令和5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１３回＞

日時　：令和５年７月２６日（水）　13：30～

次　　第

Ⅰ．開　会

Ⅱ．挨　拶　　国土交通省 北海道開発局 建設部 道路維持課長　林　華奈子

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．令和４年度の実証実験結果、令和５年度の取組［資料Ａ］

（除雪機械の高度化推進グループ）

２．ロータリ除雪車の自動化開発の状況［資料Ｂ］

（ＮＥＸＣＯ東日本（株））

３．CLAS 受信機の最新動向　～AQLOC-Light の次機種情報～［資料Ｃ］

（(一財) 宇宙システム開発利用推進機構）

４．その他の情報提供

・LiDAR 計測による除排雪業務効率化と生産性向上のチャレンジ
～降雪地でのモノづくり最前線を快適にする～［資料D］

（一二三北路（株））

・ICT・GIS サービスを用いた冬季道路管理
～皆で知識ゼロから始める ICT 活用～［資料Ｅ］

（（株）玉川組）

・PRISM 堀口組コンソーシアム『雪国の除雪作業を変える AI/IOT 革命』
［資料Ｆ］

（（株）堀口組）

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１３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（機械）	北海道開発局　事業振興部	機械課	課長	萬　直樹
行政（機械）	北海道開発局　事業振興部	機械課	機械企画官	栗田　五輪人
行政（道路管理者）	北海道開発局　建設部	道路維持課	課長	林　華奈子
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	鈴木　武彦
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	黒田　健一
行政	北海道　経済部	産業振興局産業振興課	産業振興課長	安彦　史朗
行政（道路管理者）	札幌市　建設局　土木部	雪対策室	雪対策室計画担当部長	茂木　秀則
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	高野　辰雄
研究機関	寒地土木研究所	寒地交通チーム	上席研究員	伊東　靖彦
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	片野　浩司
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	谷崎　敏彦
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　モビリティ事業本部　Automotive事業部		部長	福山　尚久
関係団体等	アイサンテクノロジー 株式会社　モビリティ事業本部		部長	大石　淳也
関係団体等	株式会社 ＮＩＣＨＩＪＯ　札幌営業部		部長	中山　克己
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　技術本部		取締役　常務執行役員	後藤　紫郁
関係団体等	株式会社　岩崎　企画開発部	システム企画課	課長	金子　和真
関係団体等	SoftBank株式会社　法人事業統括　高精度測位ｻｰﾋﾞｽ推進課		担当部長	永瀬　淳
	ALES（株）　システム開発本部			
（オブザーバー）				
行政（道路管理者）	東北地方整備局　企画部	施工企画課	係長	笠村　繁幸
行政（道路管理者）	東北地方整備局　企画部	施工企画課	係長	工藤　貢
行政（道路管理者）	東北地方整備局　道路部	道路管理課	係長	渡辺　恭輔
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	田中　孝之
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	阿部　和成
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	雪害防災減災課	課長	直井　聡一
行政	北海道　総合政策部　航空港湾局　航空課	空港計画	主幹（空港計画）	有坂　拓士
行政	北海道　総合政策部　航空港湾局　航空課	空港計画	主査（空港計画）	樫村　玲生
行政	北海道　総合政策部　航空港湾局　航空課	空港計画	主査（建設）	片井　徹
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
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	中澤　正博
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　技術課		課長	森　正宏
関係団体	一二三北路（株）		執行役員　土木部長	坂下　淳一
関係団体	一二三北路（株）	維持工事部	部長	石原　規敬
関係団体	（株）堀口組		常務取締役	湯浅　勝典
関係団体	（株）堀口組		土木工事主任	八百板　裕治
関係団体	（株）玉川組	建設部	総括部長	佐々木　聡人
関係団体	（株）玉川組	建設部　維持課	工事長	舟見　群章

資料　A

１．令和４年度の実証実験結果

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® これまでの取組

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	R04	R05	
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、安全対策技術の機能・性能の確認	（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の精度確認	（知床峠）一般交通がない道路での実働配備 （一般道 狩勝峠）安全対策技術の確立、不感地帯対策の基準作成等	（一般道）実働配備拡大 （一般道 狩勝峠）自動操作高度化	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を開始 タイムラグ無しで鮮明化を確認	（一般道）R231・337において実際の除雪機械での使用環境の確認	（一般道）実働配備開始(19台) 高度化検討開始	（一般道）追加で100台の実働配備	（一般道）追加で約100台の実働配備	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**　⇒　ブロワ装置等による自動制御（投雪方向や距離）
②**みちびき不感地帯対策**　⇒　磁気マーカ等による不感地帯対策の検証
③**周辺探知技術による安全対策**　⇒　車両等が接近した場合に警告するシステム

【**映像鮮明化**の実証実験】
④**吹雪時の映像鮮明化**　⇒　視程障害の発生区間にて映像鮮明化装置による検証

①投雪作業の自動化

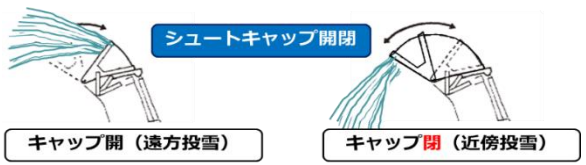
準天頂衛星「みちびき」によるガイダンスシステム



準天頂衛星「みちびき」によるガイダンスシステム



※予め設定した位置での動作（投雪方向、距離）を検証



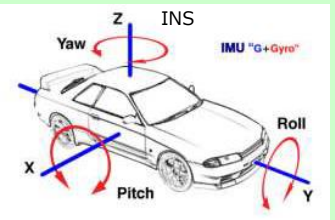
電線・附属物・一般車両等に注意しながら投雪

標識や付属物を避けながら投雪

一般道の峠部は「雪堤の高さが日々変化」「障害物が多い」ことから
複雑なシュート操作の実証試験

②みちびき不感地帯対策

ＩＮＳ（車両慣性航法システム）、磁気マーカシステム等による精度検証





③周辺探知技術による安全対策

ミリ波レーダによる車両検知システム







④吹雪時の映像鮮明化

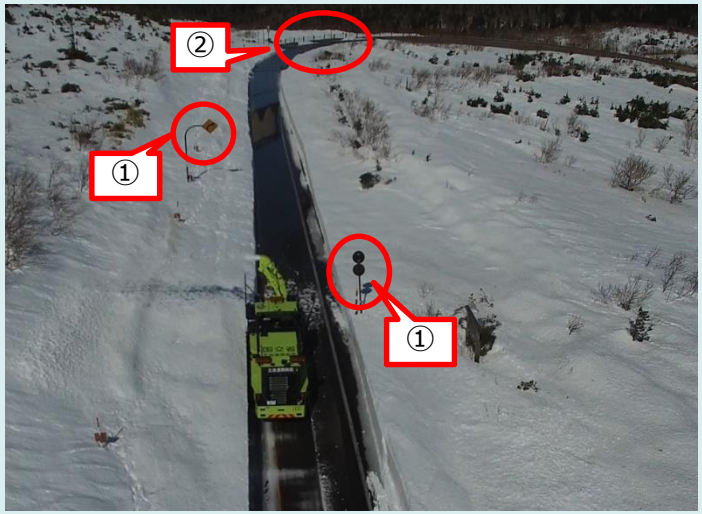
映像鮮明化装置の高度化検討







▼国道334号知床峠での取組（R1まで）



①標識（警戒・案内）
②防護柵

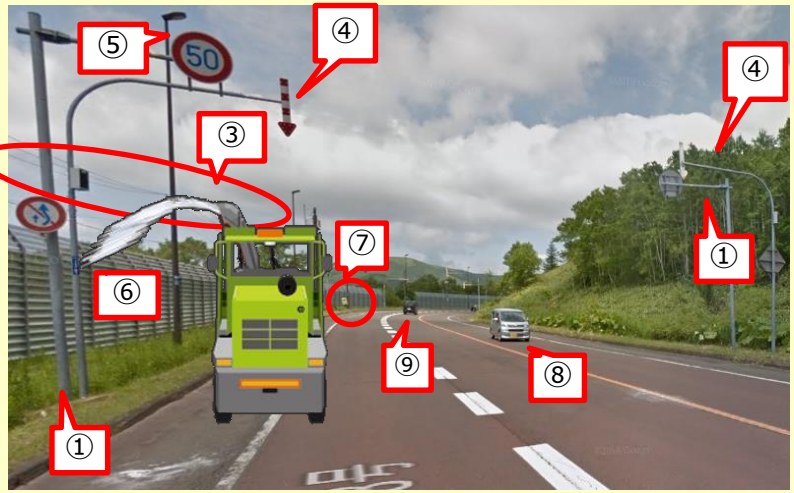
障害物



電線・電柱・一般車両（冬期間通行止め）等の障害物なし

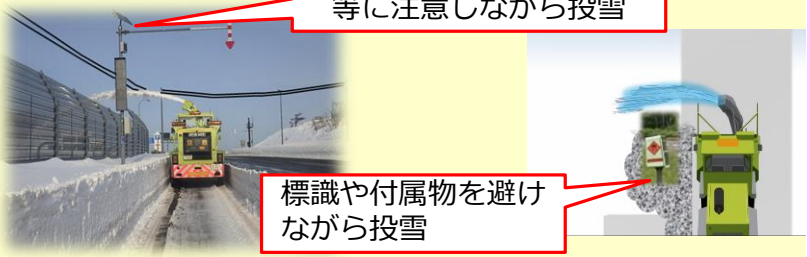
知床峠は、冬期間通行止めで**一般車両無し、障害物が少ない**ので、左右の投げ分けなどの**単純なシュート操作**

▼国道38号狩勝峠での取組（R3まで）

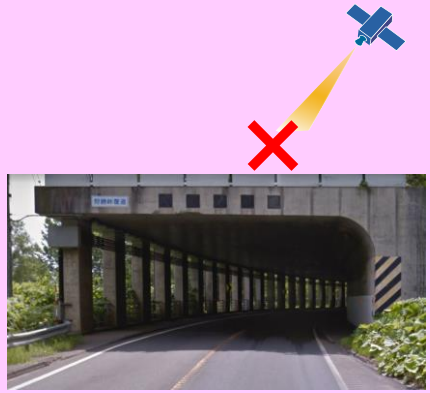


①標識（警戒・案内）
②防護柵
③電線・電柱
④視線誘導柱
⑤道路照明
⑥防雪柵
⑦砂箱
⑧対向車両
⑨追い越し車両

障害物

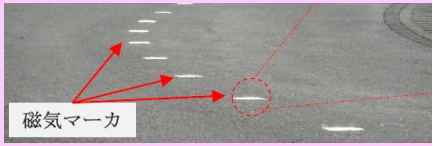


一般道の峠部における、**複雑なシュート操作（習い制御）**、**雪堤の起伏に応じたシュート制御**が可能なことを確認した



GNSSアンテナ
INS（車両慣性航法システム）





トンネルや覆道部における、**みちびき不感地帯対策**として、既存技術による自己位置推定技術の精度検証をおこなった

i-Snow® 令和4年度の実証実験概要 ◇除雪機械の高度化推進グループ◇ i-Snow®

（１）実働配備（新規）
・ロータリ除雪車の実働配備

（２）シュート投雪自動制御改良（継続）

（３）準天頂衛星信号 不感地帯対策（継続）

（４）安全対策機能検討（継続）

（５）映像鮮明化装置（配備拡大）

（６）ガイダンスシステムの単独活用検討（新規）

（７）凍結防止剤散布作業支援システム
・試行継続（拡大）
・カメラ画像による路面状態把握（新規）

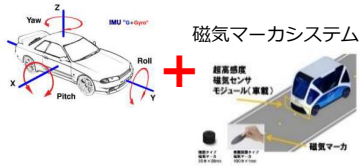
（８）自動操作対象機械の拡大検討（新規）
・他地整開発技術の適用検討、仕様作成

（1）

実働配備

（2）


シュート投雪自動制御改良

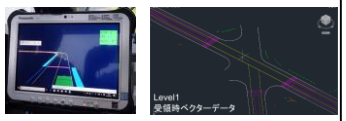
（3）
車両慣性航法システム（INS）
磁気マーカシステム

準天頂衛星みちびき不感地帯対策

（4）


安全対策機能の検討

（5）


映像鮮明化装置

（6）


ガイダンスシステム　3Dマップデータ（簡易版）
ガイダンスシステムの
単独活用検討

（7）

凍結防止剤散布支援システム（AIS3）
＋
カメラ画像と深層学習を用いた路面すべりやすさ推定


凍結防止剤散布作業支援システム

（8）

自動操作対象機械の拡大検討

（１）『除雪装置自動制御付』ロータリ除雪車の実働配備（国道334号 知床峠網走側：配備済　令和5年3月～自動投雪作業を開始）

（２）シュート投雪自動制御改良（現地試験：有　⇒　国道38号 狩勝峠）
① 作業速度を考慮した習い制御用データへの改良　② 自動制御中の微調整機能の検証　③ 雪堤高さ検知制御の精度検証

（３）準天頂衛星みちびき不感地帯対策（現地試験：有　⇒　国道38号 狩勝峠）
①車両慣性航法システム(INS)および磁気マーカを組み合わせた自己位置推定技術を自動制御システムに導入、精度検証
②精度検証の結果から、磁気マーカの適切な設置間隔・位置などの設置基準（案）の整理

（４）安全対策機能の検討（現地試験：有　⇒　国道38号 狩勝峠）
除雪機械の後方安全機能の検証

（５）映像鮮明化装置の配備拡大（令和４年度 全道100台を追加配備）

（６）ガイダンスシステムの単独活用検討
投雪自動制御区間以外でのガイダンスシステム活用を検討

（７）凍結防止剤散布作業支援システム（現地試験：有）
① 試行地域を拡大
② 凍結防止剤散布支援システムとカメラ画像から路面のすべりやすさの推定技術を組み合わせた自動散布方法の検証を開始

（８）自動操作対象機械拡大の検討
除雪トラックの除雪装置自動制御にむけて、北陸地方整備局が開発した自動化技術の適用を検討、仕様の作成

令和4年度から 国道334号（知床峠）に実働配備

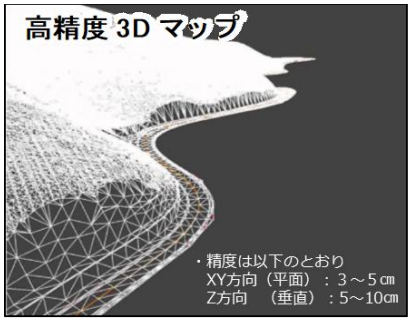


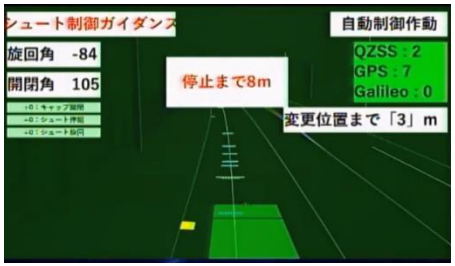


自動投雪作業の実施（R5.4.14 萩原教授視察）

国道334号知床峠の**冬期通行止め区間**を含む、
網走開発建設部 網走道路事務所に**実働配備**

冬期通行止め区間で、「高精度３Ｄマップデータ」を活用した運転支援ガイダンスと投雪作業の自動化を合わせたシステムにより、**ワンマンオペレータによる除雪作業**を実施。





・投雪操作自動制御での除雪
・投雪方向の変更位置までの距離を画面に表示

■自動制御機能による除雪作業の実施結果

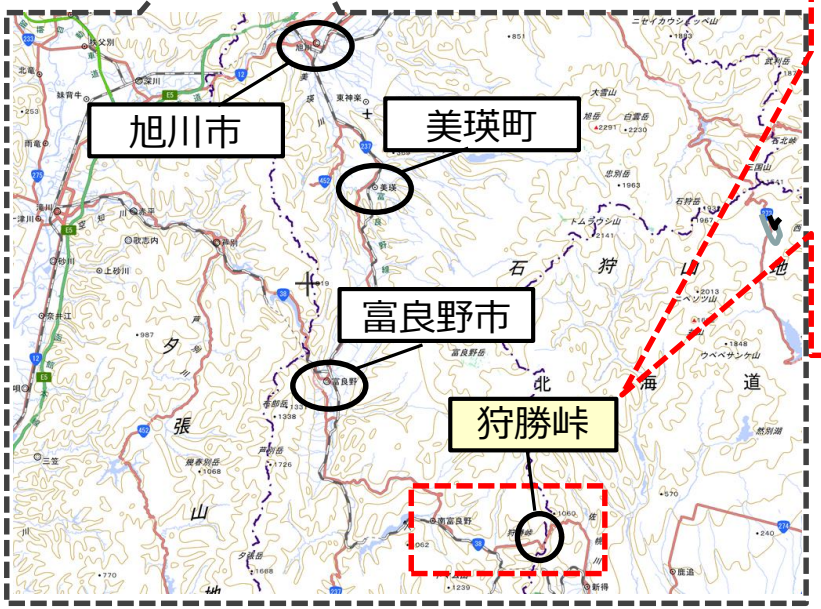
知床峠頂上付近にて「ブロワ」、「シュート」、「シュートキャップ」の各装置の**自動制御機能**による**除雪作業**を実施し、ブロワ左右投げ分けなど動作していることを確認。

準天頂衛星「みちびき」の受信状況が悪く自動制御ができない時間帯があり、今後、民間通信会社の移動基地局の活用など、引き続き**不感地帯対策の検討**が必要。

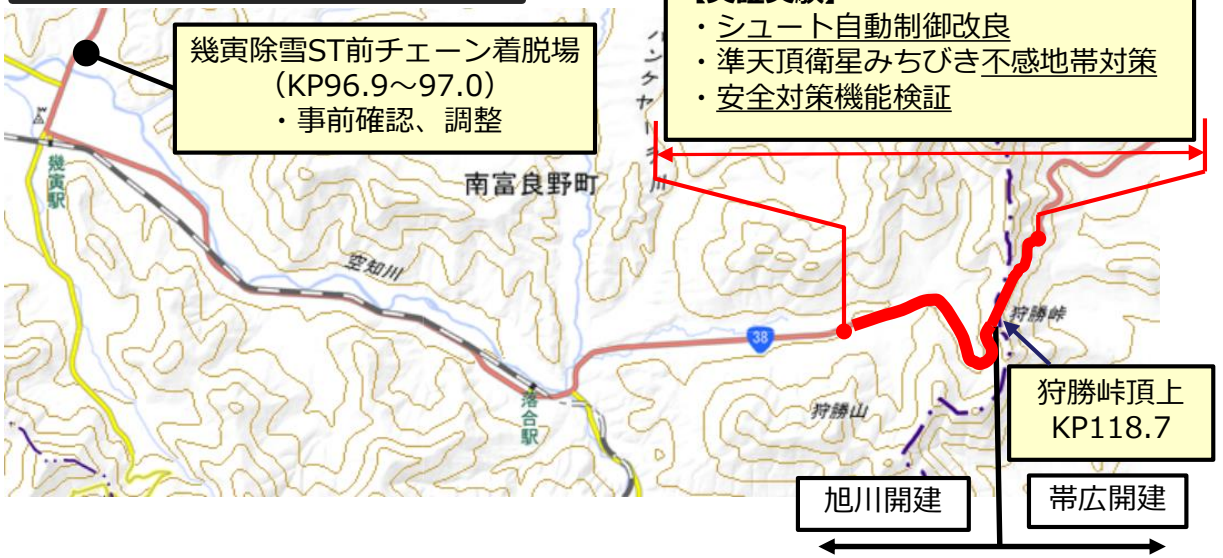
◆令和4年度 実験場所：国道38号狩勝峠

○ 実験内容（シュート投雪自動制御改良、みちびき不感地帯対策、安全対策機能の検証）





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







除雪作業の条件
- **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**

実施時期：令和５年１月３０日～２月１０日

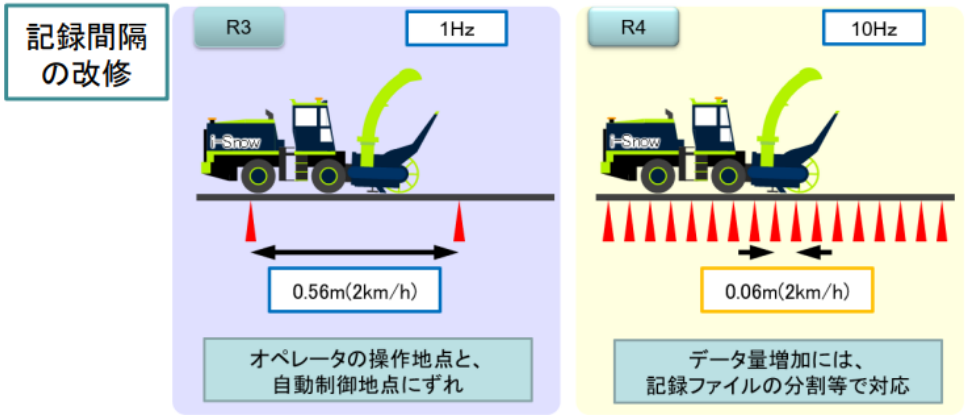
◆シュート投雪自動制御改良（習い制御）

【目的】作業速度を考慮してデータ取得間隔を1Hzから10Hzに改良、習い制御データの取得とそのデータによる自動投雪を行い動作を検証

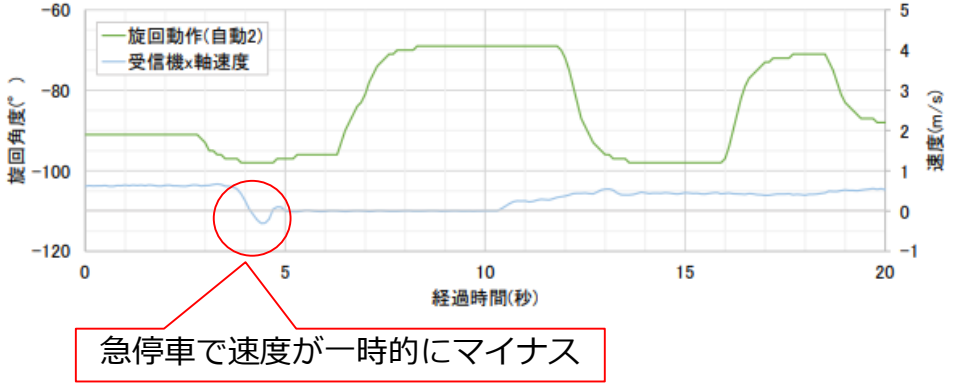
【結果】手動操作データが10Hzで記録されること、ならい制御と微調整機能が同時に動作することを確認した。
1.0km/h以下の微速走行時に停止中と誤動作、急停車時に車体動揺による不具合を確認した。

【今後】「走行中」「停止中」と確実に判断させるため、車速パルスなど代替手段の検討が必要。

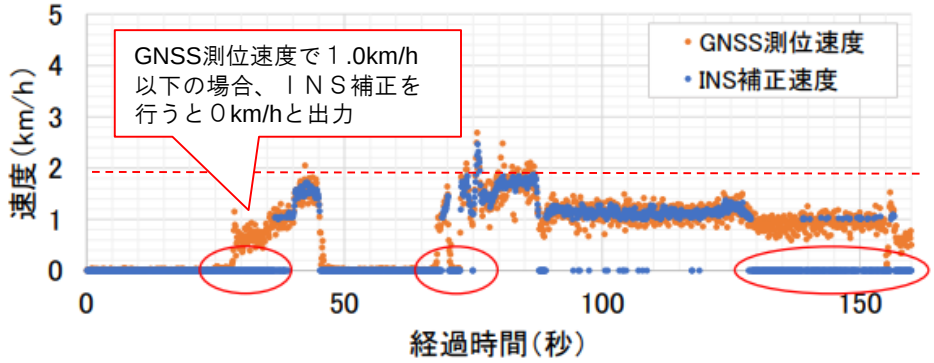
▼データ取得間隔を **1 Hz ⇒ 10Hz** へ改良



▼停止位置付近の旋回動作と速度



▼GNSS測位速度とINS補正速度の比較



【課題】

○GNSS受信機のINS補正※を活用し試験を実施したが1.0km/h以下の速度になると、INS補正※の速度情報が0km/hと出力され、走行してるにもかかわらず自動制御システムが「停止」と判断し、装置が動作しない不具合を確認。

○急停車時に車体が前後に動揺し、一時的に速度がマイナス「後退」と認識することによる誤動作のリスクがある。

※INS補正とは、GNSS衛星測位とINSとの複合測位により、トンネル・地下・建物内など、GNSS衛星からの電波が届かない場所でも、継続した測位を行うこと。

◆シュート投雪自動制御改良（機械操作の微調整機能 ）

i-Snow®
◇除雪機械の高度化推進グループ◇

【目的】自動制御とオペレータの連携向上のため、自動制御中においても、自動制御を解除せずに機械操作を微調整できるタッチキーの視認性・操作性について改良、操作性を確認する
【結果】手動操作によるデータ取得時点から重い雪質へ変化し、自動制御モードでの投雪が防雪柵に当たっていたが、微調整機能でシュート等の角度を微調整（補正）し投雪精度が向上した。
【今後】一定程度の成果を確認できた事から、微調整機能の表示を改善し標準機能として導入する。

自動制御中



微調整

自動制御＋微調整



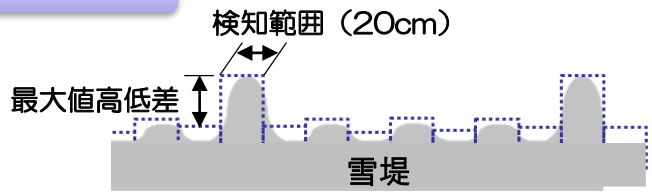
微調整機能を追加

【課題】
シュートの旋回やキャップの開閉が「＋」又は「－」表示の場合、どの方向に動くのかわかりづらいので表示方法の改善が必要

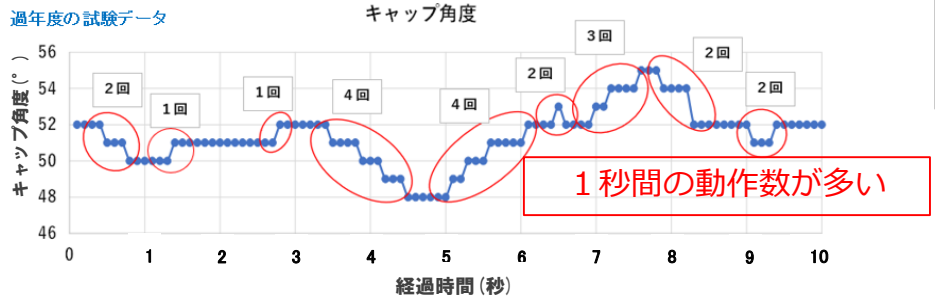
◆シュート投雪自動制御改良（雪堤高さ検知制御）

【目的】 3D-LiDARで雪堤高さを検知し投雪位置の制御を行う際に、シュートキャップが頻繁に微小動作を行っていた点を改良、一般道の雪堤にて検証を行う。
【結果】雪堤高さ検知範囲を拡大し、微小動作が生じない投雪が可能となったことを確認した。
【今後】投雪位置の誤差要因（投雪の放物運動、車両向きの変動等）を排除する実験の継続が必要。

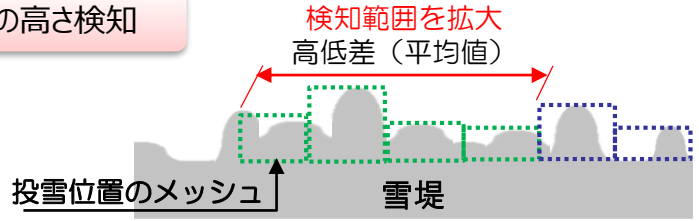
改良前の高さ検知



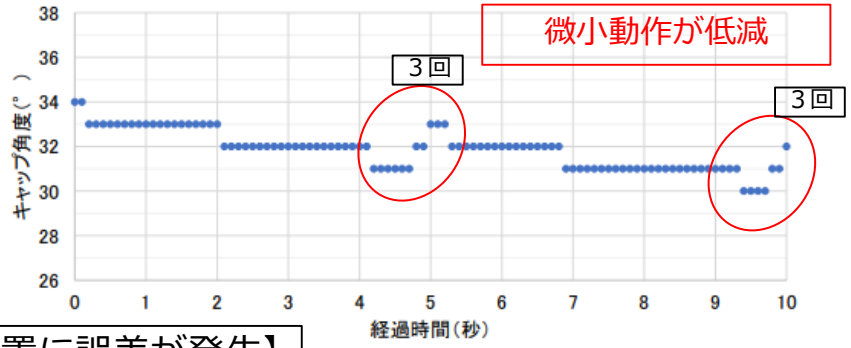
検知範囲の高低差（最大値）を比較し制御するため、**頻繁にキャップ角が変化**することによる機械寿命の短縮が懸念

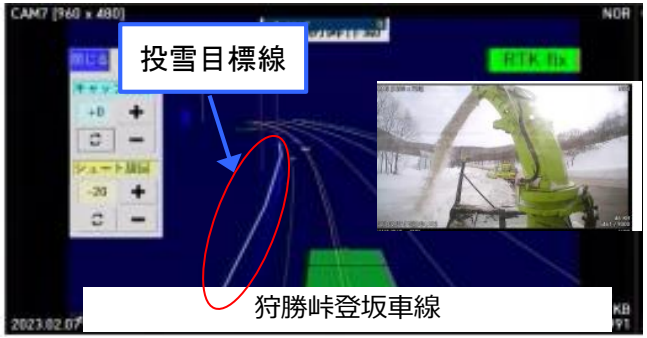


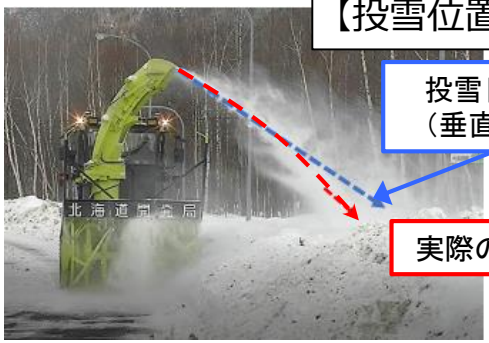
改良後の高さ検知

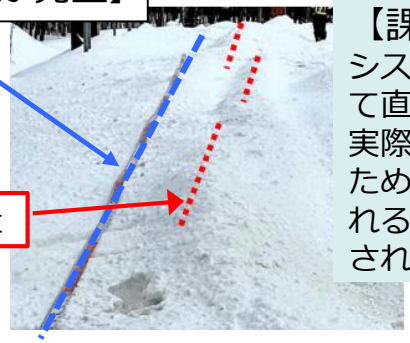


検知範囲を拡大し投雪メッシュ位置＋3メッシュの高低差を比較する制御に変更、キャップ角の**制御数を抑制**、**制御も1秒間隔に変更**









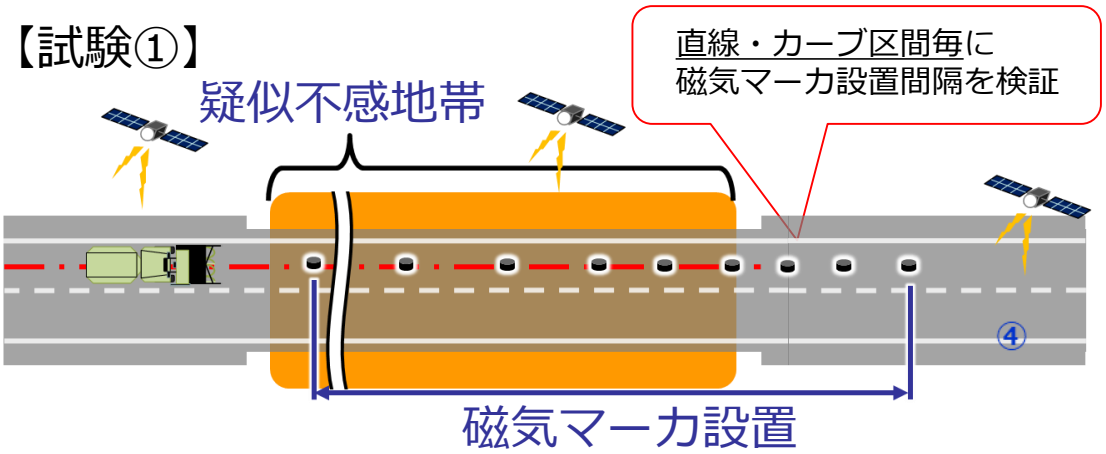
【課題】
システムは目標線に向かって直線で投雪される設計、実際の投雪は放物線を描くため、雪堤から３m程度離れると１m程度手前に投雪されてしまう。

◆みちびき不感地帯対策（INS（車両慣性航法システム）＋磁気マーカ）

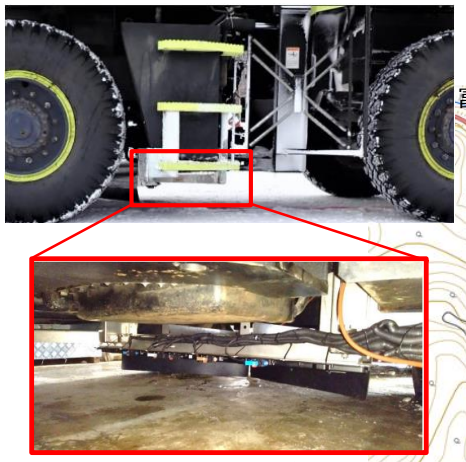
i-Snow®
◇除雪機械の高度化推進グループ◇

【目的】INS（車両慣性航行システム）と磁気マーカを組み合わせた、不感地帯における自車位置推定システムの検証と、磁気マーカ設置基準（案）を検討。
【結果】疑似的に不感地帯を作り、検証試験を実施。磁気マーカは検知したが、RFIDの検知率は低い。
【今後】RFIDアンテナの設置方法見直しなどの試験継続により、検知率を向上させ設置基準（案）を策定

【試験①】

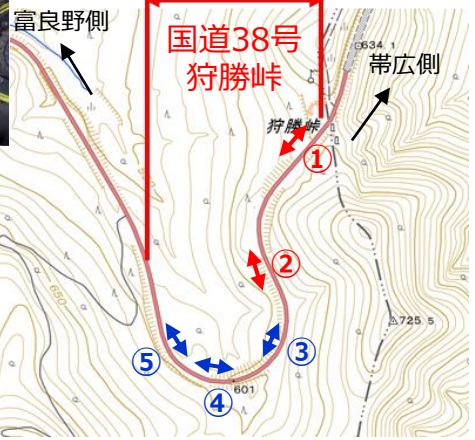


上空が開けた区間で、GNSSアンテナの切替により疑似的な不感地帯を作成し、直線及びカーブ区間での磁気マーカ設置間隔の検証を実施。



磁気マーカアンテナ搭載状況
路面から210～240mm

▼試験実施箇所
KP116.7～KP118.2（L側）



自動制御システムには、磁気マーカの緯度、経度情報が記録されており、RFIDによって、どの磁気マーカかを特定することができる。

【課題】
○RFIDアンテナの地上からの高さ240mmでは、RFIDの検知が２割～４割と少なかった。（磁気マーカーは約９割検知）

→RFIDの検知率向上には、アンテナの設置高さを下げる必要がある。
※RFIDが検知できないと検知した磁気マーカーの座標データと地図上の磁気マーカー位置をマッチングさせることができない。
※RFIDとは、電波を用いてRFタグのデータを非接触で読み書きするシステム

No.	不感地帯線形	目標精度	磁気マーカ設置間隔	設置個数
①	直線	<±0.12m	12.5m	9
②	直線	<±0.2m	20m	7
③	曲線	<±0.1m	5m	19
④	曲線	<±0.12m	12.5m	9
⑤	曲線	<±0.2m	15m	8

◆みちびき不感地帯対策（INS（車両慣性航法システム）＋磁気マーカ）

i-Snow®
◇除雪機械の高度化推進グループ◇

【目的】INS（車両慣性航行システム）と磁気マーカを組み合わせた、不感地帯における自車位置推定システムの検証と、磁気マーカ設置基準（案）を検討。
【結果】疑似的に不感地帯を作り、検証試験を実施。磁気マーカは検知したが、RFIDの検知率は低い。
【今後】RFIDアンテナの設置方法見直しなどの試験継続により、検知率を向上させ設置基準（案）を策定

場所	試験回数	検知率（　%　（検知個数/設置個数））	
		磁気センサ	RFID
狩勝峠登坂車線	1回目	88(46/52)	17(9/52)
	2回目	98(51/52)	37(19/52)

磁気マーカ（埋設タイプ）



標準タイプ（Φ30×20）

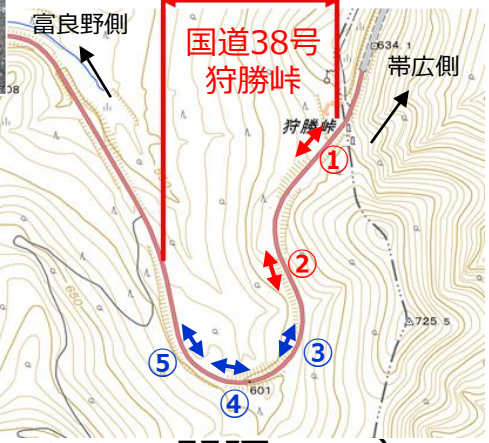


現地の埋設状況



ガイダンス画面

▼試験実施箇所
KP116.7～KP118.2（L側）



①直線区間の結果（＜±0.12m,間隔12.5m）

時間/M：磁気マーカ番号（検出個数）	磁極	横方向偏差	マーカ検知遅れ	RFID番号	RFID検知から磁気マーカ検知までの時間
		（mm）	（秒）	ID	（msec）
[13:49:51.677] M:31	S	153.4	0.02		未検知
[13:49:53.148] M:32	N	147.93	0.02		未検知
[13:49:54.622] M:33	S	222.36	0.02		未検知
[13:49:56.096] M:34	N	172.3	0.02		未検知
[13:49:57.583] M:35	S	111.03	0.02		未検知
[13:49:59.075] M:36	N	53.18	0.02	56	115
[13:50:00.554] M:37	S	132.95	0.02		未検知
[13:50:02.033] M:38	N	82.22	0.02		未検知

○試験は⑤→④→③→②→①の順で実施。
○⑤は6割程度の検知、①は1割程度と検知率が低い

○30km/hで走行した場合、INS補正だけでも100m以下は25cm以下の精度があることを確認

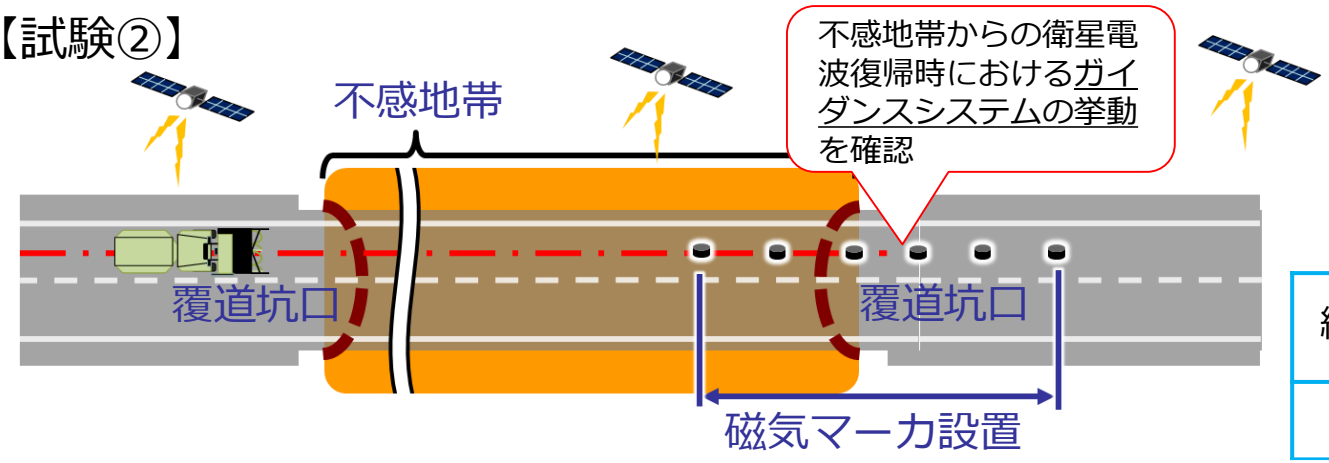
⑤曲線区間の結果（＜±0.2m,間隔15m）

時間/M：磁気マーカ番号（検出個数）	磁極	横方向偏差	マーカ検知遅れ	RFID番号	RFID検知から磁気マーカ検知までの時間
		（mm）	（秒）	ID	（msec）
[13:48:27.973] M:1	S	8.06	0.02	101	105
[13:48:29.526] M:2	N	-56.93	0.02		未検知
[13:48:31.109] M:3	S	-241.12	0.02		未検知
[13:48:32.761] M:4	N	-113.83	0.02	104	112
[13:48:34.477] M:5	S	21.5	0.02	105	114
[13:48:36.245] M:6	N	-26.89	0.02	106	127
[13:48:38.055] M:7	S	39.67	0.02	107	113
[13:48:39.877] M:8	N	231.2	0.02		未検知

◆みちびき不感地帯対策（INS（車両慣性航法システム）＋磁気マーカ）

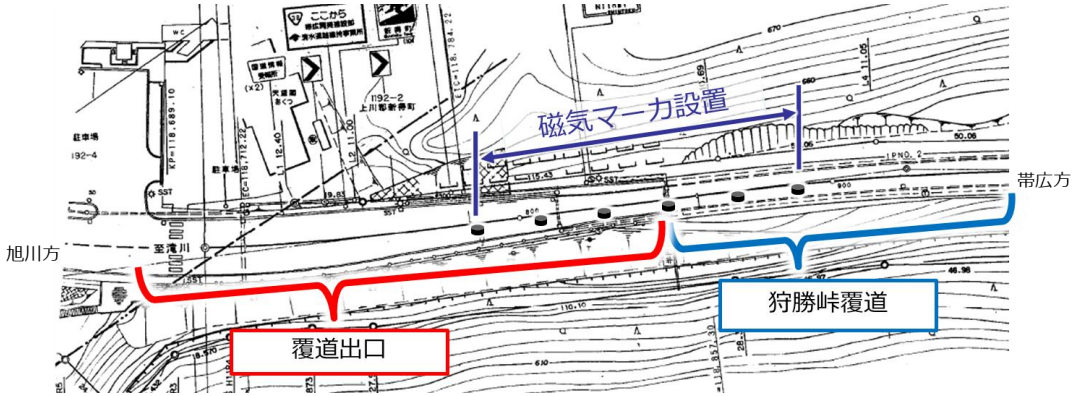
【目的】INS（車両慣性航行システム）と磁気マーカを組み合わせた、不感地帯における自車位置推定システムの検証と、磁気マーカ設置基準（案）を検討。
【結果】磁気マーカによる位置補正が行われる事は確認できたが、ガイダンス画面表示の不具合が発生
【今後】ガイダンス画面表示の不具合を解消するため、確認試験を継続し設置基準（案）を策定

【試験②】



構造物（覆道等）の区間において、不感地帯からの測位復帰時における、**ガイダンスシステムの挙動を確認**

縦断方向精度	磁気マーカ設置間隔（直線・曲線区間）
<±0.12m	12.5m



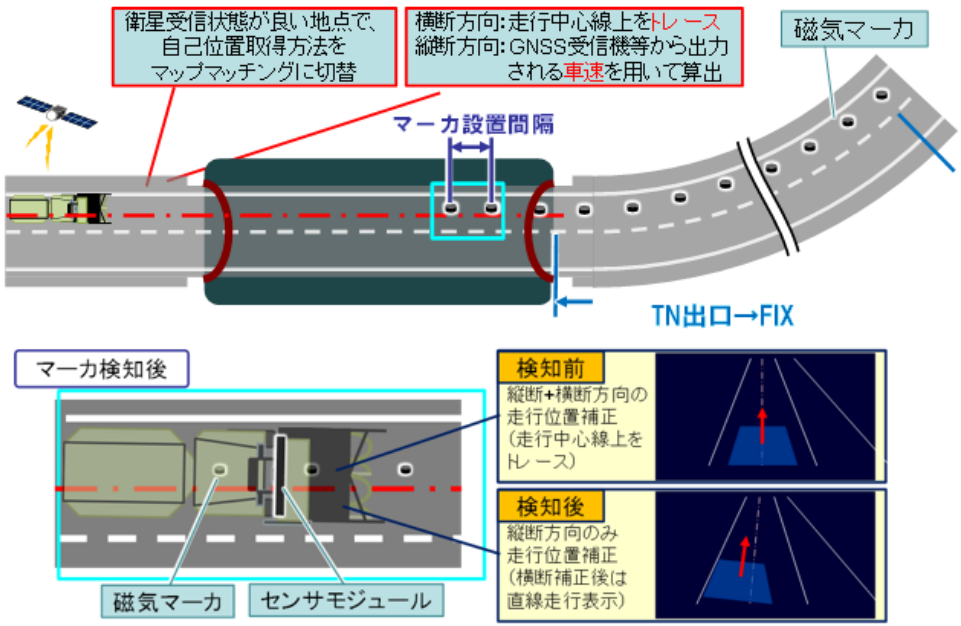
覆道（不感地帯）の出口において、ガイダンスシステムの挙動を確認

【課題】
○磁気マーカーシステムによるマップマッチング補正がシステム画面上で実施されなかった。
→磁気マーカシステムからの出力データを基に位置補正を行う計算は実行されていたが、ガイダンス画面表示へ反映処理が正常に機能していなかった。
○ログデータを用い机上シュミレートした結果、正常に位置補正が行われる事を確認した。

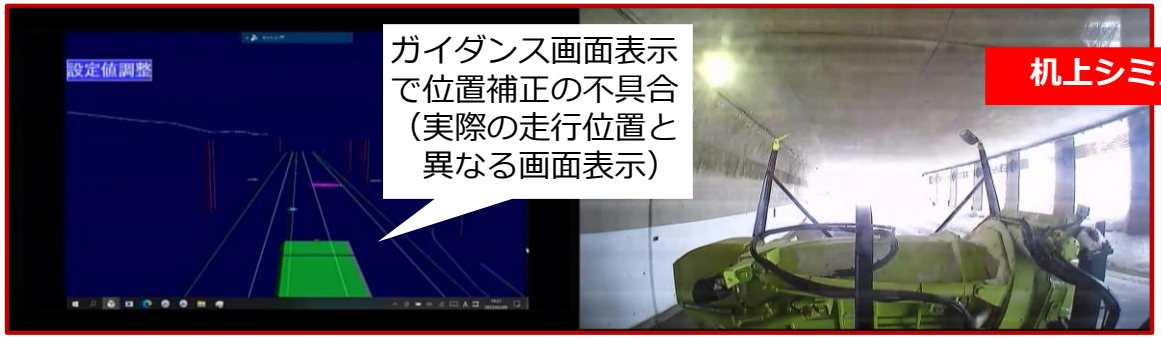
⇒マップマッチング補正を現車で正常にできるか要確認

◆みちびき不感地帯対策（INS（車両慣性航法システム）＋磁気マーカ）

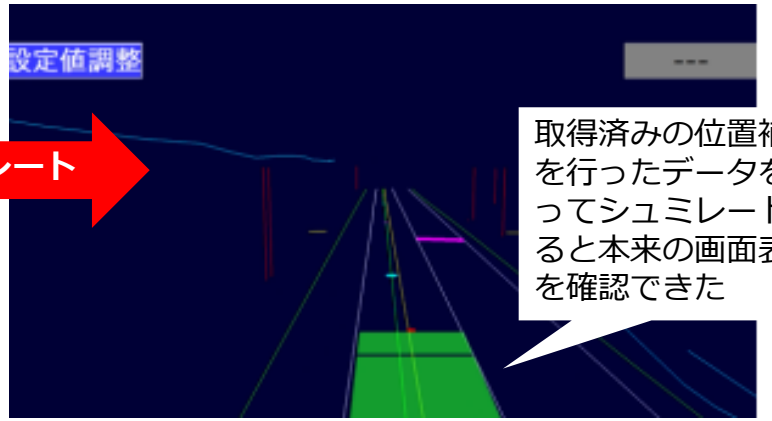
【目的】INS（車両慣性航行システム）と磁気マーカを組み合わせた、不感地帯における自車位置推定システムの検証と、磁気マーカ設置基準（案）を検討。
【結果】磁気マーカによる位置補正が行われる事は確認できたが、ガイダンス画面表示の不具合が発生
【今後】ガイダンス画面表示の不具合を解消するため、確認試験を継続し設置基準（案）を策定



【マップマッチング方式の採用】
○マップマッチングとは、地図データ に設定された走行中心線上を走行していると仮定して横断方向を束縛し、縦断方向はINSで位置を推定する方式である。
○トンネルなど衛星不感地帯が長く続く場合には、磁気マーカシステムとIMU の併用による測位を行う必要がある。
⇒横断方向の位置がわかるトンネル・覆道限定の対策



不具合画面の状況



ログデータを用いた机上シュミレート

◆安全対策機能の検討（周辺探知技術）

【目的】後方安全装置機能として、3D カメラと AI 物体認証機能を有したシステムの導入に向けた実証実験を行う。
【結果】日本国内の最低気温（-40℃）でも動作可能なシステムであり、設置高さを調整することでAIにより様々な姿勢の作業員を検知、除雪現場で活用できることを確認した。
【今後】試験結果より設置高さ、角度を決定し導入に向けた安全対策機器として仕様を作成する。

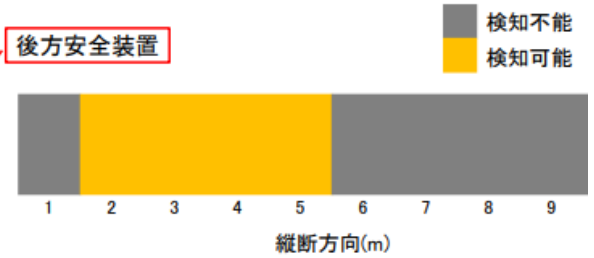


機器のイメージ

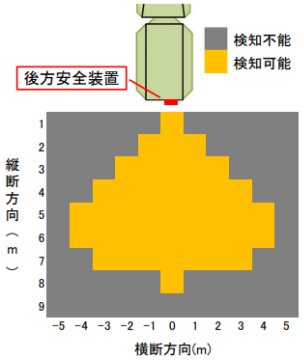
検知技術	物体検知+警告機能
識別	障害物、人（AI）
後付可否	建設機械全般可
動作温度	-40℃から70℃
入手性	1 週間程度



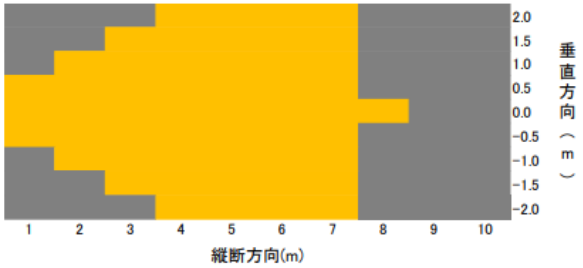




試験の状況（設置高1.3m、しゃがみ姿勢）







試験結果

設置高		姿勢	検知範囲（結果）
1.3m	しゃがみ姿勢における人間の頭部の高さ	起立	装置からの離隔が0.4～6 mの範囲
		しゃがみ	装置からの離隔が0.4～6 mの範囲
		寝転び	装置からの離隔が２～５mの範囲
1.6m	起立姿勢における人間の頭部の高さ	起立	公称範囲を満足
		しゃがみ	装置からの離隔が0.4～４mの範囲
		寝転び	装置からの離隔が２～5mの範囲
2.2m	車両走行による着雪の影響を受けにくいと考えられる高さ	起立	装置からの離隔が２～８mの範囲
		しゃがみ	装置からの離隔が１～５mの範囲

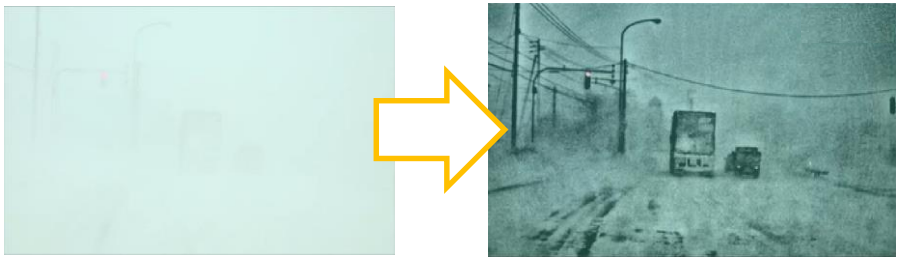
【狩勝峠の試験結果】
◆「起立姿勢」は積雪環境下でも公称検知範囲を満足
◆「しゃがみ」「寝転び」姿勢を検知するには設置高さを低くすると計測範囲が広がる
◆設置高さを高くすると検知範囲は広がるが、装置直下の死角が発生→現場ニーズに合わせた設置角度の調整が必要

◆映像鮮明化装置の配備拡大

吹雪時の映像鮮明化技術

○ 除雪作業における視界不良時（吹雪等）の映像鮮明化技術を活用した運転支援技術について、令和3年度から全道で配備を開始。（令和4年度末で119台配備済み）

① 映像鮮明化
令和3年度 全道10台 ⇒ 令和4年度 全道53台（配備拡大）



元映像　　鮮明化処理

② 映像鮮明化（AI活用）
令和3年度 全道9台試行 ⇒ 令和4年度 全道66台（実働配備）



人の検知



車両の検知





接近時の警告

拡大

除雪トラック搭載状況



【効果】

・鮮明化装置を通して見やすくなったもの
　車両、標識・信号・矢羽根、周囲の景色、建物、道路等

・映像鮮明化装置を利用することによる効果
　精神負荷減少、走行速度確保、その他（立往生車両の発見等）

・AI活用による車両等の検知・警告の効果
　障害の早期検知、警告が有効

【注意点】

・周りに障害物がなくホワイトアウト発生時は効果なし
　→コントラストの差が無い場合は真っ白

【要望】

・バックカメラの映像を鮮明化できると安全性向上
・車両接近時など警告音が出ると運転手の判断が早くより効果的

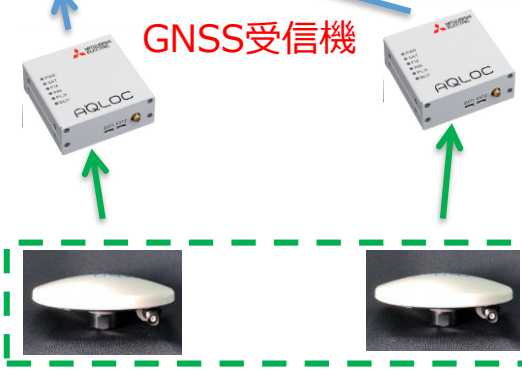
◆ガイダンスシステムの単独活用検討

【目的】除雪機械の運転支援技術として、投雪自動制御区間以外でのガイダンスシステム活用を検討
熟練者以外のオペレータに対して、道路線形や道路附属物をガイダンスシステムにより伝えることで、除雪作業への負担軽減に繋がるか検証を行う。
【結果】網走開発建設部（斜里工区）で試行を実施し、除雪作業の負担が軽減され一定の効果を確認。
【今後】「みちびき」の受信状況によるガイダンス画面表示の不具合を解消するため、確認試験を継続。

制御ＰＣ（ガイダンスシステム）



3D地図情報
道路附属物情報
自車位置

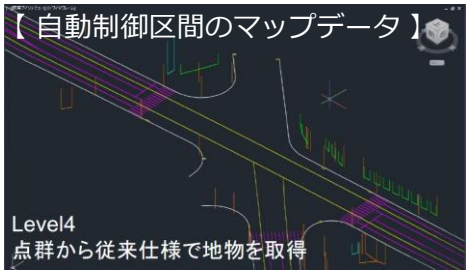


GNSSアンテナ

・ガイダンス装置とGNSS受信機のみ
・車体側に改造を行う必要が無い

ガイダンス用３Ｄマップ（簡易版）の活用

○ 地図情報を「道路形状、幅員、附属物の位置」のみとして簡素化
○ 熟練オペレータの除雪作業時の注意箇所を反映（情報の追加は適宜対応が可能）
○ 簡素化された地図情報においても、センチメートル級の自車位置特定が可能



・附属物の高さ情報を含めた高精度マップ



・附属物の高さ情報なし【簡素化】

○ 冬期間は路肩への堆雪により、道路附属物や走行位置（縁石端部）が目視不可
⇒ ガイダンスシステムによる作業補助を実施し、市街地での適用性を検証





＜オペレータの声＞

○ホワイトアウト等の視界不良時の使用では、**作業負担が軽減され作業効率が向上**した。
○「みちびき」受信状況がよくない箇所では、**ガイダンス画面表示と位置情報の不具合**が発生

◆凍結防止剤散布作業支援システム（AIS3）

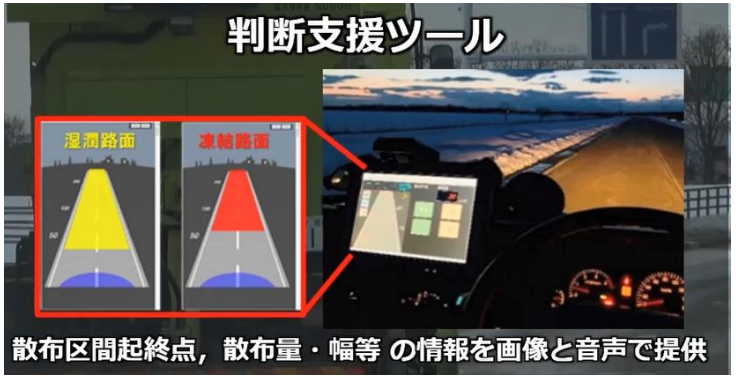
○ 令和３年度から開始した凍結防止剤散布作業自動化の試行について、
令和４年度は**函館・稚内**へ**追加配備**を行い、全道（合計10台）で試行を実施。

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







各種散布条件（区間、散布量、散布幅など）をWEBサーバに作成

車載モニターに散布区間の手前から散布条件等を表示・警告音で通知し、設定位置で自動散布を開始

凍結防止剤散布車（車内）





設定した散布条件のほか、任意での自動散布も可能（音声・手動の切替が可能）

◆凍結防止剤散布作業支援システム（AIS3：R4試行結果）

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

令和４年度　試行内容

○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、**函館**、小樽、旭川、室蘭、釧路、帯広、網走、留萌、**稚内**の**10**開発建設部で各１台）

（検証内容）

①散布精度の向上 ⇒ これまでの約10mの散布精度から約1mを目指す

②システム稼働率の調査 ⇒ 稼働率を向上させるための方法の探究

③μに応じた自動散布 ⇒ 凍結防止剤散布支援システムに路面すべり摩擦係数推定システムを組合せる

1．散布精度の検証

CERI 寒地土木研究所 寒地交通チーム

（1）前年度（令和3年度）の検証結果

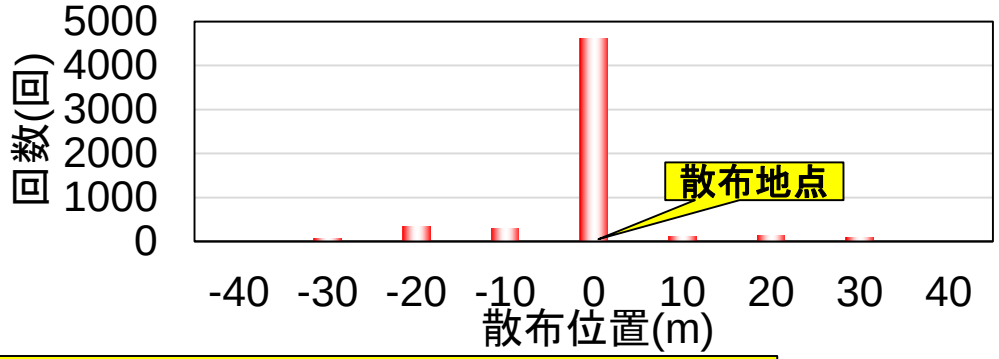
検証方法

・期間：令和4年2月14日～4月1日（**47日間**）、**60回の散布イベント**

・検証箇所：旭川道路事務所管内；国道40号 KP0～8.5、国道12号 KP142.52～144.68

・検証方法：**94箇所×60回(5640ﾃﾞｰﾀ)**の散布精度を助手席のオペレータが目視(10m)で判定

検証結果

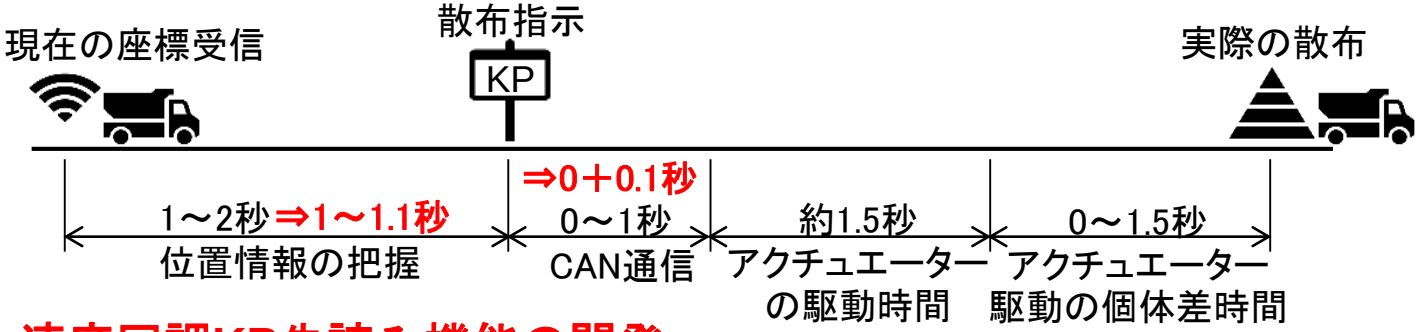


✓ 散布精度は**事前に設定した散布位置と概ね(82%)一致**(散布位置0m)

（2）速度同調KP先読み機能の開発

散布位置が完全に一致しない原因

✓ GNSS情報を取得しKP変換して位置把握するまで、1～2秒の遅延が発生
✓ 自動散布制御装置から散布車にCAN通信するまで、0～1秒の遅延が発生
✓ 散布車がアクチェーターを制御して散布動作させるまで約1.5秒の遅延が発生
✓ アクチェーターの散布動作には個体差があり、0～1.5秒の遅延が発生



速度同調KP先読み機能の開発

・GNSS情報取得周期を1Hzから10Hzと高めた
・散布車とのCAN通信を1secから100msecに高めた

✓ 総遅延時間（位置情報の把握･CAN通信･アクチュエーターの駆動時間･アクチュエーター駆動の個体差時間）から車速に応じて遅延距離を算出して前方KPの散布条件を先読みする機能を開発

1．散布精度の検証

（3）調整期間中の検証

CERI 寒地土木研究所
寒地交通チーム

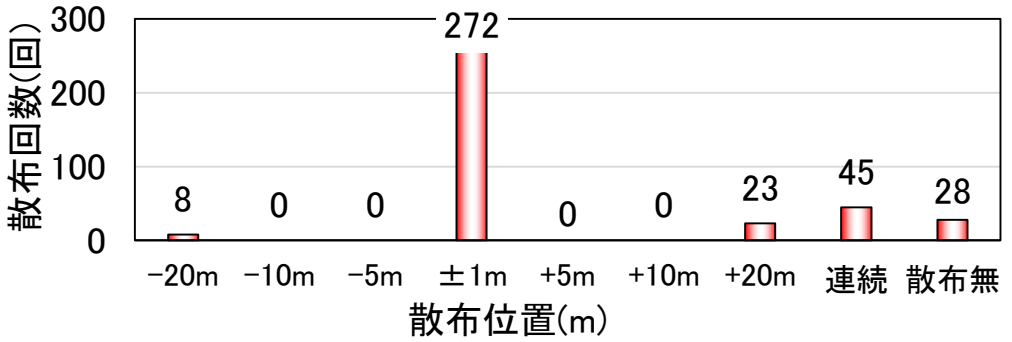
検証方法

・期間：令和4年12月22日～24日（**3日間**）、**4回の散布**

・検証箇所：旭川道路事務所管内；国道40号
KP0～8.5、国道12号 KP142.52～144.68

・検証方法：**94箇所×4回(376ﾃﾞｰﾀ)**の散布精度を助手席のオペレータが目視で判定

検証結果



✓ 272回（72%）は±1m以内で散布、20m手前で散布したのが8回、20m過ぎて散布したのが23回、連続で散布されたのが45回、散布無が28回

（4）調整後の検証

検証方法

・期間：令和4年12月26日～令和5年3月3日（**68日間**）**117回の散布**

・検証箇所：旭川道路事務所管内；国道40号
KP0～8.5、国道12号 KP142.52～144.68

・検証方法：**94箇所×117回(10,988ﾃﾞｰﾀ)**の散布精度を助手席のオペレータが目視で判定

検証結果

✓ 速度同調KP先読み機能の散布精度は、全10,988回の散布イベントの中で10,988回（100%）**全て±1m以内で散布**できた

2．システムの稼働率

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

検証方法

期間内の凍結防止剤散布作業の出動回数と自動散布回数からAIS3の稼働率を算出

検証結果

道路事務所	期間	出動日数	出動回数	自動散布回数	稼働率	備考
札幌道路	R4年12月26日～R5年2月23日	58	104	21	20%	散布車円盤の故障により、度々自動散布が中断
函館道路	R5年1月27日～2月23日	8	14	6	43%	今冬期、初導入
小樽道路	R5年1月4日～1月22日	72	166	9	5%	防滑材散布では散布車の容量不足のため目視で散布判断
旭川道路	R4年12月22日～R5年3月19日	97	180	137	76%	乾燥路面の多いときに手動
苫小牧道路	R4年12月26日～R5年3月27日	51	71	34	48%	乾燥路面の多いときに手動
釧路道路	R4年12月26日～R5年2月20日	2	2	1	50%	散布回数が少ない
足寄道路	R5年1月14日～3月13日	18	18	2	11%	散布回数が少ない
網走道路	R5年1月22日～2月14日	3	4	1	25%	メインの散布では無いため稼働率が低い
留萌開発	R5年1月13日～1月17日	—	—	—	—	車両からの車速情報が得られず不具合、事故のため修復不可
稚内道路	R5年2月21日～3月1日	4	4	1	25%	今冬期、初導入
全事務所	—	313	563	212	38%	

✓ 全体稼働率は38%、出動回数最多の旭川では76%、苫小牧で48%の稼働率
重点散布区間でも乾燥では散布しないため路面を自動判別した散布が必要

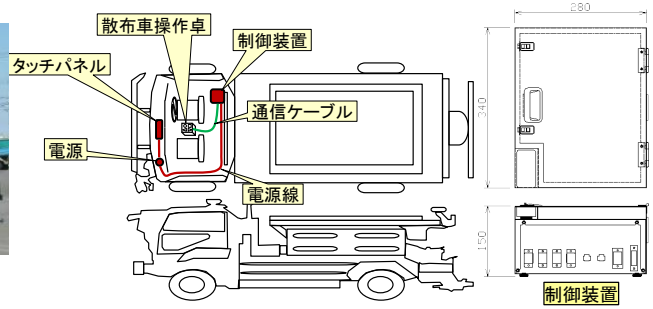
3．μに応じた自動散布
（1）μに応じた自動散布の方法

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

AIS3に**AI路面すべり摩擦係数推定システム**を組合せ、μに応じて自動散布するシステムを構築

凍結防止剤散布支援システム


凍結防止剤散布車



1.指示支援ツール



重点散布区間		アイスバーン	
散布区間 KP	事由	散布量 g/m²	幅 m
1.7～2.0	合流部	15	2
2.8～4.0	信号	15	2
5.5～6.0	トンネル	30	2
7.0～7.4	橋梁	20	2

散布パターンをcsvや地図にマッピングして作成

2.判断支援ツール



・200m手前:ビ … …,
・50m手前:ビ, ビ, ビ
・0m 手前:ビ (連続音)

散布必要区間200m手前から画像や音声によって散布作業を促す

3.操作支援ツール

・事前に設定した散布パターンをワンタッチするだけで自動散布が可能
・音声での散布や停止、画面にタッチしての散布や停止が可能

✓ 凍結防止剤散布作業の操作をシステム化し自動散布の実現により凍結防止剤散布車のワンマンオペレータ化が可能

AI路面すべり摩擦係数推定システム
～ 車載カメラで撮影された映像から路面のμ（すべり摩擦係数）を推定 ～

1. データ収集



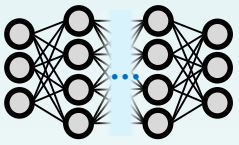
連続路面すべり抵抗計測装置によって路面のすべり摩擦係数を計測

路面のすべり摩擦係数と路面画像を紐付けたデータを大量に取得



ビデオカメラやドライブレコーダー等による路面画像の収集

2. 学習



AIの深層学習によって大量のデータを学習させ，すべり摩擦係数の分類について,分け方を自動的に習得させる

3. 映像から路面のμ推定



車載カメラで路面の映像を撮影

AI学習済みモデルでリアルタイム処理

μ(すべり摩擦係数)を推定

✓ 低コスト・リアルタイムかつ広域に路面雪氷状態の推定が可能

3．μに応じた自動散布

（2）AI路面すべり摩擦係数推定システムの精度検証方法

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

✓取得したデータから深層学習モデルを作成

学習用データの収集日時・区間	**2020年7月～2023年3月** 札幌・苫小牧近郊の一般国道・市道、首都高
学習用データ数	日中：約751万枚、夜間：約743万枚

以上のデータセットのうち、路面すべり摩擦係数実測値が0以上0.1未満、0.1以上0.2未満、…、0.9以上1.0未満のデータを各30万個無作為に抽出し、**合計300万個のデータを用いてすべり推定AIの訓練を実施**



非接触式路面雪氷計測装置

非接触式路面雪氷計測装置のすべり摩擦係数の推定誤差の標準偏差は**0.15程度**

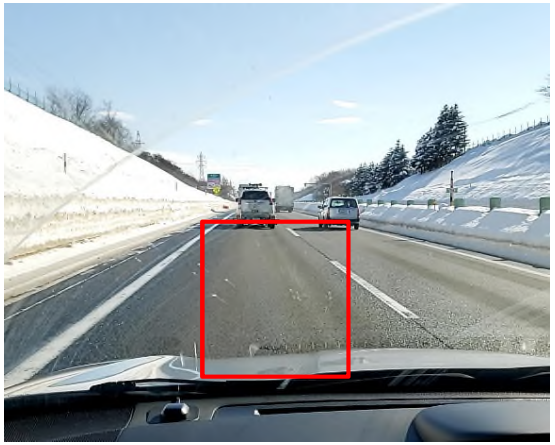
✓RT3のすべり摩擦係数を正として，路面すべり摩擦係数推定システムのすべり摩擦係数について推定誤差の標準偏差を求め精度を検証



すべり摩擦係数推定値=0.156
(すべりやすい圧雪路面相当)



すべり摩擦係数推定値=0.581
(非積雪路面相当)



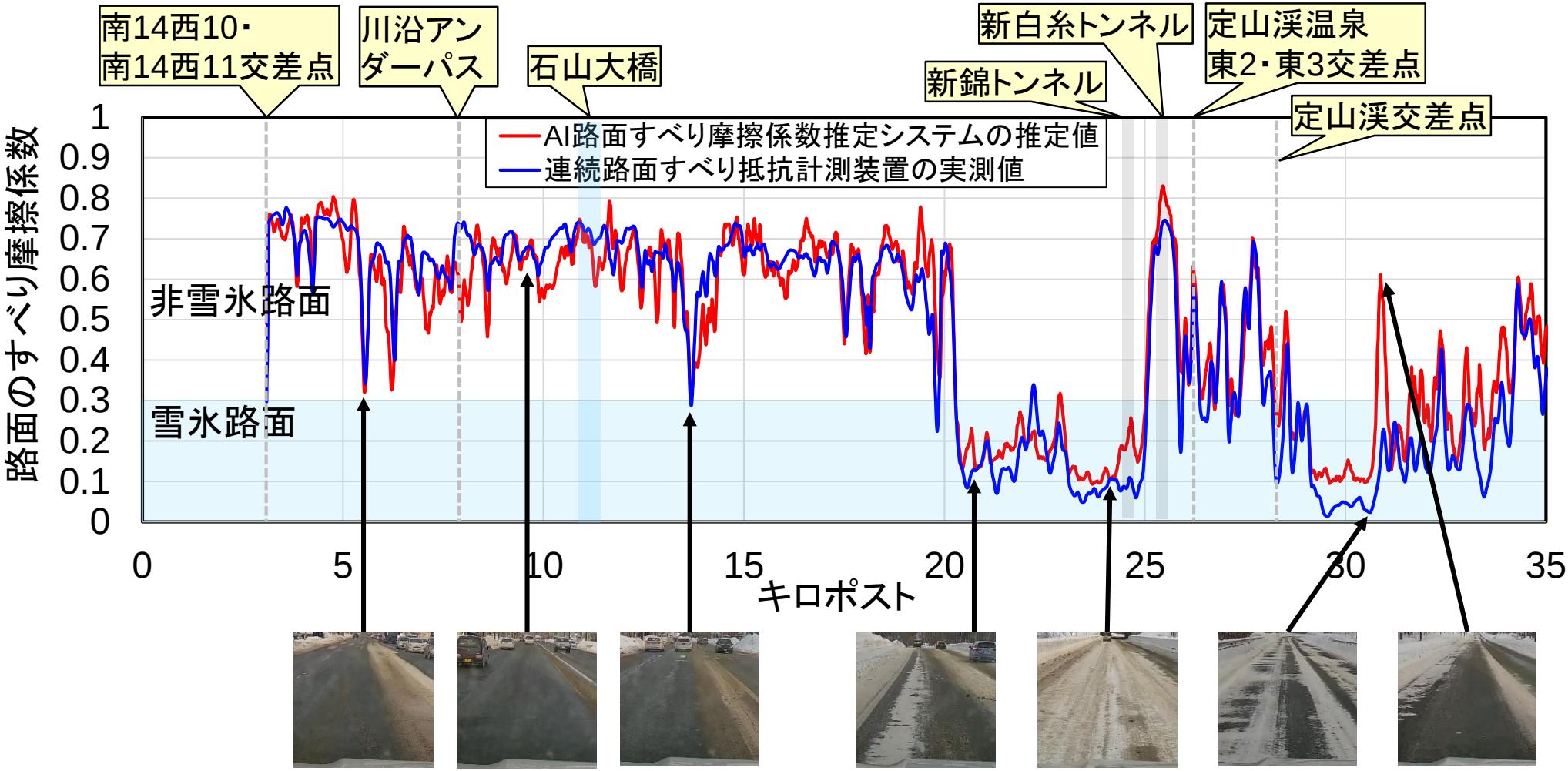
すべり摩擦係数推定値=0.592
(非積雪路面相当)

3．μに応じた自動散布

（3）AI路面すべり摩擦係数推定システムの精度検証結果

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

✓2023年1月下旬 日中のすべり摩擦係数実測および推定値（R230 KP3～35の路面：圧雪・凍結・湿潤・乾燥）

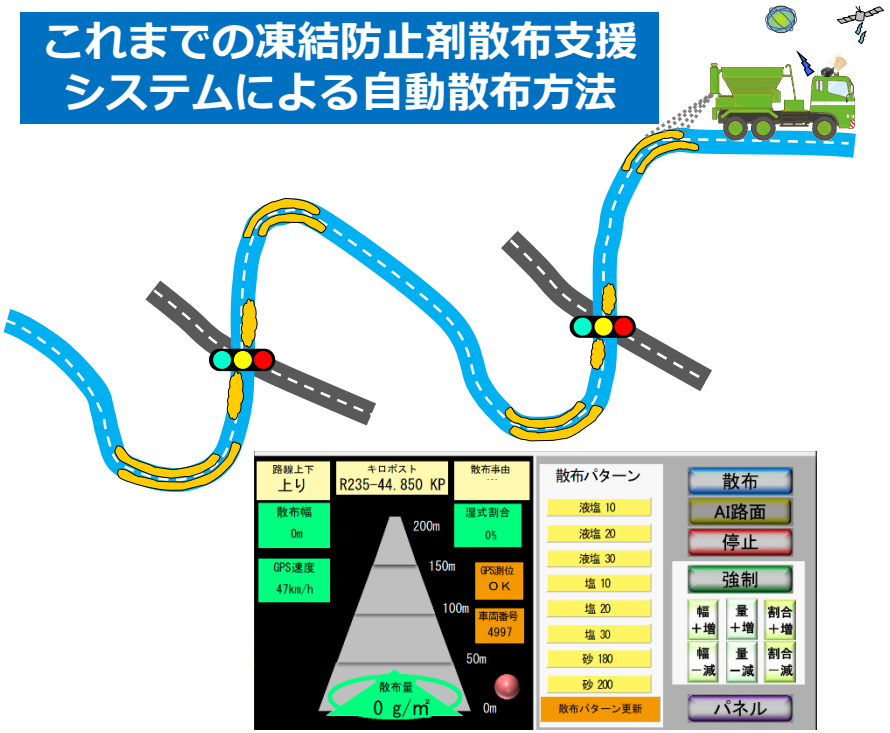


✓すべり摩擦係数について推定誤差の標準偏差(検証結果)：**0.081**

3．μに応じた自動散布
（4）μに応じた自動散布の構築

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

これまでの凍結防止剤散布支援システムによる自動散布方法



- ✓ カーブ・交差点・トンネル・橋梁・わだち・日陰・勾配の箇所を重点散布区間として設定。
- ✓ 予め設定した散布区間に対し、日々の路面状況に応じて、自動散布の要否を判断し、音声・手動による動作変更が必要

車載カメラ映像から路面のμ推定技術を組合せた凍結防止剤散布支援システムによる自動散布方法



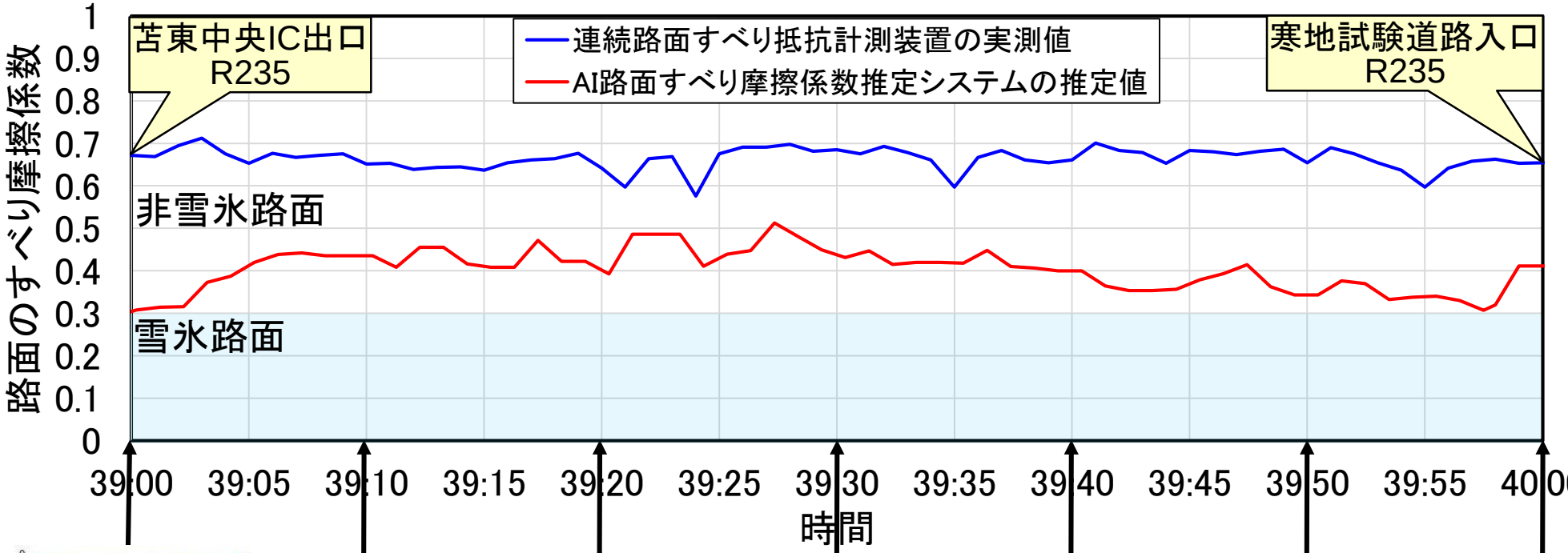
- ✓ 車載カメラ映像から路面のμ推定して、乾燥路面のみを散布しない機能を構築

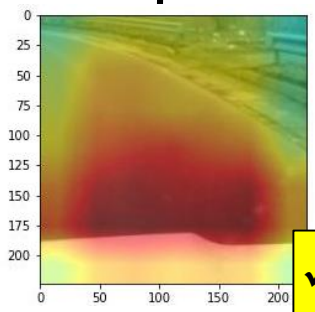
※重点散布区間であってもμ=0.5以上は散布しない設定
⇒ μに応じて自動散布するシステムを構築した

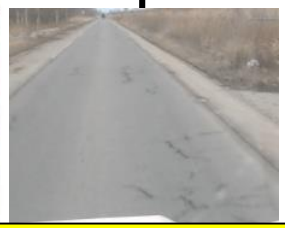
3．μに応じた自動散布
（5）μに応じた自動散布の精度検証結果

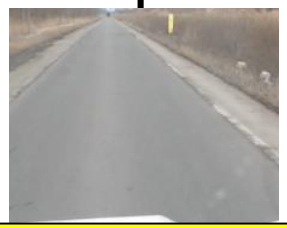
CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

✓2023年3月9日 日中のすべり摩擦係数実測および推定値（R235 苫東中央IC～寒地試験道路の路面：乾燥）

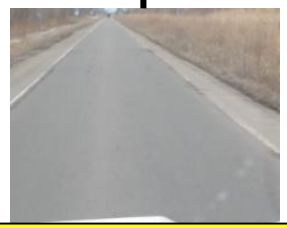


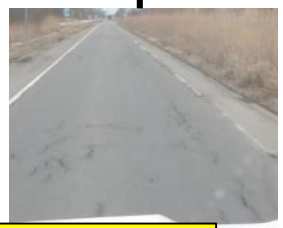














✓AI路面の推定値は連続路面すべり抵抗計測装置の実測値よりも路面のすべり摩擦係数の値が小さく算出された ⇒ **試行を断念**

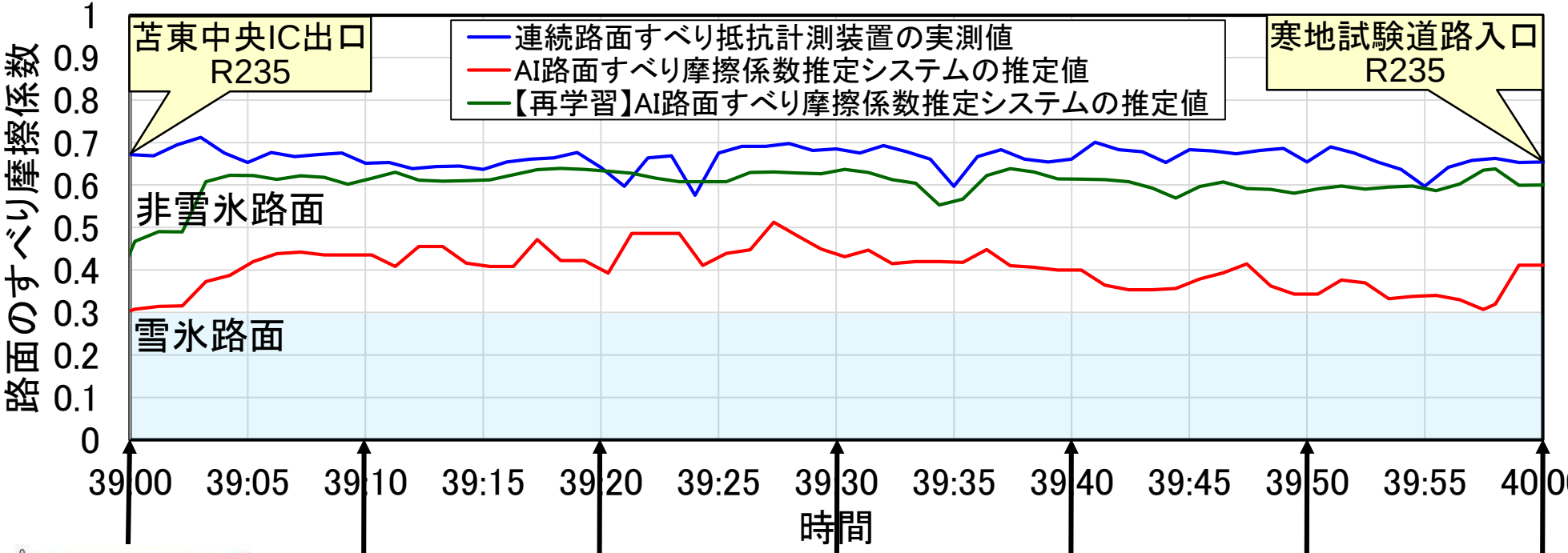
✓精度が悪い理由 ⇒ **路面が白っぽい、白線が消えている**等

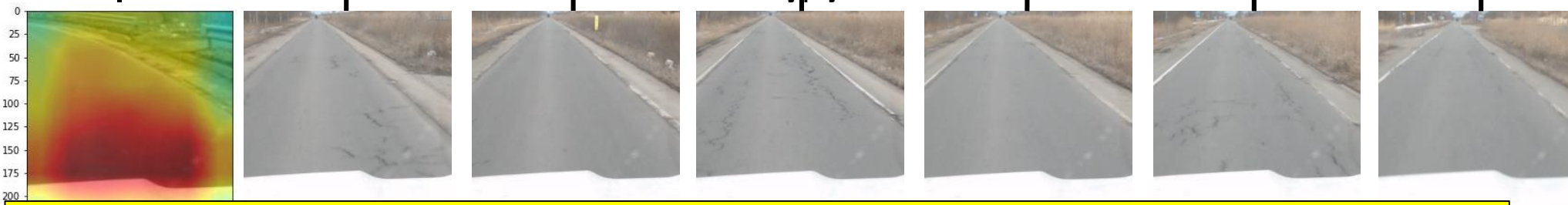
3．μに応じた自動散布

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

（6）【白っぽい乾燥路面を追加して再学習】μに応じた自動散布の精度検証結果

✓2023年3月9日 日中のすべり摩擦係数実測および推定値（R235 苫東中央IC～寒地試験道路の路面：乾燥）





✓苫東中央IC出口付近のカーブのAI路面推定値は連続路面すべり抵抗計測装置の実測値よりも路面のすべり摩擦係数の値が小さいが、それ以外は**実測値に近づけることが出来た**

◆自動操作対象機械拡大の検討

【目的】対象機種拡大に向け北陸地方整備局が開発した除雪トラックの自動化技術の適用を検討
【結果】北陸地整の自動化技術をベースに、北海道オリジナルのプラウ装置、グレーダ装置の機構（スライド、折り畳み）,サイドウイング、マックレー等について、自動化設計が必要
【今後】高規格道路など通行止め除雪が可能な実現場に導入し、新規自動化機構の動作確認を行う。

＜ 除雪トラック自動化を予定している機能 ＞

自動化する装置	機能	北陸地整の成果活用	開発局独自設計
プラウ	昇降	○	
	アングリング	○	
	高規格用　スライド・折り畳み		◎
グレーダ	昇降	○	
	アングリング		◎
	切削角変更		◎
	高規格用　スライド・折り畳み		◎
シャッタ	昇降（開閉）	○	
サイドウイング	昇降、推進角、チルト	―	将来実施
マックレー	昇降、推進角、チルト		
サイドウイングマックレー	昇降、推進角、チルト		



高規格用の例（Iスラ、Gスラ）



高規格用の例（Iスラ、G折）

資料　A

２．令和５年度の取組（予定）

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）

◆令和5年度の取組（予定）

（1）実働配備（継続）
・ロータリ除雪車の実働配備

（2）シュート投雪自動制御改良（最終）

（3）準天頂衛星信号 不感地帯対策（継続）

（4）安全対策機能の検討（継続）

（5）映像鮮明化装置（継続）

（6）ガイダンスシステムの単独活用検討（継続）

（7）凍結防止剤散布作業支援システム（継続）

（8）自動操作対象機械の拡大検討（継続）
・他地整開発技術の適用検討、仕様作成



ロータリ除雪車（除雪装置自動制御付）



除雪トラック（除雪装置自動制御付）※イメージ

（1）実働配備（追加）
令和５年度にロータリ除雪車（除雪装置自動制御付）を実働配備

（2）シュート投雪自動制御改良（最終）
① 車両停車時の挙動を踏まえた自動制御システムへの改良
②ブロワ走行制御機能追加検証　③ 低速時の雪堤高さ検知制御の精度検証

（3）みちびき不感地帯対策【重要課題】
①除雪作業の自動化に向けた磁気マーカの適切な設置間隔・位置などの設置基準（案）を整理（曲線部の追加検証）
②携帯電話網等を利用した車両単独の不感地帯対策と実証試験（普及促進のため磁気マーカと使い分け）

（4）安全対策機能の検討　小形除雪車など単独除雪時の前方安全機能の検証

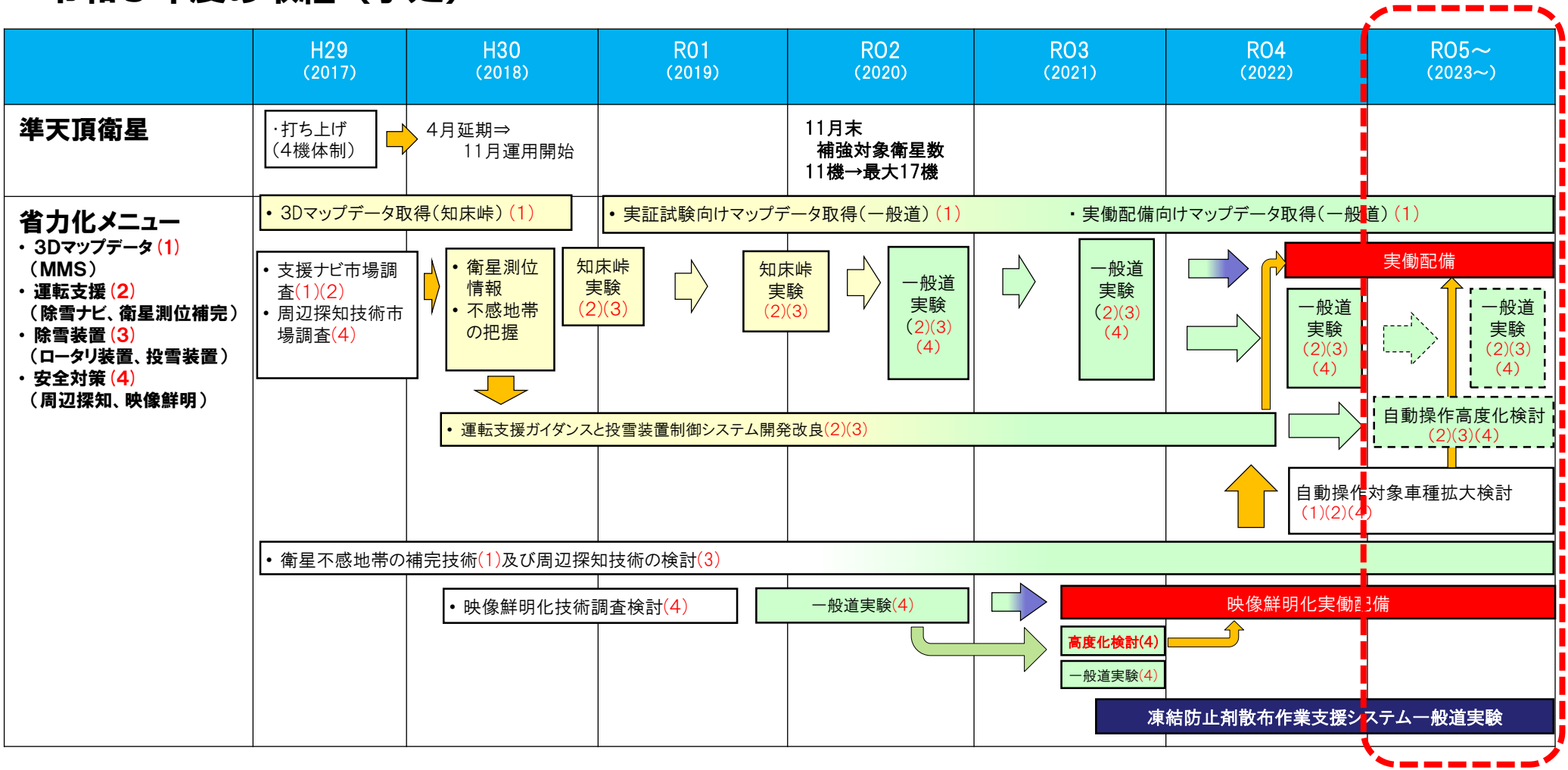
（5）映像鮮明化装置　実働配備の拡大（Ｒ５年度全道 約100台予定）

（6）ガイダンスシステムの単独活用検討
投雪自動制御区間以外でのガイダンスシステム活用を検討

（7）凍結防止剤散布作業支援システム
実装試行を継続

（8）自動操作対象機械拡大の検討
除雪トラック、小形除雪車の除雪装置自動制御にむけて、北陸地方整備局が開発した自動化技術の適用を検討、仕様の作成

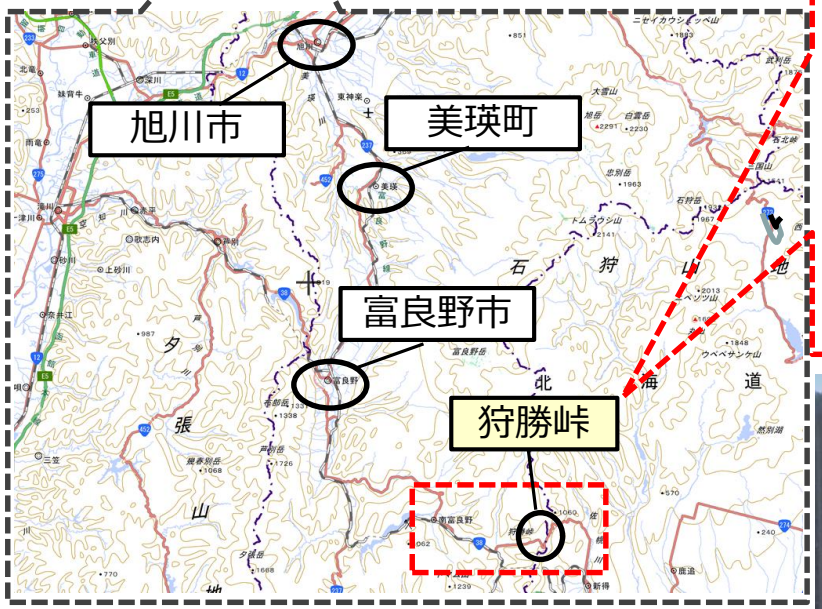
～令和５年度の取組（予定）～


H29 (2017)
H30 (2018)
R01 (2019)
R02 (2020)
R03 (2021)
R04 (2022)
R05～ (2023～)
準天頂衛星
・打ち上げ（4機体制）
4月延期⇒ 11月運用開始
11月末 補強対象衛星数 11機→最大17機
省力化メニュー
• 3Dマップデータ (1)（MMS）
• 運転支援 (2)（除雪ナビ、衛星測位補完）
• 除雪装置 (3)（ロータリ装置、投雪装置）
• 安全対策 (4)（周辺探知、映像鮮明）
• 3Dマップデータ取得(知床峠) (1)
• 実証試験向けマップデータ取得(一般道) (1)
・実働配備向けマップデータ取得(一般道) (1)
• 支援ナビ市場調査(1)(2)
• 周辺探知技術市場調査(4)
• 衛星測位情報
• 不感地帯の把握
知床峠実験 (2)(3)
知床峠実験 (2)(3)
一般道実験 (2)(3) (4)
一般道実験 (2)(3) (4)
実働配備
一般道実験 (2)(3) (4)
一般道実験 (2)(3) (4)
• 運転支援ガイダンスと投雪装置制御システム開発改良(2)(3)
自動操作高度化検討 (2)(3)(4)
自動操作対象車種拡大検討 (1)(2)(4)
• 衛星不感地帯の補完技術(1)及び周辺探知技術の検討(3)
• 映像鮮明化技術調査検討(4)
一般道実験(4)
映像鮮明化実働配備
高度化検討(4)
一般道実験(4)
凍結防止剤散布作業支援システム一般道実験

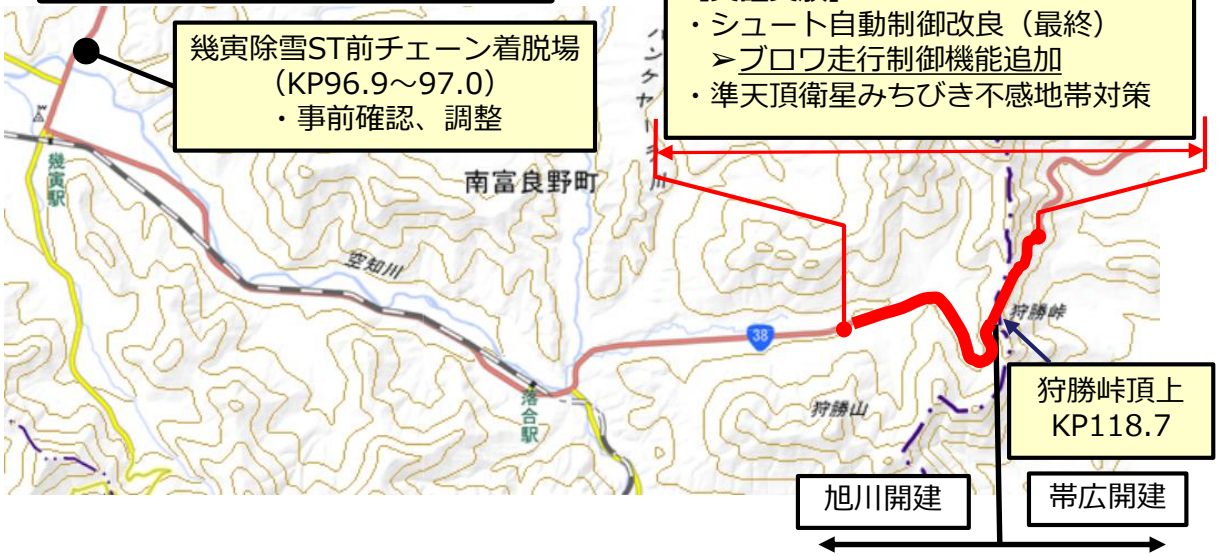
◆令和5年度 実験場所：国道38号狩勝峠

○ 実験内容：シュート投雪自動制御改良（ブロワ走行制御機能追加検証）、みちびき不感地帯対策





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







除雪作業の条件
- **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**

実施時期：令和６年１月～（予定）

◆実働配備の状況

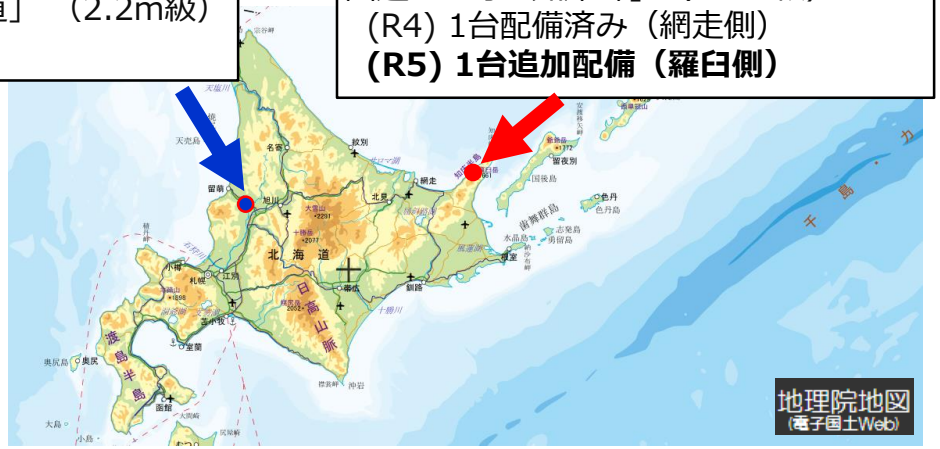
国道233号「深川留萌自動車道」と国道334号「知床峠」に追加配備（合計3台）

国道233号「深川留萌自動車道」　（2.2m級）
（R5）1台配備（札幌側）



峠部以外に配置する「2.2m級」のICT化を開始

国道334号「知床峠」（2.6m級）
（R4）1台配備済み（網走側）
（R5）1台追加配備（羅臼側）



今冬から、国道２３３号「深川留萌自動車道」（高規格道路）で自動投雪作業を開始



※Ｒ４深川留萌自動車道での除雪状況

『除雪装置自動制御付』ロータリ除雪車（2.2m級）

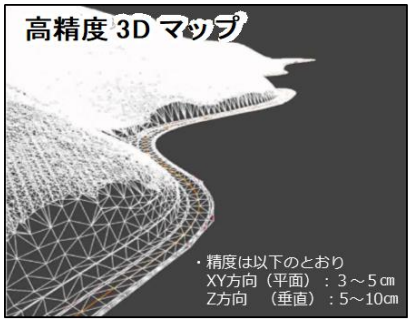
機械名	ロータリ除雪車	規格	2.2 m、ICT
全長	7.95 m	全幅	2.2 m
車両総重量	13.96 t	乗車定員	2 名
走行速度	0～49 km/h	エンジン出力	270 kw(367 PS)
最大除雪量	2,900 t/h	最大投雪距離	46 m
GNSS受信機	2 台	3D-LiDAR	2 台
車載コントローラ	1 台	ガイダンス装置	1 台

◆実働配備の状況

i-Snow®

◇除雪機械の高度化推進グループ◇

準天頂衛星「みちびき」と「高精度３Ｄマップデータ」を活用した運転支援ガイダンスと投雪作業の自動化を合わせたシステムにより、**ワンマンオペレータによる除雪作業**を実現。
また、除雪作業中の安全対策として後方探知技術（ミリ波レーダ）を導入。



準天頂衛星
「みちびき」

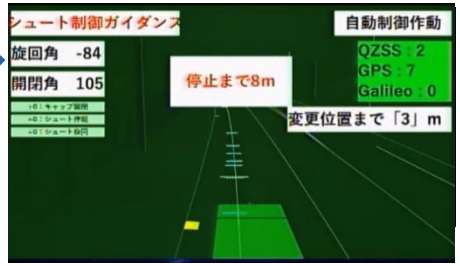
センチメータ級
高精度位置情報
（L6信号）



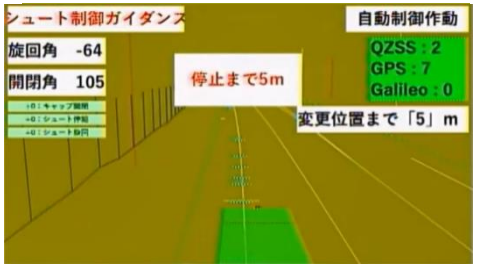


みちびき対応
アンテナ

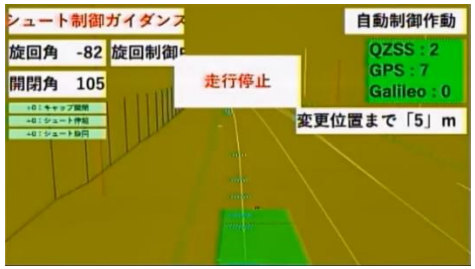
モニタ画面の変化



・投雪操作自動制御での除雪
・投雪方向の変更位置までの距離を画面に表示



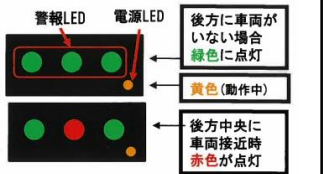
・投雪方向の変更位置が近づくと、画面色が変更

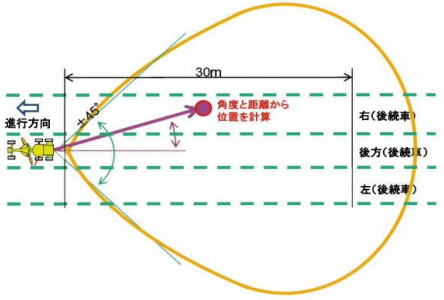


・投雪方向の変更位置で停止を表示、**<u>自動で投雪方向を変更</u>**

ミリ波レーダによる車両検知







約30m以内の後方から接近する車両等を検知し警報を発報。



ブロワ装置の自動制御（左右）







シュート装置の自動制御（左右・前方）

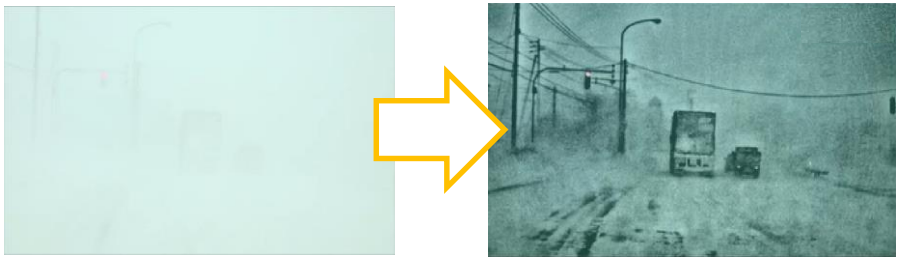


◆実働配備の状況

吹雪時の映像鮮明化技術

○ 除雪作業における視界不良時（吹雪等）の映像鮮明化技術を活用した運転支援技術について、令和3年度から全道で配備を開始。（令和4年度末で119台配備済み）
○ 現場ニーズ及び技術の有効性から、令和５年度は**全道で約100台の追加配備【拡大】**

① 映像鮮明化



元映像　　鮮明化処理

② 映像鮮明化（AI活用）



人の検知



車両の検知





接近時の警告



除雪トラック搭載状況

【 効 果 】
・鮮明化装置を通して見やすくなったもの
　車両、標識・信号・矢羽根、周囲の景色、建物、道路等
・映像鮮明化装置を利用することによる効果
　精神負荷減少、走行速度確保、その他（立往生車両の発見等）
・AI活用による車両等の検知・警告の効果
　障害の早期検知、警告が有効

【注意点】
・周りに障害物がない箇所でのホワイトアウト発生時は効果がない
　→コントラストの差が無い場合は鮮明化しない

【 要 望 】
・バックカメラの映像を鮮明化できると安全性が向上する
・車両接近時など警告音が鳴ると運転手の判断が早くより効果的

資料　A

3．その他 除雪作業効率化の取組

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）

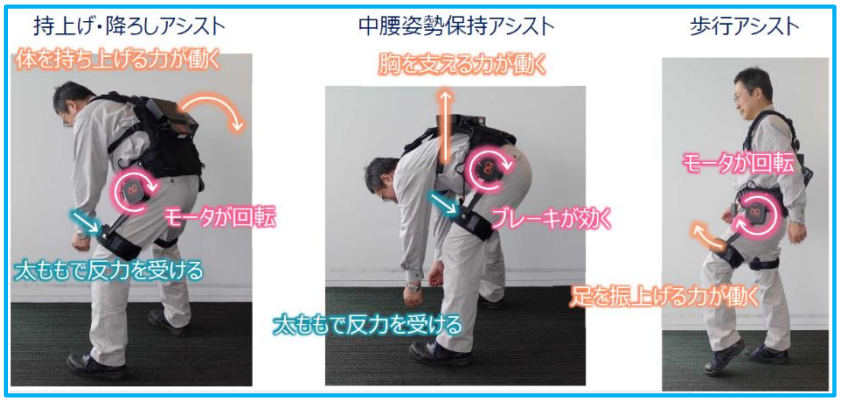
◆パワーアシストスーツ（PAS）

【目的】公募に応募されたパワーアシストスーツ（パッシブタイプ２社、アクティブタイプ１社）により、除雪作業における作業負担軽減の検証
【結果】パッシブタイプを装着しての除雪作業性については、一部の製品で「概ね良い」、アクティブタイプは「除雪作業に合わない」との評価が多かった。
【今後】アンケート結果を各メーカーにフィードバックし、改良の可能性を検討。

北海道開発技術研究発表会『新技術セッション及び新技術展示』における技術公募を当局HPで実施
【公募期間：令和4年9月20日～11月4日】

パワーアシストスーツ開発企業3社より申請

申請会社	技術名、特徴
鹿島建設(株)	建設現場向けパワーアシストスーツ（アクティブタイプ） 持上げ・降ろしアシスト、中腰姿勢保持アシスト、歩行アシスト
北海道ポラコン(株)	ワーキングパワースーツ極（パッシブタイプ） 着脱の手間を省き、行動の妨げにならないよう、上半身、特に腰部の負担軽減を実現、
ダイヤ工業(株)	高反発ゴムを使用した無電源・無電力のアシストスーツ（パッシブタイプ） 背面の生地と肩腕ベルトの伸縮でアシスト



鹿島建設(株)



北海道ポラコン(株)


ダイヤ工業(株)

◆パワーアシストスーツ（PAS）除雪現場での試行状況



防雪柵除雪(一二三北路(株) アクティブタイプ)



交差点処理(札幌建設運送(株) パッシブタイプ)



交差点処理(大東工業(株)
パッシブタイプ)



歩道橋除雪(大東工業(株) パッシブタイプ)





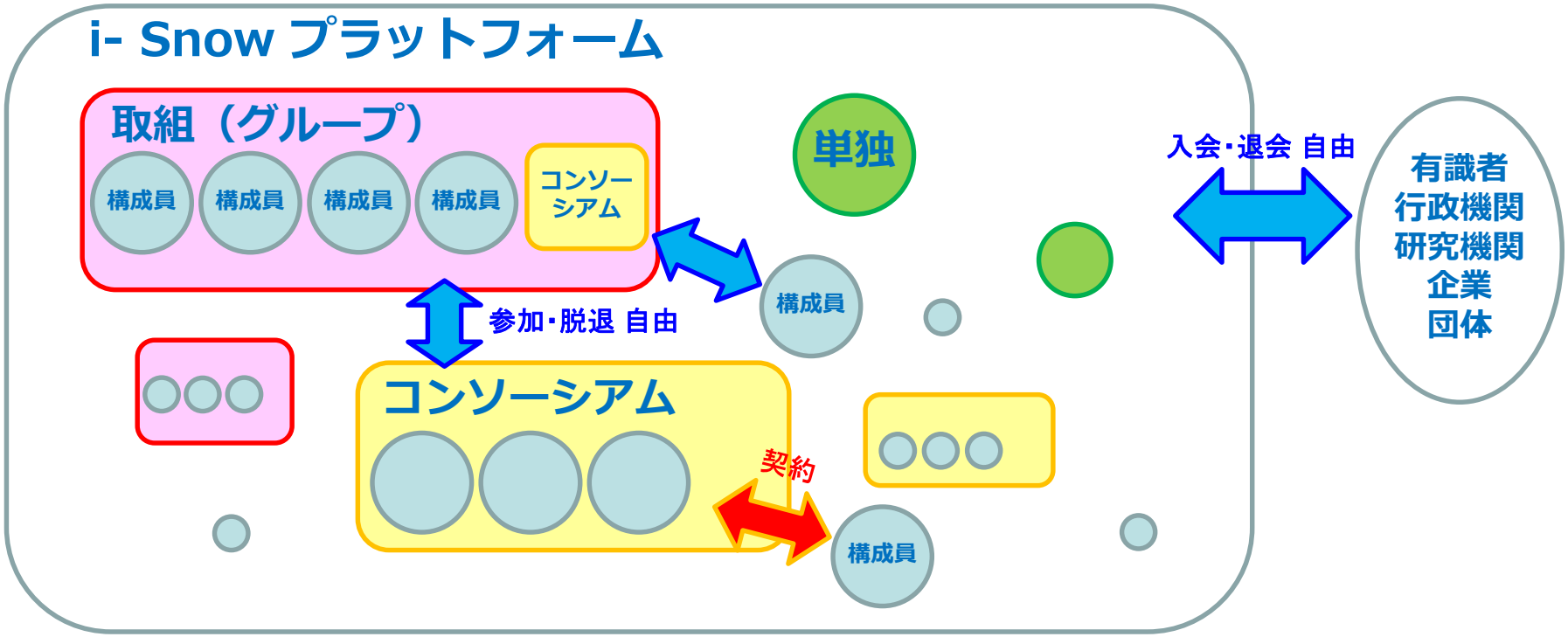
砂箱周り除雪処理(札幌建設運送(株) パッシブタイプ)

資料　A

３．その他
「プラットフォームと個別取組の関係」

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）

▼ 概 念 図



プラットフォーム（ i-Snow ）	同じ目的を持つ構成員によって組織。目的に関する情報の交換を主たる活動とする。
単 独	プラットフォームの目的に合致した単独事業を実施する構成員。プラットフォーム構成員として情報交換に参加する。
コンソーシアム	プラットフォームの目的に合致した共同事業を実施するための団体。契約によって結成され、利益を得ることも可能。コンソーシアムメンバーはプラットフォーム構成員。
取組（グループ）	プラットフォームの目的に合致した個別取組。取組内容によって参加者を募り活動する。参加者は構成員又はコンソーシアム。（知床実証実験）

資料 B

【報告】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

2023年 7月 26日

NEXCO東日本 北海道支社 技術部

あなたに、ベスト・ウェイ。

NEXCO 東日本

① 開発概要

◇ 開発の背景

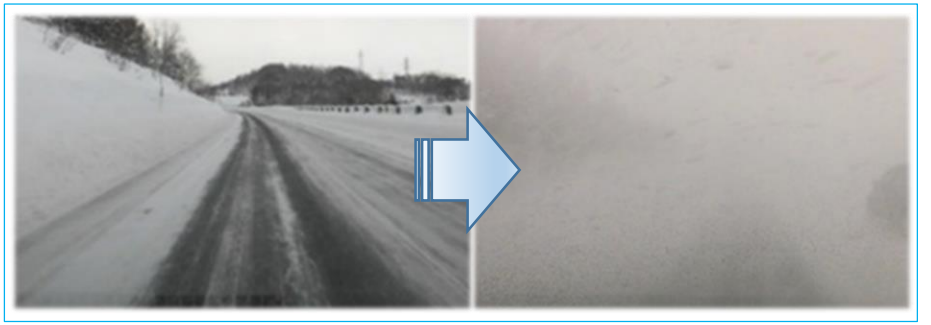


◆ 雪氷対策作業の現状・課題

①熟練オペレータの高い技術と経験により実施

昨今の高齢化の影響により、労働人口減少

- ・熟練オペレータの引退
- ・将来、技術力や労働力不足が懸念



②降雪・吹雪等の影響により

- ・外側線やGr等の位置が把握できない
- ・自車位置の把握が困難な場合も. . .

対応策　⇒　ロータリ除雪車の自動化開発

① 開発概要　自動化開発イメージ

◇開発イメージ

準天頂衛星
システム





高精度
地図情報



運転支援システム
（ガイダンスモニター）





自動運転機能付き
ロータリ除雪車

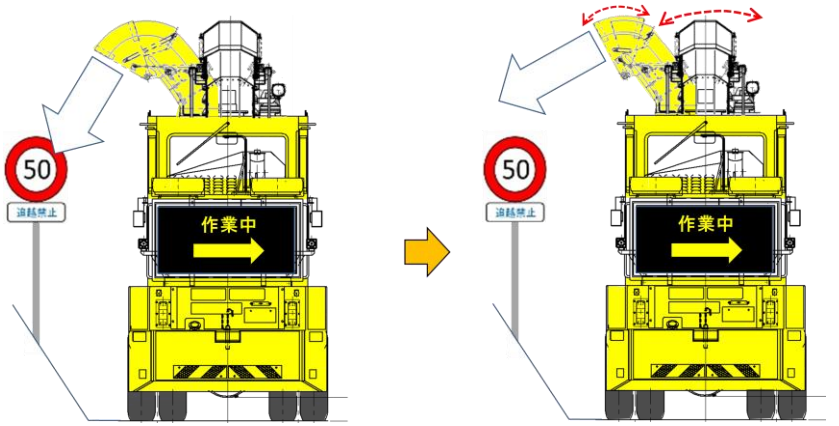
① 開発概要　自動化目標

◇開発目標

ターゲット：オペレータのワンマン化

◆自律走行
　衛星の位置情報を受信して自動でステアリングを操舵する。

◆自動除雪
　シューターやオーガの動きを自動で制御するもの。
⇒オペレータが実際に行った作業を記録し再現する手法（ティーチング）を採用。





② 開発進捗状況

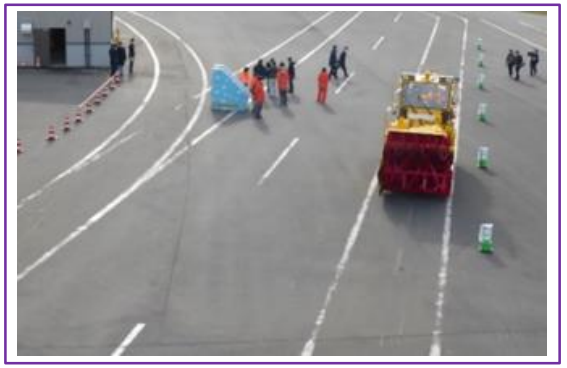
◇ 開発進捗状況

・H25　ガイダンスシステム開発開始

・R1.10　車両メーカー2社と共同研究開発協定締結

・R2.9　夕張テストコースにて自律走行確認

・R3.4　道央道（岩見沢IC～岩見沢SA）本線にて自律走行試験



・R3.11　道央道（〃）本線にて自律走行・自動除雪試験

・R4.1　自社テストコースにて、除雪負荷を掛けた状態での自律走行・自動除雪試験

・R4.2～3　道央道（岩見沢IC～美唄IC）本線にて自律走行

・R5.1～3　道央道（〃）本線にて最終試験

（自律走行・自動除雪試験）



③ R5冬期試験

◇ 新潟トランシス　NR403



【事前試験】　…本線試験前に精度確認

・試験区間：夕張TC

・試験期間：2023年1月16日～2023年1月20日（5日間）

【本線試験】

・試験区間：道央自動車道（北）

岩見沢IC～美唄IC（2IC間 上下線 32.9KP～53.0KP）

・試験期間： 2023年1月23日～2023年3月14日（うち、稼働8日）

③ R5冬期試験

◇ NICHIJO　HTR408



【事前試験】　…本線試験前に精度確認

・試験区間：張碓TC（NICHIJO試験施設）

・試験期間：2023年1月24日～2023年1月25日（2日間）

【本線試験】

・試験区間：道央自動車道（北）

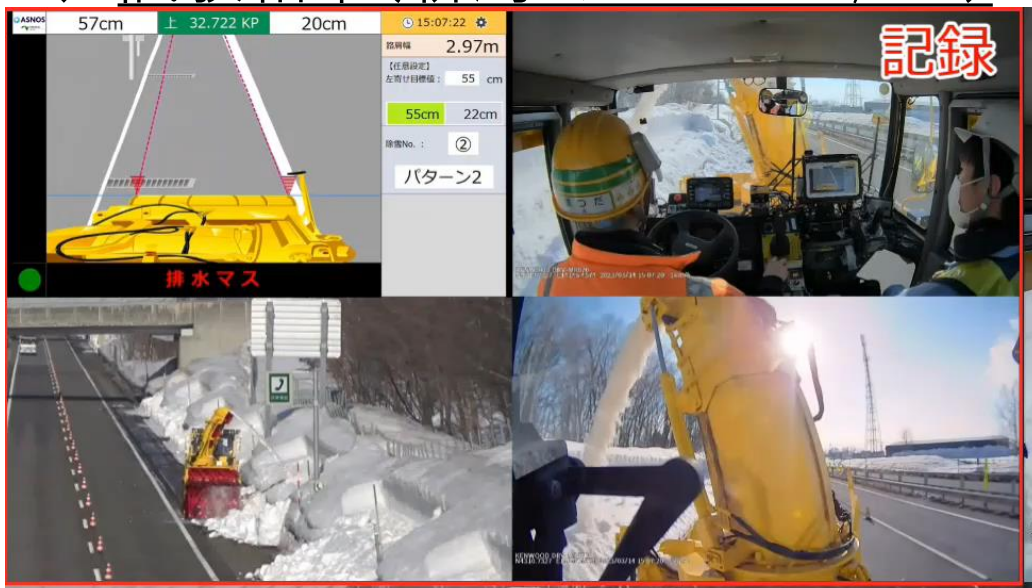
岩見沢IC～美唄IC（2IC間 上下線 32.9KP～53.0KP）

・試験期間： 2023年1月27日～2023年3月14日（うち、稼働10日）

③ R5冬期試験

◇ 試験結果（新潟トランシス：3/14）

KP20cm単位での同期映像









③ R5冬期試験

◇ 試験結果(NICHIJO：3/14)

KP20cm単位での同期映像



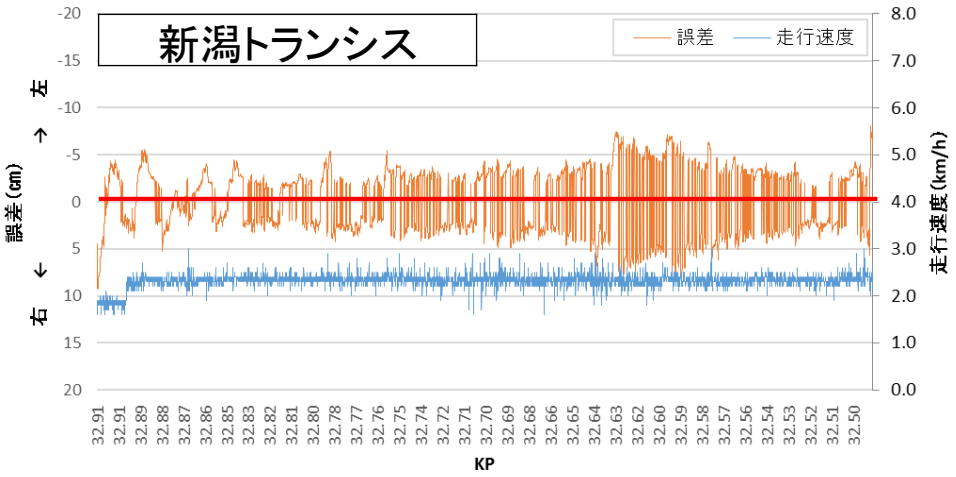
③ R5冬期試験

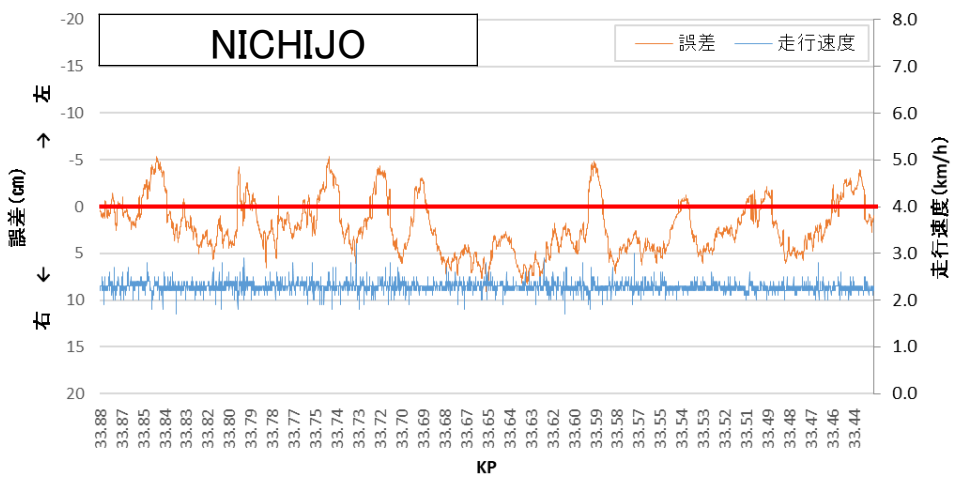
◇ 試験結果（自律走行精度）

・両メーカー共に目標精度の±20cmに収まる結果

本線試験時の自律走行精度（3/14：「自律走行」+「自動除雪」実施時）

車両メーカー	自律走行誤差(cm)※				平均左寄量（cm）	平均速度（km/h）	サンプル数
	平均値	最大はみだし量		標準偏差			
		右側	左側				
新潟トランシス	-0.1	9.3	-8.1	3.5	10	2.3	6,677
NICHIJO	2.2	9.1	-5.4	2.9	-30.5	2.3	7,007





③ R5冬期試験

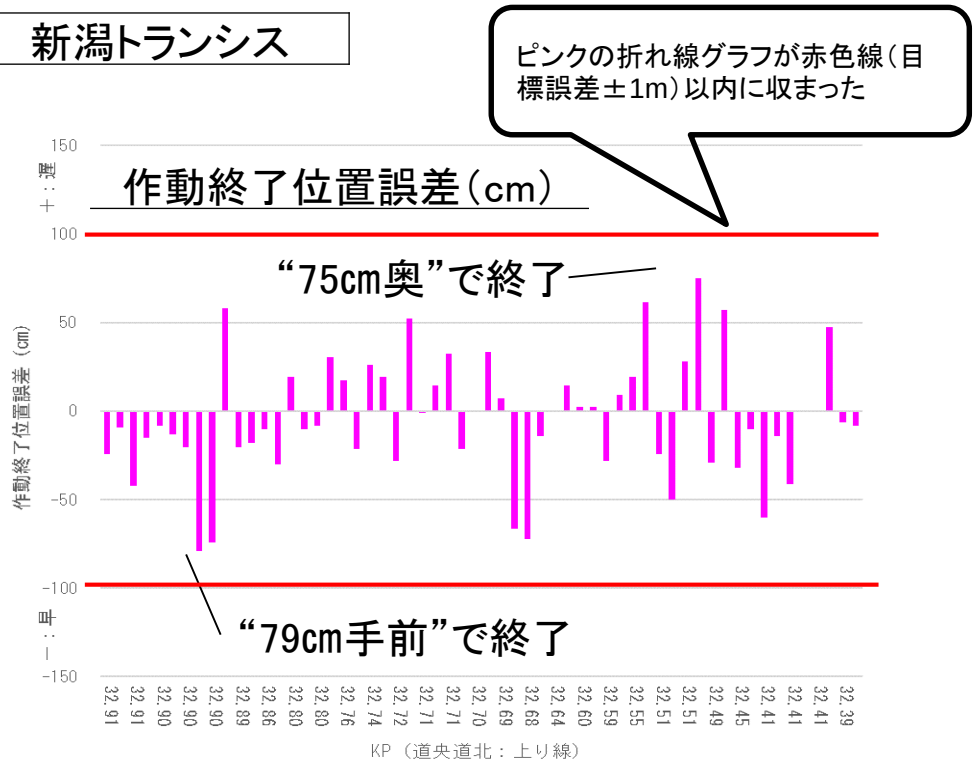
◇ 試験結果（自動除雪精度）

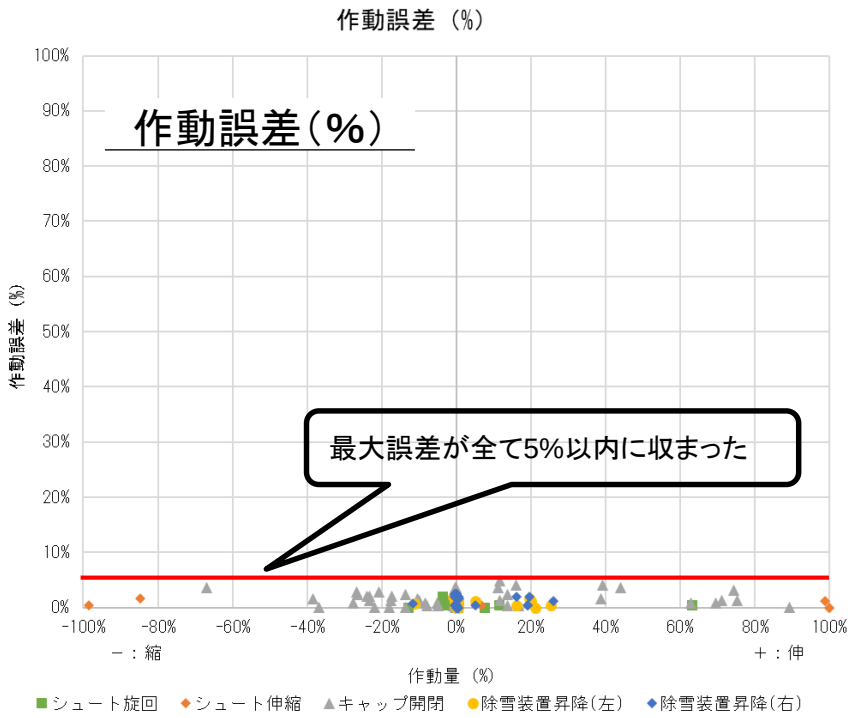
・自動除雪方法　①「記録」：除雪作業を手動で実施、除雪装置の動作を車両に記録

②「再生」：①で取得した除雪作業動作を再現（概ね①と同速走行）

・「記録」と「再生」時の“作業動作終了位置誤差”とその時の“作動誤差”を把握

新潟トランシス





※　NICHIJOは取りまとめ中

③ R5冬期試験

◇ 自動化開発まとめ

・自律走行 ： 10km/hまでの自立走行を確認

・自動除雪 ： ティーチング方法による自動除雪を確認

⇒自動化開発を完了



実用段階において、【作業オペレータ意見の一例】

・走行実績不足（ 大雪時等過酷な状況下でも運用実績が必要）
・自動除雪が自身の操作感覚と異なるため不安（いつ・どのように動くかわからない）
・表示が見づらい、警告音がうるさい、自動が切れる（安全機能の介入頻度）
・自律走行の安定性向上要求（衛星不感地帯挙動、システムエラー、受信機エラー）
・表示が見づらい、警告音がうるさい、自動が切れる（安全機能の介入頻度）

⇒これらに対し、R5以降もフォローアップを実施する予定

ご清聴ありがとうございました。



資料　C

CLAS受信機の最新動向(Update)

～AQLOC-Lightの次機種情報～

2023年7月26日

J-spacesystems衛星測位事業本部
国内事業統括部長
松岡　繁

CLAS受信機

容積100%



33×48．3×14．2cm



23×22×7cm

2011年

0.7%



100 x 67 x 24 mm
重量100g

2022年

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



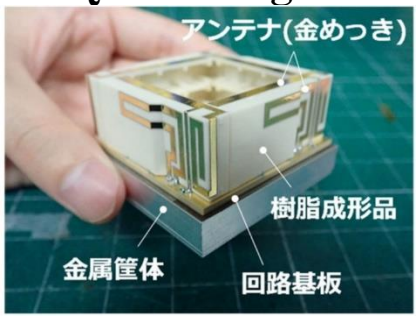
65×65×25.4mm

Tallysman社　HC976



Φ44.2×64.4mm　42g

AQLOC-Light



59×59×33mm

小峰無線電機QZG1256fQ



φ140×46.5mm　270g

Hi-Target社 AH-4236-SSN



Φ45×30mm　50g

CLAS受信機（2022年１月時点の動向）

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



W200×D140×H60mm

AQLOC-VCX



W184×D98×H74mm

評価キット(MSJ)



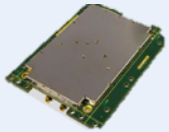
W206×D155×H86mm



コアとのコラボ

Septentrio

AsteRx4



評価キット(MSJ)2019.7発売



W130×D90×H42mm

AQLOC－Light



2019.11発売

W90×D90×H30mm

Cohac∞ Chronosphere-L6Ⅱ



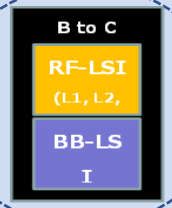
2020.8発売

W115×D80×H35mm

ビズステーション



cLAS受信機10万円以下への期待



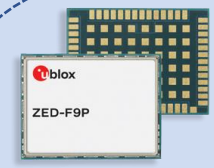
2022.9予定

MSJ

30×40mm

ZED-F9P
+
NEOD9C

2021.11
発売開始



U-blox

17mm×24mm



開発終了
製品化時期等
要問合せ

JRC

9×9mm

2022.1発売開始



Septentrio

31×31mm

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

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。

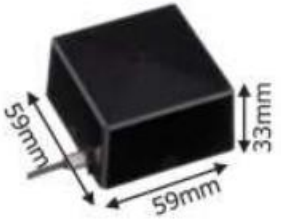
1. **リアルタイムで移動体の高精度測位を実現**
   - 準天頂衛星システムから日本全国に無償で配信されるCLAS信号を受信し、リアルタイムで移動体のセンチメータ級の高精度測位を実現
   - ローカル補正情報（電離層・対流圏遅延補正）を含むCLAS信号の特長により、数秒から数十秒以下の初期捕捉時間を実現　CLAS:Centi-meter Level Augmentation Service

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（次頁参照）
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

5
© Mitsubishi Electric Corporation

AQLOC-Lightの次機種情報

GNSSモジュールAQLOC一TB01

AQLOC-TB01の特長

AQLOC-TB01は、GNSS(GPS、QZSS、Galileo)の測位信号に補強情報を加えることでcm級の高精度測位を実現する測位基板です。

特長

1. **リアルタイムで移動体のセンチメートル級高精度測位を実現**

・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トル級の高精度測位を実現

2. **基準局等の設置、モバイル通信も不要で、設置・運用コストを削減**

・準天頂衛星システムからのCLAS信号を受信するため、基準局等の設置、モバイル通信も不要

3. **小型(10x6cm)の組込ボード形状を実現、移動体の制御機器等に容易に組込可能**

・受信機部分はボード型の構造を採用し、お客様の機器、システムに搭載が可能

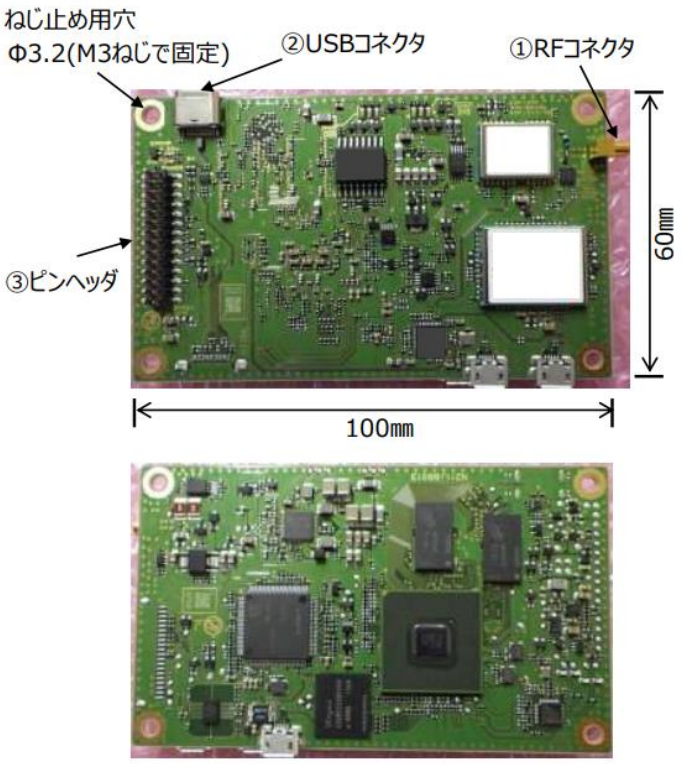
4. **自律測位やネットワーク型測位補強情報による測位を実現**

・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

GNSSモジュールAQLOC―TB01

AQLOC-TB01の製品仕様

構造、サイズ



注）部品配置等が変更となる場合があります。
写真は一部画像処理をしています。

①RFコネクタ
MMCX ライトアングルコネクタ
アンテナからの信号を入力



SMAインタフェースのアンテナをご利用される際は、SMA-MMCX変換ケーブルが必要です。
SMA-MMCX変換ケーブルはお客様にて準備願います。

②USBコネクタ
USB Type-C
データ入出出力、電源入力



③ピンヘッダ
サムテック製 28ピン ピンヘッダ
TMM-114-01-L-D-SM-P-FR



データ通信IF：Ethernet×2、UART×2、USB×1
その他IF　　：電源×1、PPS×1、車速×1、バック×1、リセット×1

©Mitsubishi Electric Corporation

AQLOC-Lightの次機種情報

GNSSモジュールAQLOC一TB01

AQLOC-TB01の主な仕様

項目	仕様
対応衛星信号	GPS（L1C/A、L2C）、QZS（L1C/A、L2C、L6）、Galileo（E1、E5b）
対応測位補強サービス	・衛星配信：CLAS ・地上配信：ネットワーク型RTK（RTCM 3.2）
測位方式	・PPP-RTKもしくはPPP-RTK-INS複合（CLAS使用時） ・RTKもしくはRTK-INS複合（ネットワーク型RTK使用時）
測位結果出力周期	10Hz
測位精度※1	・CLAS使用時（移動体モード）：水平位置精度：12cm（95%）、垂直位置精度：24cm（95%） ・ネットワーク型RTK使用時　：水平位置精度： 3cm（95%）、 垂直位置精度： 6cm（95%）
出力データ	GGA、RMC、GSV、GSA（NMEA 0183 準拠）
コネクタ	データ：28ピンピンヘッダ、USB Type-C　アンテナ：MMCX
信号インタフェース	・データ通信：UART×2、USB×1、Ethernet×1、USB Type-C×1 ・その他：電源×1（USB Type-Cでも給電可能）、PPS信号×1、車速信号×1、バック信号×1、リセット信号×1
内蔵センサ	IMU
外観寸法、重量	・受信機：100(W)×60(D)×10(H)mm、35g ・アンテナ： 60(W)×60(D)×23(H)mm、160g（ケーブル含む）、ケーブル長：3m
電源電圧	DC5V
消費電力	6.5W
温度範囲	-30～70℃（動作）　-40～85℃（保存）

※1 オープンスカイ環境（当社評価フィールド）下での計測結果に基づく値（FIX時）。
電離層・対流圏の変化、測位衛星配置、マルチパス、電波干渉などの環境条件や外的要因により、記載の精度に達しない場合があります。

CLAS受信機の紹介　2023.7.26時点

チップLSI　基板　製品

1. マゼランシステムズジャパン株式会社　Digital　ASIC
2. JRCモビリティ株式会社　JG11-CLASモデル
3. Septentrio　Mosaic CLAS/AsteRx-m3 CLAS/AsteRx SB3 CLAS
4. コア株式会社　Cohac∞Ten/Ten+
5. イネーブラー株式会社　CLAS-IMU
6. AITOYA株式会社　AS-I3D-MC-A01
7. u-blox　ZED-F9P/NEO-D9C
8. 三菱電機株式会社　AQLOC-Light
9. ビズステーション株式会社　RWS.DC/VRSC　RWS.DC @82,280(ANT別)
10. Geosense　TakionCM001　TakionCM001 @78,100
11. Lefixea Inc.　LRTK Pro2

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

Gen. 1st. ：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



Gen. 2nd.：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

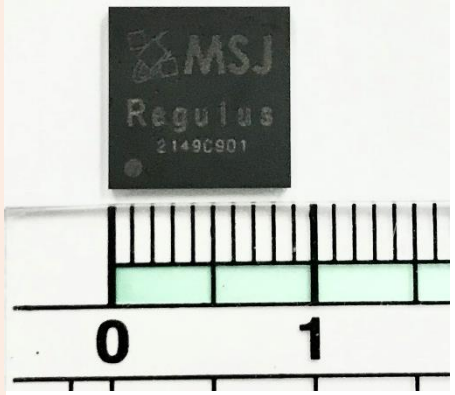


Gen. 3rd.：ASIC搭載
2022/2：完成予定

サイズ　：30×40㎜以下
消費電力（最大）：1W以下
単価　　：2万以下（目標値）







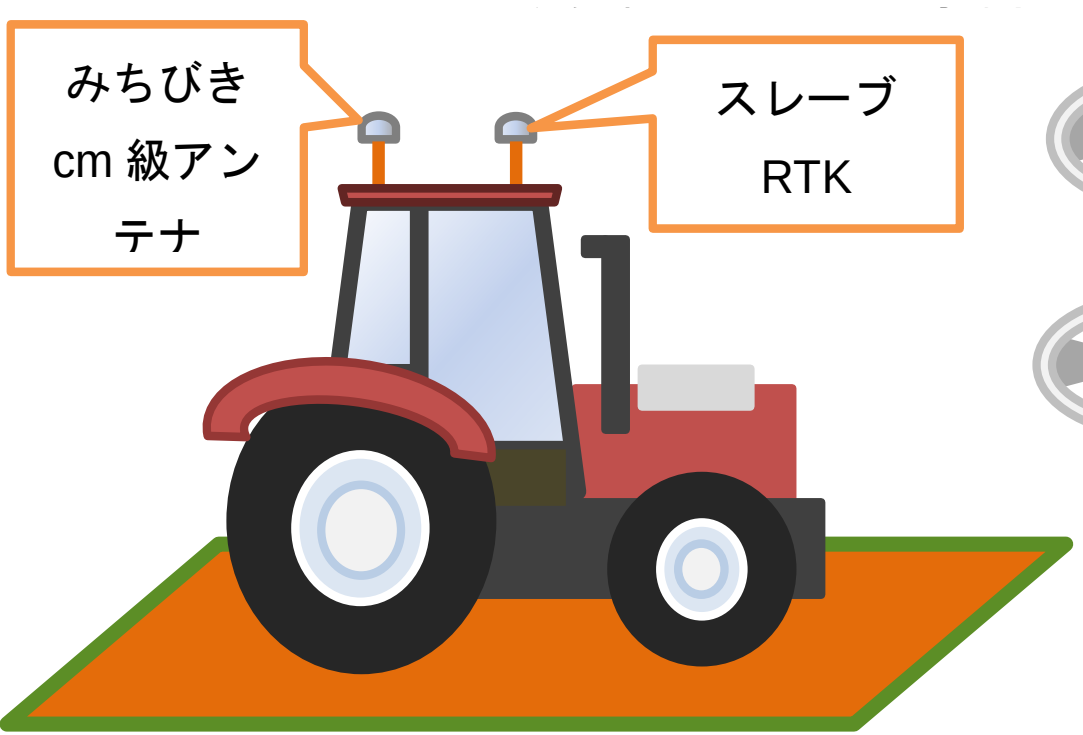
Digital ASIC Top view

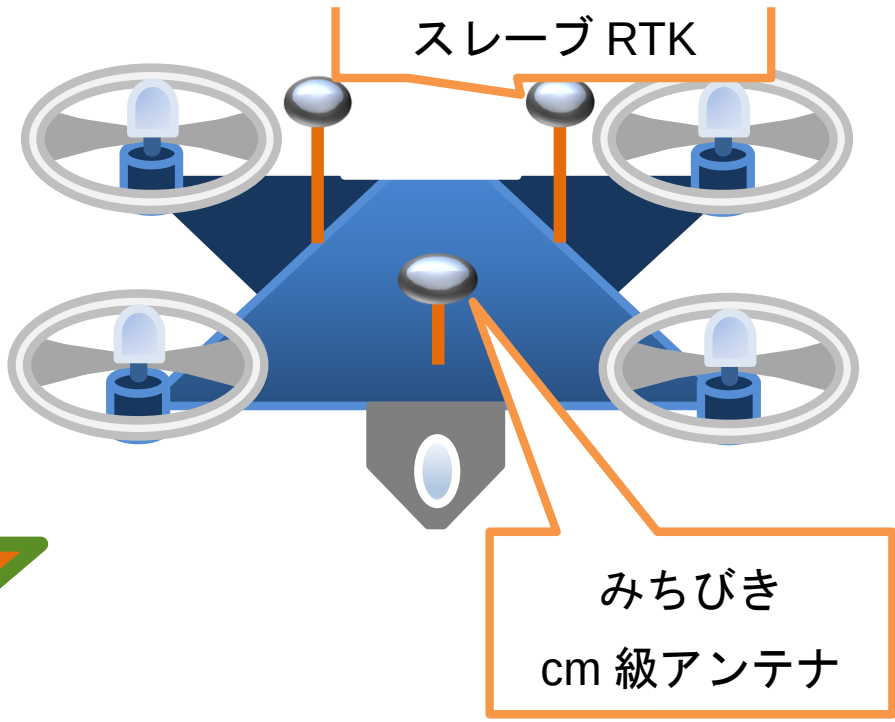
小型化に加え、消費電力が従来品の1/5以下（1W以下）となり、更に、低価格化を実現。

2023.9 製品出荷予定

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

MSJ Multi Antenna Solution





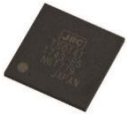
- 受信信号
  - GPS L1/L2/L5
  - GLONASS L1/L2
  - Galileo E1/E5
  - QZSS L1/L2/L5/L6
  - BeiDou B1/B2/B3
- 速度精度　2 cm/s
- 位置精度
  - Autonomous　1.5 m
  - RTK　1cm + 0.7ppm x Baseline (< 30km)
  - CLAS　6.94cm
  - MADOCA　< 10cm
- 姿勢角精度　< 0.15 degree on 1m baseline
- インタフェース　UART x 2（CAN、Ethernet、USB optional）

11

JRC モビリティ

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 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受信チップ 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(*1)
	GPS	GLO	GAL	BDS	QZS			
PPPモデル (量産中)	✓	✓	✓	✓	✓	1周波 (L1)	SBAS	65cm
RTKモデル (サンプル評価可)	✓	✓	✓	✓	✓	2周波 (L1, L2)	外部入力	1.7cm
CLASモデル (サンプル評価可)	✓	✓	✓	✓	✓	3周波 (L1, L2, L6)	QZSS	補強対象衛星数増加(11→17衛星)の効果により 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 (システム公称値12cm)

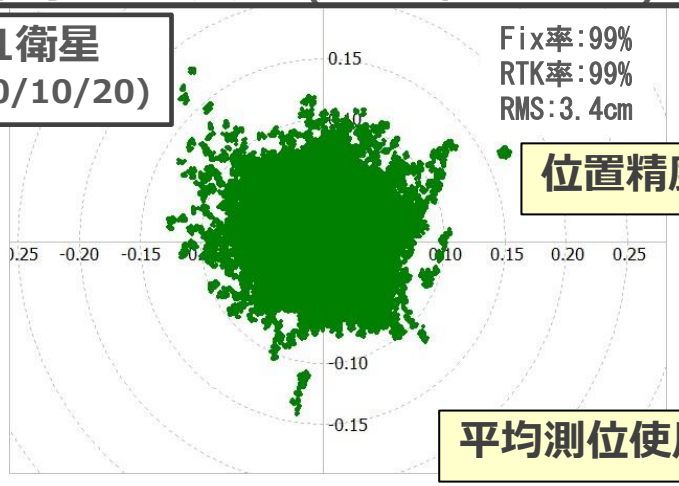
*1：オープンスカイ固定点実測、RMS

JRC モビリティ

CLAS測位評価結果および評価ツールのご紹介

固定点(移動体モードでオープンスカイ固定点実測)にて
補強信号11衛星運用時(2020年10月20日)と17衛星運用時(2021年2月6日)の比較を行いました。

11衛星
(2020/10/20)

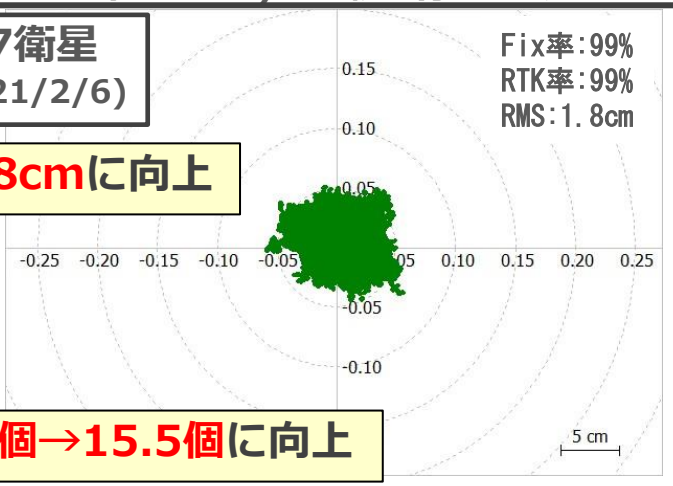


測位使用衛星数平均:10.4個

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

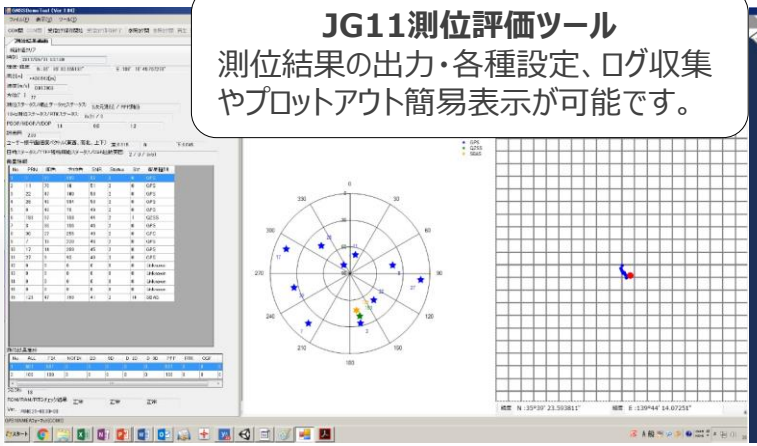
17衛星
(2021/2/6)



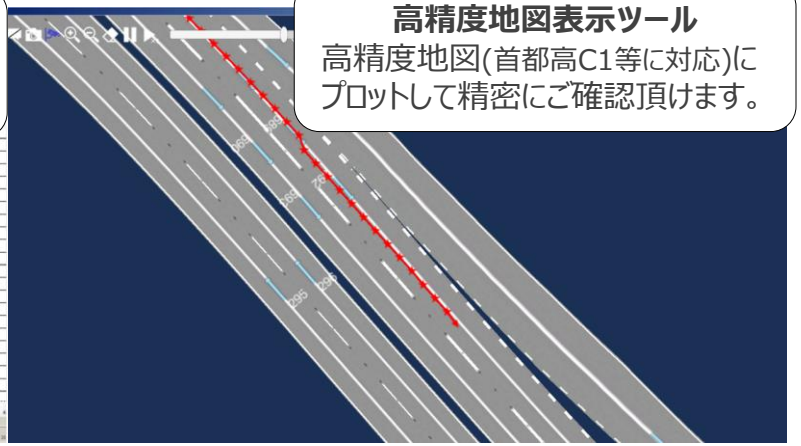
測位使用衛星数平均:15.5個

NDA締結後　JG11をご評価いただけるデモキットとツールをご用意しています。





JG11測位評価ツール
測位結果の出力・各種設定、ログ収集やプロットアウト簡易表示が可能です。



高精度地図表示ツール
高精度地図(首都高C1等に対応)にプロットして精密にご確認頂けます。

Septentrio社CLAS対応製品：ラインナップ



Mosaic-CLAS

CLAS測位をすべて内部で行える**オールインワン**モジュールです。

- イーサーネットインターフェースも搭載
- 低遅延と高い更新レート（100Hz）
- L1,L2,E5b,L6対応
- GalileoのOSNMAに対応（なりすまし防止）
- BeiDou PhaseIIIのB3I信号に対応


AsteRx-m3 CLAS

方位算出と**CLAS測位**を同時に行えるボード型受信機です。

- 付属I/Fボードですぐ使える
- L1,L2,L5,L6,L-band対応
- 低消費電力（最大1.6W）
- 小型　（47.5 x 70 mm）



AsteRx SB3 CLAS

方位算出と**CLAS測位**を同時に行える筐体型受信機です。

- 過酷な環境下でも使える
- IP67、MIL規格

Septentrio社CLAS対応製品：ロードマップ



AsteRx-U3 CLAS

方位算出と**CLAS測位**
を同時に行える筐体
型受信機です。

- WiFi/BT, ４G LTEモデムおよびUHF無線を搭載可能
- AsteRx-m3 CLASボードを採用
- 頑丈なM8およびM12コネクターを採用
- IP68,MIL規格
- 販売開始：2024年Q1

"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

コアのみちびき対応受信機

■センチメータ精度受信機



Chronosphere-L6
（CLAS・MADOCA）
2018年11月



Chronosphere-L6II
（CLAS）
2020年8月



Ten
（CLAS）
2022年2月

NEW!



Ten+
（CLAS・MADOCA）
2022年9月

■サブメータ精度受信機



QZPOZ
（SLAS）
2018年6月



QZNEO
（SLAS）
2020年6月



©CORE Corporation
GNSS Solution Business Center Sales and Marketing Department

"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

Cohac∞ Ten（コハクインフィニティ テン）

※Ten: 天（天空）および点（位置）を表す

特長

✓ みちびきCLAS対応受信機をさらに小型・軽量化※
- 名刺と同等のサイズ感：本体サイズ:100 x 67 x 24 mm
- わずか100gの受信機でCLASによるcm精度測位が可能
  ※弊社Chronosphere-L6Ⅱ比較：体積比約 50%減、重量比約 66%減を実現

✓ 最大100Hz出力で高速移動時の動きを詳細に把握
- 高速で移動する物体の動きを詳細にとらえることが可能
- 使用可能な全ての衛星システム※を使って、最大100Hzで測位が可能
  ※測位方式により使用可能な衛星システムは異なります

✓ 妨害波・マルチパスを低減して安定した測位を実現
- 電波干渉・マルチパスが発生する場所でも影響を低減した測位を実現

✓ スマートフォン端末から簡単設定
- Wi-Fi・Bluetoothで接続したスマートフォン端末等から
  専用ツール不要で手軽に受信機の出力設定やデータ取得が可能

✓ micro SDカードスロット搭載
- 受信機単体で測位結果のロギングが可能
- スマートフォン端末、PCとの無線接続が切れてもデータ保存が可能

✓ ネットワークRTK対応（NTRIP搭載）
- 通信キャリアが提供するネットワークRTKサービスに対応
- RTK基準局としても動作可能

Cohac∞ Ten

2022年2月末販売開始



Cohac∞ Ten本体



付属アンテナ接続イメージ
※付属アンテナケーブルは3m



モジュールでの提供が可能
量産・機器への組込みに最適
（基板のみ 30g 前後）



スマートフォンから簡単設定

©CORE Corporation
GNSS Solution Business Center Sales and Marketing Department

"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

Cohac∞ Ten+（コハクインフィニティ テン プラス）

※Ten: 天（天空）および点（位置）を表す

Cohac Ten+

2022年9月末販売開始



特長

✓ CLAS測位に加えてMADOCA測位にも対応

- MADOCA 測位機能により海洋やアジア・オセアニアでの センチメータ精度の測位が可能
- RTK・CLAS・MADOCA全ての測位が可能な受信機
- 新仕様MADOCA（2022年9月30日より配信開始）にも対応

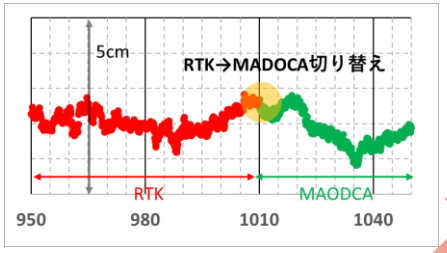
✓ 防塵・防水（IP67）

- 降雨時の作業や粉塵の多い建築現場などの環境でも使用可能

✓ RTK⇔CLAS、RTK⇔MADOCA自動切替

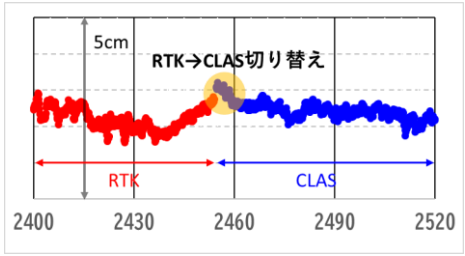
- それぞれの測位モードの利点を活かしたシームレスな位置の算出が可能

※自動切替機能は特許取得済み





携帯電話エリア内





携帯電話圏外（国外・洋上）

国内外の様々な環境で シームレスな 高精度測位を実現



携帯電話圏外（国内）

©CORE Corporation
GNSS Solution Business Center Sales and Marketing Department

ENABLER

ENABLER septentrio



みちびき対応

CLAS-IMU



- セプテントリオ社のAsteRm3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

型番 AS-I3D-MC-A01

AITOYA

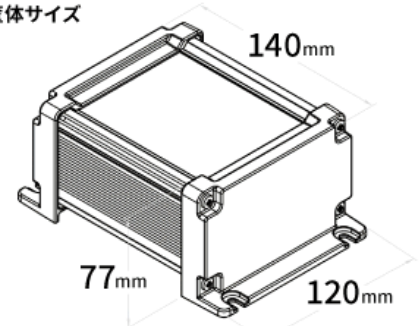
CLAS／IMU

セプテントリオ社のAsteRx i3D Pro+ & Mosaic CLAS を搭載

- AsteRx i3D Pro+ & Robotics I/F board
- Mosaic RIB（Mosaic CLAS 版 ）
- ODU：コネクター ×4（i3-ETH / 電源 & i3-USB / i3-COM1 / Mosaic-USB)
- TNC：コネクター ×3（Main / Aux / CLAS)
- IP68 ケース

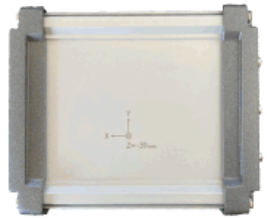


筐体サイズ







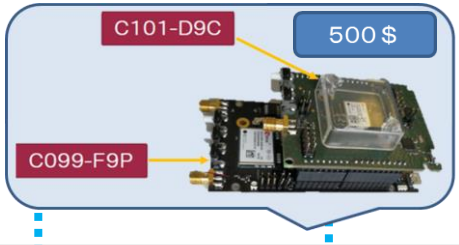


左上／ODUコネクター
右上／TNC コネクター
左下／上面

AsteRx-i3D Pro+ & Mosaic CLAS

7

u-bloxのQZSS対応状況



ZED-F9RもCLASサポート

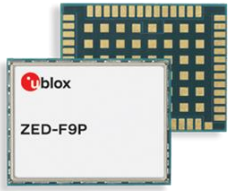
○ 対応
X 未対応
— 対象外

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 F9 デュアルバンド 量産中	u-blox M10 シングルバンド 量産中	u-blox F10 デュアルバンド 2022年Q1	L6専用受信機 量産供給中
L1 C/A	○	○	○	○	○	—
L1 C/B	X	予定	予定	予定	予定	—
L1C	X	X	X	X	X	—
L2C	—	—	○	-	X	—
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）	—

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

ZED-F9P+CLAS試験

・ZED-F9P単体とZED-F9P + NEO-D9Cの比較結果



結果:ZED-F9P(L1/L2)単体の場合、往路で車両の軌跡が対向車線へと、はみ出すが、
ZED-F9P(L1/L2)＋NEO-D9C(QZSS:L6)の場合では、走行ルート通りの結果を示した(位置精度が良い)

© u-blox AG

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

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。

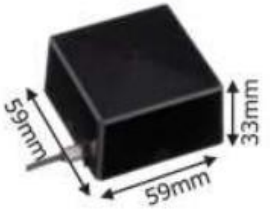
1. リアルタイムで移動体の高精度測位を実現

・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



受信機



アンテナ

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

■ 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（次頁参照）
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

© Mitsubishi Electric Corporation

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

AQLOC-LightのINS複合アルゴリズムの性能改善

■ 性能改善版INS複合アルゴリズムの走行軌跡例



地図データ ©2019 Google



地図データ ©2019 Google

■ 首都高速湾岸線での走行評価例：**FIX+FLOAT率改善・全測位解精度改善**

		既存INS複合	性能改善版INS複合
評価結果	FIX率	89.7%	97.5%
	FIX+FLOAT率	97.1%	100.0%
	精度@95%(FIXのみ)	水平：11.3cm、垂直：15.1cm	水平：5.5cm、垂直：8.6cm
	精度@95%(全測位解)	水平：18.9cm、垂直：90.5cm	水平：6.9cm、垂直：9.0cm

走行ルート：首都高速湾岸線　並木IC−東扇島間（川崎航路トンネル手前まで）　※精度はMMS(モービルマッピングシステム)をリファレンスとする

© Mitsubishi Electric Corporation

9

Drogger

ビズステーション株式会社
BizStation Corp.

RTK 受信機

- 2周波RTK受信機はすべてSLAS対応
- 用途に応じて選べる7種類のパッケージ
- .DCモデルは単体でCLAS・MADOCA対応
- 非DCモデルはVRSCを使うことでCLAS・MADOCA対応



RWX.DC
¥163,900



RWS.DC
¥74,800 (アンテナレス)



RWP
¥89,800



RWM
¥92,600

L6受信機



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
- Drogger 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

9

ビズステーション株式会社
BizStation Corp.

用途



- 測量全般
- 杭、標識探し
- 森林測量
- 対空標識測量



- 基準局
- オリジナルシステム
- 農業トラクターナビゲーション
- MovingBaseアプリケーション（絶対方位計）



- 測量全般
- 杭、標識探し
- 農業トラクターナビゲーション
- MovingBaseアプリケーション（絶対方位計）



- 現場調査
- 森林調査　（林道調査）
- 人の位置管理など

アプリ



Androidアプリ
「Drogger-GPS」を無償提供

RTKに必要な通信から、ポイントログ、SIMAデータ、測量手簿・記簿まで幅広く業務をサポートします。



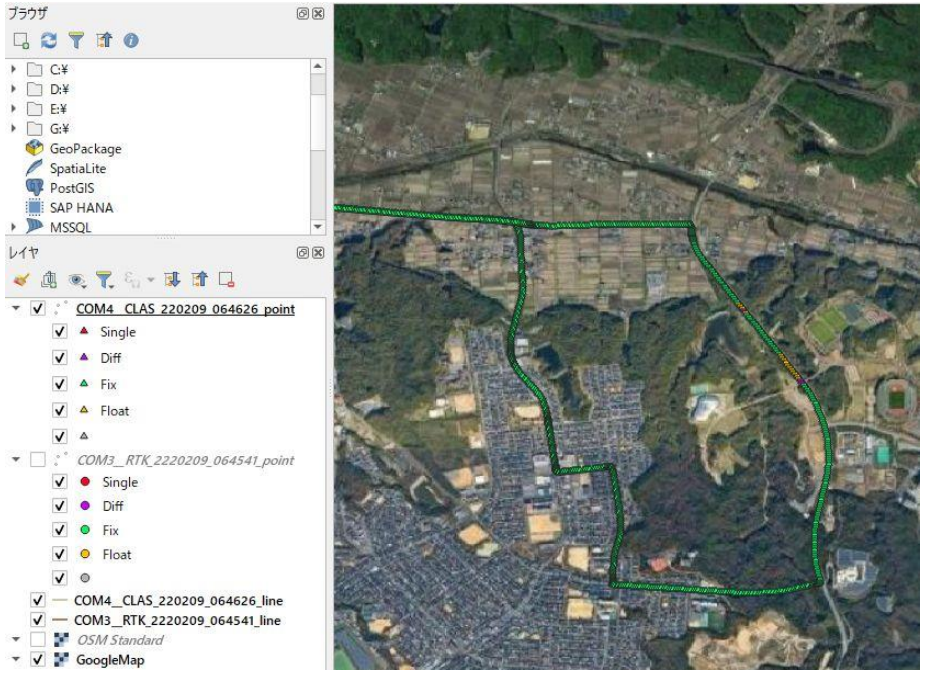
詳細はDG-PRO1RWSのホームページで
https://www.bizstation.jp/ja/drogger/dg-pro1rws_index.html

Geosense

株式会社ジオセンス

TakionCM001

- Ublox社のIC(F9PとD9C)それぞれを搭載したジオセンス社製モジュールを合体
- F9Pを実装した基板はF9PX1
  D9Cを実装した基板D9CX1
- 受信セットとして税込78,100円で販売



GEOSENCE HP掲載のTakionCM001走行軌跡

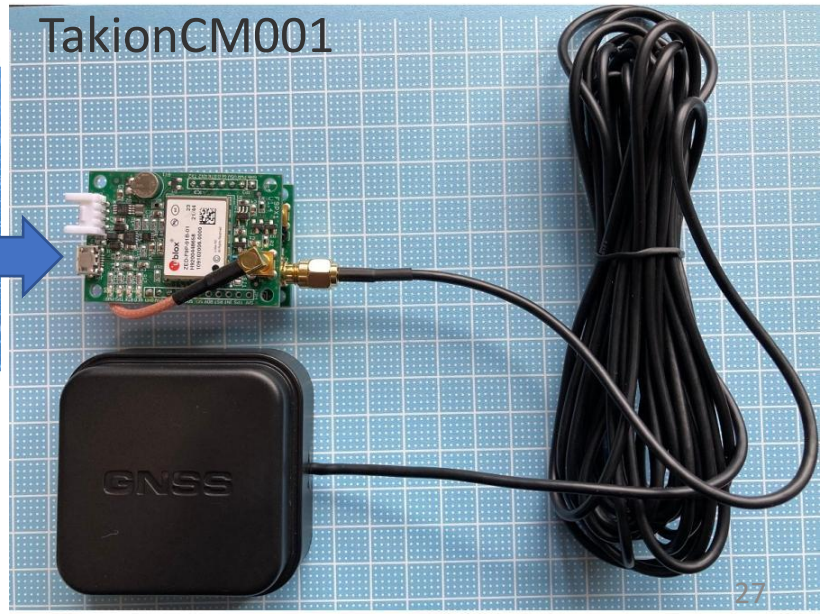
F9PX1



D9CX1







27

Lefixea Inc.

4周波対応アンテナ搭載GNSS端末（CLAS対応）

LRTK Pro2

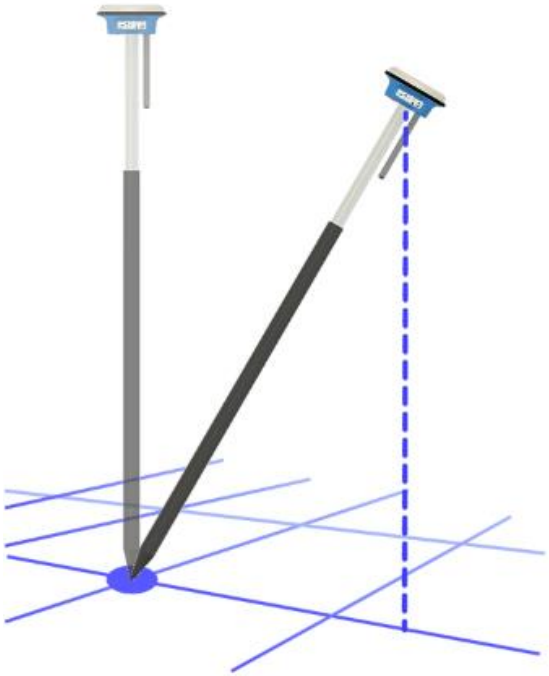
（2023.5発売予定）



(@548,000)

傾斜補正機能搭載

LRTK Pro2は傾斜補正機能を搭載
　ポールを傾けてもポール先端の座標を取得することが可能



製品名	LRTK Pro2
内蔵GNSSレシーバ	ZED-F9P、NEO-D9C
対応衛星	GPS/GLONASS/ Galileo/Beidou/QZSS/SBAS
対応信号	L1,L2,L5,L6 (4周波)
内蔵無線	Bluetooth4.2 特定小電力無線920MHz
精度	水平±2cm、垂直±3cm(RTK) 水平±6cm、垂直±10cm(CLAS)
データ更新間隔	最大20Hz(全衛星使用時8Hz)
寸法	φ101×55mm
重量	250g
駆動時間	Bluetooth未接続：最大16時間 Bluetooth接続時：最大13時間
充電	USB Type-C 5V 1A
バッテリ	Li-Po 3000mAh 1cell
防水、防塵性	IP67相当
基準局、移動局	両対応
固定方法	5/8-11UNCメネジ搭載
RTKデータフォーマット	RTCM v3.x
座標出力フォーマット	NMEA,UBX binary
座標データ出力方法	USB Type-C/Bluetooth
メモリ容量	32GB
RTCMデータ送信距離(L-link)	見通し約1.2km

28



QZSSのさらなる進化と利用活用分野開拓を推進しましょう！