

## 表明選好法を用いた除雪の便益評価

*Benefit Evaluation of Snow Removal with Stated Preference Method*

森杉壽芳\*, 林山泰久\*\*, 木村誠\*\*\*, 齋藤雅樹\*\*\*\*  
By Hisayoshi MORISUGI\*, Yasuhisa HAYASHIYAMA\*\*, Makoto KIMURA\*\*\*, Masaki SAITO\*\*\*\*

### 1. 研究の背景と目的

冬期の積雪は、交通障害を引き起こし、市民生活や社会・経済活動に多大な影響を及ぼしている。こうした状況に対応し建設省や地方自治体は冬期における安全・円滑・快適な交通の確保を目指し除雪事業に取り組んできている。一方、我が国の厳しい財政状況の中、除雪事業においても効率的な事業の執行が望まれており、その効果を定量的に把握することが必要とされている。

除雪便益に関する本研究の立場は、全ての交通プロジェクト評価マニュアルで利用されている消費者余剰分析が望ましいと考える。なぜならば、第1に、一般均衡交通需要曲線を用いれば、市場メカニズムを経由する波及効果を計測することが出来るからである。第2に、一般化費用に除雪による時間定時性、快適性等の項目を導入することで一般化費用の低減分として表現できるからである。この観点から田邊ら<sup>1)</sup>がサーベイを行っている既往の研究を分類すると、以下の通りである。波及効果を計量モデルなどで計測しようとしている研究として五十嵐<sup>2)</sup>、千葉らの研究<sup>3)</sup>、McBride and Josephの研究<sup>4)</sup>がある。また、諸橋・梅村<sup>5)</sup>は地価で計測しようとしている。これらはそのモデル設定の恣意性に関する問題があり、交通量と連動するモデルの方が望ましい。一方、交通量に注目し、一般化費用で除雪の効果を表現しようと試みた研究として、酒井・栗山<sup>6)</sup>、北海道開発局<sup>7)</sup>並びに McBride and Joseph<sup>4)</sup>の研究がある。これらはいずれも除雪が直接被害の節約に与える効果、遅延損失などを計測している。しかし、除雪が定時性及び運転の快適性を与える効果を金額換

算することに成功していない。さらに、林山ら<sup>8)</sup>はCVMによる除雪便益を計測しているがこれも交通行動と連動していないために、その推定値の信頼性が低い可能性が大きい。このように快適性や定時性をも考慮した消費者余剰分析による除雪便益計測に成功している研究は、著者の知る限り、存在しない。その際、問題となるのは、一般化費用の推定と交通量の変化である。後者については弾力性が低く、変化しないものと仮定し、本研究では前者に焦点をあてる。このため、本研究ではルート選択に関するアンケートをドライバーに対して行い、一般化費用の計測を試みる。

### 2. 本研究の考え方

図1のような一対比較形式のアンケートを以下のような状況設定の下で実施し、自動車利用者の効用関数を求め、価値意識を推定した。AルートとBルートの差異は図1では所要時間と通行料金であるが、その他に定時性及び快適性を除雪水準毎に比較する質問を行う。

なお、具体的なイメージとして想定ODは60Km区間長としている。

<p>Aルート：所要時間が80分で通行料金が無料</p> <p>Bルート：所要時間が60分で通行料金が100円</p>
<p>上記のような仮想的な一対の経路があるとき、次の1～3のどれを選びますか。</p>
<p>1. Aルート</p> <p>2. どちらも言えない</p> <p>3. Bルート</p>

図1 質問形式

- (1) アンケートを実施する上での共通条件
- ①乗車する車は、滑り止め(スタッドレスタイヤ・チェーン)装着のFF乗用車
  - ②回答者自身が運転

キーワード：公共事業評価法、除雪事業便益、意識調査分析

\*正員、工博、東北大学教授 大学院情報科学研究科  
\*\*正員、工博、東北大学助教授 大学院経済学研究科  
\*\*\*正員、パンフィックコンサルタンツ(株)  
\*\*\*\*学生員、情報修、東北大学大学院経済学研究科  
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06,  
TEL 022-217-7502, FAX 022-217-7500)

③車線数は片側1車線の対面2車線

(2) 想定状況の種類

走行時間帯、天候・視界、坂道の有無(縦断勾配)については、表1のような状況を設定した。

表2 アンケート調査票の種類

種類	走行時間帯	天候・視界	縦断勾配
①	昼間	晴れ・視界良好	平坦
②	夜間	晴れ・視界良好	平坦
③	昼間	降雪・視界不良	平坦
④	昼間	晴れ・視界良好	坂道

(3) 除雪水準の設定

除雪水準を表3の6ランクに分けて設定した。ただし、現在の除雪水準における路面状況は概ね3と仮定する。また、対象地域における路面状態別発現日数を表4に示す。

表3 除雪水準の設定

除雪水準	状態
1	無雪期と同様に舗装面が完全に露出する状態(アスファルト舗装だと真っ黒な状態)
2	うっすらと雪が残る状態(アスファルト舗装だと灰色の状態)
3	圧雪は残るが、わだちは無状態
4	2,3の状態に加え路面が凍結している状態(アイスバーン状態)
5	除雪はされ、舗装面は見えるが、表面が凍結している状態
6	除雪・融雪は全く行わない

表4 路面状態別発現日数の設定

路面状況	乾燥、湿潤	圧雪	凍結	未除雪	計
水準1	365	0	0	0	365
水準3	296	37	32	0	365
水準4, 5	291	3	71	0	365
水準6	291	3	33	38	365

(2) 効用関数の設定

効用関数の関数型を(1)式のように線形の効用関数を設定した。

$$U = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_7X_7 + a_8X_8 \quad (1)$$

$X_1$  : 料金 (円),  $X_2$  : 所要時間 (分),  $X_3$  : 定

時性 (ダミー),  $X_4 \sim X_8$  : 路面ダミー 1 ~ 5,

$a_1 \sim a_8$  : 各属性のウェイト

回答者はルート A とルート B の効用差を判断して経路選択を行うと仮定し、効用差を表す変数  $z$  を(2)式に示すように判断誤差を考慮して導入し、ロジット・モデルを構築し、ウェイトを推定した。

$$z = U^A - U^B = a_i(X_i^A - X_i^B) + \varepsilon \quad (2)$$

$U^A, U^B$  : A 及び B ルートにおける効用

$\varepsilon$  : ガンベル分布に従う確率変数

3. 調査の概要

アンケート票の種類毎の配布数等を表5に示す。

表5 調査配布・回収状況

種類	配布数	有効回収票数	回収率
①	20	9	45%
②	20	8	40%
③	20	7	35%
④	20	1	5%

なお、アンケートの対象者は積雪地域に居住している自動車利用者である。

4. パラメーター推定結果

設定状況毎の効用関数のパラメーター推定結果を表6に示す。推定された各パラメーターを通行料金のパラメーターで除することで利用者の円単位一般化費用が計測される。それを表7に示す。

想定状況①で見ると、現在の除雪水準3の貨幣換算値は除雪を実施しない場合に比べて503.34円/台であることが分かる。そして、現在の除雪水準3を、完全に舗装面が見えるまで除雪する水準1まで向上させると、その便益額は232.29円/台(736.63-503.34)と推定される。また、定時制確保に対する便益原単位は、想定状況①の場合で136.92円/台である。一方、所要時間に対する貨幣換算値は想定状況①の場合で7.64円/台分であり、建設省道路局のマニュアルベースの時間評価原単位(乗用車:55.82円/台分)と比べると小さくなっている。想定状況毎に比較すると現状における除雪水準の快適性の評価は①(昼間・晴れ・平坦)に比べて②(夜間), ③(雪),

表6 パラメーターの推定結果

状況	料金(t値)	所要時間(t値)	定時性(t値)	路面ダミー1(t値)	路面ダミー2(t値)	路面ダミー3(t値)	路面ダミー4(t値)	路面ダミー5(t値)
①曇・晴れ・平坦	-0.0098(14.54)	-0.0520(-3.11)	0.9256(7.96)	5.0160(23.18)	4.1676(22.19)	3.4279(20.82)	3.0848(20.69)	1.3091(9.88)
②夜間・晴れ・平坦	-0.0062(-15.95)	-0.0609(-3.10)	1.4166(12.73)	6.8418(32.39)	6.5857(37.67)	4.4884(27.70)	2.3176(15.26)	2.3676(16.35)
③曇・雪・平坦	-0.0042(-14.07)	-0.0242(-1.56)	0.8078(7.31)	4.6326(21.84)	4.5111(24.64)	3.0416(18.16)	1.4121(9.00)	1.6339(11.08)
④曇・晴れ・坂道	-0.0053(-7.19)	-0.0340(-1.04)	1.8521(7.82)	6.8162(15.21)	6.8726(18.59)	4.7525(14.85)	3.1791(10.55)	4.5714(17.93)

表7 貨幣評価値換算結果と検定結果

状況	貨幣換算値						検定結果		
	所要時間	定時制	路面ダミー1	路面ダミー2	路面ダミー3	路面ダミー4	路面ダミー5	自由度修正済み尤度の中率(%)	
①曇・晴れ・平坦	7.6359	135.9178	738.5319	611.9489	503.3365	452.9521	192.2220	0.4496	82.36
②夜間・晴れ・平坦	9.7661	227.1732	1097.1561	1052.8911	719.7705	371.6466	379.6770	0.4776	85.93
③曇・雪・平坦	5.7374	191.2358	1096.7257	1067.9607	720.0798	334.3045	386.8203	0.3327	79.53
④曇・晴れ・坂道	6.3811	347.4919	1278.8743	1289.4587	891.6729	596.4712	857.7071	0.9348	80.42

④(坂道)の評価値は約40%~77%大きくなっており、運転環境が厳しくなるにつれて大きくなる傾向があることが分かる

5. 便益原単位

表7に示した貨幣換算値を対象区間長約60kmで除して各除雪水準についての快適性に関する便益原単位を求めた。それを表8に示す。なお、ここでは区間長に関して限界便益が一定であると仮定している。

表8 各除雪水準の便益原単位

状況	便益原単位(円/台Km)				
	除雪水準1	除雪水準2	除雪水準3	除雪水準4	除雪水準5
①	12.03	10.00	8.22	7.40	3.14
②	17.93	17.20	11.76	6.07	6.20
③	17.92	17.45	11.77	5.46	6.32
④	20.90	21.07	14.57	9.75	14.01

6. 従来から行われている方法との比較

現在の除雪水準3について、建設省道路局マニュアルによる方法で求めた総便益(走行時間短縮効果+走行経費削減+交通事故減少効果)と表9路面状態別走行速度の設定

路面状態	低減割合(%)	設定速度(km/h)	備考
乾燥・湿潤	100	44	水準1に該当
圧雪	90	40	水準3に該当
凍結	80	35	水準4, 5に該当
未除雪	70	30	水準6に該当

資料：道路時刻表 1999

本研究で求めた便益原単位より算出した総便益の比較を試みる。対象地域の路面状態別冬期平均走行速度を表9に示す。なお、対象区間の平均交通量は21,368台/日である。

最初に従来型(建設省道路局マニュアルベース)の便益計測を行う。

便宜上、利用交通量を全て乗用車扱いとして乗用車の時間価値原単位55.82円/台分を用いると、現在の除雪水準3に対する除雪なし6に対する便益額は、14.4億円/年と計測される。

一方、対象区間で除雪水準3のために要する費用は2.1億円/年であり、費用便益比は6.7となっている。

次に、表明選好法により総便益を求める。便益計測に用いる除雪水準別の走行速度、及び、除雪水準別の発現日数等の条件は従来型と同様とし定時性も確保されるものとする、想定条件①の場合の便益原単位を用いて求めた総便益は7.5億円/年となり、費用便益比は3.5となる。

7. 除雪水準についての考察

想定条件①のもとで他の各除雪水準について便益を算定したものを表10に示す。なお、表中の便益は快適性の向上・時間短縮効果が含まれており、除雪水準が1~3においては定時性が確保され、4~6においては確保されないものとしている。

表 10 除雪事業の便益算定結果

除雪水準設定	便益 (億円/年)	単位Km当たり便益 (億円/年Km)
水準6 → 水準3 (未除雪) (圧雪)	7.5	0.12
水準3 → 水準1 (圧雪) (乾・湿潤)	6.3	0.10
水準4.5 → 水準3 (凍結) (圧雪)	2.7	0.04
水準4.5 → 水準1 (凍結) (乾・湿潤)	9.1	0.15
水準6 → 水準1 (未除雪) (乾・湿潤)	13.8	0.23
水準6 → 水準4.5 (未除雪) (凍結)	4.8	0.08

完全に除雪する水準 1 まで向上させると、便益額は 13.8 億円/年となる。そして、1Km 当たりの便益 0.23 億円を社会的割引率 4%で現在価値換算すると  $(0.23/0.4=)$  5.75 億円となる。一方、除雪水準 1 を維持するためには、ロード・ヒーティングなどの設備が必要となる。ロード・ヒーティングの建設費は、幅員 5.5m の道路で約 2.5 億円/Km かかる。ロード・ヒーティングの費用は 20 年毎に更新するとして現在価値換算すると約 4.5 億円になるので、純便益額は 1.25 億円となる。この値を単年度当たりになると約 500 万円となる。すなわち、1Km 当たりの維持運営費がこの値を下回るならば、ロード・ヒーティングを行うことも妥当性が有ると考えられる。

また、水準 3 から水準 4, 5 に現状よりも除雪水準をおとす場合も、その場合の除雪費用が 1.3 億円を下回れば、費用便益比は現状の値を超えることとなるが、シビルミニマムの確保の視点からの考慮も必要であろう。

## 8. まとめ

本研究では、表明選好データを用いて線形効用関数による Logit model を適用して除雪による快適性・定時性を含めた一般化費用の推定値を示した。特に、従来では考慮されることの少なかったドライバーの心理的影響に焦点を当てた。そして、除雪水準毎の便益原単位を算出した。これは地域住民のコンセンサスの得られる除雪水準を決定するための有益な情報となるものとする。また、定時性や時間価値の便益原単位を算出した。その

結果、時間価値は現在マニュアルで使用されているものよりも小さく、総便益も従来から行われている時間短縮効果と交通事故減少便益を加えたものより小さいことが分かった。また、想定状況①(昼間・晴れ・平坦)に比べて②(夜間)や③(視界不良)など想定条件が厳しくなるほど便益原単位の値が大きくなる傾向があることが分かった。

ただし、快適性は時間に比例するかもしれない。このときには様々な非線形効用関数を仮定して推定を試みる必要がある。

また、今回のアンケートでは前提条件としてトリップは必ず行われるものとしているが、利用交通量の変動する場合の便益測定についても考慮していく必要がある。

## 【参考文献】

- 1) 田邊慎太郎・原文宏・下條晃裕・高木秀貴：除雪の経済効果に関する考察，寒地技術論文・報告集，Vol.13, pp.644-649, 1997
- 2) 五十嵐日出夫：街路除雪の経済効果推定に関する試験，土木学会論文報告集，No.196, pp.87-93, 1971
- 3) 千葉博正・佐藤肇一・谷口君雄・五十嵐日出夫：冬期交通環境が産業に及ぼす影響について—札幌市を例として—，第 3 回寒地技術シンポジウム講演論文集，pp.113-118, 1987
- 4) McBride & Joseph: Economic Impact of Highway Snow and Ice Control, C Utoh DOT, TRR674, pp.58-63, 1987
- 5) 諸橋和行・梅村晃由：豪雪都市の除排雪システムの経済評価，日本雪氷学会誌 Vol.57, No.1, pp.3-10, 1995
- 6) 酒井孝・栗山弘：道路除雪費用の評価手法，日本水雪学会誌，Vol.55, No.4, pp.327-334, 1993
- 7) 北海道開発局：大雪国道・大雪国道除雪事業調査資料，北海道開発局局長官房開発計画課
- 8) 林山泰久・田邊慎太郎・今村彰秀・玉木博之・千鶴芳裕：CVM による除雪事業がもたらす Option Price の貨幣的評価，寒地技術論文・報告集，Vol.14, pp.132-141, 1998