令和3年度　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『 i-Snow』＜第１０回＞

日時　：令和３年１２月１３日（月）　10：00～
会場＋ＷＥＢ会議

次　　第

Ⅰ．開　会

Ⅱ．挨　拶　　国土交通省 北海道開発局 建設部部長　　石塚　宗司

Ⅲ．事務局報告及び提案

１．プラットフォームメンバー・オブザーバーの紹介

Ⅳ．関係機関の取組状況等

１．今冬の実証実験計画　　（除雪機械の高度化推進グループ）　資料A、資料A’

２．準天頂衛星システムを活用したロータリ除雪車自動化の開発状況
（ＮＥＸＣＯ東日本）　資料B

３．準天頂衛星受信機最新動向（UpData）
（(一財）宇宙システム開発利用推進機構）　資料C

４．その他の情報提供

・除雪トラックの作業装置操作の自動化について
（国土交通省 北陸地方整備局）　資料D

Ⅴ．総　括

Ⅵ．閉　会

国土交通省 北海道開発局

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

第１０回ＰＦ会議　出席者名簿（構成員・オブザーバー）

所属			役職	氏名
（構成員）				
有識者	北海道大学	大学院工学研究院	教授	萩原　亨
有識者	北海道大学	大学院農学研究院	教授	野口　伸
行政	北海道開発局　建設部		部長	石塚　宗司
行政（機械）	北海道開発局　事業振興部	機械課	課長	山梨　高裕
行政（機械）	北海道開発局　事業振興部	機械課	機械施工管理官	谷崎　敏彦
行政（道路管理者）	北海道開発局　建設部	道路維持課	課長	坂　憲浩
行政（道路管理者）	北海道開発局　建設部	道路維持課	道路防災対策官	河上　誠
行政（空港）	北海道開発局　港湾空港部	空港･防災課	課長補佐	伊東　敦史
行政（空港）	東京航空局　空港部	機械課	専門官	山口　哲也
行政（道路管理者）	北海道　建設部　建設政策局	維持管理防災課	維持担当課長	今井　健 （欠席）
行政	北海道　経済部	産業振興局産業振興課	産業振興課長	安田　直樹
行政（道路管理者）	札幌市　建設局　土木部	雪対策室	雪対策室長	八木　直之
道路管理者	東日本高速道路株式会社	北海道支社	技術部長	市川　敦史
研究機関	寒地土木研究所	寒地交通チーム	上席研究員 （主任研究員）	畠山　乃 （大廣　智則）
研究機関	寒地土木研究所	寒地機械技術チーム	上席研究員 （研究員）	片野　浩司 （新保　貴広）
関係団体等	一般社団法人　日本建設機械施工協会　北海道支部		事務局長	石塚　芳文
関係団体等	一般社団法人　建設コンサルタンツ協会			奈良　照一
関係団体等	一般財団法人　宇宙システム開発利用推進機構 衛星測位事業本部ＱＢＩＣ推進チーム		担当部長	松岡　繁
関係団体等	アイサンテクノロジー 株式会社		研究開発知財本部長	細井　幹広 （欠席）
関係団体等	株式会社 ＮＩＣＨＩＪＯ　札幌営業部		部長	鈴木　幸弘
関係団体等	協和機械製作所　製品開発部		次長	森本　貴之
関係団体等	株式会社　岩崎		執行役員	後藤　紫郁 （欠席）
関係団体等	SoftBank株式会社　ｸﾗｳﾄﾞｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ本部　IoTｻｰﾋﾞｽ統括部		担当部長	永瀬　淳
関係団体等	ALES（株）　システム開発本部			
（オブザーバー）				
行政（空港）	航空局　航空ネットワーク部	空港技術課	専門官	竹家　修
行政（道路管理者）	東北地方整備局　企画部	施工企画課	係長	佐々木　浩二
行政（道路管理者）	東北地方整備局　道路部	道路管理課	係長	宇庭　裕之
行政（道路管理者）	東北地方整備局　道路部	道路管理課	係長	和田　学
行政（道路管理者）	東北地方整備局　東北技術事務所	施工調査・技術活用課	係長	高橋　直陽
行政（道路管理者）	北陸地方整備局　企画部	施工企画課	課長補佐	笠原　邦昭
行政（道路管理者）	北陸地方整備局　道路部		道路構造保全官	中田　光
行政（道路管理者）	北陸地方整備局　北陸技術事務所	北陸雪害対策技術センター	雪害対策官	三浦　義則
行政（道路管理者）	北陸地方整備局　北陸技術事務所	雪害防災減災課	課長	松村　潤
行政	北海道　総合政策部　航空局	航空課空港計画G	主幹	佐竹　利治
行政	北海道　総合政策部　航空局	航空課空港計画G	主査	樫村　玲生
行政	北海道　総合政策部　航空局	航空課空港計画G	主査	小幡　浩司
関係団体	先進モビリティ株式会社		代表取締役社長	青木　啓二 （欠席）
空港管理	北海道ｴｱﾎﾟｰﾄ（株）総合企画本部　空港計画部		部長 （課長）	中澤　正博 （西　稔宏）

資料　A

１．今冬の実証実験計画

除雪機械の高度化推進グループ
（北海道開発局・寒地土木研究所）

i-Snow® のこれまでの取組

◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

H28年度に、北海道におけるi-constructionの取組として、除雪現場の省力化に向けたプラットフォーム【i-Snow】を発足、産学官民が幅広く連携して取り組みを実施。

除雪現場の省力化に向けた取組	H28	H29	H30	R01	R02	R03	
ロータリ除雪車投雪作業自動化	i-Snow発足	「みちびき」を活用した運転支援ガイダンスシステムの構築	（知床峠）実証実験を開始 投雪方向自動変更動作を確認	（知床峠）高度な投雪自動化の動作確認・安全対策技術の実用性確認	（一般道 狩勝峠）複雑なシュート操作の自動化、安全対策技術の実証実験開始	（一般道 狩勝峠）自動制御精度向上、操作性向上、みちびき不感地帯対策等の実証実験	オペレータ１名による除雪作業
吹雪時の映像鮮明化技術の検証			映像鮮明化技術の検討	（一般道）試験車両による実証実験 タイムラグ無しで鮮明化確認	（一般道）R231・337において実際の除雪機械による実証実験	（一般道）実働配備開始 高度化検討開始	吹雪による視界不良発生時の除雪作業

▼i-Snowの活動イメージ

産 機械・機器関係及び除雪関係　企業・団体
- 除雪機械の技術動向
- 自動車全般の技術動向
- 除雪現場へ応用できる技術動向
- 除雪現場の実態、課題

学 有識者、研究機関
- 最新技術及び有効技術動向、評価
- 学問・研究としての除雪

官 道路管理者
- 地域、気象、道路構造等に応じた道路管理方法
- 最新技術動向を踏まえた除雪現場の省力化への取組

技術協力、技術開発 ／ 現場ニーズ、実証実験協力 ／ 技術指導、評価 ／ 現場ニーズ、フィールド提供

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

ユーザーニーズ、ボランティア

民 地域住民等
- 地域特性
- ピンポイント・リアルタイム情報

除雪現場の省力化による生産性・安全性向上の実現

▼省力化のイメージ

熟練オペレータによる作業装置操作等 ＋ 助手による安全確認



２名乗車体制

- 車両運転
- 作業装置操作
- 自車位置の把握
- 安全確認（他車両、前方障害物）



１名乗車体制

- 車両運転
- ~~作業装置操作~~
- ~~自車位置の把握~~
- ~~安全確認（他車両、前方障害物）~~

準天頂衛星「みちびき」によるガイダンスシステム ＋ 周辺探知技術による安全対策等

【**峠部**における**ロータリ除雪車**の実証実験】

①より高度な**投雪作業の自動化**　⇒　ブロワ・シュート装置による投雪をより細かく自動制御（投雪方向や距離）

②**周辺探知技術による安全対策**　⇒　人が周辺に近づいた場合にアラーム等で警告するシステム

【**映像鮮明化**の実証実験】

③**吹雪時の映像鮮明化**　⇒　吹雪による視程障害の発生区間において、映像処理後の鮮明度や走行速度の違いによるタイムラグ等を検証（札幌近郊の国道で実施）

①投雪作業の自動化

平成30・令和元年度

準天頂衛星「みちびき」によるガイダンスシステム

右投雪　左投雪



令和２年度

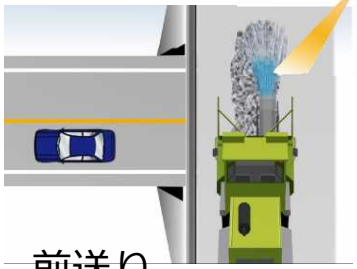
準天頂衛星「みちびき」によるガイダンスシステム



電線・附属物・一般車両等に注意しながら投雪



標識や付属物を避けながら投雪



前送り

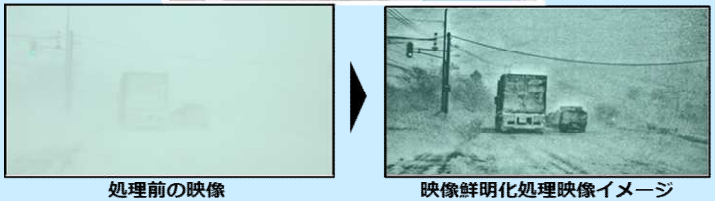
一般道峠、雪堤の高さが日々変化、障害物が多い
複雑なシュート操作の実証試験

②周辺探知技術による安全対策



③吹雪時の映像鮮明化

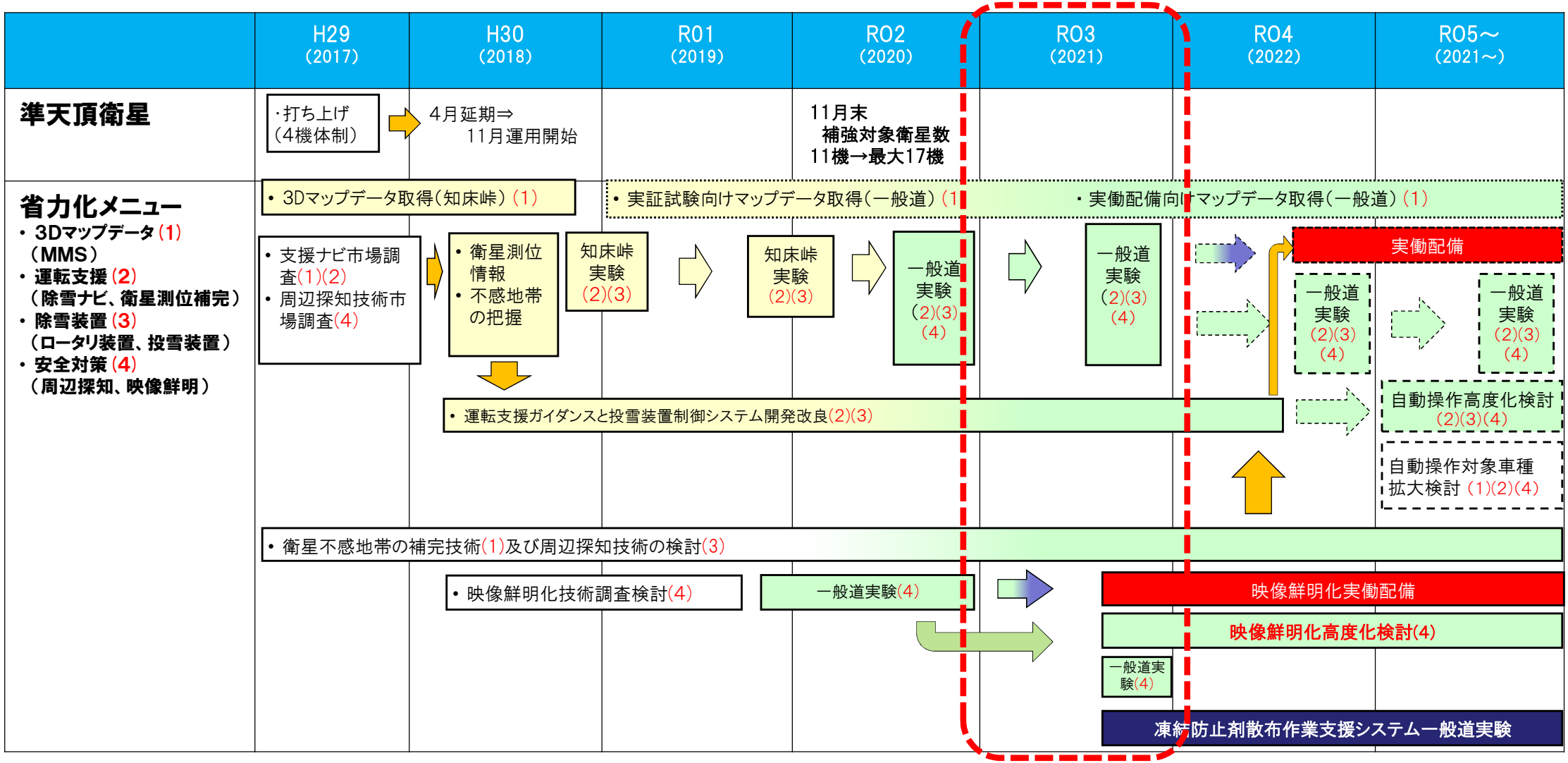




処理前の映像　映像鮮明化処理映像イメージ

i-Snow 令和3年度の取組み

国土交通省 北海道開発局



- シュート投雪自動制御改良【場所；国道38号狩勝峠】
- 一般道における衛星不感地帯対策検討と**検証（INS、磁気マーカ、LiDAR）**
- 安全対策機能改良（周辺探知技術）
- 映像鮮明化装置の**実働配備（Ｒ３年度冬から運用開始）と検証、高度化検討開始**
- ロータリ除雪車（除雪装置自動制御付）の実働配備（Ｒ４年度予定）に向けた、**自動制御用３Ｄマップデータ作成**
- **凍結防止剤散布作業支援システム　一般道実験**

◆令和3年度　実証実験概要

◇除雪機械の高度化推進グループ◇

（1）シュート投雪自動制御改良
- 自動制御時微調整機能追加
- 習い制御用ﾃﾞｰﾀ作成期間短縮化
- 雪堤高さ検知ｼｭｰﾄ制御精度向上

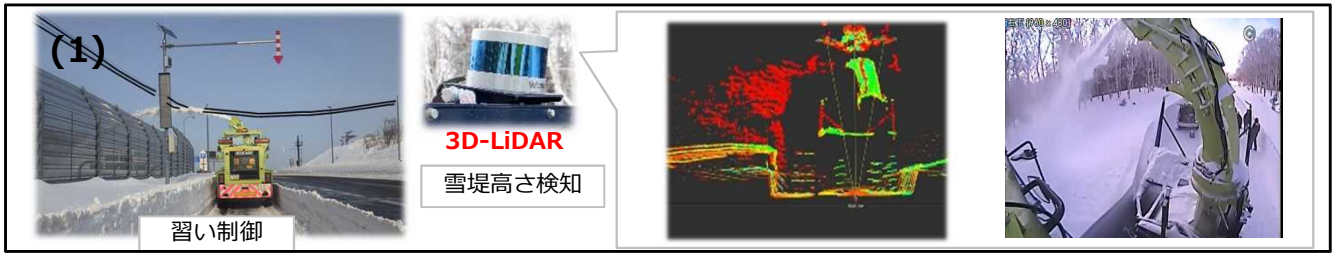
（2）みちびき不感地帯対策検討
- 車両慣性航法システムの検証
- 磁気マーカシステムの検証
- LiDARによる覆道計測の実施

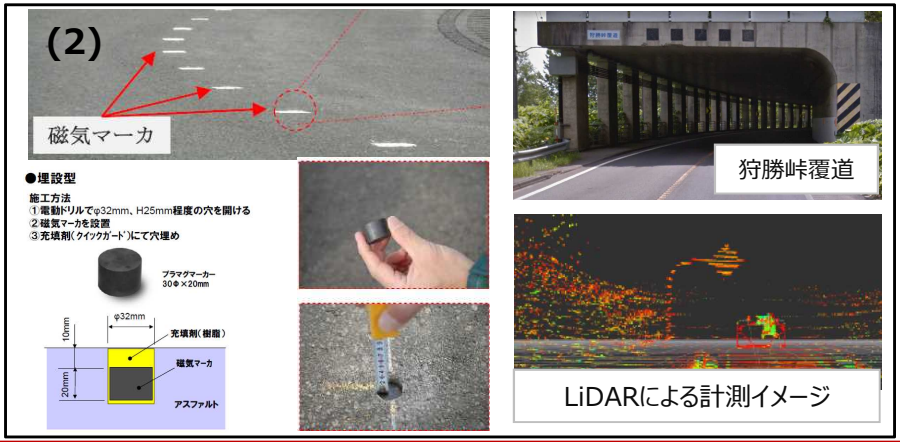
（3）安全対策機能改良
- ミリ波レーダ車両検知改良

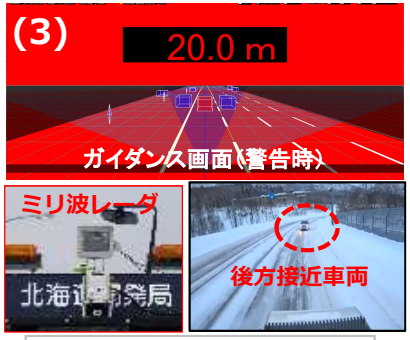
（4）自動制御用３Dマップデータ作成

（5）映像鮮明化装置
- 実働配備と検証
- 映像鮮明化高度化検討

（6）凍結防止剤散布作業支援システム
- 支援システムの実装試行の実施







ミリ波レーダ車両検知システム
（寒地土研と共同）



映像鮮明化
高度化検討

（1）シュート投雪自動制御改良【場所；国道38号狩勝峠、落合チェーン着脱場、期間；１月下旬～2月中旬予定】
① 雪質や風の影響による、投雪距離の変化に対応するため、自動制御時の除雪装置の微調整機能を追加
② 習い制御用データ作成期間の短縮化の検討　③ 雪提高さ制御の微小制御の改善

（2）みちびき不感地帯対策検討【重要課題】　【場所；国道38号狩勝峠、落合チェーン着脱場、期間；１月下旬～2月中旬予定】
除雪区間には樹木、ビル、高架、トンネル等が影響し、様々な不感地帯が存在することから、加速度センサー等を用いた車両慣性航法システム(INS)、磁気マーカシステム、3D-LiDARによる自己位置推定（LiDAR-SLAM）による実験を行い不感地帯対策の可能性を検証

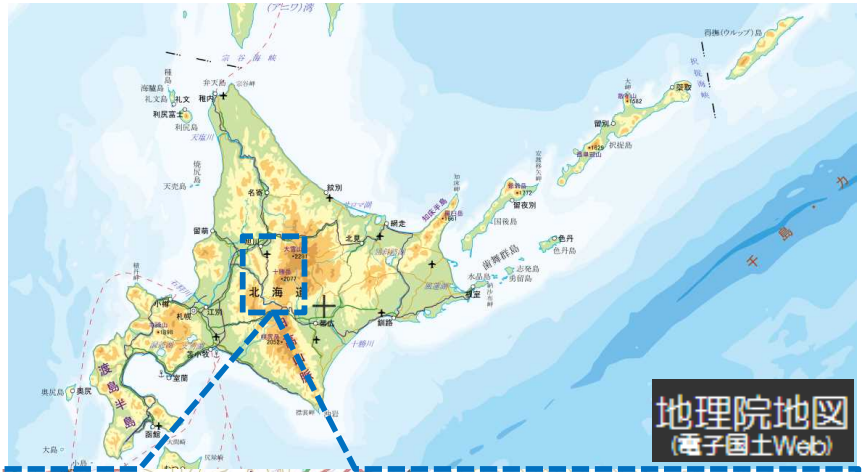
（3）安全対策機能改良（周辺探知技術）【場所；落合チェーン着脱場、期間；１月下旬～2月中旬予定】
ミリ波による車両検知について、曲線部では走行車線外を誤認識するなど課題もあり、更なる精度向上の改良結果を検証

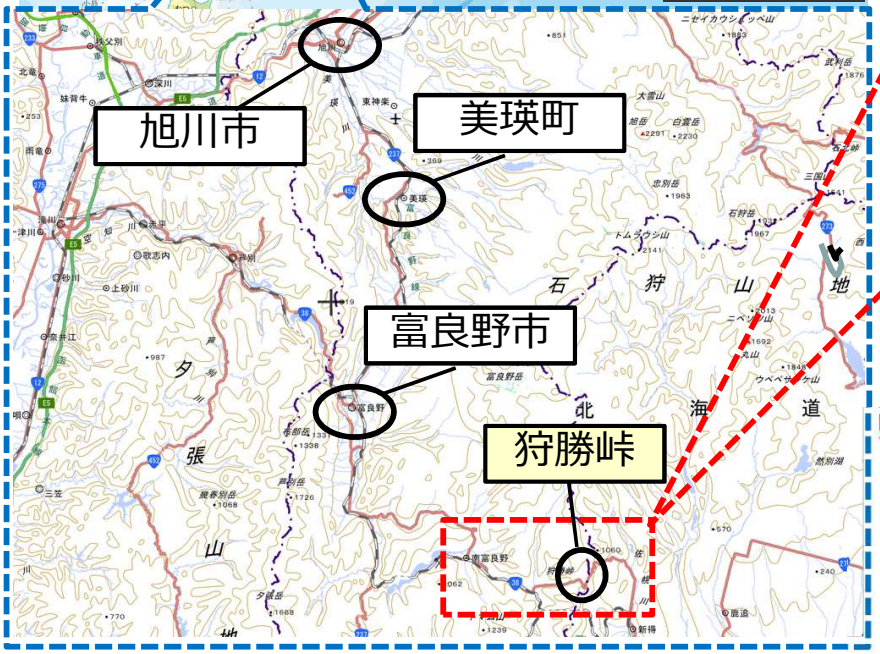
（4）実働配備に向けた調査検討
「ロータリ除雪車（除雪装置自動制御付）」の実働配備（Ｒ４年度予定）に向けた、自動制御用３Ｄデータ未整備区間のデータを作成

（5）映像鮮明化装置
映像鮮明化装置の実働配備（全道10台）、映像鮮明化高度化検討（試行実験9台　※AI搭載型試行）

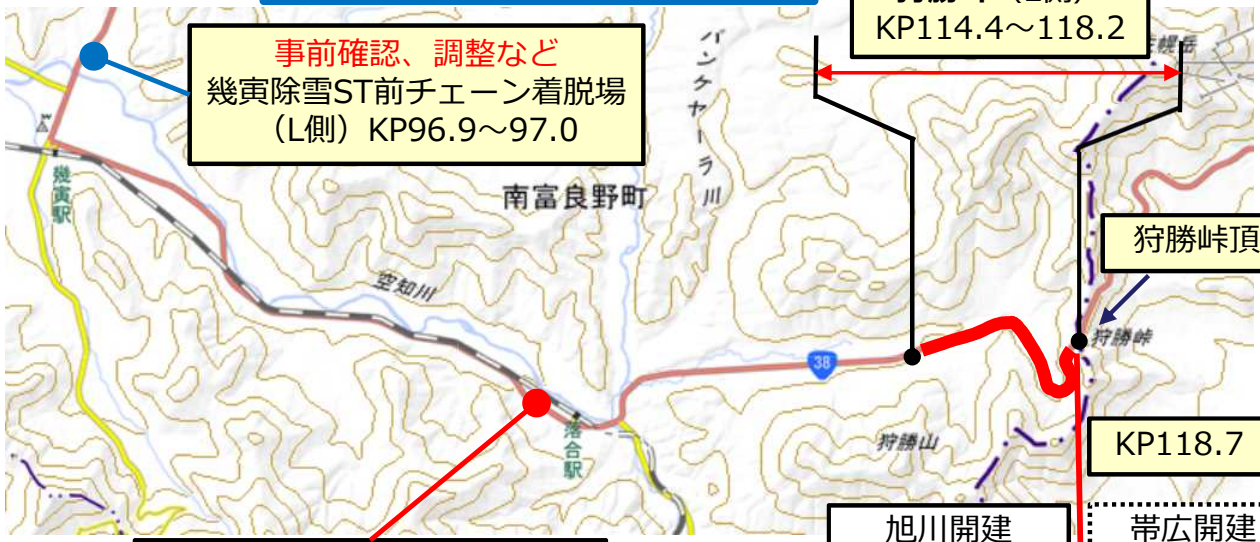
（6）凍結防止剤散布作業支援システム
凍結防止剤散布支援システムについて、一般道で実装試行を実施（全道8台）

◆R38狩勝峠（実験箇所）





【勾配、線形等】
・縦断勾配最大４．８％（頂上付近）
・曲線半径最小２００ｍ



自動制御区間
(ならい制御)
狩勝峠（L側）
KP114.4～118.2

狩勝峠頂上

KP118.7

旭川開建

帯広開建

R38　狩勝峠





除雪条件
- **一般通行車両（対向、追越等）あり**
- **防雪柵と電線の間に投雪など、複雑なシュート投雪**

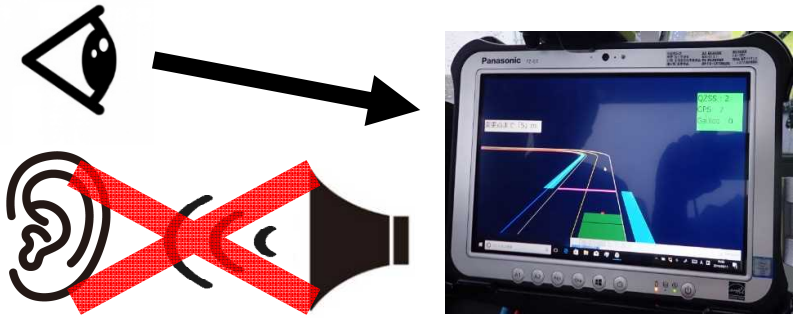
◆シュート投雪自動制御改良（習い制御）

【目的】習い制御における課題、**①自動制御とオペレータの連携、②除雪装置微調整機能の追加、③習い制御用データ作成の効率化に対するシステム**改良について検証
検証方法：動作状況の確認およびオペレータへの操作感の聞き取り等

①自動制御とオペレータの連携

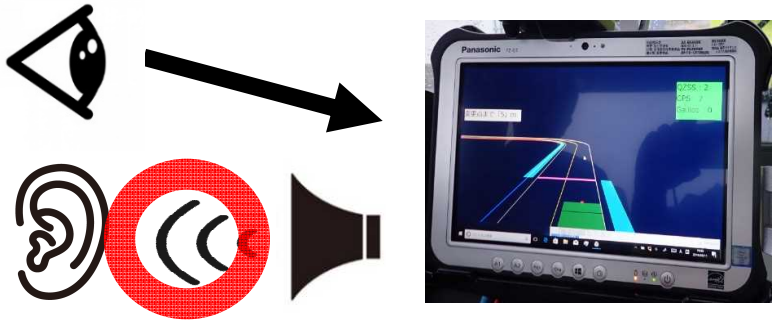
現状：ガイダンス装置からの**指示**が**モニタ表示のみ**のため、画面から目を離していると**気がつかず**、適正な位置での停止等ができない。

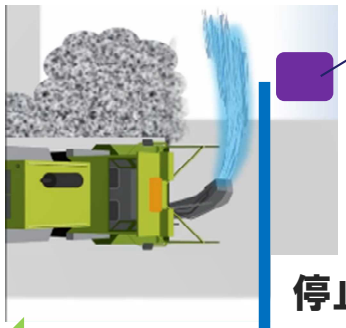
改良：**停止位置　⇒　音声とブザーでガイダンス**　　**走行再開　⇒　音声によるガイダンス　を追加**



○改良前　**視覚あり、聴覚なし**

●改良後　**視覚あり、聴覚あり**





①音声ガイダンス
停止位置の５ｍ手前で
「走行を停止」

②ブザー出力
停止位置に近ずくと
連続音が短くなり
停止位置で連続音

③音声ガイダンス
自動制御完了後
「走行を開始」

シュート旋回等の除雪装置自動制御

◆シュート投雪自動制御改良（習い制御）

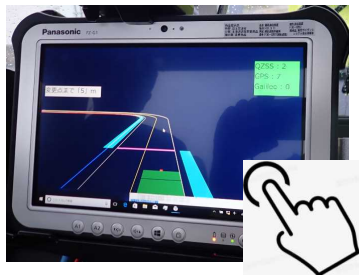
②除雪装置微調整機能の追加

現状：雪質や風の影響等で投雪距離や方向が変わり、その微調整のため手動操作を行うと、自動制御が解除される。

改良：自動制御中の微調整は、ガイダンス画面にタッチキーを設け、これによる操作は自動制御が解除されない。

※操作レバーの操作は、緊急回避操作として常に自動制御が解除





③習い制御用データ作成の効率化

現状：習い制御用データの機械操作情報の入力が手入力のため、その作成に非常に時間がかかる。（100mの区間に4日）

改良：オペレータが行っている複雑な操作を、車両の各センサ信号から把握し、車両位置データと紐づけ自動で記録する。

現状



動画解析による動作内容とその位置情報の取得



手動で作成



機械操作情報



手動で変換



地図データ



ガイダンスへ入力

改良



オペレータによる複雑な作業

車両のセンサ信号
自車位置データ

自動作成



機械操作情報（CSVファイル）

CSVファイルのまま
ガイダンスに
読み込ませる

自動で変換



地図データ



ガイダンスへ入力

幾寅除雪ＳＴにて事前の確認実験を実施　オペレータの操作終了から短時間でガイダンス装置への登録完了

◆シュート投雪自動制御改良（雪提高さ検知制御）

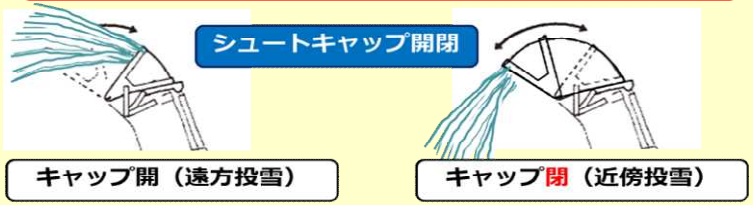
【目的】雪提高さ検知制御では、雪提の凹凸に敏感に反応して、**シュートキャップ**が**頻繁に微小動作**

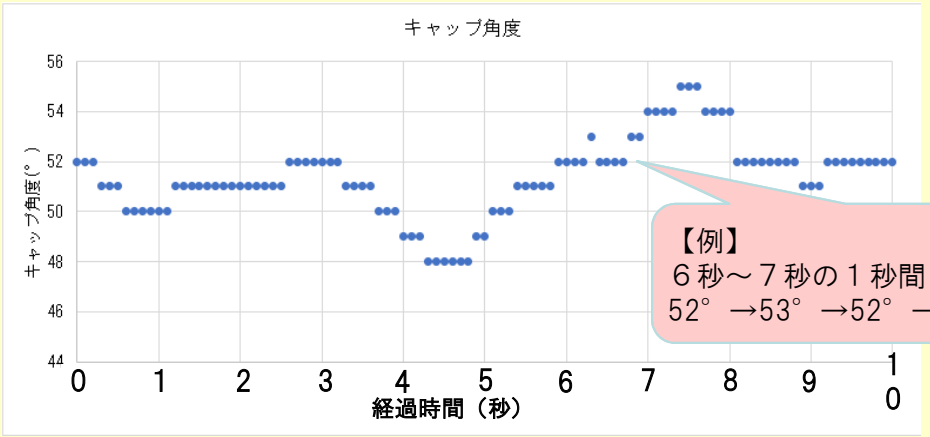
機械寿命への影響が懸念

頻繁な微小動作を抑える制御に改良し検証

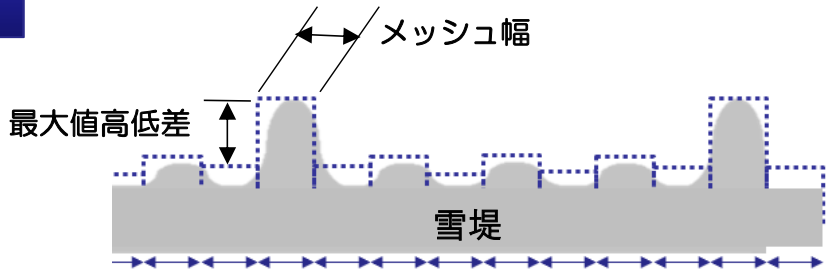
現状

シュートキャップが**頻繁**に**微小動作**
（１秒間に約５回）
機械寿命が短くなる程の頻度



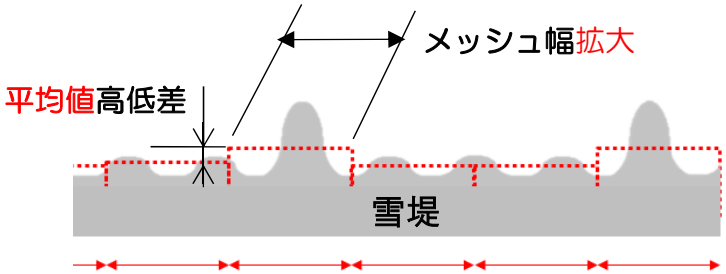


改良



メッシュ幅20cm間の最大値の高低差を比較し制御するため頻繁にキャップ角が変化

改良前の高さ検知イメージ



メッシュ幅を拡大しその間の平均値の高低差を比較する制御に変更、キャップ角の**制御数を抑制**

改良後の高さ検知イメージ

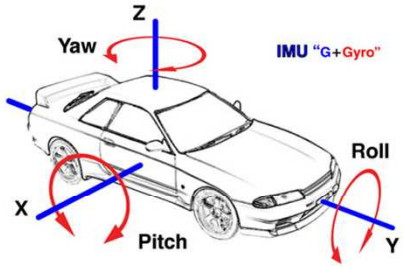
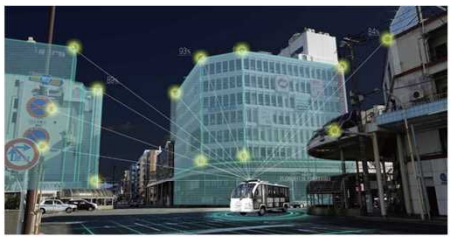
◆みちびき不感地帯対策検討（適用技術検討）

i-Snow®

◇除雪機械の高度化推進グループ◇

【目的】**みちびき・ＧＮＳＳ不感地帯**における、自己位置推定の**補完技術**を検討

自動車・農業・土木機械などの自動制御で一般的に検討されている、以下の4技術を抽出した
このうち、カメラ技術は、建造物等の多い都市部で適した技術ため、ほか3技術について、その有効性を検証する。

技術	INS（車両慣性航法システム） IMU（慣性計測装置）	磁気マーカ	LiDAR	カメラ
写真・図				
技術の概要	・IMU（慣性計測装置）による情報とGNSSによる位置情報等を組み合わせて不感地帯での自車位置の推定を可能とする技術 ・IMUは、3次元の慣性運動（直行3軸方向の並進運動および回転運動）を検出する装置である ・加速度センサにより並進運動を、角速度（ジャイロ）センサにより回転運動を検出する ・INS（車両慣性航法システム）は、IMU（慣性計測装置）を使用した航法システム。	・走行車線に磁気マーカ、車両に磁気センサを設置し、マーカ信号から車両の絶対位置を算出する技術 ・自動車の自動運転では操舵の制御にも使用されている ・IMUやGNSSなどと組み合わせることで不感地帯でより高度な自車位置推定が可能となる	・LiDARによる連続的な周囲状況の情報から、移動距離等を算出しGNSSの情報を組み合わせることで自車位置の推定が可能な技術 ・LiDARはレーザー光をパルス状に照射し、対象物に反射されて戻ってくる時間によって距離を算出する	・カメラによる画像情報を地図情報と組み合わせることで自車位置を推定する技術 ・カメラの画像情報はディープラーニングの技術を活用し、ランドマークの認識、白線の検出、信号の認識、標識の認識等が可能で、それを地図情報と照合する ・2つのカメラ（ステレオカメラ）を使い、対象物との距離や速度なども計算が可能
除雪車両への適応性	IMUとGNSSモジュールを除雪車両に設置することで、ロータリー除雪車のみならず他の種類の除雪車にも適応できる	磁気センサを除雪車両に設置することで、ロータリー除雪車のみならず他の種類の除雪車にも適応できる	降雪時は雪でLiDARの光が反射したり、センサに雪や水が付着しやすいため、除雪作業環境下で使用できるか検証が必要	降雪はカメラに雪や水が付着する可能性があり除雪作業環境下で使用できるか検証が必要
留意点	高精度なIMUであっても積分による計算誤差が生じ、走行距離とともに累積される 走行距離が10m未満であれば無視できる誤差である	圧雪路面時に埋設型磁気マーカを用いた場合の走行確認は行わているが、表面設置型磁気マーカを用いる場合の走行確認は行われておらず、検証が必要である 磁気マーカ上のピンポイントで位置情報を取得はできるが、磁気マーカ間はINSやGNSSで位置情報を取得する必要がある	LiDARの情報を照合できるGNSSの情報が必要である	画像情報を用いて位置情報を特定するVPS技術（画像測位技術）を自動運転に活用できるかは現在検証がなされている段階である
長所	・逆光・積雪等の荒天時、高架下・トンネル・山間部等、天候や場所などの影響を受けにくい ・車両との電気的接続が不要、車両搭載が容易である	・逆光・積雪等の荒天時、高架下・トンネル・山間部等、天候や場所などの影響を受けにくい ・除雪作業で生ずる振動に影響されない	・波長の短い赤外光を用いるため分解能が高く、高精度に 距離，位置，形状 を検出 ・レーザー光を様々な方向に照射（走査）することで、広範囲にわたって状況を捉えられる	・対象物の識別ができる ・画像情報を用いてるため、同じく画像情報を用いて位置情報を特定するVPS技術を活用できる可能性がある ・VPS技術を活用できる場合、既存の3Dマップを使用することで情報インフラやシステム整備にかかるコストや手間が低減される
短所	・IMUだけでは方位や姿勢などはわからない ・IMUの測定誤差は走行距離10m未満では無視できる誤差だが、走行距離とともに累積するため信頼できる位置情報（GNSS信号等）が利用できる時は常に定期的な再初期化を行う必要がある	・予め磁気マーカを設置する必要があるため、インフラのコストや手間が大きい ・厚い圧雪路面では測位誤差が大きくなる	・雪や雨の反射及びセンサへの付着などの要因から悪天候時で検知能力が低下しやすい ・LiDARだけで位置情報の取得はできずベースとなるGNSS情報が必要である ・特徴情報の少ないトンネルなどでの使用には不向き ・反射率の低い物体（頭髪，黒色の布・革製品・車の黒い塗装等），乱反射する物体（濃霧，煙，路面に設置されたキャッツアイ，対向車のヘッドライト部等）の測定が難しい	・雪や雨の誤認及びカメラへの付着などの要因から悪天候時で検知能力が低下しやすい ・直射日光や対向車のヘッドライトなどの逆光に弱い ・夜間に不向きである ・画像情報だけで位置情報の取得はできずベースとなる地図情報が必要である

①INS（車両慣性航法システム）の精度検証

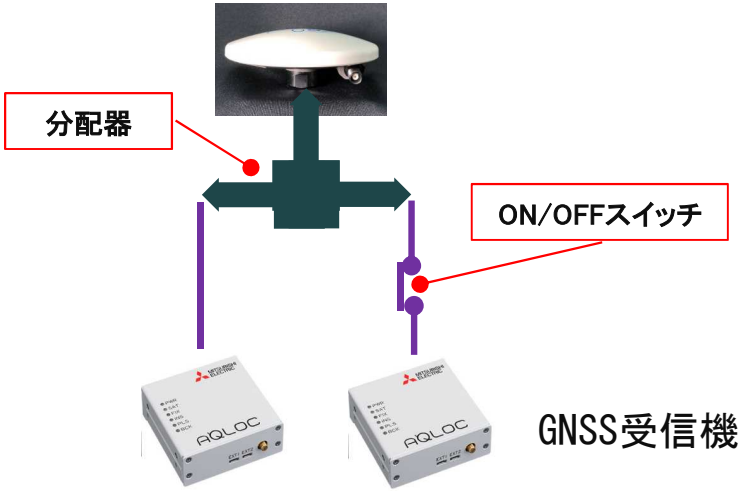
INS（車両慣性航法システム）は、その構造上、不感地帯の距離が長くなると**誤差が蓄積**されて**精度が劣化**
搭載しているＧＮＳＳ受信機に内蔵のＩＮＳで**精度を確認**
不感地帯の補完技術として**有効な走行距離を検証**

検証手法

１台のアンテナ信号線を分配器で同型のGNSS受信機２台に接続し、１台のアンテナ信号線にON/OFFスイッチを設け、走行中にOFFとすることで未測位状態を模擬する。
未測位距離を2m、5m、10m、15m、20mの直線及びカーブ走行で行い、もう一方の正常な１台の位置情報と比較し精度を検証する。

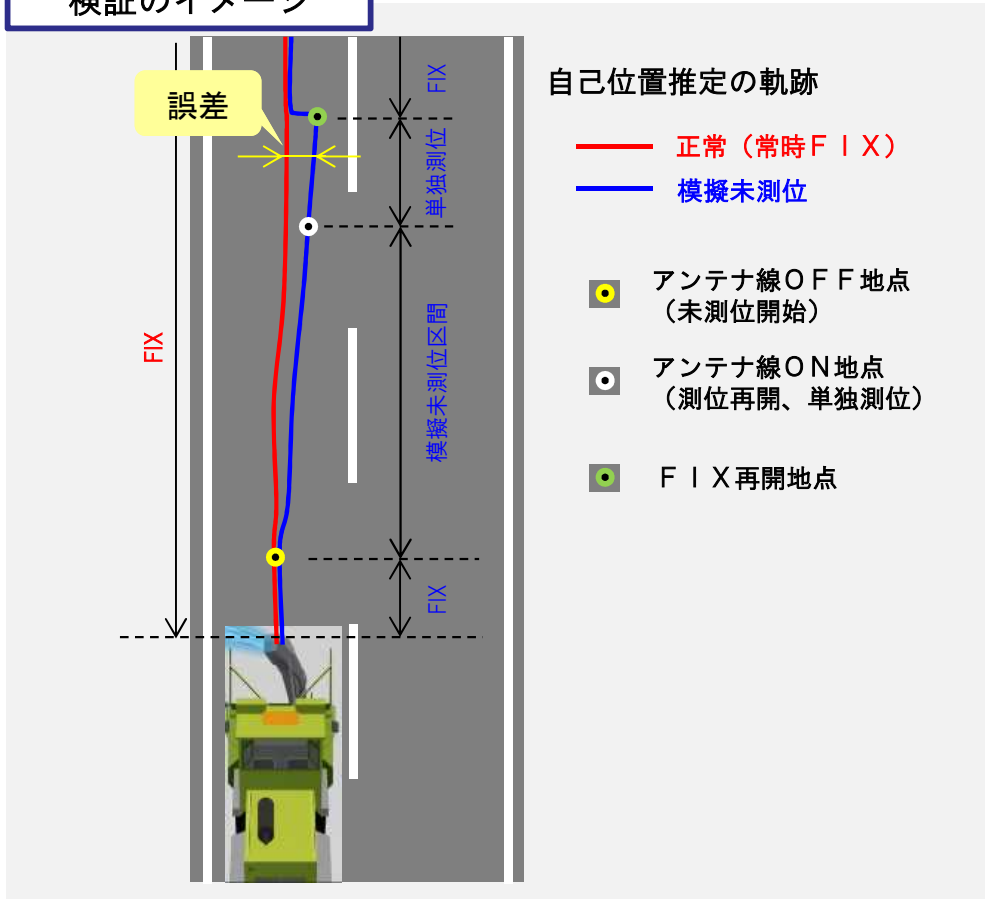


GNSSアンテナ



GNSS受信機

検証のイメージ



◆みちびき不感地帯対策検討（磁気マーカシステムの検証）

②磁気マーカーシステムの検証

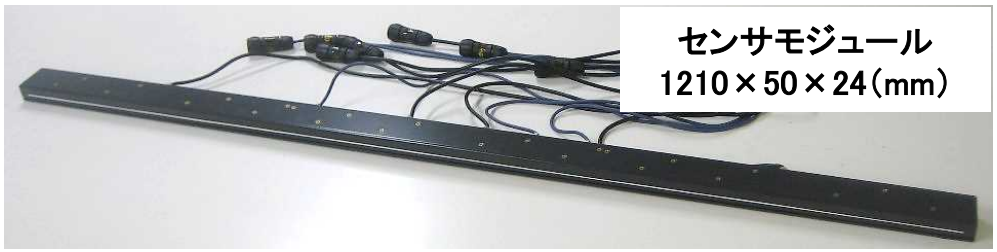
磁気マーカーシステムについて、ロータリ除雪車に取付、不感地帯の補完技術としての有効性を検証
検証手法：落合チェーン着脱場に入場する走行ラインに磁気マーカを埋め込み、その上をロータリ除雪車で走行し、車両中心からの左右差を計測する。
GNSS受信機から求めた車両中心位置座標と磁気マーカ座標の差を確認

☆磁気センサモジュール取付イメージ



センサ搭載高さ：地面から200mm
（筐体内センサ搭載位置）
筐体下部：地面から187mm〕

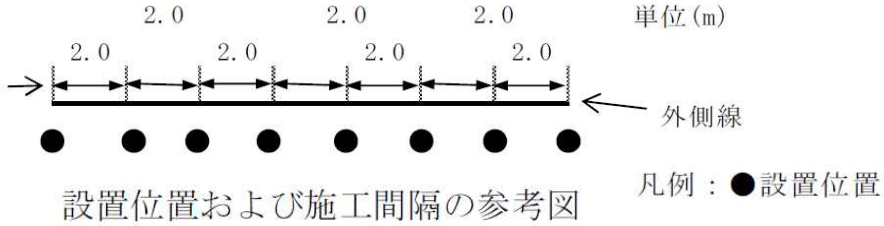




センサモジュール
1210×50×24(mm)

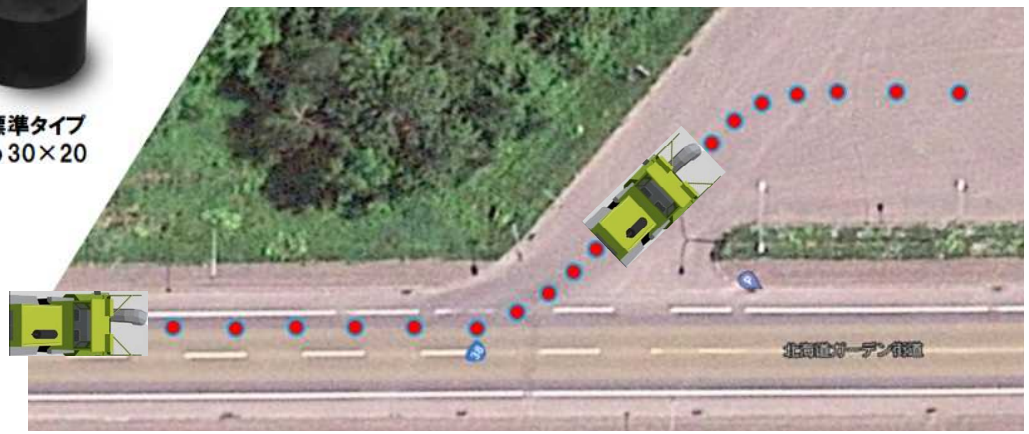
☆磁気マーカの設置

磁気マーカは、現道直線区間から、チェーン着脱場入り口、チェーン着脱場内直線に2m間隔で埋設
埋設後にGNSS測量を行い、埋設箇所の位置情報を把握



設置位置および施工間隔の参考図

標準タイプ
φ30×20



落合チェーン着脱場入口付近

今回、初めてロータリ除雪車に磁気マーカ用磁気センサモジュールを搭載するにあたり、車両からの**磁気ノイズの影響**及び**磁気マーカの検知性**をについて事前の確認実験を行った。

実験は、磁気センサモジュールをロータリ除雪車へ仮設し、表面設置形の磁気マーカを使用して、磁気マーカー上を走行した。

〔車両からのノイズ調査〕 磁気センサログから調査

No.	調査項目	評価	No.	調査項目	評価
1	アイドリング状態	○	6	オーガ回転+ブロワ回転	○
2	ハザード点滅	○	7	オーガ回転+ブロワ回転+シュータ旋回	○
3	全てのランプ点灯	○	8	車両走行(直線)	○
4	ワイパー稼働	○	9	車両走行(右旋回)	○
5	エンジン回転数2,000rpm(除雪作業)	○	10	車両走行(左旋回)	○

ノイズ影響
=
問題無



磁気マーカ:
表面設置タイプ
【φ100mm×4】

〔磁気マーカ検知調査〕

磁気マーカ上を走行し磁気センサログから磁気マーカ検知状態と磁気波形を解析ソフトにて調査(車速信号は、車両から車速パルスにてセンサに入力)

No.	調査項目	評価
1	直線走行	○
2	直線走行+オーガ回転+ブロワ回転(除雪状態を模擬)	○
3	直進走行途中から右旋回	○

マーカ検知
=
正常検知

◆みちびき不感地帯対策検討（3D-LiDARによる自己位置推定の検証）

③3D-LiDARによる自己位置推定の検証

雪提高さ制御用の**3D-LiDAR**を用いて、覆道等を計測することで**自己位置推定の可能性を検証**
検証方法：狩勝峠覆道をロータリ除雪車で走行し、3D-LiDARによる点群データ、 GNSS受信機やINSによる位置データを取得し、各位置データを比較することにより、3D-LiDARによる自己位置推定技術の可能性を検証する。

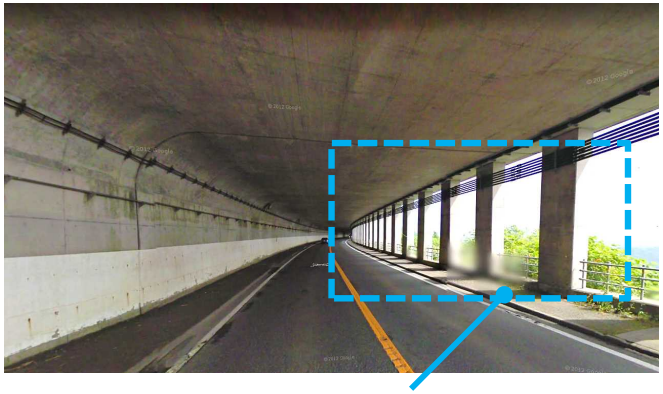
☆検証する3D-LiDARの自己位置推定方式

LiDARにより取得した情報を3D座標に変換し、現在の周辺環境を生成する。周辺環境から特徴点を求め、その特徴点が過去に取得した特徴点とマッチする位置を求めることで、過去の情報取得時点からの移動量を判断し自己位置を推定する。
また、精度向上として、IMUを用いた慣性航法を利用するアルゴリズムを活用する方式である。



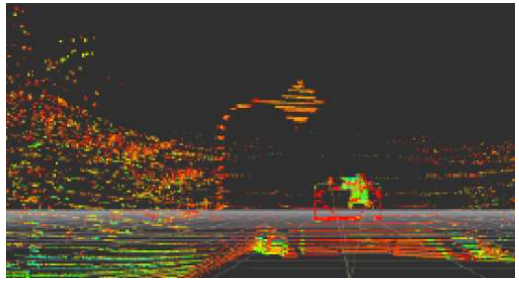
狩勝峠覆道





覆道の柱等を特徴点として自己位置推定を行う

LiDARによる前方計測（参考）



◆映像鮮明化装置高度化検討

【目的】映像鮮明化処理をした映像から、AIシステムを利用して、**他車両、人、信号、矢羽根等**を**自動で検知**し、必要な場合は**警告**等をする技術について検討

映像鮮明化



元映像（視界不良）



鮮明化処理（白黒）



鮮明化処理（カラー）

鮮明化映像から物体を自動検知



車両の検知



人の検知



信号、対向車の検知

接近時に警告







★今シーズン　除雪トラックに搭載し一般道で試行実験　使用感等をアンケート調査

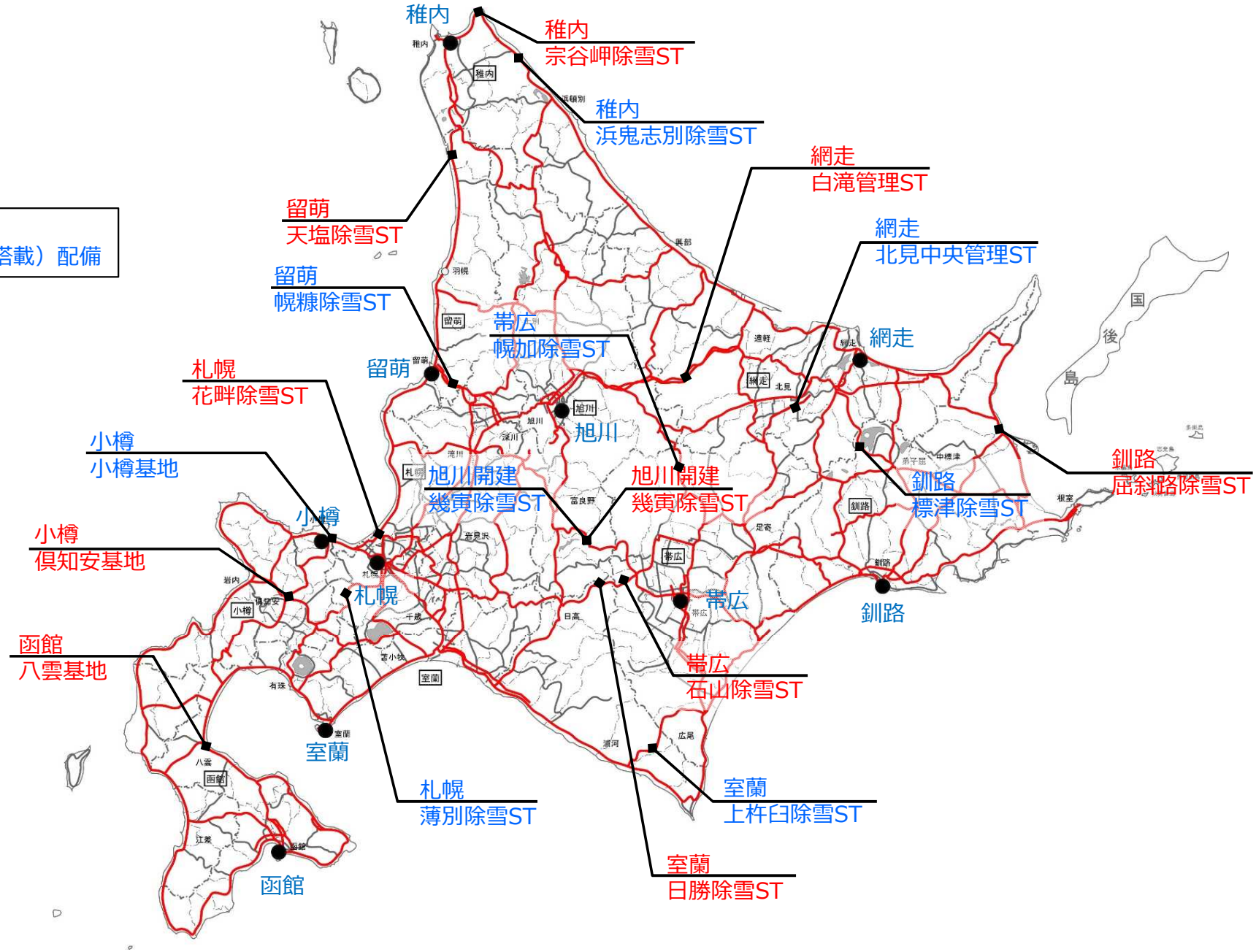
◆映像鮮明化装置　実働配備・試行配備

国土交通省
北海道開発局

○ 吹雪時の映像鮮明化装置について、令和３年度は全道19台（実働配備10台+試行配備9台）の除雪トラックへ配備

● 開発建設部

赤：実働配備
青：試行（ＡＩ搭載）配備



R２年度までの実施内容

✓ ミリ波レーダの検出結果を前方障害物の警報情報としてオペレータに提供するためのガイダンス試作機を作製、検出実験を実施、ガイダンス試作機の性能を検証、ガイダンス試作機の改良

R３年度の実施内容

①実導入を見据えたシステムの改良

項目	主な変更点
タブレット端末制御のソフトウェア改良	・除雪車への実機導入を前提に、タブレット端末で制御可能なソフトウェアに改良 ・車両のアクセサリー電源に連動して起動するようシステムに改良
速度情報との連携	・制御ソフトウェアを動作するタブレット端末自体から速度情報を得られるよう改良
カーブ走行時における未検出率の改善	・カーブ走行時に検出幅や警告幅が自動で変更できるよう、GPS 方位情報や方位センサー等の使用によるカーブ判定を行えるよう改良
後方障害物探知ガイダンスのソフトウェア開発	・ガイダンス試作機のソフトウェアをベースとし、ロータリ除雪車用に後方から接近する車両を警報する「後方障害物探知ガイダンス」のソフトウェアを開発
障害物探知ガイダンスシステムの常設化の検討	・障害物探知ガイダンスを除雪車へ常設するための、レーダ取付位置の検討・レーダ用ハウジングの試作・タブレット端末取付位置及び電源・配線の検討を実施



▲周囲探知システム実証実験における前方車両検知状況



▲i-Snow実証実験における後方車両検知状況

②改良したガイダンス試作機・除雪機械を用いて、一般国道における性能の最終検証・各パラメータのベース値を検討

【実験の目的】
- ✓ ガイダンス試作機の改良点の機能検証
- ✓ 実導入に向けた各パラメータのベース値検証

【検証項目（案）】
- ✓ 道路構造別（車線数、カーブ・直線、中分）の検出率
- ✓ ガイダンス手法のオペレータ評価（ヒアリング）

■ガイダンスシステムのソフトウェア改良イメージ



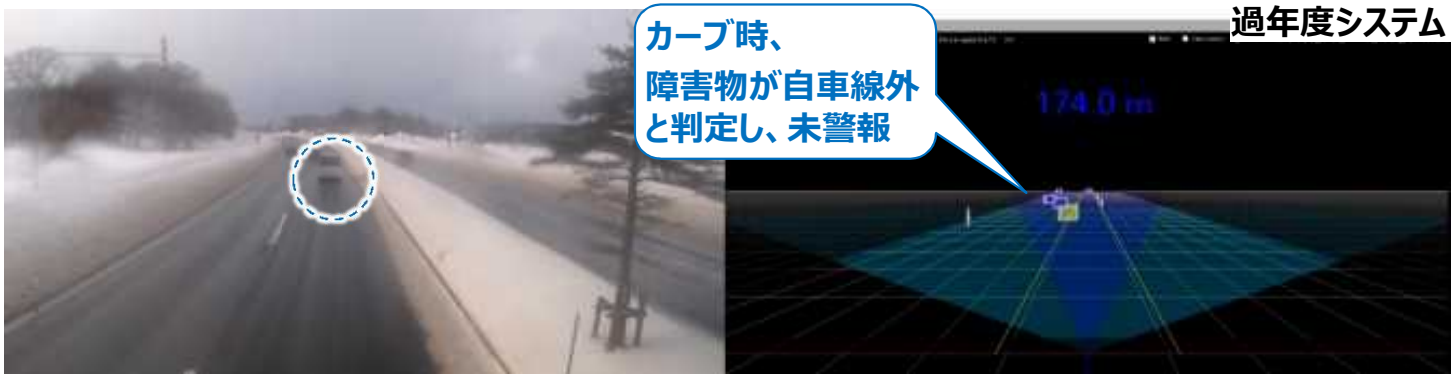
タブレット端末のGPSより速度情報を入力し、速度に応じて警報距離が変動

▲ガイダンスシステム描画イメージ



タブレットのタッチパネルにて直感的に入力できるよう改良

▲各種パラメータ設定イメージ



過年度システム

カーブ時、
障害物が自車線外と判定し、未警報

タブレット端末のGPSより
方位情報を入力し、カーブを判定



改良システム

カーブ判定時、線形イメージ及び矢印にてカーブを表現

カーブ判定時、警報幅等を変更

▲カーブ時での描画イメージ



※ロータリ除雪車用「後方障害物探知ガイダンス」については、ミリ波レーダからのインプットデータを反転し、描画イメージは共通となる予定（バックミラーの視点をイメージ）

▲後方障害物探知ガイダンスの描画イメージ

資料　A’

１．今冬の実証実験計画

（凍結防止剤散布作業支援システム）

除雪機械の高度化推進グループ
（北海道開発局・寒地土木研究所）

◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

CERI COLD REGION 寒地土木研究所 寒地交通チーム

目的

✓オペレータの熟練度に左右されず、かつ一人乗車(ワンマンオペレーション)でも安全で確実な散布作業を可能とする支援技術の構築

機能

✓3つのSTEPで事前に設定した要散布箇所手前で情報提供とともに自動散布

凍結防止剤散布支援システム（AIS3）

STEP1：散布指示支援ツール（道路事務所）
WebGIS上に散布条件（散布区間や散布量)を設定

STEP2：散布判断支援ツール（凍結防止剤散布車）
散布が必要な箇所手前で散布区間起終点，散布量・幅等の情報（画像・音声）を提供

STEP3：散布操作支援ツール（凍結防止剤散布車）
自動散布(音声散布も可)を実施







1.指示支援ツール　2.判断支援ツール　3.操作支援ツール





＜路面状態別警告音＞
湿潤：(200m前)プ・・プ・・(100m前)プップッ
凍結：(200m前)ピ・・ピ・・(100m前)ピッピッ



自動散布モード

✓道路事務所において、散布条件(散布箇所のKP範囲、散布量、薬液割合、散布幅、散布方向)が異なる複数の散布パターンをインターネットを介してWEBサーバに作成

✓散布パターンに応じて、散布必要区間200m手前から事前に決めた散布条件を画像に表示し、警告音によって散布作業を促す

✓指示支援ツールで設定した散布パターンを選択，KP毎の散布スケジュールに基づき散布条件を制御して自動散布

✓音声散布可能

✓手動散布可能

◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

寒地土木研究所
寒地交通チーム

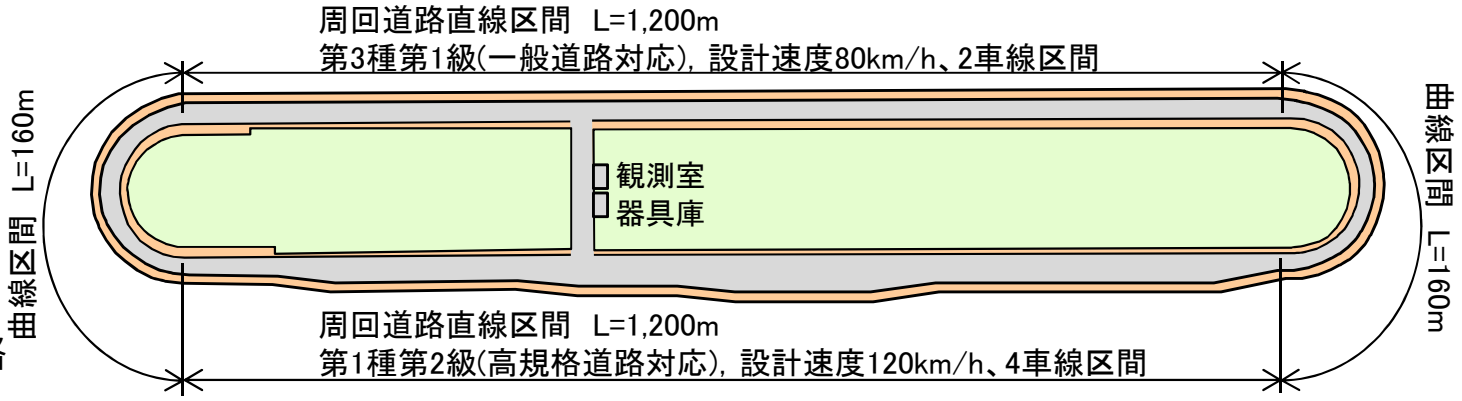
平成30年度までの検証

○苫小牧寒地試験道路において、散布作業におけるオペレータ操作の挙動等について検証を実施

苫小牧寒地試験道路

所在地：苫小牧市字柏原1-18
試験道路の諸元：
- ・敷地面積：約21ha
- ・**全長：2,700m**(直線区間1,200m)
- ・舗装構成：A交通

積雪寒冷地域での走行試験を行う試験道路



検証方法：メンタルワークロード(MW)

- ✓**人間が行う仕事**において身体的活動が主となる活動であってもその活動は**全て精神的負荷**（メンタルワークロード(MW)）であるとされている
- ✓凍結防止剤散布作業におけるオペレータの課題処理能力をMWによって定量化および評価する
- ✓**主観的評価法**および**客観的評価法**の両者を用いてオペレータのMWを評価する

主観的評価法：NASA-Task Load Index(NASA-TLX)

- ✓**精神的要求**、**身体的要求**、忙しさ、努力、達成度および不満度の6項目の評価尺度から構成
- ✓分析時において0～10の数値に変換し被験者の評価を数値化
- ✓**6項目の平均値**をNASA-TLX総合値(**主観的MWの値**)として評価

客観的評価法：挙動（認知・判断・操作）

- ✓散布地点から認知した地点の距離(**認知距離**)
- ✓オペレータの注視点(**注視率**)
- ✓路面状態に応じて決められた散布量を選択できているか(**的中率**)
- ✓散布箇所からの散布位置の距離(**的確性**)

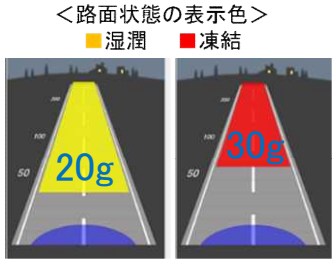
◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

寒地土木研究所
寒地交通チーム

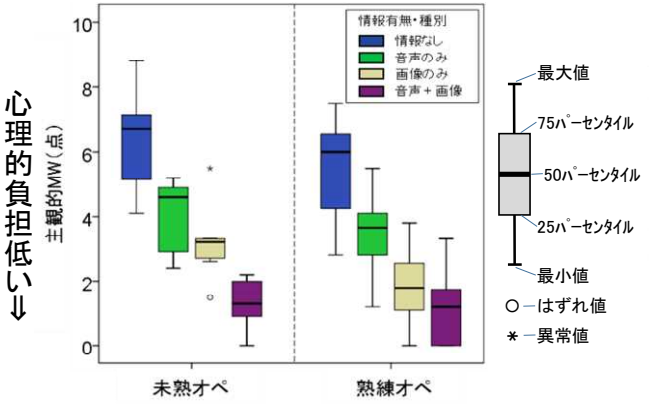
情報提供による効果

✓ 検証方法

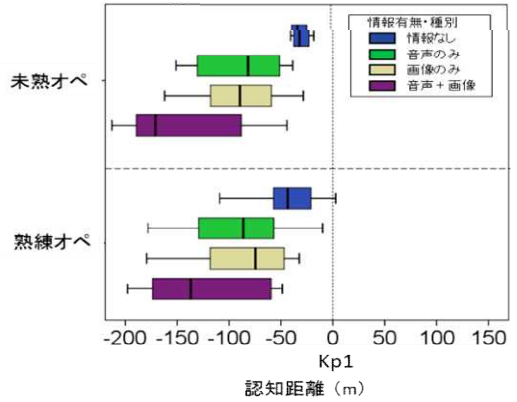
・場所：苫小牧寒地試験道路
・被験者：未熟(未経験)オペ7名，
　　熟練オペ12名
・路面条件：乾燥を主として100mの
　　湿潤と凍結を各2区間敷設
・散布条件：乾燥;散布無し，湿潤20g/㎡，
　　凍結;30g/㎡
・試験条件：①支援なし，②音声のみ，
　　③画像のみ，④音声+画像
・主観的MW：**NASA-TLXによる主観的評価**
・認知距離：**湿潤・凍結を事前に確認した距離**



情報提供方法



主観的MW



認知距離

✓音声と画像を組合せて情報提供することで心理的負担の軽減と散布箇所をより手前から認知可能となる

情報提供のみの課題

✓ 検証方法

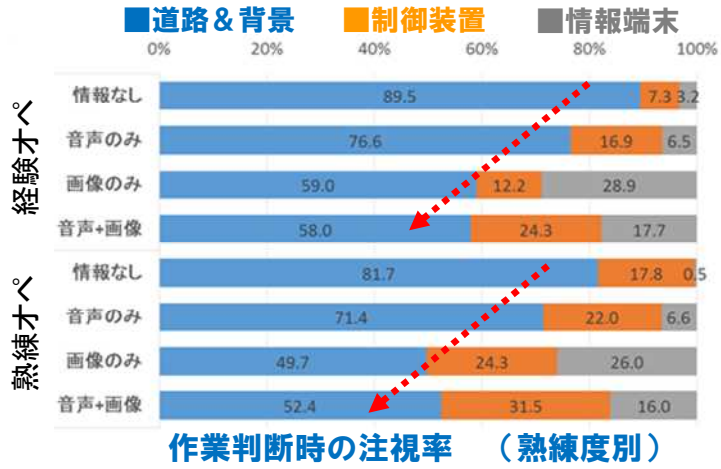
・場所：苫小牧寒地試験道路
・被験者：未熟(未経験)オペ5名,熟練オペ7名
・路面条件：乾燥を主として100mの
　　湿潤と凍結を各2区間敷設
・散布条件：乾燥;散布無し，湿潤;20g/㎡，
　　凍結;30g/㎡
・試験条件：①支援なし，②音声のみ，
　　③画像のみ，④音声+画像
・注視率：**道路&背景,制御装置,情報端末の3つの注視エリアに分け注視率を算出**



アイトラッキング



注視エリア



注視率

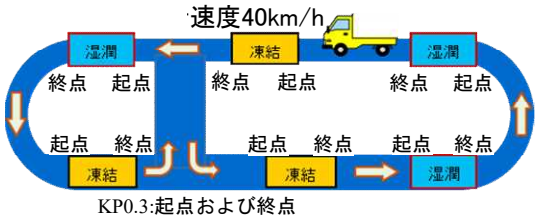
✓情報提供よって道路＆背景の注視率が低下するため安全面に課題

◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

心理的負担と散布精度の検証結果

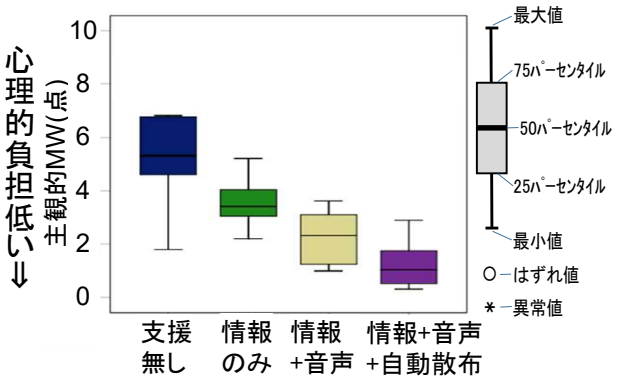
✓ 検証方法

- 場所：苫小牧寒地試験道路
- 被験者：建設作業員8名
- 路面条件：乾燥を主として100mの湿潤と凍結を各3区間敷設
- 散布条件：乾燥;散布無し，湿潤20g/㎡，凍結;30g/㎡
- 試験条件：①支援なし，②情報のみ，③情報＋音声，④情報＋自動散布
- 主観的MW：**NASA-TLXによる主観的評価**
- 的中率：**路面状態に応じて決められた散布量を選択できているか(散布精度)**

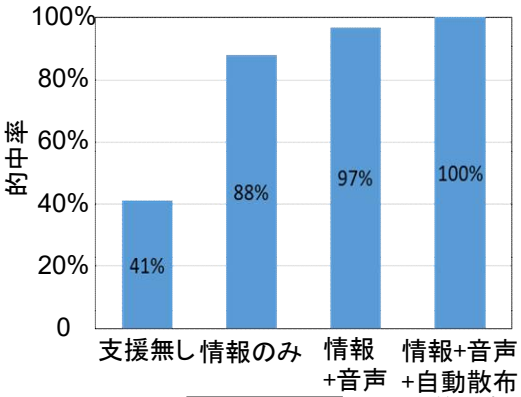


実験路と散布箇所

CERI COLD REGION 寒地土木研究所 寒地交通チーム



主観的MW



的中率

✓自動散布は心理的負担の軽減となり路面状態に応じて散布量を可変して確実に散布ができる

視認性の検証結果

✓ 検証方法

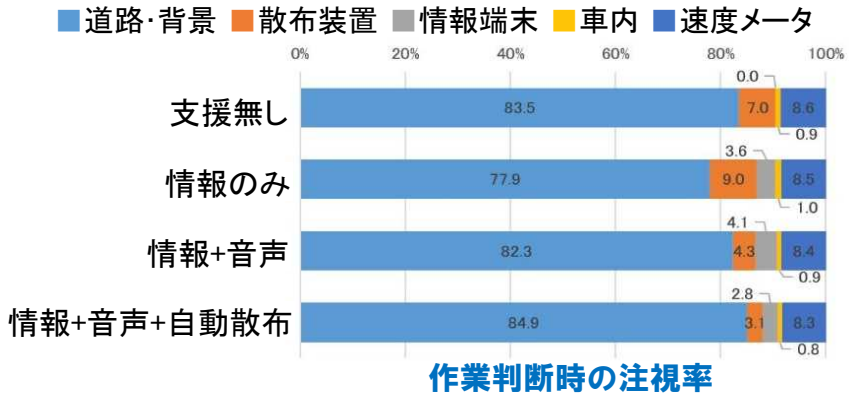
- 場所：苫小牧寒地試験道路
- 被験者：建設作業員8名
- 路面条件：乾燥を主として100mの湿潤と凍結を各3区間敷設
- 散布条件：乾燥;散布無し，湿潤;20g/㎡，凍結;30g/㎡
- 試験条件：①支援なし，②情報のみ，③情報＋音声，④情報＋自動散布
- 注視率：**道路&背景,制御装置,情報端末,車内,速度メータの5つの注視エリアに分け注視率を算出**



アイトラッキング



注視エリア



注視率

✓自動散布はオペレータが散布車の運転に専念することができ，道路＆背景の注視率を支援なしよりも高めることができた

◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

令和元年度の実地検証

寒地土木研究所
寒地交通チーム

○国道２３５号（苫小牧寒地試験道路に近接）において、現道での実地検証を実施

検証期間：令和2年2月中旬（4日間）
夜間（18:00～22：00）
場所：**国道235号（現道）KP5.0～KP16.0 往復**
被験者：男性6名および女性2名（計8名）
・年齢：40～60代（平均年齢50.8歳）
・運転経験の平均年数：30.1年
・8名全て建設業従事者
・自動車運転免許保有者(準中型自動車以上)
・凍結防止剤散布経験無し



検証場所：国道235号（苫東中央IC付近）

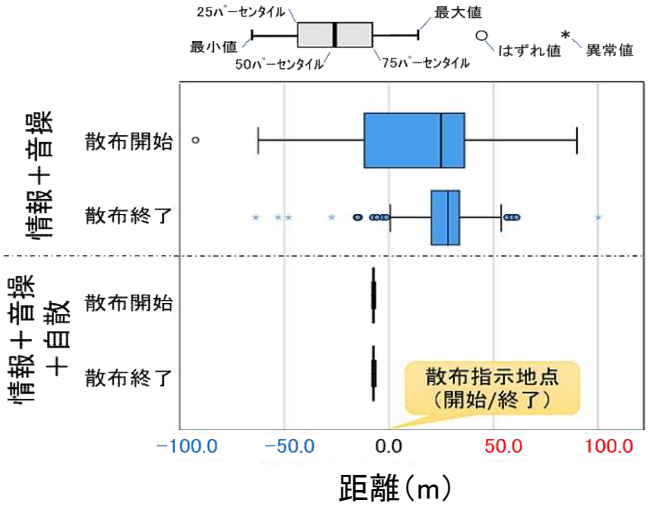

検証用車両（散布装置を搭載）

試験方法：**助手席に実験補助員が同乗し**、被験者への指示や安全確認の補助
①交差点100m手前から交差点終了まで(散布量30ｇ/㎡)
②カーブ開始50m手前からカーブ終了まで(散布量20ｇ/㎡)
③橋梁50m手前から橋梁終了地点まで(散布量20ｇ/㎡)

試験条件：①情報+**音声**，②情報+**自動散布**
検証方法：**散布必要箇所からの散布位置の距離を特定した的確性の検証**

✓ 音声と自動散布の的確性評価結果
・音声は反応遅れとばらつきが生じている
・自動散布は散布の遅れが無くばらつきが小さい
・落下時間を考慮したオフセットにより確実に散布が可能

【 的確性評価：音声と自動散布の比較 】



支援種別／散布地点		標本数	距離差（m）		
			平均値	中央値	標準偏差
情報+音声	散布開始	142	**15.5**	24.9	43.5
	散布終了	142	**33.4**	28.3	64.2
情報+音声+**自動散布**	散布開始	103	**−7.3**	−8.0	0.4
	散布終了	103	**−7.3**	−8.0	0.4

✓自動散布は散布の遅れが無くばらつきが小さく落下時間を考慮したオフセット機能により確実に散布が可能

◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

令和２年度の実地検証

寒地土木研究所
寒地交通チーム

検証期間：令和3年1月28日から2月23日
場所：**国道235号現道KP1.7～KP6.6 往復**
被験者：建設作業員１名（年齢50代，散布作業経験3年）

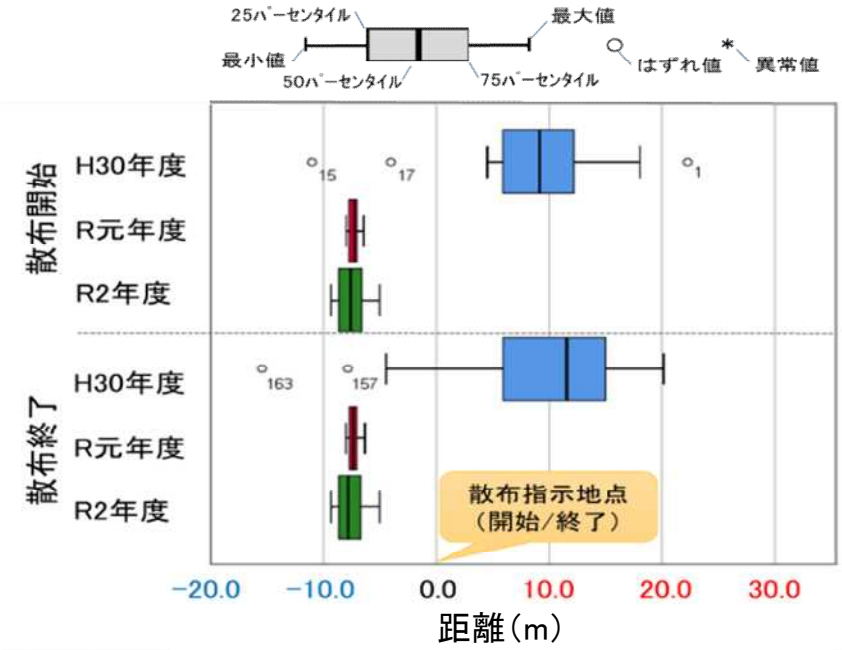
試験方法：**運転手がオペレーターを兼ねる一人乗車**
①維持作業指示責任者が散布区間，散布量，散布幅等の散布条件を指示ツールに入力
②建設作業員が判断・操作ツールを用いて散布

試験条件：情報＋**自動散布**(音声も可能な状態)

検証方法：**散布必要箇所からの散布位置の距離を特定した的確性の検証**

✓ 検証結果
・実道において運転手がオペレーターを兼ねる作業形態での自動散布は，散布が必要な個所に散布が必要な量を**的確に散布**できており，**実用上問題が無い**
・検証期間中および終了後の**ヒアリング結果**により，**自動散布による散布作業は的確かつ精度良く実施されているとの回答**を得た

【 的確性評価：自動散布の精度 】



自動散布結果		標本数	距離差（m）		
			平均値	中央値	標準偏差
H30年度	散布開始	18	**8.6**	9.1	7.5
	散布修了	18	**9.1**	11.6	9.6
R元年度	散布開始	103	**−7.3**	−8.0	0.4
	散布修了	103	**−7.3**	−8.0	0.4
R2年度	散布開始	16	**−7.3**	−7.3	1.2
	散布修了	12	**−8.1**	−8.2	1.0

✓自動散布はワンマンオペレーションによる散布作業を可能とする安全で確実な支援技術であることが示唆された

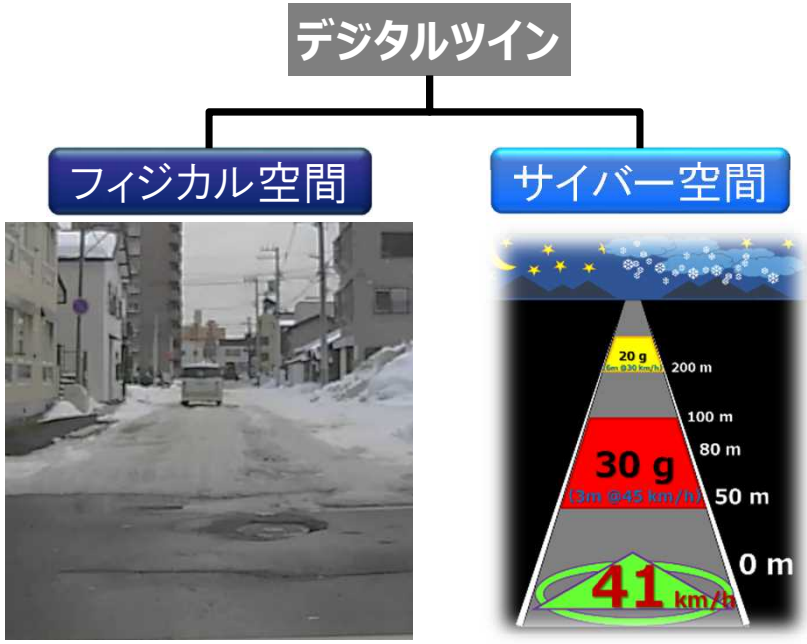
◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

令和３年度　試行計画

○凍結防止剤散布作業におけるワンマンオペレータ化の試行を実施した地域で当該システムでの試行を開始
（札幌、小樽、旭川、室蘭、釧路、帯広、網走、留萌の８開発建設部で各１台）
○沿道条件、気象・路面状況、散布剤（材）の種類　に応じた制御等の動作を検証
（検証内容）

①機能テスト：想定した機能が実装されているか
②性能テスト：性能要件を満たしているか
③リグレッションテスト：システムに不具合が出ていないか
④ユーザビリティテスト：AIS3は使い易いシステムか
⑤セキュリティテスト：システム権限やアクセス制御等ができているか

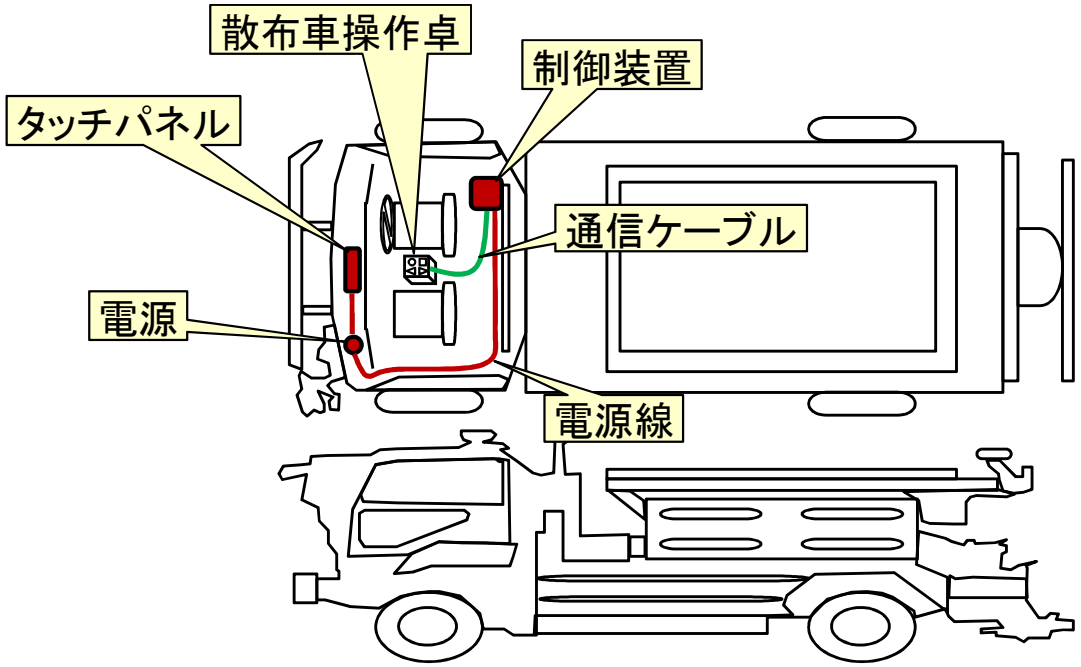
✓フィジカル(現実)空間で起こる事象をサイバー空間に再現するデジタルツインによって、ワンマンオペレーションでも安全で確実な散布作業を可能とする



◆凍結防止剤散布支援システム（AIS3）◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

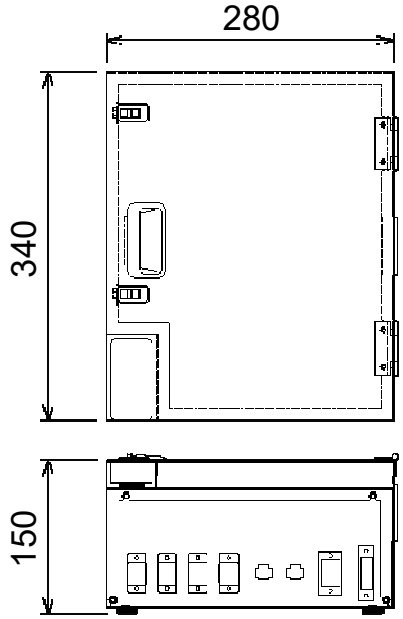
凍結防止剤散布車へAIS3の搭載

CERI COLD REGION 寒地土木研究所 寒地交通チーム





凍結防止剤散布車



制御装置

- ハード ➢ 制御装置とタッチパネルを設置するだけ
  - ➢ 両面テープで固定可能
  - ➢ 電源はヒューズ取付で車両への影響なし
    - ➢ 消費電力5A以下
  - ➢ 制御装置から散布車操作卓へ通信ケーブルを繋ぐだけ
- ソフト ➢ 自動散布対応ソフトへアップデート
  - ➢ これまでと同様の機能に自動散布機能を追加

※凍結防止剤散布車のほか、除雪トラック（散布装置付き）、凍結防止剤散布装置にも対応可能

資料 B

準天頂衛星システムを活用したロータリ除雪車自動化の開発状況

第10回 i-Snow

2021年12月13日

NEXCO東日本 北海道支社

NEXCO 東日本

準天頂衛星システムを活用したロータリ除雪車自動化の開発状況

【目的】

雪氷作業に従事する人員や熟練オペレーター不足に備え、できるだけ簡易な操作で除雪作業が行えるように除雪車の自動化を目指します。



ロータリ除雪車
（路肩部の堆雪を低速で除雪）

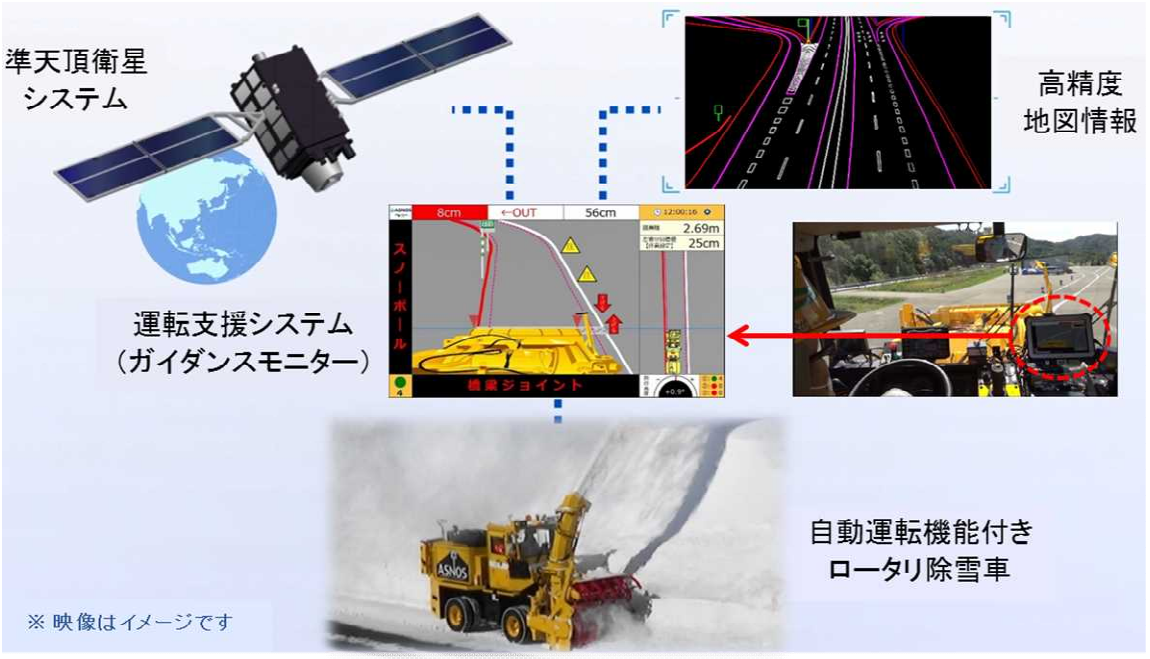
【開発状況】

ロータリ除雪車については、2017年に準天頂衛星システム「みちびき」を活用した「**運転支援システム（ガイダンスモニター）**※1」を開発、試行導入し、オペレータの運転操作を視聴覚的にサポートしています。

さらに2019年からこの運転支援システムをベースに、ロータリ除雪車の自動化に向けて北大大学院野口伸教授の協力のもと開発を進めています。

運転支援システムによる除雪車の正確な位置情報と除雪車の作動制御装置を連動することで、除雪車の**自律走行**※2並びに**除雪作業装置を自動化**する計画です。昨年の道東道夕張ICのテストフィールドでの自律走行の公開実演に引き続き、11/17に本線上で自律走行並び除雪作業装置の自動化の公開実演を行いました（詳細は次頁）。

今後、除雪負荷がかかった状態や雪で凹凸のある路面での自律走行の確認や、引き続き除雪作業装置の自動化の開発を進め、2022年度にロータリ除雪車の自動化の完成を目指しています。



システム概要図

ASNOS※3ロゴマーク

PVのQRｺｰﾄﾞ（左：日本語版右：英語版）

※1：準天頂衛星システム「みちびき」からの信号とあらかじめ作製した高精度地図情報を組み合わせることで、車両の正確な位置を運転席のモニターに3D地図画像で表示し、除雪作業を視聴覚的に支援するシステムです。

※2：ドライバーが乗車した状態で、ステアリングやアクセルに触れずに自動で走行操舵する状態です。

※3：Advanced/Autonomous Snow and ice control Operation Systemの略で、本ロータリ除雪車の自動化を含む北海道支社が手掛ける雪氷対策高度化システムの総称で「明日（未来）の雪氷対策高度化システム」を称します。

マスコミ本線公開実演

【11/17マスコミ公開実演】

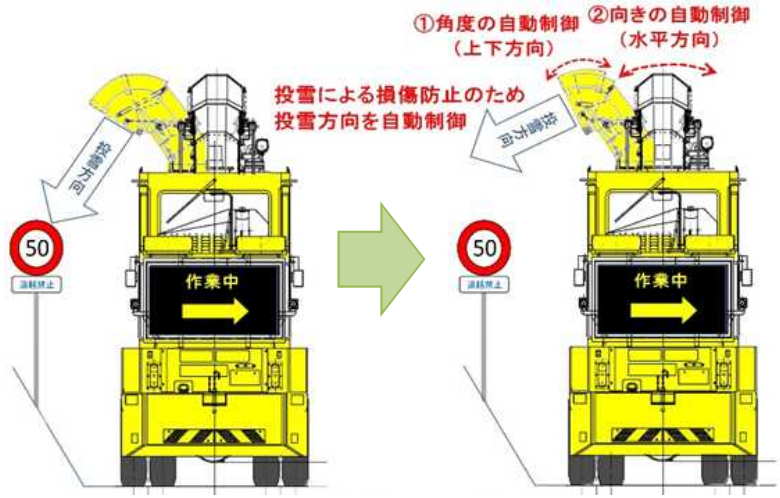
11/17(水)に道央道 岩見沢IC～岩見沢SA(下り線)の本線上で、ロータリ除雪車の①<u>自律走行</u>並びに②<u>除雪作業装置の自動化</u>の公開実演を行い、14社(テレビ4社、新聞9社、Web1社)の取材がありました。

①<u>自律走行</u>:ドライバーが乗車した状態で、ステアリングやアクセルに触れずに自動で走行操舵するもの

②<u>除雪作業装置の自動化</u>:主にシューター(切り崩した雪を路外へ飛ばす筒状の装置)の角度や向き等を、路肩にあるスノーポールや標識等に合わせ自動制御するもの



①自律走行(昨年11/25の自律走行公開実演の状況)



従来は
熟練オペレーターが
行っていた投雪方向の
制御を自動化するもの

②除雪作業装置の自動化の概要







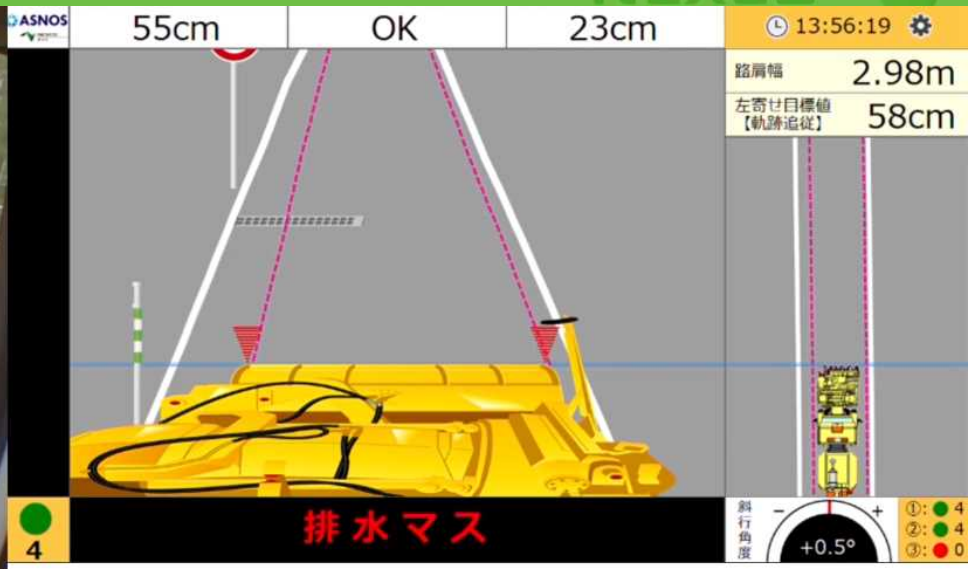
11/17本線公開実演の状況(左:岩見沢IC管理ヤード内デモ走行、右:本線公開実演)

岩見沢IC内プラ デモ走行の様子



岩見沢IC～岩見沢SA(下り線)本線走行試験の様子









第10回i-Snow委員会

資料 C

準天頂衛星CLAS受信機最新動向 (UpDate）

2021年12月13日

一般財団法人　宇宙システム開発利用推進機構
衛星測位事業本部QBIC推進チーム
松岡　繁

CLAS受信機（11月時点の最新動向）

価格
（予想）

2M

1M

マゼランシステムズジャパンMSJ

三菱電機

コア

Cohac∞ Chronosphere-L6

AQLOC-VCX





W200×D140×H60mm



コアとのコラボ

Septentrio

評価キット(MSJ)



W206×D155×H86mm

W184×D98×H74mm

AQLOC－Light



2019.11発売

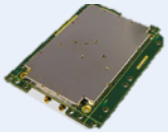
W90×D90×H30mm

Cohac∞ Chronosphere-L6Ⅱ



2020.8発売

W115×D80×H35mm



AsteRx4

評価キット(MSJ)2019.7発売



W130×D90×H42mm



ビズステーション

CLAS受信機10万円以下への期待

2022.3予定

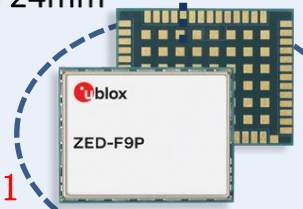


MSJ

30×40mm

17mm×24mm
ZED-F9P
＋
NEOD9C

2021.11
発売開始



U-blox



開発終了
製品化時期等
要問合せ

JRC

9×9mm

3. CLAS/MADOCA 各社受信機比較

		MSJ MJ-3022-G4-QZS-EVK	Melco AQLOC-Light	コア Chronosphere-L6 II	Septentrio AsteRx-U	ビズステーション DG-PR01RWS	 VRSC
補強信号	CLAS	○	○	○	○	-	○
	MADOCA	○	-	○	-	-	○
	RTK	○	○	○	○	○	-
	DGPS	-	-	○	○	○	-
衛星信号	GPS	L1,L2,L5	L1C/A,L2C	L1,L2,L5	L1,L2,L5	L1C/A,L2C	-
	QZS	L1,L2,L5,L6	L1C/A,L2C,L6	L1,L2,L5,L6	L1,L2,L5,L6	L1C/A,L2C	L6
	Galileo	E1,E5a,E5b,E5	E1,E5b	E1,E5ab,AltBoc,E6	E1,E5ab,AltBoc,E6	E1B/C,E5b	-
	Glonass	G1,G2	-	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1OF,L2OF	-
	BeiDou	B1I,B2I,B3I,B1C,B2a	-	-	B1,B2,B3	B1I,B2I	-
測位レート	Hz	max20	10	max20	50	8～20	-
大きさ	W(mm)	130	90	115	174	48.5	48.5
	D(mm)	90	90	80	166	50	50
	H(mm)	42	30	35	54	10.8	10.8
重さ	g	340	280	310	1500	40	40
消費電力	W	3.5W以下	8	750mA at 5V	8Wtyp	70mA	300mA
備考		評価機 MJ-2011-GM4ワンチップモジュール基板	u-blox社連携	高機能なWebUIを搭載	CLASはoption	2周波受信機 QZS:L1Sサポート u-blox ZED-F9P	L6デコーダ

新製品動向

Digital ASIC 2022.3	低価格版、 機能向上版	新受信機開発中 2022年初頭予定	AsteRxm3 2022.1	小型一体化

マゼランシステムズジャパン株式会社
Magellan Systems Japan Inc.

開発ロードマップ

Step 1 ：評価ボード
2017：提供中

サイズ　　：90×100㎜
消費電力（最大）：10W
単価　　：80万 @数十台



評価キット

206 x 154 x 86 mm



Step 2 ：モジュール
2019/7 ：提供中

サイズ　　：43㎜×59㎜
消費電力（最大）：5W
単価　　：10万以下 @数千台



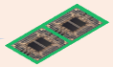
評価キット

130×90×42mm



Step 3 ：Digital ASIC
2022/3：完成予定

サイズ　　：30×40㎜以下
消費電力　　：1W以下



画像はイメージです。



準天頂衛星システム CLAS対応
高精度測位端末 AQLOC-Light

AQLOC-Lightは、GNSS(GPS、QZSS、Galileo)の測位信号および補強情報を利用することでcm級の高精度測位を実現する測位端末です。

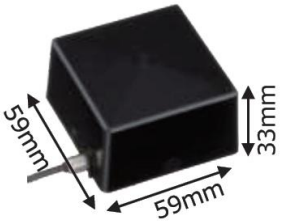
1. **リアルタイムで移動体の高精度測位を実現**
   - ・準天頂衛星システムから日本全国に無償で配信されるCLAS信号を受信し、リアルタイムで移動体のセンチメータ級の高精度測位を実現
   - ・ローカル補正情報（電離層・対流圏遅延補正）を含むCLAS信号の特長により、数秒から数十秒以下の初期捕捉時間を実現　　CLAS:Centi-meter Level Augmentation Service

2. **小型・軽量設計により、さまざまな移動体に搭載可能**
   - ・受信機およびアンテナに独自の構造を採用し、世界最小レベルの小型・軽量化を実現し、ドローンなどの小さな移動体へも搭載が可能

3. **自律測位やネットワーク型測位補強情報による測位を実現**
   - ・衛星からの信号が受信できないトンネルや高架下でも、受信機に搭載したジャイロと移動体からの車速パルス信号によるINS複合アルゴリズムにより安定した自律測位を実現
   - ・地上配信のネットワーク型測位補強情報（ネットワーク型RTK方式／RTCM3.2）による測位にも対応



受信機



アンテナ

■ 一般仕様

重量	受信機：280g アンテナ：150g(ケーブル含む)
電源	DC12V
消費電力	8W
温度条件	受信機：-30℃～+70℃（動作） アンテナ：-20℃～+60℃（動作）
データ出力周期	測位結果：10Hz センサ計測値(※)：50Hz L6D(CLAS)データ：1Hz ※センサ：IMU、気圧センサ、車速パルス

※ INS複合アルゴリズムの性能改善版のS/Wを2021年4月にリリース
①マルチパスへの耐性強化、②自律航法（Dead Reckoning）の精度改善

※今後の計画は、低価格版、機能向上版をリリースしていく予定

"Michibiki" Compatible
High Accuracy Positioning Solution
みちびき対応高精度測位ソリューション
コハクインフィニティ

CORE GROUP

コアのみちびき対応受信機

1. 各種測位方式に対応
   みちびきCLAS測位をはじめ、RTK測位（通信キャリアのネットワークRTKサービスにも対応）などに対応
2. マルチ周波数対応
3. SDカードスロット搭載
   測位結果や観測値など各種データのロギングが可能
4. 2アンテナ対応（※オプション）
   ２アンテナによる正確な方位角計測が可能

■センチメータ精度受信機



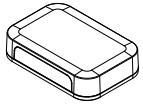
Chronosphere-L6
2018年11月



Chronosphere-L6S
2019年7月



Chronosphere-L6II
2020年8月



新受信機開発中
2022年初頭予定

■サブメータ精度受信機



QZPOZ
2018年6月



QZNEO
2020年6月

1. みちびきL1S(SLAS)対応
   災害・危機管理通報サービスにも対応
2. 2周波・RTK対応
3. 豊富なアウトプットI/F
   Wi-Fi, USB, 外部接続端子, Bluetooth, SDカードを搭載
4. 超軽量・超小型（W90 × D45 × H12[mm]、40g）
5. 設定が簡単
   Web GUI, 付属ソフト(USB), SDカード等から設定が可能



©CORE Corporation
GNSS Solution Business Center Sales and Marketing Department

Septentrio社：CLAS対応製品比較表

	AsteRx U CLAS	AsteRx 4 CLAS	AsteRx m3 CLAS	Mosaic CLAS
				
形態	筐体型	ボード型	ボード型	モジュール型
リリース時期	2020年4月	2020年1月	2022年1月	2022年1月
対応衛星	GPS/GAL/QZS/GLO/BDS/SBAS/NAVIC	GPS/GAL/QZS/GLO/BDS/SBAS/NAVIC	GPS/GAL/QZS/GLO/BDS/SBAS/NAVIC	GPS/GAL/QZS/GLO/BDS/SBAS
周波数	L1,L2,L5,L6,L-band	L1,L2,L5,L6,L-band	L1,L2,L5,L6,L-band	L1,L2,L6,L-band
CLAS測位衛星数	最大15機 （QZSはRTKに未対応）	最大15機 （QZSはRTKに未対応）	すべて （QZSはRTKに対応がCLASの場合制限あり）	
方位（2アンテナ）	○（オプション）	○（オプション）	○	×
方式	L6 生データをRTCMに変換してRTK コア社製　CLAS SSR2OSRライブラリー　搭載			

ENABLER

septentrio



みちびき対応

CLAS-IMU

- セプテントリオ社のAsteRx-4を搭載
- GNSS信号の遮へいはIMUで精度を補完
- リアルタイムでIMUデータと生のGNSSデータを評価
  測位品質の劣化を軽減（タイトカップル方式）
- 車のレーン特定、長距離の公道試験、姿勢の計測
  などで利用実績

概要使用	
測位方式	CLAS対応 GNSS/INSタイトカップル方式
位置精度	10cm～ （理想環境時）
IMU	産業グレートMEMS
姿勢角精度	ヘディング角：0.8° ロール角/ピッチ：角0.1° （理想環境時）
出力レート	100Hz
出力データ	位置データ 姿勢角データほか
データ形式	NMEA CAN

ビズステーション株式会社
BizStation Corp.

SLAS

- 2周波RTK受信機はすべてSLAS対応
- 単独測位でサブメートル級の精度を実現！
- 用途に応じて選べる4種類のパッケージ



RWX
¥139,800



RWS
¥59,800



RWP
¥79,800



RWM
¥82,600

CLAS

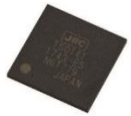


VRSC
¥49,800

- VRSCは、みちびきCLAS信号を受信し任意の位置での基準局データを生成
- RWX / RWS / RWP / RWMなど2周波RTK受信機と通信することで、PPP-RTKを実現！
- 通信は、受信機・VRSCそれぞれに内蔵されたWi-Fi
- 設定不要、アンテナを設置し電源を入れるのみ
- Galileo E5b対応。Galileoも2周波で利用可能

JRCモビリティのGNSS受信機への取組み

弊社で開発済みの　高精度受信機JG11の　製品ラインナップをご紹介いたします。
今回の比較評価については　CLASモデルを活用しています。

高精度GNSSチップ JG11  外形寸法：9.0×9.0mm

モデル	対応システム					受信周波	補正データ	位置精度
	GPS	GLO	GAL	BDS	QZS			
PPPモデル	✓	✓	✓	✓	✓	1周波(L1)	SBAS	65cm(*1)
RTKモデル	✓	✓	✓	✓	✓	2周波(L1, L2)	外部入力	1.7cm(*1)
CLASモデル	✓	✓	✓	✓	✓	3周波(L1, L2, L6)	QZSS	システム公称値12cm オープンスカイ固定点実測 位置精度3.4cm→1.8cmに向上 平均測位使用衛星数10.4個→15.5個に向上

*1：オープンスカイ固定点実測、RMS

u-bloxのQZSS対応状況

○ 対応
X 未対応
— 対象外

QZSS サービス	u-blox M8 シングルバンド 量産中	u-blox M9 シングルバンド 量産中	u-blox [redacted] デュア 量産			
L1 C/A	○	○				
L1 C/B	X	予定				
L1C	X	X				
L2C	—	—				
L5	—	—				
L1S（サブメーター）	○	○				
L1S（災危情報）	○	○				
L6D(CLAS)	—	—	—	—	—	ZED-F9P内にCLAS処理アルゴリズムを実装
L6E(MADOCA)	—	—	—	—	—	RAW出力。ホストで測位処理
S-band	-	-	X	-	X	—
L1Sb	X	X	X	X	X	—
L5S	-	-	X	-	未定	—
Anti-Spoofing	○（独自）	○（独自）	○（独自）	○（予定）	○（予定）	—

C101-D9C

CLAS受信機

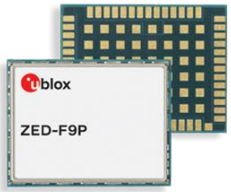
C099-F9P



1 u-blox AG,



12.2 × 16.0 × 2.4mm



17 x 22 x 2.4 mm



9.7 × 10.1 × 2.5 mm



12.2 × 16.0 × 2.4mm

５．4周波アンテナの状況

Harxon社（中国）CVX-600A



φ150×53mm　600g

MSJ　MJ-3009-GM4-ANT



φ148×60mm　405g

Taoglas社(アイルランド) XAHP.50.A.301111



φ94×57mm　395g

アカサカテック　AR270



φ140×49mm　405g



59×59×33mm以下

Tallysman社 VSP6037L



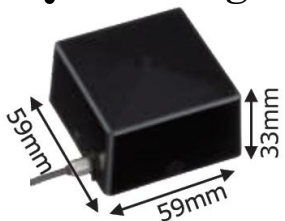
φ161.5×75.5mm　500g

小峰無線電機　QZG1256fQ



φ140×46.5mm　270g

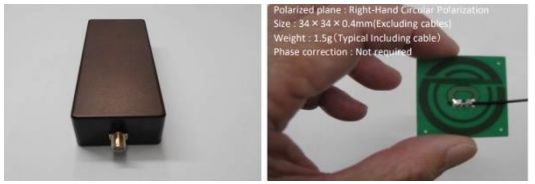
AQLOC-Light



59×59×33mm

日精　GNSS対応基板アンテナ

FMSP-QZSS-Q55-BP-35dB-3W



110×40×25mm　47g

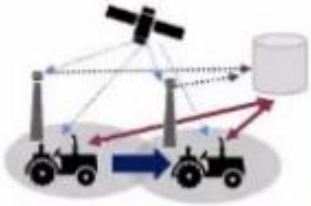
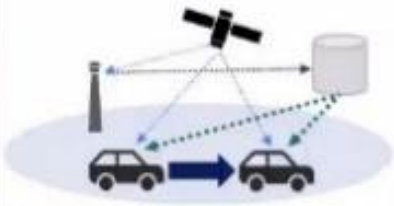
トピック

高精度な位置情報を低価格で――KDDIとSwift Navigationが業務提携「PPP-RTK方式」の高精度測位サービスを提供　ITmobile 記事　2021.07.21

KDDIと米Swift Navigationは7月19日、PPT-RTK方式による高精度測位サービスの提供に向けた業務提携契約を締結したことを発表した。KDDIは同方式に対応する独自基準局を整備し、Swiftの測位サービス「SKYLARK（スカイラーク）」で利用できるようにする。両社は協力して、ビジネスにおける高精度測位の活用も促進する

主な測位方式の比較（RTK方式、PPP-RTK方式）

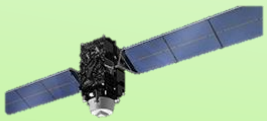
2

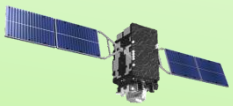
	RTK方式	PPP-RTK方式	PPP方式
	衛星からの電子基準点と端末の相対位置で測位する方式	RTK方式とPPP方式のメリットを合わせた、移動に強い新しい方式	複数の衛星から受信したデータを使用して測位する方式
測位方式			
測位精度	高（数cm～10cm）	高～中（数cm～1m以内）	高～中（10cm～1m以内）
利用範囲	狭域（電子基準点カバー範囲：～20km程度）	広域（電子基準点のカバー範囲：～200km）	衛星のみでの測位の為、広域
電子基準点	全国カバーには大量設置が必要（国営基準点：約1,300本）	RTK方式の1/10程度	不要（衛星のみでの測位）
モビリティ	移動速度増により誤差増	高速移動時も安定測位	静止～移動時も測位
測位収束時間	短い（数秒～1分以内）	短い（数秒～1分以内）	長い（15～30分）
主な用途	測量、土木、農機・建機の運用（測位精度を最重視）	自動運転車、マイクロモビリティ、IoT機器、スマホ等広い範囲を想定。	海洋、船舶、航空、気象など（基準点設置場所に依存しない用途）

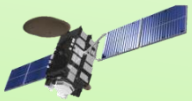
© 2021 KDDI

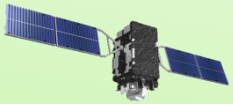
Tomorrow Together KDDI

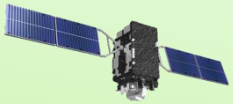



H22.9.11
QZS-1


H29.6.1
QZS-2


H29.8.19
QZS-3


H29.10.10
QZS-4


R3.10.25
QZS-1R

QZS-5
QZS-6
QZS-7

国土交通省
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

資料　D
Press Release

配付をもって解禁
令和３年１０月１４日
記　者　発　表

雪のトップランナー

除雪車の作業装置操作の自動化を公開します！

～ 初心者でも安全に操作できるように ～

北陸技術事務所では、熟練オペレータ不足への対策として、オペレータが運転しながら行っている作業装置操作の自動化※を進めています。

この度、除雪車に搭載されている全ての作業装置操作の自動化が概成し、以下のとおりデモンストレーションを行いますのでお知らせします。

１．日時　　令和3年10月27日（水）　14:00～（受付:13:30～）

２．場所　　山田河川敷公園（新潟市西区山田字堤付地先）
※別紙１　位置図を参照願います。

３．当日の流れ
（１）作業装置操作の自動化の概要説明
（２）実際の除雪トラックを使ったデモンストレーション

■報道機関の皆様へ
①天候等により中止する場合がありますので、取材される機関は、１０月２５日（月）１２時までに、別紙３によりＦＡＸにて事前申し込みをお願いします。
②新型コロナウィルス感染防止対策の観点から、来場はマスクの着用、手指の消毒をさせていただきます。なお、発熱などの症状がある場合は来場をお控えください。

※作業装置操作の自動化
・除雪トラックに搭載された以下の作業装置操作を自動化するもの
①フロントプラウの操作　・・・・・・　道路脇に雪を寄せる装置
②グレーダ装置の操作　・・・・・・　路面の圧雪を削り取る装置
③サイドシャッタの操作　・・・・・・　交差点などに雪を残さない装置

＜同時発表記者クラブ＞

新潟県政記者クラブ
新県政記者クラブ
富山県政記者クラブ
石川県政記者クラブ
その他・専門紙

＜問い合せ先＞
国土交通省　北陸地方整備局　北陸技術事務所　（雪害対策技術センター）
副所長（機械）　浦澤 克己（うらさわ かつき）
電話　025－231－1281（代表）

（雪のトップランナー サイトURL）　https://www.hrr.mlit.go.jp/road/toprunner/index.html

雪のトップランナー
サイトQRコード

＜雪のトップランナーとは＞
北陸地方整備局では、これまでに数々の豪雪を経験しながら、北陸特有の重く湿った雪質にあった除雪機械の開発や雪に強い構造の道路整備などを進めてきました。
このような経験と知識、蓄積されたデータや技術力などを活かして、北陸地方整備局では、道路除雪など雪対策における全国のトップランナーとなり、この分野を牽引していくよう技術開発などに取り組んでいます。

ロゴマーク

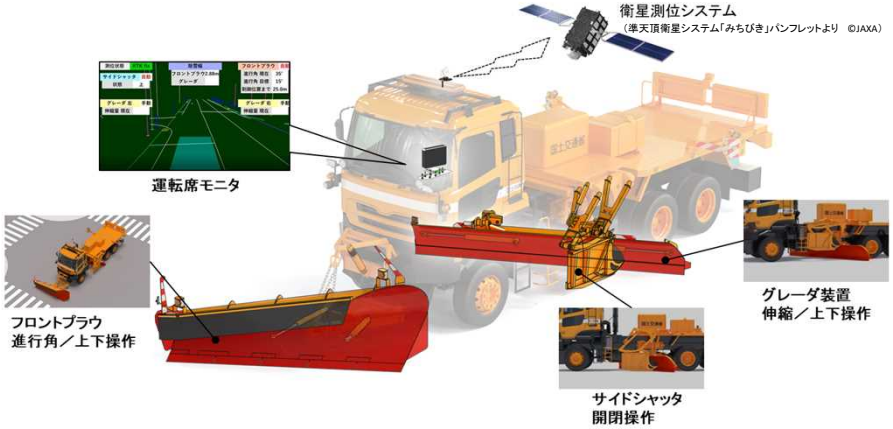
除雪車の作業装置操作の自動化を公開　～初心者でも安全に操作できるように～

公開デモンストレーションの開催について

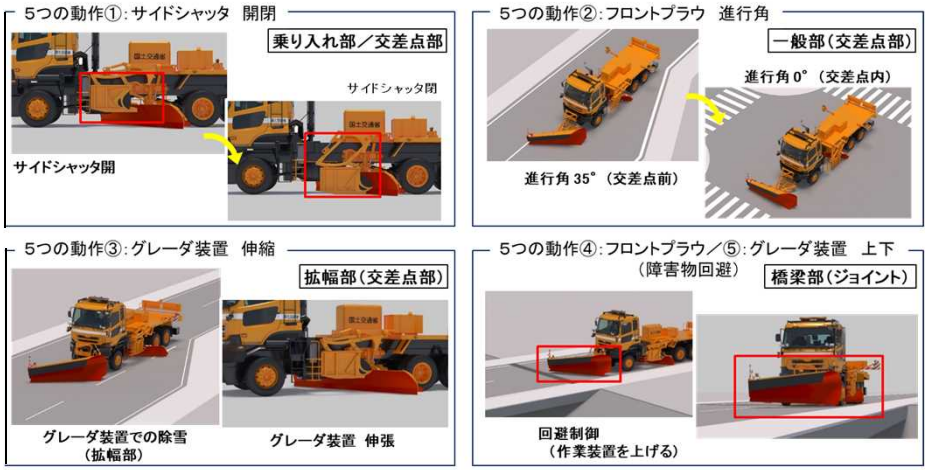
北陸雪害対策技術センター

・H30年度より除雪トラック作業装置操作の自動化に着手し、９月までに全作業装置の動作が概成
・今冬より安田工区（新国）、湯沢工区（長国）での試行運用に先立ち、10月27日（水）に新潟市西区の山田河川敷公園において一般公開しました。

■作業装置操作の自動化を行った除雪トラック



■作業装置操作の自動化内容（3つの装置、5つの動作）



■山田河川敷公園での公開デモンストレーション（10/27）

＜参加者＞

・ 報道関係者	4社（うち、テレビ局 1社）
・ 除雪作業受注者	4名（試行運用対象工区）
・ 自治体	3名（長岡市・上越市）
・ 地整職員	9名（本局・長岡国道・新潟国道）



公開デモの様子



ライブ配信による
運転席内部を公開



公開走行（模擬作業）の様子



テレビ局の取材状況

除雪トラック作業装置操作の自動化　アンケート調査

○概　要
・様々な道路の除雪オペレータを対象に、作業装置操作を自動化した除雪トラックに体験試乗していただき、今後の開発の参考とするためのアンケート調査を実施。

○内　容
・自動化された除雪機械を運転した感想
・自動化されて特に有効と感じた機能

○対　象
・高速道路、直轄国道、自治体管理道路の除雪オペレータ

○実施期間
・令和3年10月22日、25日、26日

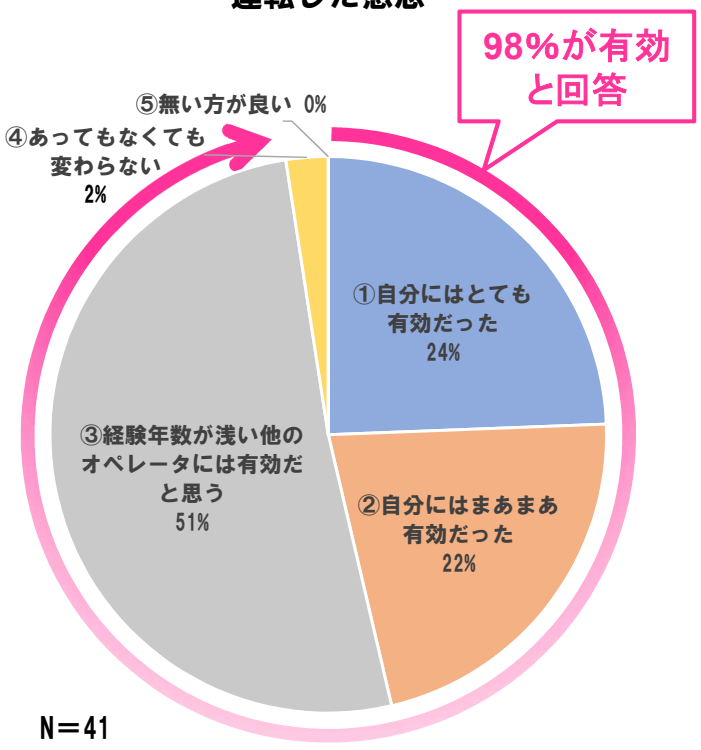
○調査方法
・作業装置操作を自動化した除雪トラックに試乗していただき、アンケートを実施

アンケート調査の結果

国土交通省
北陸雪害対策技術センター

○除雪機械を運転した感想は、41人中40人（98%）が有効と回答した。
○特に有効と感じた機能は、「グレーダ装置の伸縮」「障害物の回避」「サイドシャッタの開閉制御」が上位を占め、どの機能も有効なことが確認できた。

運転した感想



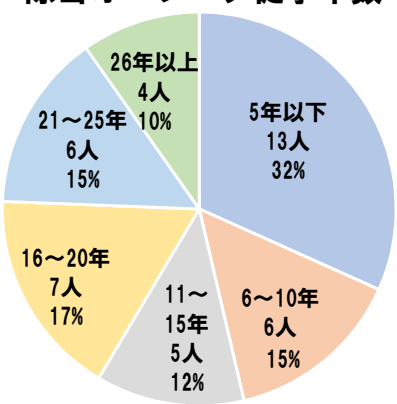
N＝41

特に有効と感じた機能

1位　グレーダ装置の伸縮（24票）
1位　障害物の回避（24票）
3位　サイドシャッタの開閉制御（22票）
4位　フロントプラウの進行角制御（11票）
5位　トンネル等の回送姿勢制御（9票）
6位　なし（0票）

（複数回答可）

回答者の属性
除雪オペレータ従事年数



N＝41

※構成比は小数点以下を四捨五入しているため、合計が100とならない。