

冬期高速道路の通行可能性を考慮した 経路選択行動モデルの構築

大沼寛治¹・佐野可寸志²・高倉拓実³・加藤哲平⁴・松田曜子⁵・原山哲郎⁶

¹学生会員 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正会員 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 長岡技術科学大学講師 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

E-mail: tkato@vos.nagaokaut.ac.jp

⁵正会員 長岡技術科学大学准教授 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

E-mail: ymatsuda@vos.nagaokaut.ac.jp

⁶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

近年、冬期の日本海側では豪雪がもたらされている影響で、高速道路でスタック車両発生による長期滞留が発生している。このような長期滞留を未然に防ぐ対策として、利用者の行動変容を促すための情報提供がなされている。本研究では、冬期の効果的な情報提供に向けて、利用者の行動選択に与える影響が意思決定および情報の提供されるタイミングによってどのように異なるかを定量的に分析した。結果として、利用者が所要時間や通行止め情報に受ける影響は意思決定のタイミングによって異なることが明らかになった。このことから、提供情報の精度に関する広報や高頻度な情報提供が利用者の適切な意思決定に寄与することが示唆された。

Key Words: *stated preferences survey, road closure, nested logit model, heavy snowfall*

1. はじめに

近年、冬期のラニーニャ現象発生により、日本海側を中心に豪雪がもたらされている。2020年の12月中旬には、日本海側を襲った強い寒気の影響で豪雪となり、新潟と東京を結ぶ関越自動車道ではスタック車両による長時間の車両滞留が発生している。こうした対策として、東日本高速道路株式会社（以降 NEXCO 東日本とする）では、車両滞留を未然に防ぐために、豪雪予報がなされるタイミングの事前対策として、集中除雪のための予防的通行止め¹⁾や計画的 IC 閉鎖といった対策・発表を行っている。また、これらの高速道路の通行可能性に関する情報や、高速道路利用者の行動変容を促進させ、豪雪区間の交通量を減少させる目的の情報提供など、様々な対策が行われている。こうした対策をより効果的なものにするために、高速道路の通行可能性に関する情報提供が、高速道路利用者の行動変容にどの程度影響を与えているのかを定量的に示す必要がある。

情報提供と行動選択の関係に関する研究として、飯田ら²⁾は、交通情報の効果を考慮した経路選択行動の動的な分析の検討を行っている。飯田ら²⁾は、経路選択行動を動的に扱うにあたって、長期的な経路選択傾向を戦略的選択、短期的な選択行動を戦術的対応として2つに区別し、利用者は戦略的選択を基に、選択時の情報や経験から予想した交通状態を考慮して戦術的対応を取ると想定した統合的なモデルを提案している。提案したモデルを基に、所要時間表示によるドライバーの行動選択についてのアンケート調査結果を分析している。分析の結果、所要時間表示によって主観的な旅行時間評価が修正されたことから、所要時間表示が即時的な影響ばかりでなく、戦略的選択にも影響していることを明らかにしている。

奥村ら³⁾は、豪雨災害を対象に、情報提供の信頼度と避難行動に関して分析している。この研究は、突発事象を対象とした情報提供という点で本研究と類似している。奥村ら³⁾は、アンケート調査を行い、避難勧告を受けた

場合の被害にあうと思う確率を尋ね、避難勧告が的中、見逃し、空振りの3ケースを想定した際の主観確率の更新について分析している。分析の結果、空振りに着目すると主観確率の低下が発生しており、オオカミ少年効果が発生していることが明らかになった。突発事象の影響は小さくないが、それが実際に生じる可能性は小さいため、このような認知バイアスが生じると考えられる。NEXCO 東日本では、長期滞留を受け、概ね3時間前には予防的通行止めの判断を発表することを決めている⁴⁾。おおよそ1週間程度前に豪雪予報が発表されてから、予防的通行止めの判断が下るまで間の期間に情報提供が行われるが、利用者がどういった情報を読み取り、行動に反映させるかを分析する必要がある。

これらを踏まえ、大沼ら⁵⁾は、2020年12月中旬の大規模滞留を受けて、NEXCO 東日本が滞留発生後（2021年2月17日～2月19日）に実施した道路利用者の意見等を聞くためのWEBアンケート⁶⁾対象者を使用し、WEBアンケートによるSP調査（Stated Preference Survey）を実施した。SP調査では、冬期を想定し、広域迂回情報や気象予報等の高速道路情報とその情報の精度、および提供するタイミングに加え、通行止め確率や通行止め時間、所要時間のばらつきといった不確定要素を提示した際の行動選択をネスティッドロジットモデルのパラメータ推定によって分析している。分析の結果、広域迂回や交通機関の切り替えといった行動選択に雪道の運転経験や高精度情報の提供、早い段階での情報提供が寄与していることが明らかとなった。しかし、モデルの説明変数が有意に働かなかった点や、情報提供のタイミングによる選択結果の違いを活用できていない点、提供情報の精度を情報量で表現しており、情報の精度の定量化等に課題が残っていた。

本研究は、大沼ら⁵⁾の調査および分析結果を踏まえ、引き続き冬期を想定し、豪雪予報がなされるタイミングから豪雪予報当日までに関する事前の情報提供が行動選択に与える影響を定量的に分析し、効果的な情報提供施策に向けたインプリケーションを示すことを目的とする。また、情報を提供するタイミング（高速道路利用者が受け取るタイミング）や提供情報の精度に着目し、行動選択への影響を分析できる調査設計および分析手法の検討を行う。

2. 豪雪時行動調査の設計

(1) 調査概要

本研究は大沼ら⁵⁾の行った調査結果を踏まえ、引き続き冬期の行動をWEBアンケートによるSP調査（Stated

表-1 調査内容

調査項目	調査内容
個人属性	<ul style="list-style-type: none"> 性別・年齢・職業 自動車免許の保有・自家用車の保有台数 冬期間越自動車道の走行経験・走行時の運転目的
雪道の運転に関して	<ul style="list-style-type: none"> 年間の雪道走行経験回数・雪道への不安度 スタッドレスタイヤの保有状況
情報提供に関して	<ul style="list-style-type: none"> 出発前の情報参照の有無・出発のどれだけ前から参照するか 情報提供における重要であると感じる要素 冬期高速道路 PUSH 型情報提供の認知・利用状況
行動選択	<ul style="list-style-type: none"> 出発予定日の3日前・前日に通行可能性情報を参照した際の行動選択（行動選択モデル使用） 通行止め時間が確定した際の行動選択 天気予報による行動選択

表-2 設定した要因と水準（居住地：東京の例）

		情報提供のタイミング		
		三日前	前日	
ルート 予 定 通 り の	平均所要時間（通常時）(h)	2.5	3.75	4.25
	平均所要時間（通行止め時）(h)	+0.5	+1.5	+2.5
	通行止め確率（%）	30	50	70
	※()は前日に提示	(20)	(50)	(80)
ルート 迂 回	平均所要時間（通常時）(h)	3.5	4.75	5
	平均所要時間（通行止め時）(h)	+0.5	+1.5	+2.5
	通行止め確率（%）	5	15	25

Preference Survey) によって分析する。調査日は回答者がより想定しやすくできるように冬期に実施した。調査は、新潟県、群馬県、埼玉県、東京都の関越自動車道沿線の都道府県の回答者に回答を依頼し、各県250人ずつ、合計1,000人の回収を行った。また、冬期に高速道路を走行する行動が想定しやすい回答者を集めるために、運転免許および自家用車1台以上を保有しており、過去5年以内の冬期（11月～3月）に関越自動車道の高崎IC（群馬県）～長岡IC（新潟県）を走行した経験がある人を対象として調査を実施した。

調査内容を表-1に示す。まず初めに、個人属性として、性別、年齢、職業、自動車免許の有無、自家用車の保有台数を尋ねた。また、過去5年以内の冬期（11月～3月）に関越自動車道の高崎IC（群馬県）～長岡IC（新潟県）を走行したことがある人に関しては、移動した際の移動目的を尋ねた。ここで尋ねた移動目的は、後の行動選択を行ってもらう際に、移動目的として再度提示し、その際の行動選択を回答してもらう。次に、雪道の運転経験や不安、スタッドレスタイヤの保有等の雪道に関する設問を尋ねた。雪道に関する設問は以降の行動モデルの説明変数に使用する。

情報提供に関する設問では、まず、冬期に高速道路を使用して降雪区間を走行する際に、出発前のどれだけ前から情報を参照するか、情報提供でどういった要素を重要であると感じるか、NEXCO 東日本が提供しているPUSH型の情報提供システム（LINE）の利用状況、情報を収集する際に使用する媒体について尋ねている。

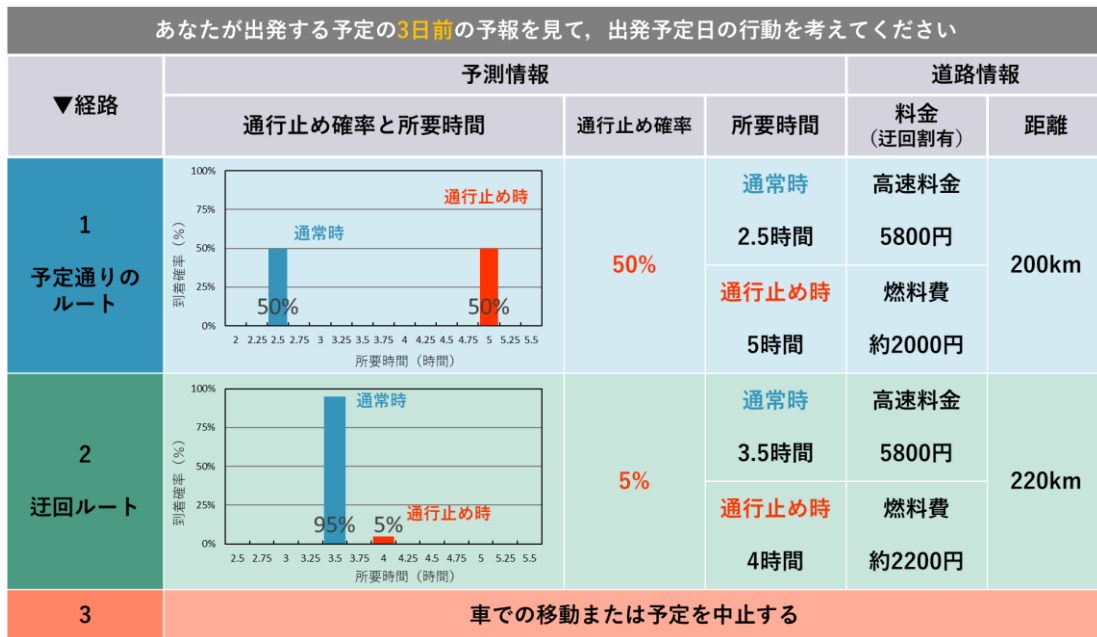


図-1 行動選択時に提示した情報（居住地東京の例）

行動選択では、行動モデルを構築するために出発予定より三日前時点での行動選択、前日時点での行動選択を尋ねた。他に、通行止めが確定しており、通行止め時間が1時間、4時間、7時間のそれぞれの際にどのような行動をとるのか、天気予報がわかっている際にどのような行動を選択するかを尋ねた。

(2) 想定トリップ

調査の行動選択では、仮想的な高速道路ネットワークを想定して回答させ、関越自動車道や迂回路となる磐越自動車道、上信越自動車道等の名称の表記はしなかった。想定トリップは回答者の居住地ごとに設定しており、後に説明する通行可能性情報に含まれる所要時間、距離、料金に関しては、群馬県、埼玉県、東京都は、新潟市、長岡市、湯沢町のそれぞれを目的地とした際の情報を参考に、3パターンのトリップを設定した。新潟県に関しては、群馬県、埼玉県、東京都で設定した所要時間の平均を3パターン算出し、所要時間を設定しトリップを想定させた。

(3) 行動選択

行動選択に関する設問では、情報の精度と提供するタイミングによる行動選択の違いを分析するために、出発予定日の3日前時点での情報を提示した上で行動選択を行わせた後に、前日時点での情報を新たに提示して行動選択を行わせた。行動の選択肢は、「予定通りのルートを走行する」、「迂回ルートを走行する」、「車での移動または予定を中止する」の3択を与えた。

提示する情報内容を図-1に示す。提示情報は主に予測情報と道路情報に分類される。予測情報は、所要時間

を通常時と事故やスタックに伴う通行止めがある時の2つの場合に分け、通行止め確率を提示した。道路情報は、(2)で設定した各経路の無降雪時の所要時間、距離、料金を提示した。

また、情報内に含まれている通行止め確率、所要時間、情報提供のタイミングにそれぞれ水準を設定し、L18直交表に割り付けて提示する情報を作成した。また、居住地毎にトリップを変えているため、合計で72パターンの情報を作成した。居住地毎に設定した要因と水準を表-2に示す。この18通りの調査を情報提供タイミングが3日前と前日の9通りずつに分け、調査を行う。また、表-1中の「予定通りのルート」の通行止め確率は、情報の精度が3日前から前日にかけて上昇していることを表現するために、通行止め確率を変化させた。

また、全72パターンのうち、極端な情報の提示によって選択結果が偏ることを防ぐために、所要時間の期待値が「予定通りのルートを走行する」と「迂回ルートを走行する」で±30分となる条件の情報のみを抽出し、全27パターンの情報を実際の調査では使用する。

(4) 情報の精度表現

調査では、図-1に示したように主に所要時間とその所要時間で到着できる確率をグラフで表現しており、降雪の影響をすべて所要時間および通行止め確率に集約できると仮定して、所要時間と確率の変化を情報の精度と定義した。Carion and Levinson⁷⁾は旅行時間の信頼性に関するSP調査および分析を行う際に、旅行時間の信頼性の取り扱い方の違いで結果に違いがみられることを示しているが、筆者の知る限り現在も信頼性を定量化する確立された方法は無い。旅行時間の信頼性を表す指標とし

て、所要時間の分散が挙げられる。しかし、数値として表現した分散を、回答者が正しく知覚することは困難であると考えられる。これらを踏まえ事前調査では、所要時間分布を離散確率変数と考え、回答者には所要時間分布のグラフを提示した上で行動を選択させた。

(5) その他の行動選択について

通行止め時間が確定した際の行動選択では、通行止め時間が1時間、4時間、7時間の3パターンを設定し、3パターンの中から一つを回答者にランダムに提示した。行動の選択肢は、「ルート：予定通り、出発時刻：予定通り」、「ルート：予定通り、出発時刻：早める」、「ルート：予定通り、出発時刻：遅くする」、「ルートを変更する」、「交通機関を変更する」、「予定を中止する」の計6つの選択肢を提示した。ここでの回答に対し、変化する通行止め時間でどの行動が選択されやすいかを明らかにするために、集計分析を行う。

また、天気予報による行動選択への影響を調べるために、移動の予定が今週にある際に、今週と来週の天気予報が分かっているとき、いつ出発をするか、または移動を中止するかを選択する設問を設定した。提示した天気予報は、月に1回程度の頻度で発生する降雪（大雪）と、一年に1回の頻度で発生する異常な量の降雪（豪雪）と表現した。ここでの回答に対し、天気予報が発表されることで、どれくらいの人が、予定を後にずらすまたは、予定を中止するかを見るために集計分析を行う。

3. 冬期行動調査結果

(1) 個人属性の集計結果

性別の集計結果では、男性が76%、女性が24%で男性の割合が多い結果となった。年齢層では、最小値が20歳、最大値83歳、平均が54歳とやや年齢層が高めであった。自家用車の保有台数では、1台保有が64%、2台保有が26%、3台以上残りであった。

冬期関越自動車道の過去5年間の運転経験での移動目的の集計結果を図-2に示す。冬期利用では、スキー・レジャー目的での移動経験が多く、次いで社交・娯楽・食事といったいずれも観光目的でのトリップがほとんどであることが分かり、一般車の回答者が多く、大型車を想定した回答は少ないことが考えられる。移動目的と三日前、前日の行動選択結果をクロス集計した結果では、「車での移動または予定を中止する」行動に着目してみると、買い物目的で、約50%が移動を中止にしており、目的次第では移動を中止にできることが分かった。一方でサンプル数は少ないものの業務目的に着目してみると、「予定通りのルートを走行する」行動の割合が観光目的

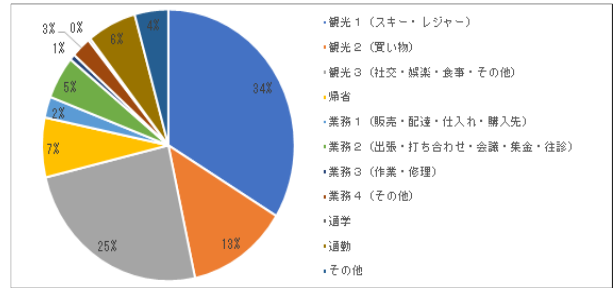


図-2 移動目的の集計結果

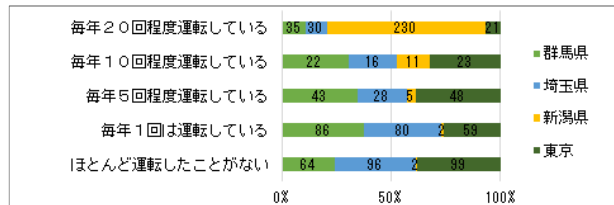


図-3 雪道の運転経験と居住地のクロス集計結果

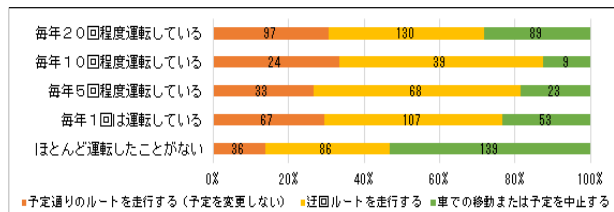


図-4 三日前の行動選択結果と雪道の運転経験

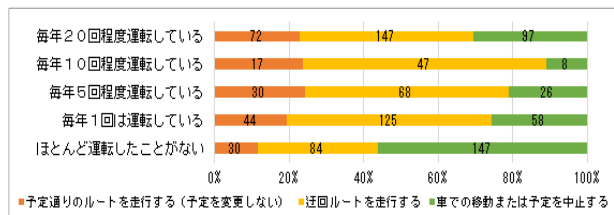


図-5 前日の行動選択結果と雪道の運転経験

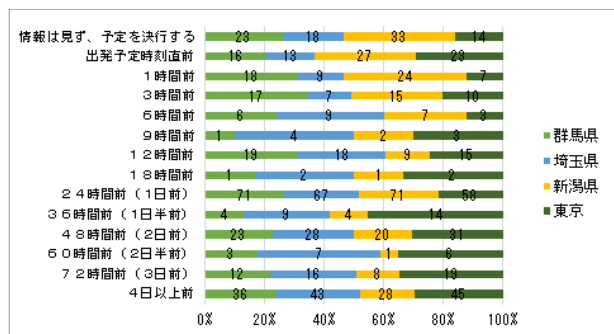


図-6 情報参照タイミングと居住地のクロス集計

と比較して多い結果となった。移動を中止、行動変容を柔軟に行えない特性を持っていると考えられる。

(2) 雪道の運転に関する集計結果

雪道の運転経験に関して、居住地とのクロス集計結果を図-3に、行動選択結果とのクロス集計結果を図-4、図

-5 に示す。雪道の運転経験に関しては、毎年 20 回程度運転している人とほとんど運転したことがない人で大きく分かれた。居住地と雪道の運転経験をクロス集計した結果、新潟県の回答者のほとんどが毎年 20 回以上運転していることが大きく分かれた理由であることが分かった。行動選択結果とのクロス集計結果では、雪道の運転経験がほとんどない人は「車での移動または予定を中止する」を選択する割合が多い傾向にあることが分かった。一方で、雪道経験が多い人でも「車での移動または予定を中止する」を選択している割合は一定数おり、雪道の経験から安全側の行動を選択する人もいることが明らかとなった。

雪道の不安に関する設問でも、雪道の運転経験同様に居住地とのクロス集計結果から、全く不安でない、あまり不安でないと回答した人は、居住地とのクロス集計から新潟県の回答者の割合が多く、居住地が雪国であるかそうでないかで、雪道に対する不安が変わることが明らかとなった。また、三日前、前日のそれぞれの行動選択結果とのクロス集計結果から雪道の不安がある人ほど「車での移動または予定を中止する」を選択する割合が多くなる傾向があることが分かった。

スタッドレスタイヤの保有状況に関する設問も、雪道の運転経験同様に居住地とのクロス集計結果から、スタッドレスタイヤを保有している割合は新潟県が多く、次いで群馬県の保有が多いことが分かった。クロス集計結果より、スタッドレスタイヤを持っていない人は「車での移動または予定を中止する」を選択する割合が多く、車の装備に関しても冬期は行動変容の要因になりえることが明らかとなった。

(3) 情報提供に関する設問の集計結果

冬期に高速道路を使用して移動を行う際、出発のどれだけ前から情報を参照するかという設問に関して、居住地とクロス集計を行った結果を図-6 に示す。回答割合は 1 日前に情報を参照する人が最も多く、次いで 4 日前から情報を参照している人が多い結果となった。最も多い 1 日前を境に、新潟県は直前までに情報を参照する割合が多く、1 日前よりさらに前から情報を参照する人は首都圏で多いことが明らかとなった。雪国と首都圏では情報の受け取り方が異なる可能性も考えられる。

冬期に降雪区間を走行予定の時、予定を決める上で、出発前に情報を確認して予定を決める際の情報提供で重要であると感じる要素と重要度のクロス集計を行った結果。降雪予報（天気予報）を重要としている割合が多く、次いで通行止めの可能性に関して重要としている割合が多いことが明らかとなった。降雪予報に関しては、様々な媒体から容易に情報を収集できるため重要度が高いこ

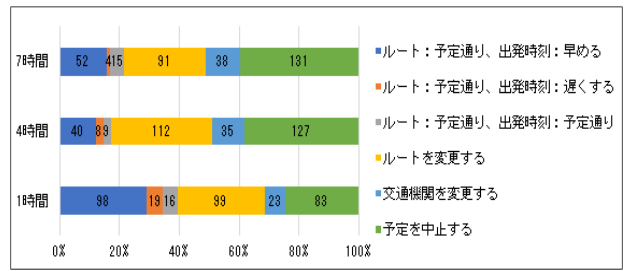


図-7 通行止め時間別の行動選択結果

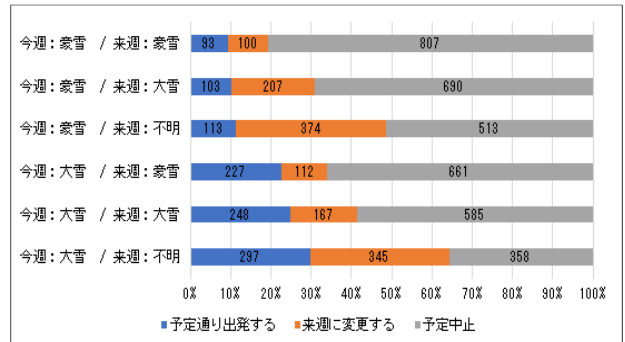


図-8 天気予報による行動選択結果

とが伺える。通行止めの可能性に関しては、予定を決める際に重要であることから、通行可能性が行動選択に影響を与えていることが考えられる。

LINE の PUSH 型情報提供の利用状況に関する結果では、現在も利用している人は新潟県の割合が多い結果となった。近年の冬期に新潟県内の高速道路では降雪の影響で通行止めが多発しており、情報を収集のために利用割合が多いと考えられる。また、次いで東京都の割合が多く、PUSH 型の情報提供は雪道に慣れていない首都圏の人にも行動変容を促すことができる可能性が考えられる。

情報収集媒体に関する集計結果では、テレビニュース・CM からの収集割合が多く次いで、ネットニュース・ニュースアプリからの収集が多い結果となった。

(4) その他の行動選択に関する集計結果

行動モデルの構築に使用する三日前、前日を想定した行動選択結果に関しては 5 章で詳細を説明する。出発予定日に通行止め時間が 1 時間、4 時間、7 時間のいずれかで発表された際の行動選択結果に関する集計結果を図-8 に示す。1 時間程度の通行止めでは、早めに出発することで通行止めを回避しようとする行動が多いことが明らかとなった。4 時間の通行止めからは予定を中止する割合が増加し、通行止め時間が 1 時間から 4 時間の間で、予定を執行できない不効用が増加していくと考えられる。また、全体を通して出発時刻を遅らせる割合は少なく、降雪下での遅着に対する不効用は大きいことが考えられる。

天気予報による行動選択結果を図-9 に示す。豪雪が予報されていると、予定通りに出発する割合は減少している。また、来週の天気予報が悪く予報されているほど、予定通りに出発しやすいことが明らかとなった。4.5.3 の情報提供の中で重要であると感じる要素で最も重要とする割合が多かったことから、天気予報は行動選択に影響を与えていることが考えられる。

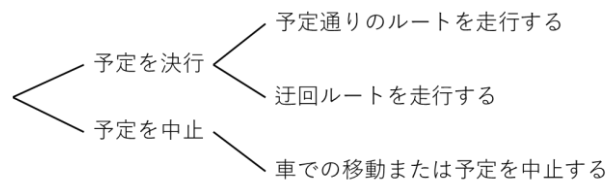


図-10 ネスト構造

4. 豪雪時行動選択モデルの構築

(1) 行動選択モデルの概要

冬期高速道路における通行可能性が経路選択行動に与える影響を分析するために、4 章に記載した通行可能性情報を提示した際の行動選択を行う SP 調査の結果を使用して行動選択モデルの構築を行った。モデル構築に使用するサンプル数は、スクリーニングを行った 1,000 サンプルを使用してモデルの構築を行う。大沼ら⁹⁾の行った調査では、関越自動車道を実際に走行した移動目的ごとにサンプルを分けてモデルの推定を行ったが、推定結果から、移動を中止する行動しない効用を扱うにあたり、移動目的も説明変数の一つとして検討する必要があったため、第二回調査では、移動目的でサンプルを分けずに推定を行った。

また、分析では、ネスティッドロジットモデルを使用して出発予定の三日前時点の行動選択、前日時点の行動選択をそれぞれ独立に分析することで、情報の提供タイミングによるモデルの比較を行う。

分析で使用したネスト構造を図-10 に示す。ネスト構造は予定を執行するか予定を中止するかに分け、予定を執行するネストには「予定通りのルートを行く」、「迂回ルートを行く」を設定し、予定を中止するネストには、「車での移動または予定を中止する」を設定した。また、ネスト構造は3択のロジットモデルの場合、3通りのネスト構造が考えられるが、全てのネスト構造で推定した結果、最も尤度が高く、スケールパラメータが正しく推定されたものが図-10 のネスト構造であった。

豪雪時の交通状況は、降雪・積雪量や路面の状況などといった不確実性にさらされており、利用者はいくつかの不確実性によって移動時間が“読めない”状況下での行動選択を行う必要がある。特に、本研究で対象とする通行止めが生じる状況では、利用者はどの程度の確率でどの程度の時間の通行止めが生じるかを考慮した行動を行うと考えられる。そのため、移動時間の不確実性を考慮した利用者行動をモデル化する必要がある。中山⁸⁾は、これまでなされてきた道路の時間信頼性に関する研究のレビューを行っている。その中で、時間信頼性を考慮した交通行動モデルは、スケジューリングモデル、期待効

表-4 三日前行動選択モデル推定結果

選択肢 (効用関数)	変数	パラメータ	t値
共通変数	期待値	0.02	0.13
	分散	-0.09	-1.40
予定通りのルートを行く	定数項	-0.53	-6.63
迂回ルートを行く	首都圏ダミー	0.23	2.89
車での移動または予定を中止する	雪道苦手ダミー	1.39	0.71
	女性ダミー	0.62	0.66
	60代以上ダミー	0.43	0.65
	定数項	-1.72	-0.54
※説明変数は標準化	スケールパラメータ	0.38	0.69
	尤度比	0.12	
	修正済み尤度比	0.11	
	サンプル数	1000	

表-5 前日行動選択モデル推定結果

選択肢 (効用関数)	変数	パラメータ	t値
共通変数	期待値	-2.23	-4.97
	分散	0.04	0.46
予定通りのルートを行く	定数項	-0.93	-10.50
迂回ルートを行く	首都圏ダミー	0.14	1.49
車での移動または予定を中止する	雪道苦手ダミー	18.81	1.12
	女性ダミー	10.18	1.07
	60代以上ダミー	4.51	0.92
	定数項	-27.53	-1.11
※説明変数は標準化	スケールパラメータ	0.03	1.12
	尤度比	0.16	
	修正済み尤度比	0.15	
	サンプル数	1000	

用モデル、統計値モデルの3つに分類できることを示している。スケジューリングモデルは活動やその制約を所与に到着制約時刻や到着希望時刻を設定することで、到着がその制約時刻や希望時刻からどれだけ離れるかを考慮するものである。期待効用モデルは所要時間そのものに着目し、旅行時間の長短によりその限界効用が異なることを利用している。統計値モデルは標準偏差等の旅行時間のばらつき指標を直接用いて信頼性を考慮している。特定の条件下では、これらのモデルが同等であることを示している。このことから、本研究では、移動時間の不確実性を表す指標として移動時間の分散を用いて、利用者行動のモデル化を試みた。

(2) 三日前の行動選択モデルの推定結果

三日前の行動選択結果を使用してパラメータ推定を行った結果を表-4 に示す。まず、導入している説明変数

について詳しく説明する。所要時間の期待値および分散については、「予定通りのルートを走行する」、「迂回ルートを走行する」の2つに共通変数として、各経路事に通行止め確率と平均所要時間を使用して算出した期待値を使用して導入している。

首都圏ダミーは埼玉県、東京都の回答者を1としたダミー変数である。雪道苦手ダミーは、3章(2)で示した雪道に関する設問で、「雪道をほとんど運転したことがない」かつ、雪道の運転に「とても不安」と回答かつ、「スタッドレスタイヤを保有していない」と回答した人を1としたダミー変数である。女性ダミーは女性を1、男性を0としたダミー変数である。60代以上ダミーは60代以上の回答者を1としたダミー変数である。

モデルの推定結果にあたり、変数間を比較するため、説明変数は標準化を行っている。モデル全体に着目すると、尤度はプレ調査から減少した。一方で各変数の有意性はプレ調査から改善されており、基幹変数となる所要時間の期待値、分散に関しては有意性が他の変数よりも低いものの符号条件が正しく推定できている。ネスティッドロジットモデルに使用するスケールパラメータに関してもパラメータ値が0~1の間に収まっており、 t 値も有意に推定された。「車での移動または予定を中止する」とそれ以外の行動選択では選択構造が異なることが明らかとなった。

基幹変数とした所要時間の期待値と分散に着目すると、前日の行動選択では分散の方がパラメータの大きさから影響が大きいことが明らかとなった。ただし、いずれのパラメータも t 値は有意ではない。所要時間の期待値に対するパラメータは t 値もパラメータ自体も小さいことから、前日時点では、利用者は提示された情報から計算される所要時間の期待値にはほとんど影響を受けないと考えられる。一方で、所要時間の分散(ばらつき)には比較的影響を受けると考えられる。

「予定通りのルートを走行する」に導入した定数項に着目すると、 t 値とパラメータの大きさともに有意に推定されている。符号条件より「予定通りのルートを走行する」行動は、提供情報の影響だけでなく他の影響により、選択されにくくなることが考えられる。

「迂回ルートを走行する」に導入した首都圏ダミーに着目すると、符号条件、 t 値ともに有意に推定できている。首都圏に住む人ほど迂回を選択しやすい傾向があることが考えられる。

「車での移動または予定を中止する」に導入した雪道苦手ダミーは、符号条件より、雪道に対し苦手意識や、車の装備が不十分な人ほど選択されやすく、パラメータの大きさから行動選択への影響も大きいことが明らかとなった。また、女性ダミーも同様に女性は予定を中止し

やすい傾向にあることが明らかとなった。60代以上ダミーに関しても、符号条件から高齢者は予定を中止しやすい傾向にあることが考えられる。

(3) 前日の行動選択モデルの推定結果

前日の行動選択結果を使用してパラメータ推定を行った結果を表-5に示す。変数の説明は(2)と同様であるため省略する。

モデル全体に着目すると、尤度は三日前のモデルよりも上昇したが、プレ調査からは減少している。各変数の有意性は三日前同様にプレ調査から改善されており、基幹変数となる所要時間の期待値、分散に関しては有意性が他の変数よりも低いものの符号条件が正しく推定できている。スケールパラメータに関しても三日前同様にパラメータ値が0~1の間に収まっており、 t 値も有意に推定された。前日も同様に「車での移動または予定を中止する」とそれ以外の行動選択では前日でも選択構造が異なることが明らかとなった。

基幹変数とした所要時間の期待値と分散に着目すると、前日の行動選択では所要時間の期待値の方が分散よりも影響が大きいことが明らかとなった。この傾向は、前日と逆の傾向であり、意思決定タイミングの違いで、利用者がより影響を受ける要因が異なることが明らかとなった。具体的には、前日では提示された情報から計算される所要時間の期待値よりも分散(ばらつき)に影響を受けやすかったのに対し、前日では所要時間の分散(ばらつき)よりも期待値に影響を受けやすくなっている。

「予定通りのルートを走行する」に導入した定数項に着目すると、前日と同様に、符号条件より「予定通りのルートを走行する」行動は、提供情報の影響だけでなく他の影響により、選択されにくくなることが考えられる。

「迂回ルートを走行する」に導入した首都圏ダミーに着目すると、傾向は前日と変わらず、 t 値がやや低下する結果となった。

「車での移動または予定を中止する」に導入した雪道苦手ダミーは、前日同様に、符号条件より、雪道に対し苦手意識や、車の装備が不十分な人ほど選択されやすく、パラメータの大きさから行動選択への影響も大きいことが明らかとなった。また、女性ダミーも同様に女性は予定を中止しやすい傾向にあることが明らかとなった。60代以上ダミーに関しても、符号条件から高齢者は予定を中止しやすい傾向にあることが考えられる。いずれも前日と比較すると t 値がやや低下する結果となっている。

5. 結果の考察

三日前時点では、所要時間に関するパラメータが他のパラメータと比較して小さいことから、三日前時点では移動時間や通行止めの情報を参照するよりも、自身の属性に依存して行動の判断を行っていると考えられる。したがって、出発日まで期間があるうちは、所要時間に関する情報をあまり参照していない。これは、利用者は将来予測の精度があまり高くないと認識していることが原因である可能性がある。将来予測の精度を上げるべきという点については議論の余地がないが、その精度が（利用者が想定しているほど）低い場合にはそのような情報を改めて周知することで、適切な行動選択を促すことに繋がると考えられる。また、所要時間の期待値よりも分散（ばらつき）に対するパラメータが大きいことから、利用者は得られた情報を基にリスクの大きい選択肢に対する不安を感じていると考えられる。

一方で前日時点では、所要時間に関するパラメータは小さくない。したがって、利用者は出発日に近づくにつれて所要時間や通行止めに関する情報の精度が高いと認識する傾向が考えられる。精度に関しては議論の余地がないが、頻度の高い情報提供は、利用者の適切な意思決定に寄与していると考えられる。また、所要時間の分散（ばらつき）よりも期待値に対するパラメータが大きいことから、利用者はリスクに対する不安よりも平均的な状態を考慮した意思決定を行っている可能性が示唆された。

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>, (2022 年 5 月 25 日アクセス)
- 2) 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分析, 土木学会論文集 No.470/IV
- 3) 奥村誠, 塚井誠人, 下荒磯司: 避難勧告の信頼度と避難行動, 土木計画学研究・論文集, Vol.18 no.2 2001 年 9 月
- 4) 昨冬の大規模滞留を踏まえた「今冬に向けての取り組みとお願い」, https://www.driveplaza.com/assets/pdf/trip/area/niigata/event/initiatives_requests.pdf, (2022 年 6 月 20 日アクセス)
- 5) 大沼寛治, 佐野可寸志, 高倉拓実, 伊藤潤, 原山哲郎, 壹岐尚司: SP 調査を用いた豪雪時の交通行動モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM2021
- 6) 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/2020/3/210331dourobu.pdf>, (2021 年 6 月 11 日アクセス)
- 7) CarlosCarion, DavidLevinson: Value of travel time reliability: A review of current evidence, Volume 46, Issue 4, May 2012, Pages 720-741
- 8) 中山晶一郎: 道路の時間信頼性に関する研究レビュー, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), vol.67, No.1, 95-114, 2011

(Received???)

(Accepted???)