

【i-Snow】除雪機械の作業装置自動化に向けた取組

本局 事業振興部 機械課 ○眞田 浩平
 新川 剛
 大竹 まどか

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。さらに、大雪や暴風雪などの影響による国道の通行止めが頻発している。これらの課題解決に向け北海道開発局では、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、除雪機械の作業装置自動化を推進するとともに、実働配備の拡大を図っている。本論文では、令和6年度及び令和7年度の取組について報告する。

キーワード：i-Snow、除雪、自動制御、省力化

1. はじめに

我が国の就業者はここ20年で急速な高齢化が進行しており、総人口は50年後には現在の7割に減少し、65歳以上の人口はおよそ4割を占め、生産年齢人口は2040年には2割減少することが予測されている。今後、高齢就業者の大量退職も見込まれ、将来の担い手不足が懸念される。国土交通省では、将来的な建設業の担い手不足に備え、2016年度から建設現場の生産性向上を目指し、i-Constructionを推進し建設現場の生産性を2割向上することを目標として掲げた。また、その後に公表されたi-Construction 2.0では2040年度までに建設現場の生産性を1.5倍以上に向上することを目標としている。1)

近年の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おり、さらに大雪や暴風雪の発生による国道の長時間の通行止めも頻発している。(図-1、2)

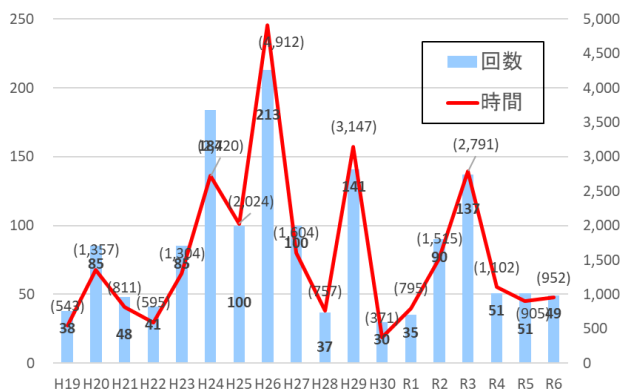


図-1 国道の冬季通行止め状況

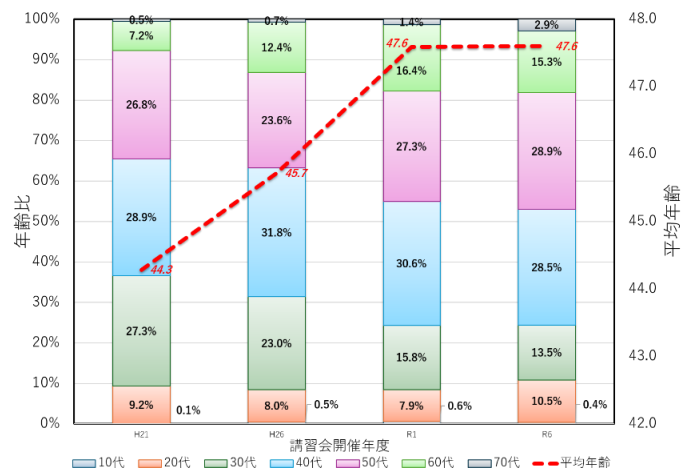


図-2 除雪機械技術講習会参加者の年齢推移

北海道開発局では平成28年度よりこれらの課題に対応するため、「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（通称、i-Snow）」を設置した。

2. i-Snowのこれまでの取組

2.1 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・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・発展させる取組である。(図-3)

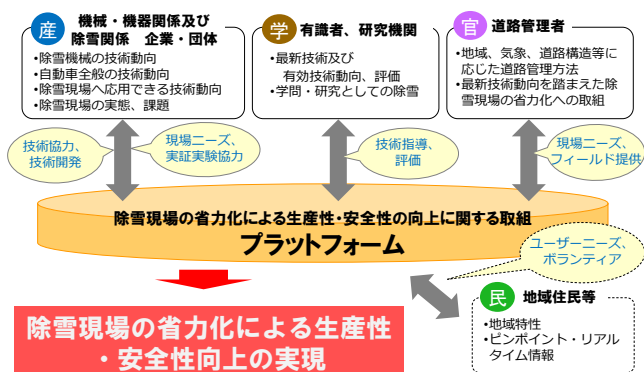


図-3 i-Snowの取組イメージ

2.2 ICTロータリ除雪車及び実証実験の概要

北海道開発局では、i-Snowの取組みの一つとしてロータリ除雪車の投雪作業自動化等の実証実験を行っており、令和4年度以降、ICT（情報通信技術）を活用したロータリ除雪車（以下、ICTロータリ除雪車という）の実働配備を開始した。ICTロータリ除雪車には、準天頂衛星「みちびき」（以下、「みちびき」という）からの測位情報と高精度3Dマップを用いたガイダンスシステムにより、作業装置を自動で制御する機能を搭載しており、作業装置の油圧シリンダにはセンサを内蔵している。（図4、5）



図-4 除雪装置自動制御付ICTロータリ除雪車
搭載機器説明

実証実験は、平成30年度から令和元年度までは、一般交通がなく道路付属物の設置も少ない冬期通行止め区間内の一般道（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）にて行った。

これまでの取組でICTロータリ除雪車は、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について検討・実証実験を行ってきた。

SANADA Kohei, ARAKAWA Tsuyoshi, OHTAKE Madoka



図-5 自動制御システム概要説明

2.3 ICT除雪トラックの実働配備

前述の令和4年度のICTロータリ除雪車の実働配備に続いて、令和6年度には、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路用の「除雪装置自動制御付」除雪トラック「4.5 m級」を深川・留萌自動車道（深川側）へ実働配備した。（図-6）



図-6 除雪装置自動制御付ICT除雪トラック

3. 令和6年及び7年度におけるi-Snowの取組

3.1 ICT ロータリ除雪車のならい制御の改良

障害物が多い一般道における、複雑なシュート操作が必要な場所の自動制御では、実際にオペレータが行う複雑な操作を再現する手法が最も有効である。このようなオペレータが行っていた複雑な操作を自動化する技術は「ならい制御」と呼ぶ。

これまでのならい制御では、同一の区間で手動操作データを取得した際、複数の手動操作データが同時に読み込まれ、作業装置が本来意図しない動きをすることがあった。そこで、手動操作データに1～8までの数字を割り当て、ならい制御を行う際に選択することで、複数の手動操作データが同時に読み込まれる状況を抑制するように改良した。(図-7)



図-7 ならい制御のパターン選択画面

3.2 ICT ロータリ除雪車の異常表示システムの構築

ICT ロータリ除雪車の除雪現場において原因は特定することができないが、画面がフリーズして自動制御システムが動作しないといった報告が寄せられていた。簡易取扱説明書等を作成し、納車時に添付するなどの対応や、現場説明会の実施、問い合わせ対応などの手法で取り組んでいたが、オペレータの状況報告だけでは情報が断片的であり、復旧対応に時間がかかるという問題が発生していた。そこで、自動制御システムが自己診断を行い、オペレータへ状況表示を行うことで、速やかに状況に対応することを目的とした、「異常表示システム」の構築を令和6年度に行った。本システムは、制御PC上に実装されており、接続の確認やオペレータへ故障の通知を行う。このシステムの追加によって各機器からの入出力の診断基準の設定と、ガイダンスシステムに対するエラーコードの伝達およびガイダンス画面上でのエラー表示を可能にし、自動制御システムの異常状態についてオペレータ自身が原因を特定できるようになり、復旧対応への負担軽減が図られた。(図-8)

除雪ガイダンスシステム

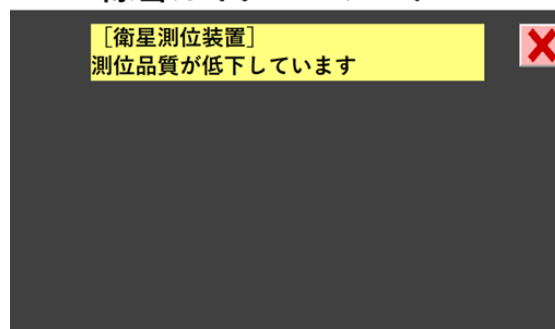


図-8 異常時におけるエラー表示の一例

3.3 ICT 除雪トラックのガイダンスシステム改良

除雪トラックの除雪装置（フロントプラウ、グレーダ）は2.9m～4.5mの範囲で伸縮するが、ガイダンスシステムの表示においては、除雪装置の伸縮量を直感的に把握しにくい、車両表示寸法が実車と誤差が生じているなどの課題が存在していた。そのため、ガイダンス画面の表示を改良し、現在の除雪装置伸縮量をグラフィカルな表示とインジケータに変更を行い改善した。(図-9、図-10)

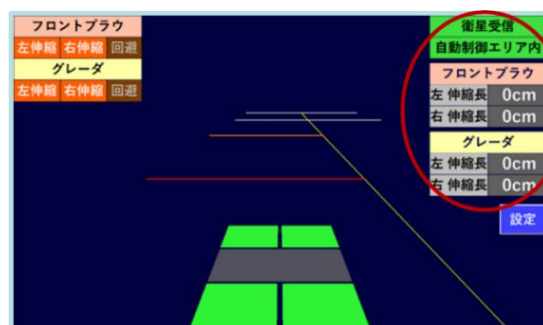


図-9 従来のガイダンスシステム画面構成

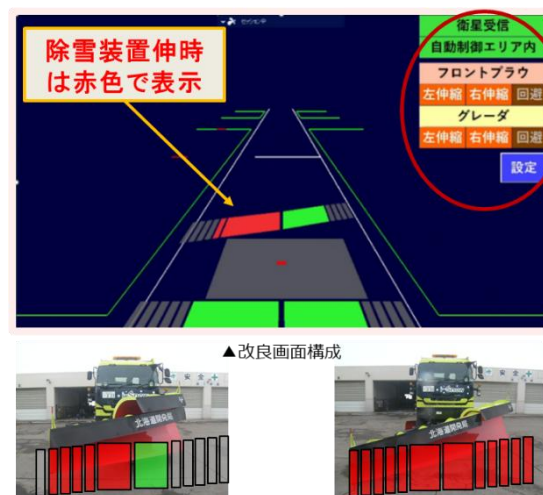


図-10 改良後のガイダンスシステム画面構成

3.4 ICT 除雪トラックの現場適応性検証結果

これまで現場でヒアリングを行った結果、橋梁ジョイント等におけるグレーダ回避（昇降）動作を油圧シリンダの昇降で行っていたため、動作が遅く、残雪が多くなるという意見があった。

改良案として、現場で用いられる回避方法（反転回避、押付圧ゼロ回避）を採用することで、残雪を少なくすることを目的に令和7年度に改良した。

反転回避は、グレーダを反転させてエッジを持ち上げる動作であり、昇降よりも、早い動作で回避可能となる。（図-11）

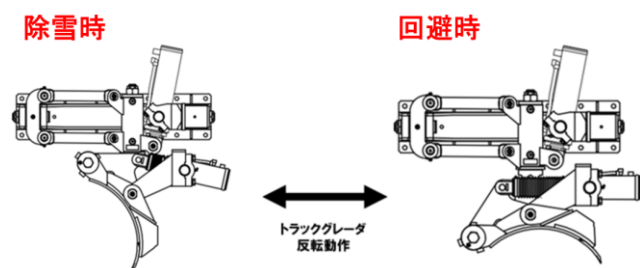


図-11 グレーダの反転動作

押付圧ゼロ回避は、グレーダの押付圧をゼロにし、接地させた状態でも橋梁ジョイント等への影響は最小限となるような回避方法である。（図-12）

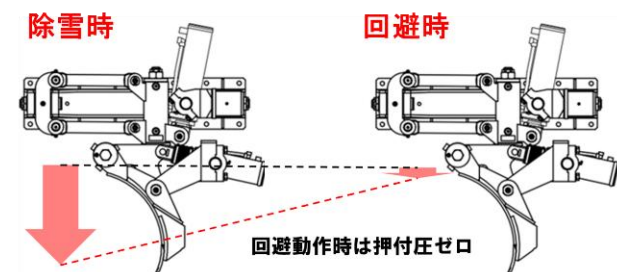


図-12 グレーダの押付圧ゼロ動作

これらの動作を組み合わせたグレーダ回避方法をとることで、残雪の少なくなるよう今冬現場検証を行う。

3.5 衛星不感地帯対策としてのネットワーク型 RTK

令和5年度に狩勝峠で検証した結果を基に、他工区でもみちびきの衛星不感地帯対策の検証を令和6年度に実施した。検証期間中のCLASとNRTKの使用率を比較すると、CLASのFIX率が低い工区でもNRTKの補完により全体のFIX率が高まる結果となった。この結果を受けて、令和7年度、ICT除雪車8台にNRTK受信機を新たに導入した。（図-13）

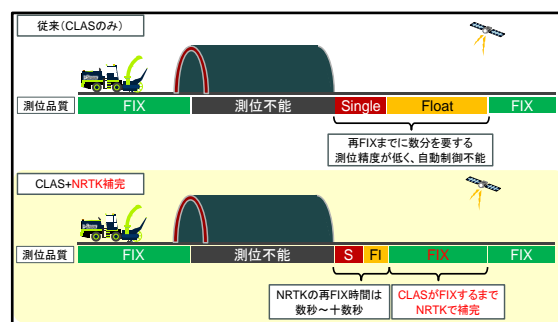


図-13 NRTKによるみちびき不感地帯の補完図

3.6 改良要望のヒアリング、整理

令和6年度フォローアップとして、オペレータ及び現場代理人に、自動制御を使用した感想、課題、改良要望をヒアリングしたところ、主に2つに分類される意見が多く見られた。

1点目は、「ならい制御の操作手順を忘れてしまい、自動制御を動作出来なかった」ことである。原因としては、「操作手順が複雑」との意見があり、対応として、ならい制御データを選択するボタンを新たに設ける改良を令和7年度に行った。（図-14）

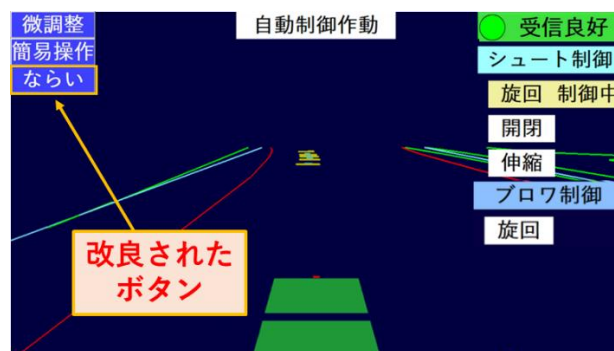


図-14 改良後のならい制御ガイダンス画面

2点目は、「自動制御区間であれば、どこからでも自動動作を開始できるようにしてほしい」というものである。原因としては「ならい制御データが記録されたスタート地点のみでしか自動制御ができない。自動で動かない」という意見であった。対応として、直前の除雪作業位置データを読み取って動作させるようプログラム改良を令和7年度に行った。（図-15）

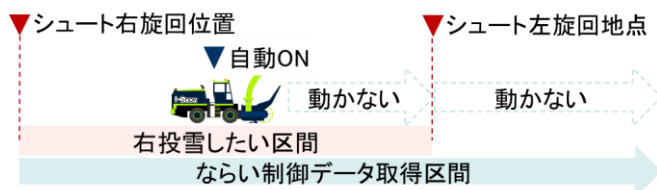


図-15 自動制御が途中から開始できない現象

4. 令和7年度のICT除雪車の実働配備状況

4.1 令和7年度除雪車説明会によるフォローアップ

令和7年度実働配備のフォローアップとして、実働配備される5台のICT除雪車に関する操作説明会を除雪シーズン前の11月に開催した。また、過年度実働配備機械も含め、除雪シーズン中に除雪STにおもむき、操作方法や不具合対応などのフォローアップを行った。オペレータに除雪自動制御を体験してもらいながら、ワンオペでの操作による安定した運転方法と、新人オペレータのために必要な機能の確認を行った。(図-16)



図-16 令和7年度除雪車説明会(日勝)の様子

4.2 サイドウイング付ICT除雪トラックの実働配備

令和7年度から一般道(国道5号目名峠)に全国で初めてサイドウイング付のICT除雪トラックを実働配備した。既に深川・留萌道で配備されているICT除雪トラックのフロントプラウ、グレーダ装置の自動化機能に加えて、交差点除雪で活躍するシャッターブレード装置の開閉と郊外部の歩道除雪を行うサイドウイング装置の昇降についての自動制御機能を追加した車両となる。(図-17)



図-17 サイドウイング付ICT除雪トラック

4.3 除雪装置自動制御付のICT小形除雪車の実働配備

令和7年度は一般道(国道337号花畔)にて、北海道開発局で初めて除雪装置自動制御付のICT小形除雪車の実働配備を開始した。これは歩道除雪用としての配備である。(図-18)



図-18 除雪装置自動制御付ICT小形除雪車

4.4 ICTロータリ除雪車の実働配備

令和7年度において、一般道(国道5号目名峠)、一般道(国道274号日勝峠(日高側と帯広側))に計3台のICTロータリ除雪車実働配備を行った。これによって、ICTロータリ除雪車は全道で10台の実働配備となった。(図-19)



図-19 除雪装置自動制御付ICTロータリ除雪車



図-20 令和7年度のICT除雪車実働配備の状況

5. まとめ及び今後の展望

これまでの実証実験により、除雪機械の作業装置自動化のシステム改良により作業性が向上し、信頼性の向上も図られ、ICT除雪車は現在13台の配備となった。(図-20)

今後は、実働配備及び自動操作対象機械の拡大を進め、様々な地域や気象、時間帯による課題等を把握し、より安定的な稼働ができるよう更なる検討を加える。

また、今後の実働配備の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も進めていく。

除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に寄与できるよう、除雪装置自動化の取組を引き続き推進してゆく。

参考文献

- 1) i-Construction 2.0 ～建設現場のオートメーション化～，国土交通省。
https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_001085.html
- 2) 山本 優哉，小野寺 敬太，貫田 大輔，“【i-Snow】除雪装置の自動化に向けた検討”，第68回(2024年度)北海道開発技術研究発表会論文，2025。
- 3) i-Snow WEB サイト，北海道開発局。
<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat0000010dmm.html>
- 4) 新川 剛，石道 国弘，大竹 まどか，眞田 浩平，中條 高司，“【i-Snow】除雪機械の作業装置自動化に向けた取組”，第23回建設ロボットシンポジウム，2025。