

# ICT活用による除雪トラックの マシンコントロール化

小浦方 一彦<sup>1</sup>, 小泉 倫彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北陸技術事務所 施工調査・技術活用課 (〒950-1101 新潟県新潟市西区山田2310番地5号)

除雪機械オペレータの担い手確保・育成の対策として取り組んでいる, ICTを活用した除雪トラックの作業装置マシンコントロール化の検討状況について報告する。

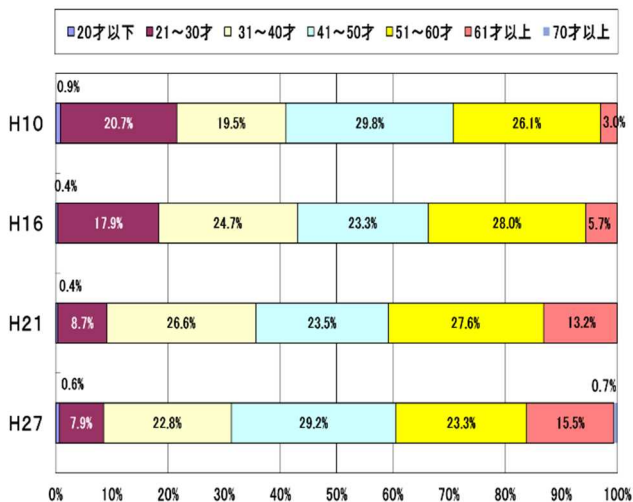
キーワード 除雪, 情報化施工, 除雪トラック, マシンコントロール

## 1. はじめに

北陸地方整備局では, 管内3県(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。

除雪機械の運転は路面状況, 道路構造, 沿道状況等の変化に適応した操作が必要であり, 経験と熟練した技術が必要とするが, 昨今は, 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, 担い手の確保及び技能の維持が課題となっている。(表-1)

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



このような背景のもと, 北陸技術事務所では, オペレータの負担軽減, 経験の浅いオペレータの作業支援を目的として, ICT(情報通信技術)を活用した「除雪機械の情報化施工技術」の検討に取り組んできた。

本稿では, 2017年度より取り組んでいる除雪トラックの作業装置の自動(以下「MC」という)化の検討について報告するものである。

## 2. MC化の概要

### (1) 検討方針

除雪トラックの作業装置は, 新雪除雪を行う「フロントプラウ」, 圧雪などの路面を整正する「グレーダ装置」, 交差点や乗入れ部といった雪を置いて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」で構成されている。(写真-1)



写真-1 除雪トラック作業装置

作業装置は, 8本のレバーと20個のスイッチによる作業装置の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化することを目的に検討に着手した。(写真-2)



写真-2 除雪トラック作業装置操作レバー

## (2) 検討スケジュール

収集した運転技術データの分析・整理結果を作業装置のMC化に反映させるうえで必要となる技術について、検討を行った。(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及び地図データ(No.①)、センサー技術(No.②)は、既存技術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	R1	R2		
① 位置情報と合わせたマシンコントロール化	サイドシャッタ				自動運転化
	フロントブラウ				
	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				

## 3. サイドシャッタのMC化検討

### (1) 作業装置「サイドシャッタ」のMC化

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、車体左側に下ろしたシャッタにより一時的に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、除雪トラックの作業装置MC化は、サイドシャッタから検討に着手した。



写真-3 サイドシャッタ動作状況

### (2) 精度の高い自車位置情報

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補強サービス(CLAS)を採用することとした。

「みちびき」の移動体に関する公称精度は、水平誤差12cm、垂直誤差24cmであり、INS(慣性航法装置)を搭載することでトンネル等の上空遮蔽物の影響により衛星を捕捉できなくなる区間においても自車位置を計測できるようになっている。

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以下が全区間の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。

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。

### (3) 精度の高い地図データ

MMS（モバイル・マッピング・システム）で取得したレーザー点群データから、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)

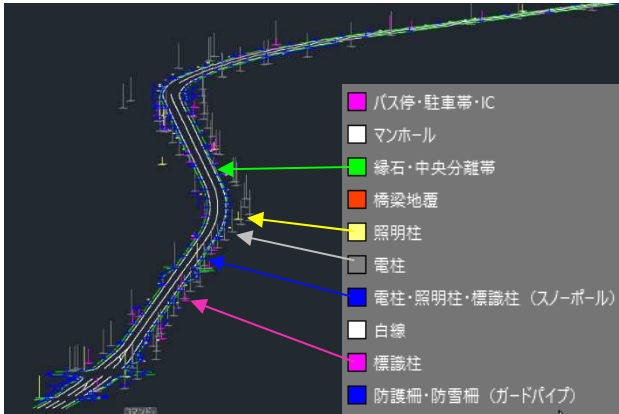


図-1 MMS から作成した地図データ

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。

### (4) 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、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作業装置に関する操作等、運転技術データを収集、解析した。

(写真-4)



写真-4 ドライブレコーダによる撮影状況

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)  
「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。

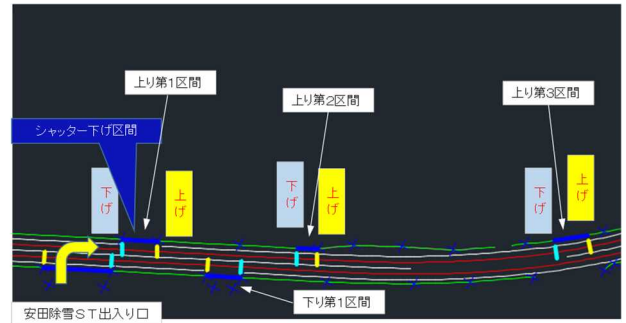


図-2 除雪作業用地図データ

### (5) 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 (①), 「みちびき」の受信機 (②), 制御装置 (サイドシャッタへ動作信号を出力する機器) (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)

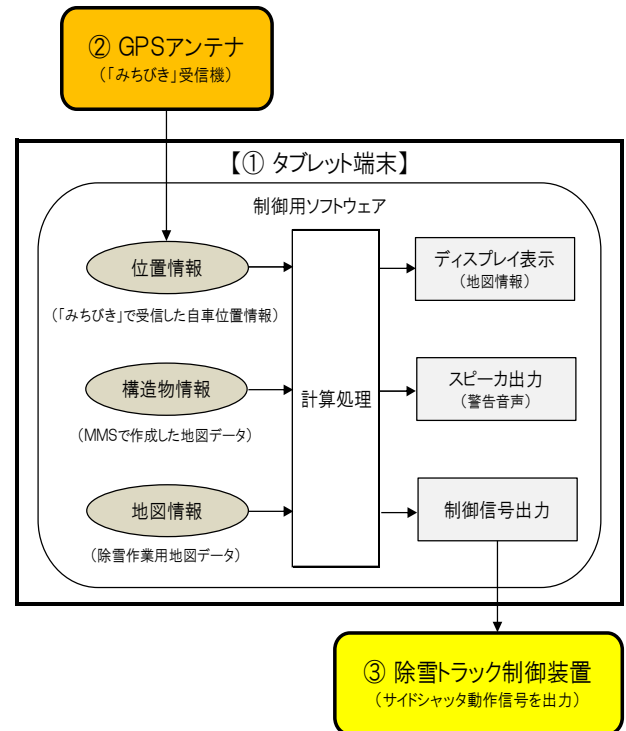


図-3 制御ユニットイメージ

### (6) 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か確認するため、現道に試験区間を設定、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）に同乗してもらい、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、令和2年2月7日夜間の降雪に際し、一般国道49号において、サイドシャッタの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-5）



写真-5 サイドシャッタのMCによる動作状況

#### 4. フロントプラウのMC化検討

##### (1) 作業装置「フロントプラウ」のMC化検討

フロントプラウは、主に新雪除雪等において、路側帯または路外に雪を押し除ける（飛ばす）装置である。

ドライブレコーダで撮影した画像を整理・解析した結果、フロントプラウの主な操作としては、左右操作（アングリング操作）による飛雪量の調整、上下運動による障害物の回避であったことから、アングリング操作による飛雪量の調整に主眼を置き、MC化の検討に着手した。

アングリング操作は、ストロークエンドではなく、中間位置で停止させた状態で作業することが多いが、標準のプラウは中間位置での姿勢把握が可能な構造となっていない。

よって、フロントプラウの角度を把握できる構造となるよう現在、設計を進めているところである。（図-4）

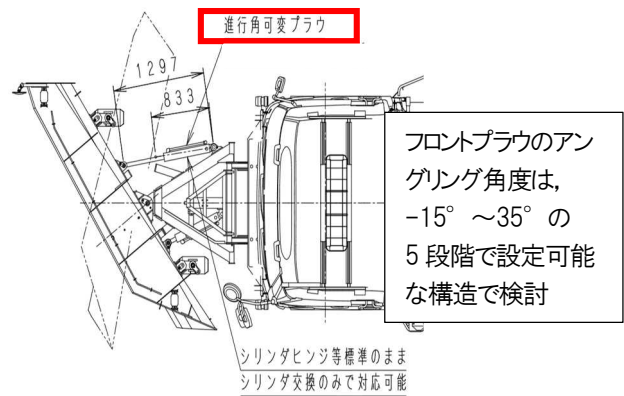


図-4 フロントプラウMC概念

#### 5. まとめ

これまでの検討結果から、サイドシャッタのMC化については、実用域に達したものと判断される。

令和2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-6）



写真-6 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について課題が残る等、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。

#### 6. 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化の検討を進めることで除雪作業の安全性、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

（一社）日本建設機械施工協会北陸支部  
「道路除雪オペレータ実態調査報告」平成30年3月