

山間部高規格道路開通による心理的負担軽減の定量的評価

Quantitative Evaluation of Reducing Mental Burden by Opening Expressway in Mountainous Area

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 加藤 真一 (Shinichi Kato)
北海道大学大学院工学研究科 正員 岸 邦宏 (Kunihiro Kishi)

1. はじめに

平成19年10月に道東自動車道十勝清水IC～トマムIC間が開通し、さらに平成21年10月にはトマムIC～占冠IC間が開通した。それまでは道央と道東を自動車で移動するには、急カーブ、急勾配の多い一般国道274号日勝峠を通行するのが中心であったが、道東自動車道開通後は、文字通り規格の高い、安全な道路を通行することが可能となった。

道路整備による効果として、主に時間短縮、走行費用削減、交通事故削減効果が取り上げられるが、道東自動車道をはじめとする山間部道路では、特に安全・安心して走行できることが重要であると考えられる。安全に関しては交通事故の削減で分析することが可能であるが、安心の評価としては、様々な観点から各方面で研究が進められている。

本研究は、山間部道路の安心の評価について、心理的負担の軽減の観点から定量的に評価する手法を構築することを目的とする。筆者らはこれまで、心理的負担指数(IMB)を提案してきた¹⁾が、天候状況を考慮した場合の心理的負担軽減とロジット型価格感度測定法による安全・安心の価値との関連性について分析を行う。

2. 本研究の対象地域

(1) 日勝峠と道東自動車道

一般国道274号日勝峠と並行する山間部高規格道路である道東自動車道十勝清水IC～占冠IC間を対象地域の一つとする。日勝峠は、急カーブ、急勾配が多く、最高標高が1,022mであり、一年を通して霧や降雪、吹雪による通行障害が多く発生する。道東自動車道では、最高標高が約400m下がり、道路の線形も日勝峠と比較して格段に優れ、霧の発生日数が大幅に減少し、より安全・安心して通行することが可能である。



図1 一般国道274号日勝峠と道東道

(2) 石北峠と旭川紋別自動車道上越白滝道路

一般国道39号石北峠は最高標高が1,050mであり、日勝峠と並んで、北海道の中でも最も標高の高い峠の一つである。旭川紋別自動車道は、一般国道の自動車専用道路で、現在、上越白滝道路浮島IC～白滝IC間は無料で供用されている。



図2 一般国道39号石北峠と上越白滝道路

3. 意識調査の実施

本研究では、一般国道274号日勝峠と道東自動車道十勝清水IC～トマムIC間(表1)、また一般国道39号石北峠と上越白滝道路浮島IC～白滝IC間(表2)を通行しているドライバーを対象に意識調査を実施した。

表1 日勝峠と道東道の意識調査概要

調査対象	一般国道274号日勝峠 利用者	道東道十勝清水IC～トマムIC間 利用者
調査日	2009年10月16日～17日	
調査場所	道の駅「樹海ロード日高」	道東道「十勝清水IC本線料金所」
配布方法	直接配布・郵送回収	
配布票数	200票	600票
回収数	103票	227票
回収率	51.5%	37.8%

表2 石北峠と上越白滝道路の意識調査概要

調査対象	一般国道39号石北峠 利用者	上越白滝道路浮島IC～白滝IC間 利用者
調査日	2009年11月3日～4日	
調査場所	道の駅「おんねゆ温泉」	道の駅「まるせつ」
配布方法	直接配布・郵送回収	
配布票数	119票	177票
回収数	91票	106票
回収率	63.0%	61.6%

4. 山間部道路における心理的負担の定量的評価

(1) 山間部道路の評価

日勝峠と道東自動車道、また石北峠と上越白滝道路において、自身で運転して感じた心理的負担について尋ねた。その結果を図3,4に示す。日勝峠では心理的負担が「とてもあった」「ややあった」と回答したドライバーが全体の半数であったのに対し、道東自動車道では18%に減少して

いる。同様に石北峠で心理的負担が「とてもあった」「ややあった」と回答したドライバーが46%であったが、上越白滝道路では17%に減少している。また、カーブや勾配、道路延長、そして幅員についても同様に5段階での評価を行っている。

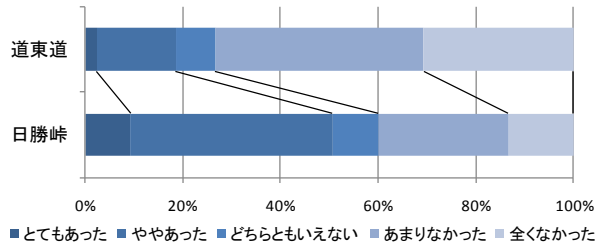


図3 日勝峠と道東道の心理的負担

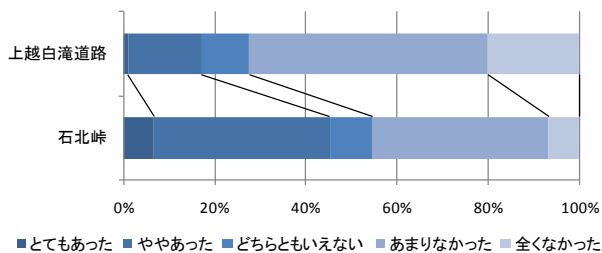


図4 石北峠と上越白滝道路の心理的負担

(2) 数量化理論Ⅱ類による分析

カーブや勾配、道路延長、そして幅員などの道路構造要因の評価をアイテムとし、心理的負担を外的基準として、また5段階評価を3段階評価として、数量化理論Ⅱ類による分析を行った。偏相関係数を表3にレンジを表4にそれぞれ示す。

表3 各アイテムの偏相関係数

	カーブ	勾配	幅員	延長
日勝峠	0.585	0.208	0.088	0.382
道東自動車道	0.339	0.101	0.147	0.231
石北峠	0.027	0.314	0.292	0.488
上越白滝道路	0.106	0.221	0.168	0.326

表4 各アイテムのレンジ

	カーブ	勾配	幅員	道路延長
日勝峠	1.89	0.58	0.33	1.03
道東自動車道	0.13	1.35	1.28	2.03
石北峠	2.29	0.46	0.66	0.84
上越白滝道路	0.54	1.16	1.13	1.35

日勝峠や道東自動車道ではカーブが最も大きく影響を受けていることが分かる。また、石北峠や上越白滝道路では道路延長の影響が大きいという結果となった。

(3) 心理的負担指数 (IMB) の算出¹⁾²⁾

本研究で用いる心理的負担指数 (Index of Mental Burden for Driving; IMB) とは、カーブや勾配、道路延長そして幅員といった道路構造を説明変数として、山間部における心

理的負担を定量化するものである。IMB は以下のように算出される。

$$\begin{aligned} \text{IMB} = & \text{「カーブのレンジ比」} \times \text{「Bendiness」} \\ & + \text{「勾配のレンジ比」} \times \text{「Hilliness」} \\ & + \text{「道路延長のレンジ比」} \times \text{「道路延長」} \\ & + \text{「幅員のレンジ比」} \times \text{「幅員の逆数」} \end{aligned}$$

ここで、Bendiness とは、ある区間における交角の和を区間距離で除したものであり、以下のように定義される。

$$\text{Bendiness} = \frac{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n (\text{deg})}{\text{Distance (km)}}$$

また、Hilliness とは、ある区間における上りの高低差を区間距離で除した HR と下りの高低差を区間距離で除した HF を合わせたもので、以下のように定義される。

$$\text{Hilliness} = \text{HR} + \text{HF}$$

$$\text{HR} = \frac{h_1 + h_3 + \dots + h_n (\text{m})}{\text{Distance (km)}}$$

$$\text{HF} = \frac{h_2 + h_4 + \dots + h_{n+1} (\text{m})}{\text{Distance (km)}}$$

以上の式から算出される、Bendiness、Hilliness、道路延長、そして幅員の値を示す。なお、分析では北海道内の主要峠の平均値で除したものを IMB の指標値として用いる。

表5 各山間部道路の指標値

	Bendiness	Hilliness	幅員	道路延長
日勝峠	1.57	1.11	0.17	1.58
道東自動車道	0.27	0.58	0.14	1.97
石北峠	1.17	0.79	0.15	1.37
上越白滝道路	0.21	0.33	0.14	1.00

次に、各説明変数のウェイトは数量化理論Ⅱ類で算出されたレンジ比を用いる (表6)。

表6 各アイテムのレンジ比

	カーブ	勾配	幅員	道路延長
日勝峠	0.49	0.15	0.09	0.27
道東自動車道	0.54	0.11	0.16	0.20
石北峠	0.03	0.28	0.27	0.42
上越白滝道路	0.13	0.28	0.27	0.32

以上から、心理的負担指数 IMB を算出した結果以下のようになった (表7)。

表7 IMB 算出結果

	日勝峠	道東自動車道	石北峠	上越白滝道路
IMB	1.38	0.62	0.88	0.48
減少率	44.8%		55.7%	

日勝峠を通行する人では1.38であったIMBが道東自動車道では0.62となり、減少率は44.8%となる。また、同様に石北峠で0.88であったIMBが上越白滝道路では0.48となり、55.7%減少した。このように、道東自動車道や上越白滝道路のような山間部高規格道路では、心理的負担が大幅に軽減されている。

(4) 積雪状況による心理的負担の変化

石北峠と上越白滝道路の意識調査では、11月3日は、天候が雪で、路面は積雪の状態であり、11月4日は、晴れて、路面の積雪はなかった。そこで、石北峠と上越白滝道路を通行して感じる心理的負担を積雪ありの場合と積雪なしでそれぞれ集計した（図5,6）。

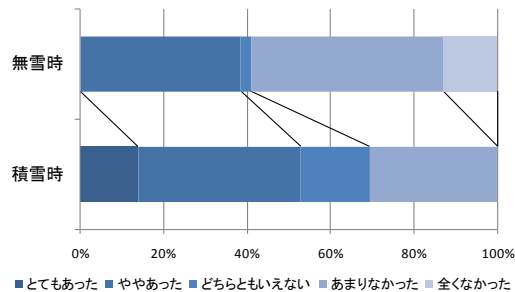


図5 天候別の心理的負担（石北峠）

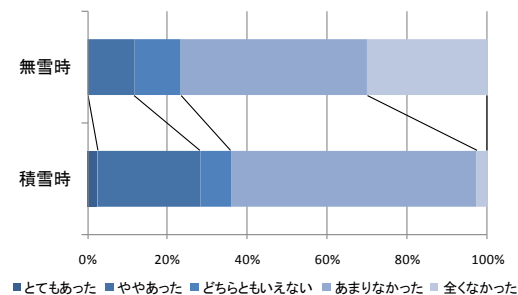


図6 天候別の心理的負担（上越白滝道路）

特に石北峠では、「積雪時」の場合に心理的負担が「とてもあった」「ややあった」と回答したドライバーが約半数であったのに対し、「無雪時」ではその割合が4割を切っていることが分かった。また、石北峠において、数値化理論Ⅱ類を適用し、心理的負担との相関をみるために偏相関係数を図7に示した。

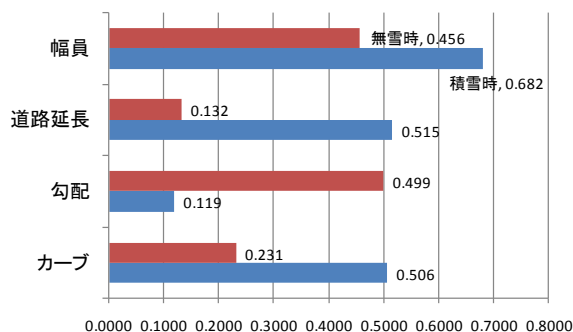


図7 偏相関係数（石北峠）

積雪時ではカーブと幅員との相関が強く、また無雪時には勾配が強い相関があることが分かった。

(5) 一対比較による心理的負担の要因の評価と定量化

これまでの心理的負担指数IMBでは、山間部道路における心理的負担をカーブや勾配などの道路構造のみで算出してきた。しかし図5,6で示したように天候状況も心理

的負担に大きく影響を及ぼしている。そこで、心理的負担に影響すると思われる要因として、「カーブや勾配などの道路構造」「霧や降雪などの天候状況」「道路延長」の3要因による一対比較分析を行った。（図8）。

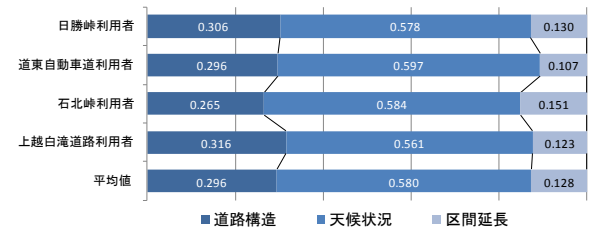


図8 心理的負担に影響する要因の一対比較分析

すべての山間部道路利用者でそれぞれの要因に対する重要度に大きな差はなく、「霧や降雪などの天候状況」が最も大きく影響を受けており、次に影響があるのは「カーブや勾配などの道路構造であった。この一対比較の分析結果を基に山間部道路における心理的負担指数をIMB'として以下のように算出する。

$$\begin{aligned} \text{IMB}' = & \text{「道路構造の重要度」} \times \text{「道路構造指標」} \\ & + \text{「天候状況の重要度」} \times \text{「天候状況指標」} \\ & + \text{「道路延長の重要度」} \times \text{「道路延長指標」} \end{aligned}$$

表7に心理的負担を算出するための各指標値を示す。ここで、道路構造とは、カーブの指標であるBendinessと勾配の指標であるHillinessの平均値を、天候状況はそれぞれの最高標高点を基にしている。これは、標高が高くなればなるほど、霧の発生確率や降雪、吹雪などの通行障害が多く起こる可能性が高くなるからである。そして、道路延長は、山間部道路の区間延長である。

表8 道路構造指標値

	道路構造	天候状況	道路延長
日勝峠	1.13	1.39	1.58
道東自動車道	0.29	0.85	1.97
石北峠	1.13	1.42	1.37
上越白滝道路	0.20	0.68	1.00

以上から心理的負担を算出した（表9）。なお、ここでは図8に示した平均値を指標として用いている。

表9 山間部道路における心理的負担

	日勝峠	道東自動車道	石北峠	上越白滝道路
IMB'	1.33	0.85	1.30	0.59
減少率	64.0%		45.4%	

表7のIMBと比べ、最も心理的負担に差が出たのは石北峠である。石北峠は最高標高点が1,050mであり、日勝峠よりも高い。よって、道路構造の他に天候状況による影響を多く受けたからであると考えられる。

5. 安心・安全の価値の定量的評価

(1) ロジット型価格感度測定法

ロジット型価格感度測定法（Kishi's Logit PSM;KLP）とは、ある商品・サービスの価格に対する心理的反応を測定

するものである。ある商品やサービスについて、「安いと感じる価格」「高いと感じる価格」「高すぎて買わない価格」「安すぎて買わない価格」といった4つの価格を尋ね、相対累積度数を求める。この相対累積度数をロジットモデルで回帰して、以下に示す図ができる(図9)。図の4つの曲線の交点から、以下の指標を求めることができる。

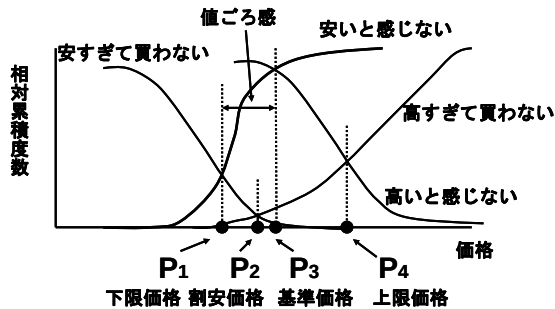


図9 KLPの評価指標

- a)基準価格 P3:「安いと感じる」と「高いと感じる」が同数の価格であり、これを下回ると「安いと感じる」人が多くなる。つまり、値ごろ感を持ち始める価格である。
- b)割安価格 P2: 品質のわりに安いと感じる分岐点
- c)上限価格 P4: 消費者全体に受け入れられる上限
- d)下限価格 P1: 消費者全体に受け入れられる下限

(2) KLPによる安心・安全の価値

本研究では、安心・安全の価値を KLP による支払い意思価格で分析した。2009 年 10 月 24 日に開通した道東自動車道十勝清水 IC~占冠 IC 間 47.1km と上越白滝道路浮島 IC~白滝 IC 間 19.8km について、それぞれ日勝峠と石北峠を経由せずに「安全・安心に山間部を通行できる価値を通行料として支払う」と仮定し、「安いと感じる価格」「高いと感じる価格」「高すぎて利用しない価格」の3つの質問を行った。なお、本研究は、「安すぎて利用しない価格」は調査からは外している。よって、図9から求められる指標は、基準価格と上限価格のみである。KLP による分析結果を表9,10に示す。

表10 KLPによる道東道の評価(単位:円)

	日勝峠利用者	道東自動車道利用者
基準価格	1,144	1,039
上限価格	1,495	1,540

表11 KLPによる上越白滝道路の評価(単位:円)

	石北峠利用者	上越白滝道路利用者
基準価格	723	656
上限価格	953	917

道東自動車道十勝清水 IC~占冠 IC 間の普通車通行料金は、1,350 円であり、基準価格ではそれを下回っているものの、上限価格は高い結果となっている。また、上越白滝道路浮島 IC~白滝 IC 間は、道東自動車道の料金を参考にすると、普通車の通行料金は 700 円程度であると考えられる。KLP による評価では基準価格と同程度であり、上限価格ではそれらを大きく上回っている。以上より、山間部高規格道路の安心・安全の価値としての観点から高く評価されていることが分かる。特に上越白滝道路は現在無料で供

用されているが、安全・安心の価値が強く反映されていると考えられる。

(3) 心理的負担軽減を考慮した安全・安心の価値

心理的負担軽減の度合いと安全・安心の価値の関係をみることにする。道東自動車道利用者の心理的負担減少率の度数分布を図10に、そして、減少率ごとの KLP の指標の推移を図11に示す。

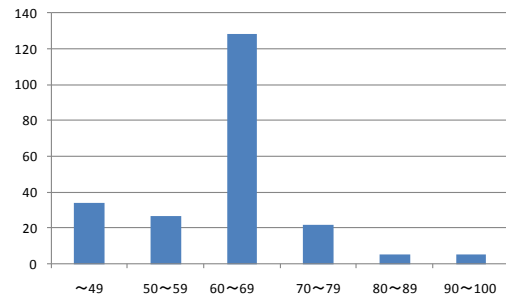


図10 心理的負担減少率の分布(道東道利用者)

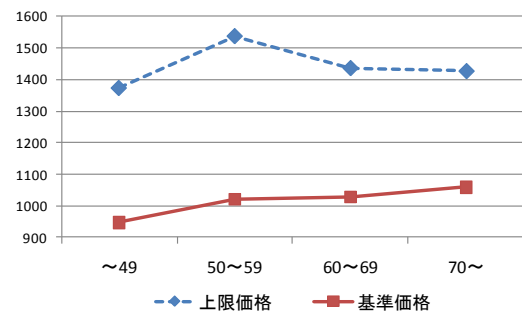


図11 心理的負担減少率と KLP(道東道利用者)

本研究で適用した心理的負担 IMB'の算出では減少率が60~70%に集中している。基準価格についてみると、心理的負担の減少とともに上昇していることが分かる。また、上限価格は、基準価格ほどの上昇は見られない。

6. おわりに

本研究では、山間部道路における心理的負担を道路構造のみで算出する方法と、その他に天候状況を加えた方法を提案した。天候による変化をどのような値で設定すべきかについて、今後検討を進めていきたい。

また、KLP による山間部高規格道路の安全・安心の価値は、心理的負担の減少率とある程度のある関係があることが明らかになった。今後は、この IMB と KLP の研究を進めていきたい。

参考文献

- 1)加藤真一、岸邦宏、佐藤馨一:「道東自動車道開通による山間部走行時の運転者意識に関する研究」、土木計画学研究講演集、Vol.38、CD-ROM、2008
- 2)内田絢佳、岸邦宏、佐藤馨一:「北海道における山間部走行時の心理的負担の定量的評価」、平成16年土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.59、CD-ROM、2004