

SP 調査を用いた豪雪時の 交通行動モデルの構築

大沼 寛治¹・佐野 可寸志²・高倉 拓実³・伊藤 潤⁴・原山 哲郎⁵・壹岐 尚司⁶

¹非会員 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町 1603-1)
E-mail:s171017@stn.nagaokaut.co.jp

²正会員 長岡技術科学大学教授 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町 1603-1)
E-mail:sano@nagaokaut.ac.jp

³非会員 エヌシーイー株式会社 (〒950-0954 新潟県新潟市中央区美咲町1丁目7番25号)
E-mail:T-Takakura@nceinc.co.jp

⁴正会員 開発技建株式会社 (〒950-0914 新潟市中央区紫竹山 7 丁目13番16号)
E-mail: j_ito@khgk.co.jp

⁵正会員 東日本高速道路株式会社 新潟支社 道路事業部 (〒950-0145 新潟市江南区亀田早通3233)
E-mail: t.harayama.aa@e-nexco.co.jp

⁶非会員 東日本高速道路株式会社 新潟支社 道路事業部 (〒950-0145 新潟市江南区亀田早通3233)
E-mail: n.iki.aa@e-nexco.co.jp

本研究では、2020年12月中旬の関越自動車道にて豪雪により発生した長時間の車両滞留を受け、豪雪時の高速道路利用者の行動を知るために行動選択 SP 調査を基本とした WEB アンケート調査を実施した。利用者の高速道路の利用頻度や雪道経験、不安等が行動にどのように影響しているか、また、通行止め情報や通行止め確率、所要時間等といった不確定要素を提示した際に行動にどのような影響があるのかをネステッドロジットモデルのパラメータ推定によって分析した。分析の結果、迂回や移動中止を選択する人は増え、迂回や移動中止には、運転経験の少なさや、高精度の通行止め情報の提示が影響していることがわかった。しかし、豪雪時行動選択モデルの推定結果は改善が必要であることがわかり、追加の分析を進める必要がある。

Key Words: behavioral choice , Stated Preferences survey , road closed , nested logit model

1. はじめに

2020年の12月中旬に日本海側を襲った強い寒気の影響で日本海側は豪雪となり、新潟と東京を結ぶ関越自動車道の月夜野 IC～小出 IC では雪によって車両の滞留が発生し、後続車両が次々と滞留していきような大規模滞留が発生した。滞留発生期間としては上り方面が12月16日夕方から12月18日夜にかけて、下りが12月16日夜から12月18日朝にかけて発生している。この滞留発生を受けて東日本高速道路株式会社（以降 NEXCO 東日本とする）では予防的通行止めと呼ばれる通行止め時間を事前に決め、その間に除雪を行い車両の滞留を未然に防ぐような施策を行っている。¹⁾

また、このような大規模滞留発生以前にも車両の滞留を防ぐために高速道路上の電光掲示板や、SA、PA の情報版、SNS やテレビ、ラジオなどといった様々なメディアを使用して雪に関する注意喚起や広域迂回情報、チェー

ン規制等の情報を発信しているものの、実際に車両の滞留が発生してしまうという課題がある。また、実際の降雪時に提示している情報に関してもドライバーが実際に運転するのにかかる所要時間や通行止めのリスク、通行止め予定時間等の不確定要素の情報がまだ不十分であると考えられる。不確定要素に関しては、今後の気象予報の発展や通行止めが発生したデータ等から通行止め確率や通行止めを含めた所要時間を算出し提示することが可能になるのではないかと考える。

これらを踏まえ、本研究では予防的通行止め実施時に提示している内容を参考に作成、設定した通行止め情報と、通行止めに関する不確定要素を提示した仮想状況を想定してもらうことでドライバーがどのような行動を選択するのかに着目し、通行止め情報や不確定要素が迂回や一般道の一部利用、鉄道利用、移動中止の行動にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的とする。

本研究ではこれらの仮想的な行動選択を調べるために SP 調査 (Stated Preference Survey) を基本とした WEB アンケート調査を実施し、データ収集及び分析と行動モデルの検討を行う。

2. 既往研究

本研究は豪雪時における情報提供と不確定要素の提示による利用者の行動選択を対象にした研究である。これまでに豪雪を対象とした情報提供時の交通行動分析の研究はなされておらず、森井²⁾らの豪雨時を想定した情報提供時の経路選択行動に関する研究はなされている。森井³⁾らは、豪雨発生時の情報提供がドライバーのより安全な経路の選択に資するか、また、その意思決定にはカーナビの経路誘導や、日常の運転経験等がどの程度影響を与えているのかを分析しており、SP 調査を基本とした WEB アンケートを実施しており、その結果から経路選択に与える影響を多項ロジット型の経路選択モデルのパラメータ推定を行うことで統計的に検証を行っている。結果として豪雨情報の提供により、ドライバーに危険箇所を回避するような経路選択を促す影響を与えること、豪雨情報に加え冠水注意情報や安全に資する経路誘導の表示によりさらにその影響が強くなることを示している。

また、2020 年 12 月中旬の大規模滞留を受けて、東日本道路株式会社では滞留発生後 (2021 年 2 月 17 日～2 月 19 日) に道路利用者の意見等を聞くために WEB アンケートを実施した³⁾ (以降 RP 調査とする)。RP 調査の調査項目は表-1 に示す。対象者は関越自動車道水上 IC～小出 IC 利用者 1,516 名の内、598 名が 12 月 16 日利用で、内 159 名が滞留に巻き込まれたとの回答が得られた。滞留した 159 名の内 55%は月に 1 回以上同区間を走行する頻度の高い利用者であることが分かった。また、159 名の内 67%は既に関越自動車道を利用中の状態で、迂回せずにそのまま走行したと回答した人が 52%いたという結果になった。滞留情報を得て別ルートへの変更、出控えに行動を変化させた 224 名の内 76%が事前に情報をテレビやラジオ、ネットにて入手したことを示した。

本研究では上述の森井³⁾らの SP 調査による豪雨時の経路選択モデル構築を参考に、NEXCO 東日本が行った RP 調査を活用して、豪雪時における行動選択を分析するための SP 調査を WEB で実施した。これにより、豪雪時における通行止め情報の提供と不確定要素となるものが今後提示できるようになった時にどのように利用者の行動選択に影響を与えるのかという新たな知見が得られるとともに、今後の豪雪時における情報提供施策の提案や既に豪雪が予想される日に行っている予防的通行止めを実施した際の情報提供、豪雪に応じた除雪オペレーション等の提案に活用できるのではないかと考えている。

表-1 RP 調査の調査項目

調査内容	調査項目
個人属性	性別、年齢、居住地等
滞留発生時の利用状況	実際に大規模滞留期間に走行または巻き込まれたかの確認
滞留情報の認知	滞留発生時点での滞留情報の認知
	滞留情報をいつ認知したか
	滞留情報をどのように認知したか
	滞留認知後どのような対応をとったか
今後の滞留発生維持における対応	今後通行止め予定日に気象予報や予防的通行止めを確認した際の対応
滞留区間の普段の利用頻度	水上 IC～小出 IC 間の利用頻度

表-2 SP 調査の調査項目

調査内容	調査項目
個人属性	移動目的
	車種
	高速道路の利用頻度
	雪道の走行経験
	雪道への不安
	スタッドレスの保有
想定するトリップ	出発地と目的地の選択
走行予定3日前の行動選択	通行止め予報を見た際の行動選択
走行予定前日の行動選択	通行止め予報を見た際の行動選択
走行当日の行動選択	通行止め情報および不確定要素を提示した際の行動選択

3. 豪雪時行動調査の設計

(1) 調査概要

本研究では、豪雪時を想定した仮想的な状況と、通行止め情報、不確定要素となる通行止め確率、通行止め時間、所要時間等の他にも高速道路の利用頻度や雪道の走行経験、雪への不安などの個人属性に関しても回答してもらった。WEB アンケートの調査内容と調査項目は表-2 に示す。また、本 SP 調査の対象者は NEXCO 東日本が以前に実施した RP 調査と同じ対象者に行い、回答のマーキングを行った。対象者数は前回よりも減ること、前回アンケートはスクリーニング調査のため、設問の中には回答がないものも含まれることを考慮し、豪雪時行動選択モデルの構築に関しては今回の SP 調査を基本にモデルを構築する。

(2) 想定トリップ

今回アンケート対象者に行動を選択してもらうにあたり、関越自動車道を使用して移動することを想定してもらった。想定しやすいように出発地と目的地は対象者が想定しやすいものを選択してもらうが、必ず今回設定した通行止めの可能性がある区間である湯沢 IC～小出 IC を通過するようなトリップを選択してもらった。(アンケート中では通行止めの可能性がある区間を湯沢地域と題したため以降この区間を湯沢地域とする) 選択できる出発地と目的地は新潟市、長岡市、高崎市、さいたま市、

東京都 23 区で、出発地に新潟市、目的地に長岡市のような湯沢地域を通過しないようなトリップは選択できないようにし、OD パターンは全部で 6 パターンとなった。

(3) 通行止め情報

1 章でも述べたように、通行止め情報は NEXCO 東日本が実施している予防的通行止めの際に提示している情報を参考に作成した¹⁾。予防的通行止めは集中除雪を行うために高速道路上の情報版だけでなく、HP や SNS を活用し、通行止めを行う時間や広域迂回に関する案内を事前に提示している。今回の SP 調査で実際に提示した通行止め情報を図-1 に示す。提示している情報としては、出発予定日に大雪警報が出ていること、(大雪の基準は新潟地方気象台⁴⁾ が発表している湯沢町の大雪警報の降雪深さである「12 時間降雪の深さ 60cm」を使用した) 湯沢 IC~小出 IC で通行止めが発生する可能性があること、不要不急の外出抑制の呼びかけ及び広域迂回の経路誘導、並行する国道 17 号も豪雪の影響がでることを主に示した。

これらの通行止め情報は表-2 に示す三日前、前日、当日の行動選択を回答する前に提示し、行動選択を行っている。当日に提示する情報は図-1 の情報を提示した。三日前、前日に関しては、当日に提示する情報だけでなく、当日の情報を高精度情報として、中、低と情報量を落とした合計 3 パターンの通行止め情報(以降情報の精度とする)をランダムに提示して行動を選択してもらった。また、三日前、前日、当日の流れの中で当日に近づくにつれ情報の精度が落ちるような組み合わせは除外し、合計 6 パターンを対象者にランダムに提示した。

(4) 行動選択

三日前、前日の行動選択では、上記の 3 パターンの精度の異なる通行止め情報をランダムに提示し、行動の選択肢は、「走行当日のおおよそ半日(12 時間前)に出発時刻をずらす」、「走行当日のおおよそ半日(12 時間後)に出発時刻をずらす」、「別の経路に変更する」、「様子を見る(予定を変更しない)」の 4 つの行動を選択してもらった。

当日の行動選択では図-1 の情報を提示する他に、不確定要素も提示した。選択肢は「高速道路を走行する」、「他の高速道路へ迂回する」、「一般道の一部利用する」、「鉄道を利用する」、「目的地への移動を中止する」の計 5 つの選択肢(以降は高速、他の高速、一般道、鉄道、移動中止とする)から行動を選択してもらった。また、豪雪時行動選択モデルに関しては当日の行動選択の結果でモデルの推定を行う。実際に対象者に提示した当日の行動選択の画面を図-2 に示す。

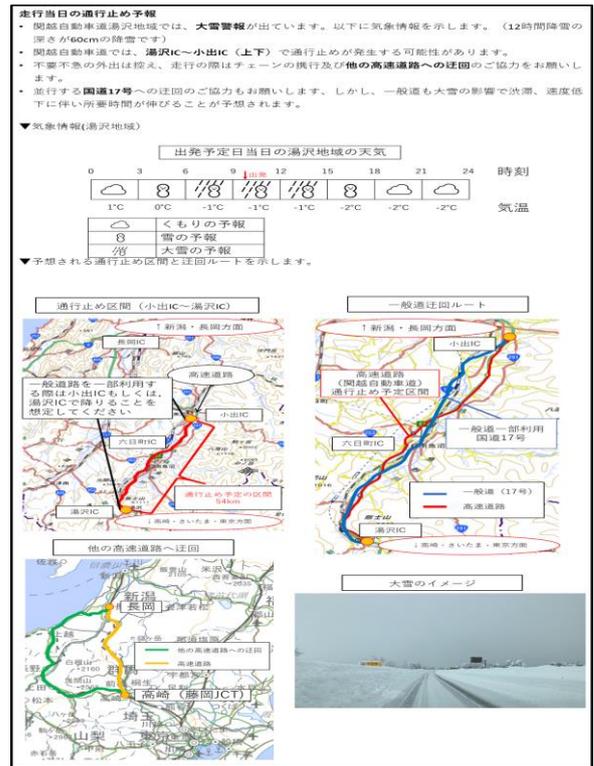


図-1 通行止め情報 (高精度)



図-2 当日の行動選択画面 (新潟⇄高崎の例)

表-3 不確定要素パターン

	通行止め確率	30%	70%
高速道路を走行	通行止め時間	2時間	5時間
	通行止め時の所要時間のばらつき	1時間	2時間
他の高速道路へ迂回	所要時間のばらつき	1時間	2時間
一般道の一部利用	所要時間のばらつき	2時間	3時間

次に図-2 に提示している不確定要素について説明する。高速の経路には上記でも述べたように通行止め確率と通行止め時間を示し、通行止めが発生した際の通行止め時間を考慮した所要時間および所要時間のばらつきと通行止めが発生しない時の所要時間および所要時間のばらつきの二つを提示した。その他の移動中止以外の経路に関しては通常の所要時間と豪雪であることを考慮した所要時間と所要時間のばらつきを提示した。一般道の経路に関しては通行止め予定区間を一般道で迂回するものとし、所要時間のばらつきは多く見積もっている。

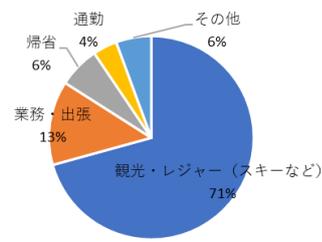


図-3 移動目的の内訳

通行止め確率、通行止め時間、所要時間、所要時間のばらつきはそれぞれ各2パターンずつ用意し、全パターン数は32パターンとなり、これを6パターンのODごとに作成し、対象者が選択したODごとにランダムに提示した。また、当日の行動選択に関してはこのようにパターン数が多いため、1人につき4パターンの行動選択を行ってもらった。表-3に不確定要素のパターンについて示す。

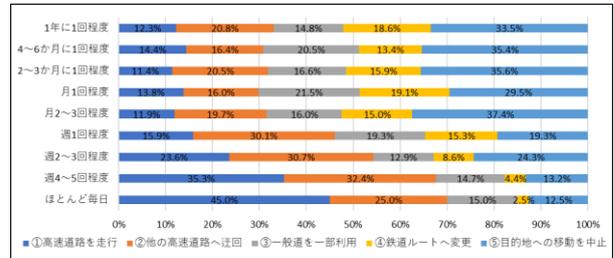


図-4 高速道路の利用頻度

(5) モデル推定のためのサンプル抽出

今回のSP調査は前回のRP調査と同じ対象者にWEBアンケートを行い、回答をマージした。回収数は1,174人で、行動選択を4パターン聞いているため対象者数は4倍の4,696人という回収数となった。3章でも示したように今回想定してもらったトリップは全部で6パターン存在し、新潟市、長岡市、高崎市、さいたま市、東京都23区である。このことから、回答者の居住地を新潟県、群馬県、埼玉県、東京都であること、前回のRP調査の結果から関越自動車道を「自分で運転したことがある」人であることとし、合計サンプル数は2,512人となった。以降の集計結果および行動モデルの構築はこのサンプル数で示すこととする。

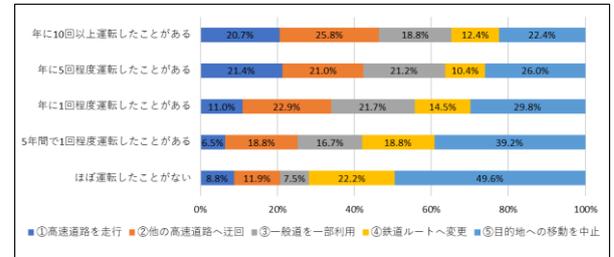


図-5 雪道の走行経験

4. 豪雪時行動調査の集計結果

(1) 個人属性と各設問の集計結果

男女比は男性が89%とほとんどが男性の回答者であった。また年齢を見ると、50代と60代以上が合わせて68%で年代が若くなるほど回答者は少ない。また、回答者の居住地分布をみると東京都が多く、次いで埼玉県が多くなっていった。居住地分布から見て、新潟方面へ向かう下りを想定したトリップの回答が多いことが考えられる。次に関越自動車道を使用する目的についての内訳を図-3に示す。観光・レジャー目的が71%を占めており、次いで業務目的が多いことが分かった。以降の行動モデルの構築では、移動目的によって行動選択における自由度が異なるため移動目的別に行う。

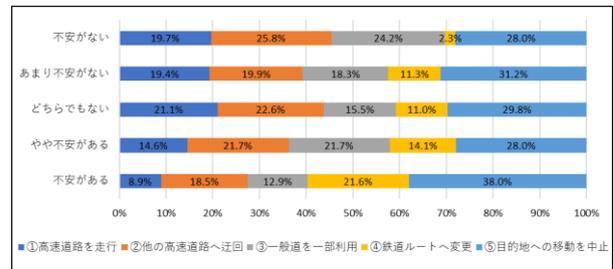


図-6 雪道への不安

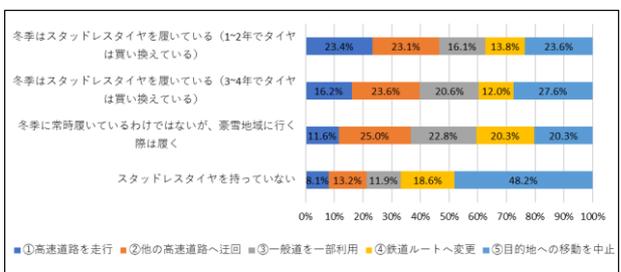


図-7 スタッドレスタイヤの保有

続いて高速道路の利用頻度、雪道の走行経験、雪道への不安、スタッドレスタイヤの保有についてを当日の行動選択とクロス集計した結果を図-4, 5, 6, 7に示す。

図-4 をみると、利用頻度が高い人ほど高速利用の割合も増えていることがわかった。また鉄道を選択する人は利用頻度が高いほど選択しないことがわかった。図-5 では雪道の経験が多い人ほど高速利用が多く、経験が少ない人は約半分が移動を中止しているということがわかった。図-6 では雪道への不安がある人は移動中止の選択するほか、鉄道を選択する人も多いことがわかった。図-7 ではスタッドレスタイヤを保有し、定期的に交換している人ほど高速を選択する割合も高くなっていることがわかる。保有していない人は移動中止の割合が約半分であることがわかった。行動選択においてこのような経験や雪道に対する装備等も影響していることが考えられる。

(2) 三日前、前日の行動選択結果

3 章でも述べたように三日前、前日に関しては、提示する情報の精度はランダムに提示している。情報の精度毎に集計した結果を図-8、9 に示す。図-8 の三日前の行動では、情報の精度が高いと様子を見る（予定を変更しない）を選択する人が少なく、経路変更及び出発時刻の変更を行う傾向があることがわかった。図-9 の前日の行動では、三日前よりも強く傾向が出ており、精度が高い情報を出すことで様子を見るを選択する人は少なく、精度の低い情報を提示している際は約半分が様子を見るの行動を選択していることがわかった。このことから、前日までに高精度情報を示す方が良いことが考えられる。

三日前、前日の提示する情報精度の組み合わせと当日の行動をクロス集計した結果を図-10 に示す。（例えば三日前の情報精度が「低」、前日の情報精度が「中」のパターンを「低中」と表示している。）情報精度が三日前、前日で変わらないと高速を選択する人が多い傾向にあることがわかる。また、情報の精度が変わり、高精度情報が前日までに提示されているような組み合わせでは移動中止の割合が増えていることがわかる。当日の情報だけでなく、豪雪となる予定日の三日前、前日等から情報を提示して確認してもらうことが、高速道路への侵入を未然に防ぐことに繋がると考える。

(3) 当日の行動選択結果

当日の行動選択の高精度情報を提示し、各径路の所要時間や通行止め確率を提示した状態で行動選択を行い、各行動の内訳を図-11 に示す。移動中止を選択する割合は全体の約 1/3 で、そのほかは目的地に行く選択をしていることがわかった。目的地へ行く選択肢の中でみると、他の高速道路へ迂回するが多く、次いで一般道の一部利用する選択が多かった。情報の提示及び不確定要素の提示によって高速を選択する割合は減っていることを確認することができる。

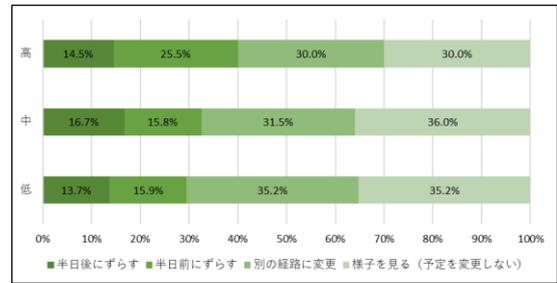


図-8 出發予定三日前の行動選択

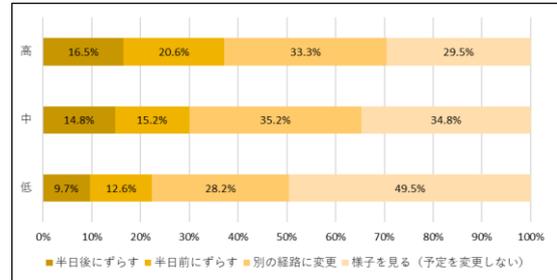


図-9 出發予定前日の行動選択

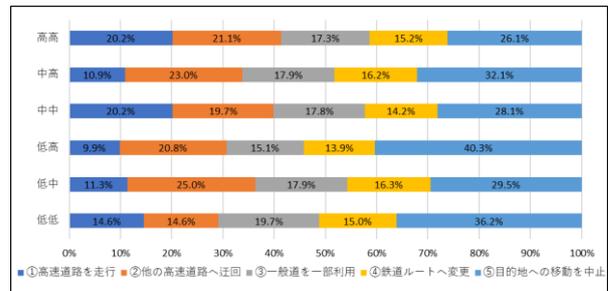


図-10 情報精度のパターンと当日の行動選択

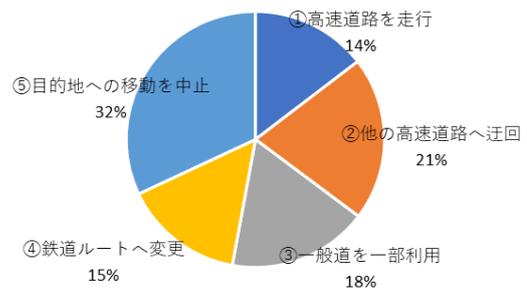


図-11 当日の行動選択の内訳

5. 豪雪時行動選択モデルの構築

(1) 行動選択モデルの概要

3 章でも述べたように、行動選択モデルは移動目的別に行う。本稿で示すモデルは、行動選択の自由度が比較的高く、サンプル数の最も多い「観光・レジャー」について分析することとする。

行動選択モデルはネスティッドロジットモデルとして

推定を行い、ネスト構造は図-12 に示した。まず初めに出発予定日当日に「出発」か「中止」するのかに分け、出発の際には「自動車」か「その他」に分けたネスト構造とした。モデル推定にあたっては統計解析向け言語の R を用い、最尤推定法のアルゴリズムは準ニュートン法を採用した。

(2) モデル構築のための基礎集計

今回作成するモデルは移動目的を観光・レジャーを選択した人で構築する。先ほどのサンプル抽出した結果からさらに移動目的別に分け、観光・レジャーを選択した合計のサンプル数は 1,776 人となった。この行動選択の内訳は図-13 に示す。先ほどの抽出後の全集計の結果と行動選択の内訳はあまり変化がなかった。行動選択と各設問のクロス集計の結果では、観光・レジャーが全体の約 7 割を占めていることからやや移動中止の傾向が強くていているものの、全集計時と傾向はあまり変化していなかった。

(3) 説明変数の検討

行動選択モデルの推定にあたり、説明変数は上記の集計結果を踏まえ表-4 のように設定した。以下に、設定した説明変数について解説する。

まずは所要時間について説明する。今回所要時間はネスト構造で自動車の選択になるものに共通変数として組み込んだ。また、所要時間は回答者にばらつきを持たせた表記をしているためその平均を各経路所要時間とした。高速道路を走行する経路のみは 3 章でも説明したように「通行止め時」と「通行止めにならない時」の二つの所要時間およびばらつきを提示し、通行止め確率も同時に提示している。このためそれぞれの平均所要時間を通行止め確率とかけた期待値を高速道路の所要時間とした。

次に雪道経験について説明する。今回は行動の選択肢が多いため、各経路に特徴が出ていた雪道経験をダミーとして導入した。雪道経験ダミー1 では雪道経験が豊富である人を説明変数に加えるため、過去 5 年間で年に 10 回以上の雪道経験がある人を 1 としたダミーである。雪道経験ダミー2 では年に 1 回以上の経験がある人を 1 としたダミーである。雪道経験ダミー3 では雪道経験がほとんどない人を 1 としたダミーである。

次に東京ダミーについて説明する。東京ダミーは回答者の居住地が東京都である人を 1 としたダミーで、他の高速道路へ迂回する経路のみに導入した。図-1 に提示している他の高速を使用した広域迂回情報は、上信越自動車道一北陸自動車道を使用した迂回に固定したものの、東京が出发地となる人では迂回の選択肢が他にも東北自動車道一磐越自動車道等の迂回も考えられ、選択する人も多いことが考えられるため導入した。

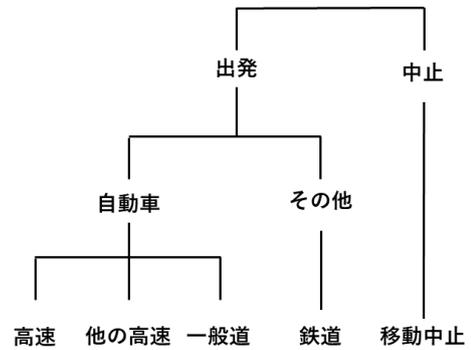


図-12 ネスト構造

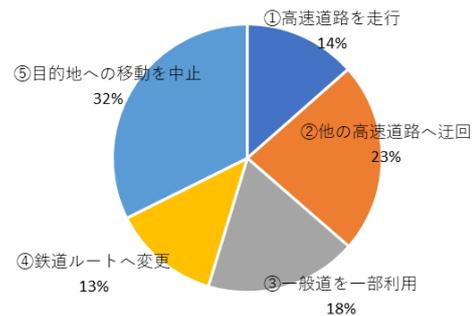


図-13 行動選択内訳 (観光・レジャー)

表-4 豪雪時行動選択モデル推定結果

行動	説明変数	パラメータ	t値
自動車	所要時間	-0.367	-1.300
	雪道経験ダミー1	0.166	1.545
高速道路を走行	高速道路確定項	0.255	1.095
	東京ダミー	0.389	3.235
他の高速道路を走行	雪道経験ダミー1	0.166	1.545
	高精度情報提示ダミー	0.040	0.689
	他の高速道路確定項	0.575	3.052
一般道の一部利用	20代ダミー	0.585	2.501
	一般道確定項	0.606	2.446
鉄道を使用	不安ダミー	0.339	2.570
	雪道経験ダミー2	-0.236	-2.286
	高速利用頻ダミー	-0.110	-1.079
	鉄道確定項	0.607	1.776
移動中止	雪道経験ダミー3	0.700	2.038
	スタッドレスタイヤ保有ダミー	1.257	2.236
	60代以上ダミー	0.587	1.937
	高精度情報提示ダミー	0.325	1.701
スケールパラメータ	出発または中止	0.760	2.286
	自動車またはその他	2.486	2.959
尤度		0.165	
修正済み尤度比		0.159	
サンプル数		1776	

次に高精度情報提示ダミーについて説明する。三日前、前日にも精度の異なる情報をランダムに提示している。このランダムな組み合わせで三日前、前日にも当日と同様の高精度情報が提示されている組み合わせの人は 1 というダミーである。

次に 20 代、60 代以上ダミーでは、回答者の年齢が 20 代であれば 1、60 代以上であれば 1 としたダミーである。

次に不安ダミーについて説明する。今回は雪道に対しての不安についても尋ねている。不安の段階は不安があるから不安がないまでを 5 段階で提示し、不安がある、やや不安があるを選択した人を 1 としたダミーである。

次に高速利用頻度ダミーについて説明する。4 章でも示したように、関越自動車道に限らない高速道路を普段どの程度の頻度で利用するのかについて調査している。この結果から週 1 回以上高速道路を利用している人に 1 としたダミーである。

次にスタッドレスタイヤ保有ダミーについて説明する。今回スタッドレスタイヤの装備についても調査した。設問では、保有している人はどのくらいのスパンでタイヤを買い替えているかや、冬季に豪雪地域に行く時だけ着用するのかなどを問い、スタッドレスタイヤを持っていないと回答した人を 1 とした。

(4) 豪雪時行動モデルの推定結果

本 SP 調査のデータを用いてモデルを推定した結果を表-4 に示す。サンプル数は(2)でも示したように、自由度の高い観光・レジャーを移動目的としたサンプルに絞り、サンプル数の総計は 1,776 とした。修正済み尤度比は 0.159 となり、モデルの妥当性はやや低い結果となった。また、ネスティッドロジットモデルに必要なスケールパラメータを見てみると、「出発または中止」のネスト部分のスケールパラメータは 0.760 で有意な値を示したが、「自動車またはその他」のネストの部分のスケールパラメータは 2.486 と、通常スケールパラメータは 0 から 1 の間で推定されることが望ましいが、この値を超えておりモデルの改善が必要であることがわかった。

所要時間の t 値を見てみると、-1.300 とやや低いことがわかる。また、高速道路の所要時間は通行止め確率を踏まえた期待値とした所要時間で推定したため、通行止め時間、通行止め確率は小さいほど高速道路の効用は上がることが考えられる。

次に雪道経験について見ると、雪道経験が豊富であるダミー 1 は高速道路、他の高速道路に導入しており、それぞれ t 値は 1.545 と 3.235 と、他の高速で高い傾向を示した。この結果から雪道経験が豊富な人は高速道路を選択しやすく、他の高速道路への迂回が多くなることが考えられる。雪道経験ダミー 2、3 では異なるダミーであるものの雪道経験が少ない人が鉄道および移動中止を選びやすいことを示すもので、t 値の値も有意かつ予測通りの傾向を推定することができている。

次に東京ダミーでは、上記の説明変数の検討で示した通りに、東京が出発地となる人は t 値も高い値を示し、

他の高速道路への迂回の効用が高いことが示された。

次に高精度情報提示ダミーでは、行動の選択割合が高かった移動中止と他の高速道路の二つに導入した。t 値は移動中止が 1.701、他の高速が 0.689 と他の高速では低い結果となったが、どちらも高精度情報を前日までに提示することで迂回もしくは移動中止の効用が上がるということがわかった。

次に 20 代および 60 代以上ダミーを見ると、20 代では、通行止め予定区間付近までは高速を使用し、通行止め区間は一般道を迂回する経路を選択しやすかった。また、60 代以上の人は移動を中止しやすかった。

次に高速利用頻度ダミーを見てみると、t 値は有意な結果とならず、ダミーの置き方に改善が必要である。しかし、一般に、高速利用頻度が高い人ほど、鉄道の効用は下がると考えられるため、高速利用頻度が低い人は鉄道を利用する傾向があることがわかった。

次にスタッドレス保有ダミーについて見てみると、スタッドレスタイヤを保有していない人は移動を中止しやすということが示された。

6. まとめ

本研究では豪雪時を想定し、NEXCO 東日本が実施している予防的通行止め¹⁾を参考に作成した通行止め情報と不確定要素となる通行止め確率や通行止め時間、所要時間等を提示したときに行動選択はどのように変化するかについてを明らかにし、豪雪時行動モデルを構築するために SP 調査を実施した。本研究で得られた知見について以下にまとめる。

- 1) 回答者の 7 割は関越自動車道を走行する主な移動目的で観光・レジャーを選択していることが確認された。高速道路の利用頻度や雪道の走行経験、不安等の要素は、当日の行動に影響しており、利用頻度や雪道の走行経験が少ない人ほど高速道路を走行する選択する人は少なく、迂回や移動の中止を選択する傾向が確認された。
- 2) 三日前、前日に通行止め情報を認識することで、出発時刻の変更や経路変更をする人の割合は多く、予定通り走行する人は少ないことが確認された。特に前日では認識する通行止め情報の精度が高ければ高いほど予定通り走行する人が少なくなることがわかり、情報の精度が積雪区間への流入を未然に防ぐことに影響していることが確認された。
- 3) 通行止め情報の提示と不確定要素の提示により、当日の行動選択の結果は、高速道路を走行する人が全体の約 15% という結果で、これらを提示することによって残りの 85% は経路変更及び移動中止

に行動変容を促すことができることがわかった。

- 4) 行動選択において比較的自由度の高い観光・レジャーの移動目的について分析した結果から作成した行動選択モデルの推定結果の尤度比、スケールパラメータの値から、モデルの改善が必要である。
- 5) 行動選択モデルの推定結果から、通行止め確率、通行止め時間が含む（期待値）所要時間では短ければ短いほど車の選択肢における各行動の効用は高まることが確認された。今後この通行止め確率や通行止め時間といった不確定要素を提示できるようになった際に、積雪区間への流入を防ぐためには提示する通行止め確率や通行止め予定時間の値が高いまたは長ければ効用が下がることが考えられる。
- 6) 行動選択モデルの推定結果から、前日までに高精度情報が提示されていると、他の高速への迂回や移動中止の効用が高まることが確認された。適切な情報の適切な提示のタイミング、精度の高い情報で積雪区間への流入を減らすことに繋がるのではないかと考える。

今回の推定は 5 つの選択肢（5 項）となるロジットモデルの構築のため、選択肢の相関を減らせるネストロジットモデルを採用したが、尤度比やスケールパラメータ等で改善が必要であることがわかった。また今回は移動目的別にモデルを構築することとしたが、観光・レジャー以外の他の移動目的の分析を行っていないため今後追加で分析する必要がある。

謝辞：本研究は令和 2 年 NEXCO 東日本技術研究助成制度（共通テーマ：高速道路の安全性またはサービスレベルの向上に資する研究）の一部として実施されました。

参考文献

- 1) 高速道路の予防的通行止めの概要（NEXCO 東日本 関越自動車道），<https://www.c-nexco.co.jp/images/news/4985/f34b2530e7481c609295863b953e025c.pdf>，（2021 年 5 月 25 日アクセス）
- 2) 森井 健介, 宇野 伸宏, 中村 俊之, 織田 利彦, 倉内 文孝, 清水 明彦 SP 調査による豪雨情報提供時の経路選択行動に関する基礎的研究 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.72, No.5(土木計画学研究・論文集第 33 卷), L1187-L1197, 2016.
- 3) 令和 2 年 12 月関越自動車道 集中降雪に関する対応検討会 の中間とりまとめについて，<https://www.hrr.mlit.go.jp/press/2020/3/210331dourobun.pdf>，（2021 年 6 月 11 日アクセス）
- 4) 国土交通省気象庁警報・注意報発表基準一覧表，https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kijun/niigata/kijun_1546100.pdf，（2021 年 6 月 26 日アクセス）
- 5) R による離散選択モデルの推定方法メモ 平成 21 年 1 月 26 日，東京海洋大学兵藤哲朗，（1~10p），http://www2.kaiyodai.ac.jp/~hyodo/Logit_by_R.pdf，（2021 年 7 月 18 日アクセス）
- 6) Behavior in Networks Studies Unit 東京大学大学院 都市生活学・ネットワーク行動研究グループ，<http://bin.tu-tokyo.ac.jp/index.php>，（2021 年 7 月 19 日アクセス）

(?)

Development of a Traffic Behavior Model for Heavy Snowfall Using Stated Preferences Survey

Kanji ONUMA, Kazushi SANO, Takumi TAKAKURA, Jun ITO,
Tetsuro HARAYAMA, Naoshi IKI

In this study, we conducted a web-based questionnaire survey based on a behavioral choice SP survey in order to understand the behavior of expressway users during heavy snowfall. We analyzed how the frequency of expressway use, experience on snow-covered roads, and anxiety of users affect their behavior, and how their behavior is affected when they are presented with uncertainty factors such as road closure information, probability of road closure, and travel time, by estimating the parameters of a nested logit model. The results of the analysis showed that the number of people who chose to detour or cancel their trip increased, and that less driving experience and the presentation of highly accurate road closure information had an effect on detour and cancellation. However, the estimation results of the behavioral choice model in heavy snowfall need to be improved, and additional analysis is needed.