

ICT 活用による除雪トラックのマシンコントロール化

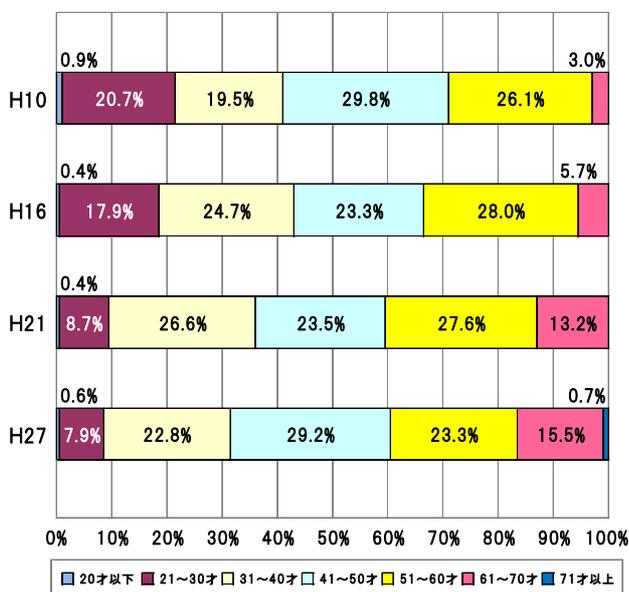
国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所 ○ 小浦方 一彦
 国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所 小泉 倫彦

1. はじめに

北陸地方整備局では、管内（新潟県・富山県・石川県）の直轄国道管理区間14路線、合計約1,076kmの冬期道路交通を確保するため、約500台の除雪機械を配備し、除雪作業を実施している。

除雪機械の運転は、作業装置を路面状況、道路構造の変化に応じて操作する必要があり、経験と熟練した技術が必要であるが昨今、熟練技能を持つオペレータの高齢化に伴う引退や新規入職者の減少により、担い手の確保が重要な課題となっている。（表-1）

表-1 除雪機械オペレータ年齢構成
 （新潟・富山・石川）直轄及び地方公共団体



（一社）日本建設機械施工協会北陸支部調べ¹⁾

このような背景のもと、北陸技術事務所ではICT（情報通信技術）を活用した除雪機械の作業装置自動化に取り組んでおり、現在、除雪トラックのマシンコントロール（以下「MC」という）化の検討を進めている。

本稿では、2019年度までの除雪トラックMC化の検討状況について、報告するものである。

2. 除雪トラックのMC化検討

2.1 検討方針

除雪トラックの作業装置は、交差点や乗り入れ部といった雪を置いてはいけない区間において、一時的に雪を抱え込む「サイドシャッタ」、新雪除雪を行う「フロントプラウ」、圧雪などの路面を整形する「グレーダ装置」で構成される。

（写真-1）



写真-1 除雪トラックの作業装置

作業装置は、8本のレバーと20個のスイッチによる操作を除雪トラックの運転と並行して行っており、それら作業装置の操作（動作）について、MC化を目的として検討に着手したものである。

（写真-2）



写真-2 除雪トラック作業装置操作レバー

2.2 検討スケジュール

MC化を行うためには、次の技術を組み合わせたシステムを構築する必要がある。(表-2)

表-2 MC化に必要な技術

No.	要素技術	候補技術	要素技術から得られる情報	要素技術による操作制御
1	精度の高い自車位置情報	VRS受信機 準天頂衛星システム 「みちびき」 慣性計測航法 (INS) 等	自車及び作業装置の位置情報の把握	車両位置情報での作業装置制御 (誤差は数cm)
	精度の高い地図データ	MMSデータ ダイナミックマップ 除雪作業用地図データ		
2	センサー技術	傾斜計 ストローク計 等	路面積雪量 雪抱え込み量 作業装置の状況等の把握	雪の量に合わせた作業装置の角度、押付力等の動作制御

精度の高い自車位置情報、精度の高い地図データ (No.1)、センサー技術 (No.2) は既存技術の組み合わせで対応可能と推察されることから、各技術を組み合わせたMC化の検討を行うこととした。(表-3)

表-3 検討スケジュール

開発技術・作業装置	検討年度			将来
	H30 (2018)	R1 (2019)	R2 (2020)	
① 位置情報と合わせたマシンコントロール化				自動 運 転 化
	サイドシャッタ			
	フロントプラウ			
	グレーダ装置			
② センサー技術を融合したマシンコントロール化	数年後に実用化の可能性			

2.3 「サイドシャッタ」のMC化検討

サイドシャッタは、グレーダ装置で除雪した雪を交差点内などに残さないようシャッタを閉めることで一時的に雪を抱え込む装置である。

(写真-3)

交差点等、特定の区間における開閉動作であれば位置情報のみで制御が可能であるほか、動作時の安全性等も考慮し、表-2に示した技術のうち、精度の高い自車位置情報、精度の高い地図データを使用し、MC化に取り組んだ。



写真-3 サイドシャッタ動作状況

(1) 自車位置情報

MC化の検討に際し、自車位置情報の取得に関しては、精度、費用等を考慮した結果、2018年11月より運用が開始された準天頂衛星システム「みちびき」のセンチメートル級測位補強サービス (CLAS) を採用することとし、その公称精度は水平誤差 12cm、垂直誤差 24cm である。

衛星受信機の精度を検証するため、一般国道49号福島・新潟県境から新潟県新潟市までの片道68kmについて、「みちびき」の受信機とRTK-GNSS (VRS方式) とを搭載した試験車両で走行した結果、誤差30cm以下が走行した区間の6割程度という結果であった。

上空が開けた平野部では公称精度内に収まるがトンネル等の上空遮蔽物、山間部や樹木が密生しているような衛星を捕捉しにくい区間においては誤差が生じていた。

また、トンネル出口から衛星を捕捉するまでに数十秒を要する場合もあり、常時、精度の高い自車位置情報を取得するために準天頂衛星システムを補完する技術の検討が課題として残った。

(2) 地図データ

MMS（モバイル・マッピング・システム）で取得したレーザ一点群データから、除雪トラックの作業装置の制御に必要な地物等の情報を抽出し、地図データを作成した。（図-1）

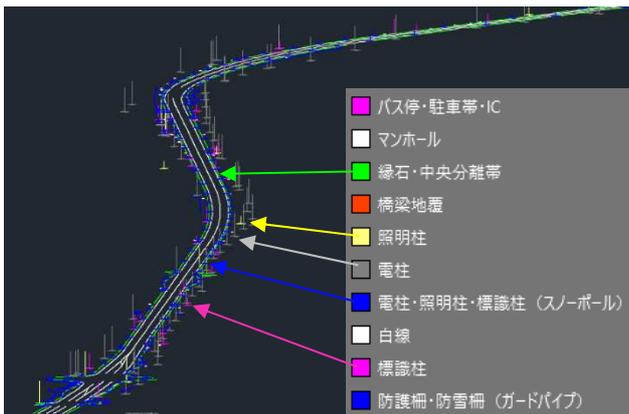


図-1 MMS から作成した地図データ

MMS の公称精度は、水平・垂直誤差ともに 25cm であるが、今回作成した地図データは水平誤差 5cm、垂直誤差 6cm となった。

(3) 運転技術データ

サイドシャッタの自動制御を行うため、ドライブレコーダー、データロガーといった記録機器を除雪トラックに搭載し、実際の除雪作業におけるオペレータのサイドシャッタ操作等、運転技術データを収集、解析した。

解析したデータを MMS から作成した地図データに反映させ、除雪作業用地図データを作成した。（図-2）

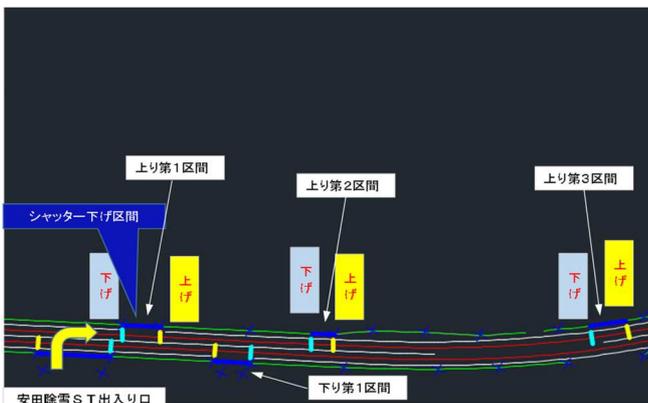


図-2 除雪作業用地図データ

「みちびきの受信機」「MMS から作成した地図データ」「除雪作業用地図データ」を組み合わせることで遮蔽物等が無い区間においては、MCに必要な精度の高い自車位置情報を取得することが可能となった。

(4) 制御ユニット

サイドシャッタを MC するための制御ユニットは、MMS から作成した地図データと除雪作業用地図データをインストールしたタブレット端末（図-3 ①）、「みちびき」の受信機（図-3 ②）、制御装置（サイドシャッタへ動作信号を出力する機器）（図-3 ③）で構成されており、各機器を LAN 通信で交信することで制御を行い、自車位置と地図の基準点が一致した際に動作信号を出力する仕様で製作した。（図-3）

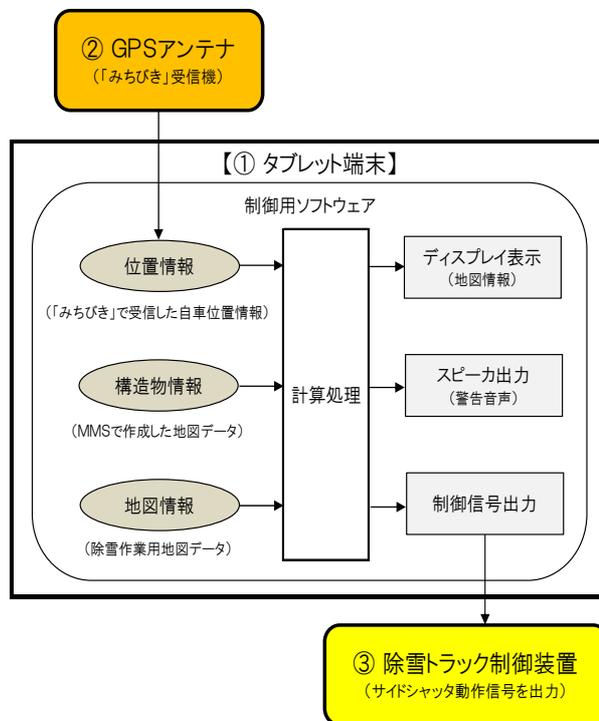


図-3 制御ユニットイメージ

(5) サイドシャッタ現道試験

除雪トラックに制御ユニットを搭載し、実際の除雪作業と同様にサイドシャッタが開閉することを確認するため、現道に設定した試験区間において動作確認試験を行った。

サイドシャッタの動作位置は、除雪作業時に操作するオペレータ（助手）からの聞き取りに基づき、乗り入れ部（サイドシャッタを閉める区間）の始まりまでに全閉、通過後に全開となるよう設定した。

試験の結果、ほぼ設定どおりの位置で動作していることを確認したほか、除雪トラックを担当するオペレータ（助手）同乗のもと、動作状況を確認

してもらったところ、実際の操作と違和感のない位置で開閉しているとの評価をいただいた。また、2020年2月7日夜間の降雪に際し、一般国道49号において、MCを使用した除雪作業を行い、実際の除雪作業にも問題なく使用できることを確認した。(写真-4)



写真-4 サイドシャッタ MC の動作状況

3. まとめ

これまでの検討結果から、サイドシャッタのMCは実用域に達したと判断する。

2020年2月20日には、報道機関、関係機関、除雪作業従事者を対象に現道での公開試験を開催するなど、除雪トラックMCの現状を報告(広報)したところである。(写真-5)



写真-5 報道機関による取材状況

ただし、衛星の不感帯における自車位置情報の測位等について課題が残るなど、他の作業装置のMC化と合わせて、課題解消に向けた検討の継続が必要であると考えられる。

4. おわりに

引き続きフロントプラウ、グレーダ装置について検討することで除雪トラックの作業装置MC化を進める。

また、ICT(情報通信技術)は日進月歩であることから、将来的には市場の技術開発動向等を踏まえ、自車位置情報以外の要素を取り入れた作業装置の高度なMC化の検討を進め、除雪作業の安全性、施工性、生産性のさらなる向上に努めていきたい。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本建設機械施工協会北陸支部
道路除雪オペレータの実態調査報告、2018年3月