

# 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

都市交通研究室  
17101786  
大沼寛治

## 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<sup>1)</sup>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とした情報提供など、様々な対策が行われている。

これらの対策の中の情報提供に着目してみると、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は定量的にわかっていない。高速道路利用者が繰り返し提供される情報の中で、どのタイミングで情報を受け取り、その情報を信頼して、行動を決定するのかに関する定量的な分析を行うことは、今後の冬期における情報提供などの方策を検討する際に重要であると考えられる。

これらを踏まえ、第一回調査として、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<sup>2)</sup>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、異なる提供タイミングでの選択結果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た。

よって本研究では第一回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. 既往研究

本研究は冬期において、豪雪予報がなされたタイミングから豪雪予報当日までの繰り返し発信される情報提供を受けた高速道路利用者の行動選択を対象とした研究である。1)でも示したように、提供する情報の精度と提供タイミングにも着目し、これらの影響も定量的な分析を行う。こうした情報を受けた際の行動選択に関する研究や情報の信頼性、交通分野における時間信頼性に着目した研究はこれまで多くなされてきている。例えば飯田ら<sup>3)</sup>は、交通情報の効果を考慮した経路選択行動の動的分析の検討を行っている。飯田ら<sup>4)</sup>は、経路選択行動を動学的に扱うにあたって、タイムスパンを取り入れ、長期に見たときの平均的な経路選択傾向を戦略的選択、短期に見たときに戦略的選択を基本として情報や経験に基づき予想される交通状態に対応することを戦術的対応の二つに区分し、経路選択行動を、戦略的選択を基本にした戦術的対応の結果ととらえ統合し、モデル化を図っている。また、これらを分析する手法の一つとして、所要時間表示によるドライバーの行動選択についてアンケート調査によって分析している。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、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。本研究においても事前の情報提供を扱うにあたり、戦略的選択と戦術的対応のどちらもが冬期の行動を決めるうえで存在すると考えている。また、本研究における豪雪による車両滞留事象は、豪雪区間やその周辺地域のみならず、県外からのトリップが影響していることが考えられる。そのため特に、戦略的選択の面で個人の運転経験や車両の装備（チェーンの携帯やスタッドレスタイヤの装着など）等の影響が大きいと考えている。

中山<sup>5)</sup>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。その中でも時間信頼性を考慮した交通行動モデルでは、スケジュールモデル、期待効用モデル、統計値モデルの3つに分類できることを示している。スケジュール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。本研究では通勤目的や物流目的のような到着制約が厳しい移動目的だけでなく、スキー・レジャーのような冬の観光目的（自由目的）にも着目したいと考えている。そのため、期待効用モデルや統計値モデルを活用することで、様々な目的に対してもみられる普遍的な特性を見つきたいと考えている。

また、Carion and Levinson<sup>6)</sup>も旅行時間の信頼性の価値に関する研究のレビューを行っている。その中でも、SP調査および分析を行う際の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、現在も信頼性を定量化する手順について議論の対象となっていることを明らかにしている。第一回調査で行ったSP調査でも、所要時間のばらつきを取り入れた調査を設計したが、有意に働かなかったという課題が残った。

また、奥村ら<sup>7)</sup>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おり、本研究と突発事象を対象とした情報提供という点で類似している。奥村ら<sup>7)</sup>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を明らかにしている。本研究も事前の豪雪に関する情報提供が、的中、見逃し、空振りの3ケースに分けて考えることができる。特に、事前の情報提供を対象とするにあたって、空振りによるオオカミ少年効果は避けなければならない課題の一つである。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<sup>8)</sup>。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間の期間に、どのような精度の情報をどのタイミングで発信するかは、情報提供がオオカミ少年効果をもたらしかねない問題となりえると考えられる。

これらを踏まえ本研究は、冬の情報提供と行動選択に着目している点、提示する情報の精度と提供されるタイミングを想定する点で新たな知見を得られるとともに、今後の情報提供施策に活用できると考える。

### 3. 豪雪時行動調査の設計

#### (1) 調査概要

本研究は第一回調査で行った調査結果を踏まえ、引き続き冬の行動をWEBアンケートによるSP調査(Stated 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なるように冬期に実施した。調査は、新潟県、群馬県、

表-1 調査内容

調査項目	調査内容
個人属性	<ul style="list-style-type: none"> <li>性別・年齢・職業</li> <li>自動車免許の保有・自家用車の保有台数</li> <li>冬期開越自動車道の走行経験・走行時の運転目的</li> </ul>
雪道の運転に関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間の雪道走行経験回数・雪道への不安度</li> <li>スタッドレスタイヤの保有状況</li> </ul>
情報提供に関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>情報提供における重要であると感じる要素</li> <li>冬期高速道路 PUSH 型情報提供の認知・利用状況</li> </ul>
行動選択	<ul style="list-style-type: none"> <li>出発予定日の三日前・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）</li> <li>通行止め時間が確定した際の行動選択</li> <li>天気予報による行動選択</li> </ul>

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		
		三日前	前日	当日
予定通りのルート	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（%） ※()は前日に提示	30 (20)	50 (50)	70 (80)
迂回ルート	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

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、冬期高速道路を走行する行動選択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)を走行したことがある人を対象として調査を実施した。

調査内容は表-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った際に選択した移動目的を再度提示して行動選択を行う。

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のかについて、情報提供で重要であると感じる要素について、NEXCO東日本が提供しているPUSH型の情報提供システム(LINE)の利用状況について、情報を収集する媒体について尋ねている。

行動選択では、行動モデルを構築するための出発予定より三日前の行動選択、前日の行動選択の他に、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を尋ねる設問と、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のかというよ

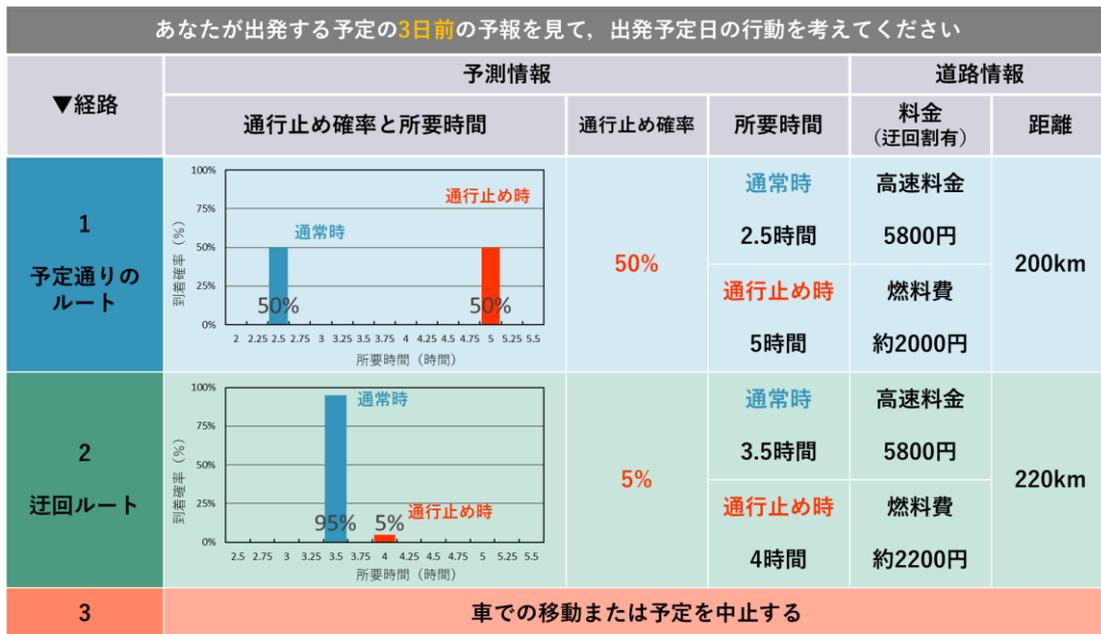


図-1 行動選択時に提示した情報（居住地東京の例）

うな3種類の行動選択をさせた。

## (2) 想定トリップ

調査の行動選択で想定したトリップは、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、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を取り入れるために、設問を出発予定日の3日前想定時の行動選択から前日想定時の行動選択の流れで設問を設定し、各設問では情報を提示した。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。

提示する情報内容は図-1に示す。提示情報は大きく予測情報と道路情報に分類している。予測情報では、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つの場合に分けて提示し、通行止めがある際の所要時間に通行止め確率を設定した。道路情報に関しては(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を要因として各要因に水準を設定し、L18直交表に割り付けて情報を作成した。また、居住地事に

トリップは変えているため、全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は表-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、提示する情報によって明らかな選択結果となることを防ぐために、離散確率変数による期待値算出法に基づき、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に示す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に集約していると仮定して、所要時間と確率の変化を情報の精度と定義した。本来所要時間の変動性は、所要時間の平均と分散で考えることができる。しかし、分散（ばらつき）の部分は、回答者が正しく知覚するかという点で、2章でも述べたように、旅行時間の変動性の表現は現在も議論を深めている。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して考え、回答者には分布のグラフを提示して行動を選択させ、正しく回答者が知覚するかわからないばらつきに関しては提示しなかった。

## (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。ここでの選択結果は変化する通行止め時間でどの行動が選択されるのかを明らかにするため，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，関越自動車道の運転経験時の移動目的で移動を行う予定が今週ある際に，今週と来週の天気予報が様々なケースで分かっているとき，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。提示している天気予報が大雪は，月に1回程度の頻度で発生する大量な雪と表現し，豪雪は，一年に1回の頻度で発生する異常な量の雪と表現した。ここでの選択結果は，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。

#### 4. 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行く」行動の割合が観光目的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

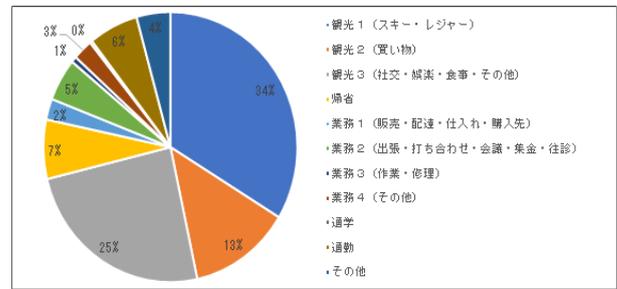


図-2 移動目的の集計結果

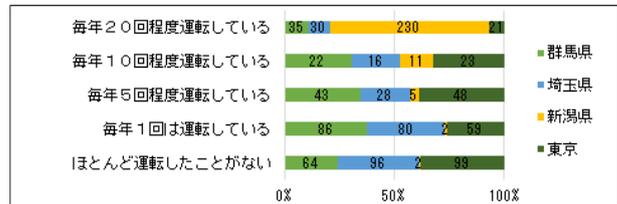


図-3 雪道の運転経験と居住地のクロス集計結果

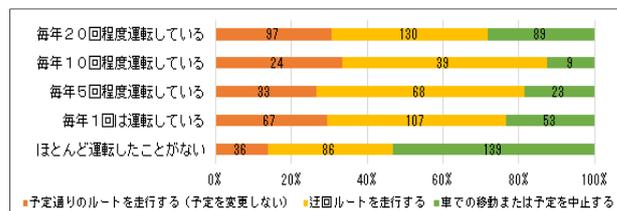


図-4 三日前の行動選択結果と雪道の運転経験

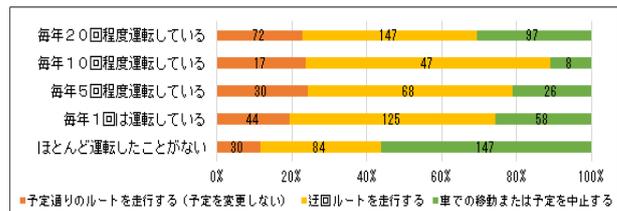


図-5 前日の行動選択結果と雪道の運転経験

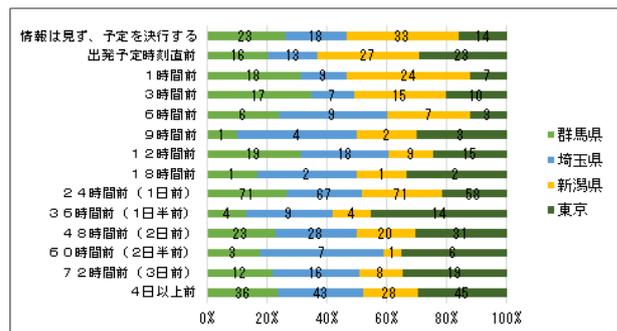


図-6 情報参照タイミングと居住地のクロス集計

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

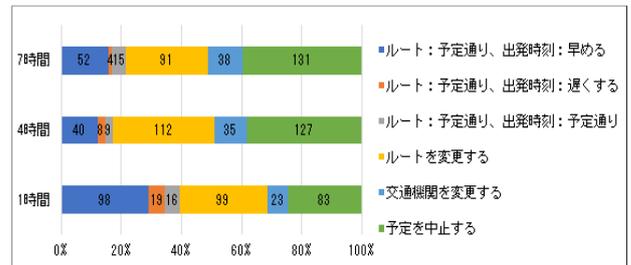


図-7 通行止め時間別の行動選択結果

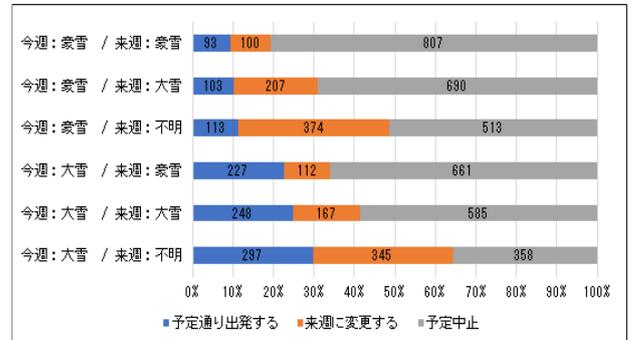


図-8 天気予報による行動選択結果

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。

## 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

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、スクリーニング調査を行った 1,000 サンプルを使用してモデルの構築を行う。また、第一回調査では、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

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想定行動選択、前日想定行動選択のそれぞれを独立に分析することで、通行可能性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は図-9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走行する」、「迂回ルートを走行する」を導入し、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」を導入した。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-9のネスト構造であったため、採用した。

## (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-3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。

群馬県ダミーは群馬県の回答者を1としたダミー変数で、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、4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。

各説明変数について着目すると、基幹変数とした所要時間の期待値と分散は三日前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。

「予定通りのルートを走行する」に導入した群馬県ダミーに着目すると、符号条件から群馬県に住む人ほど予定通りに行動しやすい傾向があることが考えられる。しかし $t$ 値の結果より有意に推定できておらず、変数の改善が必要である。

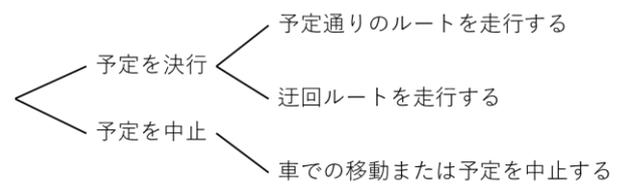


図-9 ネスト構造

表-3 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	所要時間の期待値	-0.03	-0.17
	所要時間の分散	-0.08	-1.35
予定通りのルートを走行	群馬県ダミー	0.02	0.18
	高速定数項	-0.37	-3.15
迂回ルートを走行する	首都圏ダミー	0.35	1.94
車での移動または 予定を中止する	雪道苦手ダミー	1.38	2.78
	女性ダミー	0.58	2.15
	60代以上ダミー	0.49	1.78
	中止定数項	-1.62	-1.99
※説明変数は標準化済み	スケールパラメータ	0.36	2.83
	尤度比	0.12	
	修正済み尤度比	0.11	
	サンプル数	1,000	

表-4 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	所要時間の期待値	-0.31	-1.32
	所要時間の分散	-0.04	-0.54
予定通りのルートを走行	群馬県ダミー	-0.13	-1.27
	高速定数項	-0.72	-5.80
迂回ルートを走行する	首都圏ダミー	0.33	1.72
車での移動または 予定を中止する	雪道苦手ダミー	1.34	2.48
	女性ダミー	0.80	1.93
	60代以上ダミー	0.42	1.41
	中止定数項	-1.51	-1.81
※説明変数は標準化済み	スケールパラメータ	0.34	2.43
	尤度比	0.13	
	修正済み尤度比	0.13	
	サンプル数	1,000	

「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-4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。

各説明変数について着目すると、基幹変数とした所要時間の期待値と分散は前日の行動選択では所要時間の期待値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。三日前と比較すると行動選択への影響が逆の結果となっており、情報提供のタイミングの違いで情報の精度となる基幹変数の与える影響も異なることが明らかとなった。

「予定通りのルートを走行する」に導入した群馬県ダミーに着目すると、符号条件から群馬県に住む人ほど選択されにくい傾向があり三日前と異なる結果となった。 $t$  値はやや改善されているものの、有意な結果とはいえないため改善が必要である。

「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、傾向は三日前と変わらず、 $t$  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、三日前同様に、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。いずれも三日前と比較すると  $t$  値がやや低下する結果となっている。

## 6. 推定結果の考察

三日前、前日の行動選択結果を使用し、同様の変数を使用して三日前と前日で独立にパラメータ推定を行った結果、通行可能性情報の精度として定義した基幹変数となる所要時間の期待値と所要時間の分散は、情報が提供されるタイミングで異なることが明らかとなった。提供タイミングによる精度の上昇は行動選択にあまり影響しておらず、提示されている所要時間や通行止め確率の行動選択への影響が発行予定当日に近づくほど大きくなり、通行可能性が結果的に行動選択に大きく影響していると考えられる。また、基幹変数の符号条件が正しく推定されたが、提示した通行可能性情報の精度に関しては、正しく認識されているかどうかは今後検証していく必要がある。

「予定通りのルートを走行する」選択肢には群馬県ダミーを導入したが、雪道の経験が多い特性を変数に導入しようとした結果、雪道苦手ダミーや新潟県ダミーよりも推定結果が

良かったため群馬県ダミーとなっている。三日前と前日で符号条件も異なるため、居住地特性による行動選択への影響は少ないものと考えられる。

「迂回ルートを走行する」選択肢には首都圏ダミーを導入した結果、首都圏は迂回行動を選択しやすいことが分かった。実際に新潟県へ向かうために高速道路を使用して広域迂回を行うことを考えると、東北自動車道-磐越自動車道ルートや、関越自動車道-上信越自動車道といったように容易にルート変更を行いやすい位置関係から迂回が選択されやすい傾向が出ているのではないかと考える。調査の課題として、このような位置関係で迂回が行われやすいかを調べるためにも、広域迂回経験を尋ねるべきであったと考えられる。

「車での移動または予定を中止する」選択肢に導入した各種ダミー変数は比較的有意に推定することができ、プレ調査から改善がみられた。結果には記載していないが、今回推定にあたり、移動目的に関するダミー変数を導入して推定を試みたが、現段階ではこのダミー変数の組み合わせが最も尤度が高い組み合わせであった。モデルの適合度とバランスを取りながら、移動目的への影響を明らかにする分析が今後の課題であると考えられる。

## 7. まとめ

本調査では、第一回調査の課題から、通行可能性情報の改良と情報の精度の定量化、提供タイミングごとの行動選択モデルの構築、提供タイミングにおける行動選択結果の遷移に着目した調査・分析手法の検討および行動モデルの構築を行った。第二回調査で得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 調査の集計結果より、関越自動車道の冬期利用では、スキー・レジャー目的での移動経験が最も多く、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った。移動目的の行動選択への影響は、「車での移動または予定を中止する」選択が観光目的で比較的高くなっており、目的次第ではトリップの取りやめが可能であることが伺える結果となった。近年の冬期の情報提供の傾向として、「不要不急の外出を控える」要請をすることが多い。個人のにとってどのような移動目的が不要不急なのかを定義し、行動変容が比較的可能な移動目的を明らかにしていくことが必要であると考えられる。
- 2) 調査の集計結果より、雪道の経験や不安、スタッドレスタイヤの保有状況には居住地特性がみられ、特に新潟県では、雪道の経験が多く、雪道への不安が少ないと回答する割合が多かった。また、行動モデルに関しても雪道苦手ダミーとして、雪道の経験が少ない人、雪道への不安がある人、スタッドレスタイヤを装備していない人に関するダミー変数が「車での移動または予定を中止する」行動に有意に働いており、行動選択に

影響を与えていることが明らかとなった。

- 3) 調査の集計結果より、情報提供に関して、出発予定日の1日前に情報を参照する人が多いことが明らかになった。また、情報を参照するタイミングも1日前を境に、新潟県では1日前から出発予定日直前までに参照する人が多く、1日以上前から情報を参照する人は首都圏で多く、情報参照を行うタイミングについても居住地特性が見られた。提供される情報では気象予報の他に、高速道路の通行可能性に関して重要であるとしている人が多いことが明らかとなった。冬期高速道路における通行可能性情報は行動選択を行う上で重要であると考えられる。
- 4) 行動モデルの推定結果より、通行可能性情報から算出した所要時間の平均（期待値）と分散では、出発予定日の三日前の行動選択と前日の行動選択で、三日前は分散の行動選択への影響が強く、前日は所要時間の期待値の行動選択への影響が強いことが明らかとなった。出発予定日に近づくほど、通行止め確率と所要時間から算出された期待値付近のばらつきは意識されづらい傾向が考えられる。

今後の課題としては、各種行動モデルの推定結果の有意性の向上が課題であり、各種変数の見直しや、サンプルバイアスの解消等が必要であると考えられる。また、調査設計の課題としては、設定した情報の精度を正しく回答者が知覚できているかという点で、情報の精度を示すパラメータの符号条件が正しく推定できたことを除き、明らかにできていない。今後はこの情報の精度を様々な方法で定義し、調査および分析を行っていく必要があると考えられる。また、本研究では、主に一般車を対象とした調査を実施し、回答者の想定する移

動目的も主に観光目的を想定した行動選択が多く、大型車、貨物車を使用する移動目的での回答は少ない結果となった。大型車、貨物車は特に、長期滞留を引き起こすスタックの直接的な原因ともなっているため、荷主やトラックドライバーを中心に調査および分析を行っていく必要があると考えられる。

## 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) 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
- 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/2020/3/210331dourobu.pdf>，（2021年6月11日アクセス）
- 4) 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.470IV
- 5) 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
- 6) Carlos Carrion, David Levinson: Value of travel time reliability: A review of current evidence, Volume 46, Issue 4, May 2012, Pages 720-741
- 7) 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
- 8) 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ひ」，[https://www.driveplaza.com/assets/pdf/trip/area/niiigata/event/initiatives\\_requests.pdf](https://www.driveplaza.com/assets/pdf/trip/area/niiigata/event/initiatives_requests.pdf)，（2022年6月20日アクセス）