

積雪地域における歩道の除雪対策区間決定プロセスに関する研究*

A study on the decision-making process about a snow removal plan for pedestrians in a snowy region*

大島淳一**・高野伸栄***・加藤秀樹****

By Junichi OOSHIMA **・Shinei TAKANO ***・Hideki KATOU ****

1. はじめに

積雪地域における冬期の歩道は積雪や路面凍結、車道の一時的な堆雪場となることから歩行が困難となる。また除雪に対する住民要望や苦情には住民個々人の利益を最大化することが背景にあり結果として公共の利益が損なわれるという社会的ジレンマの問題¹⁾や表-1の課題等にあるように歩道の除雪対策は雪国の道路が抱える大きな課題の一つとなっている。

本研究はこれらの課題解決に持続的に対処するための新たな管理手法づくりが目標である。特に、本稿では下表の一つ目の課題である「対策区間決定プロセスの課題」への取組みとして、歩行者数や歩道の沿道環境などを対策区間の決定に際して合理的に取り入れる手法について記述し、その手法を使った今後の管理面への応用について提案する。

表-1 歩道の除雪対策に関する主な課題

課題	内容
a) 対策区間決定プロセスの課題	決定に際し住民、道路管理者等多くの連携が必要であること。一様に、系統的に区間が決定できない点
b) 作業性に関する課題	対策の主流である歩道除雪機械の機動性に関する問題や雪捨て場の確保に関する問題点
c) 車道優先性に関する課題	財政、除雪の運営体制上、車道の道路交通確保が優先している場合が多く車道除雪と歩道除雪の連携が必要であること

2. 歩道の除雪対策に関する新たな課題

積雪地域における冬期の歩道除雪対策は、昭和50年

*キーワード：計画手法論、歩行者交通行動

**正員、社団法人雪センター

(東京都千代田区平河町二丁目6番1号、

TEL 03-3261-2941、junichi@yukicenter.or.jp)

***正員、博(工)、北海道大学大学院工学研究科

(北海道札幌市北区北13条西8丁目、

TEL 011-706-6205、shey@eng.hokudai.ac.jp)

代、60年代から歩道除雪機械の開発や国の補助事業として歩道除雪の試験施工、冬期歩行者空間確保パイロット事業(雪みち計画)の始まりとともに対策が進められてきた。最近では、雪国の自治体の多くが全国平均より高齢化、過疎化が進行し個々の世帯の雪処理能力が低下している。そのため、歩道除雪対策区間は、通学路や中心市街地に加え、高齢者や子どもが多く利用する施設周辺や雪処理が困難な世帯の家屋周辺など、より一層利用者一人一人に配慮した対策が重要となってきている。そのため、住民とのコミュニケーションに加え、歩道の周辺環境、利用状況などの重要度に応じた冬期歩行者空間確保計画の決定プロセスが求められている。

3. 冬期歩行者空間確保計画づくりの手法

(1) 計画手順

国土交通省北陸地方整備局では歩道除雪の目標として歩道利用度、気象、沿道条件、歩道構造、除雪の確保時期のランクに応じて除雪目標を定めている。歩道利用度は、歩行者交通量が100人/日以上、学童が40人/日以上、通園・通学路など、交通安全上重要な区間のいずれかを条件としている。

歩道は、沿道状況等により歩行者の通行量が非常に少ない区間が予想され、全ての歩道を一律に除雪するのは非効率である。そのため、歩道の利用状況等を評価し、高い水準で歩道を対策する区間やある程度の水準で対策すればよい区間を設定し、効率的で満足度の高い歩道除雪対策区間を決定することが大切である。

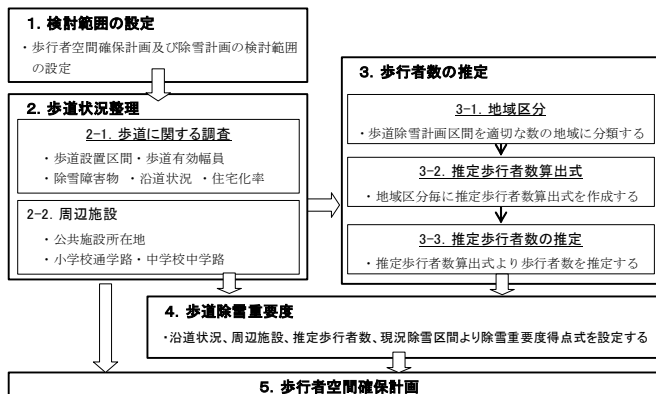


図-1 計画作成手順

本研究では歩道除雪対策区間を歩行者数の推定、歩道除雪重要度得点から構成される冬期歩行空間確保計画から作成し、一般国道をモデル対象路線として図-1の手順で実施した。推定歩行者数と重要度得点は、除雪計画路線全体と比較出来るように、歩行者の行動範囲を検討範囲として設定することにより、その範囲内における住宅状況や公共施設状況から歩行者の利用状況を数値化することによって求める。

(2) 検討範囲の設定と歩道状況の整理

一般国道に隣接する町内の住民(沿道住民)を調査対象としたH16年アンケート結果によると、図-2に示すとおり、歩行者が一回のトリップで移動する距離は2km以内の人が約8割を占めることから、検討範囲は半径0.5kmとし、図-3に示すように歩道状況の整理を行った。

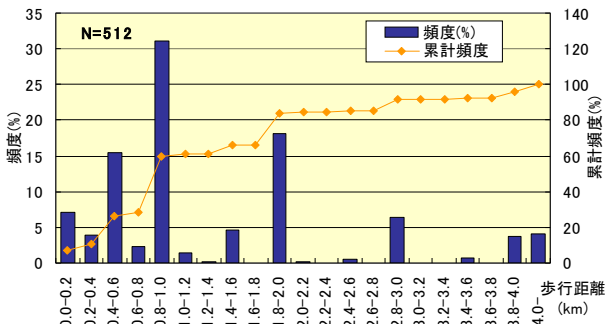


図-2 一回のトリップの歩行距離

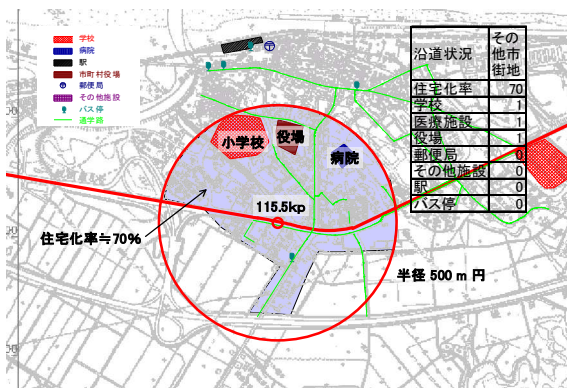


図-3 検討範囲と歩道状況の整理

(3) 歩行者数の推定

歩道状況の整理により得られたデータを基に、推定歩行者数の算出式を0.5kp毎に推定位置を設定し、その位置の推定歩行者数を求める。推定歩行者数の単位は昼間12時間当たりの歩行者類交通量(歩行者と自転車、人/12h)とする。また、推定歩行者数の算出式は歩道除雪計画区間の広さにより、適切な地域に分割した上で多変量解析により作成した。

a) 地域分類

歩行者数は除雪計画を立てる上で重要な要素となるが、

既存データでは、例えば、約数十km離れた位置の交通量のデータ(道路交通センサス)しかないため、任意の位置での歩行者数を知るには不十分である。したがって、歩行者数を決定する要素を検討し、既存データと整合性の取れる推定歩行者数算出式(近似式)を作成し、細かい区間の歩行者数を推定する。特に、国道のように歩道除雪計画延長が比較的長い場合には、歩行者数を決定する要素の影響の度合いは地域それぞれで異なることが予想されるため適切に地域分けをした上で個別に推定歩行者数の算出式を作成することとする。なお、分類数は歩道除雪計画区間の大きさにもよるが、概ね3地域(市街地、中間地、周辺地域など)とした。

b) 分類手法

分類手法としては、主成分分析、因子分析、クラスター分析などから一番精度の高いものを選択した。本稿では、主成分分析とクラスター分析による分類結果のみを紹介する。

相関行列による主成分分析では得られた第一主成分の寄与率が約0.3であったが、住宅が多く各施設がたくさんあるほど得点は高くなることから第一主成分は施設充実度を示す数値であるといえる。分類方法では、第一主成分の得点順に3分割し、充実地域(地域A)、中間地域(地域B)、不足地域(地域C)の3地域とした(表-2)。

表-2 主成分分析による地域分類

主成分	固有ベクトル								固有値	寄与率	累積寄与率
	住宅化率	学校	医療施設	役場	郵便局	その他施設	駅	バス停			
第一	0.498	0.274	-0.220	0.099	0.411	0.578	-0.325	-0.097	2.330	0.291	0.291
第二	0.243	0.274	0.493	-0.582	-0.149	0.008	-0.220	0.463	1.431	0.179	0.470
第三	0.118	0.687	-0.307	0.157	-0.589	-0.176	-0.002	-0.132	1.229	0.154	0.624

クラスター分析では最短距離法によりクラスターを作成した。各クラスターの各要素の平均値を見ると、第2、第1、第3クラスターの順に、住宅化率、学校、医療施設、郵便局、その他施設、駅の値が大きくなった。これより、都市地域(地域A)、中間地域(地域B)、周辺地域(地域C)の3地域とした(図-4参照)。

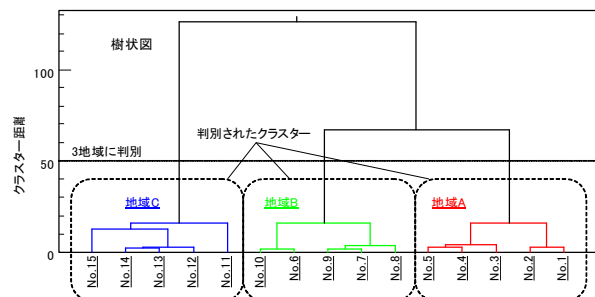


図-4 クラスター分析による地域分類

c) 推定歩行者数の算出式

推定歩行者数の算出式は前項の分類手法の3地域毎に歩行者交通量の実測値と歩道状況の重回帰式により求める。分類手法毎の各地域の推定歩行者数算出式の重相関係数は図-5のとおりである。

地域Aでは各解析結果ともに比較的実測値と推定値の相関が高いが、地域Bと地域Cでは若干ばらつく傾向となった。3種類の分析の中で最も相関がよいのはクラスター分析による地域分け結果であることから、この場合の重回帰式を採用する。

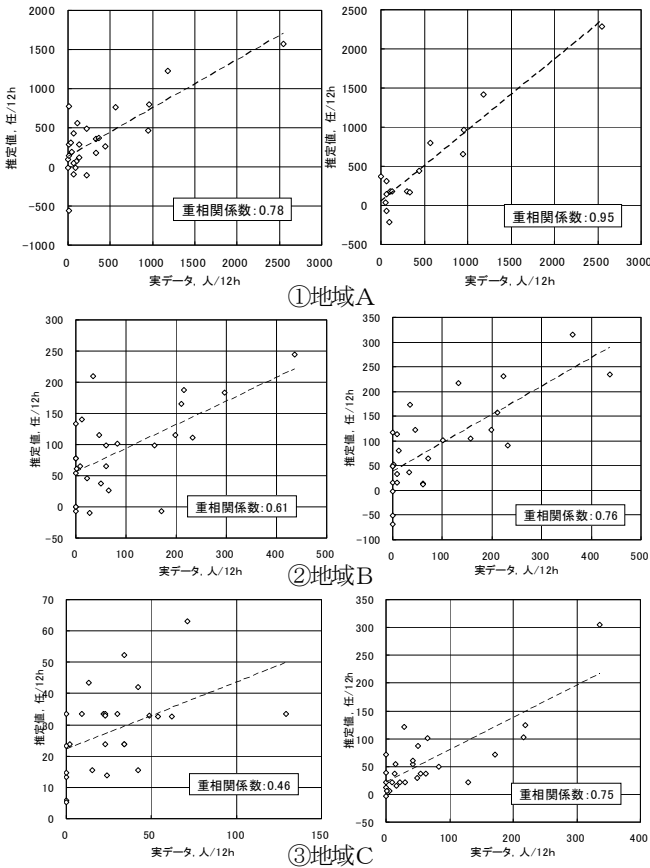


図-5 歩行者数の推定

(左図：主成分分析、右図：クラスター分析)

(4) 歩道除雪重要度得点の算出

歩道除雪区間とするかどうかの判定要素とするため、歩道除雪の評価指標として、現況の歩道除雪計画路線の歩道状況（沿道状況、周辺施設）及び推定歩行者数から除雪重要度得点を求める。現況除雪区間はこれまでの除雪計画に基づき決定されているものであり、現況区間に至った背景には歩道除雪の重要度や地域要望などが加味されている。したがって、現況除雪区間と歩道状況や歩行者交通量との相関を解析しどの要素が歩道除雪区間を決める上で重要な要素となっているかを統計的手法で求めることで任意区間の歩道除雪重要度を評価できる。

重要度得点の算出式は、推定歩行者数、沿道状況（DID、その他市街地、平地、山地）、住宅化率、学校・医療施設・役場・郵便局・その他施設・駅・バス停を変数とし、それぞれの値に影響度を掛けて合計したものを歩道除雪重要度得点式と考えた。除雪重要度得点は、歩行者数推定位置と同じ位置について算出し、影響度は、

現況除雪区間と各要素との相関を標準化し比例係数を掛けたものである（図-8）。

$$\text{除雪重要度得点}^{\ast 1} = \sum (\text{影響度}_i \times \text{変数}_i)$$

$$\text{影響度}_i = \text{比例係数 (51.2)} \times r_i / \text{変数の平均値}$$

※1 添字 i... 除雪重要度算出位置
 ※2 r... 各変数と現況除雪区間の偏相関係数

図-8 除雪重要度得点の算出式の定義

比例係数は、例として、現況除雪区間を含む判定区間（現況除雪の10区間、判定区間20区間）を図-9として想定した場合、比例係数を変えた場合の除雪重要度得点を求め、100点以上となる区間数が現況除雪区間と同じ10区間となる値を比例係数とした（図-10）。また、重要度得点と推定歩行者数の算出結果を図-11に示す。

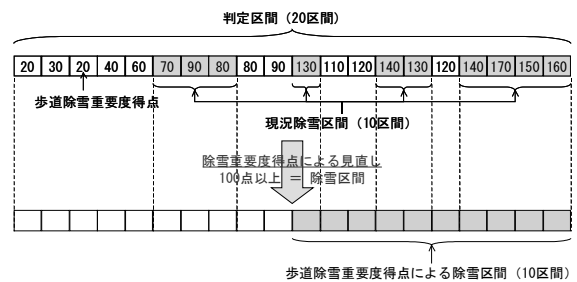


図-9 比例係数の決定方法

$$\text{除雪重要度得点} = 10.1 \times \text{沿道状況}^{\ast 1} + 0.721 \times \text{住宅化率}^{\ast 2} + 52.4 \times \text{学校数} + 234 \times \text{医療施設数} + 234 \times \text{役場数} + 67.4 \times \text{郵便局数} + 3.78 \times \text{その他施設数} + 90.6 \times \text{駅数} + 14.5 \times \text{バス定数} + 0.488 \times \text{推定歩行者数}$$

※1 沿道状況... DID=4、市街地=3、平地=2、山地=1
 ※2 住宅化率... 半径500m円内の建物類の占める割合(%)

図-10 歩道除雪重要度得点の算出式

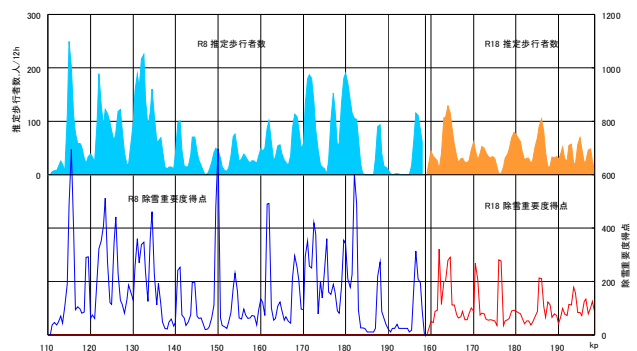


図-11 推定歩行者数と歩道除雪重要度得点結果

4. 歩道除雪対策区間の決定プロセス

(1) 冬期歩行空間確保計画の選定フロー

歩行空間確保計画では、推定歩行者数が1人/12h以上の区間を歩道除雪計画路線とし、計画路線内における歩道除雪対策区間を決定する。対策区間決定に際しては、

図-12に示す手順により出動基準などを実際の道路利用状況に応じ設定できるように推定歩行者数と歩道除雪重要度得点等によって歩行空間確保計画の選定フローを作成する。

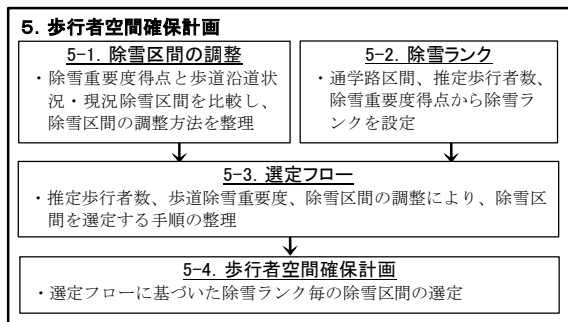


図-12 冬期歩行空間確保計画の立案手順

(2) 除雪ランクの設定アプローチ

歩行空間確保計画では、歩行者、ドライバーの視点を計画に取り入れるため、モデル路線の沿道住民を対象としたアンケートで現況の国道の歩道除雪に対する満足度と不満理由を調査した。

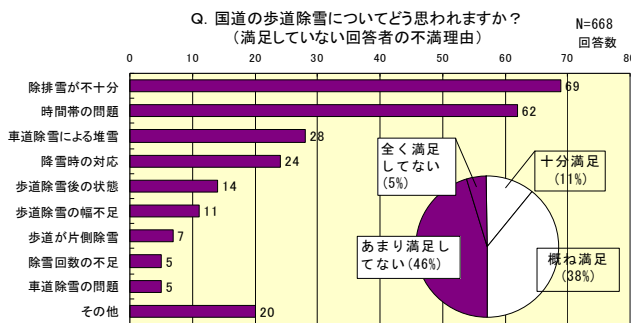


図-13 国道の歩道除雪に対する住民の不満理由

平成16年の調査結果では、国道の歩道除雪の現状に対して回答者の約半数が満足していない結果であった。満足していない人の不満理由は、「除雪が不十分（除雪後の残雪等）」、「除雪する時間帯が遅い」の2つの意見で約半数を占めた（図-13）。これは、歩道除雪区間の有無より除雪時間や除雪後の歩道状態といった除雪水準に関する不満の割合が高いことがわかる。

(3) 歩道除雪対策区間の算出結果と改良メニュー

前述の歩道除雪計画路線に対して、図-14に示す手順で一次～三次評価を行い対策区間の選定を行う。一次評価では重要度得点と推定歩行者数又は通学路の有無により選定を行い、二次評価ではネットワークの補充として必要な区間の追加や実際の利用状況として片側除雪でよい場合の削除など、一次評価結果の修正を行った。

その結果、一次評価まででモデル路線の一般国道では現況除雪区間の約30%に相当する区間が入替わり、一

次と二次の合わせた結果からは、最終的に現況区間に加え約28%の区間が増加となると試算された。本手法では現況除雪区間に合わせるように重要度得点を算出したため必ず区間増となったが、今後、歩道除雪区間の目標値を超えないような重要度の算出も必要である。

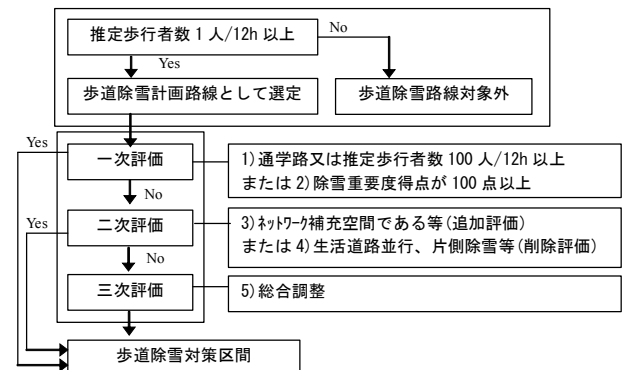


図-14 歩道除雪対策区間の選定フロー例

図-15は現況歩道除雪区間と本手法による対策区間との比較図である。図より重要度得点では高く評価されているが、現況は除雪されていない区間や、道路の片側だけ住宅地なので片側除雪だけで良い区間など、一次評価だけでは判断できない二次評価の必要性が明確となる。

	128kp	127kp	126kp	125kp	124kp	123kp	122kp
歩道幅	2.5m以上	1.5~2.5m	1.0~1.5m	1.0未満			
現況							
通学路指定			158, 350	126, 400			122, 800
現況除雪状況			726, 350				
下り	42	85	122	118	79	63	82
推定歩行者数	81	115	131	229	441	343	114
重要度得点	127, 750						
一次判定							
二次判定							
二次削除判定							
歩道除雪対策区間							

図-15 現況区間と評価結果の比較例

今後は、歩道除雪対策区間の目標設定や現況歩道除雪区間の見直しに活用するため、除雪重要度得点式に地域差の導入や、高齢者宅周辺の「雪処理ハラスメント」（個々人にとっての雪処理の悩まし度合い）の指標づくり、及び効果的な除雪ランクの設定などが、本冬期歩行空間確保計画の改良に必要である（表-4）。

表-4 今後の算出手法の改良メニュー（一例）

改良項目	内容
①「雪処理ハラスメント」の指標化	家前の除排雪に対する悩まし度合いは個々人において異なることから、高齢者宅等の医療・福祉分野の情報と連携し雪処理ハラスメントの指標化を行う
②効果的な除雪ランクの設定	住民意見など地域の声を効果的に汲み入れた除雪ランクの設定手法の確立

5. 参考文献

- 原文宏、谷口綾子：雪問題と社会的ジレンマ、第18回寒地技術シンポジウム、2002、pp621-624