

【i-Snow】除雪装置の自動化に向けた検討

事業振興部 機械課 ○山本 優哉
小野寺 敬太
貫田 大輔

北海道の除雪現場においては除雪機械オペレータの確保や高齢化が課題となっている。北海道開発局では、i-Constructionの取組として、産学官民が広く連携し除雪現場の省力化に関する活動を行う場として「i-Snow」を設立し、ロータリ除雪車の投雪作業自動化等の検討・実証実験を行っている。本論文では、令和5年度の実証実験の結果及び令和6年度の取組みについて紹介する。

キーワード：i-Snow、除雪、自動制御、省力化、生産性向上

1. はじめに

建設現場では、技能者不足や就業者の高齢化などによる担い手不足が課題となっている。北海道の除雪現場においても除雪機械オペレータの確保や高齢化が課題となっている。（図-1）

また、積雪寒冷地特有の冬期災害が発生する北海道では、近年、大雪や暴風雪などの影響による国道の冬期間の通行止めが多く発生している。（図-2）

北海道開発局では、担い手不足や積雪寒冷地特有の課題解決に向けi-Constructionの取組として、ロータリ除雪車の投雪作業自動化等の検討・実証実験を進めている。

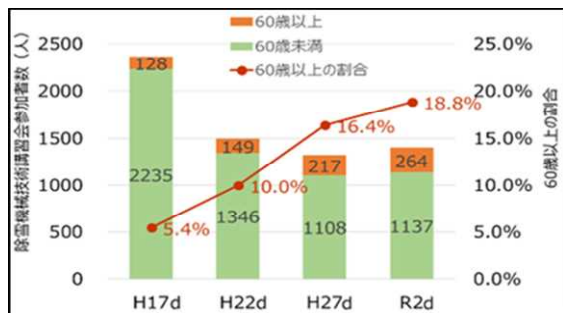


図-1 除雪機械オペレータの状況



図-2 国道の冬期通行止め状況

2. i-Snowこれまでの取組

(1) 活動概要

北海道開発局では、平成28年度に北海道におけるi-Constructionの取組みとして産学官民が広く連携し、除雪現場の省力化に関する様々な活動を行う場として、「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プラットフォーム）」を設立した。

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・技術開発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共に、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・発展させるものである。（図-3）

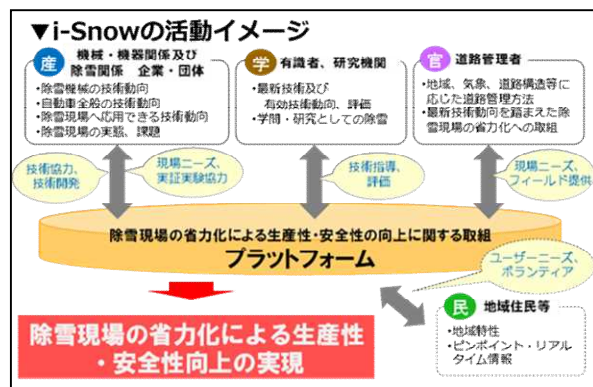


図-3 i-Snowの活動イメージ

(2) ロータリ除雪車での実証実験

i-Snowの取組みとして、北海道開発局ではロータリ除雪車の投雪作業自動化等の検討を進めており、実証実験を行っている。（図-4）



図-4 ロータリ除雪車投雪作業の自動化

実証実験は、平成30年度から令和元年度までは、一般交通もなく道路付属物の設置も少ない冬期通行止め区間内（国道334号知床峠）で行い、令和2年度以降は一般交通があり道路付属物の種類や数も多く設置されている一般道（国道38号狩勝峠）にて行っている。

ロータリ除雪車には、みちびき対応GNSSアンテナ（2基）とガイダンスシステム、センサー内蔵油圧シリンダー（7本）、3D-LiDAR(2基)を搭載しており、自車位置を把握しながら走行し予め登録した投雪方向変化点でのブロワ旋回、シュート起倒・旋回・伸縮、シュートキャップ開閉の自動制御（投雪方向や投雪距離）について検討・実証実験を行ってきた。（図-5、図-6）



図-5 みちびきを活用した自車位置把握



図-6 自動化に関する設置機器

3. 令和5年度の実証実験

令和5年度の実証実験は、令和6年1月22日～2月2日に南富良野町の国道38号狩勝峠で、シュート投雪自動制御改良を目的に実施した。

① 車両停車時の挙動を踏まえた自動制御システムの改良

付属物回避の自動制御は指定位置に停止する必要があるが、1.0km/h以下の低速走行時に速度が0km/hと誤出力され、走行しているにもかかわらず、自動制御システムが車両停止と判断し、推定位置との相違により自動制御ができない事象が確認されたため、みちびき受信機の設定変更を行った。（図-7）

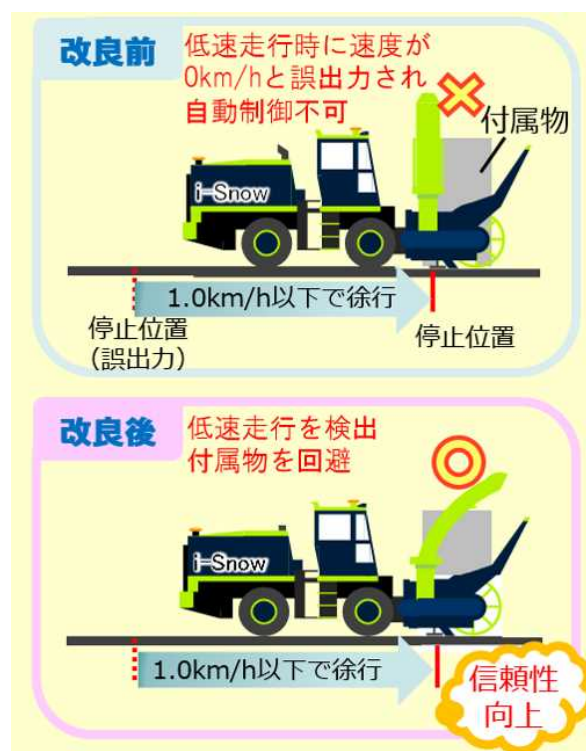


図-7 低速挙動制御の改良

② ブロワ走行制御機能追加検証

ブロワ投雪時の自動制御には、ブロワ投雪口がシュートと干渉することを避けるため「走行停止」が必須であったが、作業性向上を目的に、ブロワ投雪口とシュートが干渉しない範囲で走行しながらブロワ制御が出来るようプログラムの改修を行った。(図-8)

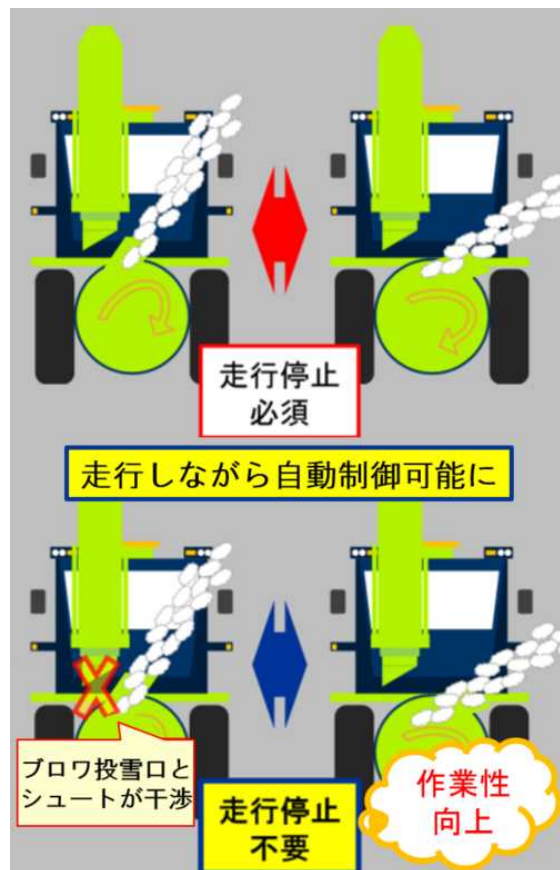


図-8 ブロワ制御の改良

③ 雪堤高さ検知制御の精度検証

実際の投雪作業で精度検証のため実測を行い、投雪距離2.0mまでは目標投雪位置との乖離が少ないことを確認した。(図-9)

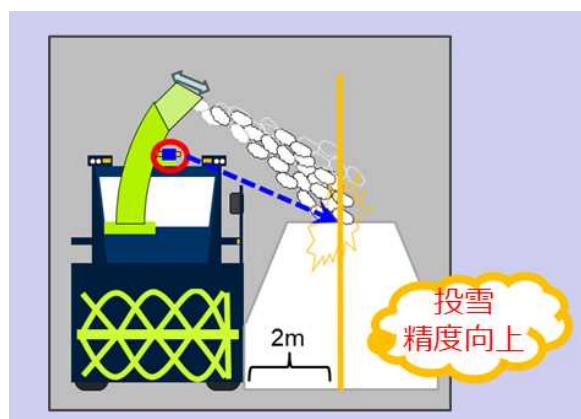


図-9 雪堤高さ検知制御の精度検証

4. 実働配備の拡大

(1) 令和5年度の実働配備状況

令和5年度は、『除雪装置自動制御付』ロータリ除雪車を、供用中の道路としては初となる深川・留萌自動車道（札幌開発建設部深川道路事務所）への配備、また国道334号知床峠（釧路開発建設部中標津道路事務所）にも配備し、様々な現場条件下での適応性の確認を行った。(図-10、写真-1)



図-10 令和5年度の実働配備



写真-1 深川・留萌自動車道への配備

深川・留萌自動車道での実働では、準天頂衛星「みちびき」による自車位置把握が困難な時間帯及び、ON・OFFランプで南側の本線盛土・近接する防雪柵などにより受信精度に影響があることを確認した。

今後、「みちびき」による安定的な自車位置把握が可能となるまで、ネットワーク型RTKの暫定活用の検討が必要である。(図-11)

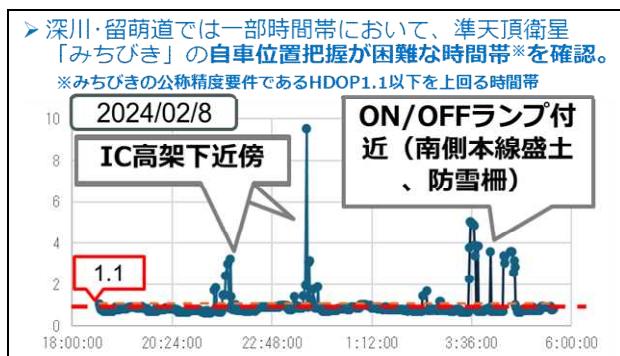


図-11 深川留萌道での自己位置把握

(2) 令和6年度の実働配備

令和6年度は、『除雪装置自動制御付』除雪トラックを深川・留萌自動車道の深川側（札幌開発建設部深川道路事務所）に、『除雪装置自動制御付』ロータリ除雪車を深川・留萌自動車道の留萌側（留萌開発建設部留萌開発事務所）、国道243号美幌峠（網走開発建設部北見道路事務所）、国道333号北見峠（網走開発建設部遠軽開発事務所）へ追加配備を行った。（図-12）



図-12 令和6年度の実働配備

深川・留萌自動車道（深川側）には、北陸地方整備局が開発した除雪トラックの自動化技術を適用し、全国初となる高規格道路用の『除雪装置自動制御付き』除雪トラック「4.5m級」を配備した。自動制御の対象は、フロントプラウとグレーダ装置の昇降及び伸縮であり、また高規格道路の除雪は40km/h以上の高速で行うことから、実現場での適応性の検証を行う。（写真-2）



写真-2 高規格道路用除雪トラック「4.5m級」

(3) 実働前の説明会

令和6年度より新たに『除雪装置自動制御付』除雪トラック・ロータリ除雪車が配備された事務所については、自動制御の必要性や作業時の不安解消を目的として、除雪シーズン前に自動制御システムの概要や操作方法の説明会を開催した。（写真-3）



写真-3 現場説明会状況

説明会では、自動制御システムについて説明した後に実際に機械に乗って自動制御動作の確認を行った。各事務所10名程度のオペレータに参加してもらい、日々の除雪方法で意識していることや自動制御を活用できそうな現場条件など意見交換も行った。

除雪シーズン中には、配備された各事務所でも自動制御を使用したときの、問題点や改善点を聞き取り、今後のさらなる普及に向けて改良及び検討行う。

(4) 自車位置把握の安定性向上

「みちびき」による自車位置把握が困難な時間帯があることから、ネットワーク型RTKの暫定活用の方法としては、「みちびき」による自車位置把握が困難となった場合に、自動的にネットワーク型RTKに切り替わり、自動制御を継続させ、みちびきが安定したらみちびきによる自車位置把握に切り替えできる。（図-13）

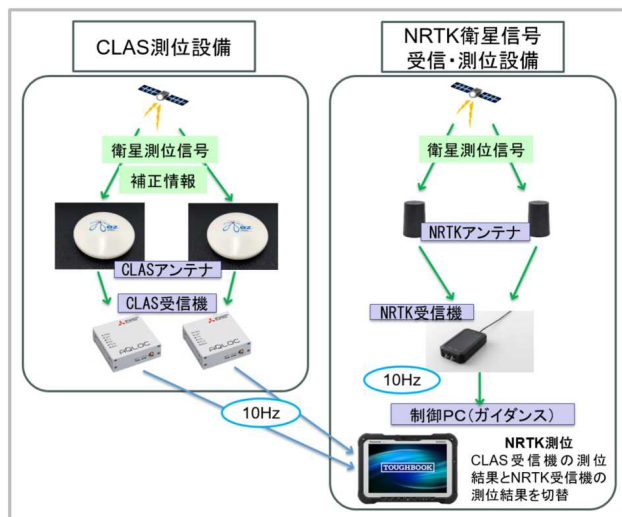


図-13 ネットワークRTKの補正信号の受け方

(5) 自動制御対象機械の拡大

令和6年度は『除雪装置自動制御付』除雪トラックを新たに配備したが、次年度以降についても自動操作対象機械の拡大に向け検討を行っている。

除雪トラックには歩道の雪を路外へ押し出すサイドウィング装置や路肩の雪堤を切り崩し車道側に掻き出すマックレ装置が付いている機械がある。これらは北海道特有の機構であり、今後自動制御の適用を検討していく。

(図-14)

また、歩道除雪を行う小形除雪車についても既存のロータリ除雪車の自動制御機構を参考に検討を行う。(図-15)



図-14 サイドウィング装置やマックレ装置の自動化検討



▼新規自動化機構

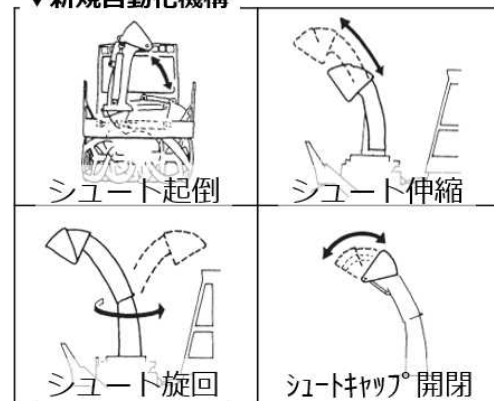


図-15 小形除雪車の自動化検討

5. まとめ

令和5年度までの実証実験で、ロータリ除雪車の自動制御については、システム改良により作業性が向上し、また精度向上も図られた。

今後は実働配備をさらに拡大し様々な地域や気象、時間帯による課題等を把握し更なる安定的な稼働ができるよう検討を進める。

除雪トラックについては令和6年度の冬から実働配備となり、各装置の動作検証を行うとともに、北海道特有の機構であるサイドウィング装置やマックレ装置への適用検討を進める。

また、今後の実働配備拡大時に必要不可欠となるアフターサービスやメンテナンス体制の構築・除雪装置自動化導入マニュアルの策定等を進め、除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に向け、除雪装置自動化の取組を推進していく。