

冬期の情報提供による 行動変容への影響分析

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、冬期の情報提供を想定し、情報が提供されるタイミングと、提供情報の精度に着目し、行動選択に与える影響を定量的に分析することを目的とする。本稿では、事前調査として、学生を対象に、冬期を想定した WEB アンケートによる SP 調査を実施し、行動選択モデルを構築した。分析の結果、所要時間情報が選択行動に影響を与えていることが明らかになり、提供するタイミングでの違いもみられた。しかし、提供情報の精度に関しては有意に働かなかったことや、表現が適当でなかったことなどの課題も明らかとなった。

Key Words: behavior change, provision of information, behavior choice, road closure

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、様々な媒体を活用して、豪雪予報がなされるタイミングのみならず、冬期に繰り返し出控えや経路の変更といった行動変容を促すための情報提供も行われている。

しかし、このような事前対策としての情報提供が、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、大沼ら²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を聞くための WEB アンケート³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、提供情報の精度を情報量で表現しており、情報の精度指標に課題が残った。

よって本研究では大沼ら²⁾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⁴⁾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⁴⁾は、経路選択行動を動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⁵⁾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。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期の観光目的（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特性を見つけたいと考えている。

また、Carion and Levinson⁶⁾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。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。大沼ら²⁾が行った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⁷⁾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⁷⁾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⁸⁾。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、冬期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. 冬期行動調査の設計

(1) 調査概要

本研究は大沼ら²⁾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 Preference Survey) によって分析しようと計画している。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行う予定である。調査実施後は得られた結果から高速道路利用者の出発予定日より前に提供される情報の精度や提供されるタイミングが選択行動にどのような影響を与えるのかについて分析する。本稿では、冬期に実施する WEB アンケートによる SP 調査 (Stated Preference Survey) に備え、長岡技術科学大学の学生を対象として行った事前調査から得られた結果を分析する。

(2) 事前調査の流れ

事前調査の流れを以下に示す。

- 1) 個人属性
- 2) 運転経験
- 3) 情報提供に関して
- 4) 関越自動車道の運転経験
- 5) 行動選択 (SP)

まず初めに個人属性として、居住地、運転免許の保有、自家用車の保有等を尋ねた。本研究では、冬期の想定で、実際に運転するドライバーを対象としている。そのため、運転免許を保有していない人、自家用車を保有していない人は本研究の対象外とした。

次に回答者の運転経験として、日常の運転頻度、高速道路の利用頻度、雪道の運転経験、チェーンやスタッドレスタイヤ等の車の装備について等を尋ねる。大沼ら²⁾の調査でも運転経験に関しては選択行動に影響を与えることを明らかにしていたため、本調査でも同様に尋ねるほか、これまでに降雪の影響で事故やスタックの恐れを感じたことがあるかについても新たに尋ねた。

次に情報提供に関しての設問では、どのような媒体から情報を収集するか、冬期に運転する際、出発予定時刻よりどれくらい前から情報を見て予定を決めるか、情報内容の中で所要時間や降雪予報など、どのような情報を重視しているかについて尋ねた。

次に、関越自動車道を使用して県外へ移動した経験とその際の移動目的について尋ねる。ここでの移動目的

を、実際の行動選択に関する設問で想定してもらう。行動選択に関する設問に関しては、(4)で説明する。

(3) 想定するトリップ

事前調査の行動選択で想定したトリップは、仮想のネットワークを想定し、所要時間が3時間の高速道路の走行を予定していることとし、代替路として、所要時間が4時間の高速道路を使用した広域迂回路を設定した。この2経路の走行距離の差は100kmとし、料金は広域迂回割引を適用したとして同様の高速道路料金を提示した。

(4) 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。

提示する情報内容については図-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(3)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、予測情報の内容と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 SP 調査の設計を行った。要因と水準を整理したものを表-1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、前日の行動選択では、3日前の情報からどのように変化したかを踏まえて行動選択してもらうため、本来、3日前と前日の情報の精度の変化には組み合わせが発生する。しかし、事前調査では小サンプル試験になることが見込まれたため、この組み合わせは事前に9通り

表-1 要因と水準の整理

調査項目	情報提供のタイミング	3日前	前日	
	SP調査	平均所要時間 (通常時) (h)	3.5	3.75
平均所要時間 (通行止め時) (h)		5	5.5	6
通行止め確率 (%) ※0は前日時に提示		30 (20)	50 (50)	70 (80)
迂回路	平均所要時間 (通常時) (h)	4	4.25	4.5
	平均所要時間 (通行止め時) (h)	6	6.5	7
	通行止め確率 (%)	5	15	25

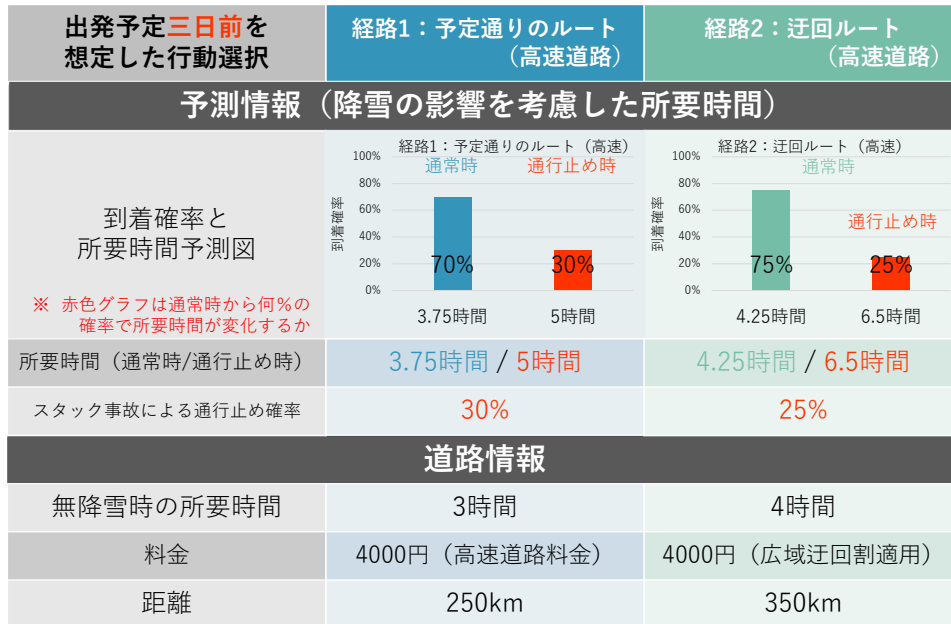


図-1 提示する情報

に設定した。組み合わせについては、「予定通りのルートを走行する」通常時の所要時間を軸に、通行止め確率が必ず変化する組み合わせで設定した。回答者には、この三日前から前日を想定した行動選択を異なる3パターン回答させた。

(5) 情報の精度表現

事前調査では、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。

4. 事前調査結果

(1) 事前調査回収結果と集計結果

学生を対象に事前調査として行った WEB アンケートによる SP 調査 (Stated Preference Survey) の回収数は 56 サンプルで、運転免許を保有していない人、自家用車を保有していない人を除き、49 サンプルを対象とした。行動モデルは一人につき 3 パターン回答させたため、行動

モデル構築には 147 サンプルを使用する。

行動モデルのパラメータ推定前に、集計結果について説明する。まず、運転経験については、日常の運転頻度が毎日 30 分程度運転している人が約 50%と過半数を占めていた。高速道路の利用頻度では、3 月に 1 回程度の利用頻度が約 24%で、1 週間に 1 回以上利用している人はほとんど見られなかった。雪道の運転経験では、降積雪時には毎日運転している人が約 60%で過半数を占めていた。長岡市の気候を考えると妥当な結果となった。

次に情報提供に関する設問では、冬期に運転する前に事前に情報を確認するかという設問で、事前に確認している人が約 77%で、残りが確認していないと回答した。情報を参照する媒体については、スマートフォンを使用する人が多く、次いでテレビが多い結果となった。また、冬期に高速道路を使用した長距離移動を行う際に、出発予定時刻よりどれだけ前に情報を参照するかに関する設問では、1 日前 (24 時間前) に参照する人が 37%で最も多かった。

関越自動車道の利用経験では、帰省を目的とした移動を行う人が 50%、スキー・レジャー目的で利用する人が 27%という結果になった。

5. 冬期行動選択モデルの構築

(1) 行動選択モデルの概要

本研究では、情報を提供するタイミングと提供情報の精度に着目し、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ために行動モデルの構築を行う。行動モデルの構築にあたり、「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つの選択肢に関して、本研究では式(1)の効用関数を目標とする。

$$U = \beta_1 \cdot E[T] + \beta_2 \cdot Var[T] + \varepsilon \quad (1)$$

$E[T]$ は所要時間の期待値で、 $Var[T]$ は所要時間の分散を表しており、この分散の部分が情報の精度を表現している。これを、情報を提供するタイミングで独立にパラメータ推定を行い、比較することで、情報提供タイミングと提供情報の精度が選択行動にどのような影響を与えているかを分析しようと考えている。

また、本研究では、移動中止といった行動しない選択肢を設定している。移動中止の要因としては、移動目的による制約が影響の一つとして考えられる。そのため、移動目的を細かく設問で尋ねて、ダミー変数として効用関数に導入するほか、冬期の運転経験や車の装備等もダミー変数として導入する。

行動選択モデルはネスティッドロジットモデルで推定する。最尤推定におけるアルゴリズムは、準ニュートン法を採用した。ネスト構造は、予定を中止するか、しないかに分岐し、予定を中止しない分岐には、「予定通りのルートを走行する」と「迂回ルートを走行する」の2択が入る。

(2) 冬期行動モデルの推定結果

事前調査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-2に示す。所要時間の期待値および分散については、離散確率変数における算定方式に従って設定した所要時間と通行止め確率から算出した。また、パラメータ推定にあたり、説明変数は標準化を行っている。

モデル全体の尤度比を見ると、三日前、前日ともに尤度比は高く推定することができている。また、スケールパラメータの値も0~1の範囲に収まっているためモデルは妥当であると考えられる。

各変数に着目すると、所要時間の期待値に関しては、パラメータ、t値、符号条件ともに有意な結果となった。三日前と前日を比較すると三日前がやや所要時間情報の影響が大きいという結果が出た。

分散では、有意な結果とならず、符号条件も正しく推定されなかった。原因としては、図-1のグラフから所要時間のばらつきを回答者が正しく理解できていないことが考えられるため、情報の精度の部分の提示には改善が必要であることが考えられる。

表-2 パラメータの推定結果

※説明変数は標準化	三日前想定		前日想定	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
所要時間の期待値	-0.75	-3.19	-0.64	-4.32
所要時間の分散	0.04	0.27	0.26	1.59
高速道路定数項	-0.35	-1.89	-0.37	-1.79
雪道経験なしダミー	1.31	1.45	8.28	0.69
チェーン非所持ダミー	0.09	0.15	-2.83	-0.51
移動目的：スキーダミー	0.51	1.08	-1.52	-0.36
移動中止定数項	-3.06	-1.23	-27.30	-0.71
スケールパラメータ	0.87	1.39	0.08	0.73
尤度比	0.40		0.36	
修正済み尤度比	0.36		0.32	
サンプル数	147		147	

「車での移動または予定を中止する」選択肢には、表中のダミー変数および定数項を導入している。しかし、どの変数もあまり有意な結果とはならなかった。今回の事前調査は小サンプル試験となってしまったため、そのためサンプルサイズを大きくし、適切なダミー変数の設定を行う必要があると考えられる。また、学生を対象として行った実験のため、移動目的が業務や通勤等の移動目的を回収できていないため、移動目的によるダミー変数も今後の課題であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、情報を提供するタイミングと提供情報の精度に着目し、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に関する事前の情報提供が行動選択に与える影響を明らかにするために、行動モデルの推定を行った。行動モデルは情報が提供されるタイミングで独立に推定した結果、尤度比を高く推定することができたほか、所要時間情報が回答者の行動選択に大きく影響を与えていることが明らかになった。また、三日前と前日の想定では三日前のほうがやや所要時間情報の影響が大きいことが明らかとなった。しかし、情報の精度を示す所要時間の分散に関しては、有意な結果とはならなかった。原因としては、提示している情報では所要時間のばらつきが回答者に理解されていなかったことが考えられる。また、今回の提示情報であれば、効用関数は式(1)のみとは限らない。そのため、さらにモデルの改良を行う必要があると考えられる。

本稿は冬期を想定した情報提供と行動選択を分析するための事前調査として調査設計から行動モデルの推定までを行った。この調査によって、適切な情報の精度指標を設定し、回答者が情報の精度を認識できる調査設計を検討すること、様々な属性を持つサンプルを増やし、移動中止という行動選択を説明できる個人属性を獲得する

ことなどの様々な課題が明らかとなった。この課題を活用して本調査の調査設計および分析手法を検討していきたいと考える。

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.470/IV
- 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い」, https://www.driveplaza.com/assets/pdf/trip/area/niigata/event/initiatives_requests.pdf, (2022年6月20日アクセス)

(Received???)

(Accepted???)

ANALYSIS OF THE IMPACT OF PROVISION OF WINTER INFORMATION ON BEHAVIOR CHANGE

Kanji ONUMA, Kazushi SANO, Takumi TAKAKURA,
Teppei KATO, Yoko MATSUDA, Tetsuro HARAYAMA

In recent years, heavy snowfall on the Sea of Japan coast during the winter has caused long-term road closure due to stuck vehicles on expressways. As a countermeasure to prevent such long-term road closure, information is providing to encourage users to behavior change. The purpose of this study is to quantitatively analyze the effect of information provision on behavioral choices by focusing on the timing of information provision and the accuracy of the information provided, assuming that information is provided during the winter season. In this paper, we conducted a preliminary SP survey by means of a web-based questionnaire targeting students, assuming the winter season, and constructed a model of action selection. The results of the analysis revealed that the time required information had an influence on the choice behavior, and differences were also observed in the timing of the information provided. However, the accuracy of the information provided did not work significantly, and some issues were also revealed, such as the fact that the expressions were not appropriate.