

## 峠部区間における冬期道路情報提供の評価に関する一考察

A Note on Evaluation of Winter Road Information Provision on Mountain Pass

室蘭工業大学	○学生員	上出紗規子 (Sakiko KAMIDE)
北海道開発土木研究所	正員	有村幹治 (Mikiharu ARIMURA)
北海道開発土木研究所	正員	加治屋安彦 (Yasuhiko KAJIYA)
室蘭工業大学	学生員	三澤勉 (Tsutomu MISAWA)
室蘭工業大学	正員	田村亨 (Tohru TAMURA)

## 1. はじめに

社会資本に対する投資余力が減少傾向にある我が国では、既存の社会資本のストック化、及びそれを賢く利用する方法論の構築が急務とされている。そのため、情報コミュニケーション技術を地域特性に合わせて適用する交通需要マネジメント施策に期待が寄せられている。

積雪寒冷地域では、地域独自の交通問題として冬期の道路交通の安全性確保が挙げられる。そのため現在、気象条件が厳しく、天候や路面状況の変化が大きい峠部を対象として、走行する道路利用者への局所的な道路情報提供実験が各地で実施されている。

峠部の情報を得ることで、道路利用者は、例えば、代替経路の選択、トリップの中止、またトリップ開始時刻の変更等、より多くの交通行動を選択することができる。峠部の道路情報事業は、このような交通行動上の選択肢の増大を通して道路利用者のサービスレベルを増加させる可能性がある。しかし今後の道路事業としての情報提供事業の運用を考慮すると、現在のところ明確な費用便益評価フレームが確立した状況には無いことが問題として挙げられている。

そこで本研究は、峠部を対象とした情報提供の価値を选好意識調査により推定することを目的として、学生を対象としたアンケートから、情報提供により回避できるリスクを便益原単位として推定することを試みた。また、構築したモデルを用いて峠部の情報提供便益をケーススタディとして試算し、选好意識調査における被験者の回答特性と、評価フレームの課題について考察を行った。

## 2. 既存研究

峠部を対象とした道路情報提供の既存研究として、森杉<sup>1)</sup>らの研究がある。これは、都市間移動に峠部のルートと平野部のルートが存在する本州の地域を対象として、晴天時と荒天時の情報内容ごとの価値を、費用便益分析を用いて計測したものである。Wold<sup>2)</sup>らの研究では、ノルウェーのオスロを対象として、通勤ラッシュ時の渋滞情報や遅れ時間の情報に対する支払意志額の計測を、CVM と选好意識調査を用いて行っている。この研究では、事故などによる突発的な遅れの情報提供、移動中に現在走っている道路の遅れ予測がわかるというサービス、また、家を出る前に目的地まで最も早く到達できるルートを知らせるサービスといった、情報提供の種類毎の支払意志額を計測している。アンケートを複数の方法でとり、データの精査基準も示すなど、調査のフレームを示すことが重視されている。また、旭川～北見間の峠

部を対象とした研究としては、岸<sup>3)</sup>らによるものがあり、心理的負担軽減という観点から高規格道路の整備効果が計測されている。

本研究は、森杉<sup>1)</sup>らが提案した評価フレームを基礎としているが、选好意識調査の設問上の簡便性から料金項と走行時間の遅れ時間のみで走行便益の推定を行うこと、及び目的地への代替路が全て峠部を通過するネットワークの情報提供便益の推定を行うこと、が特徴となる。

## 3. 峠の道路情報価値

## 3.1 本研究における情報提供形態の定義

本研究での道路情報とは、道路管理者が提供する峠部の路面状況、通行止め情報とその代替路情報とする。峠の天気予報は道路管理者以外からの提供情報として、全ての道路利用者が何らかの手段により入手することができるものとする。また、これらの情報の提供手段は、トリップの開始前と移動中に行うものとする。

## 3.2 利用者便益の計測フレーム

これは森杉<sup>1)</sup>らの研究にあるとおり、情報提供による経路選択の変化によって生じる配分交通量の変化から一般化費用の減少分を計算する方法をとった。この経路選択の変化および一般化費用の算定には以下の効用関数を用いた。

$$V_i = a_1 X_{i1} + a_2 X_{i2} \quad (1)$$

ここで、 $V_i$ : ルート  $i$  の効用

$a_1$ : 最大遅れ時間のパラメータ

$a_2$ : 料金のパラメータ

$X_{i1}$ : ルート  $i$  の最大遅れ時間

$X_{i2}$ : ルート  $i$  の料金

上記の効用関数を用いて各ルートの選択確率の推定と便益計測を行う。ルート  $i$  の選択確率の式は、

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\sum \exp(V_i)} \quad (2)$$

であり、一般化費用は次式で表される。

$$C_i = \left( \sum_k \frac{a_k}{a_2} X_{ik} \right) \times P_i \times OD \times D_i \quad (3)$$

OD: OD 交通量

$D_i$ : 天候の発現日数

本研究では、この一般化費用  $C_i$  を天候別に求め、情報がある場合、ない場合についてそれぞれ合計する。そして、情報がない場合の一般化費用から情報がある場合の一般化費用を引いた値をその OD における便益とした。

### 3.3 アンケート調査

前節で示した一般化費用のパラメータを推定するために、アンケート調査を行った。アンケートは、大きく分けて2種類である。1つ目は、便益計測に用いるための見込み遅れ時間を尋ねるもの、2つ目は前節に述べたパラメータ推定のための一対比較形式のアンケートである。

#### (1) 見込み遅れ時間

これは、普段走行する峠の所要時間が夏期通常時に 60 分であると仮定し、この峠を冬に走行する場合を想定して回答してもらった。質問は、走行に支障がありそうな場合となさそうな場合について、情報なしで遅れ時間を予測するものと、情報を得て遅れ時間を予測するものとに分けて行った。

#### (2) 一対比較形式アンケート

出発地の天候や峠の天気予報が良好な場合と雪や吹雪などの悪天候の場合に分け、それぞれの場合について質問した。ただし、日中と夜間とは同じ天候・同じ路面状況であっても運転の条件が異なると考えられるため、今回の調査では日中に走行することを想定して回答してもらった。アンケートの第1段階として、回答者に各天候のときの峠の路面状況の予想を尋ねた。回答は、①路面が見える状態(乾燥や濡れた状態)、②路面は見えないがすべりにくい状態(圧雪状態)、③路面が見えず、すべりやすい状態(アイスバーン状態)の3つから選択してもらった。第2段階として、情報提供のある有料ルートと情報提供のない無料ルートの2つのルートが存在する仮定の峠を通行する場合、どちらを選択するかを質問した。このとき、料金と最大遅れ時間が異なる複数の質問を用意してそれぞれの場合にどちらを選ぶかを尋ねている。表-1に各選択肢の条件を示す。

ここで最大遅れ時間とは路面状況や天候等の影響で最短所要時間からの遅れが生じると仮定し、その遅れの最大値と定義した。

表-1 一対比較の条件

	選択肢①	選択肢②
路面状況の情報	あり	なし
通行止めによる代替路情報	あり	なし
最短所要時間	1時間	1時間
最大遅れ時間	10分~30分	20分~50分
料金	100円~400円	無料

#### (3) 回答者

アンケートの回答は、室蘭工業大学大学院博士前期課程の大学院生 35 人に依頼した。情報価値の計測に用いたのは、有効サンプルと確認できた 20 人分のデータである。有効サンプルの選定方法については、3.4(1)で述べる。回答者の属性は、対象地域を夏期のみ走行したことがある人が3人、冬期のみ走行したことがある人が0人、夏期・冬期ともに走行したことがある人が0人、走行したことがない人が17人となっている。また、回答者のうちほぼ毎日運転する・週に

3~5日運転するという人は合わせて 10 人、一方まったく運転しない人も3人いる。

### 3.4 アンケートおよびパラメータ推定結果

#### (1) データの精査

先に述べたように、アンケートの回答は 33 人から得ることができた。しかし、これらの回答の中には天候や想定路面状況、料金や時間のいずれの影響も受けていないと考えられる回答や、単一の要素でルート選択をしていると考えられる回答がある。これらの回答をモデル推定に用いるとモデル全体の説明力が低下するため、これらの回答を除いてパラメータ推定を行った。同じ理由で、大きな論理矛盾があると判断される回答も除いて推定を行った。

#### (2) 見込み遅れ時間

見込み遅れ時間の集計結果を表-2に示す。

表-2 見込み遅れ時間

走行への支障	情報なし		情報あり	
	なし	あり	なし	あり
平均見込み遅れ時間(分)	21	44	13	38

予想される走行支障の有無に関わらず、情報提供がある場合のほうがない場合に比べて見込み遅れ時間は減少する。これは、峠の状況の不確定要素が減少するためだと考えられる。

#### (3) パラメータ推定結果

パラメータの推定はアンケートの第1段階で聞いた想定路面状況ごとに行った。結果は表-3に示す。

表-3 パラメータ推定結果・自由度調整済み尤度比

想定路面	最大遅れ時間	料金	尤度比
乾燥 or 湿潤	-1.07E-01 (-3.4877)	-1.14E-02 (-4.7759)	0.218
圧雪	-1.56E-01 (-5.7556)	-9.73E-03 (-5.7291)	0.2034
アイスバーン	-1.33E-01 (-5.9524)	-7.66E-03 (-5.5942)	0.1433

( )内はt値

パラメータのt値は5%有意であり、統計的に良好であると考えられる。また、尤度比はアイスバーン路面の場合に若干低くなっているが、これ以上のデータの精査を行うとかえって全体の結果が悪化するため、このパラメータを採用することとした。また、便益原単位は最大遅れ時間のパラメータを料金のパラメータで除したものとして計算した。結果は表-4のとおりである。

表-4 便益原単位(円/台・分)

想定路面	便益原単位
乾燥 or 湿潤	9.35
圧雪	15.98
アイスバーン	17.42

このように、路面状況が悪化するにつれ、便益原単位は上昇する。つまり、情報を提供することによる便益は回答者が想定する路面が悪いほど上昇する。また、すべりやすい路面かどうかという区分ではあまり大きな差はないが、冬期にしか出現しない路面の場合と、夏期とあまり変わらない路面の場合の差は顕著である。このことから、冬期という季節が大きな要因となっていると考えられる。

#### (4) 路面状況ごとの情報価値の天候との関連

前項では、路面状況ごとの便益原単位を計算したが、ここではどんな天候の場合にどの程度情報価値が発生するかを見る。これは、情報の価値を計測する場合に、想定路面状況という主観的要因で考えると予測が難しくなるため、客観的要因として天候を使って計測を行うものである。まず、アンケートの結果から晴天時と荒天時に、回答者がどのような路面を想定するかを図-1に示す。晴天時には、冬期特有の路面状況を想定する人が60%であるのに対し、荒天時にはこの状況を想定する人が95%にのぼる。この割合と(2)で示した便益原単位を比例配分して天候ごとの便益原単位を求めた。結果は表-5に示す。

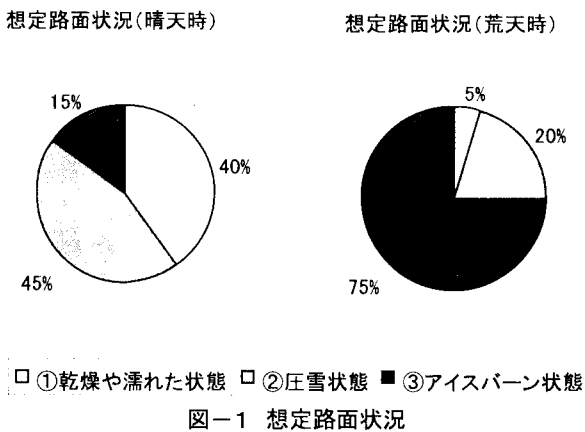


表-5 便益原単位 (円/台・分)

	便益原単位
晴天	13.54
荒天	16.73

晴天時より荒天時のほうが便益原単位は大きい。しかし、夏期とあまり変わらない路面と冬期特有の路面との違いほど顕著な差は現れない。これは季節そのものの影響が強く現れているためと考えられる。

## 4. ケーススタディ

### 4.1 対象地域

本研究では、前章で推定した便益原単位を用いて峠部の情報提供価値を試算した。対象とした地域は、国道39号石北峠(ルートA)、旭川〜北見を結ぶ国道450号・旭川紋別自動車道(ルートB)である。その理由として両都市間の移動には二つのルートが存在するものの、いずれも峠部を通らなければならないという特徴があること、比較的両峠部が近接していることから、情報提供による代替経路として機能する可能性が高いことである(図-2)。

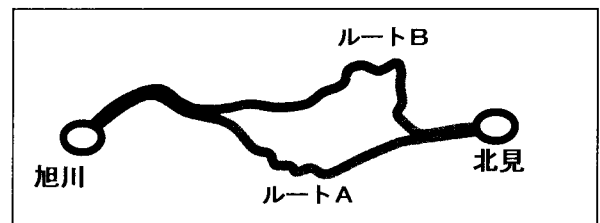


図-2 ケーススタディの対象地域

### 4.2 使用データ

#### (1) 交通量

交通量は、平成11年センサスデータをもとに、冬期の交通量低下を考慮して試算した。冬期交通量の低下率は、平成13年交通量常時観測集計報告書から11月〜翌年4月までの各月の月間係数を取得、これを10月の月間係数で除した値の平均値をとってこれを冬期の交通量低下率として用いた。また、センサスの交通量観測点と交通量常時観測報告書の観測点が一一致しなかったため、センサスの観測点に最も近い常時観測報告書の観測点の月間係数を用いることとした。ケーススタディにおける交通量データと仮定した冬期の交通量低下率および修正後の交通量を表-6に示す。

表-6 各ルートの交通量 (昼間12時間)

	交通量 (台)	低下率	冬期交通量 (台)
ルートA	4580	0.9105	4170
ルートB	2979	0.6976	2078

#### (2) 所要時間

各OD間の距離は、道路時刻表より求めた。また、夏期所要時間は、それぞれのルートを時速60kmで走行したときの所要時間とした。冬期の所要時間は実際の所要時間がわからないこと、情報がある場合・ない場合に利用者が所要時間をどのように見込むのかが不明であることから、表-2に示した見込みの遅れ時間をもとにアンケート結果からそれぞれ試算した。その結果を表-7に示す。

表-7 各ルートの距離および予想所要時間

経由ルート		ルートA	ルートB	
距離(km)		159.2	162.6	
夏期所要時間(h)		2.65	2.72	
予想所要時間	情報あり(h)	晴天	3.22	3.30
		荒天	4.33	4.43
	情報なし(h)	晴天	3.58	3.67
		荒天	4.60	4.72

### 4.3 一般化費用による試算結果

前節に示したデータを使い、各状況におけるルート選択確率と一般化費用を試算した結果が表-8である。

ルート選択確率は、想定路面状況ごとのパラメータと、各天候における路面予想割合をもとに、天候ごとのルート選択確率を求めた。これは、想定路面状況を明確にルート選択確率に反映させるためである。また、ルート選択確率および

便益計測の際、最短所要時間と遅れ時間はまとめて所要時間という1つの変数として扱い、パラメータは最大遅れ時間を用いている。各天候の発現日数は、12月から翌年3月までの、1cm以上の降雪がある日数を、降雪日数出現率分布図<sup>4)</sup>から求めた値で、概算である。降雪は11月、4月にもありうるため、実際の降雪日数はこの数値より若干多いと考えられる。

表-8 一般化費用の差の試算結果

情報	天候	路線	選択確率	配分交通量	発現日数	一般化費用		一般化費用の差(億円)
						天候別	情報有無別	
あり	晴天	ルートA	0.66	4124	85	14.0	23.9	2.1
		ルートB	0.34	2124				
	荒天	ルートA	0.69	4311	36	9.9		
		ルートB	0.31	1937				
なし	晴天	ルートA	0.66	4124	85	15.6	26	
		ルートB	0.34	2124				
	荒天	ルートA	0.72	4499	36	10.4		
		ルートB	0.28	1749				

#### 4.4 考察

各ルートとも料金はかからないので、選択確率は所要時間のみに影響される。よって時間の短いルートに交通が集中することになる。また、晴天時には情報有無に関わらず選択確率に差はあまり見られなかった。これは、本研究における天候別発現日数は、両峠部において同時に発現するものとして算出しているため、どちらか一方の峠の状況が他方の峠の状況と比較して良好な場合の経路選択行動を考慮していないためと考えられる。今後、両峠の天候状況の同時発生確率が得られることで、より詳細に便益を算出できるものと考えられる。

また全体傾向としては、情報が無いときのほうが一方のルートに集中する傾向がある。これは、持っている情報が少なく、自分が予測する所要時間のみを頼りに経路を選択するため、短時間での走行を予想するルートに集中していると思われる。逆に情報がある場合には、時間以外に路面状況の要素がルート選択に関わってくるため、時間が余分にかかるルートであっても選択確率が上がったものと考えられる。

ケーススタディにおける情報の有無により生じる一般化費用の差は、冬期を4ヶ月間(121日間)と仮定して、約2.1億円(冬期)と試算された。しかし、①学生に対する小サンプルのアンケート結果による試算であること、②峠部区間での見込みの遅れ時間を、ケーススタディ対象路線の全路線延長での遅れ時間として比例換算していること、に留意する必要がある。特に①については、今後より詳細なアンケート調査から、信頼できる便益原単位を推定する必要があるものと考えられる。また②の仮定は、全行程の中で最も遅れが生じや

すいと考えられる区間の遅れ時間を、平地部を含む全行程に比例配分させることになるため、遅れ時間を過大に評価する可能性がある。そのため、より精緻な評価のためには、当該路線における詳細な旅行時間分布が必要となり、プローブデータの利用等、今後のモニタリングの充実が期待される。

#### 5. まとめ

本研究では、代替路も峠である峠部の道路情報提供による便益推定のために学生に対する選好意識調査を試みた。また、推定された便益原単位を用いてケーススタディによる便益の算定を試み、評価フレームの課題に関して考察を行った。

本研究で明らかになった点は以下のとおりである。

- (1) 利用者は、路面状況や視界などの情報が提供されると、そうでないときに比べて、走行遅れ時間を少なく見積もる傾向がある。これは、情報提供がない場合は遅れ時間を大きめに予測し、情報を得たときにそれを補正するためと考えられる。
- (2) 利用者の想定路面状況ごとの便益原単位は、圧雪やアイスバーンなど冬期特有の路面状況による走行負担増により高くなることから、冬期の峠情報に対するニーズを確認できたといえる。
- (3) 天候と、利用者の路面状況予測との関連を示した。天候が良いときは、短期的な将来においてもそれが続くことを予想し、乾燥・湿潤を予測する利用者が多く、天候が悪いときには、安全面の最大のリスクを予想して、凍結を予測する利用者が多い。

本研究の課題としては、今回は実際に対象地域の峠を走行したことの少ない、または全くない被験者のアンケート結果を用いて便益を計測したこと、峠の勾配や線形、ルート沿線の環境などを考慮していないこと、昼間の走行に限定して便益の計測を行い、夜間の情報提供に関しては考慮していないこと、初冬・晩冬と厳冬期とを区別していないこと、天候や路面状況による遅れ時間の真値が得られていないことが挙げられる。

今後、より正確な便益計測のためには、評価対象地域の峠部を通行するドライバーに対する調査が必要であることはいうまでもない。また、今回は便益評価のみを推定したが、峠部の交通情報提供施策に要するライフサイクルコストを考慮した費用便益分析のための評価フレームが必要になると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 森杉壽芳・林山泰久・斎藤雅樹・阿子島学: 冬季峠部の道路交通情報の便益, 土木計画学研究・講演集 24(1), pp.205-208
- 2) Hakon Wold, Marit Killi, Hanne Samstad: Travellers' Valuation of Traffic Information a Stated Preference Survey, ITS World Congress 2003, CD-ROM
- 3) 岸邦宏・佐藤宏城・長岡修・佐藤馨一: ロジック型価格感度測定法による山間部高規格幹線道路の心理的負担軽減評価, 土木学会第57回年次学術講演会, CD-ROM
- 4) 北海道開発土木研究所: 道路吹雪対策マニュアル