

i-Snow による除雪現場の生産性・安全性向上の取組

国土交通省 北海道開発局 建設部 道路維持課 維持第1係長 **しいな ひでのり** **椎名 秀典**

1. はじめに

北海道開発局では、昭和26年の発足以来、直轄国道の除雪を実施している。当時の除雪車は性能が十分ではなく故障も多かったことから、北海道開発局が主体となり、民間と共同で除雪車の開発・高機能化を図り、効率的な除雪を実施してきた。

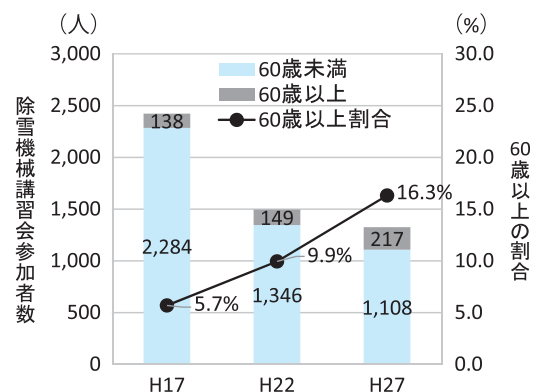
平成30年度では約6,800 kmの冬期道路交通を確保するため、除雪機械（官貸）約1,000台を配備し、除雪作業を行っている（写真－1）。

2. 背景

近年、除雪作業の現場においては、除雪機械オ

ペレータの担い手が減少、かつ高齢化が進んでおり、さらなる除雪作業の効率化が求められている（図－1）。

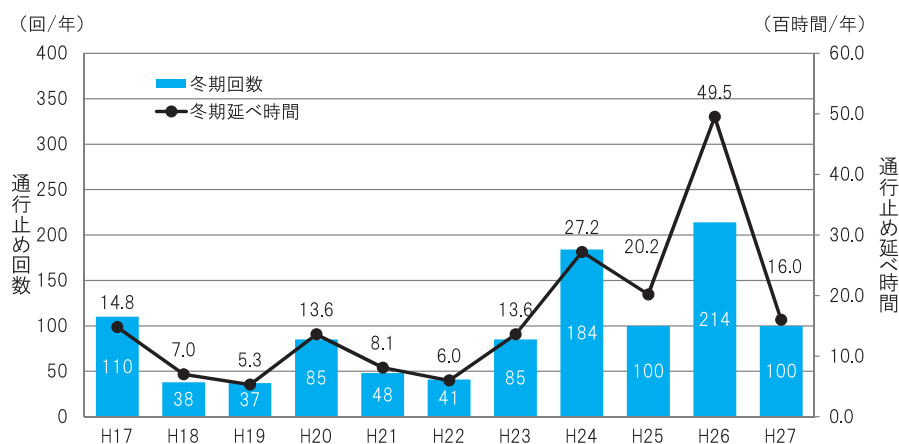
また、近年は異常気象による暴風雪等の冬期災害が頻発し、長時間の通行止めが増加傾向にあるなど、将来の冬期道路交通を確保するため、持続可能な道路除雪の取組を構築し、除雪作業の効率化を進める必要性が高まっている（図－2）。



図－1 除雪オペレータの年齢構成推移



写真－1 ロータリ除雪車の変遷



図－2 冬期通行止め状況

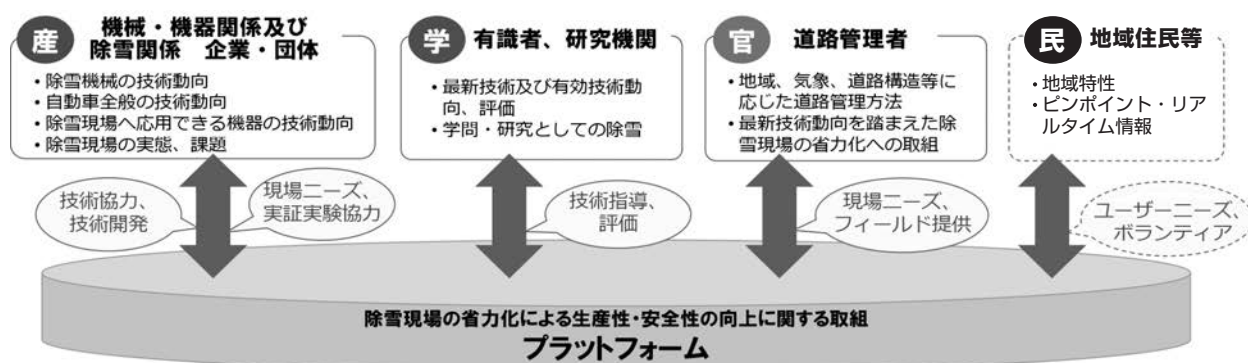
3. i-Snow の発足

持続可能な道路除雪の実現に向けた取組を構築するにあたり、第8期北海道総合開発計画（平成28年3月29日閣議決定）において計画推進方策として位置付けられている「プラットフォーム」の形成を開始した。平成29年3月に、「i-Snow」として除雪現場の課題、研究・開発の動向、除雪技術等に関する情報の共有を図るほか、除雪現場の改善への取組について、産学官民が連携して取り組むプラットフォームを発足。なお、「i-Snow」は「Smart, Nice, Operation, Work」による造語で、平成30年2月に特許庁へ商標登録を行った。

i-Snow では、近年の除雪現場における課題（異

常気象等に伴う冬期災害や通行止めの頻発、除雪車オペレータの高齢化に伴う人員確保など）に対応するための活動を展開し、もって生産性・安全性の向上に資する除雪現場の省力化を進める（図－3）。

北海道における除雪関係者が除雪現場、除雪技術等に関する横断的な連携・情報共有を図ることで、除雪現場の省力化を進め、生産性・安全性を向上させるとともに、人口減少下でもヒトとモノの交流・対流を活性化できる産業構造、経済活動を維持・発展させることを目指している。プラットフォームでの具体的な取組の一つとして、今回は一般国道334号知床峠における除雪作業省力化に向けた「除雪装置自動化実証実験」の取組を紹介する。



図－3 i-Snow プラットフォームの概念

4. 「除雪装置自動化実証実験」の具体的な取組

(1) 実証実験箇所の選定

北海道開発局は、道路管理者として除雪現場の改善の取組として、「除雪装置自動化実証実験」におけるフィールドとして、一般国道 334 号知床峠の冬期通行止め区間を選定した。

知床峠は、昭和 55 年 9 月の開通以来、冬期間の全面通行止めを行っている。通行止め区間であることから、一般車両への影響がなく、実験フィールドとして適している。また、当地域は国立公園、世界自然遺産登録地であることから、地形変化に配慮し道路構造も曲線半径や縦断勾配が厳し

く、防雪対策としての防雪切土や防雪柵、崩雪防止柵等の新たな構造物の設置が制限される。その上、冬期間に降り積もる積雪深は数 m を超えることから、「啓開除雪」と呼ばれるロータリ除雪車による除雪が行われ、後方のセンターラインを確認しながら作業を進める、という熟練オペレータの感覚と経験が必要になる。

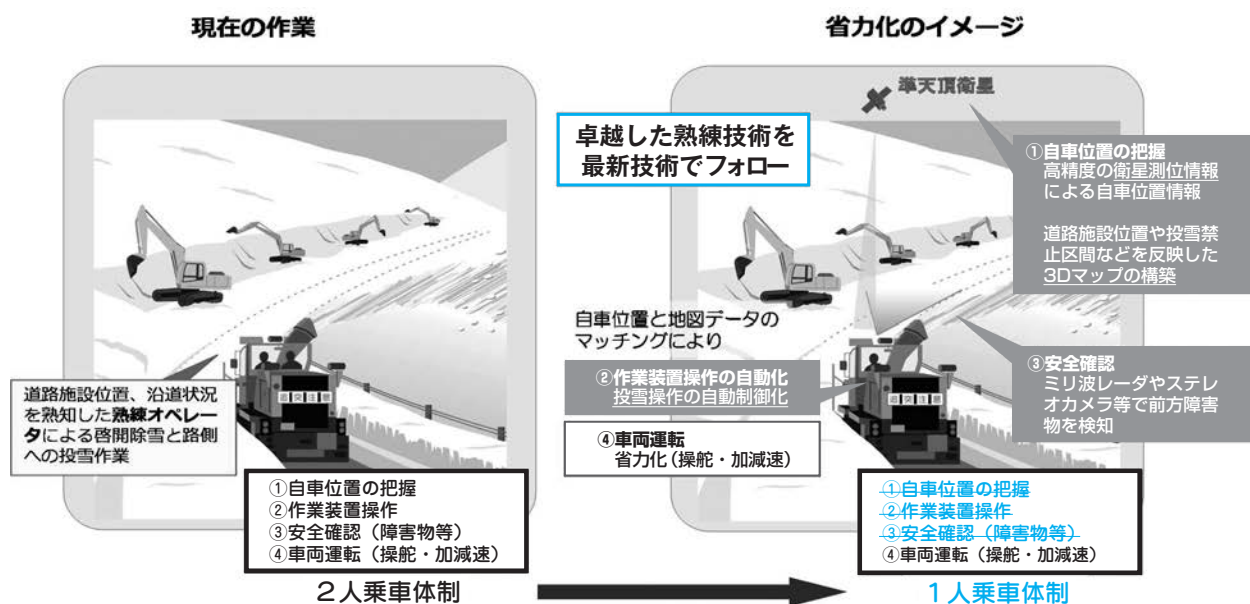
(2) 除雪作業省力化のイメージ

i-Snow における除雪効率化の当面の目標は、除雪車の運転以外の操作の自動化、省力化により、熟練の技術や経験がなくてもワンマンで作業ができるようになることとした（図－4、5）。

知床峠における啓開除雪では、ロータリ除雪車による投雪が主な作業であり、投雪方向や道路施



図－4 除雪作業の効率化・省力化イメージ 1



図－5 除雪作業の効率化・省力化イメージ 2

設位置を熟知した熟練オペレータの経験が求められる。作業のポイントは①自車位置の把握、②作業装置の操作、③安全確認（障害物等）、④車両運転（操舵・加減速）であり、現在は二人体制で行っている。これを最新技術でフォローすることにより①②③を自動化し、一人体制での作業を目指すこととした。

(3) 高精度 3D マップの作成

冬期通行止めとなる一般国道 334 号 $kp=3.5 \sim 27.3$ ($L=24.0$ km) を対象に MMS（移動計測車両による測量システム）測量を実施。上記のうち、

特に気象条件が厳しく、春期啓開除雪時に人力で切り出し位置を測量している、 $L=5.0$ km 区間を先行して高精度 3D マップを作成することとした（図－6）。

3D マップは MMS で道路形状の点群データを取得し、MMS 欠測箇所は、地上 LP（レーザー照射）測量を実施した。また、MMS で計測できない斜面上部は既存の航空 LP 測量結果を活用し、MMS 計測結果を GPS、GLONASS で補正することとした。また、精度確保のため、道路基準点を検証点とした GNSS 測量を実施した（写真－2）。

計測したデータは専用のソフトウェアを用い



図－6 3D マップ作成範囲 ※右は左の点線枠の拡大図



MMS 計測



地上 LP



GNSS 測量（準天頂衛星対応機）



道路基準点（検証点として利用）

写真－2 使用機材等

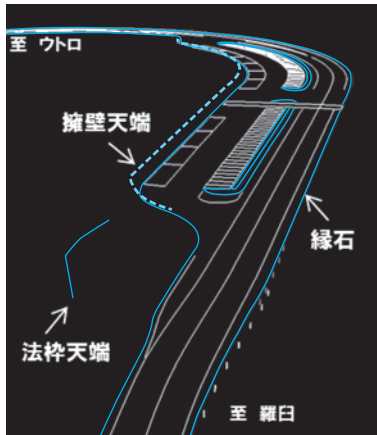


図-7 3D 道路データ

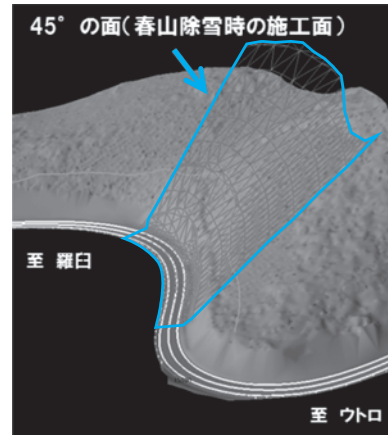


図-8 TIN データ

て、MMS 計測結果（点群データ）を処理し、運転操作省力化や将来的な自動運転に活用可能な① 3D 道路データ（ダイナミックマップ基盤データに準拠）と、ICT 施工等に活用可能な② TIN モデル（地形データ）を作成した（図-7, 8）。

また、啓開除雪に使用しているロータリ除雪車にセンサーを設置し投雪軌跡を調査し、超音波式風向風速計でデータ補完することとし、ロータリ除雪車の投雪装置制御システムの構築に向け、データ取得を行った。

(4) 開発したロータリ除雪車の概要

開発した新型ロータリ除雪車は 2.6 m 級（MS シュート）をベースとして、準天頂衛星「みちびき」と「高精度 3D マップデータ」を活用した運転支援ガイダンスと投雪作業の自動化を合わせたシステムを搭載した。また、コックピットの操作レバーの集約や、除雪速度制御装置（除雪負荷に応じた除雪速度自動コントロール）など、操作の省力化を図る装置も併せて搭載した（図-9）。

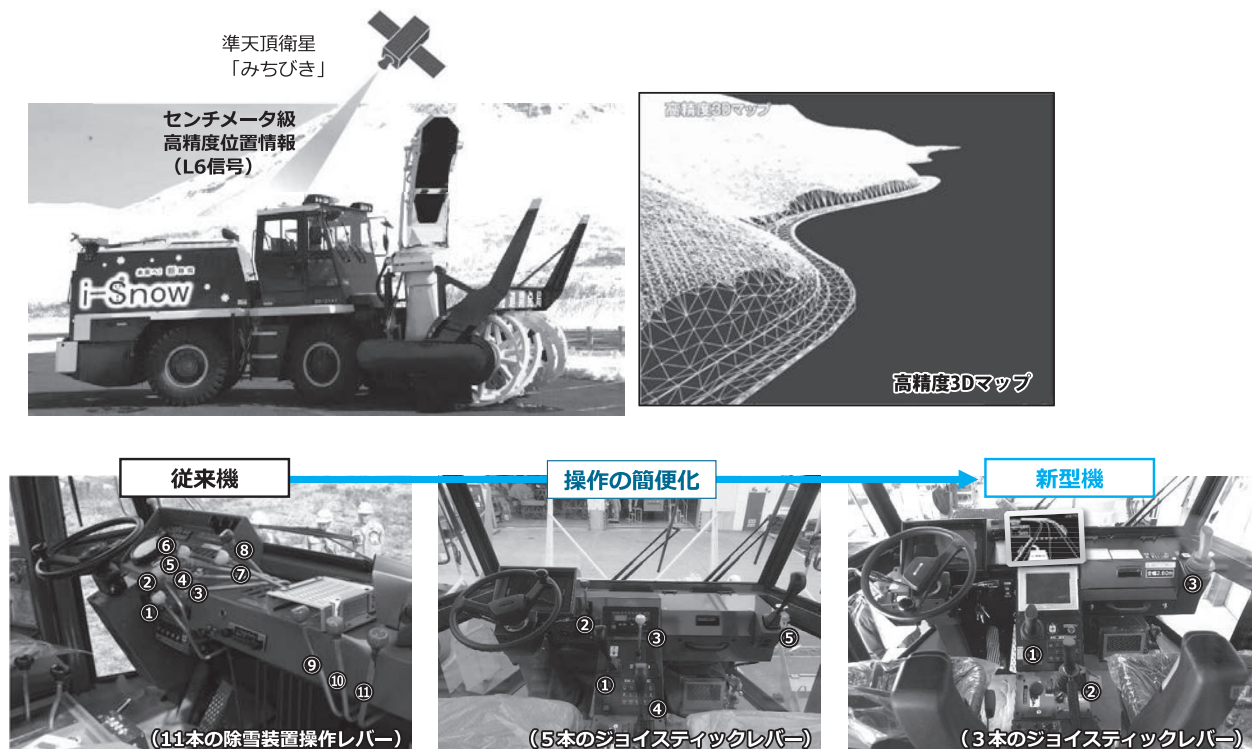
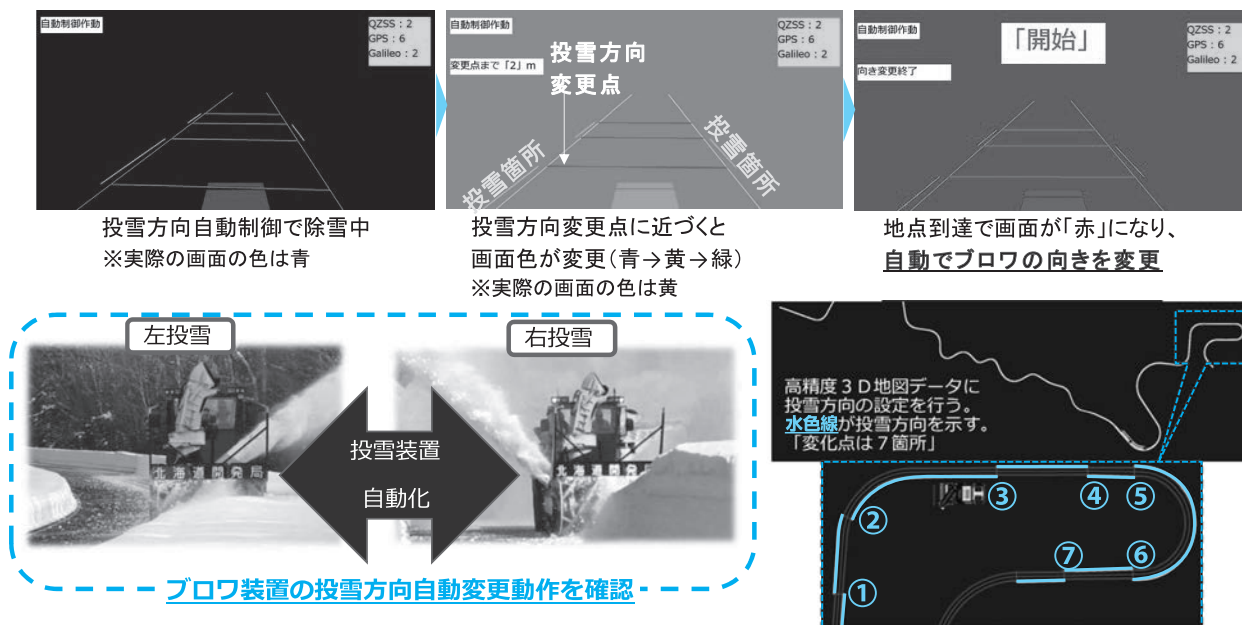


図-9 新型ロータリ除雪車



図－10 運転支援ガイダンスシステムと投雪作業自動化の概要

5. 実証実験結果

新型ロータリ除雪車を使用し、平成 31 年 3 月 19 日に報道関係者を対象とした実証実験公開デモを実施した。運転支援ガイダンスシステムとブロワ投雪の自動化、みちびきの受信状況調査、各種センサーによる作業装置の状態把握等を行い、ブロワ投雪の自動化においては、予め設定された投雪方向の変化点において、ブロワ旋回を自動で制御し投雪の向きの変更に成功した。

公開デモ後の 3～4 月にかけて新型ロータリ除雪車を稼働させており、受信状況や各種センサーのデータを蓄積し、次年度以降の実証実験に活用する（図－10）。

6. 今後の展開

知床実証実験のスタートにより、「i-Snow」の取組は第一歩を踏み出したところであるが、令和元年 6 月に開催された第 5 回プラットフォーム会議では、4 社の民間企業と一団体が構成員に加わり、新たな技術の導入や各種システムにおける精度向上が期待される。

令和元年度は、知床峠において、シュート投雪装置の自動化、および周辺探知等の安全対策等の実証実験を予定している。また、次年度以降に予定する一般道での実証実験に向け、峠を対象とした 3D マップの作成も予定しており、今後も「i-Snow」において維持除雪の効率化に向け、さらなる発展を目指す。