

7. 除雪機械稼働情報グラフ化機能の開発

(国研)土木研究所 寒地土木研究所 ○小宮山 一重
(国研)土木研究所 寒地土木研究所 牧野 正敏
(国研)土木研究所 寒地土木研究所 佐藤 信吾

1. はじめに

日本は、国土の約51%(24道府県532市町村)が豪雪地帯及び特別豪雪地帯に指定されている(図-1)¹⁾。これらの地域における降雪は日常的であり、降雪の影響で旅行速度が低下するなど、道路交通への影響が大きい。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では、道路交通は重要な生命線である。このことから、良好な路面管理及び異常気象時における迅速な除雪に対する住民ニーズは高い。

図表 1-1 豪雪地帯及び特別豪雪地帯指定地域



出典：内閣府資料

図-1 豪雪地帯及び特別豪雪地帯指定地域¹⁾

迅速な除雪を実施するためには、除雪のマネジメントが必要である。除雪マネジメントとは、除雪計画の策定(Plan)、実施(Do)、検証・評価(Check)、改善・処置(Act)といったPDCAサイクルを実現し、除雪作業効率及びサービスレベルの向上を図ることである。しかし、除雪作業は主に経験を頼りに行われており、検証・評価等はあまり行われていない。

近年、ICT(Information Communication Technology)の発展に伴い車両等の位置情報を共有・活用する技術が様々な事業で活用されている。除雪事業においても、除雪車位置の把握や作業時間の管理等に活用されている。

そこで、除雪作業における除雪車の出動判断や運用判断を支援するためのツールとして、除雪車

の位置情報を活用し、時間経過に伴う除雪車の動態をWebブラウザ上に折れ線グラフで表示し、作業状況を確認する「除雪機械稼働情報グラフ化機能(以下、グラフ化機能)」を開発した。

本稿では、グラフ化機能の概要、除雪事業への活用例について解説する。

2. 除雪作業

冬期道路の維持管理作業は、道路管理者が管轄路線を分割して設定した工区(以下、除雪工区)毎に、除雪工事受注業者(以下、除雪業者)が行っている。除雪作業は、主に数台の車両でグループを編成し、雁行体制で行われる(写真-1)。

除雪作業を効率的に実施するためには、降雪状況に応じた、出動タイミング、除雪車の編成や除雪ルート等の判断が必要である。しかし、作業の実施に関する判断は主に道路管理者や除雪業者の経験を頼りに行われており、除雪施工の実態も定量的には把握されていない。一方で、除雪事業においては、オペレータの確保や育成などが懸念されており²⁾、今後、経験豊富な熟練者の不足が想定される。

これらのことから、除雪作業は経験のみに拠らずに定量的なデータを加味して計画、実施することが必要である。



写真-1 雁行体制による除雪作業

3. 北海道の国道における除雪作業管理

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)では、約 6,700km の冬期道路を管理(除雪、排雪、凍結路面対策)するため、除雪車を約 1,000 台保有している。また、除雪作業を管理するため、除雪機械等情報管理システム³⁾(以下、システム)を導入している。このシステムでは、除雪車の位置等の各種作業データ(表-1)を収集・管理しており、地図上での除雪車位置の確認や作業履歴の確認を行うことができる。システムによる除雪作業位置及び履歴の確認例を図-2 に示す。

寒地土木研究所では、システム利用者が指定した地点までの除雪車の到着時刻を予測する機能など、除雪車の運用をマネジメントするための機能を開発し、開発局のシステムに提供している。

表-1 除雪機械等情報管理システムの作業データ

情報区分	データ
所属情報等	所属管轄, 機械種別, 機械管理番号
作業情報等	作業時刻, 作業内容(回送/待機/除雪), 作業装置の ON/OFF, 作業地点(緯度・経度), 作業箇所(路線), 作業箇所(KP ^{※1}) ^{※2} , 作業速度, 進行方位(16 方位)等 ^{※1} KP(キロポスト):道路距離標 ^{※2} 作業箇所(KP):緯度・経度情報を基にシステムが演算

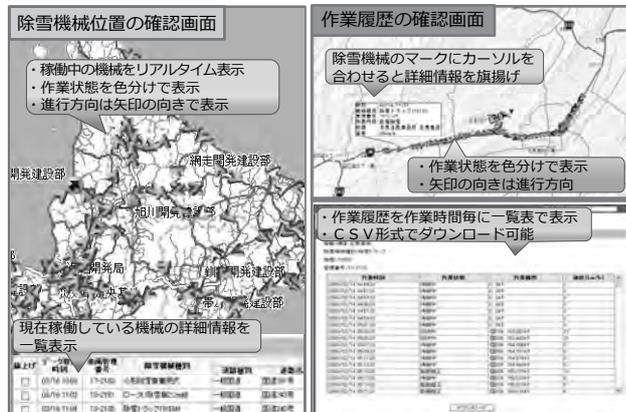


図-2 除雪機械等情報管理システム画面
(除雪機械位置(左)と作業履歴(右)の確認例)

4. 除雪機械稼働情報グラフ化機能の開発

除雪作業を検証・評価(Check)するためには、除雪作業に出動した除雪車、作業時刻、除雪車の編成、除雪ルート等の施工状況を詳細に把握する必要がある。施工状況を詳細に把握する方法として、除雪車の動態を折れ線グラフで表す、除雪作業グラフを活用する方法がある⁴⁾。

そこで、除雪担当者が除雪作業グラフを容易に作成できるよう、グラフ化機能の開発に向けて検討した。

以下、グラフ化機能の開発経緯、及び機能につ

いて解説する。

4.1 グラフ化機能の開発経緯

グラフ化機能の機能要件として、表-2 に示す情報が把握できる仕様とした。

表-2 グラフ化機能の機能要件

情報区分	詳細情報
除雪車情報	・機械種別 ・機械管理番号
作業情報	・作業路線番号 ・作業箇所(KP) ・作業時刻 ・除雪車の編成 ・除雪ルート
除雪工区情報	・除雪車車庫(除雪 ST) ・除雪工区境 ・除雪車転回地点

表-2 の機能要件を踏まえ、「除雪車情報」及び「作業情報」を表示するため、開発局のシステムに蓄積されている作業データ(表-1)を活用した。

「除雪車情報」と「作業情報」の表示では、除雪作業データを作業箇所(KP)と作業時刻を軸としたグラフにプロットする仕様とした。これにより、除雪車 1 台毎の動態が折れ線グラフで表示され、時間経過に伴う除雪車の編成の変化や除雪ルート等、除雪施工状況を視覚的に確認できる。

「除雪工区情報」の表示では、除雪 ST と除雪工区が自動で抽出、表示される仕様とした。また、除雪車転回地点等、利用者がグラフを確認するうえで把握したい地点は、グラフ表示設定時にユーザー毎に任意に登録できる仕様とした。これにより、除雪車の出動・帰着の確認、折り返し地点の確認が可能となる。なお、グラフ化機能の開発過程において、除雪機械等情報管理システムの利用者(道路管理者と除雪業者)から操作性や表示に関する意見を得るため、プロトタイプ(一部の除雪工区の一定期間のみ閲覧可能)を作成・公開してアンケートを実施した。

アンケートで得た操作性や表示画面に関する要望を考慮し、グラフ化機能を開発した。また、アンケートでは、グラフ化機能の有効性に関する意見が得られた。一例を以下に記す。

- ・「リアルタイムに表示できれば、豪雪時の対応に役立つ」(道路管理者)
- ・「他工区との兼ね合いや作業遅延による応援体制の指示に十分活用できる」(除雪業者)
- ・「グラフ化にする意味が不明」(除雪業者)

否定的な意見もあったが、多くはグラフ化機能に期待する意見であった。

4.2 グラフ化機能の解説

グラフ化機能の「設定登録」及び「表示設定」につ

いて解説する。

(1) 設定登録

設定登録では、グラフに表示する「除雪車」、「路線」及び「任意の登録地点」等の情報をユーザ毎に登録できる。なお、設定操作を直感的に行えるよう、可能な限りプルダウン及びチェックボックスで設定する仕様とした。設定画面例を図-3 に示す。



図-3 設定画面例

① 除雪車の設定

同一グラフ上に表示できる除雪車は最大15台である。また、グラフ閲覧時に除雪車を混同しないよう、1台毎に線色(9色)・線種(3種)が設定できる。

② 路線の設定

一つのグラフに表示できる路線は1路線で、最大4つのグラフが表示できる。また、それぞれの路線で表示範囲(KP)が設定できる。

③ 任意地点の設定

除雪工区における主要交差点や、除雪車の折り返し地点など、除雪作業における要所が登録できる。なお、除雪STや除雪工区境は、路線の設定で設定した表示範囲(KP)に応じて自動で抽出、表示される。

(2) 表示設定

グラフ表示例を図-4 に示す。

表示設定では、グラフに表示する「期間(日時)」を設定する。

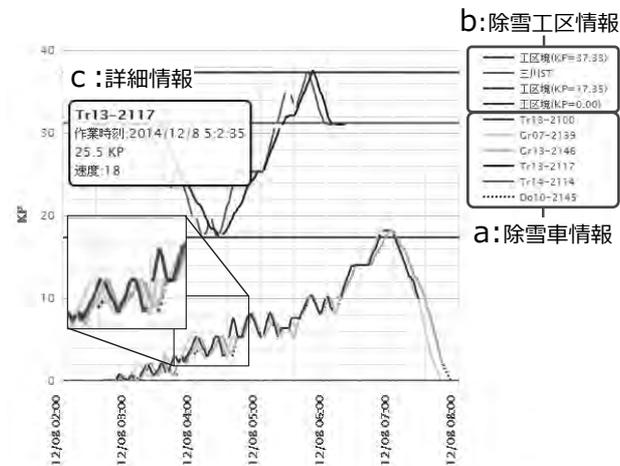


図-4 グラフ表示例

① 除雪車情報及び除雪工区情報の表示

除雪車情報として、機械種別・機械管理番号が凡例に表示される(図-4のa)。

除雪工区情報として、グラフ表示範囲に含まれる除雪工区境と除雪STが自動で抽出、凡例に表示される(図-4のb)。また、グラフエリアにも水平線で表示される。

図-4の例では、除雪車情報として6台の除雪車が表示されている。また、除雪工区情報として、除雪工区境(KP0, KP17.35, KP37.33)が赤線で、除雪ST(三川ST)が緑線で表示されている。

② 作業情報の表示

作業情報として、設定登録した路線毎に、指定した表示期間内に稼働していた除雪車が1台毎に1本の折れ線グラフで表示される。また、パソコンのマウスカursorを折れ線グラフに合わせると、その地点の除雪車情報、作業時刻、作業地点(KP)、速度(km/h)の詳細な情報がポップアップ表示される(図-4のc)。

5. グラフ化機能を活用した除雪作業の検証

除雪作業は、通常、除雪工区を担当している除雪業者がそれぞれの担当区間のみを実施する。このため、局地的な強い降雪時には、降雪区間の作業に時間を要し、除雪作業が遅延する場合があります。道路利用者の旅行速度が低下する。このような時には、隣接工区との担当区間を変更することで、作業遅延の抑制が可能である⁴⁾。これを具体的に実施するためには、大雪時でも効率的な除雪が実施できるよう、過去の大雪時における除雪状況(出動タイミング、除雪ルート、隣接除雪工区の状況など)を分析し、除雪作業を計画する必要がある。グラフ化機能を使うことで、過去の除雪作業の分析が可能である。

5.1 除雪作業分析・評価例

一般国道12号の除雪工区A, B, Cで実施された除雪作業を、グラフ化機能で分析した例について説明する。除雪工区概要図を図-5に、グラフ化した除雪作業を図-6に示す。

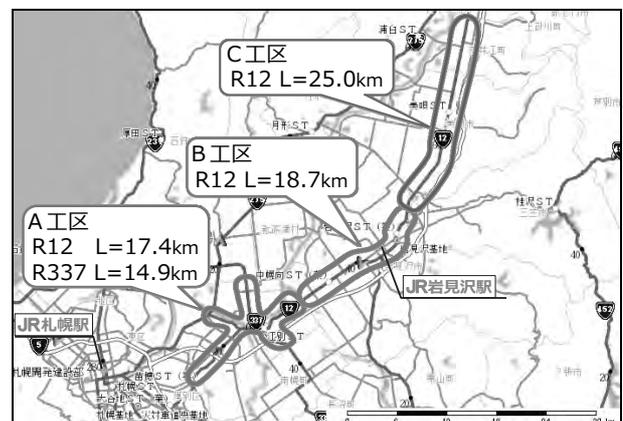


図-5 分析した除雪工区概要図

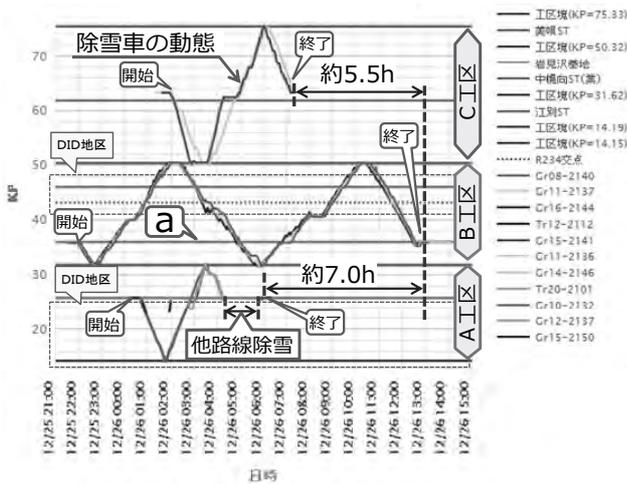


図-6 グラフ化した除雪作業

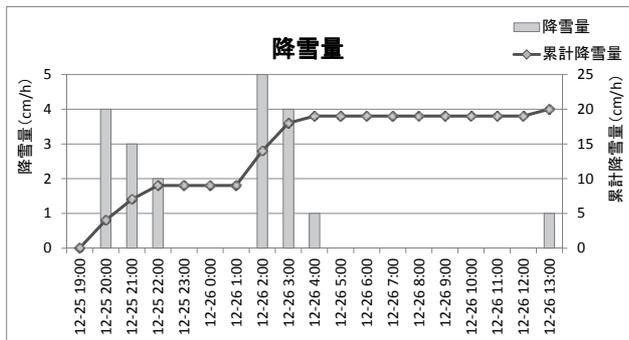


図-7 除雪作業中における降雪量

図-6 に示したグラフの除雪作業状況について解説する。

この時の降雪は、2012年12月25日20時から26日13時に掛けて降り続き、累計で20cmであった(図-7)。

それぞれの除雪出動時刻は、A工区は26日0時30分、B工区は25日22時、C工区は26日2時だったことが確認できる。また、それぞれの除雪終了時刻は、A工区は担当する隣接路線の除雪も行い26日6時頃、C工区は26日7時頃の概ね通勤通学時間帯前であった。しかし、B工区は、A工区終了から約7時間、C工区終了から約5.5時間経過の26日13時であり、作業が遅延していたことが確認できる。この時、B工区の区間を走行する道路利用者の旅行速度が低下していた可能性があり、除雪体制の検討が必要である。

今後、同様の降雪状況になった時の対策としては、A及びC工区の除雪車がB工区の除雪を応援することが考えられる。例えば、A工区の除雪車がB工区の図-6のaに示した位置まで4km(縦軸の1目盛りは2km)越境することで、B工区の除雪延長が往復で8km短縮される。B工区でこの8kmの除雪に要していた時間は除雪作業グラフ(図-6)を確認すると、2時間(横軸の1目盛りは1時間)であり、B工区の作業の遅延を2時間抑制できると推定する。

この様に、グラフ化機能を用いて除雪車の動態を詳細に把握・分析することで、近隣の除雪工区との連携判断が容易になる。また、降雪量や降雪エリアなどの違い毎に除雪状況を分析し、効果的な越境地点を確認しておくことで、降雪状況に応じた除雪体制を計画できる。

6. まとめ

実施された除雪作業を検証・評価するためのツールとして、除雪車の動態を折れ線グラフで表示するグラフ化機能を開発した。これにより、除雪作業の検証・評価が容易となり、作業の改善に向けた検討に寄与できる。また、大雪等の異常気象時は、降雪が集中しているエリアを担当する除雪業者の負担が大きい。グラフ化機能で各除雪工区の除雪進捗状況をリアルタイムに把握し、対応策を検討することで、より効率的な除雪の実施に寄与できる。

今後は、グラフ化機能をベースに、降雪量に応じて除雪終了時刻を予測する機能の開発など、除雪機械の運用を支援する技術の検討を進め、除雪事業に貢献していく所存である。

参考文献

- 1) 内閣府ホームページ(http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/1b_1s_04_05.html)：平成26年度防災白書，第1部第1章第4節4-5雪害対策
- 2) 一般社団法人日本建設機械施工協会北海道支部ホームページ(http://www.jcmahs.jp/html/17_questionnaire.html)：除雪機械施工に関するアンケート調査結果
- 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，2010年11月
- 4) 小宮山一重，大槻敏行，佐藤信吾：効果的な除雪を行うための除雪車位置情報を活用した除雪施工の検証，平成26年度建設施工と建設機械シンポジウム，平成26年11月