

除雪現場の省力化による 生産性・安全性の向上 ～ i-Snow の取り組み～

国土交通省 北海道開発局 建設部 道路維持課

1. はじめに

北海道開発局では、北海道内の直轄国道 46 路線、約 6,800 km の除雪を行い、安心・安全な冬期道路交通の確保を担っている。

北海道は都市間距離が非常に長い、広域分散型の社会を形成しており、特に冬期間の異常気象に伴う交通障害は住民生活、地域産業・経済活動への影響が非常に大きい。

一方で、万全な除雪体制を支える除雪車オペレータ等の担い手の減少かつ高齢化が進んでおり、除雪現場の省力化・効率化が求められている（図－1）。

そこで「除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上」のため、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

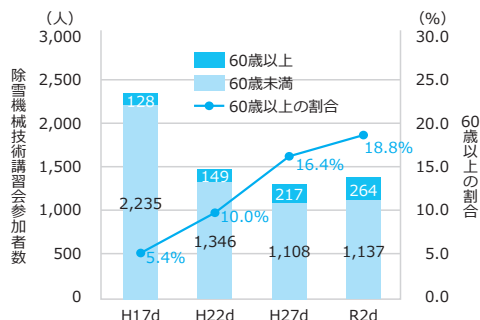
か、除雪現場の改善への取り組みについて産学官民が連携して取り組むプラットフォーム「i-Snow」を平成 29 年 3 月に発足させた（図－2）。

本プラットフォームでは除雪作業の省力化としてロータリ除雪車における「除雪装置自動化」を進めており、現在までの取り組み状況について紹介する。

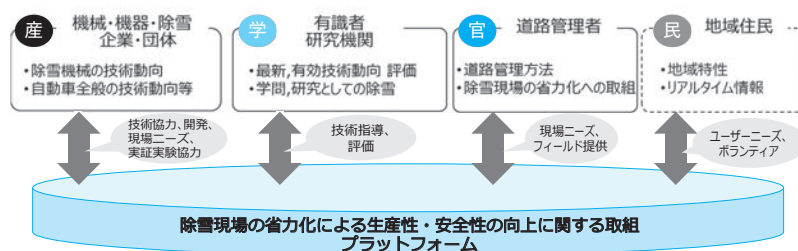
2. 「除雪装置自動化」等の 取り組み状況

(1) 国道 334 号知床峠での取り組み

除雪作業の効率化に向け、除雪車の運転以外の操作の自動化・省力化により熟練技術や経験が少なくてもワンマンで作業ができることを当面の目標として、例年、冬期通行止めにより一般通行車両の影響を受けない、国道 334 号知床峠において平成 30 年度から実証実験を開始した（図－3）。



図－1 除雪オペレータの年齢構成推移



図－2 i-Snow プラットフォームの概念

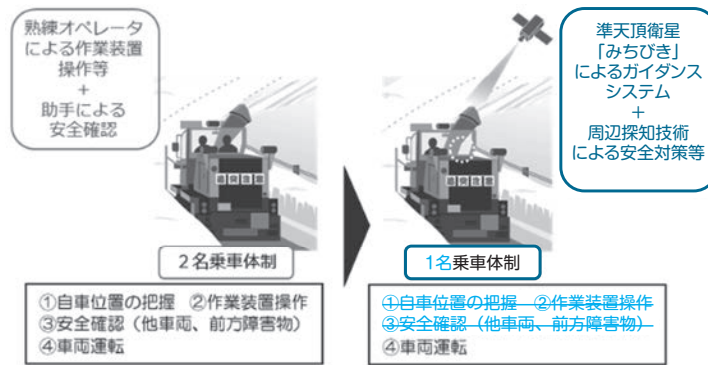


図-3 除雪作業の効率化・省力化イメージ図

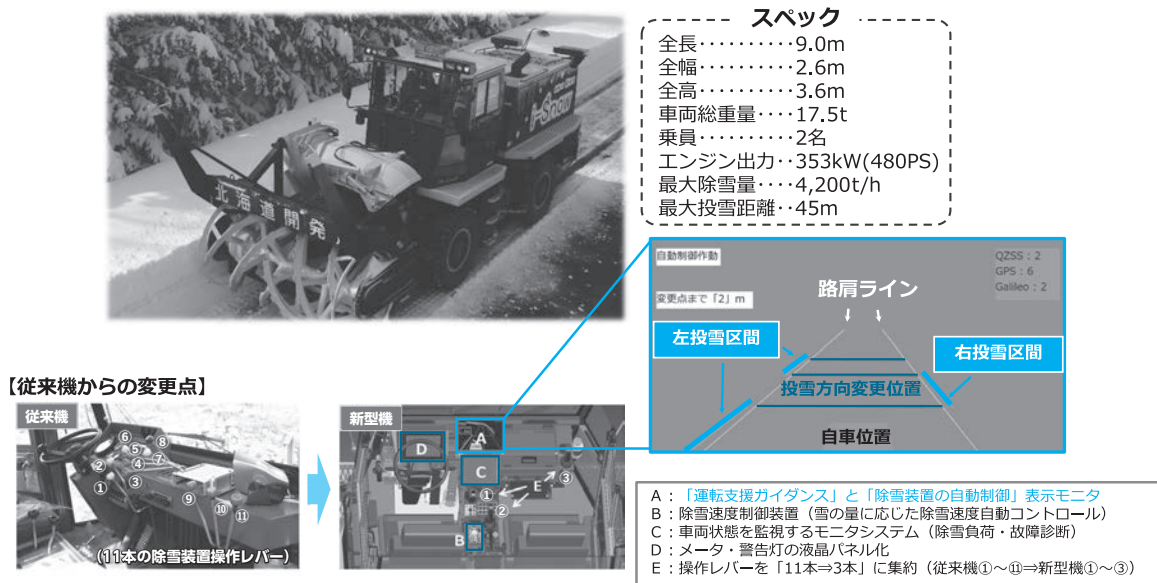


図-4 新型ロータリ除雪車

準天頂衛星「みちびき」と「高精度 3D マップデータ」による情報通信技術を活用した運転支援ガイダンス、投雪作業の自動化を併せたシステム、およびコックピットの操作レバーの集約、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を搭載し、新たに開発したロータリ除雪車により①自車位置の把握、②作業装置操作、③安全確認（他車両・前方障害物）について動作等の確認を行い、令和元年度までに一定の成果が得られた（図-4、5）。

(2) 国道 38 号狩勝峠での取り組み

国道 334 号知床峠での実証実験の結果をもとに、準天頂衛星「みちびき」の受信状況が良好かつ一般交通の影響を受ける国道 38 号狩勝峠において、令和 2 年度から実証実験を開始。日々変化

する雪堤の高さや、道路附属物等の障害物が多い中での複雑な動作確認のため、①道路附属物等の障害物を避けた投雪（シュート）自動制御安定性試験、②雪堤高さ検知シュート制御試験（3D-LiDAR 計測）、③周辺探知技術による安全対策試験（前・後方ミリ波レーダによる車両探知試験、後方 AI 物体認証機能を有した接触防止システムの試行）について確認を行った（写真-1）。

(3) 吹雪時の映像鮮明化技術の取り組み

除雪装置自動化のほか、運転支援技術として吹雪による視程障害時のカメラ映像の処理技術を検証するため、吹雪映像処理後の鮮明度や処理を行った映像のモニター表示の遅延具合等について、視程障害の発生しやすい札幌市近郊の国道 231 号、337 号で実証実験を実施した。

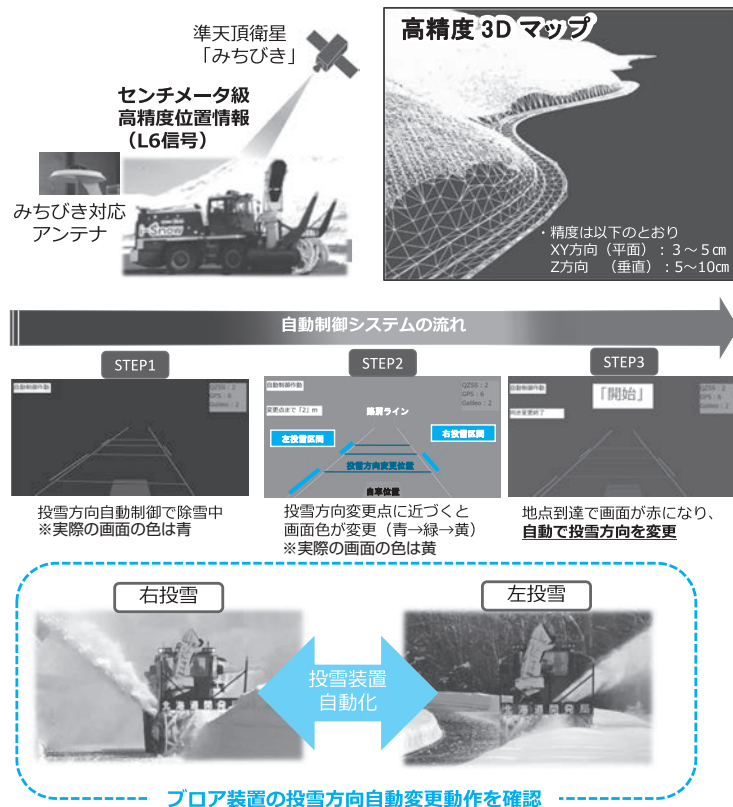


図-5 運転支援ガイダンスシステムと投雪作業自動化の概要



写真-1 道路附属物等の障害物を避けた投雪作業



写真-2 シュート自動制御安定性試験

3. 令和2年度の実証実験結果

(1) 国道38号狩勝峠

① シュート自動制御安定性試験

雪堤の高さが日々変化中、一般車両や障害物を避けながら高度な自動制御が可能であるか検証を行った（写真-2、図-6）。あらかじめ3D

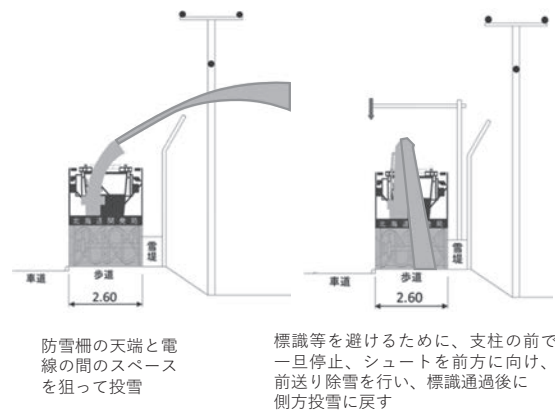


図-6 シュート自動制御動作の概要

マップに登録した操作どおりの「シュート方向」,
「キャップ角度の自動制御(習い制御)」を確認し,
自動制御と手動操作の切替におけるガイダンス装
置からの指示が画面表示のみのため、オペレータ
が常時、画面を注視できず連携した動作を取るこ
とができないことや、雪質や風の影響による投雪
距離・方向の変化に対応するため、手動操作を行
った際に自動制御が解除されるなどの課題を確認
した。

また、「自動制御用 3D マップデータ」の作製
に期間を要した(100 m 程度の作製に 4 日)。こ
れらの課題について、音声ガイダンスの追加、操
作の微調整機能の追加、データ作製の効率化な
ど、今後、改善を図っていく。

② 雪堤高さ検知シュート制御試験

3D-LiDAR による雪堤高さ検知シュート制御
機能の検証を、狩勝峠に位置する国道駐車帯で行
った(図-7)。

実際の雪堤の起伏に合わせて、雪堤造成目標線
の目印に沿った投雪を確認し良好な結果が得ら
れ、巻き上げた雪煙による自動制御への影響がな
いことを確認した。

また、キャップの制御時に非常に細かい動作(1
秒間に複数回の動作)となっており、機械寿命に
影響が生じる恐れがあるという課題を確認した
(図-8)。

今後は車道における検証および装置動作の最適
化について改善を図っていく。

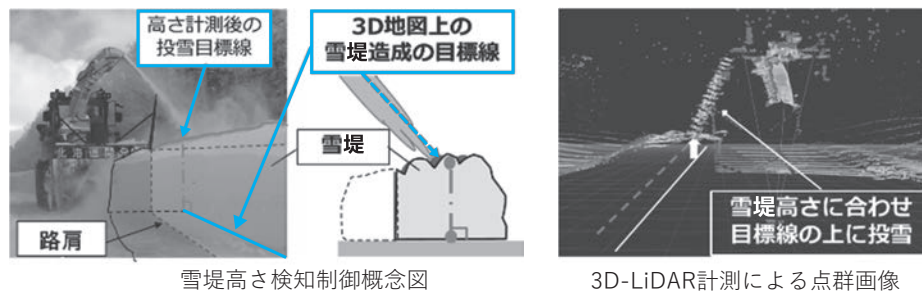


図-7 雪堤高さ検知シュート制御試験

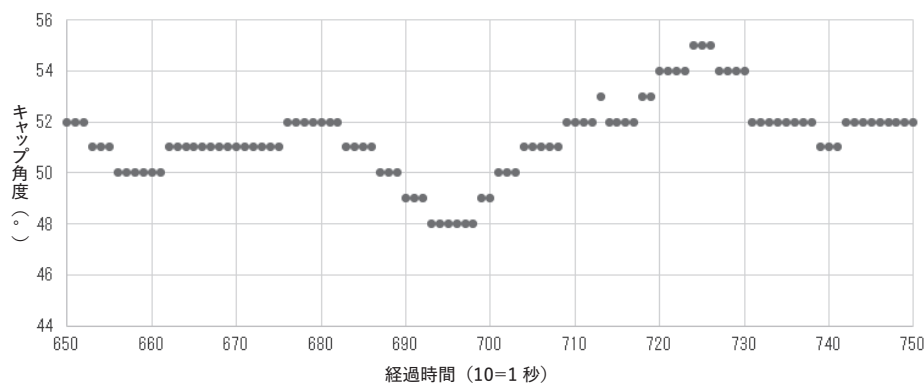


図-8 キャップ制御動作の状況

③ 周辺探知技術による安全対策

一般道での除雪作業中に周辺探知技術が安定して機能するかの検証を行った。

車両の検知としてロータリ除雪車前方にミリ波レーダ（図－9）、人および車両の検知として後方に3DカメラとAI物体認証機能を有した接触防止システムを設置（図－10、11）し、前方では、対向車・追い越し車両の検知精度、曲線区間での適用性、効果的な設置場所・個数等について確認、後方では教師データの取得、人・車両の検知精度、動作温度等について確認を行った。

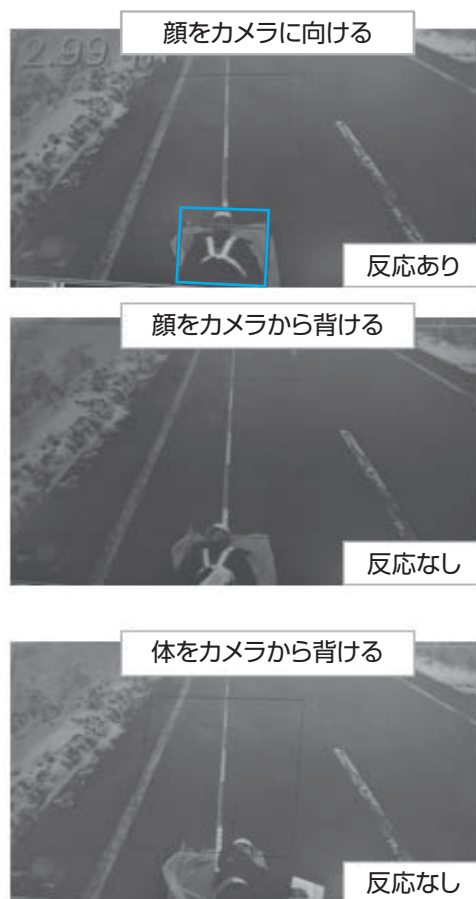
前方設置のミリ波レーダでは、視程50m以下の吹雪時に100m以上手前から車両の検知が可能であることや、ガイダンス情報においても未探知・誤探知がなく、障害物の10m以上手前で安全に停止が可能であることを確認、その一方、曲線部では走行車線外を誤認識するなどの課題を確認した。

後方設置の3DカメラとAI物体認証機能を有した接触防止システムでは、10m程度の範囲での検知が可能であることを確認した。一方で、課題として、人が転倒した状況やヘルメットの着用がない状態では検知精度が低下することや、教師データが夏場の作業員を想定していたため、想定外のものに対して、検知精度が低下することを確認した。

今後、ミリ波による車両検知における道路曲線部の認知精度向上、AI物体認証機能における教師データの充実等を行い検知精度の改善を図っていく。



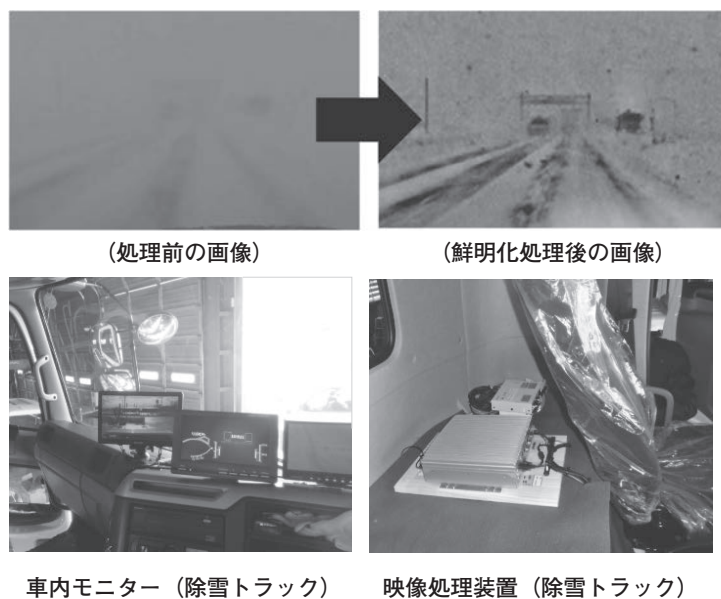
図－10 3Dカメラと接触防止システム（AI認証機能）



図－11 AI認証状況



図－9 ミリ波レーダによる車両検知



図ー 12 映像鮮明化処理画像

(2) 映像鮮明化試験

札幌市近郊で吹雪による視界不良が発生する頻度が高い国道 231 号, 337 号で令和 2 年 12 月～令和 3 年 3 月にかけて実運用イメージの実機搭載試験を行った。

除雪トラック, 凍結防止剤散布車, パトロールカーの各 1 台 (計 3 台) に搭載し, 「耐久性」, 「使用感」等について検証した (図ー 12)。

厳冬期の除雪現場での耐久性 (使用環境), 夜間・吹雪時の使用感に問題はなく, 良好な結果であることを確認した。

4. 今後の展開

令和 2 年度までの実証実験において得られた課題として, 除雪装置自動制御の改良 (微調整機能追加, 精度向上の改良), 安全対策機能の改良 (曲線部認知精度, AI 教師データ) について令和 3 年度も実証実験を継続するとともに, 衛星不感地帯への対応について, 本格的に検討を始め, 除雪装置自動化の実働配備に向けた準備を進めている。

また, 吹雪時の映像鮮明化技術については令和 3 年度から実働配備を開始し, 運用後も使用感など検証を進めているところである。

最後に「i-Snow」の取り組みは, 平成 29 年 3 月の立ち上げから 6 年目を迎えるが, 産学官民での幅広い連携によりこれまでの様々な実証実験による成果, 先進技術の情報により除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に資する技術開発等に取り組んできた。

行政のみならず, 多様な主体が連携・協働し持続的に進めていくことが重要であり, 今後も積雪寒冷地域特有の地域課題を解決するための先進的な取り組みとして「i-Snow」を推進し, さらなる発展を目指す。

i-Snow

Smart 賢い、機敏な
Nice 魅力的な、快適な
Operation 操作、運転
Work 除雪作業
(for snow removal work)