

準天頂衛星を活用した除雪車運転システムの開発

蝦名 浩二・池田 修・伊藤 俊明

東日本高速道路株式会社北海道支社では、安全・安心・快適・便利な高速道路サービスを提供できるように、約 700 km の管理延長を管理事務所（6 か所）にて、冬期間の厳しい環境の中、24 時間体制で雪氷対策作業を実施している。

そこで、雪氷対策作業の高度化を重点計画の一つとして掲げ、現状把握・分析・課題整理を行い、課題解決に向けて雪氷対策の業務フローを踏まえた技術開発を促進している。

本稿では、技術開発メニューの中で、試行運用を開始した準天頂衛星を活用した除雪車運転システムの概要について紹介する。

キーワード：準天頂衛星，除雪作業車，技術開発

1. はじめに

雪氷対策のうち高速道路本線で大型車両を使用する雪氷作業は大きく 4 つに分類される（図－1）。

①除雪作業，路面整正作業

追越車線・走行車線の雪を路肩によせる

②拡幅作業

除雪作業により路肩に溜まった雪を路肩端部によ

せる

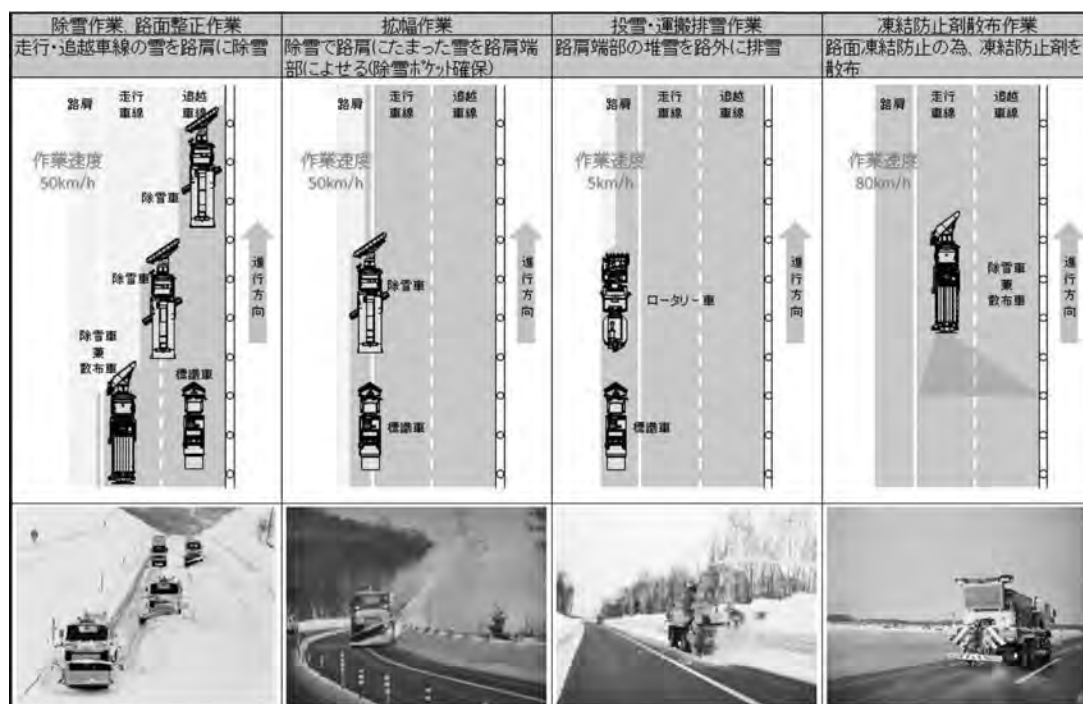
③投雪・運搬排雪作業

路肩端部の雪を路外に排雪する

④凍結防止剤散布作業

路面の凍結を抑制するため凍結防止剤を散布する

これらの運転及び操作はいずれも熟練度を要するため経験年数が必要である。しかし、日本の労働人口は減少が続き、熟練オペレーターも減少しつつある。



図－1 雪氷対策の分類



吹雪の時の車両上の視界



好天時の車両上の視界

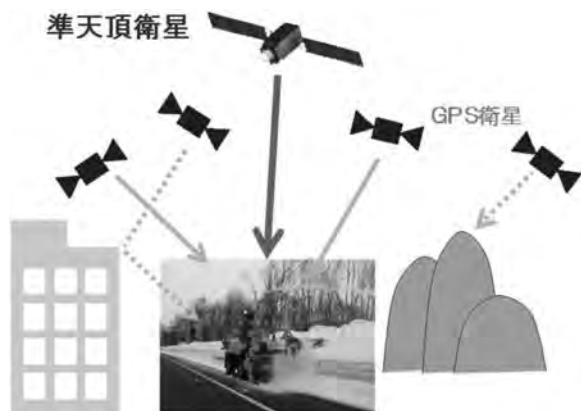
写真—1

また、冬期の路肩排雪作業では、堆雪や吹雪により外側線や路肩防護柵等の位置が把握できなくなる時が多い（写真—1）。

これらの課題を解決するため、はじめに除雪車両の中でも、路肩で作業するロータリー除雪車の路肩排雪作業時の車線へのはみ出し、路肩防護柵との接触等を回避しようと考え、準天頂衛星を活用した除雪車運転システムを開発した。

2. 準天頂衛星システムとは

準天頂衛星システム（みちびき）とは、準天頂軌道の衛星が主体となって構成されている日本の衛星測位システムのことである。通常はGPSが4機以上で衛星測位は可能ですが、安定した位置情報を得るためには、より多くの衛星が見えることが望ましい。しかし、GPS衛星は都市部や山間部ではビルや樹木などに電波が遮られて可視衛星数が減り、位置情報が安定的に得られないことがある。みちびきはGPSと一体で利用できるため、安定した高精度測位を行うことを可能とする衛星数を確保することができる（図—2）。



図—2 準天頂衛星システムの仕組み

3. 準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システムの概要

本システムの開発は平成25年度より開始しており、本システムの開発にあたっては北海道大学と共同開発を行っている。

「準天頂衛星みちびき」からの信号と、事前に作成した高速道路高精度地図の情報を組み合わせ、高速道路上の自車の位置を誤差数センチメートルの正確さで把握し、走行車線のはみ出しやガードレール等への接触を予測、それらを回避するガイダンスを発することでオペレーター支援をするシステムである。

(1) システムの流れ

ロータリー車に搭載したアンテナより、準天頂衛星等からの測位情報を受信し、自車位置を把握する。高精度地図上の緯度経度情報は複数のテーブルからなっており、自車の位置から最も近いテーブルから位置情報を検索し、パソコンにより左右のはみ出し量・車体角度を計算し、5m先（ロータリー車先端）の情報を運転席内のガイダンスモニターに表示する（図—3,4）。

(2) 高精度地図の作成

開発当時は、3D高精度地図はデータが重く処理能力が遅くなるため、必要最低限の情報で動けるよう工夫した。GPS、本線側への基準線となる白線を撮影するカメラ、路肩側への基準となるアスカブ等を実測するレーザースキャナを使い作成した。ガイダンスの基になる基準線は走行車線と路肩の間にある外側線の端部に設定し、0.7mピッチの緯度経度情報に横断幅情報を持たせることによって、両側に緯度経度情報がある場合の演算方法より、演算時間を短縮させた。

測定方法は、キャリブレーションとして、①～⑤を実施して、実際走行する車線を10km/hの低速走行

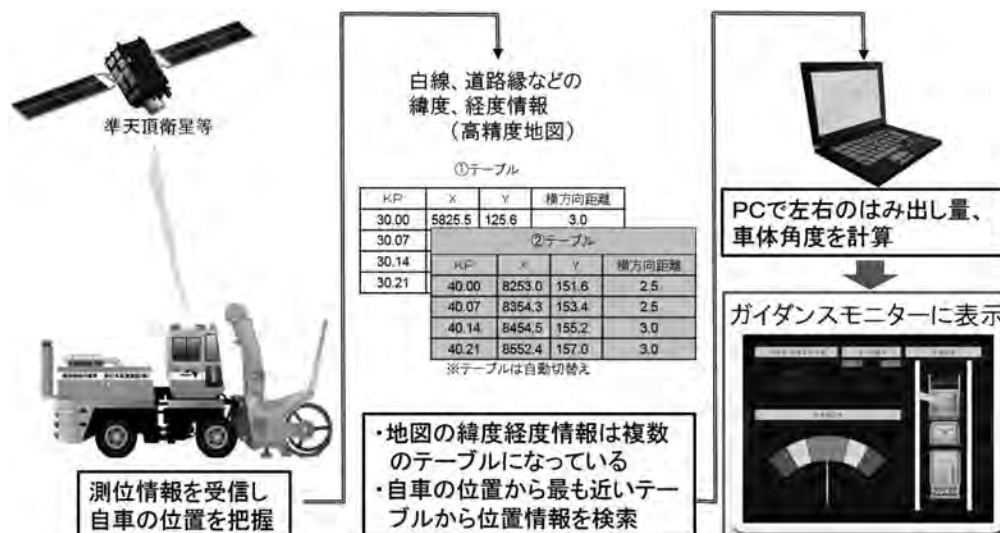


図-3 除雪作業車両の運転支援システムの流れ

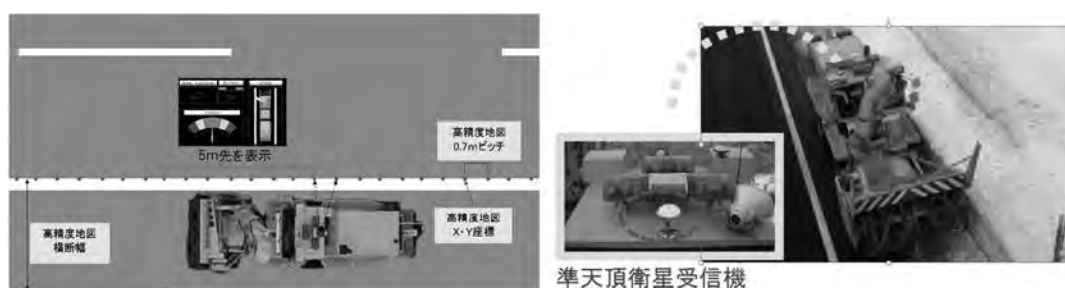


図-4 本線作業時のシステムイメージ



写真-2 キャリブレーション

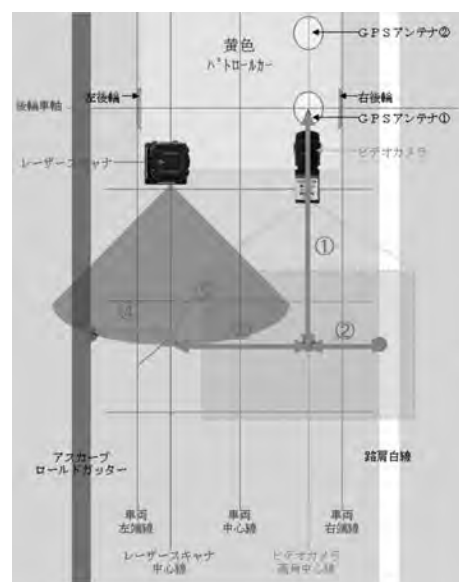


図-5 キャリブレーション方法

すると外側線の座標及び路肩延長を算出し、0.7 m ピッチの位置情報が分かる地図が作製される（写真-2、図-5）。

キャリブレーション方法

- ① GPS アンテナとカメラ画角中心までの距離を実測
- ② カメラ画角中心から路肩白線までの距離を画像処

理で求める

- ③ レーザースキャナ中心からカメラ画角中心までの距離を実測
- ④ 路肩左側対象物からレーザースキャナ中心までの距離をスキャンデータより求める
- ⑤ 路肩左側対象物とカメラ画角中心までの進行方向

の距離をスキャンデータより求める

(3) ガイダンスモニター

実際にロータリーの運転手が確認するのはこのガイダンスモニターのみである。まだ開発途中ではあるが、現段階でガイダンスモニターには「路肩幅・作業注意情報」として、その地点の情報を表示、「横方向偏差」として、はみ出し方向を着色しはみ出し距離を表示、「ハンドル切れ角」として、切れ幅を表示、「車両位置」として、はみ出し方向を表示し、基準をはみ出したら着色及び警告音が鳴動する（図—6）。

このように、走行車線へのはみ出しやガードレール等へ接触を回避するための車体修正角の情報を表示して、オペレーターの運転操作を視覚的にサポートしている。これにより、視界不良時のオペレーターの運転操作が容易になるとともに、助手による除雪車位置確認、視界不良時等の安全確認や作業位置の連絡作業が

軽減するなど、ロータリー除雪作業の省力化・効率化・安全性の向上が図られている（図—7）。

4. 実証実験

本システムをロータリー除雪車に搭載し、本線上で実証実験を行っている。

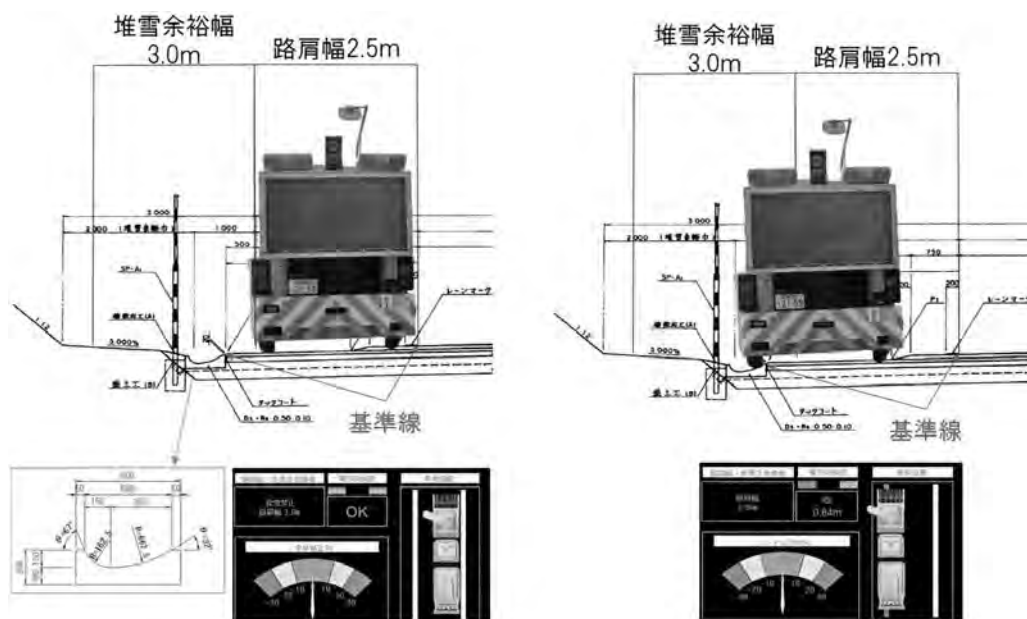
場所は、道央自動車道岩見沢IC～美瑛IC間(21 km)の上下線で実施した（図—8）。

実験内容は、ロータリー車に本システムを搭載し、ガイダンスモニター内の表示と実際の路面状況との精度検証をした。目標は、本線に逸脱しないように外側線の幅である 20 cm 以内としている。誤差としては、準天頂衛星からの誤差の他、高精度地図の誤差、各機器の誤差などが複合されるため、実際に現地を走行しないとわからない。

走行中に数か所でロータリー車を停車させて、ガイ



図—6 ガイダンスモニター（開発中）



図—7 ガイダンスモニター表示と車両位置



図—8 実験区間



図—9 実測の状況

ダンスモニター内のはみ出し量と現地で実測した距離により確認した（図—9）。

その結果、最大誤差は17cmであったことから本線作業の試行が可能と判断した。

5. おわりに

今までの試行結果を踏まえて、ガイダンスモニターの改良、システムの改良を進めていくが、自動運転や機械作業の自動化に向けた本格的な開発のために今年度は実験場の整備も実施する予定である。

JCMA

【筆者紹介】

蝦名 浩二（えびな こうじ）
東日本高速道路㈱
北海道支社 技術部 技術企画課
技術企画課長代理



池田 修（いけだ おさむ）
東日本高速道路㈱
北海道支社 技術部 技術企画課
技術企画課長



伊藤 俊明（いとう としあき）
㈱ネクスコ・エンジニアリング北海道
道路部 交通環境課
交通環境課長代理

