

16.3 ICTを活用した効率的、効果的な除雪マネジメント技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地機械技術チーム

研究担当者：大槻敏行、牧野正敏、小宮山一重、
佐藤信吾

【要旨】

積雪寒冷地において、降雪や積雪が道路交通に与える影響は大きく、円滑な道路交通の確保は地域住民にとって必要不可欠である。本研究は、除雪作業を効率的・効果的に実施するため、除雪機械稼働情報（位置・作業）や気象情報等の分析を行い、ICT(Information Communication Technology)を活用して除雪出動判断・除雪運用を支援する除雪マネジメント技術を提案するものである。

平成 26 年度は、降雪量に応じた除雪出動判断・運用支援技術の提案に向け、除雪工区上の降雪量と除雪作業所要時間の相関分析を行った。また、通常降雪時における代表的な除雪作業ルート（以下、除雪ルート）を折れ線グラフで表示する機能を開発した。

キーワード：除雪機械、マネジメントシステム、GPS、運用支援、除雪計画、ICT

1. はじめに

積雪寒冷地において、降雪や積雪が道路交通に与える影響は大きく、円滑な道路交通の確保は地域住民にとって必要不可欠である。また、鉄道の廃止により生活が 100%自動車輸送に依存している地域もあることから、道路交通は重要な生命線となっており道路除雪に対する住民ニーズは高い。しかし、近年の公共投資の抑制などを背景に、道路除雪についてもコスト縮減をせざるを得ない状況であり、道路管理者は除雪に関する管理基準の見直しや各種コスト縮減に取り組んでいる。一方、国土交通省が策定した「国土交通省防災業務計画(平成 26 年 4 月)」では、雪害による被害の発生防止または軽減を図る観点から、除雪機械について即時的、広域のかつ一元的な管理等、効果的な運用技術を開発し防災対策に反映するよう記されている¹⁾。

北海道の国道を管理する国土交通省北海道開発局（以下、開発局）は、1,031 台²⁾の除雪機械を用いて、一般国道約 6,700km²⁾の除雪を行っている。また、開発局では、地図上でのリアルタイムな除雪位置・作業情報や作業履歴の確認が可能な除雪機械等情報管理システムを用いて除雪作業を把握している。

本研究は、除雪作業を効率的・効果的に実施するため、除雪機械等情報管理システムに蓄積された詳細な除雪機械稼働情報（位置・作業）や気象情報等の分析を行い、ICT(Information Communication Technology)を活用

して除雪出動判断・除雪運用を支援する除雪マネジメント技術を提案するものである。

2. 研究実施内容

本研究では、効率的、効果的な除雪マネジメント技術の提案のため、次の項目に取り組んでいる。

- ① 気象情報と除雪機械の稼働（位置・作業）情報の可視化による、除雪作業効率の分析・評価技術の提案
- ② 気象情報・除雪機械稼働情報の分析と ICT を活用した情報共有による、除雪出動判断・除雪運用支援技術の提案
- ③ 除雪機械の位置・作業情報を活用した、除雪機械作業効率化マネジメント技術の運用方法の提案

これにより、気象状況に応じた除雪出動判断の支援や、豪雪時等において除雪機械の効率的な運用が可能となり、路線としての除雪作業所要時間の短縮、及び除雪作業の遅延に起因する渋滞損失額の低減が図られる。

平成 26 年度は、上記②に関する取り組みとして、降雪量に応じた除雪出動判断・運用支援技術の提案に向け、除雪工区上の降雪量と除雪作業所要時間の相関分析を行った。また、通常降雪時における代表的な除雪ルートを折れ線グラフで表示する、後述する除雪機械マネジメントシステムの新たな機能を開発した。

3. 除雪機械等情報管理システムの概要

除雪機械等情報管理システムは、開発局が導入した基幹システムと、(独)土木研究所寒地土木研究所(以下、寒地土研)が開発した除雪機械マネジメントシステム³⁾から構成されており、開発局職員及び除雪工事受注者(以下、除雪業者)に提供されている。

3.1 基幹システムの概要

基幹システムは、除雪機械に搭載されたGPSや作業センサからの位置・作業情報を、車載端末を介してリアルタイムにサーバに収集・管理する。これにより、リアルタイムな除雪位置の確認や詳細な除雪作業履歴(作業日時、作業内容、作業箇所(KP)等)を確認することができる。基幹システムの基本機能である「除雪機械位置の確認」、「作業履歴の確認」画面の一例を図1に示す。

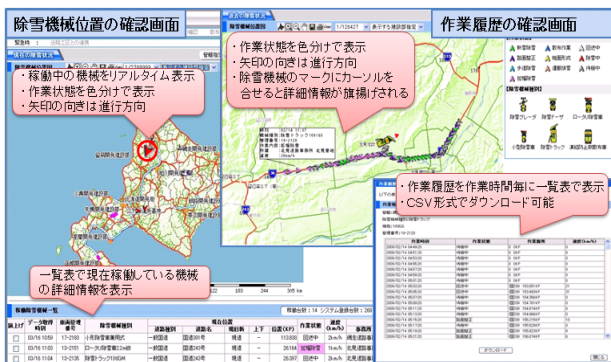


図1 基幹システムの基本機能画面

3.2 除雪機械マネジメントシステムの概要

除雪機械マネジメントシステムは、基幹システムで取得した除雪機械の位置・作業情報を活用し、道路管理を効率的、効果的に実施する除雪マネジメントを目指し、開発しているシステムである。現在、このシステムで運用している主な機能は、地図上における除雪作業進捗状況の確認や、凍結防止剤散布設定情報の収集管理機能等である。

本研究で取り組んでいる除雪出動判断・除雪運用支援技術の検討成果は、この除雪機械マネジメントシステムに機能追加する予定である。

4. 気象情報・除雪機械稼働情報の分析とICTを活用した情報共有による、除雪出動判断・除雪運用支援技術の提案

4.1 気象情報・除雪機械稼働情報の分析

降雪量に応じた最適な出動タイミングを判断するためには、担当する除雪工区の現在の降雪量及び今後の予想降雪量から除雪作業所要時間を推定する必要がある。そ

こで、除雪機械マネジメントシステムの新機能開発に向け、降雪量と除雪作業所要時間の関係を解明するため、過去の降雪量とその時の除雪機械稼働情報について調査を行い、降雪量と除雪作業所要時間の関係について分析を行った。なお、調査した除雪工区は、開発局札幌開発建設部が発注した除雪工事のうち、沿道条件が異なる5箇所の除雪工区である。調査した除雪工区の概要を表1に、除雪工区の位置を図2に示す。

表1 除雪工区概要

工区名	区間	延長 (km)	沿道条件 (上段:km,下段:%)				除雪可能 時間帯	交通量 (台/24h) 上段:最大 下段:平均
			市街地 (DID)	市街地 (その他)	平地	山地		
A	1	13.7	13.7	0.0	0.0	0.0	夜間	34,370
			100.0	0.0	0.0	0.0		27,098
2	13.6	5.1	8.5	0.0	0.0	0.0	夜間	35,462
			37.4	62.6	0.0	0.0		32,463
B	1	18.7	11.5	0.0	7.3	0.0	夜間	45,357
			61.2	0.0	38.8	0.0		32,398
2	25.9	0.0	0.0	7.2	18.8	0.0	終日	14,958
			0.0	0.0	27.7	72.3		13,416
C	1	16.1	0.0	0.0	16.1	0.0	終日	13,828
			0.0	0.0	100.0	0.0		8,158
2	24.1	0.0	3.1	21.0	0.0	0.0	終日	6,348
			0.0	12.9	87.1	0.0		6,247
D	全体	18.7	7.6	1.9	9.1	0.0	終日	27,188
			40.7	10.3	48.9	0.0		22,826
E	1	17.1	2.9	1.2	12.9	0.0	終日	23,318
			17.2	7.1	75.7	0.0		16,139
2	20.2	0.1	0.2	20.0	0.0	0.0	終日	10,871
			0.5	0.9	98.6	0.0		8,552

※延長と沿道条件の内訳は、端数処理上、合わない場合がある。
※交通量は、道路交通センサデータを用いて、各区間に含まれる交通量調査地点の最大及び平均台数を算出した。

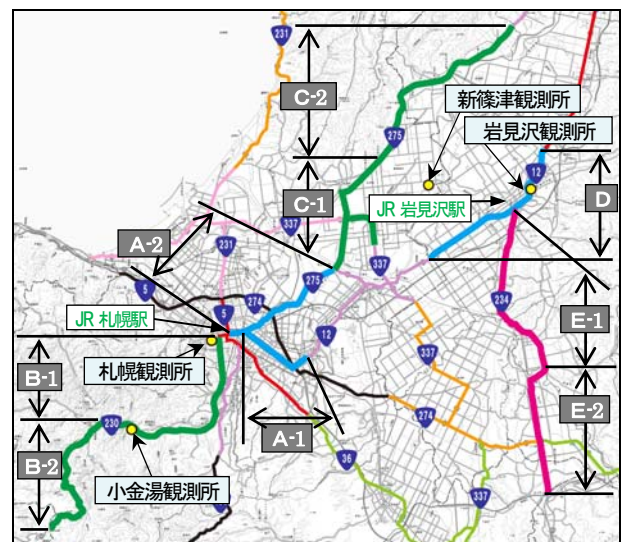


図2 除雪工区の位置図

※A～Eは工区名を、枝番の1及び2は区間名を表す。
※各観測所はアメダス観測所を表す。

4.1.1 降雪量の集計方法の検討

分析に用いる降雪量データとして、気象庁のアメダスデータを用いる方法があるが、アメダス観測所は必ずしも除雪工区の最寄りに位置しているとは限らないため（図2参照）、除雪工区の道路上の降雪量と相違する可能性がある。そこで、当研究所の寒地交通チームが提供している冬期道路マネジメントシステム⁴⁾に蓄積されている降雪量データを用いた。この降雪量データは、時間降雪量が1kmメッシュ毎に数値化されているデータであるため、地図データと重ね合わせることで、除雪工区上の降雪量を集計することが可能である。降雪量の集計は、集計ポイントを除雪工区上に0.5km毎に設けて行った。集計ポイントの設定例を図3に示す。

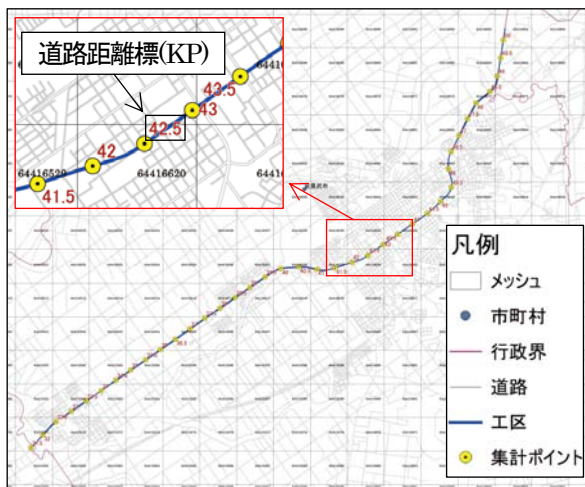


図3 降雪量集計ポイント設定例

4.1.2 降雪量と除雪作業所要時間の分析

降雪量と除雪作業所要時間の分析において、除雪作業開始前、及び除雪作業中における降雪量との関連度合いも確認するため、降雪量の集計対象時間は表2のとおり区分した。

表2 降雪量集計区分表

集計区分	集 計 対 象 時 間
1	直近の除雪作業終了※から当該除雪作業開始開始までの累計降雪量
2	当該除雪作業開始から当該除雪作業終了までの累計降雪量
3	直近の除雪作業終了※から当該除雪作業終了までの累計降雪量（集計区分1+集計区分2）

※直近の除雪作業終了から当該除雪作業開始までが24時間以上経過している場合は、当該除雪作業開始の24時間前からとした。

除雪作業所要時間は、除雪機械が担当工区（区間）の

除雪を開始してから、終了するまでに要した時間とし、除雪基地から担当工区（区間）までの回送時間は含まない。また、一定時間のインターバルを経て、複数回出動するケースについては、一連の作業と見なし（インターバルも所要時間とし）分析した。平成25年度までの分析では、このインターバルを仮眠や食事等の休憩を考慮して4時間未満としていた。しかし、4時間は全体の除雪作業所要時間の中で占める割合が約44%と高いケースがあったことから、平成26年度は、次の除雪に出動するまでの間隔を1.5時間とし、これ以上については別の作業として分析した。これは、労働基準法では8時間を超える労働の場合、1時間の休憩時間が必要なことと、除雪機械の道路運送車両法に基づく運行前点検の30分を考慮したものである。降雪量の集計区分、及び一連の除雪作業の関係を図4に示す。また、以上の条件から降雪量と除雪作業所要時間の相関関係を求め、比較した結果を表3に示す。

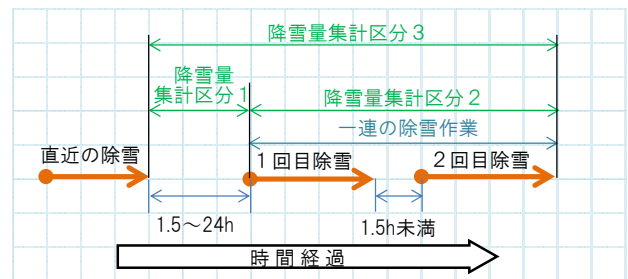


図4 降雪量集計区分及び連続作業のイメージ

表3 降雪量と除雪作業所要時間の相関関係比較

降雪量集計区分	A工区		B工区		C工区		全体	D工区		E工区
	区間1	区間2	区間1	区間2	区間1	区間2		区間1	区間2	
1	-0.22	0.00	0.37	-0.18	0.23	-0.16	0.36	0.35	0.32	
2	0.26	0.07	0.60	0.61	0.27	0.84	0.74	0.51	0.67	
3	-0.04	0.04	0.63	0.43	0.32	0.55	0.71	0.50	0.54	

除雪可能時間帯	夜 間	終 日
---------	-----	-----

相 関 係 数			
-1.0以上～-0.7未満	強い負の相関あり	0以上～0.2未満	ほとんど相関なし
-0.7以上～-0.4未満	負の相関あり	0.2以上～0.4未満	弱い正の相関あり
-0.4以上～-0.2未満	弱い負の相関あり	0.4以上～0.7未満	正の相関あり
-0.2以上～0未満	ほとんど相関なし	0.7以上～1.0未満	強い正の相関

相関分析の結果、A工区を除き集計区分2及び3において、「正の相関」が得られた（表3の黒枠）。なお、A工区の相関係数が低いと思われる要因は、工区内における市街地の割合が高いことから、除雪可能時間帯に制限があり、作業中の降雪量が多くなった場合でも、通勤・通学時間帯の前に作業を終了しなければならないな

ど、降雪量に依存しない事情が影響しているためと考えられる。また、B工区の区間1は、A工区と同様に作業が夜間に限られているが、「正の相関」が得られている。この理由は、降雪量が増加すると一部の箇所を除雪作業が繰り返し行われる場合があり、これにより除雪作業所要時間が増加しているからである。

相関分析の結果、一部の工区を除き、降雪量と除雪作業所要時間の相関が得られた。除雪作業所要時間の増加要因は、除雪作業速度の低下、または、除雪工区内を繰り返し除雪することに伴う除雪作業延長の増加によるものと推測するが詳細は不明である。そこで、除雪作業所要時間の増加要因を解明するため、さらに相関分析を行った。

分析対象とする除雪工区は、地域性や沿道条件を考慮し、前項 4.1.2.で分析した除雪工区のうち、沿道条件で市街地割合が高い工区（A工区区間1及び2、B工区区間1）、及び沿道条件で平地割合が高く、交通量が多い工区（E工区区間1及び2）を選定した。また、分析対象とする降雪量は、前項 4.1.2 の分析と同様に表-2 のとおり区分した。

4.1.3 降雪量と除雪作業速度の相関分析

道路は縦断方向に沿道条件や交通状況が異なるため、分析に用いる除雪作業速度は、除雪工区全体における平均作業速度ではなく、0.5km 区間毎の平均作業速度とした。

降雪量と 0.5km 区間毎の除雪作業速度の相関分析を行い、得られた相関係数を 0.5km 区間毎にプロットした分布図を図5に示す。

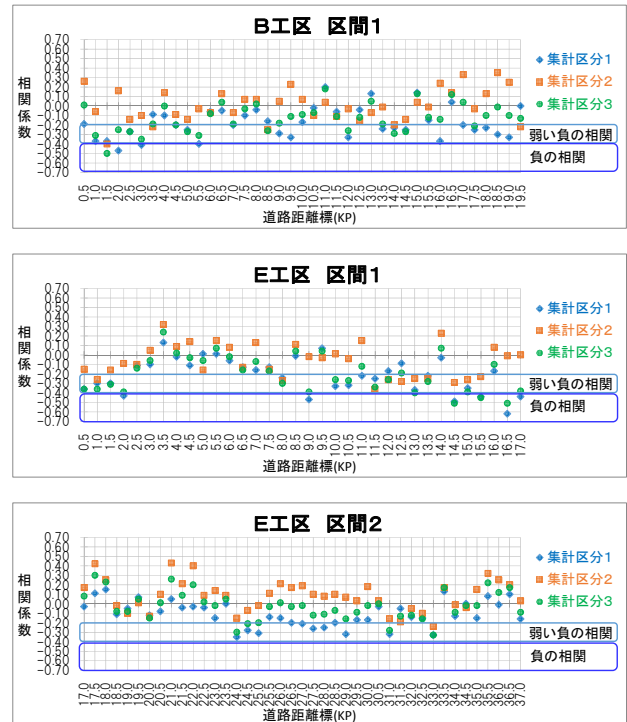
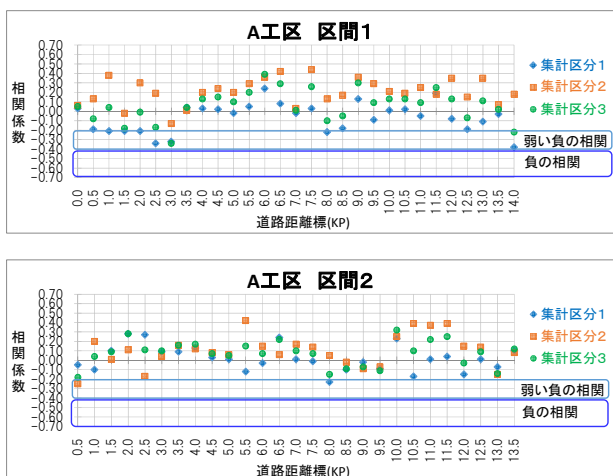


図5 降雪量と0.5km区間毎の除雪作業速度の相関係数分布図

降雪量の増加が除雪作業速度の低下に影響する場合、負の相関が得られるはずである。しかし、一部で負の相関が見られるものの、相関係数は分散する結果となり、除雪作業所要時間の増加は、除雪作業速度の低下が主たる要因ではないことがわかった。

4.1.4 降雪量と除雪作業延長の相関分析

除雪作業延長は、基幹システムに蓄積された除雪機械稼働情報の位置情報データを基に、移動した差分距離（絶対値）を累積して算出した。また、降雪量の増加に伴い除雪作業に複数回出動していた場合は、前述 4.1.2 の分析と同様の基準で一連の作業と見なした。

降雪量と除雪作業延長の相関関係を求め、比較した結果を表4に示す。

表4 降雪量と除雪作業延長の相関関係比較

降雪量 集計区分	A工区		B工区	E工区	
	区間1	区間2	区間1	区間1	区間2
1	0.05	0.30	0.02	0.17	0.48
2	0.13	0.09	0.50	0.48	0.57
3	0.12	0.28	0.31	0.35	0.60
除雪可能 時間帯	夜間			終日	

※降雪量集計区分については、表-2を参照のこと。

相関分析の結果、降雪量集計区分 2 において、A 工区を除き「正の相関」が得られた（表 4 の黒枠）。また、降雪量集計区分 3 においては、A 工区の区間 1 を除き、「弱い正の相関」及び「正の相関」が得られた（表 4 の黒点線枠）。なお、A 工区で相関係数が低い要因は、前述 4.1.2 の分析と同様、除雪可能時間帯の制限などの影響と思われる。

4.1.5 まとめ

降雪量と除雪作業所要時間の分析の結果、A 工区を除き降雪量集計区分 2 及び 3 において、「弱い正の相関」、「正の相関」が得られた（表 3）。次項で説明する除雪機械マネジメントシステム新機能の開発における降雪量データについては、相関係数だけに着目すると降雪量集計区分 2 を適用することが望ましい。しかし、A 工区のように除雪可能時間帯に制限があり、臨機に除雪できない工区もある。このことから、除雪作業開始前の降雪量も加味した降雪量集計区分 3 を適用するべきと考える。また、降雪量の増加に伴う除雪作業所要時間の増加は、除雪速度低下との相関性は低く、降雪量の増加に伴う除雪作業延長の増加（除雪工区内の複数回除雪）が要因であることがわかった（表 4）。

4.2 除雪機械マネジメントシステム機能の開発

4.2.1 除雪機械稼働状況可視化機能の開発

平成 25 年度は、除雪機械稼働状況の可視化をシステム上で容易に行える機能（以下、可視化機能）を開発した。可視化機能を用いて作成した D 工区の除雪作業グラフを図 6 に示す。

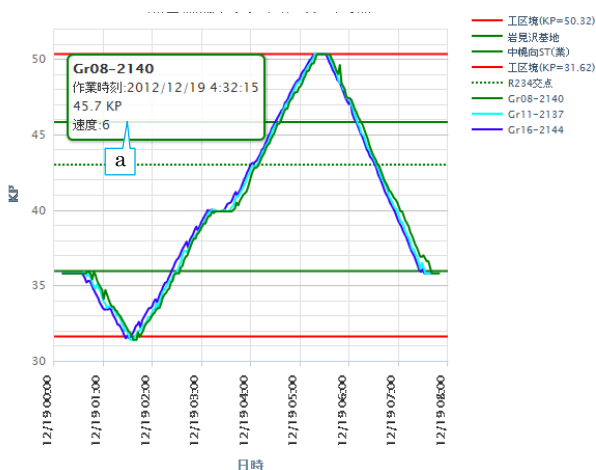


図 6 除雪作業グラフ作成例

可視化機能は、設定登録した複数台の除雪機械の位置

情報データを用いて、道路距離票(KP)と除雪作業時刻を軸としたグラフに、除雪機械の動態を折れ線で描画する機能である。また、設定した道路距離票(KP)の範囲内に含まれる除雪工区境を自動で抽出する機能や、カーソルを折れ線グラフに合わせると詳細な情報（作業時刻、作業地点 (KP)、速度(km/h)) を表示する（図 6 の a）機能を備えている。

平成 26 年度は、可視化機能を道路管理者へ提供するための事前準備として、開発局の除雪機械等情報管理システムサーバと同様（OS、ミドルウェア等の構成）の模擬サーバを寒地土研に構築し、可視化機能の機能検証試験を行った。また、開発局職員及び除雪業者向けに「可視化機能利用の手引き」を作成した（図 7）。



図 7 除雪機械稼働状況可視化機能利用の手引き

4.2.2 除雪出動判断支援機能の開発

これまでの除雪作業の可視化分析から、通常降雪時（道路管理者が定める出動基準：降雪量 10cm 程度の降雪時）における除雪ルート及び除雪作業所要時間は、ほぼ近似していることが判明している。そこで、降雪量に応じた最適な出動タイミングの判断を支援するため、それぞれの除雪工区の通常降雪時における代表的な除雪ルート、及び除雪作業所要時間を算出し、その情報を除雪作業グラフで表示する機能（以下、除雪出動判断支援機能）を開発した。以下、除雪出動判断支援機能の(1) 通常降雪時における代表的な除雪ルートの選定方法、(2) 除雪作業所要時間の算出基礎となる除雪作業速度の算定方法、(3) 除雪出動判断支援機能の概要について説明する。

(1) 通常降雪時における代表的な除雪ルートの選定方法

過去の通常降雪時における除雪ルートの中から、全ての除雪ルートに最も近似している代表的な除雪ルートを選定するためには、始めに、その除雪作業が通常降雪時の作業だったのかを判別する必要がある。そこで、通常

降雪時の判別基準を前述 4.1 の分析結果を反映し、「直近の除雪作業終了時から当該除雪作業終了時まで（表 2 の降雪量集計区分 3）」の累積降雪量が道路管理者が定める除雪出動基準の 10cm 程度（プログラム処理では 8 ～12cm）の作業とした。この基準に基づき、過去 5 カ年分の除雪作業履歴データから、通常降雪時における除雪作業を選定する仕様とした。

上記の手順により選定した通常降雪時における除雪ルートの中から、さらに代表的な除雪ルートを選定する方法として、除雪機械の時間経過に伴う移動を動的タイムワーピング（以下、DTW：Dynamic Time Warping）距離を用いて評価することとした。DTW 距離とは、時間軸上のずれを許容し、長さの異なるデータ間に与える距離のことである⁵⁾。

通常降雪時における代表的な除雪ルートの選定フローを図 8 に示す。

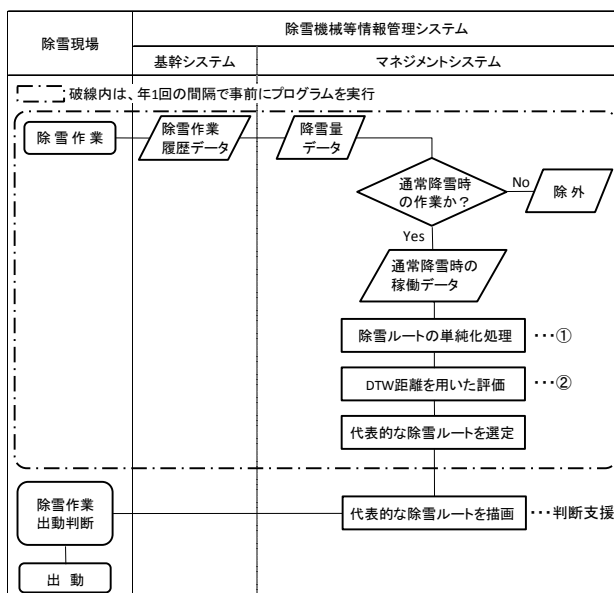


図 8 通常降雪時における代表的な除雪ルートの選定フロー

図 8 の選定フローに示した、除雪ルートの単純化処理、DTW 距離を用いた評価について説明する。

①除雪ルートの単純化処理

DTW 距離を用いた評価では、計算コストの削減が重要である⁵⁾。

除雪機械は出動してから帰着するまでの作業中、停車や折り返しなどの作業速度の変化があり、時間経過に伴う移動間隔が一定ではない。代表的な除雪ルートを選定するうえで、除雪ルート上の折り返し地点を考慮する必

要はあるが、出動毎に異なる停車時間や作業速度要素は除雪ルートには反映されないため不要である。停車時間や作業速度要素を排除するため、データの間引き、または補間処理を行うこととした。これにより、一定間隔で変化する系列を作成することが可能となる。

データの間引き及び補間処理は、除雪機械の位置情報データ（道路距離標(KP)）を任意の距離間隔で丸め、データ（道路距離標(KP)）が連続して出現する場合はデータの間引きを行い、欠落する場合はデータの補間を行うことで、除雪ルートを単純化処理する。単純化処理のイメージを図 9 に示す。

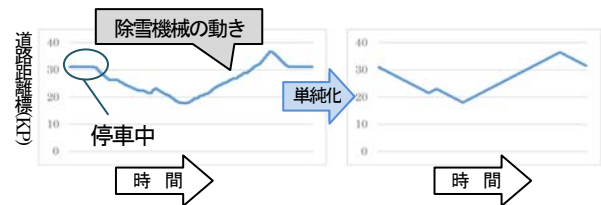


図 9 除雪ルートの単純化処理イメージ

②DTW 距離を用いた評価

除雪出動毎の除雪ルートを前述の手順で単純化処理した後、対象とする除雪ルートの折り返し地点相互間の DTW 距離を計算し評価する。

ここでは、除雪ルート A、B、C の DTW 距離を用いた評価例について説明する。

単純化処理後の除雪ルート A、B、C の相互の折り返し地点間の DTW 距離を総当たりで求め、DTW 距離の合計が最小値となった除雪ルートが、比較した除雪ルートの中の代表的な除雪ルートである。各除雪ルートの DTW 距離算出式を表 5 に、代表例として単純化ルート A の DTW 距離の算出イメージを図 10 に、評価結果を表 6 に示す。

表 5 各除雪ルートの DTW 距離算出式

除雪ルート	算 出 式
A	「単純化ルート A と B の DTW 距離」 + 「単純化ルート A と C の DTW 距離」
B	「単純化ルート B と A の DTW 距離」 + 「単純化ルート B と C の DTW 距離」
C	「単純化ルート C と A の DTW 距離」 + 「単純化ルート C と B の DTW 距離」

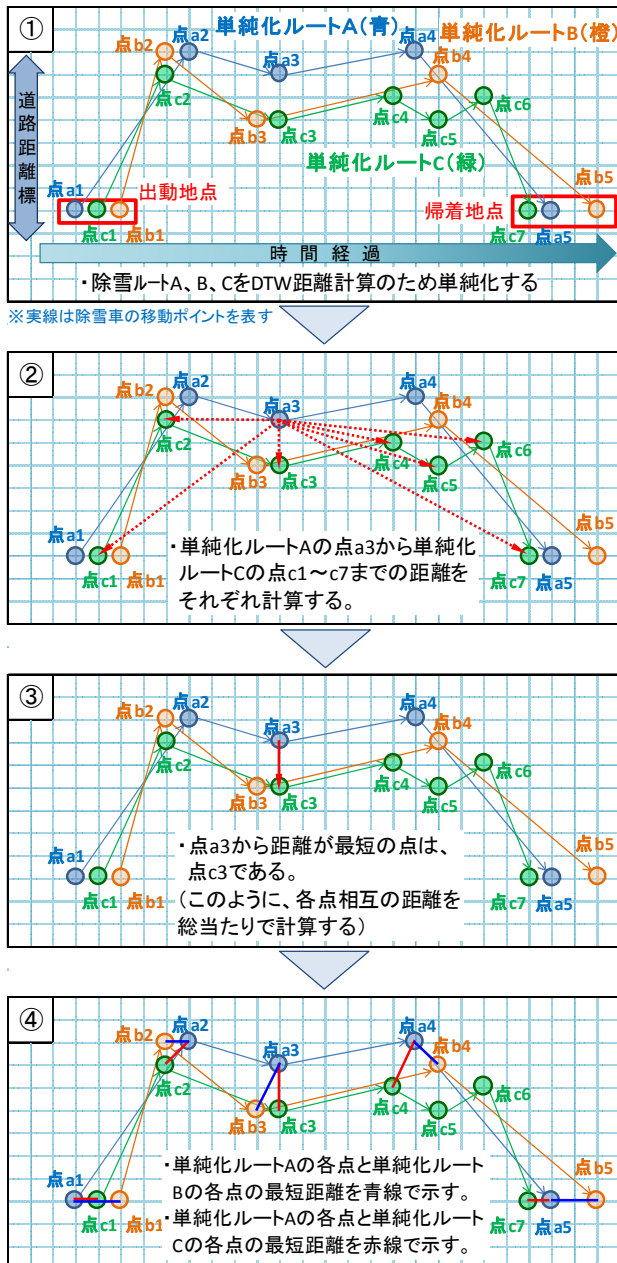


図10 各除雪ルートのDTW距離の算出イメージ

表6 DTW距離を用いた評価結果

	単純化ルートB					単純化ルートC							赤枠の計	赤枠の合計
	点b1	点b2	点b3	点b4	点b5	点c1	点c2	点c3	点c4	点c5	点c6	点c7		
単純化ルートA	2.0	8.1	8.9	17.1	23.0	1.0	7.2	9.8	14.9	16.5	18.7	20.0	7.6	16.2
点a1	7.6	1.0	4.2	11.1	19.3	8.1	1.4	5.0	9.2	11.4	13.2	16.6		
点a2	9.2	5.1	2.2	7.0	15.2	10.0	5.0	2.0	5.1	7.3	9.1	12.5		
点a3	14.8	11.0	7.6	1.4	10.6	15.7	11.1	6.7	2.2	3.2	3.6	8.6		
点a4	19.0	18.4	13.6	7.8	2.0	20.0	18.0	12.7	8.6	6.4	5.8	1.0		
点a5														
単純化ルートB	2.0	7.6	9.2	14.8	19.0	1.0	6.3	8.1	13.0	14.6	16.8	18.0	8.0	16.6
点b1	8.1	1.0	5.1	11.0	18.4	7.6	1.0	5.8	10.2	12.4	14.1	17.5		
点b2	8.9	4.2	2.2	7.6	13.6	8.1	4.5	1.0	6.1	8.0	10.1	12.7		
点b3	17.1	11.1	7.0	1.4	7.8	16.2	12.0	7.3	2.2	2.0	2.2	7.2		
点b4	23.0	19.3	15.2	10.6	2.0	22.0	19.9	14.6	10.3	8.1	7.1	3.0		
点b5														
単純化ルートC	1.0	8.1	10.0	15.7	20.0	1.0	7.6	8.1	16.2	22.0	—	—	12.4	26.8
点c1	7.2	1.4	5.0	11.1	18.0	6.3	1.0	4.5	12.0	19.9	—	—		
点c2	9.8	5.0	2.0	6.7	12.7	8.1	5.8	1.0	7.3	14.6	—	—		
点c3	14.9	9.2	5.1	2.2	8.6	13.0	10.2	6.1	2.2	10.3	—	—		
点c4	16.5	11.4	7.3	3.2	6.4	14.6	12.4	8.0	2.0	8.1	—	—		
点c5	18.7	13.2	9.1	3.6	5.8	16.8	14.1	10.1	2.2	7.1	—	—		
点c6	20.0	16.6	12.5	8.6	1.0	18.0	17.5	12.7	7.2	3.0	—	—		
点c7														

※ 図-10の1マスを1.0として、各点相互の距離を計算

※ 赤枠内が、各点相互間の最短距離

表6より、DTW距離の合計が最も小さい単純化ルートAが代表的な除雪ルートである。

(2) 除雪作業所要時間の算出基礎となる除雪作業速度の算定方法

前述で選定した代表的な除雪ルートは、単純化処理過程において、速度要素を排除している。そこで、速度要素を付加するため、過去5年分の通常降雪時における除雪作業データから、除雪工区別、除雪機械別、道路距離標別（任意の距離で丸めることが可能）、作業時間帯別（昼間、夜間、深夜）に速度を算定することとした。

算定した速度要素を前述で選定した代表的な除雪ルートに与えることで、線の傾きを表すことができる。

(3) 除雪出動判断支援機能の概要

以下、除雪出動判断支援機能の概要について説明する。

1) 設定登録機能

設定登録機能は、グラフに表示する際の設定情報をユーザー毎に登録する機能である。設定可能な主要情報を示す。

- ・グラフに表示する路線、範囲（KP）
- ・グラフに表示する除雪車の選択、緑色及び線種
- ・除雪車が巡回する地点（KP）

2) グラフ表示機能

グラフ表示機能は、設定登録した複数台の除雪機械の通常降雪時における代表的な除雪ルートを、道路距離標（KP）と経過時間を軸としたグラフに、折れ線で表示す

る機能である。主な表示機能を示す。

- ・設定した道路距離票(KP)の範囲内に含まれる除雪工区境を表示する。
- ・カーソルを折れ線グラフに合わせると、作業時刻、作業地点 (KP)、速度を表示する。

図 6 に示した D 工区の通常降雪時における代表的な除雪ルートを図 11 に示す。

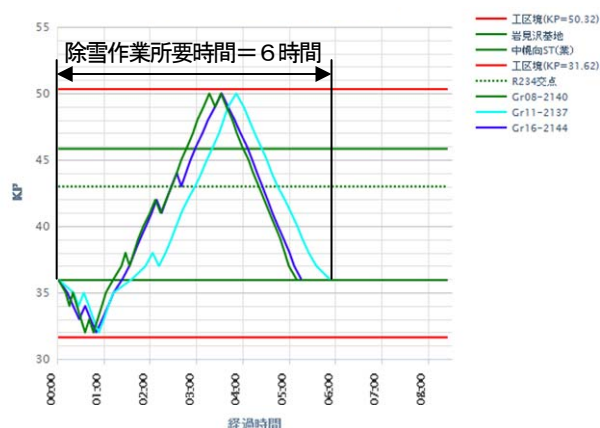


図 11 D 工区の通常降雪時における代表的な除雪ルート

図 11 に示した D 工区の通常降雪時における代表的な除雪作業ルートのグラフから、除雪作業所要時間が 6 時間であり、目標とする除雪作業終了時刻の 6 時間前に出動すれば対処可能であることがわかる。また、気象情報により、通常降雪時（8～12cm）以上の降雪や局地的な降雪など通常降雪時と異なる状況が予想される場合は、6 時間以上前に出動する必要があるといえる。

この機能の活用により、熟練者でなくても降雪量に応じた出動判断や、降雪状況に応じた除雪体制の検討などが可能となる。

5. まとめ

除雪出動判断・運用支援技術の提案に向け、除雪工区上の降雪量と除雪作業所要時間の相関関係を分析し、一部の工区を除き相関関係があることを確認した。また、降雪の増加に伴う除雪作業所要時間の増加は、繰り返し除雪による除雪作業延長の増加が要因であることがわかった。

除雪機械マネジメントシステムの開発では、過年度に開発した可視化機能を道路管理者に提供するための事前準備を行った。また、降雪量と除雪作業所要時間の分析結果を踏まえて、除雪出動判断支援機能を開発した。今後は、開発した機能を道路管理者へ提供するとともに、気象状況に応じた除雪出動判断・運用支援技術の提案に

向け、引き続き検討していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通省防災業務計画、P231、平成 26 年 4 月、<http://www.mlit.go.jp/saigai/bousaigayoumuikaku.html>
- 2) 国土交通省北海道開発局：今冬の除雪体制等について（平成 26 年 12 月 15 日）、http://www.hkd.mlit.go.jp/zygyoka/z_doro/jyosetsu/pdf/jyosetsutaisei.pdf
- 3) 岸寛人、牧野正敏、佐々木憲弘：GPS を活用した除雪機械運用支援システムの開発、平成 22 年度建設施工と建設機械シンポジウム、平成 22 年 11 月
- 4) 切石亮、徳永ロベルト、高橋尚人：冬期道路マネジメントシステムの試行運用について、平成 25 年度北海道開発技術研究発表会、平成 26 年 2 月
- 5) 吉川昂伯、石川昌弘、陳漢雄、古瀬一隆、大保信夫：長大な時系列データの類似検索の研究、電子情報通信学会 第 18 回データ工学ワークショップ、平成 19 年 2 月

STUDY ON TECHNOLOGY FOR EFFICIENT AND EFFECTIVE SNOW REMOVAL MANAGEMENT UTILIZING ICT

Budgeted : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Machinery Technology Research Team

Author : OTSUKI Toshiyuki

MAKINO Masatoshi

KOMIYAMA Kazushige

SATOH Shingo

Abstract : In cold snowy regions, snowfall and snow cover greatly affect road traffic. Securing smooth road traffic is essential for local residents. Towards efficient and effective snow removal, this study analyzes snow removal machinery location and work, and weather information, toward proposing a snow removal management technology based on ICT (information communication technology), which will help operators to determine the appropriate time for operation and which will help snow removal vehicle management.

In FY 2014, toward proposing techniques for determining snow removal deployment and providing support to operation in accordance with the amount of snowfall, the analysis of correlation between snowfall and time required to clear snow removal sections was conducted. Furthermore, we have developed the function to display line graph the typical snow removal work route at the time of ordinary snowfall.

Key words : snow removal machinery, management system, GPS, operational support, snow removal planning, ICT