況の表示	走行速度 ^{g)} 、 継続時間 ^{h)}	渋滞の判定 ^{m)} 、 予想旅行時間 ⁱ⁾ 、 経路選択意向 ^{k)}
② 車内 (走行中)	車内情報サービ ス条件の呈示	情報の精度 ^{a)} 、 サービス料金 ^{b)} 、 操作性 ^{c)} 、 アクセス時間 ^{d)}	情報利用意向 ^{l)}
	車内情報の呈示	各経路別所要時 間 ^{e)} と工事・事故 状況 ^{f)}	経路選択意向 ^{k)}

注)a~hの()内の値は水準値

- a)情報の精度:交通情報の精度(±5/10/15分)
- b)サービス料金:情報サービス1回利用するのにかかる料金(0/10/30円)
- c)操作性:情報サービスを利用するのに必要な操作ボタン数(0/3/7個)
- d)アクセス時間:情報が表示されるまでに要する時間(0/30/60秒)
- e)所要時間:対象ネットワークにおいて、本線と迂回路で、国道16号線に出るのにかかるそれぞれの経路の所要時間(12/13/17/20/24/26分)
- f)工事・事故状況:対象路線における工事・事故の発生の有無(有/無)
- g)走行速度:本線/迂回路の分岐付近の走行速度(10/20/40km/h)
- h)継続時間:走行速度が何分間継続しているか(1/5分)
- i)予想旅行時間:現在いる場所から国道16号に出るのにかかるそれぞれの経路の予想所要時間(分)
- j)希望出発時刻:オフィスを出たいと希望する時刻(時 分)
- k)経路選択意向:希望する経路(4段階で回答:絶対本線/やや本線/やや迂回路/絶対迂回路)
- l)情報利用意向:情報サービスを利用したいかどうか(4段階で回答:絶対利用/やや利用/あまり利用したくない/絶対利用しない)
- m)渋滞の判定:走行状況から渋滞と判定するかどうか(2段階で回答:渋滞/渋滞でない)

調査では実験計画法に基づいて表に示される SP 実験要因にそれぞれ水準を設定し、L₃₆の直交表を使って水準の割り付けを行なった。なお、要因の内容と水準はオフィスと車内で同一でも、出発前と走行中では、情報メディアそのものや時間帯が異なるため、呈示されるサービス条件や情報内容は変化する。

調査シナリオは同一トリップの出発前のオフィスと、出発後車で走行中の車内におけるシナリオの2つに分けられる。まず被験者は、ある時間帯にオフィスで仕事との仮定の下、情報サービスの条件や表示された情報内容に応じて交通情報サービスの利用意向、希望退社時刻、希望経路を尋ねられる。このとき提示される交通情報は、ネットワークの交通シミュレーションモデルによって計算された交通状況に基づいて決定される。

次に回答した出発時刻に基づいて、実際にオフィスから退社し車で地区内を走行しているシナリオがアニメーションにより提示されるとともに、表示された景色の地図上の位置が、カーナビゲーションシステムの画面として表示される(図-2)。被験者は走行中の車内にいるというシナリオの下、走行速度や情報サービスの条件、表示された情報内容に応じて渋滞の判定結果、情報利用意向、経路選択意向を回答していく。

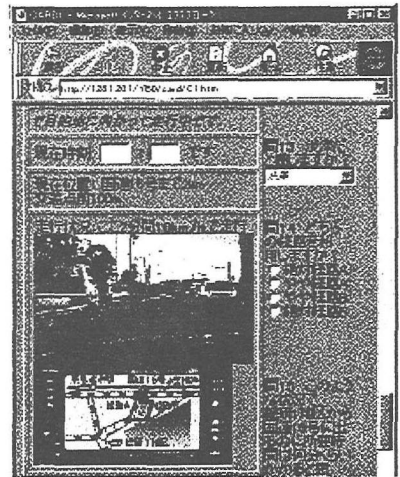


図-2 調査画面

次にイントラネットを使ったコンピュータネットワークサーバの調査手順を表-3にまとめる。

被験者が、調査依頼メールに記入された URL をクリックすることで、サーバにインストールされた調査プログラムがクライアントマシン(被験者)側に WWW 機能を利用して、ダウンロードされることで調査が開始される。

回答結果は一時的にクライアントマシン(被験者)側のメモリに保存され、シナリオの終了後、サーバ側に転送され、サーバがデータチェックを行った上で調査者側のクライアントマシンに再転送する。これにより、調査

表-3 調査手順

- 1)調査の案内メールの発送
- 2)クライアント(被験者)のサーバーへのアクセス
- 3)調査プログラムのダウンロード
- 4)オフィス内での交通情報利用シナリオの提示
- 5)ネットワークシミュレーション結果に基づく交通情報の提示
- 6)車内情報利用シナリオの提示
- 7)回答結果の確認
- 8)回答結果のサーバーへの転送

票の配布, 調査の実施, 調査票の回収, データ入力・確認までを, 一貫してイントラネット上で行うことが可能となる。

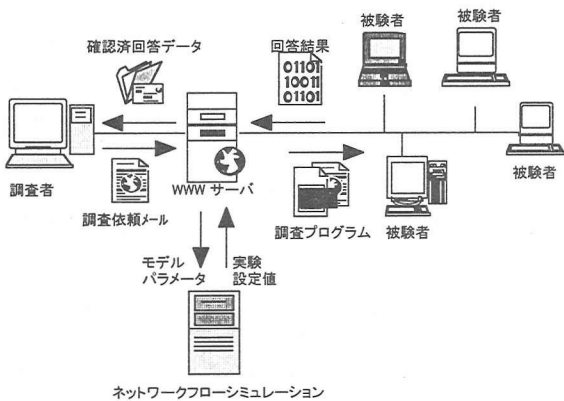


図-3 調査概要

表-4に調査結果を示す。参考までに同様の調査をアンケートで行った際に要した時間を比較する。ただし調査内容や項目数は完全に同一ではない。

従来の調査票を使った調査に対し、イントラネットサーベイでは調査票の配布において大幅に時間を短縮できていることがわかる。これは、被験者のリクルーティングと調査票の配布に E-mail を用いた事の効果であると思われる。またデータ化においても時間短縮が実現している。これは通常のデータベースの調査と同様に回答結果が即時データ化されるためである。さらに有効回答数もイントラネットサーベイで高くなっている。チェックプログラムを設けたため、調査中の記入漏れが減ったためと考えられる。

表-4 調査時間の比較

調査手法	調査票配布	回収	データ化	有効回答数	サンプル数
イントラネットサーベイ	0.1時間	3日	0時間	100%	83
※参考: アンケート調査	2日	8日	1日	76%	86

注1)調査内容は情報提供時のドライバーの意識・行動調査

注2)アンケートの調査項目数: 9

注3)イントラネットサーベイの調査項目数: 38

また、回収までに要した時間には、回答時間も含まれている。調査プログラムの中のアニメーションファイルの容量が大きい場合などはファイルの読み込み時間に影響を与え、被験者への負担増につながり、調査への参加に影響を与えたと考えられる。今回の調査では被験者が調査依頼のE-mailに書かれたURLをクリックしてから、調査プログラムが読み込まれ、表示されるまでに要した時間は平均で3秒程度であり、調査を途中で放棄した被験者がいなかったことなどから問題ない速さであったと思われる。

一方、イントラネットサーベイでは、調査プログラムの作成に時間がかかるといった問題もある。調査計画、設計の段階での調査者側の負担が紙の調査票に比べて大きい。調査規模がより大きくなった場合や繰り返しのパネル調査を実施するようなケースでその有効性が高いと考えられる。

4. 基礎的分析

従来の情報提供の効果分析では、交通情報の利用プロセスは、情報利用層、非利用層の比率を外生変数として変動させることで取り扱われることが多い^{5),12)}。

しかし、携帯電話やインターネットなどを使った多様な交通情報サービスが既に普及しはじめており、交通情報へのアクセス行動は、トリップの前や運転中に能動的に行われ、情報サービスの価格や走行時の混雑状況の認知等によって情報利用行動がトリップの前や運転中においても大きく変化する事が考えられる。

そこでここでは、通勤者のオフィス及び、車内における情報利用行動を対象に、イントラネットサーベイによって得られたデータを用いて、基礎的な分析を行ない、情報利用行動の変化について検討する。なお、サンプルの基本特性は平均年齢が 31.3 歳、男性が 76%、女性が 24%である。

図-4 は、同一トリップ内における情報利用行動の変化を出発前後で集計したものである。これをみると出発前にオフィスでPre-Trip 情報を利用した 48 人のうち 31%にあたる人が、出発後に運転中の車内では交通情報を利用していない。

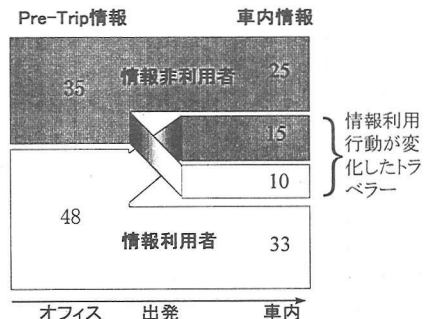


図-4 出発前後における交通情報利用割合の変化

また、オフィスで情報を利用しなかったにもかかわらず出発後の車内では交通情報を利用している人も 29%(10人)存在する。全トラベラーの中で、情報利用行動がトリップの出発前後で変化したトラベラーは全体の 30%(25人)を占めており、同一トリップ内で情報利用行動が動的に変化しているといえる。

次に情報サービスの特性と走行状況と情報利用割合の関係を分析する(図-5)。情報サービス料と情報の利用割合の関係は、情報サービス料が有料になると情報の利用割合は低くなる傾向を示している。サービス料が無料と有料の場合で約 30%ほど情報サービスの利用割合に違いがみられる。

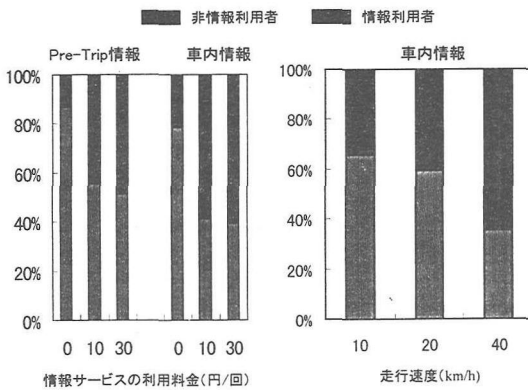


図-5 情報サービス料金と速度別情報利用割合

また本線と迂回路の分岐直前の走行速度と、情報の利用割合の関係をみると、走行速度が早く、時速 40km/h と円滑な交通流が実現しているとき情報の利用割合は 36%と低いものに対して、走行速度が 10km/h と低下し、渋滞と認知されているようなケースで、情報の利用割合は 65%と高くなっていることがわかる。

5. 情報利用プロセスを考慮した経路選択行動の分析

前章の分析結果から、走行中の速度低下や情報サービスの利用料といった要因が情報利用行動に影響を与えており、出発前後で情報利用行動が変化していることが明らかになった。そこで本節では、こうした交通状況の変化や、情報サービスの特性、個人特性といった要因と情報利用行動、経路選択行動の間に図-6 のような関係を仮定し、両者の関係について情報利用モデルと経路選択モデルを推定し、分析を行うこととする。

(1) 渋滞知覚量の推計方法

運転中の交通情報の利用には、移動目的などの同一トリップ内では変化しない静的な変数に加え、走行速度の低下などのドライバーが体験する交通状況といった動的な移動特性も影響を及ぼしている。そこで、情報利用行動とこうした動的な移動特性の関係を明らかにするために、ここでは溝上・柿本¹³⁾の方法による走行速度の低下による渋滞知覚量の概念を導入する。

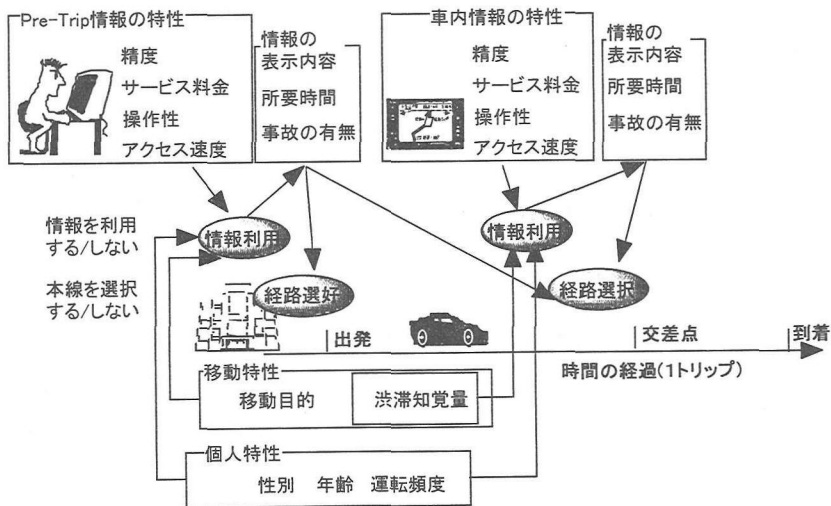


図-6 モデル分析の仮定

松井, 藤田, 阿江¹⁴⁾は, 都市間高速道路での渋滞情報提供を目的として, 心理学の知覚研究におけるブロッホの法則を渋滞判定モデルに適用している。ブロッホの法則とは刺激とその刺激の知覚を表す心理学研究の成果から得られた関係式であり, 刺激強度 I とその継続時間 T の積がある一定の閾値 K で表されるというものである。

$$\text{刺激強度} I \times \text{継続時間} T = \text{閾値} K = \text{一定} \quad (1)$$

溝上・柿本はこの方法を一般道の渋滞判定の非集計モデルに拡張している。個人 n の渋滞不効用 S_n を確率変数として定義し, 走行速度の低下量とその継続時間に基づいて個人 n の渋滞知覚確率を以下のように定義している。

$$P_n = \Pr[S_n \geq H_n] \quad (2)$$

$$S_n = (V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2} + \varepsilon_{Sn} \quad (3)$$

$$H_n = K_n + \varepsilon_{Hn} = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{nk} + \varepsilon_{Hn} \quad (4)$$

ここで, V_{fn} は渋滞といえない最低速度, V_{cn} は渋滞速度, T_{cn} は渋滞速度の継続時間を示す。 x_{nk} は個人属性や移動特性を, H_n は確率変数である閾値を示す。また K_n はその確定項を示す。誤差項 ε_{Sn} , ε_{Hn} にGumbel分布を導入すると以下のLogit型の渋滞知覚確率が導かれる。

$$P_n = \frac{\exp[-(V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2}]}{\exp[-(V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2}] + \exp(-K_n)} \quad (5)$$

本研究では, 式(3)-(4)を式(6)のように変形し, 移動の時間制約や個人属性と速度低下量とその継続時間で表される渋滞知覚量 C_n が0を越えたときにドライバーが速度低下による交通状況を渋滞と判定する事を仮定する。

$$C_n = (V_{fn} - V_{cn})^{\alpha_1} \cdot T_{cn}^{\alpha_2} + \sum_k \beta_k x_k + \varepsilon_k \quad (6)$$

本研究では式(6)で定義される渋滞知覚量 C_n と情報利用行動の関係を分析することとする。

なお, イントラネットサーベイでは, 調査対象経路における混雑状況(走行速度=10km/h, 20km/h, 40km/h)ごとの走行状況を実際の走行実験によりビデオ撮影し, これをもとにアニメーションファイルを作成, コンピュータ画面上に表示すると共に, その際の速度と継続時間についてもテキスト表示し, このときの渋滞判定を被験者に回答させた。また V_{fn} には実際に対象路線が混雑していない時の自由流速度として50km/hとした。

(2) 渋滞判定モデルの推定

渋滞判定モデルの推定を行った。推定結果を表-5に示す。モデルの自由度調整済尤度比は0.627と高く, モデルの内面的妥当性は高いと判断できる。ここで, 各々のパラメータ値が正で大きいほど, 渋滞知覚量が増加し, 渋滞と判定しやすくなると解釈できる。

パラメータ値をみると年齢, 時間制約の有無が有意な値を示しており, 年齢が若く, 時間制約があるドライバーほど渋滞と判定しやすいことがわかる。また速度低下量(α_1)とその継続時間(α_2)のパラメータ値をみると速度低下量のパラメータ値が有意に大きく, 速度低下量が渋滞知覚量により大きな影響を与えているといえる。

表-5 渋滞判定モデル推定結果

説明変数		パラメータ値 (t値)
速度低下量 α_1	(km/h)	0.745** (8.19)
継続時間 α_2	(分)	0.102 (1.05)
年齢	(歳)	-0.508** (-2.76)
当該道路の走行経験 (毎日車で通勤 していれば=1)		3.383 (1.34)
時間制約の有無 (時間制約=1)		6.502* (2.17)
移動距離	(km)	0.119 (1.84)
初期尤度		-34.60
最終尤度		-10.48
自由度調整済尤度比		0.627
サンプル数		83

注) **:1%危険率で有意, *:5%危険率で有意

(3) 情報利用モデル

情報利用モデルではトラベラーが出発前, あるいは走行中において, ある交通情報サービスを利用すべきかどうかについて, 情報サービス I ($I=1$:Pre-Trip情報サービス, $I=2$:車内情報サービス)を利用する確率 $P_I(a | a=1)$ を以下の式で定義する。($a=1$: 情報にアクセスする, $a=0$: 情報にアクセスしない)

$$P_I(a | a=1) = \Pr[U_I \geq R_I] \quad (7)$$

$$U_I = \sum_m \alpha_{mI} \text{serv}_{mI} + \sum_n \beta_n \text{trip}_n + \sum_o \gamma_o \text{soc}_o + \varepsilon_n \quad (8)$$

$$R_I = \theta_I + \varepsilon_s \quad (9)$$

ここで, U_I は情報利用効用を, R_I は閾値を示す。 serv_{mI} は情報の精度や価格, アクセシビリティなどの情報サービス I に関する変数を, α_{mI} はその効果パラメータを示す。 trip_n は渋滞の知覚量や移動目的といった移動に関する要因を, β_n はその効果パラメータを, soc_o は性別, 年齢等の個人属性に関する変数を, γ_o はその効果パラメータを, θ_I は S_I の確定項を示す。ここで誤差項 ε_u , ε_s にGumbel分布を仮定すると, 情報サービス I を利用する確

率 $P_i(a|a=1)$ は、式(10)のLogit型のモデルで表現できる。

$$P_i(a|a=1) = \frac{\exp(V_i)}{\{\exp(V_i) + \exp(\theta_i)\}} \quad (10)$$

ここで、 V_i は情報利用効用の確定項を示している。

(4) 情報利用モデル推定結果

式(10)の推定結果を表-6に示す。出発前のPre-Trip情報と、走行中の車内情報の2種類の情報サービスに対する情報利用行動モデルの推定を行った。

情報利用モデルの推定パラメータ値をみると、サービス料金の t 値が両方の情報サービスで有意に大きく、Pre-Trip情報、車内情報双方の情報利用行動を規定する要因として情報にアクセスする際の料金の影響が大きいといえる。

渋滞知覚量については、(2)節の渋滞判定モデルの推定結果を使って渋滞知覚量 C_n を推計した。渋滞速度 V_{cn} と渋滞速度の継続時間 T_{cn} などの変数により定義される渋滞知覚量のパラメータは有意に正の値を示しており、速度低下が著しい時に渋滞が知覚されその結果、車内交通情報にアクセスすると解釈できる。

移動に関する変数は、車内の情報獲得行動において、移動目的が有意なパラメータとして取り込まれており、時間制約のある移動では情報の必要性が高いといえる。

また情報サービスの操作性のパラメータ値は、有意といえないもののPre-Trip情報に比べ、車内情報で大きく、通常の運転操作に加え、情報獲得のためにカーナビの操作をすることの負担を示していると思われる。

表-6 情報利用モデル推定結果

説明変数	Pre-Trip情報利用 モデル		車内情報利用 モデル	
	パラメータ値(t値)		パラメータ値(t値)	
情報の精度(±分)	-0.043	(-0.71)	-0.020	(-0.34)
サービス料金(円/回)	-0.078**	(-3.38)	-0.060**	(-2.70)
操作回数(個)	-0.071	(-0.13)	-0.163	(-1.65)
アクセス速度(秒)	-0.011	(-1.02)	0.004	(0.38)
時間制約(制約有=1)	1.377	(1.64)	2.055*	(2.15)
渋滞知覚量			0.107*	(2.04)
性別(女性=1)	-0.757	(-0.85)	-2.289*	(-2.20)
年齢(歳)	0.066**	(2.45)	-0.001	(-0.04)
運転頻度(毎日車で 通勤していれば=1)	-1.408	(-1.43)	-0.178	(-0.17)
初期尤度	-56.84		-56.84	
最終尤度	-45.48		-44.86	
自由度調整済尤度比	0.140		0.152	
サンプル数	83		83	

注1) **:1%危険率で有意, *:5%危険率で有意

注2) 渋滞知覚量:表-5の渋滞判定モデルのパラメータを使って推計した式(6)の値

注3) その他の説明変数は表-2参照

(5) 情報利用プロセスを考慮した経路選択モデル

次に式(10)を使って推計できる情報利用確率を用いて、ドライバーの交通情報サービス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。

経路選択回答結果 i ($i=1$:絶対経路 k , $i=2$:やや経路 k , $i=3$:やや経路 j , $i=4$:絶対経路 j)を目的変数とする Ordered Response Probit Modelを式(11)に示す。

$$Q(i) = \Phi(\tau_{i+1} - (V_k - V_j)) - \Phi(\tau_i - (V_k - V_j)) \quad (11)$$

$Q(i)$ は経路選択回答結果のカテゴリが i になる確率を示す。 V_k は経路 k の期待効用の確定項を、 τ_i は閾値を、 Φ は標準正規分布関数を示す。

情報サービスから提供された情報の表示内容の経路選択における重み係数は、4.4節で定式化した情報利用確率によって異なることを仮定し、経路 k の確定効用を式(12)で表わす。

$$V_k = \sum_l \delta_{lk} \kappa_{lk} \text{info}_{lk} + \sum_h \mu_{hk} \text{fo}_{hk} \quad (12)$$

$$\text{if } P_i(a|a=1) < 0.5 \text{ then } \delta_{lk} = 0, \text{ else } \delta_{lk} = 1$$

info_{lk} は l 番目の情報サービスの経路 k に関する情報表示内容を示す。ここで δ_{lk} は、情報サービス l の利用確率 $P_i(a|a=1)$ が、0.5未満の時に0を、0.5以上の場合に1をとる。情報サービス l にアクセスするドライバーの場合、情報サービス l の表示内容が重み係数 κ_{lk} だけ経路選択に影響を及ぼす。一方情報サービス l を利用しない場合、情報サービス l の影響は0となる。これによって交通状況、情報サービスの特性、個人の好みによって変化する情報利用プロセスを考慮した経路選択行動が表現できると考えられる。

(6) 経路選択モデルの推定結果

経路選択モデル(式(12))の推定結果を表-7に示す。モデルはオフィスにおいてPre-Trip情報が利用可能なオフィスにおける経路選択意向モデルと、車内交通情報サービスが利用可能な車内における交差点分岐前の経路選択意向モデルである。モデル2、モデル4がそれぞれ情報利用プロセスを考慮したモデル($\delta_{lk}=1/0$)を、モデル1、モデル3は情報利用プロセスを考慮しないモデル($\delta_{lk}=1$ で固定)を示す。

走行中の経路選択意向モデル(モデル3、モデル4)において、出発前にオフィスで提供された所要時間情報と、工事・事故情報のパラメータ値が有意な値を示していない。一方、走行中に提供された所要時間情報、事故・工事情報のパラメータ値は有意に負の値を示している。複数の交通情報サービス下の経路選択行動において、より新しい情報の影響が強いことを示している。

また情報利用プロセスを考慮しないモデル1の所要時間情報のパラメータ値が-0.086であるのに対して、情報利用プロセスを考慮したモデル2の所要時間情報のパラメータ値は-0.141と感度が高くなっている。車内情報

表-7 情報利用プロセスを考慮した路選択モデル推定結果

説明変数	オフィスにおける経路選択意向モデル		車内における経路選択モデル	
	モデル1 パラメータ値(t値)	モデル2 パラメータ値(t値)	モデル3 パラメータ値(t値)	モデル4 パラメータ値(t値)
Pre-Trip情報 所要時間情報(分)	-0.086** (-4.13)	-0.141** (-4.83)	-0.023 (-0.82)	0.000 (0.01)
Pre-Trip情報 事故・工事情報	-0.549** (-2.79)	-0.771** (-3.34)	-0.071 (-0.23)	-0.246 (-0.89)
車内情報 所要時間情報(分)			-0.088** (-4.32)	-0.113** (-3.71)
車内情報 事故・工事情報			-0.928** (-3.85)	-1.102** (-3.43)
τ_1 (閾値)	1.016** (12.90)	1.045** (12.29)	0.856** (9.74)	0.845** (10.48)
τ_2 (閾値)	0.790** (6.45)	0.858** (6.30)	0.802** (8.91)	0.811** (8.32)
初期尤度	-225.6	-225.6	-214.31	-214.31
最終尤度	-91.4	-86.3	-100.23	-98.52
自由度調整済尤度比	0.564	0.589	0.497	0.506
サンプル数	83	83	83	83

注1) **:1%危険率で有意, *:5%危険率で有意

注2) 所要時間情報:オフィス(走行中の車両位置)から国道16号に出るまでにかかる本線, 迂回路の所要時間(分), 図-1 参照

注3) 事故・工事情報: 工事もしくは事故が対象経路で発生していれば1のダミー変数

に対する感度パラメータについても、情報利用プロセスを考慮しないモデル3の車内の所要時間情報のパラメータ値が-0.088であるのに対して、情報利用プロセスを考慮したモデル4の所要時間情報のパラメータ値は-0.113と感度が高くなっている。

これは、情報を利用しないドライバーの情報に対する感度パラメータを0とし、情報を利用する人の感度パラメータをこれと分離してそれぞれのセグメントパラメータ推定したことで、情報にアクセスした人について、より妥当性の高い推定結果が得られているものと考えられる。

また自由度調整済尤度比は、情報利用プロセスを考慮しないモデル1, モデル3で、0.564, 0.497であるのに対して、情報利用プロセスを考慮したモデル2, モデル4でそれぞれ0.589, 0.506とモデルの適合度がやや向上していることを確認できる。交通情報サービスが利用可能な状況下におけるドライバーの経路選択行動において、こうした結果から、交通情報サービスの利用プロセスを明示的に組み込むことの有用性は高いといえる。

6. まとめと今後の課題

本研究では、交通情報提供下におけるドライバーの経路選択行動データの簡便な収集方法としてイントラネットサーベイを提案し、従来のアンケート手法と有効性の比較を行った。その結果、調査時間の短縮, 有効回答の向上などの点でイントラネットサーベイの有効性が高いことを確認した。

次にイントラネットサーベイにより得られたデータを使って、渋滞の知覚量や情報サービスの特性と情報利用行動の間の関係を分析し、速度低下による渋滞の刺激強度の増加と移動の時間制約が情報アクセスの増加につながることを確認した。

さらに情報サービスの特性や渋滞の状況によって変化

する情報利用プロセスを経路選択モデルにおいて明示的に考慮することの重要性を確認することができた。

今回のイントラネットサーベイは実験的なものであり、サンプルも限られている。オフィスにおけるネットワークの普及や調査効率を考慮すると現実的調査方法といえる。また走行状況の変化が情報利用行動に与える影響の分析などには、アニメーション等を用いたこの種の調査手法は有効と思われる。

今後はサンプル数を増やした上で、モデルのパラメータ比較などを通じて、調査データの質の評価を行い、調査手法の有効性の検討を行っていくとともに、実際のRPデータとの比較検証が必要と考える。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Ben-Akiva M. de Palma A. and Kaysi I.: Dynamic network models and driver information systems, Transportation Research, Vol. 25A, No. 5, pp.251-266, 1991.
- 4) 飯田恭敬, 藤井聡, 内田敬: 動的交通流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.
- 5) 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.
- 6) 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.
 - 7) 例えば 羽藤英二, 谷口正明, 杉恵頼寧: 経路選択時の交通情報に対するドライバーの反応, 交通工学, Vol.30, No.1, pp.23-32, 1995.
 - 8) 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.
 - 9) Polak J. and Jones P.: The acquisition of pre-trip information: A stated preference approach, Transportation, Vol.20, No.2, pp.179-198, 1993.
 - 10) 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, 1996.
 - 11) Lyons G. D. and McDonald M.: Traveller information and the internet, Traffic Engineering and Control, Vol.38, No.1, pp.24-31, 1998.
 - 12) 羽藤英二, 香月伸一, 森田育宏, 杉恵頼寧: 交通情報提供下における信号制御評価に着目したマイクロシミュレーション, 第15回交通工学研究発表会論文集, pp.77-80, 1995.
 - 13) 溝上章志, 柿本竜治: 一般街路における交通混雑の物理特性値とドライバーの渋滞意識との対応分析, 交通工学, Vol.31, No.6, pp.9-17, 1996.
 - 14) 松井寛, 藤田素弘, 阿江章: 人間の知覚に基づく高速道路渋滞の情報提供とその評価に関する研究, 土木学会論文集, No.494, pp.127-135, 1994.

Intranet SurveyによるSPデータを用いた交通情報獲得・経路選択行動の基礎的分析

羽藤英二, 香月伸一, 杉恵頼寧

本研究では, 交通情報提供下におけるドライバーの情報サービスの利用行動, 経路選択行動のデータの収集方法としてコンピュータネットワークサーベイを提案し, その有効性を検証した。イントラネットを利用した調査手法は調査期間の短縮, 状況の現実感の向上の点で従来のアンケートと比較して優位であることを確認した。さらに得られたデータを使って, 渋滞の知覚量や情報サービスの特性といった変数と情報利用行動の関係を分析した。その結果, 走行速度の低下が情報サービスへのアクセスを増加させることなどを確認した。

A Basic Analysis of Drivers' Route Choice and Information Acquisition Behavior Based on Stated Preference Data Collected through Intranet Survey

By Eiji HATO, Shinichi KATSUKI and Yoriyasu SUGIE

A computer network-based survey was proposed as a method of collecting travel behavior data on driver's information service utilization and route choice when traffic information is provided, and its effectiveness was verified. We found that the survey method using the intranet is superior to the conventional questionnaire ones, because its survey time was shorter and the reality of the experimental situation was greatly improved. Furthermore, we analyzed the relation between information utilization behavior and variables consisting of driver's awareness level of congestion and characteristics of information services. As results, we found that the reduction in vehicle speed is likely to increase driver's access to the information services.