

i-Snow

除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組

石 道 国 弘

積雪寒冷地では、厳しい寒さや降雪などが、住民の生活環境に大きな影響を与えてきた。特に広域分散型の都市構造である北海道では、冬期における安心安全な交通確保は最重要課題である。

また近年では、北海道内で頻発する暴風雪等の冬期災害、長時間にわたる通行止め、さらには除雪作業を行うオペレータの高齢化や将来の担い手不足が懸念されており、除雪作業のさらなる効率化が求められている。

北海道開発局は、その対策として除雪作業への ICT 導入に向けた技術開発に取り組む産学官民連携の推進組織「除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組プラットフォーム」を平成 28 年度に立ち上げたので本取組 (i-Snow) について紹介する。

キーワード：i-Snow, 除雪現場の省力化, プラットフォーム, 道路除雪, 除雪機械, i-Construction

1. はじめに

北海道開発局では、昭和 26 年の発足以来、直轄国道の除雪作業を実施している。当時の除雪車は性能が十分ではなく故障も多かったため、北海道開発局が主体となり、民間と共同で除雪車を開発し、性能向上を図るなど、より効率的な除雪作業を目指して様々な技術開発を行ってきた (写真-1)。

近年の除雪を取り巻く状況としては、少子高齢化により、除雪機械オペレータの担い手不足や高齢化が進んできているという問題に直面しており、除雪機械技術講習会参加者の推移からもその傾向が見て取れる (図-1)。

また、気候変動に伴う異常気象により、冬期の通行止め回数や通行止め時間が増加しており (図-2)、安心・安全かつ安定した道路管理のニーズが高まっている。

そのため、北海道総合開発計画 (平成 28 年 3 月 29 日閣議決定) に掲げる「強靱で持続可能な国土の形成」の実現に向けた取組を関係者が連携し、より強力に推進していく必要がある。

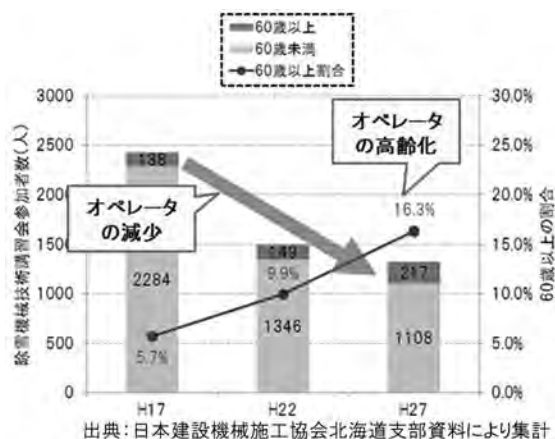
一方、国土交通省においては、総力を挙げて「生産性革命」の前進を図っている。北海道開発局では、積雪寒冷地特有の地域課題の解決、地域発のイノベーションに向けた、北海道における i-Construction の取組を進めており、その一環として発足したのが i-Snow である。

i-Snow は、学識者、道路管理者、その他の行政機関、研究機関、関係団体等による情報交換、技術開発の場としてのプラットフォームであり、除雪現場の省力化に関する活動を展開し、生産性・安全性の向上に資する取組を進めるものとして平成 29 年 3 月 28 日に発足した。

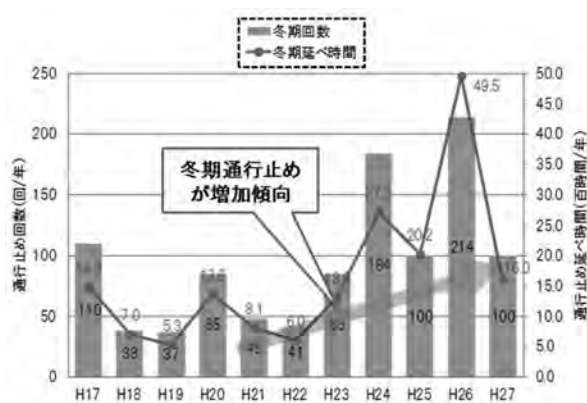
なお、“i-Snow” は「Smart, Nice, Operation, Work」



写真-1 ロータリ除雪車の変遷



図一 除雪機械技術講習会参加者の推移



図二 冬期通行止め回数、時間の変化

による造語で、平成 30 年 2 月に特許庁に商標登録を行った（図一 3）。

2. i-Snow の目標と活動概要

i-Snow は、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、人口減少下でも人とモノの交流・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的としている。そして、除雪現場の課題、研究・開発の動向、既存技術の掘り起こしなど情報共有を図り、除雪施工方法、除雪機械、除雪体制など除雪現場の改善へとつながる取組を活動内容としている（図一 4）。

活動の一環である情報共有の具体的な内容は、①除雪の『見える化』として「気象の推移、冬期通行止め情報、除雪従事者の現状、除雪機械力の現状」などの把握、②除雪現場の『改善』として「情報の改善（道路管理者間の情報共有）、維持管理方法の改善（除排雪、



図一 3 「i-Snow」

路面管理）、除雪機械の改善（技術開発の動向、ICT活用）」がある。

(1) 現状の課題と将来の目標

現状における課題の一つとして、暴風雪による通行止めが課題である。暴風雪時は、視界不良や吹き溜まりにより除雪作業が中断され、路面の積雪が 30 cm を超えると、除雪トラックよりも作業速度が遅いロータリ除雪車で作業を行わなければならない、通行止め時間の大幅な増大の要因となる。

そこで将来、視界不良時でも安全・確実に除雪が行えるよう、除雪車に自動運転支援技術を導入することで、除雪作業を中断することなく早期の交通開放を目指している（図一 5）。

(2) i-Snow での具体的な取組

北海道開発局の課題に対する技術開発のフィールドとして、冬期通行止区間である国道 334 号知床峠を選定し、春山除雪（冬季通行止め期間中に降り積もった雪を春（3～4 月）にまとめて除雪するもの）における省力化を目指した実証実験を行う。

具体的には、4 基体制となる準天頂衛星の利用による衛星測位精度の向上のほか、ミリ波レーダ等による前方障害物検知など、活用できる様々な技術を取り入れて、卓越した熟練技術を最新技術でフォローする（図一 6）。なお、実証実験は、準天頂衛星の運用開始やその他関連する技術開発の状況も鑑み、平成 30 年度末からを予定している。

3. 平成 29 年度までの取組概要

平成 30 年度末から予定している国道 334 号知床峠をフィールドとした実証実験に向け、高精度 3D マップの作成等を実施した。また、知床峠の春山除雪だけ

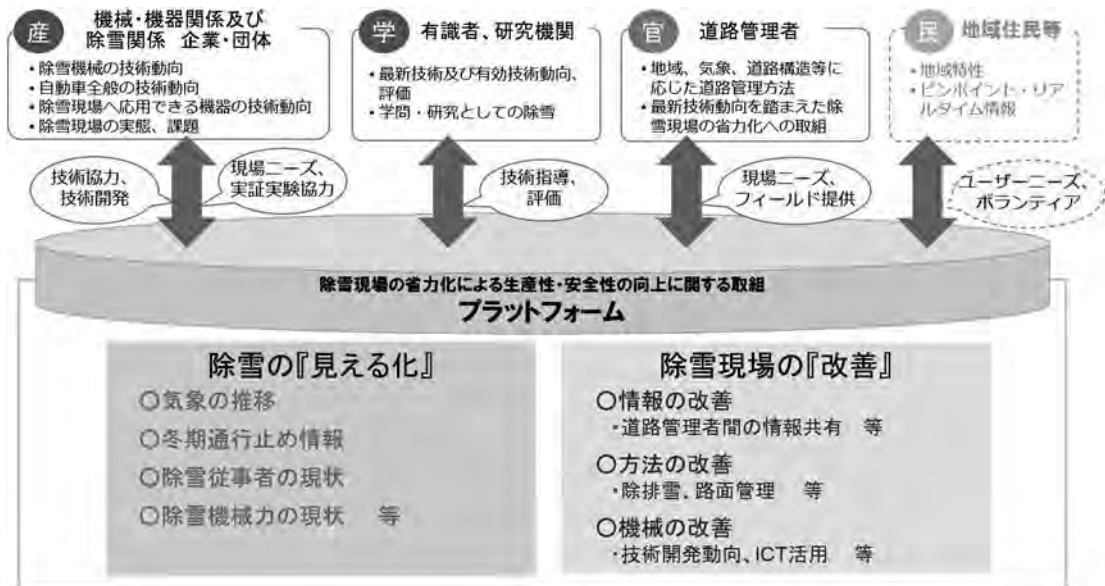


図4 活動のイメージ

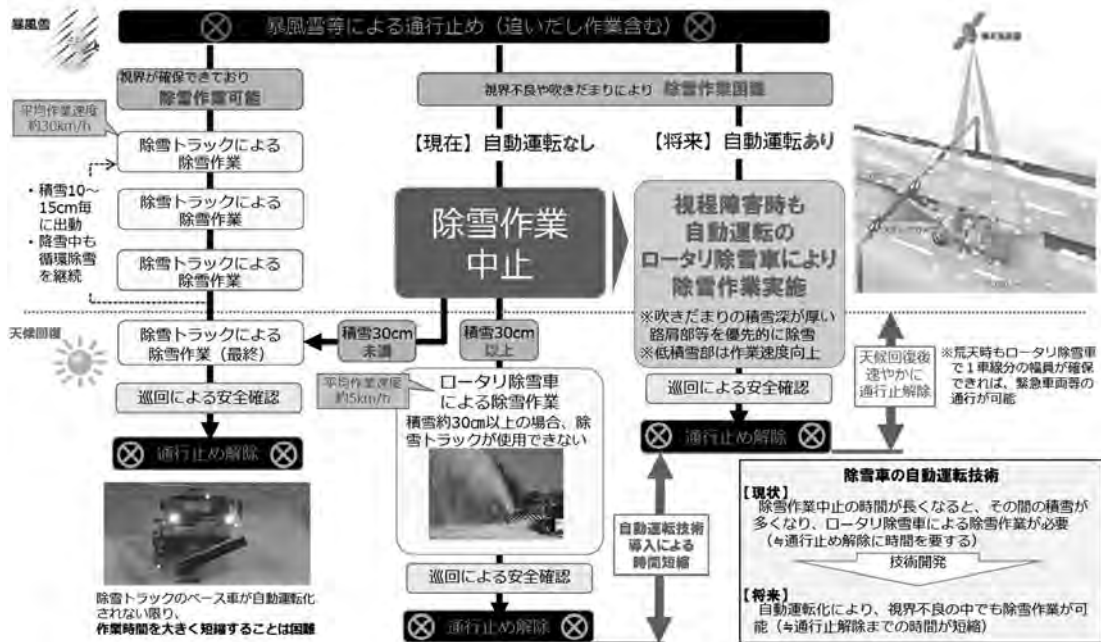


図5 暴風雪時における早期交通開放イメージ

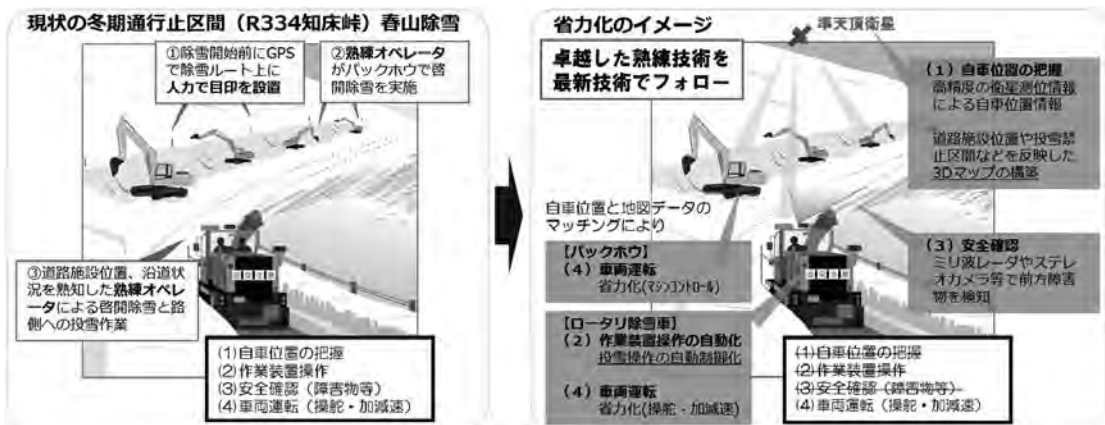


図6 冬期通行止区間（R334 知床峠）の春山除雪省力化イメージ

に限らず、通行止め区間の早期交通開放に向けた ICT 等の最新技術の活用など、具体的な取組について意見交換を行った。

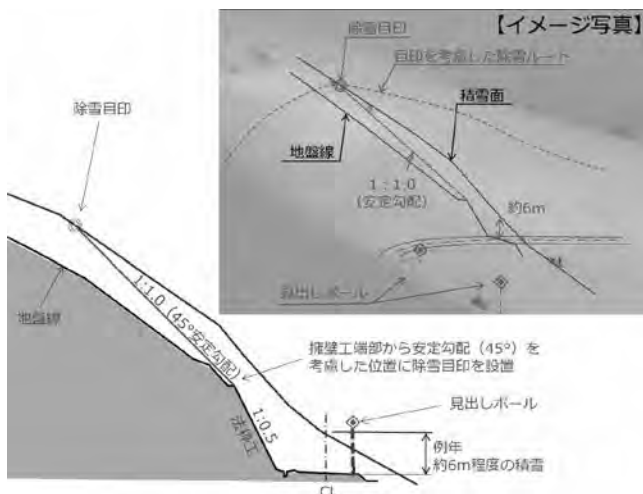
(1) 知床峠除雪省力化に向けた実態把握

平成 29 年 4 月、知床峠除雪の現場視察及び除雪担当者との意見交換会を実施した。

知床峠は、例年、早くて 10 月末、遅くても 11 月には冬期通行止めとなる。冬期通行止め後、春山除雪用に 6 m の見出しポールを路側に設置している。春山除雪は、法面に設置した除雪目印を頼りに、熟練オペレータがバックホウで安定勾配である 45° （雪崩等の発生しない角度）で法面の除雪を行い、後方から未啓開の道路をロータリ除雪車で除雪する（図一 7）。ロータリ除雪車による除雪作業は、見出しポールを頼りに行い、また後方のセンターラインを何度も確認しながら前進するという熟練技術が必要な作業である。

省力化の具体的なイメージは、以下のとおりである。

- ・従来の見出しポールや除雪目印を設置しなくても準天頂衛星（みちびき）の利用により除雪作業を可能とする。
- ・ロータリ除雪車の自車位置把握や投雪操作自動制御等による省力化を可能とする。



図一 7 知床峠除雪イメージ

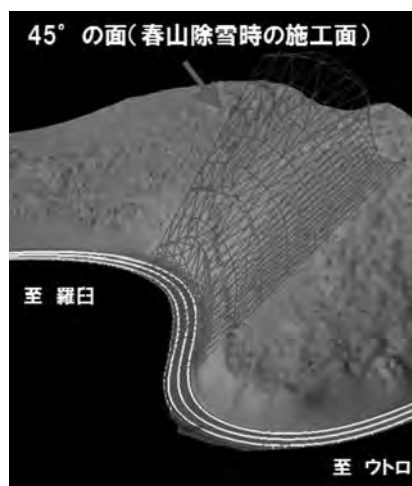
(2) 高精度 3D マップデータの作成

知床峠を含む 24 km の区間を対象に MMS（モバイルマッピングシステム）測量し、このうち春山除雪の際に人力で見出しポールを設置している 5 km の区間について先行して 3D 道路データを作成した（図一 8）。

ロータリ除雪車の運転支援用に点群データから、道路形状を表す中央線、外側線、導水縁石（内側）を抽出することでラインデータを作成した。このライン



図一 8 3D 道路データ例



図一 9 TIN データ例

データと自車位置を表すガイダンスシステムによりロータリ除雪車の運転操作の省力化が図られる。

また、バックホウの ICT 施工等に活用する TIN（地形）データも作成した（図一 9）。TIN データは、三角形の集合体で地形を表す手法であり、 45° の面を目標にバックホウで施工していけば安定した勾配で除雪が可能であることから、除雪目印の設置が不要となり省力化が図られる。

(3) ロータリ除雪車投雪装置制御システムの軌跡調査

知床峠の春山除雪に使用しているロータリ除雪車に投雪方向を検知するセンサーを設置し、投雪軌跡データを取得した（写真一 2）。また、超音波式風向風速計を設置し、投雪時の風向・風速も計測した。

(4) 映像鮮明化処理技術（安全確認）の調査

吹雪等による視界不良時における障害物の把握を目

的に、北海道内の各道路管理者の協力により 73 本の吹雪による視界不良映像を収集した（図— 10）。

(5) 周辺探知技術（安全確認）の検証

市販車に使用されているミリ波レーダの探知性能検証をプラットフォームメンバーの研究機関である土木研究所寒地土木研究所が行った。視程 50 m 程度という状況でも 70 m 先の車両を探知することができた（写真— 3）。

(6) 衛星不感地帯補完技術の検証

自車位置把握においては、除雪作業中に衛星からの電波が受信できないトンネルの中や高架橋の下などの不感地帯を通過するため、未受信区間及び測位精度が回復するまでの間の位置測位を補完する技術が必要になる。

補完技術については、平成 29 年度までに RFID や LiDAR を使用し、自車位置把握ができるかを土木研究所寒地土木研究所が実験を行った。



写真— 2 投雪中のロータリ除雪車



図— 10 映像鮮明化イメージ

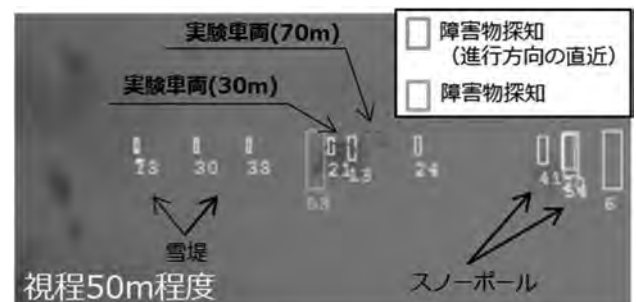
4. 平成 30 年度の取組概要

今年度は、11 月より運用開始する準天頂衛星を利用し各種実証実験を予定している（図— 11）。

(1) 国道 334 号知床峠での実証実験に向けて

（図— 11 上段）

除雪速度制御装置、投雪位置制御装置などを搭載したロータリ除雪車を導入し、今年度末からの知床峠春



写真— 3 視程 50 m 程度での探知状況

時期(四半期)		平成 29 年度						平成 30 年度						平成 31 年度	
		第 4 四半期		第 1 四半期		第 2 四半期		第 3 四半期		第 4 四半期		第 1 四半期			
R 3 3 4 知 床 峠	準天頂衛星			運用開始～						運用開始～					
	機材等購入			ロータリ除雪車購入（各種センサー及び装置等含む）						実証実験 (③、④)					
				①アンテナ・受信器・タブレット等購入											
	検討内容			除雪実態調査(知床峠)		リンク作業									
				②衛星測位実態調査											
		3Dマップデータ作成		③自車位置ガイダンスシステム検討											
			④投雪装置制御システム検討												
			投雪軌跡調査												
			風向風速調査												
衛星不感地帯補完技術 (自車位置把握)		衛星不感地帯補完実験		⑤衛星不感地帯補完技術検証（不感時の走行状態適応性評価検討）						実証実験 (⑤、⑥、⑦)					
安全確認 (周辺探知技術)		周辺探知技術実験		⑥周辺探知技術検証（走行時での探知性能適応性評価検討）											
安全確認 (映像鮮明化)		吹雪映像取得調査		⑦吹雪映像鮮明化技術検証（視界不良時の安全施工適応性評価検討）											

図— 11 実証実験に向けた平成 30 年度のスケジュール

山除雪で実証実験を計画している。

また、衛星測位実態調査を実施し、測位精度やマルチパスの検証などを行っている。

自車位置ガイダンスシステムにおいては、座標補正やカント等の検討、3D 道路データとの組合せなどの検討を行っている。投雪装置制御システムでは、投雪方向・風向風速データと 3D 道路データを活用した除雪装置の投雪装置制御システムの検討を行い、これらの結果をもとにロータリ除雪車に搭載し実証実験を行う予定である。

(2) 周辺技術の実証実験に向けて (図— 11 下段)

衛星不感地帯の補完技術については、磁気レーンマーカーシステムを除雪車に搭載し、走行実験を行う予定である。

安全確認技術では、周辺探知技術（ミリ波レーダ等）の除雪車への搭載方法や走行時の探知性能について検証を行う予定である。また、吹雪映像鮮明化技術は、収集した吹雪映像にて鮮明化技術の検証を行っており、今冬の実証実験を目指し、適応性を検証する予定である。

5. おわりに

雪国の生活を支える冬期道路交通の確保は、安心・安全・確実に行われることが重要である。

活力のある北国の生活と雪に強い快適な冬の生活環境を維持するために、社会情勢の変化や利用者ニーズに対応できる効率的で効果的な取り組みとして i-Snow は、その中心的役割を担う除雪現場における省力化による生産性・安全性の向上を図り、今後の北海道の更なる発展を推進するものである。

J C M A

《参考文献》

- 1) i-Snow ウェブページ (<http://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat0000010dmm.html>)

【筆者紹介】

石道 国弘 (いしどう くにひろ)
国土交通省 北海道開発局
事業振興部 機械課
運用係長

