

Intranet SurveyによるSPデータを用いた 交通情報獲得・経路選択行動分析

*An analysis of drivers' route choice and information acquisition behavior
based on Stated Preference data collected by 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。経路選択行動を明示的に表現するモデルによって、情報の提供方法とドライバーの情報に対する感度の違いなどについて実証的データに基づく知見が得られている¹⁾。

一方ネットワーク分析の観点からは、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が得られている²⁾。こうした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³⁾。

こうした研究におけるドライバーの経路選択原理の取り扱いについては、従来の配分理論における「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⁴⁾の考えが、高度交通情報システムの交通行動へのインパクトを理解する上

で非現実的であることが認識されている。Ben-Akiva & de Palma⁴⁾, Polak & Jones⁵⁾, Vaughn, Kitamura and Jovanis⁶⁾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選択肢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交通行動分析とネットワーク分析の双方において考慮する必要があるという点である。

こうした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。

本研究では、こうしたドライバーの情報利用プロセスを、情報獲得モデルと経路選択モデルを組み合わせることで表現し、ドライバーの情報利用行動と経路選択行動の関係をイントラネットサーベイにより得られたSP(Stated Preference)データを用いて分析する。

2. 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。

データ収集の方法としてのアンケート調査は、データ収集が簡便であるという利点を有するものの、調査票を使った回想形式の調査であることから、走行環境と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問題もある。

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して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調査等に比べ、質の高いデータの確保が期待できる。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といった問題もある。

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

¹正会員, 修(工), 日産自動車株式会社, 総合研究所 (〒104-23 東京都中央区銀座6-17-1)

²正会員, 日産自動車株式会社シニアサチエンジニア, 総合研究所 (〒104-23 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 東広島市鏡山1-4-1)

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

ネットを利用した調査が注目されている。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 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、オフィスにおけるコンピュータネットワーク網の普及により、事業所をベースとした交通行動調査において、イントラネットを活用した調査が可能になりつつある。

そこで本研究では複数の事業所が存在する神奈川県追浜地区において、ある企業のイントラネットを使った調査を考える。当地区では、各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、従業員の通退勤により朝夕、渋滞が発生している。当地区において、オフィスを中心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ベイにより収集することとした。

尚、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。

3. 調査概要

本研究で実施したコンピュータネットワークサーベイの手順を以下に整理する。

表-2 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

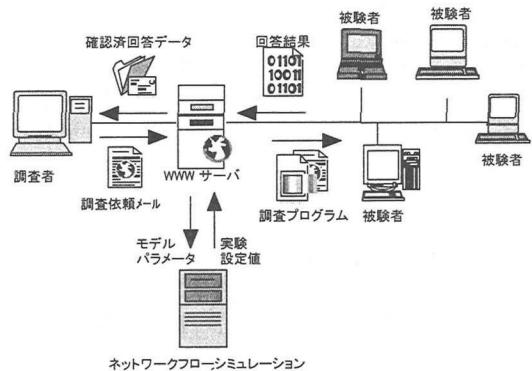


図-1 調査概要

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、サーバー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。

被験者は、ある時間帯にオフィスで仕事と仮定の下、状況に応じて交通情報へのアクセスの意向、利用した交通情報に対する意識や希望退社時刻、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。



図-2 調査画面

次に回答した出発時刻に基づいて、実際に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(図-2)、被験者はシナリオの中で走行中の情報利用行動、渋滞認知、経路選択意向を回答していく。

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、サーバー側に転送され、サーバー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。

表-3 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。調査内容は全て同一ではない。

従来の調査票を使った調査に対し、イントラネットサーバーでは調査票の配布とデータ化において大幅に時間を短縮できていることがわかる。また有効回答数が多くなっている。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-3 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バー	0.1時間	3日	0時間	100%	83
※参考: アンケート	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バーの調査項目数: 38

4. 情報利用プロセスを考慮した経路選択モデル

従来の情報提供の効果分析において、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。

ここでは、多様な情報サービスを前提に、交通情報へのアクセス行動が能動的に行われ、情報サービスの価格やアクセシビリティ等によって情報利用行動が変化することを考える。こうしたケースにおいて、ネットワーク改善効果分析の観点からは、動的な情報獲得行動そのものを明示的に説明するモデルが必要となると同時に、トラベラーのニーズにあった情報サービス実現のために、利用者の情報利用行動の原理を理解することが重要となる。本節では、通勤者のオフィス及び、車内における情報利用プロセスを考慮し、経路選択モデルに情報獲得モデルを組み合わせたモデルを提案する。

4. 1 情報獲得モデル

情報獲得モデルはドライバーがある交通情報を利用すべきかどうかについて、情報リソース*l*の情報獲得効用

U_l と閾値 S_l を確率変数と定義し、ドライバーの情報リソース*l*の獲得確率 $P_l(a|a=1)$ を以下の式で定義する。

$$P_l(a|a=1) = \Pr[U_l \geq S_l] \quad (1)$$

$$U_l = \sum_M \alpha_{ml} \text{serv}_{ml} + \sum_N \beta_n \text{trip}_n + \sum_O \gamma_o \text{soc}_o + \varepsilon_u \quad (2)$$

$$S_l = \theta_l + \varepsilon_s \quad (3)$$

ここで、 serv_{ml} は情報の精度や価格、アクセシビリティなどの情報リソース*l*に関する変数を、 α_{ml} はその効果パラメータを示す。 trip_n は移動目的や道路の混雑状況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示す。 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示す。 θ_l は S_l の確定項を示す。ここで誤差項 $\varepsilon_u, \varepsilon_s$ にGumbel分布を仮定すると、情報リソース*l*を獲得する確率 $P_l(a|a=1)$ は、式(4)のLogit型のモデルで表現できる。

$$P_l(a|a=1) = \frac{\exp(V_l)}{\exp(V_l) + \exp(\theta_l)} \quad (4)$$

ここで、 V_l は情報獲得効用の確定項を示している。

4. 2 情報利用プロセスを考慮した経路選択モデル

次に、前節の式(4)で算出される情報獲得確率を用いて、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。

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(5)に示す。

$$Q(i) = \Phi(\tau_{i+1} - (V_k - V_j)) - \Phi(\tau_i - (V_k - V_j)) \quad (5)$$

$Q(i)$ 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。

情報リソース*l*の経路選択における重み係数が、前節で定式化した情報獲得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(6)で表わす。

$$V_k = \sum_L \delta_{lk} \kappa_{lk} \text{info}_{lk} + \sum_H \mu_{hk} \text{foc}_{hk} \quad (6)$$

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

info_{lk} は*l*番目の情報リソースの経路 k に関する情報表示内容を、 foc_{hk} は経路 k に関する認知所要時間などの交通情報以外の要因を、 μ_{hk} はその重み係数を示す。ここで δ_{lk} は、情報リソース*l*の獲得確率 $P_l(a|a=1)$ が、0.5未満の時に0を、0.5以上の場合に1をとる。情報リソース*l*にアクセスするドライバーの場合、情報リソース*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。一方情報リソース*l*にアクセスしない場合、情報リソース*l*の影

響は0となり、情報以外の要因の影響が相対的に大きくなる。これによって交通状況、情報リソースの特性、個人の好みによって変化する交通情報の獲得行動を考慮した経路選択行動が表現できると考えられる。

4.3 モデル推定結果

式(4)、式(5)の推定結果を表-4に示す。オフィス交通情報と車内交通情報の2種類の情報リソースに対する情報獲得行動モデルと、それぞれのリソースで所要時間情報と工事事故情報が提供された時の出発前と走行中の経路選択の意思決定モデルの推定を行った。

表-4 情報獲得モデル/経路選択モデル推定結果

情報獲得モデル	オフィス交通情報	車内交通情報
情報精度	-0.07(-1.12)	-0.03(-0.47)
サービス料金	-0.08(-3.28*)	-0.06(-2.82*)
操作性	-0.01(-0.02)	-0.18(-1.75)
アクセス速度	0.01(1.07)	0.00(0.24)
移動目的	1.48(1.69)	2.03(2.07)
渋滞知覚量		0.38(1.72)
性別(女性=1)	-1.28(-1.31)	-2.51(-2.33*)
年齢(歳)	-0.05(-0.55)	-0.09(-0.85)
運転経験	-0.26(-1.31)	-0.95(-0.56)
θ	3.50(0.79)	3.38(0.71)
サンプル数	83	83
初期尤度	56.84	56.84
最終尤度	44.11	45.18
自由度調整済み尤度比	0.213	0.190

	pre trip (オフィス)		enroute (車内)	
経路選択モデル	モデル1 (δ lk=1/0)	モデル2 (δ lk=1)	モデル3 (δ lk=1/0)	モデル4 (δ lk=1)
所要時間情報(O)	-0.07(-2.67*)	-0.05(-2.45*)	0.01(0.42)	-0.03(-1.28)
所要時間情報(V)			-0.12(-4.21*)	-0.09(-4.21*)
工事事故情報(O)	-0.32(-1.22)	-0.40(-1.51)	-0.08(-0.26)	-0.16(-0.60)
工事事故情報(V)			-1.08(-3.59*)	-0.84(-3.42*)
認知所要時間(O)	-0.04(-0.75)	-0.03(-0.57)	0.07(1.18)	0.10(1.39)
認知所要時間(V)			-0.09(-2.53*)	-0.05(-1.24)
サンプル数	83	83	83	83
初期尤度	238.56	238.56	214.30	214.30
最終尤度	94.81	94.83	95.21	96.38
自由度調整済み尤度比	0.574	0.573	0.516	0.510

- 注 1) 情報の精度(±分)
 注 2) サービス料金: 情報アクセス1回についての利用料金(円)
 注 3) 操作性: 情報を獲得するのに必要な操作ボタン数(個)
 注 4) アクセス速度: 情報が表示されるのに要する時間(秒)
 注 5) 移動目的: 時間制約があれば1、なければ0のダミー変数
 注 6) 渋滞知覚量: $(50 - V_c) \times 0.580 \times T_c \times 0.194$
 V_c は渋滞速度(km/h), T_c は渋滞速度の継続時間(分)
 注 7) 運転経験: 毎日車通勤していなければ1のダミー変数
 注 8) 所要時間情報(O): オフィス(O)で出発前に提供された、出発地から幹線道路に出るまでの経路 k の所要時間情報(分)
 注 9) 所要時間情報(V): 車内(V)で走行中に提供された、出発地から幹線道路に出るまで経路 k の所要時間情報(分)
 注 10) 工事事故情報(O): オフィスで出発前に提供された、経路 k に関する工事事故情報 (工事事故が発生していれば1のダミー変数)
 注 11) 工事事故情報(V): 車内で走行中に提供された、経路 k に関する工事事故情報 (工事事故が発生していれば1のダミー変数)
 注 12) 認知所要時間(O): オフィスで被験者が予想した出発地から幹線道路に出るまでの所要時間(分)
 注 13) 認知所要時間(V): 車内で被験者が予想した出発地から幹線道路に出るまでの所要時間(分)

情報獲得モデルの推定パラメータ値をみると、サービス料金のt値が大きく、オフィス、車内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。

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。また渋滞知覚量については、今回溝上・柿本の方法により、Logitタイプの渋滞判定モデルを推定し、渋滞不効用を渋滞知覚量として定義した⁷⁾。渋滞速度 V_c と渋滞速度の継続時間 T_c で定義される渋滞知覚量のパラメータは正の値を示しており、渋滞が知覚されているときほど車内交通情報にアクセスしやすいといえる。

次に経路選択モデルにおいて、モデル1、モデル3がそれぞれ情報獲得プロセスを考慮したモデル($\delta_k=1/0$)を、モデル2、モデル4は情報獲得プロセスを考慮しないモデル($\delta_k=1$ で固定)を示す。

走行中の経路選択(モデル3、モデル4)において、出発前に提供された所要時間情報(O)、工事事故情報(O)のパラメータ値が有意な値を示していないのに対して、走行中に提供された所要時間情報(V)、工事事故情報(V)のパラメータ値は有意に負の値を示している。複数の交通情報リソー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。

またモデル2、モデル4に比べ、モデル1、モデル3で適合度がやや向上することが確認できる。これについては、モデル1、モデル3は情報獲得行動の影響を経路選択モデルに明示的に組み込んだモデルであるが、2段階のモデル構造のため、モデル推定のためのデータ収集等の手間に対して、適合度の向上が十分とはいえないため、情報獲得モデルの説明変数の見直し等を行っていく必要がある。

5. まとめと今後の課題

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。今後はサンプル数を増やした上で、調査方法の有効性や、情報獲得モデルの構造の再検討を行うと共に、調査検討ツールへのシミュレーションモデルへの組み込みを行っていく。

参考文献

- Bonsall, P.: 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.
- Arnott, R., de Palma, A. and Lindsey R.: Does providing information to driver reduce traffic congestion, Transportation Research, Vol.24A, No.1, 1991.
- 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.
- Ben-Akiva, M. & de Palma, A.: Dynamic network models and driver information systems, Transportation Research -A, Vol. 25A, No. 5, pp.251-266, 1991.
- Polak, J. & Jones, P.: The acquisition of pre-trip information: A stated preference approach, Transportation 20, No.2, pp179-198, 1993.
- Vaughn, K. M., Kitamura, R. and Jovanis, P. P.: Experimental analysis and modeling of advice compliance: results from ATIS simulation experiments, Paper presented at TRB 74th Annual Meeting, 1995.
- 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の渋滞意識との対応分析, 交通工学, Vol.31, No.6, pp.9~17, 1996.