

# 位置情報を活用した除雪機械運用支援技術

牧野 正敏・小宮山 一重

冬期における良好な路面管理、異常気象時における迅速な除雪作業のためには、現有する除雪機械を有効に活用し、効率的・効果的に除雪作業を実施する必要がある。

除雪機械の動態を位置情報により把握可能なシステムをベースに、除雪機械の弾力的な運用支援を可能とする除雪機械マネジメントシステムの構築を目指して、「ダイナミック工区シフト支援」、「除雪作業状況確認」、「散布情報収集・管理支援」等の各機能を開発し、道路管理者及び除雪工事請負業者へ提供した。

本稿では、各機能の概要、実フィールドでの活用事例、蓄積データを基にした除雪作業の効率性評価への活用可能性について報告する。

キーワード：除雪機械、マネジメントシステム、位置情報、運用支援、散布情報

## 1. はじめに

北海道は、都道府県の中で最も広い約 83,500 km<sup>2</sup> の面積を有しており、日本の総面積の約 22% を占める<sup>1)</sup>。また、人口が 4 万人を超える都市間の平均距離が約 60 km<sup>2)</sup> あり、広域分散型の積雪寒冷地域である。

北海道の国道を管理する国土交通省北海道開発局は、1,029 台の除雪機械を用いて、一般国道 6,610 km の除雪を行っている（平成 22 年度現在）。北海道における国道の除雪延長は年々増加しているが、除雪事業費は道路予算の縮減により、減少傾向にある。一方で冬期道路利用者は、常に良好な路面管理、異常気象時における迅速な除雪作業を求めている。そのため、現有する除雪機械を有効に活用し、効率的・効果的な除雪作業の実施を支援するための技術が必要である。

## 2. 除雪機械マネジメントシステムの開発

北海道開発局では、GPS により除雪機械の動態を把握可能な基幹システムを平成 17 年度に導入した。除雪機械に設置した GPS 及び各種作業センサーで除雪機械の位置・作業情報をリアルタイムに収集し、サーバへ送信する。このシステムにより、地図上でのリアルタイムな除雪進捗状況の把握や、過去の作業履歴確認が可能となる。

寒地土木研究所では北海道開発局と連携し、この基幹システムをベースに、様々な道路管理データ（気象

観測、通行規制、道路カメラ画像等）と相互に連携させて、除雪機械のマネジメント及び弾力的な運用支援が可能なシステムを開発することで、道路維持管理業務のより一層の効率化、高度化を目指している。

以下に、現在、道路管理者及び除雪工事請負業者へ提供している各機能の概要を記す。

### (1) ダイナミック工区シフト支援システム

除雪作業は、通常割り当てられた担当工区内のみ実施されるため、局所的な大雪などの異常気象時には隣接工区間でも除雪終了時刻に大幅な差異が生じ、路線全体では除雪の遅延が生じることがある。

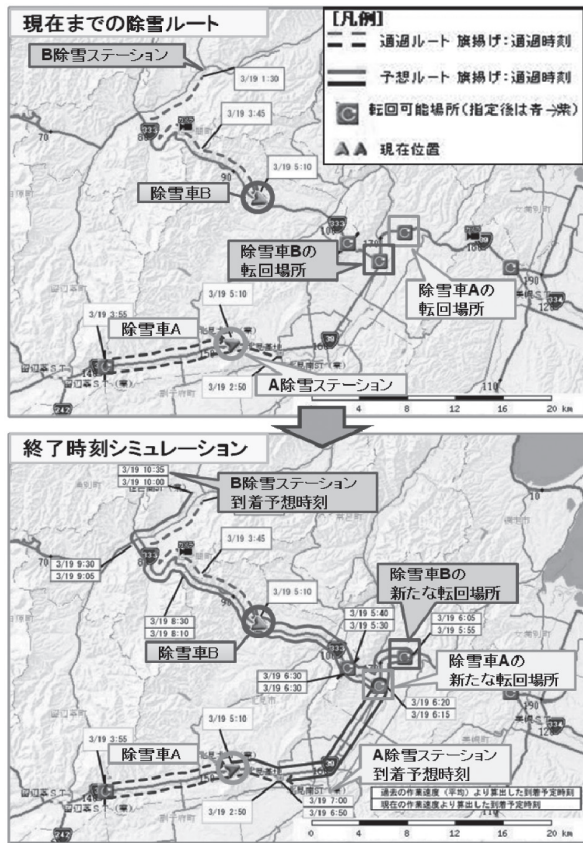
ダイナミック工区シフト支援システムにより、隣接した工区の除雪進捗状況をリアルタイムに確認し、それぞれの工区における除雪終了時刻をシミュレーションする。除雪の応援が可能であれば、工区境（除雪機械の転回場所）をシフトすることで、路線全体の除雪時間の短縮（平準化）を図ることが可能となる。

本システムは、通常時の転回場所（工区境）以外にあらかじめ複数の転回可能地点を登録しておき、監督職員が指定する場所で除雪機械が転回した場合、出発地点（除雪ステーション等）に何時に戻ってくるか「作業終了予想時刻」を提供するものである。監督職員はこの作業終了予想時刻を参考に、工区シフト実施の判断を行うことができる（図—1）。

工区シフトのシミュレーション実施時刻までの作業ルートは点線で表示され、転回場所を指定した後の予

定ルートは実線で表示される。

なお、提供する作業終了予想時刻は2種類あり、上段は通常時の使用を想定した過去1年間の平均的な除雪速度から算出した時刻、下段は豪雪時等の使用を想定した直近の平均除雪速度から算出した時刻である。



図一1 ダイナミック工区シフト表示画面

## (2) 除雪作業状況確認システム

ダイナミック工区シフト支援システムの試行を行った結果、下記のような問題点があることがわかった。

- ・ 除雪機械があらかじめ登録した作業予定ルートから外れるとエラーが生じる。
- ・ 表示までに時間がかかる。
- ・ 応援する機械、応援される機械を対で指定しなければならない。

上記の問題点を解消するためには、除雪機械の作業進捗状況の把握や予想時刻シミュレーションを、煩雑な操作をせず、直感的に行えることが必要である。

そこで、除雪進捗情報の共有と、指定した地点における除雪機械到着予想時刻の提供に特化した、除雪作業状況確認システムの開発を行った。

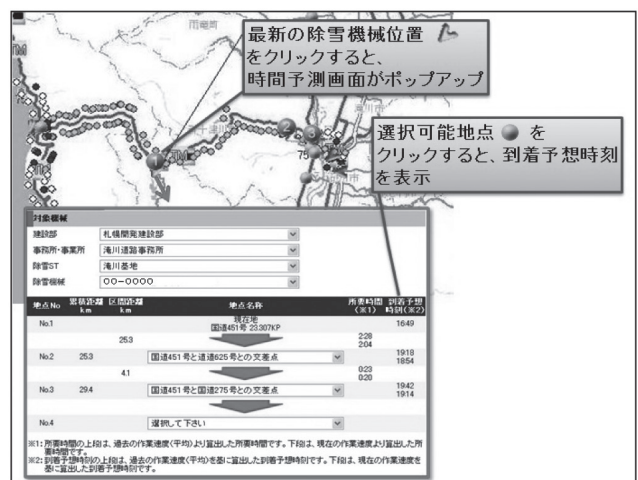
これは、指定した作業内容（除雪中・散布中）の除雪作業実績を抽出して地図上に表示するほか、除雪機

械が現在位置から指定する地点まで移動した場合の到着予想時刻を算出して画面上に表示するものである。

このシステムにより、監督職員は除雪作業の進捗状況の把握が容易になり、工区境の臨機なシフト（ダイナミック工区シフト）や、除雪機械の他工区への柔軟な応援を行うことが可能である（図一2）。また、今後の除雪ルートを指定することにより、除雪終了予想時刻がシミュレーションできるので、除雪終了予想時刻に基づいた工区シフト等の実施を判断することが可能になる（図一3）。



図一2 除雪作業状況確認システム表示画面



図一3 到着予想時刻の表示画面

## (3) 気象観測情報・道路カメラ画像の表示機能

リアルタイムな除雪機械の位置・作業情報と併せて、現地の気象観測情報、道路カメラ画像をシステム画面上に表示させることにより、除雪作業がどのような気象状況・路面状況で行われているのか把握可能となり、除雪作業の妥当性や、除雪作業の進捗が遅れている要因等を確認することができる。このため、北海道開発局で提供している「北海道地区道路情報」へリンクを行った。画面上の道路テレメータや道路カメラのアイ



コンをクリックすることにより、気象観測情報や道路カメラ画像を確認することができる(図-4)。

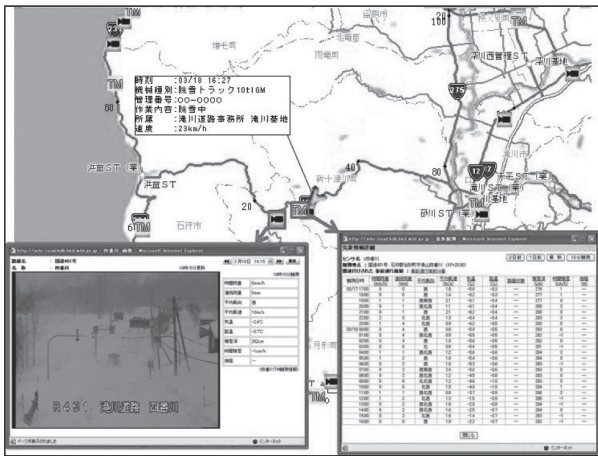


図-4 気象観測情報・道路カメラ画像の表示例

#### (4) 携帯電話用 WEB サイト

除雪工事請負業者の現場代理人は、除雪作業中は現場に出ることが多いため、除雪ステーション等において自ら PC で除雪作業情報を確認できないことがある。現場においても必要な除雪作業情報の取得を可能とするため、携帯電話でも表示可能な機能の検討を行い、表示速度を優先させた文字情報のみを提供する携帯電話用 WEB サイトを開発した(図-5)。

これにより、除雪工事請負業者の現場代理人が現場にいても、担当工区や隣接工区の除雪機械の作業状況が確認可能となり、工区境の除雪タイミングを合わせるなど、除雪作業の臨機で効率的な運用に寄与することができるものとする。

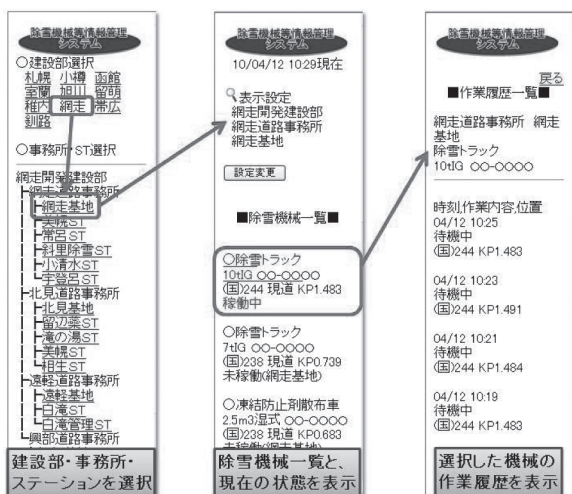


図-5 携帯電話用 WEB サイト表示画面

#### (5) 散布情報収集・管理システム

凍結防止剤散布車で凍結防止剤を散布する際は、運転室に設けられた散布装置の「操作パネル」で、散布の ON/OFF、散布剤の種類(砂類、塩類)、散布量( $g/m^2$ )、散布幅、散布方向、水溶液混合割合を都度設定し、散布を行っている。このうちいずれかの操作があった場合に、散布設定情報と位置情報を収集しサーバへ送信する。収集した情報を地図上に表示することで、「いつ」、「どこで」、「何を」、「どれだけ散布したのか」が地図上で把握可能になる。また、散布設定情報に走行距離情報を付加することで、日散布量の算出が可能となるほか、除雪工事請負業者が作成している散布日報の作成に必要な散布箇所、散布量などの詳細データの取得が可能となる。

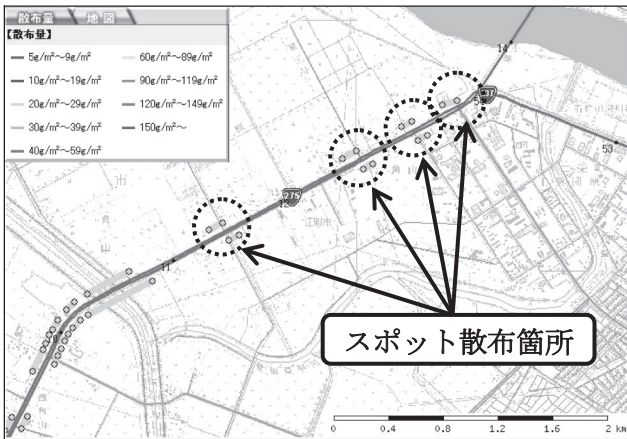
図-6 は橋梁部における散布位置の表示例である。散布位置は道路の進行方向に対して左側にマークされ、○印は散布開始・終了地点、線がつながっている場所は連続して散布したことを意味している。設定散布量は凡例にあるように色分けして表示され、一般部では  $20\sim 29 g/m^2$  で凍結防止剤を散布しているが、橋梁部では  $30\sim 39 g/m^2$  に増量して連続的に散布されたことが確認できる。

図-7 は交差点部における散布位置の表示例である。交差点部手前等の必要な箇所にスポット散布を行っていることがシステム画面から読み取れる。

さらに、図-8 に示す散布履歴情報一覧をダウンロードすることによって、散布時刻、散布箇所、散布剤の種類、散布量等の詳細な散布情報を CSV 形式で取得できるため、散布日報作成時等に利用することが可能である。



図-6 橋梁部における散布位置の表示例(連続散布)



図一七 交差点部における散布位置の表示例（スポット散布）

散布履歴情報一覧

管轄：札幌開発建設部 札幌道路事務所  
 除雪機種：凍結防止剤散布車  
 規格：4.0m3型式  
 管理番号：14-  
 散布総量(0.0)：7509【凍結防止剤】 0【防凍剤】 311【水/溶剤】

散布時刻	散布箇所	散布剤の種類	散布量 (g/m²)	散布幅 (m)
2009/01/ 05:58:04~2009/01/ 06:58:29	④36 10.481KP ~ ④36 10.293KP	凍結防止剤	10	3.5
2009/01/ 05:59:14~2009/01/ 06:01:10	④36 10.282KP ~ ④36 9.178KP	凍結防止剤	10	3.5
2009/01/ 06:01:10~2009/01/ 06:01:26	④36 9.178KP ~ ④36 9.073KP	凍結防止剤	10	3.5
2009/01/ 06:01:26~2009/01/ 06:01:29	④36 9.073KP ~ ④36 9.043KP	凍結防止剤	15	3.5
2009/01/ 06:01:29~2009/01/ 06:03:17	④36 9.043KP ~ ④36 7.829KP	凍結防止剤	20	3.5
2009/01/ 06:03:17~2009/01/ 06:04:45	④36 7.829KP ~ ④36 7.160KP	凍結防止剤	20	3.5
2009/01/ 06:04:45~2009/01/ 06:06:28	④36 7.160KP ~ ④36 5.989KP	凍結防止剤	20	4.5
2009/01/ 06:06:28~2009/01/ 06:07:02	④36 5.989KP ~ ④36 5.955KP	凍結防止剤	20	5.0
2009/01/ 06:07:02~2009/01/ 06:08:23	④36 5.955KP ~ ④36 5.020KP	凍結防止剤	20	5.0
2009/01/ 06:08:23~2009/01/ 06:08:42	④36 5.020KP ~ ④36 4.823KP	凍結防止剤	20	5.0
2009/01/ 06:08:42~2009/01/ 06:10:07	④36 4.823KP ~ ④36 4.297KP	凍結防止剤	20	5.0
2009/01/ 06:10:07~2009/01/ 06:12:21	④36 4.297KP ~ ④36 3.485KP	凍結防止剤	25	5.0
2009/01/ 06:12:21~2009/01/ 06:14:56	④36 3.485KP ~ ④36 2.391KP	凍結防止剤	25	5.0
2009/01/ 06:14:56~2009/01/ 06:16:00	④36 2.391KP ~ ④36 2.279KP	凍結防止剤	25	5.0
2009/01/ 06:16:00~2009/01/ 06:16:21	④36 2.279KP ~ ④36 2.127KP	凍結防止剤	30	5.0

ダウンロード 閉じる

図一八 散布履歴情報一覧の表示画面

### 3. 実フィールドでの活用事例

除雪機械マネジメントシステムの除雪作業情報は、平成20年度より道路管理者及び除雪工事請負業者へ提供している。

システムの利用状況や活用事例をWEBによるアンケート及びヒアリングにより調査した。その結果、道路管理者や除雪工事請負業者が有効に活用していることを確認した。主な活用事例を以下に記す。

- ・ 除雪状況・除雪位置確認のために利用した。
- ・ 工区内の全体的な作業進捗状況を確認し、除雪ルートの変更や工区シフト・工区間連携を検討した。
- ・ リアルタイムな除雪状況の把握により、オペレータとの無線連絡が減少し、作業効率の向上や安全性向上に寄与した。
- ・ 豪雪時に、近くにいる対応可能な除雪機械を確認して立ち往生車両を救出した。
- ・ 豪雪時に救急車両の先導を行うため、最も近くに

いる除雪機械を探して救援作業にあたった。  
 ・ 除雪に対する苦情、事故箇所の除雪・散布状況の確認など、アカウントビリティの向上に寄与した。  
 これらのヒアリング調査結果をとりまとめ、本システムの普及を図るために活用事例集を作成し、道路管理者及び除雪工事請負業者へ提供した。

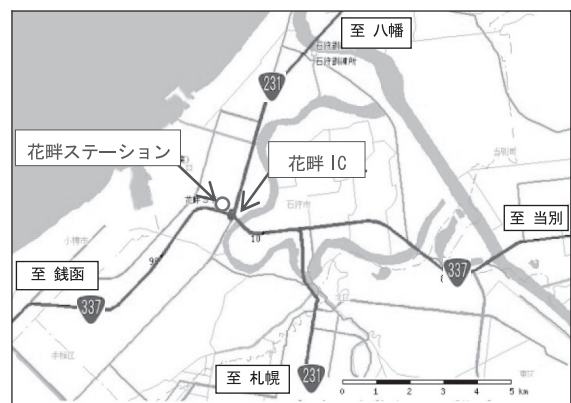
### 4. 除雪作業履歴の分析による作業効率評価への活用

サーバに蓄積された除雪機械の位置・作業情報データを分析し、除雪作業の効率性評価への活用可能性を検討した。

除雪機械の作業日時、作業内容（本体、各装置の稼働）、作業箇所（KP）等が記録された作業データは、CSV形式での取得が可能である。このデータを分析するため、X軸に時刻、Y軸に距離標（KP）を取ったグラフを作成した。これにより、時間経過に伴う除雪機械の作業状況が可視化されるため、時間経過に伴う除雪作業進捗状況や速度変化の把握が容易になる。また、複数台数の表示も可能であるため、除雪梯団構成等の作業形態の変化も把握できる。

札幌開発建設部札幌道路事務所花畔ステーションに配置されている除雪機械の担当工区である、一般国道231号（以下、R231）及び一般国道337号（以下、R337）において、豪雪時の作業形態をグラフ化した例を紹介する。

図一9に工区概要図を示す。図一10、11に示す平成23年1月8～9日の事例は最大30cm程度の降雪があり、豪雪に対応した除雪作業といえる。R231では、除雪機械が単独でR231八幡方面へ向かっている。これは降雪が多かったため、最低限の車線確保のための除雪作業である。その後、4台の梯団はR337当別方面を重点的に除雪し、残りの6台はR337銭函方面



図一九 工区概要図



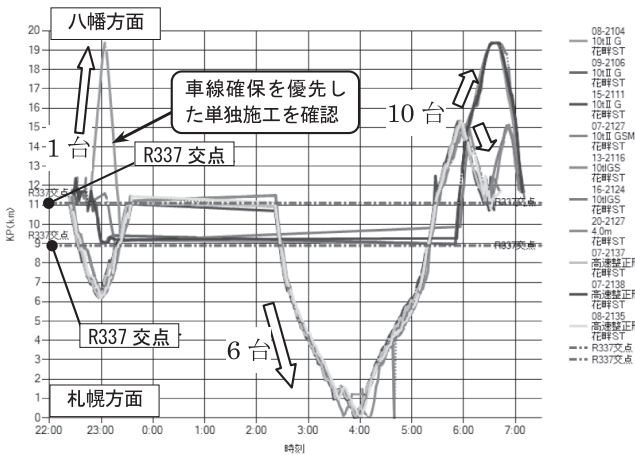


図-10 一般国道231号の除雪状況  
(豪雪時, 平成23年1月8~9日)

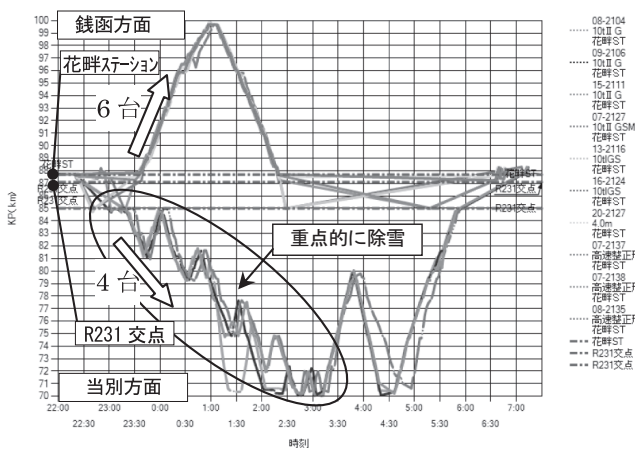


図-11 一般国道337号の除雪状況  
(豪雪時, 平成23年1月8~9日)

からR231札幌方面の除雪を概ね6時までに終了した後、全車両10台でR231八幡方面の除雪作業を実施している。これらから、この日の除雪作業は豪雪に対して優先ルートを検討した作業であったことが確認できる。

このように、除雪作業履歴を分析することにより、時間経過に伴う除雪作業の進捗状況や作業形態の変化も把握が可能となり、除雪作業の効率性評価の基礎データとして活用できることを確認した。

## 5. おわりに

除雪機械の位置情報を用いて弾力的な運用支援を可能とする除雪機械マネジメントシステムの構築を目指して、「ダイナミック工区シフト支援」、「除雪作業状況確認」、「散布情報収集・管理支援」等の各機能を開発し、道路管理者及び除雪工事請負業者に提供した。また、本システムの利用状況等を調査し、道路管理者や除雪工事請負業者が有効に活用していることを確認した。さらに、本システムに蓄積された除雪作業履歴を分析することにより、除雪作業の効率性評価の基礎データとして活用できることを確認した。

今後も、蓄積される除雪作業履歴を基に、除雪作業効率を分析して評価する技術や、除雪作業の効率化に寄与するマネジメント機能の検討に取り組む予定である。

最後に、フィールドの提供など多大なご協力をいただいている北海道開発局及び除雪工事請負業者の関係各位に感謝の意を表するものである。

JICMA

### 【参考文献】

- 1) 北海道ホームページ：北海道の概要, 統計  
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/overview/toukei.htm>
- 2) 北海道 ITS 推進フォーラムホームページ：資料室, 北海道開発局冬期道路管理, p5  
<http://www.hokkaido-its.jp/>

### 【筆者紹介】

牧野 正敏 (まきの まさとし)  
御土木研究所  
寒地土木研究所 寒地機械技術チーム  
主任研究員



小宮山 一重 (こみやま かずしげ)  
御土木研究所  
寒地土木研究所 寒地機械技術チーム  
研究員

