令和4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１１回＞

日時　：令和４年７月２６日（火）　10：00～

次　　第

Ⅰ．開　会

Ⅱ．挨　拶　　国土交通省 北海道開発局 建設部長　谷村　昌史

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３年度の実証実験結果、令和４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）

３．準天頂衛星受信機最新動向（Update）［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

・歩道除雪車 作業装置操作の自動化について［資料D］

（国土交通省 北陸地方整備局）

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１１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	谷村　昌史
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　憲裕
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	高山　博幸
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）	航空局　航空ネットワーク部	空港技術課	専門官	竹家　修
	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	佐藤　正人
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	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	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		取締役	細井　幹広
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 （株式会社　岩崎　企画開発部　システム企画課）		執行役員 （課長）	後藤　紫郁 （金子　和真）
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（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	藤井　憲英
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	川上　穣久
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　航空港湾局　航空課　空港計画		主幹（空港計画）	佐竹　利治
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）	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
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 （担当課長）	中澤　正博 （川西　富雄）

資料　A

１．令和３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® 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



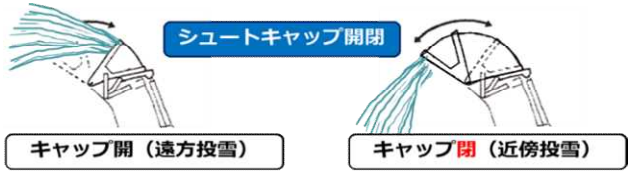
令和２年度

準天頂衛星「みちびき」によるガイダンスシステム

右投雪　左投雪　前送り



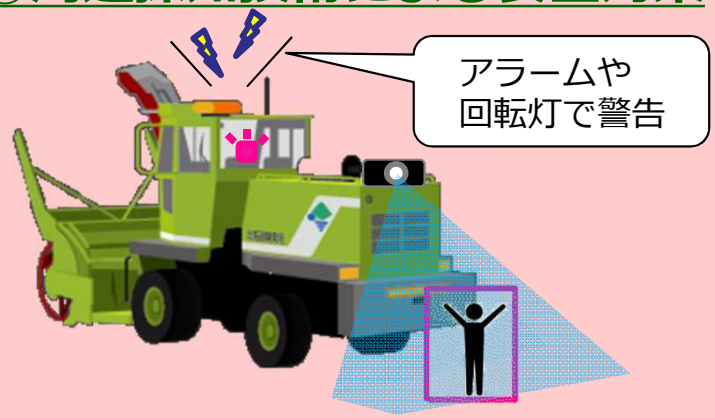
※予め設定した位置での動作（投雪方向、距離）を検証



一般道峠、雪堤の高さが日々変化、障害物が多い

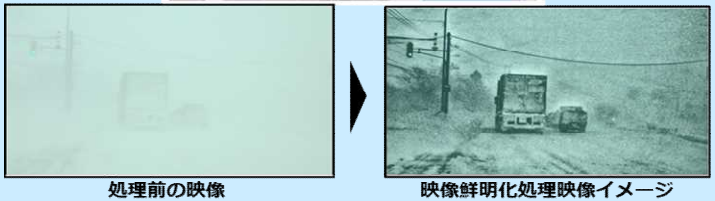
複雑なシュート操作の実証試験

②周辺探知技術による安全対策



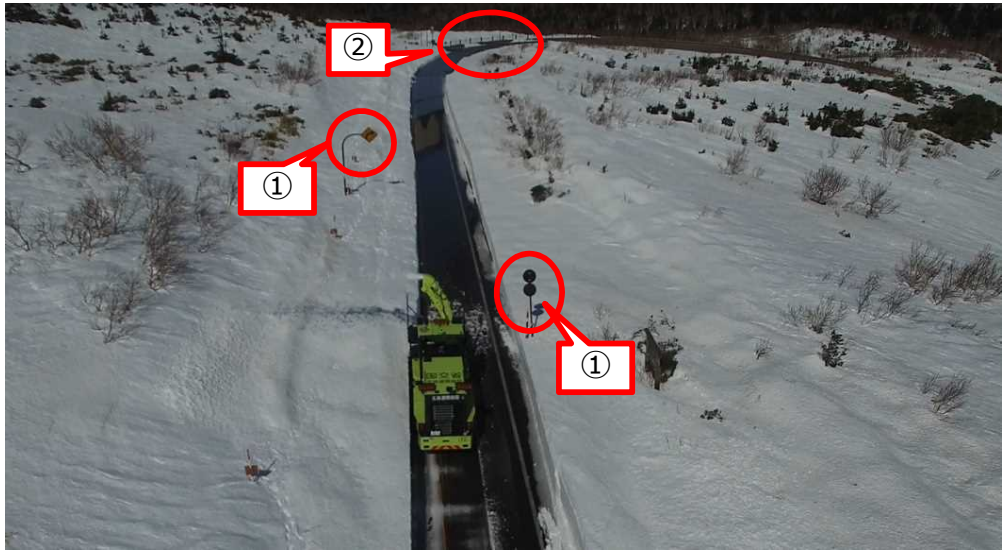
③吹雪時の映像鮮明化





処理前の映像　映像鮮明化処理映像イメージ

▼令和元年度までの取組【国道334号：知床峠】



①標識（警戒・案内）
②防護柵

障害物

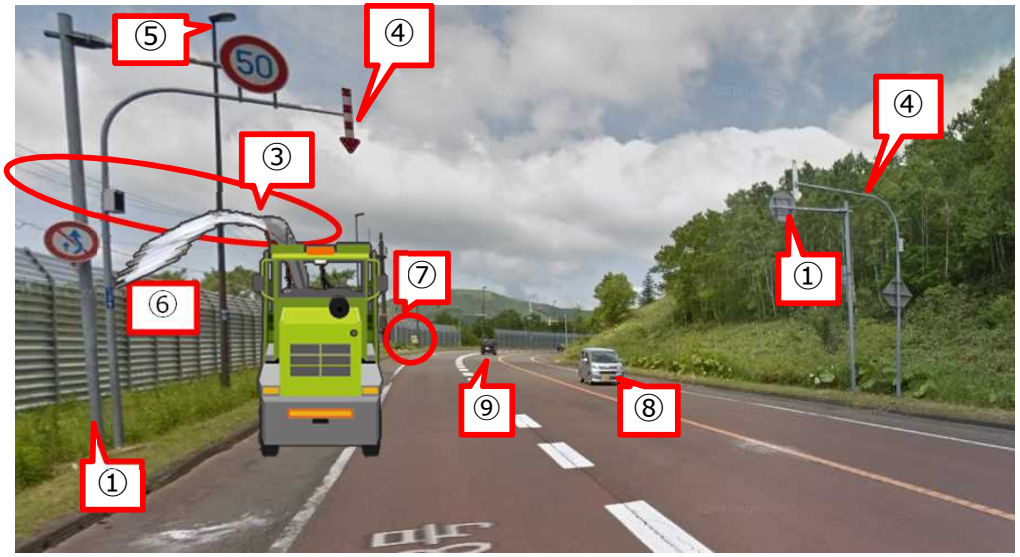




電線・電柱・一般車両（冬期間通行止め）等の障害物なし

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**

▼令和２年度までの取組【国道38号：狩勝峠】

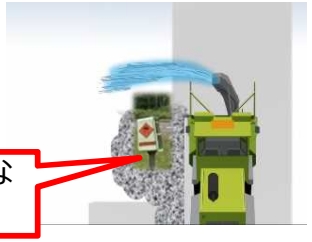


①標識（警戒・案内）
②防護柵
③電線・電柱
④視線誘導柱
⑤道路照明
⑥防雪柵
⑦砂箱
⑧対向車両
⑨追い越し車両

障害物



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

◆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

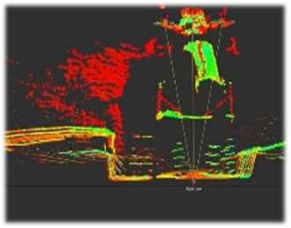
（5）映像鮮明化装置
・実働配備と検証
・映像鮮明化高度化検討

（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

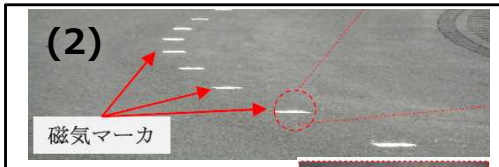


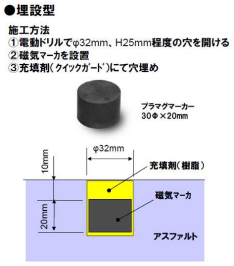


雪堤高さ検知





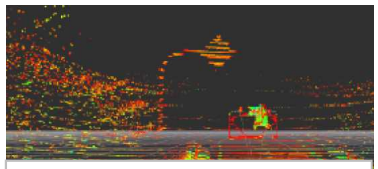




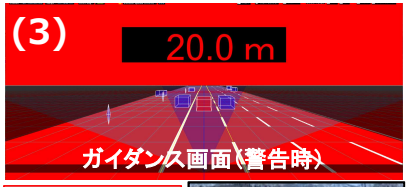








LiDARによる計測イメージ







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
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
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）
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

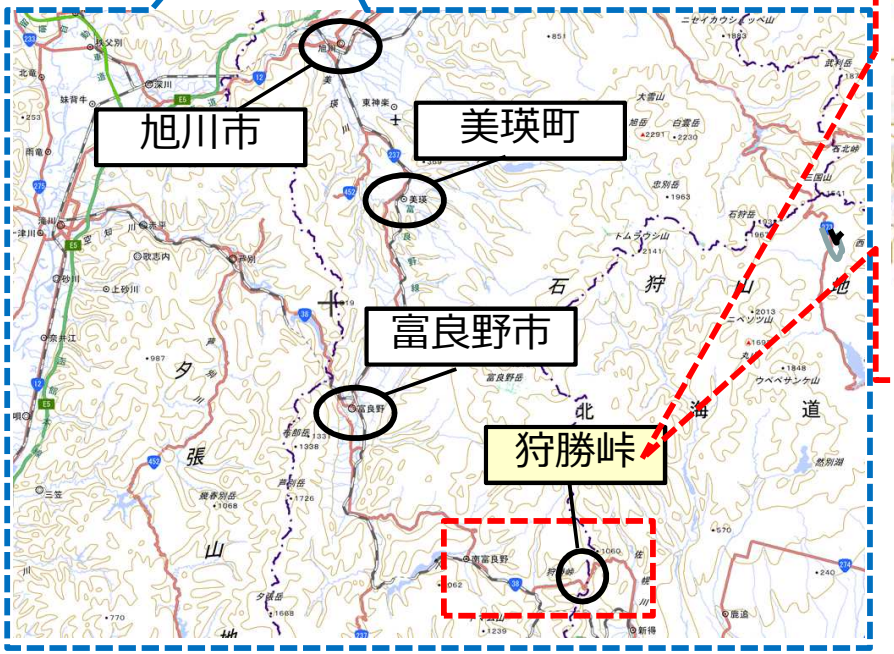
（5）映像鮮明化装置
映像鮮明化装置の実働配備（全道10台）、映像鮮明化高度化検討（試行実験9台　※AI搭載型試行）

（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）

◆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検討、安全対策機能改良）





【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

事前確認、調整など
幾寅除雪ST前チェーン着脱場
（L側）KP96.9～97.0



狩勝峠頂上
KP118.7

磁気マーカ・雪提高さ制御
落合チェーン着脱場
（L側）KP107.4～107.5

旭川開建

帯広開建

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４年１月３１日～２月８日

◆シュート投雪自動制御改良（音声ガイダンス、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、①音声ガイダンス機能及び、②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機能の追加と検証。
【結果】①音声・ブザー通知でのガイダンスの有効性と、②ガイダンス画面への微調整用タッチキーの追加で自動制御が解除されずに装置を動かすことが可能であることを確認した。
【今後】微調整用タッチキーの視認性・操作性について改善する。

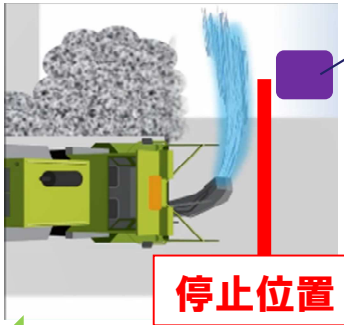
① 自動制御とオペレータの連携向上
（音声・ブザーによるガイダンス イメージ）



“走行を停止”

“ビー”“ビー”

ガイダンス画面（音声機能追加）



障害物

停止位置

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」

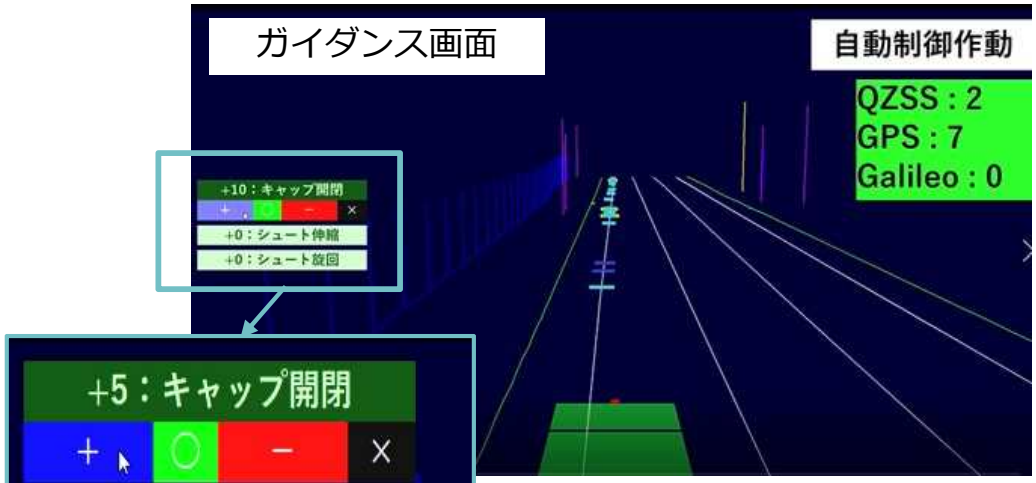
①

②

ブザー音

③

② 機械操作の微調整機能
（ガイダンス画面へのタッチキーの追加）





ガイダンス画面
（微調整操作　タッチキー）

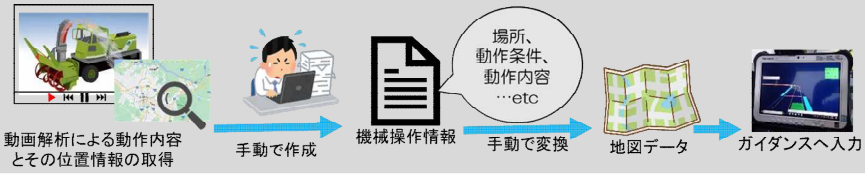
【課題】
微調整タッチキーが判りづらい、押しづらいという意見があり、今後、色・大きさ・デザイン等を改善

◆シュート投雪自動制御改良（習い制御用データ作成の効率化）

i-Snow®
◇除雪機械の高度化推進グループ◇

【目的】非常に時間を要していた、習い制御用データの作成について効率化の検討。
【結果】車両の各センサ信号からオペレータの操作を把握し、車両位置データと紐づけた自動記録システムを構築し、習い制御用データ作成時間の大幅な短縮と、自動作成された習い制御データによる自動制御が精度良く対応可能であることを確認した。
【今後】習い制御用データの管理方法の検討。

これまで（手動で作成）

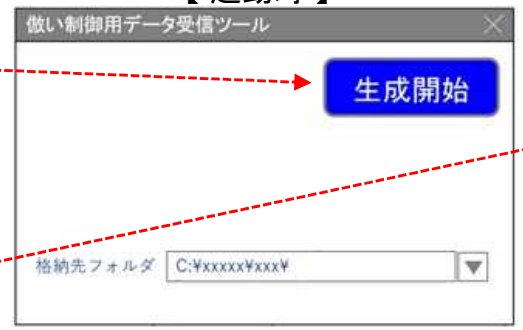


改良後（自動作成）

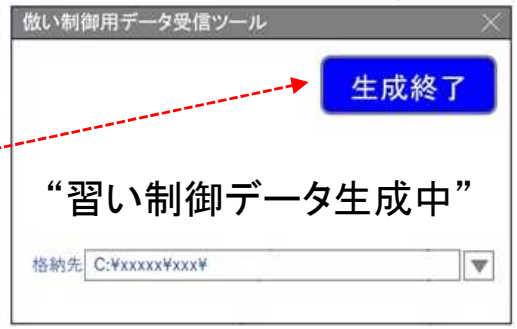


- データ取得位置に移動
- データ生成アプリ起動 生成開始クリック
- 手動操作で除雪作業（開始～終了）
- 生成終了クリック
- 制御データ自動作成（ガイダンスシステムへ自動保存）
- エンジン再起動
- データ取得位置へ戻り、自動制御ボタンをクリック（習い制御開始）

【 起動時 】



【 ならい制御用データ記録中 】



【 習い制御用データ 】

時刻	緯度	経度	走行中	ブロア角度	シュート旋回角度	昇降量	チップパック	キャップ角度	シュート伸縮	チルト角度
100539	43.133758	142.762434	0	0	-41	199	0	96	924	0
100540	43.133758	142.762434	0	0	-41	199	0	96	924	0
100541	43.133758	142.762434	0	0	-41	199	0	96	924	0
100542	43.133758	142.762434	0	0	-41	199	0	96	924	0

習い制御用データ作成　効率化の結果

【手動作成：STEP1】

ドライブレコーダの画像解析やオペレータへの聞き取りから手動でガイダンスデータを手動作成

製作時間　40日/1km

【手動作成：STEP2】

制御PCのデータログから習い制御用データを手動作成

製作時間　12時間/1km

※習い制御のデータ取得時間を除く

【自動作成】

習い制御用データ自動作成

製作時間　**1分/1km**

※習い制御のデータ取得時間を除く
※自動作成したデータの確認は30分程度

【課題】同一区間で複数回のデータ作成を行った場合、データ重複による不具合が生じるため、データ管理方法を検討する必要がある

◆シュート投雪自動制御改良（雪堤高さ検知制御の改善）

i-Snow®

◇除雪機械の高度化推進グループ◇

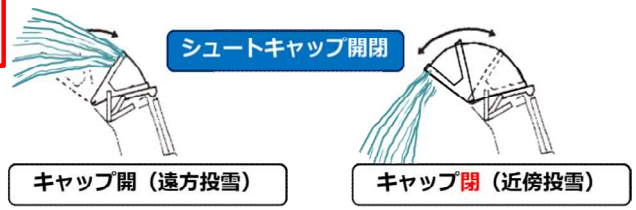
【目的】３D-LiDARで雪堤高さを検知し投雪位置の制御を行う際に、シュートキャップが頻繁に微小動作を行うため、それを抑える改良と検証。
【結果】雪堤高さ検知範囲を調整し、微小動作が生じない投雪が可能となったことを確認した。
【今後】一般道における検証。



落合チェーン着脱場（試験用模擬雪堤）

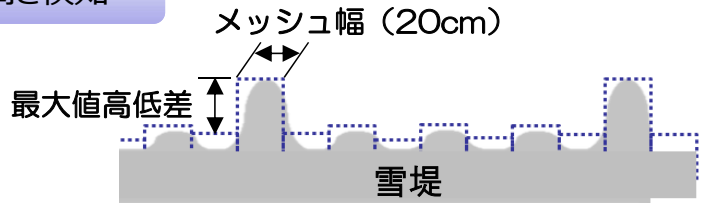


投雪状況

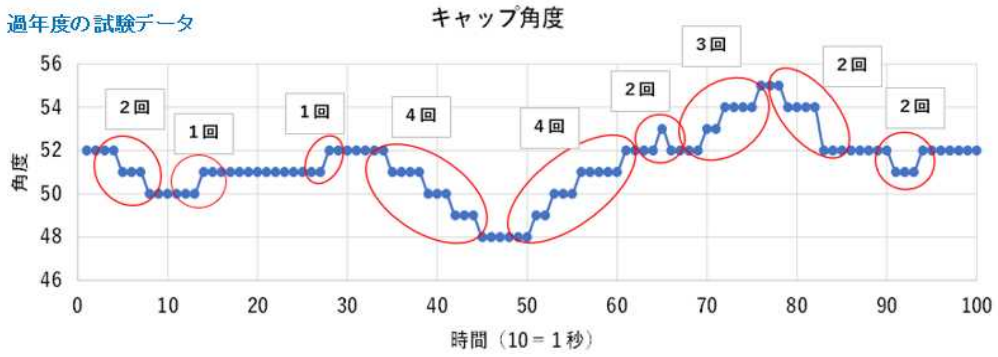


シュートキャップの**頻繁な微小動作**が機械寿命が短くなる程の頻度で発生

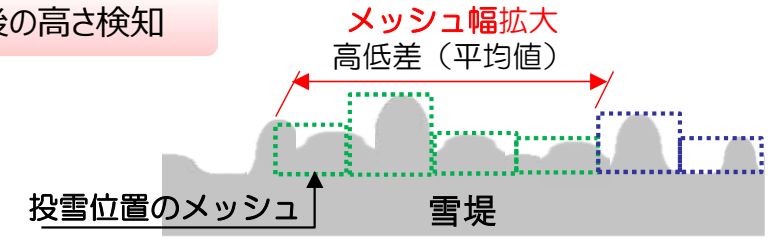
改良前の高さ検知



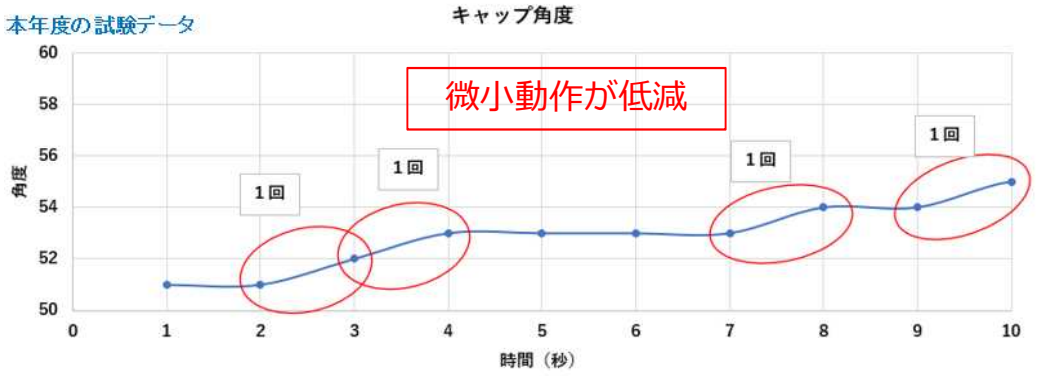
メッシュ幅の高低差（最大値）を比較し制御するため頻繁にキャップ角が変化



改良後の高さ検知



メッシュ幅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**



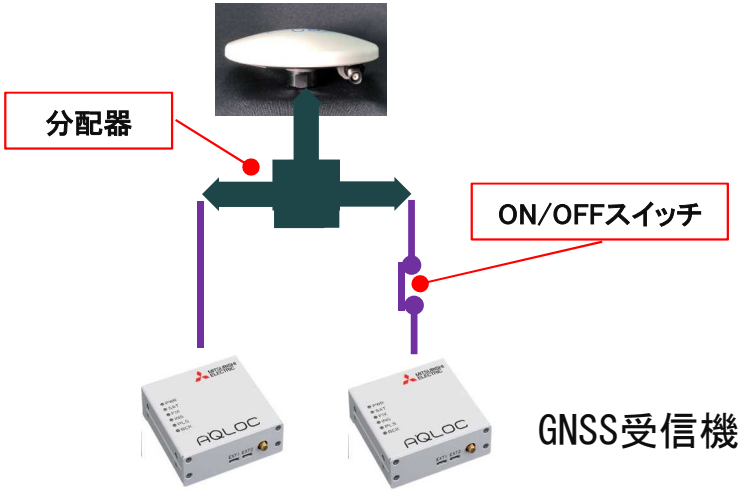
◆みちびき不感地帯対策（INS（車両慣性航法システム）精度検証）

【目的】INS（車両慣性航行システム）は、不感地帯が長くなると誤差が蓄積されて精度が低下することから、不感地帯を補完できる有効な走行距離を検証
【結果】有効距離約40mを確認
【今後】INSによる補完は短距離とし、他の技術と組み合わせた不感地帯対策を検討

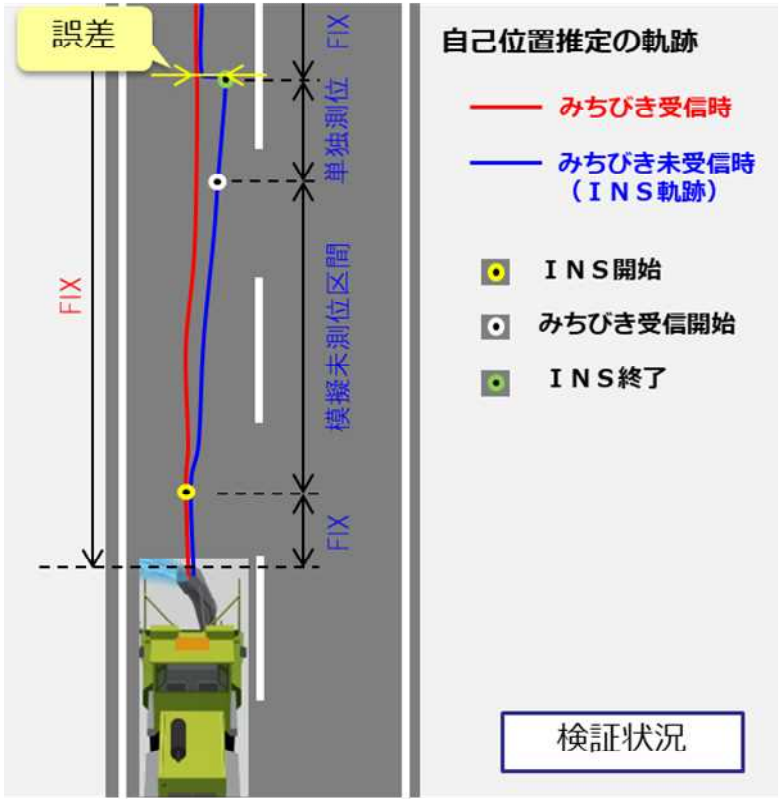
【検証方法】
みちびき受信時とみちびき未受信時のINSで得られる自己位置推定座標を比較し、精度を検証する

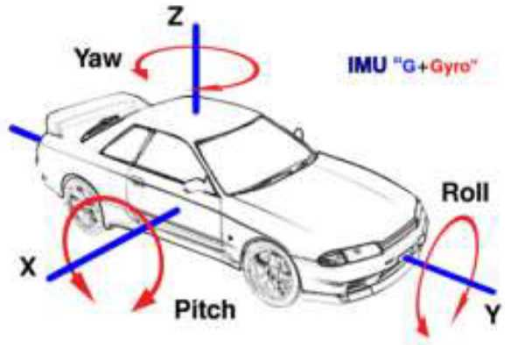


GNSSアンテナ（INS内蔵）



GNSS受信機





INS（車両慣性航法システム）



◆みちびき不感地帯対策（磁気マーカシステム精度検証）

【目的】車道に埋め込んだ磁気マーカ上をロータリ除雪車が走行し、磁気マーカシステムでの自己位置推定の精度を検証
【結果】誤差68mmを確認（みちびき精度120mm以内の十分な精度）
【今後】磁気センサモジュールの形状・取付位置の検討、磁気マーカ設置間隔の検討

【検証方法】
ロータリ除雪車に搭載した磁気マーカーシステムから自己位置推定の精度を検証する



磁気マーカ

磁気マーカ
（埋設タイプ）

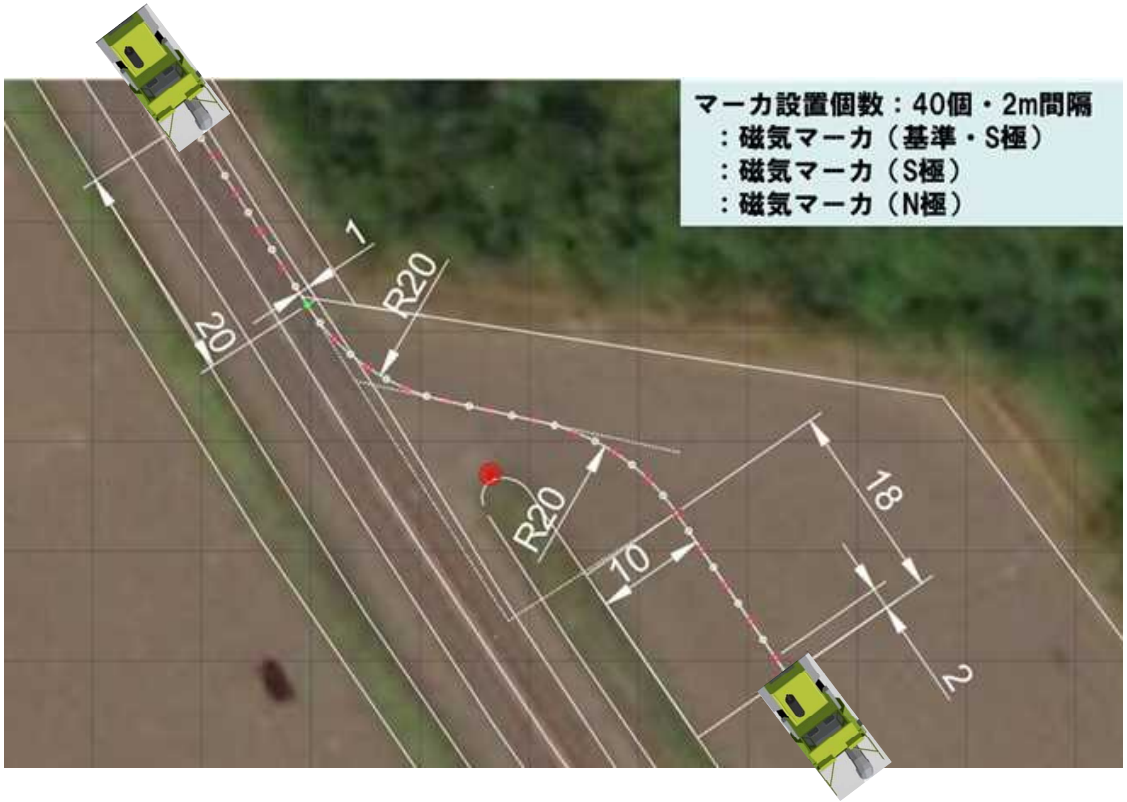

標準タイプ
（Φ30×20）


現地の埋設状況
（２ｍピッチで埋設）



磁気センサモジュール搭載状況


磁気センサモジュール本体

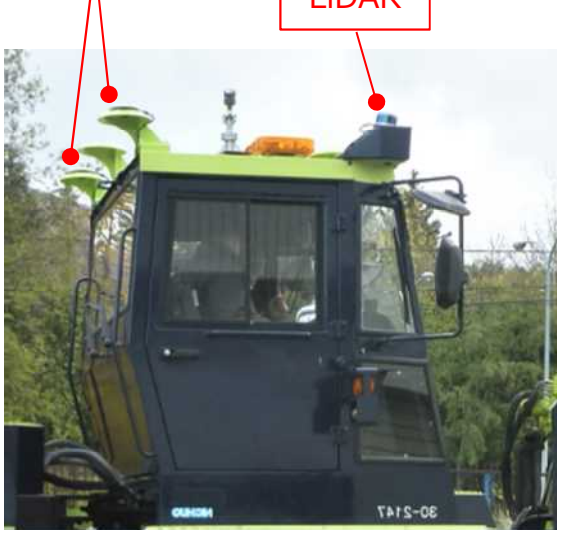


磁気マーカ埋設図（落合チェーン着脱場）

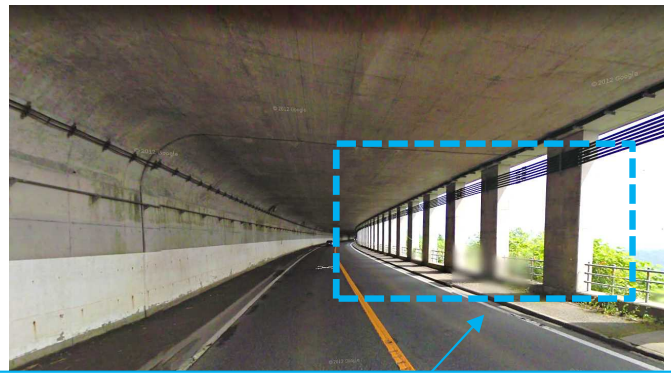
◆みちびき不感地帯対策（3D－LiDAR精度検証）

【目的】雪提高さ制御用3D-LiDARを用いて、道路構造物内を計測し自己位置推定の精度を検証
【結果】3D-LiDAR計測による点群データの取得は問題なかったが、取得した点群データから地図を生成して自己位置を推定するまで至らなかった。要因として、走行中の計測結果から、地図生成を行うまでに時間を要していることが挙げられる。現時点では3D-LiDAR単独での高精度な位置を補完するのは難しい。
【今後】－

【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。









狩勝峠覆道点群データ画像

◆安全対策機能改良（周辺探知技術）

【目的】供用中の一般道において、除雪作業中に後方探知技術（ミリ波レーダ）として実導入を見据えたシステムの改良等を行う。
【結果】ソフトウェア改良と各パラメータ初期設定値を決定し、実装に必要な事項を整理した。
【今後】実装導入に向けた安全対策機器として仕様を作成する

ミリ波レーダによる車両検知（令和4年2月7日～2月8日）

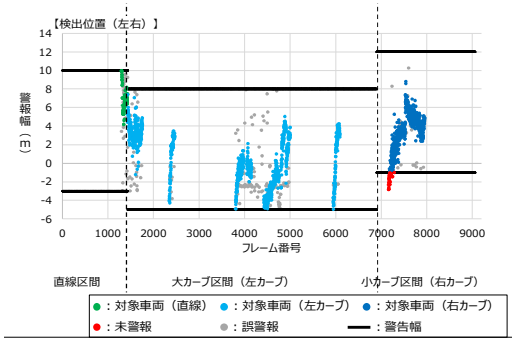
寒地土木研究所と共同試験



試験中のドライブレコーダ画像とガイダンス画面



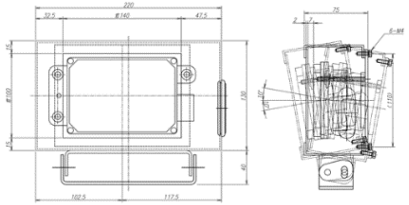
ミリ波レーダ取付状態



計測結果（代表例）

初期設定値

設定値		初期設定値
レーダ検出距離		1.0～204.7m
レーダ検出角度		-51.2deg～51.1deg
レーダ検出強度		-5dBsm
検出対象相対速度		-81.92m/s～0m/s
レーダ検出幅		-6（左）～10（右）m
レーダ警告幅		-3.0（左）～10.0（右）m
障害物種別	人相当	-5dbsm～0dbsm
	車両相当	0dbsm～21dbsm
警告距離※走行速度毎	0km/h	警告：0m 注意：0m
	10km/h	警告：20m 注意：40m
	20km/h	警告：20m 注意：40m
	30km/h	警告：20m 注意：40m
	40km/h	警告：40m 注意：80m
	50km/h	警告：50m 注意：100m
カーブ判定	判定距離差	3.50m
	判定角度差	0.8deg（曲線半径100m相当）
	スライド幅	2.0m


ハウジング設計



配線経路検討

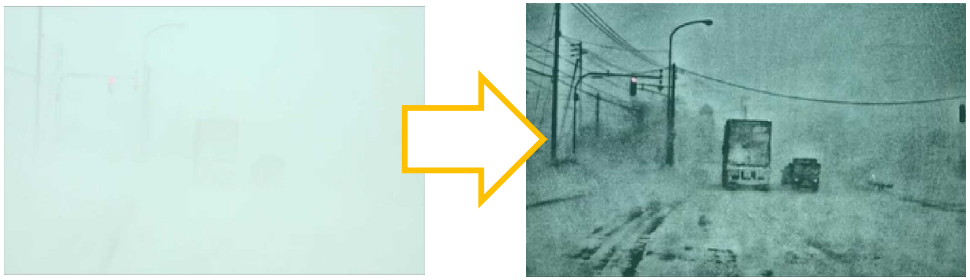
【狩勝峠の試験結果】
◆表示を左右反転するなどソフトウェアを改良した
◆走行試験の計測結果から最適な各パラメータの初期設定値を定めた。
◆ハウジングの設計、取付位置や配線の取り回しなど、実装に必要な事項を整理した。

◆映像鮮明化装置高度化検討

【目的】物体検知機能（AI活用）を追加した映像鮮明化装置を試行し、車両、人、信号等の自動検知と警告表示・警告音の精度および本装置の使用感について確認する。
【結果】全道（9台）の試行において十分な精度を確認した。また、使用感アンケート調査では、実働配備（10台）と併せ、吹雪時の運転において精神的負荷が減少する等の高い評価を得た。
【今後】実働配備を拡大する。

令和3年度：実働配備（全道10台）、試行配備（全道9台）

映像鮮明化（実働配備）



元映像　　鮮明化処理

AIの自動検知（試行配備）



人の検知　　車両の検知

接近時の警告





令和３年度 除雪トラック搭載状況（実働配備）

【アンケート結果】

- 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、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
- その他
  作業中はモニターを注視できない（設置位置の工夫・改善）

◆凍結防止剤散布作業支援システム（AIS3：試行結果）

i-Snow®

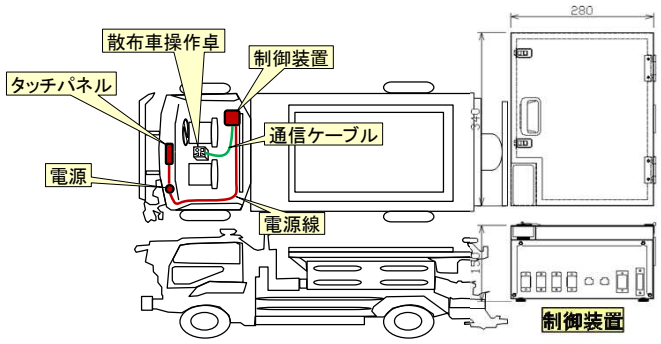
◇除雪機械の高度化推進グループ◇

【目的】本システムの実装試行を行い、機能・性能・可用性・システムセキュリティに関する各テストによる検証と、使用感についてアンケート調査で確認する。

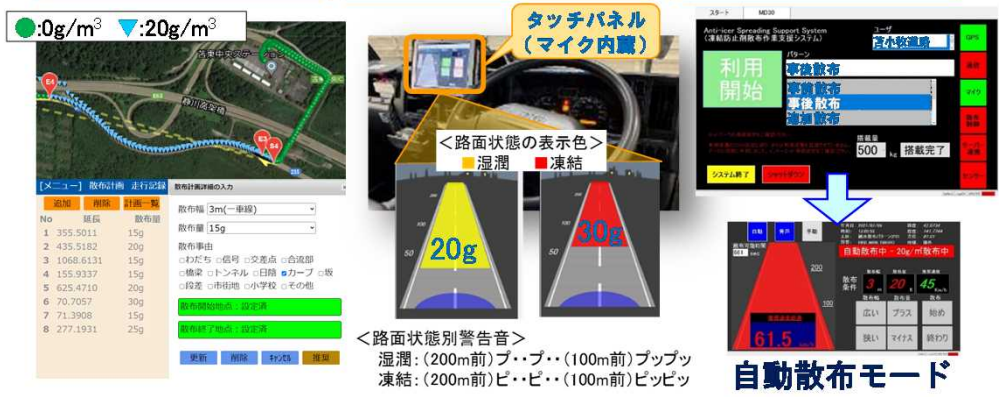
凍結防止剤散布支援システムの概要



凍結防止剤散布車



1.指示支援ツール → **2.判断支援ツール** → **3.操作支援ツール**



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。

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 可）

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

CERI COLD REGION

寒地土木研究所
寒地交通チーム

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可用性テスト：システムをいつでも安全に利用できているか（稼働率）
④セキュリティテスト：システム権限やアクセス制御ができているか
⑤ユーザビリティテスト：AIS3は使い易いシステムか

導入箇所

No.	建設部	事務所	基地・ST	散布機械	規格
1	札幌	札幌道路	札幌ST	散布専用車	4.0m³
2	小樽	小樽道路	小樽基地	除雪トラック	10tl.G.
3	旭川	旭川道路	末広基地	散布専用車	4.0m³
4	室蘭	苫小牧道路	苫東中央ST	除雪トラック	10tl.G.
5	釧路	釧路道路	恋問ST	除雪トラック	10tl.G.
6	帯広	足寄道路	足寄基地	除雪トラック	10tl.G.
7	網走	網走道路	網走基地	除雪トラック	10tl.G.
8	留萌	留萌開発	大別刈ST	除雪トラック	10tl.G.

検証期間

No.	事務所	事務所説明会	現場説明会	運用開始
1	札幌道路	3月4日	3月4日	3月4日
2	小樽道路	1月19日	2月11日	2月12日
3	旭川道路	12月21日	1月18日	1月25日
4	苫小牧道路	12月16日	1月11日	1月11日
5	釧路道路	1月25日	2月8日	2月13日
6	足寄道路	1月24日	2月14日	2月17日
7	網走道路	1月25日	2月7日	2月7日
8	留萌開発	1月28日	2月15日	2月15日

機能テスト結果

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

検証方法

- 解析可能なログデータ期間：苫小牧⇒旭川⇒網走⇒釧路⇒小樽⇒留萌⇒札幌⇒足寄
- 検証方法：有効データ数と散布正答数から正答率を算出

結　果

道路事務所	期間	有効データ数	散布量正答数	散布幅正答数	方向正答数	正答率
札幌道路事務所	3月4日～3月21日	10,463	10,463	10,463	10,463	**100.0**
小樽道路事務所	2月11日～3月21日	4,591	4,591	4,591	4,591	**100.0**
旭川道路事務所	1月12日～3月15日	142,434	142,424	142,424	142,424	**100.0**
苫小牧道路事務所	1月11日～3月16日	36,364	36,364	36,364	36,364	**100.0**
釧路道路事務所	2月8日～3月20日	2,715	2,715	2,715	2,715	**100.0**
足寄道路事務所	3月17日～3月20日	5,745	5,745	5,745	5,745	**100.0**
網走道路事務所	2月7日～3月16日	3,962	3,962	3,962	3,962	**100.0**
留萌開発事務所	2月15日～3月14日	13,265	13,085	13,085	13,085	**98.6**
全事務所	—	219,539	219,349	219,349	219,349	**99.9**

✓導入当初、CAN通信エラーが発生
　⇒散布車ソフトが想定を上回るデータの送受信のためエラーが発生(改良済み)
✓留萌の車両はTN区間で自律航法による測位の精度が悪化
　⇒GPSの故障(車速の入力不良)

今　後

✓ 想定した機能を100%果たすように改良

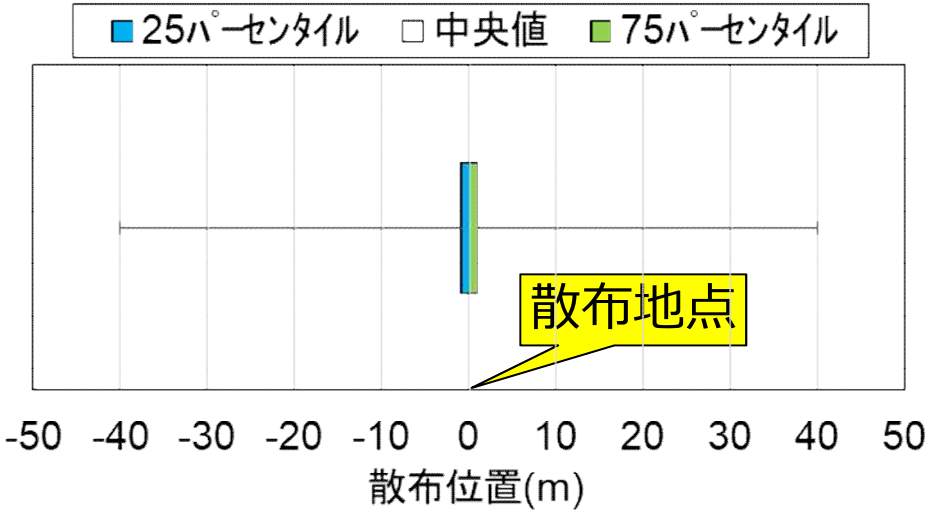
性能テスト結果

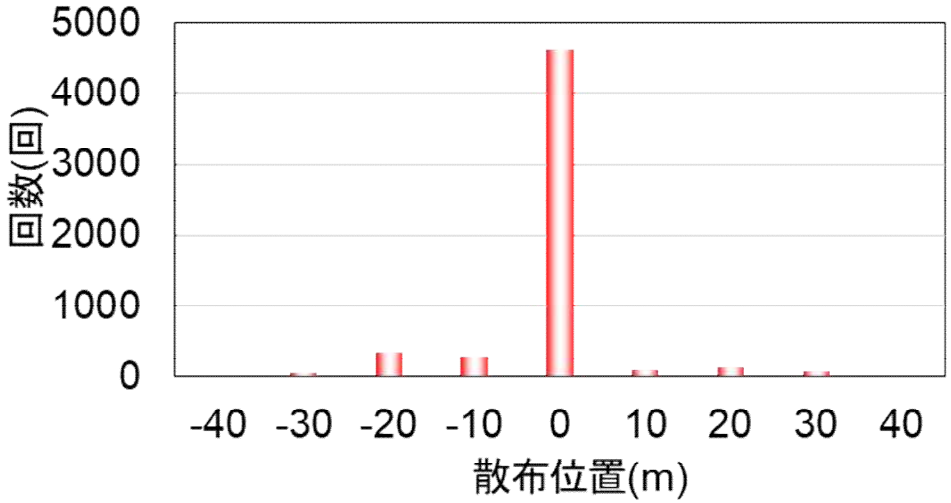
CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

検証方法

・期間：2022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0～8.5KP、国道12号新道142.52～144.68KP
・検証方法：94箇所の散布精度を助手席のオペレータが目視で10m単位で判定(5640ﾃﾞｰﾀ)

結　果





✓ 散布精度は、全て一致とまでいかなかったがオペレータと概ね一致（0m）した

今　後

✓ 全て散布位置0mとなるように改良
⇒アクチュエーター駆動までのタイムラグを想定した先読みシステムを開発中

自動化システムの信頼（可用性）テスト結果

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

検証方法

- 期間：苫小牧⇒旭川⇒網走⇒小樽⇒釧路⇒留萌⇒足寄⇒札幌、順次開始
- 検証方法：総出動回数と自動散布回数から自動散布の稼働率を算出

結　果

道路事務所	期間	出動数	出動数	自動散布数	稼働率	備考
札幌道路事務所	3月4日～3月16日	3	3	3	100%	終冬期に導入したため
小樽道路事務所	2月12日～3月23日	35	86	5	6%	調整の不備
旭川道路事務所	1月25日～4月1日	58	103	102	99%	1度だけ不具合
苫小牧道路事務所	1月11日～3月22日	34	44	20	45%	乾燥が増えると手動
釧路道路事務所	2月13日～3月24日	9	11	6	55%	期間内の散布作業少
足寄道路事務所	2月17日～3月22日	6	6	2	33%	期間内の散布作業少
網走道路事務所	2月7日～3月22日	5	5	2	40%	期間内の散布作業少
留萌開発事務所	2月15日～3月22日	15	16	4	25%	トンネルで不具合
全事務所	—	165	274	144	53%	

★熟練オペレータの散布ログから自動散布箇所を設定すると、オペレータ自身の感覚と合致することが判明

今　後

✓ 全体稼働率は53%であったが、出動回数最多の旭川では99%の稼働率
自動散布箇所について、散布ログからの設定に変更し、今冬期100%の稼働を目指す

セキュリティテスト結果

CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

検証方法

・期間：2022年11月15日～3月18日、124日間
・検証機器：右表に示すWEBサーバ
・検証方法：WEBサーバのアクセスログから解析
　➢ システムへのアクセス権限は、
　　開建・事務所・監督員・請負者毎に89個設定

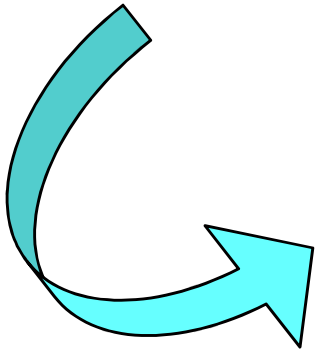
WEBサーバの仕様

サーバ	NEC E120e-M
OS	WindowsServer2012 StandardEdition8Core
CPU	Xeon 4Core 2.4GHz
システム	64Bitオペレーティングシステム X64ベース
HDD	HDD SATA 1TB×2(RAID1)
RAM	16GB
回線速度	1Gbps ベストエフォート
設置場所	153.120.59.108 さくらインターネット石狩リージョン 第2ゾーン

結　果

総アクセス数

月	11月	12月	1月	2月	3月	期間
訪問者数	220	493	416	350	2,752	4,231
アクセス数	574	1,495	1,353	1,068	3,407	**7,897**



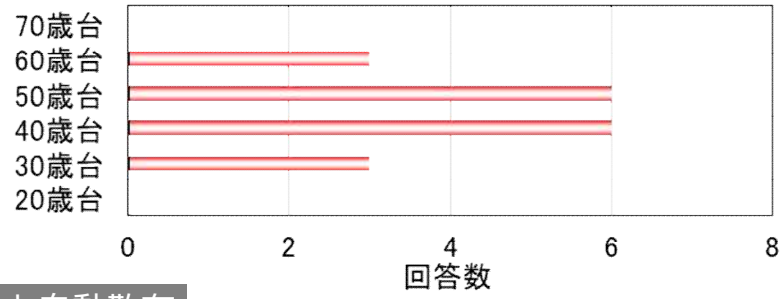
各開発建設部における総アクセス数

No.	開発建設部	11月	12月	1月	2月	3月	期間
1	札幌開建	59	61	80	9	8	217
2	函館開建	17	268	240	177	97	799
3	小樽開建	48	4	1	7	1	61
4	旭川開建	144	180	140	113	34	611
5	室蘭開建	54	5	5	24	0	88
6	釧路開建	50	47	35	19	22	173
7	帯広開建	32	0	4	3	3	42
8	網走開建	35	71	46	39	3	194
9	留萌開建	71	128	98	72	26	395
10	稚内開建	82	3	3	0	0	88
アクセス数		592	767	652	463	194	**2,668**

✓ システム権限毎の閲覧、2/3はアクセス制御、期間中のシステム障害無し

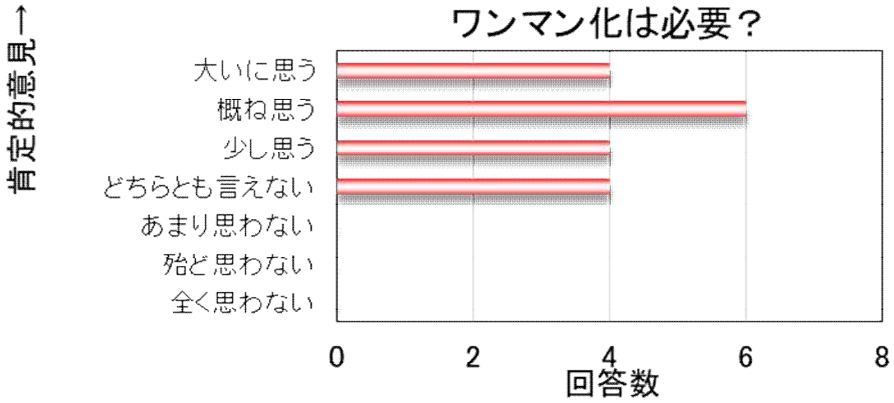
ユーザビリティテスト（アンケート調査）結果（1/3）

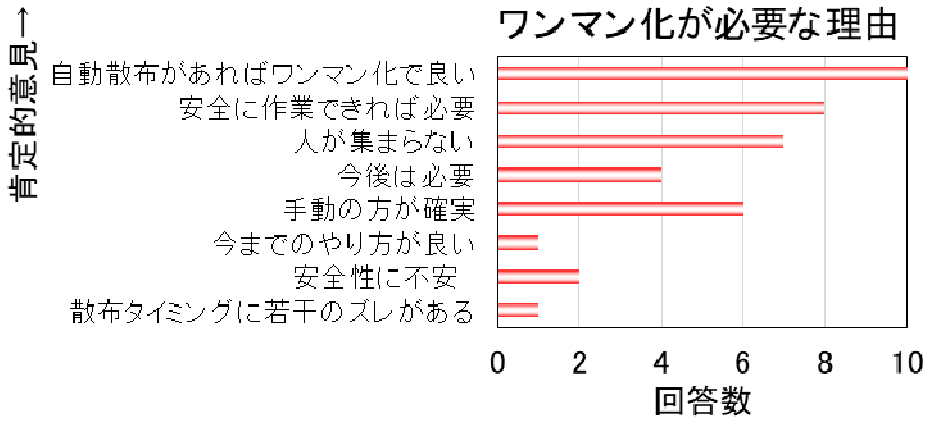
CERI COLD REGION 寒地土木研究所 寒地交通チーム

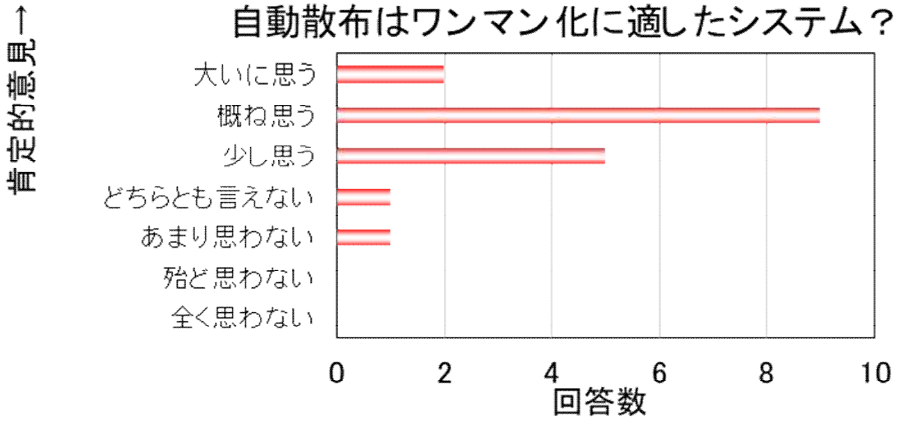


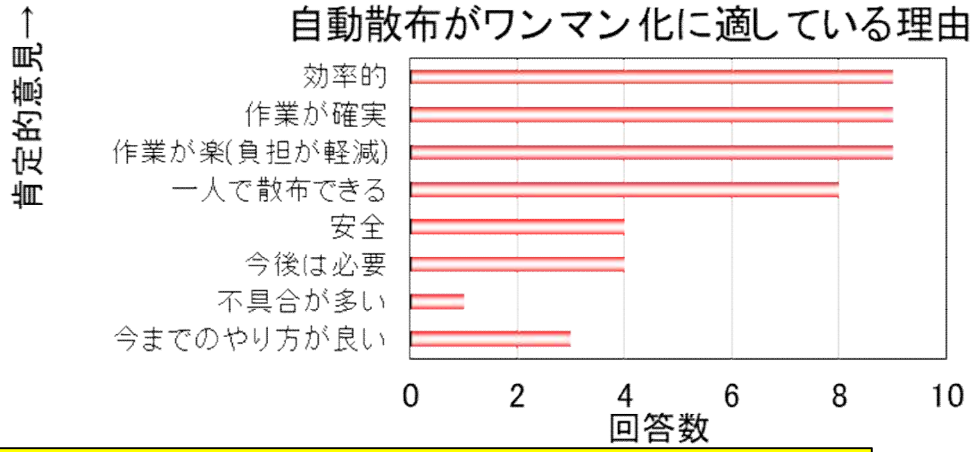
・40歳台・50歳台を中心に18名から回答
　主任（監理）技術者　4名
　現場代理人　4名
　散布作業オペレータ　9名　※除雪作業と重複あり
　除雪作業オペレータ　4名

ワンマン化と自動散布







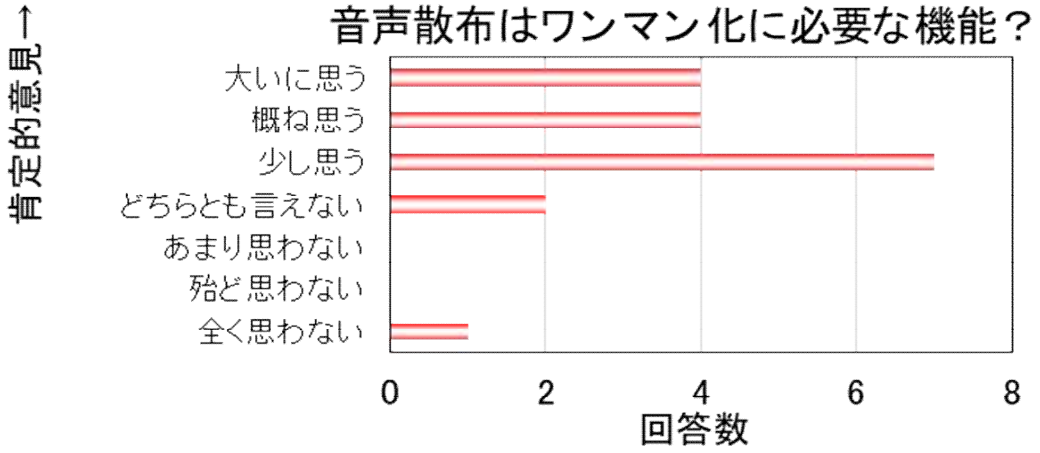


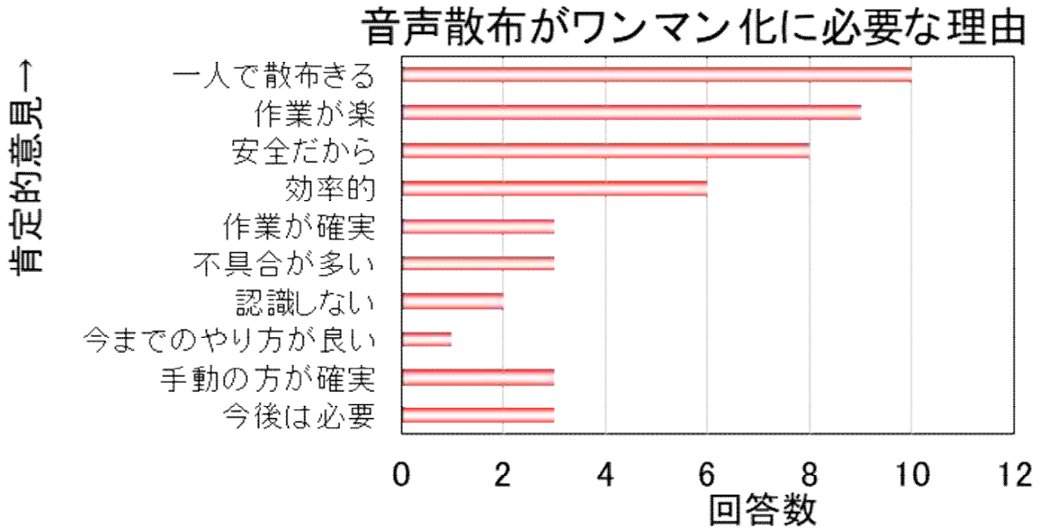
✓ 現場ではワンマン化の必要性を認識、自動散布はそれに資するシステムとして評価

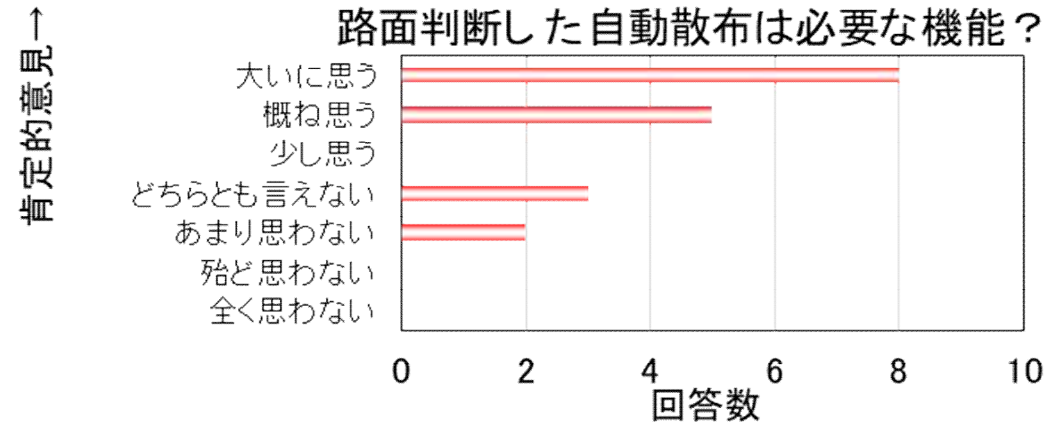
ユーザビリティテスト（アンケート調査）結果（2/3）

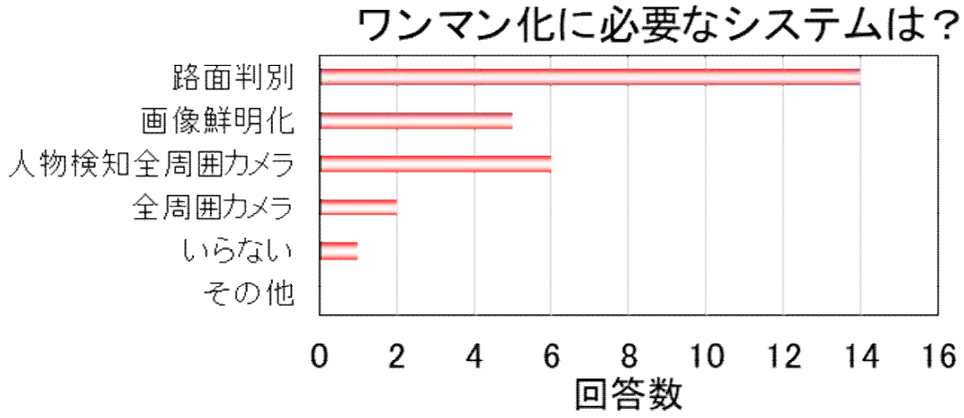
CERI COLD REGION 寒地土木研究所
寒地交通チーム

他のシステムとの連携







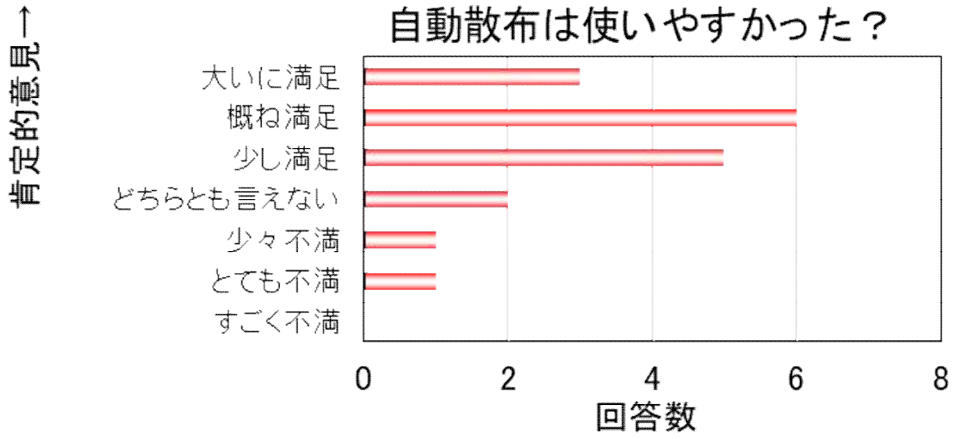


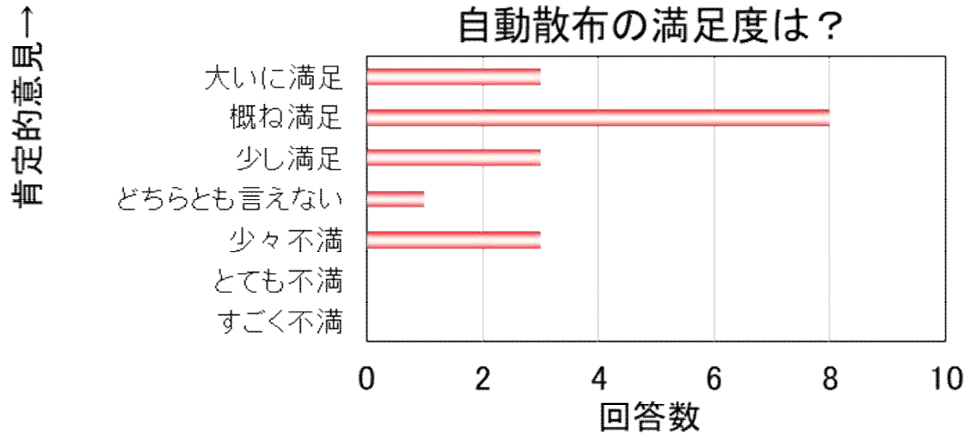
✓ 重点散布区間でも乾燥では散布しないため、路面判別との連携を要望

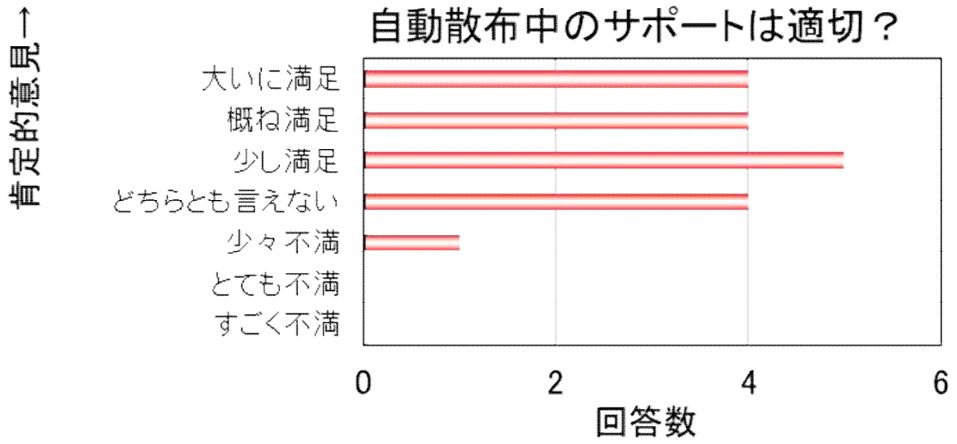
ユーザビリティテスト（アンケート調査）結果（3/3）

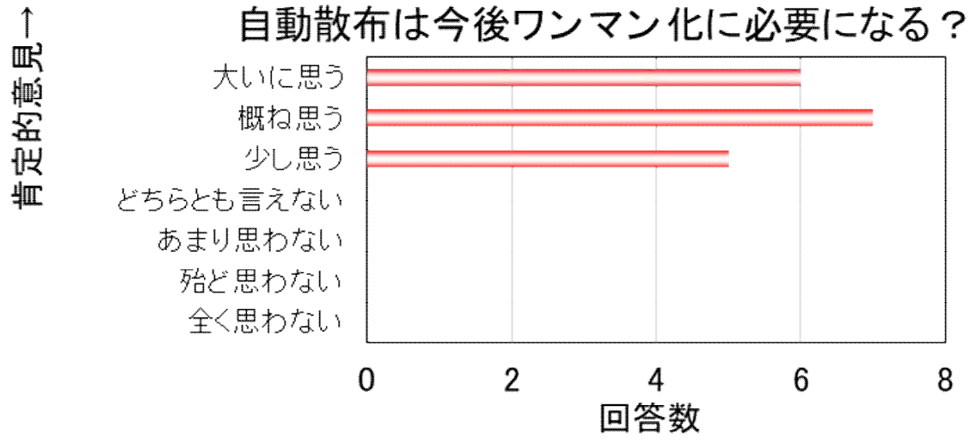
CERI COLD REGION
寒地土木研究所
寒地交通チーム

自動散布の検証結果









✓ 自動散布は実用レベルでワンマン化に必要なシステムとして期待される

資料　A

２．令和４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4年度の取組（予定）

（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（継続）

（6）凍結防止剤散布作業支援システム（継続）

（7）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



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
令和４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
① 作業速度を考慮した習い制御用データの記録間隔へ自動制御システムの改良
② 自動制御中微調整機能の検証　③ 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検討し自動制御システムを改良
②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

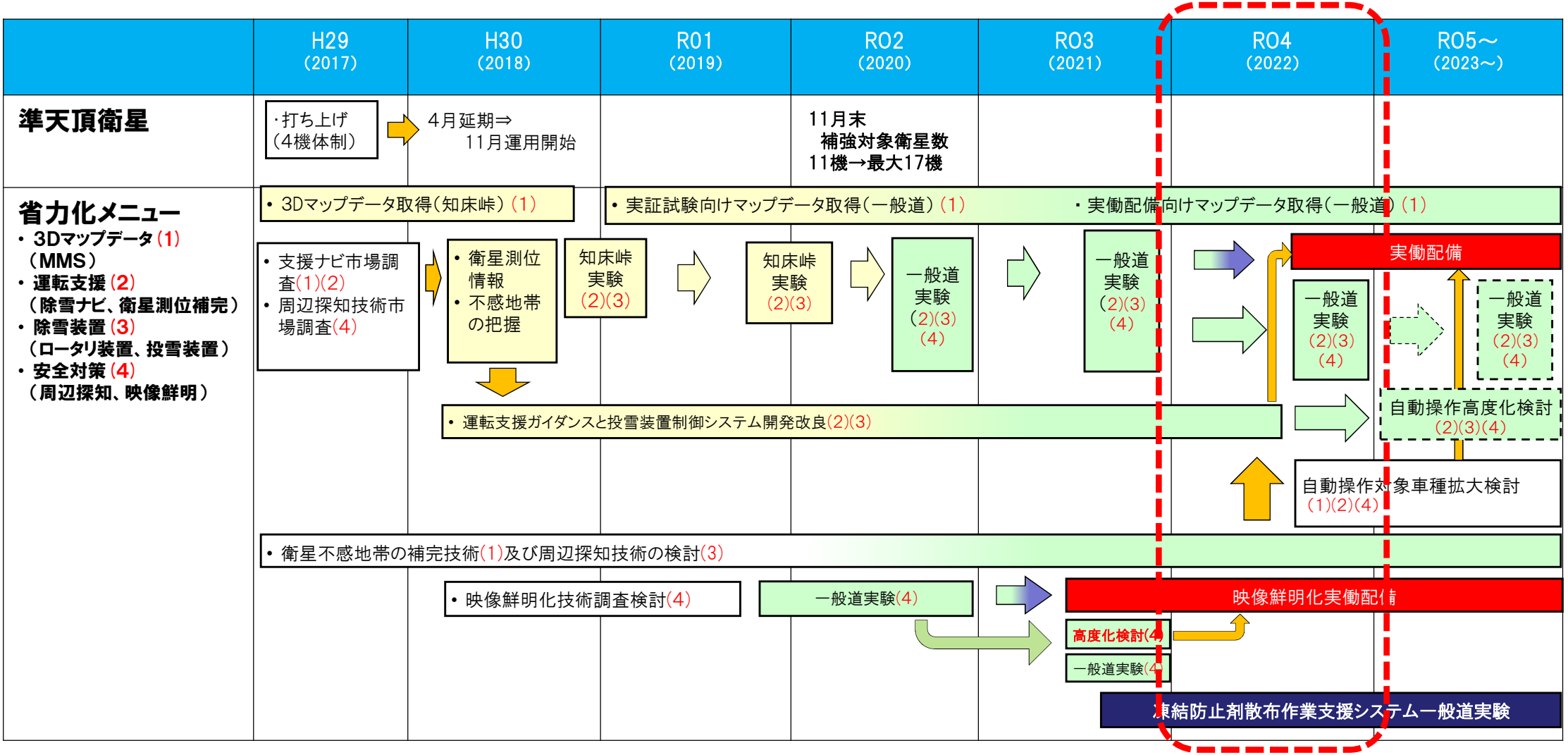
（4）安全対策機能の検討
ロータリ除雪車周辺の人や物を探知する安全対策機能の検討

（5）映像鮮明化装置
実働配備の拡大（Ｒ４年度全道 100台予定）

（6）凍結防止剤散布作業支援システム
実装試行を継続

（7）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

資料 B

ロータリ除雪車の自動化開発の状況

2022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

・開発概要

・これまでの開発の進捗

・R4.2～3月本線試験



①研究概要　開発の背景

◇開発の背景

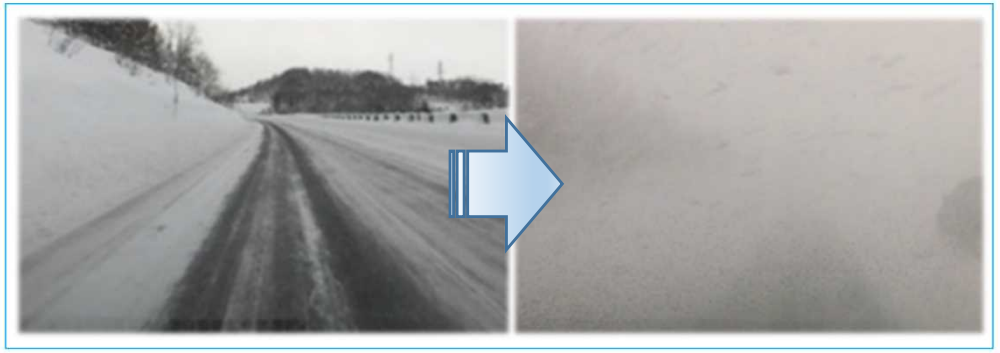


◆ 雪氷対策作業の現状・課題

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



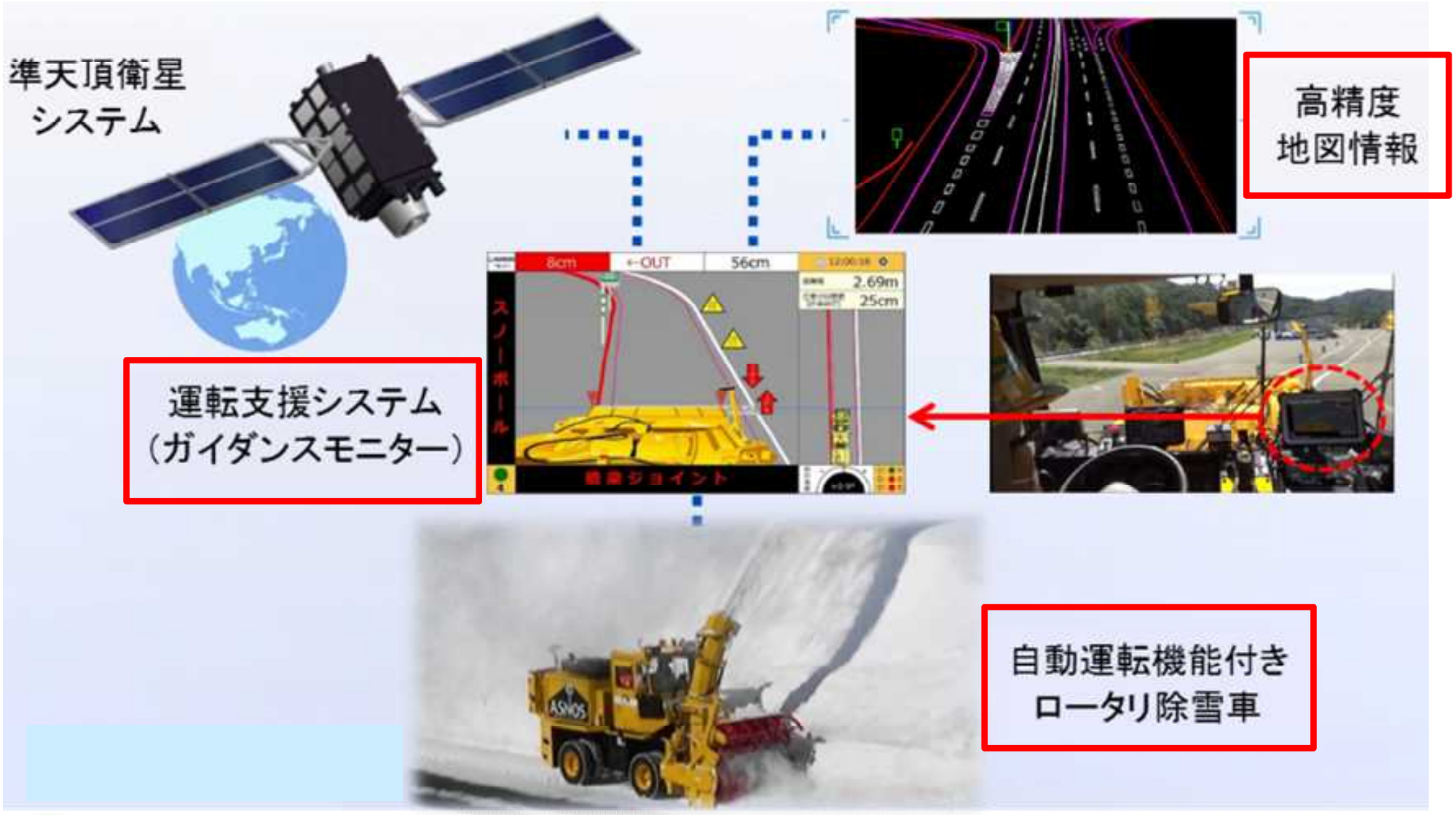
②降雪・吹雪等の影響により

- ・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研究概要　自動化開発イメージ

◇開発イメージ



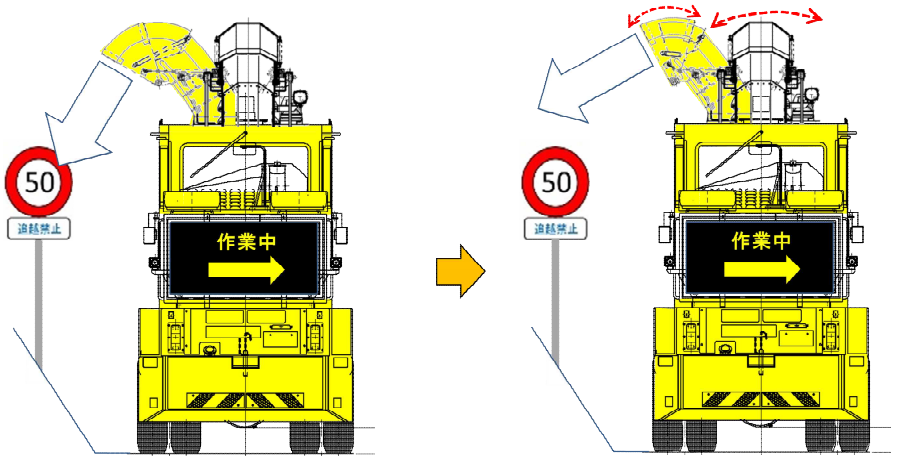
①研究概要　自動化目標

◇開発目標

至上命題：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。





②これまでの開発の進捗



・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
⇒本線試験OK

・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　夕張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
⇒本線試験OK

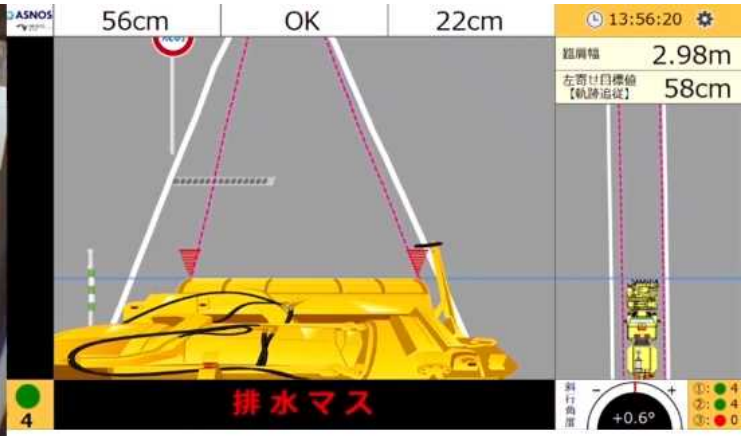
・R4.2～3 道央道（岩見沢IC～美唄IC）本線にて自律走行・自動除雪試験



②これまでの開発の進捗　R3.11本線試験

道央道　岩見沢IC～岩見沢SA間にて自律走行と自動除雪の試験実施
※試験は走行車線規制内で実施









マスコミ公開の様子



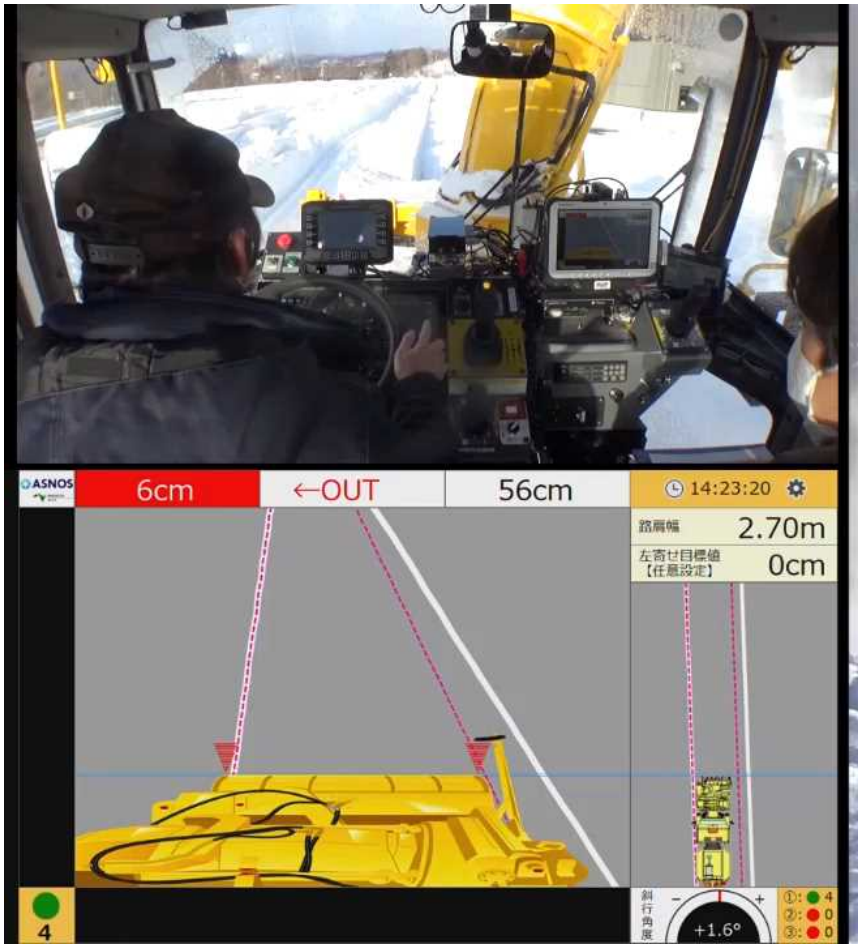
③R4.2～3月本線試験　事前確認

◆目的

・除雪負荷の掛かった状態での精度及び挙動の確認

・オペレータから意見・使用感のフィードバック

◆テストコースでの事前試験





↓白線との位置関係



許容誤差の範囲内
⇒本線試験

③R4.2～3月本線試験　試験内容

◆試験内容
　自律走行　＋　自動除雪

区間：道央道　岩見沢IC～美唄IC間

条件：オペレータは一部区間（橋梁部）などを除き、基本的に自律走行で作業にあたってもらう。
　　ただし、精度の低下など安全性に支障がある場合は手動で介入する。



③R4.2～3月本線試験　動画①

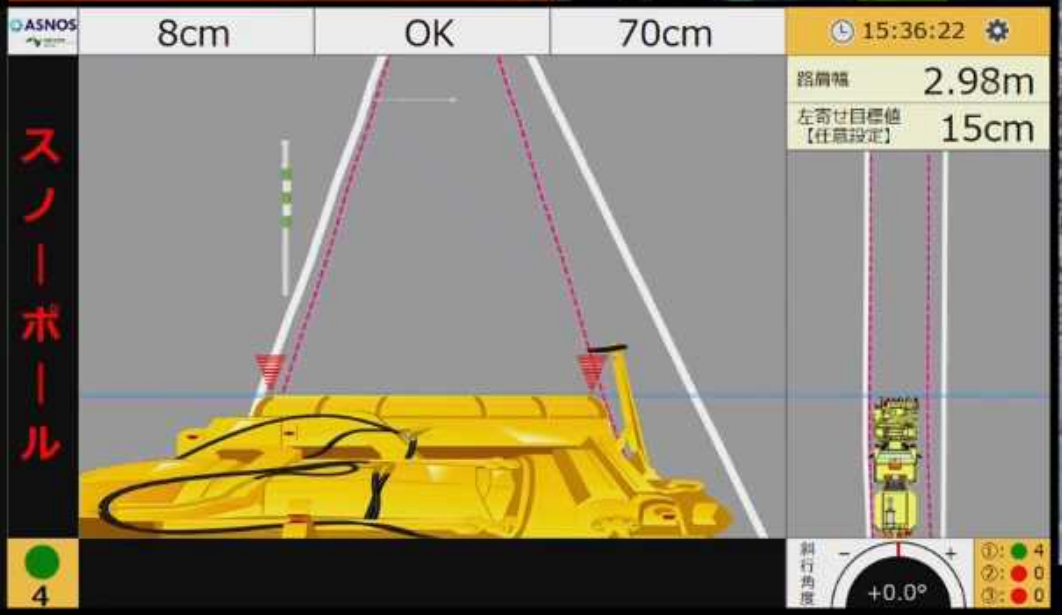


③R4.2～3月本線試験　動画②



③R4.2～3月本線試験　動画③







④今後の予定

○完成目標

今年度(R4)中の技術開発完了

⇒各課題について今年度中に対応。

R5年以降に順次管内へ導入予定



第11回i-Snow委員会

資料C

QZS受信機(Update)紹介とトピック

令和4年7月26日

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構
衛星測位本部
松岡　繁

1. 準天頂衛星システムの開発・整備・運用スケジュール

2. CLAS受信機の推移、各社受信機比較と新製品動向

3. 各社(最新)受信機の紹介

4. 4周波アンテナの状況

5. トピック　　CLAS対応ドローン製品化

1. 準天頂衛星システムの開発・整備・運用スケジュール

H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8

H22.9.11打上げ
初号機QZS-1JAXA運用

運用開始
11月1日

QSS運用

QZS-1



出典：http://qzss.go.jp/

QZS-2
～4

H29.6.1
QZS-2

H29.8.19
QZS-3

H29.10.10
QZS-4

4機体制運用
（GPS連携したサービス）

7機体制運用
（持続測位サービス）

QZS-1R
R3.10.25

利用実証推進
H23～

初号機みちびき後継機の
開発・整備

7機体制に向けた追加3機の
開発・整備

CMAS/L1SAIF+

CLAS.MADOCA/SLAS

測位方式比較一覧

方式	単独測位	DGNSS	RTK-GNSS	ネットワーク型 RTK-GNSS	PPP (MADOCA)	PPP-RTK (CLAS)
メリット	瞬時に測位結果が得られる	単独測位と同程度の時間でm精度の測位が出来る	瞬時にcm精度の測位が得られる	瞬時にcm精度の測位が得られる	グローバルに利用できる	RTK-GNSSに近い精度、初期収束時間で測位できる
デメリット	精度が悪い	m程度の精度	基準点の管理が必要	プロバイダ契約が必要	初期結果に時間が掛かる	RTKより精度、初期収束時間が劣る
基準局（電子基準点）	不要	ローカルで必要	狭域で必要	RTK-GNSSよりも広い間隔で必要	世界規模で必要	ネットワーク型RTK-GNSSよりも広い間隔必要
サービス範囲	グローバル	ローカル	狭域	狭域～ローカル	グローバル	ローカル
補正情報	不要	疑似距離	・疑似距離 ・位相	・疑似距離 ・位相 ・観測点簡易位置	・衛星搭載時計誤差 ・衛星軌道誤差	・衛星搭載時計誤差 ・衛星軌道誤差 ・大気遅延
補正情報回線容量	不要	小	大	大	小	小～中
精度	5 m～10m程度	1 m程度	2cm程度	2cm程度	10cm程度	6cm程度
初期収束時間	数秒	数秒	数秒	10秒以内	20分程度	1分程度
受信機・アンテナ大きさ/重さ	小型/軽量	小型/軽量	中型/軽量	中型/軽量	大型/重い	大型/重い
受信機コスト	安価	安価	数万円～	数万円～	数十万円～	数十万円～
主な用途	カーナビ	船舶安全確保	測量	測量	測量	移動体測位

2. CLAS受信機の推移

H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6



23×22×7cm

LEX受信機



33×48.3×14.2cm

低速移動体LEXR

10%

1st

17.8×14.2×9cm



10%

2nd

9×9×3cm



3rd

4th

CLAS受信機(4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

評価キット(MSJ)



W184×D98×H74mm

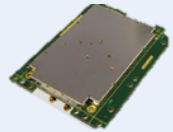
コアとのコラボ



Septentrio

W206×D155×H86mm

AsteRx4



評価キット(MSJ)2019.7発売



AQLOC－Light



2019.11発売

Cohac∞ Chronosphere-L6 IS



2020.8発売

ビズステーション

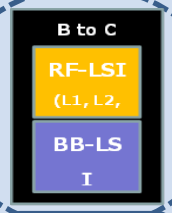


W130×D90×H42mm

W90×D90×H30mm

W115×D80×H35mm m

CLAS受信機10万円以下への期待



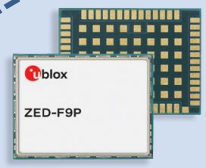
2022.9予定

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

3. 各社受信機の紹介

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



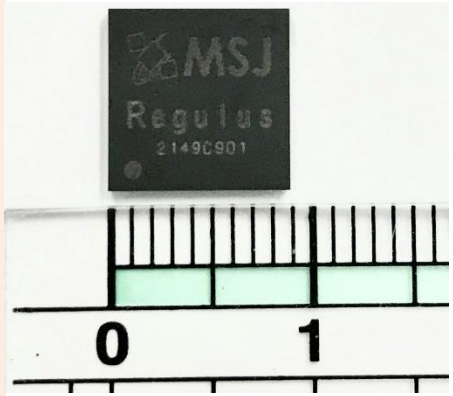
130×90×42mm

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）







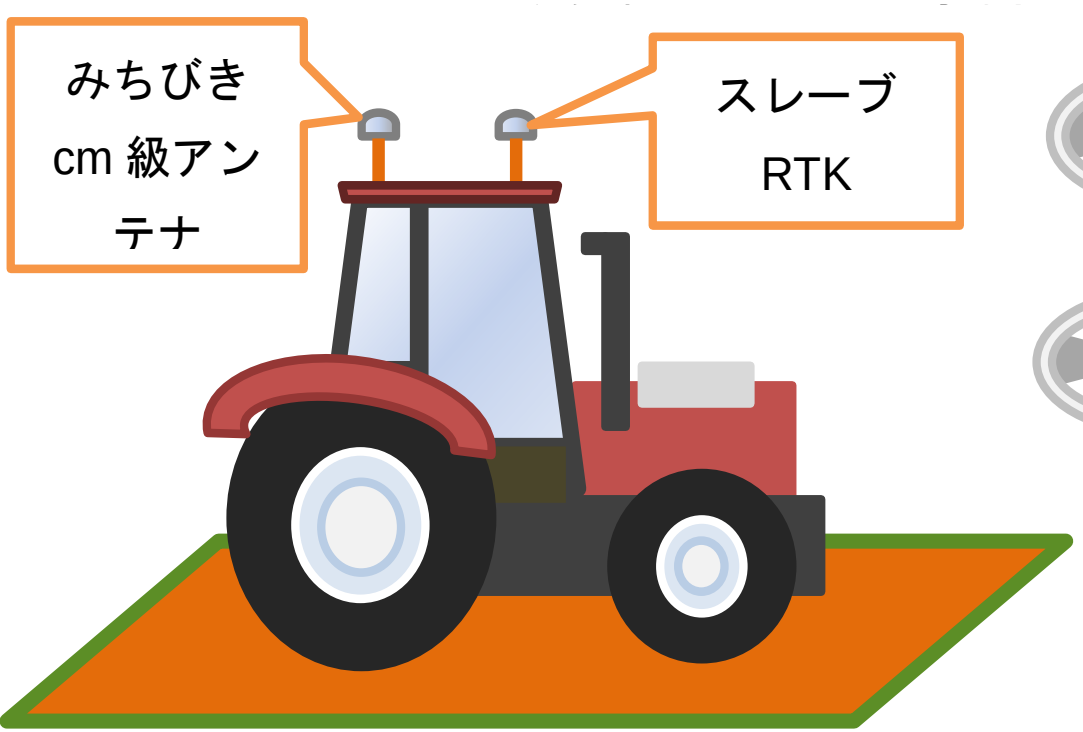
Digital　ASIC　Top view

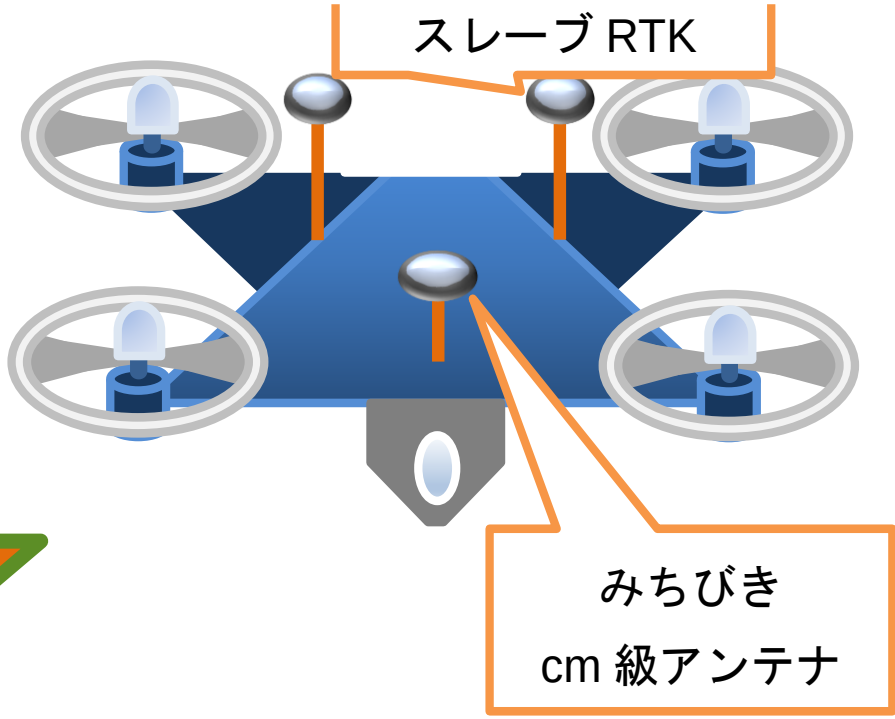
小型化に加え、消費電力が従来品の1/5以下（1W以下）となり、更に、低価格化を実現。

2022.9製品出荷予定
（新聞情報）

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）

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

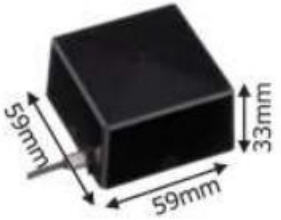
3. 自律測位やネットワーク型測位補強情報による測位を実現

・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

© Mitsubishi Electric Corporation

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

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

NEW!



Ten
2022年2月末発売

■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

"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

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-U 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
- Fugro社のMarineStar （PPP）にも対応（オプション）

Septentrio社CLAS対応製品：ロードマップ



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。

- 低コスト筐体型受信機
- AsteRx-m3 CLASボードを採用
- コンパクト：102 x 36 x 118 mm
- IP68,MIL規格
- 販売開始：2022年4月（予定）



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：未定

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

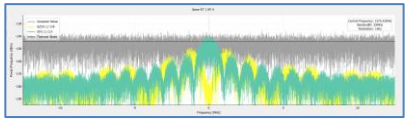
概要使用	
測位方式	CLAS対応 GNSS/INSタイトカップル方式
位置精度	10cm～ （理想環境時）
IMU	産業グレートMEMS
姿勢角精度	ヘディング角：0.8° ロール角/ピッチ：角0.1° （理想環境時）
出力レート	100Hz
出力データ	位置データ 姿勢角データほか
データ形式	NMEA CAN

みちびき次世代信号ソリューション

GSG-8

みちびき対応GNSS シミュレーター

- QZS L1C/A
- QZS L2C
- QZS L5
- GPS/GLO /GAL/BDSほか
- **QZS L1C/B**
- QZS L1S
- QZS L5S
- QZS L6（tbd）





DELTAシリーズ

みちびきモニタ用受信機

L1C/A、L2C、L5のほか、L1C/BやL1S、L5S、L6など発展的な信号にも対応



L1C/B信号を世界初の受信確認



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

用途

ビズステーション株式会社
BizStation Corp.



- 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

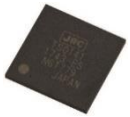
RTKに必要な通信から、ポイントログ、SIMAデータ、測量手簿・記簿まで幅広く業務をサポートします。



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

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

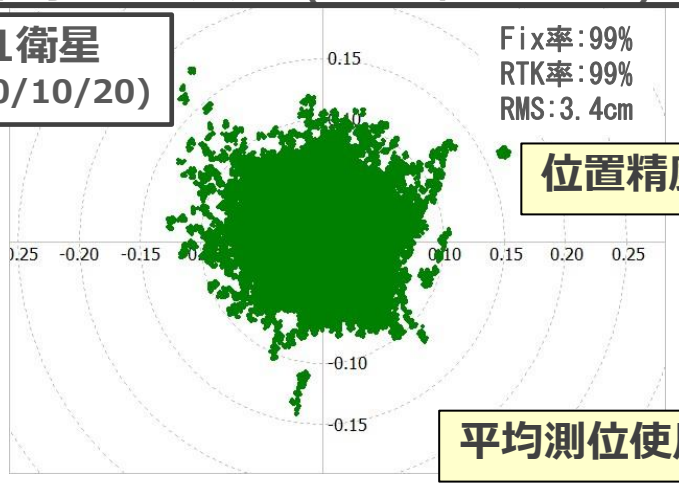
モデル	対応システム					受信周波	補正データ	位置精度
	GPS	GLO	GAL	BDS	QZS			
PPPモデル	✓	✓	✓	✓	✓	1周波 (L1)	SBAS	65cm (*1)
RTKモデル	✓	✓	✓	✓	✓	2周波 (L1, L2)	外部入力	1.7cm (*1)
CLASモデル	✓	✓	✓	✓	✓	3周波 (L1, L2, L6)	QZSS	システム公称値12cm オープンスカイ固定点実測 補強対象衛星数増加(11→17衛星)の効果により 位置精度3.4cm→1.8cmに向上 平均測位使用衛星数10.4個→15.5個に向上

*1：オープンスカイ固定点実測、RMS

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)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。

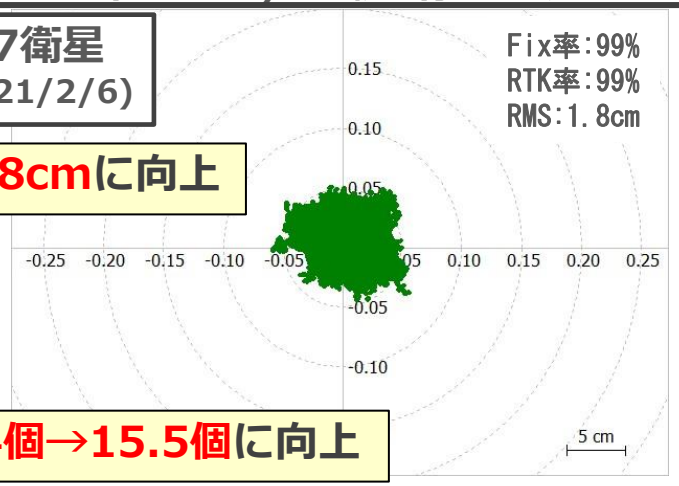
11衛星
(2020/10/20)



測位使用衛星数平均:10.4個

位置精度3.4cm→1.8cmに向上

17衛星
(2021/2/6)

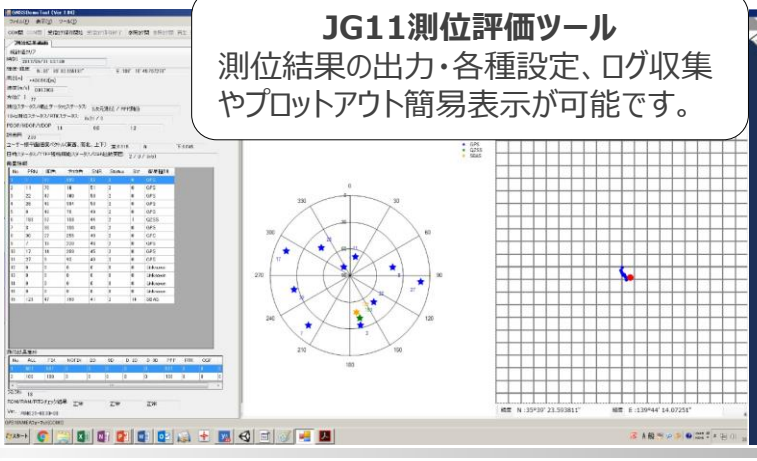


測位使用衛星数平均:15.5個

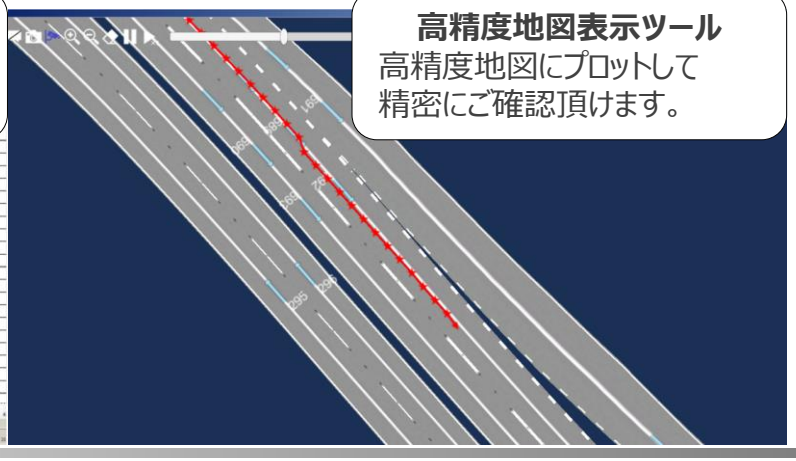
平均測位使用衛星数10.4個→15.5個に向上

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。



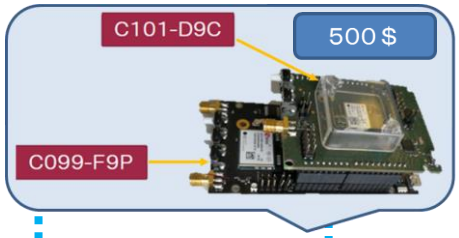


JG11測位評価ツール
測位結果の出力・各種設定、ログ収集やプロットアウト簡易表示が可能です。



高精度地図表示ツール
高精度地図にプロットして精密にご確認頂けます。

u-bloxのQZSS対応状況



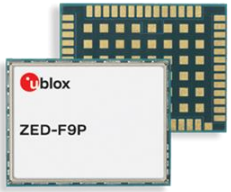
○ 対応
X 未対応
— 対象外

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 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



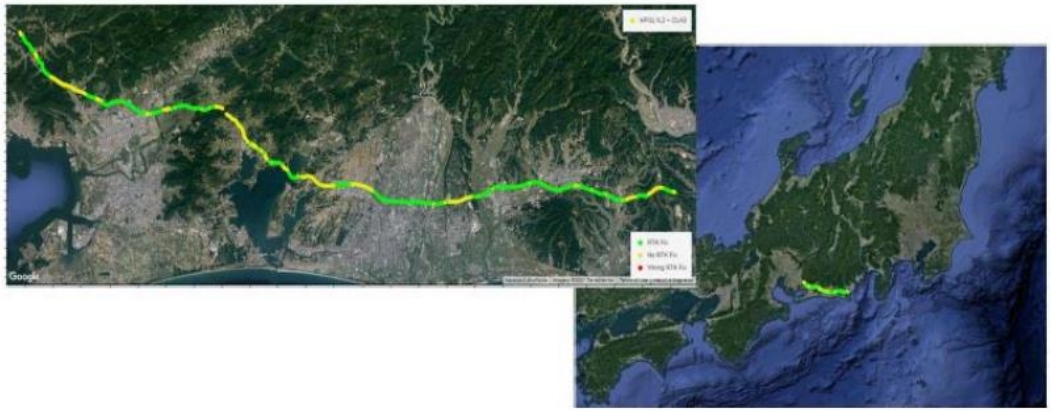
12.2 × 16.0 × 2.4mm

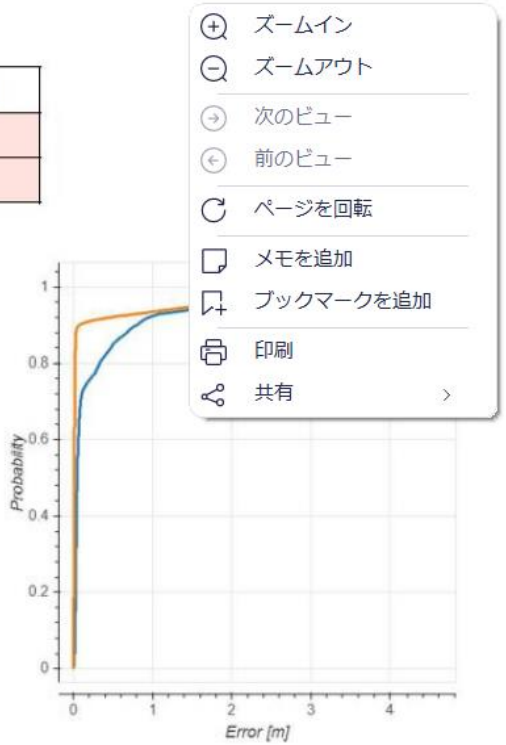
β 版FW による走行試験結果（セミオープンスカイ）

ZED-F9P/NEO-D9C vs VRS

	Epochs	Amb. Fix%	2D p68[m]	2D p95[m]
ZED-F9P(L1L2) + CLAS	4645	67.7	0.07	0.78
ZED-F9P(L1L2) + VRS	4645	93.9	0.01	0.02

Tests performed on smaller roads, driving through villages.





CXD5603GF/CXD5605AGF/CXD5610GF

SONY

＜概要＞

低消費電力連続測位を実現したモバイル機器、IoT向けGNSS（全地球衛星測位システム）受信LSI。
CXD5603GF(L1) 10mW、CXD5605AGF (L1) 6mW、CXD5610GF(2周波) 11mW。

＜特長＞

▶ 低消費電力連続測位を実現

·高周波アナログ回路では、専用の低消費電力ADコンバータや低雑音増幅器、位相同期回路（PLL）
·などを開発し、デジタル信号処理回路では機能ブロックごとに電源とクロックの制御を最適化する設計
·技術などを採用。
·衛星追尾中は必要な機能ブロックのみを動作させ、それ以外の部分は入力クロックの停止や電源
·遮断を行うことによって平均消費電力を低減している。これらの技術により、低ノイズでありながら、
·10mW以下まで電力を削減し、低消費電力と高感度を両立。

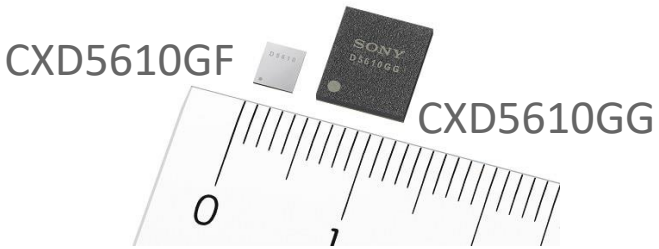
▶ 複数の周波数と測位衛星システムに対応し、位置測定の精度が向上

·同時に複数の周波数と測位システムを利用できるため位置測定の精度が向上した。
·対応の衛星システムは：

CXD5603GF（L1）, CXD5605AGF（L1）: GPS, QZS*1, GLONASS, Galileo, BeiDou, SBAS
CXD5610GF（2周波）: GPS, QZS*1, GLONASS, Galileo, BeiDou, NavIC , SBAS



左: CXD5605AGF | 右: CXD5610GG/GF



製品名	用途	対応衛星						
		QZSS	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou	NAVIC	ＳＢＡＳ
CXD5603GF CXD5605AGF	IoT・ウェアラブル機器、移動体機器など。 （低消費電力） CXD5603GF(10mW) CXD5605AGF(6mW)	L1C/A L1S	L1C/A	L1	E1	B1	－	○
CXD5610GF	スマートウォッチなどのウェアラブル機器や、トラッカー用途などのIoT機器など。	L1C/A L1S L5	L1C/A L5	L1OF	E1 E5a	B1I B1C B2a	L5	L1

*1 L1C/A, L1S (SLAS、災危通報)も対応

古野電気

時刻同期

5Gモバイル基地局、テレビ放送、業務用無線、電力システム、証券取引など、社会を支える重要インフラで使われています。フルノは時刻同期用GNSS受信機を各種取りそろえています。

時刻同期用GNSS受信機 GT-88

GNSS（みちびきL1S対応）衛星からの信号を受け、高精度・高安定のタイムパルス(1PPS)を出力するモジュールです。世界最高水準の1PPS精度 4.5ns(1σ)未満を実現。
独自の「ダイナミック・サテライト・セレクション™」を搭載し、都市部や窓際へのアンテナ設置も可能にしました。



GNSS基準周波数発生器 GF-88シリーズ

フルノのGF-88シリーズは、コンパクトなピンヘッダーモジュール内にマルチGNSS受信機（みちびきL1S対応）、高精度水晶発振器（OCXO）、アンテナ検出回路、低損失レギュレータ(LDO)を備えたフル機能なマルチGNSS基準周波数発振器です。
協定世界時に同期した1秒パルスと、正確な周波数を出力します。



時刻同期用アンテナ

建造物への設置を想定したタイミング・時刻同期用のGNSSアンテナです。耐候性と耐妨害波特性に優れており、GNSS受信機に悪影響を与える電波（放送や衛星通信の電波など）をフィルタリングする機能を持ちます。



古野電気

デュアルバンドGNSS受信チップ
eRideOPUS 9

車載用で世界初！
補正データなしで位置精度50cmを実現
V2Xと自動運転（レベル2～レベル3）に対応したGNSS受信チップです。
1チップでL1/L5信号を受信します。



手のひらサイズの“原子時計”

TB-1は、無線システムの保守現場や、研究開発の現場に向けて作られたGNSS基準信号発生器です。
UTCに同期した1秒パルス（1PPS）と正確な10MHzで、モバイル通信・デジタル放送・V2X開発の現場の時刻同期や周波数測定のニーズに応えます。
みちびきL1S対応。



型式：TB-1

災危通報受信機 QZ-DC1

みちびきからの信号を受信することで、地上の通信ネットワークに依存することなく、気象庁が提供する防災情報を取得できます。
地方自治体の防災スピーカーに内蔵され活躍しています。みちびきL1S対応。



GPS/GNSSアンチジャマー
OtoSphere

GNSS受信機が妨害波による攻撃を受けても正常動作を継続させ、測位結果（位置、時刻）の連続性を確保します。運用停止や誤動作の許されないインフラシステムに安心を提供します。



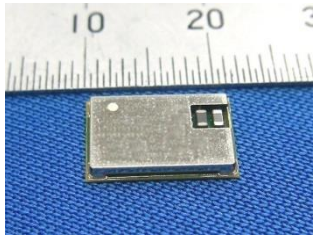
主なSLAS受信機



古野電気株式会社
マルチGNSSタイミング
モジュール「GT-88」



u-blox
M8/M9/F9



ポジション株式会社
GPS151/152



ソニーセミコンダクタ
ソリューションズ(株)
CXD5603GF
CXD5610GF



株式会社コア
Cohac∞ QZNEO



ビズステーション株式会社
DG-PZRO1RWS



株式会社「フォルテ
FB2003



Shot Navi®
Will support your golf life.

４．4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



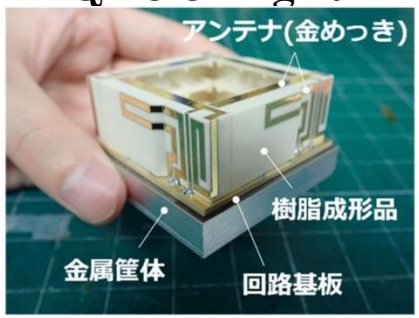
59×59×33mm以下
（開発中）

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

5. トピック　CLAS対応ドローン製品化



Japan Drone2022　展示会場で撮影2022.6.21

2022.04.27 プレスリリースより抜粋

（株）ACSLは、（株）コアと共同で、日本版GPSである「みちびき」の高精度測位補強サービス「CLAS」を国産ドローンACSL-PF2に搭載し飛行検証を実施。

（株）コアは、小型受信機「Cohac∞ Ten」（P13参照）をドローン向けソリューション、「Cohac∞ ChronoSky」（以下「ChronoSky」という。）として提供を開始し、本ドローンACSL-PF2はChronoSkyを搭載したドローンとして、コアより提供開始。



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！

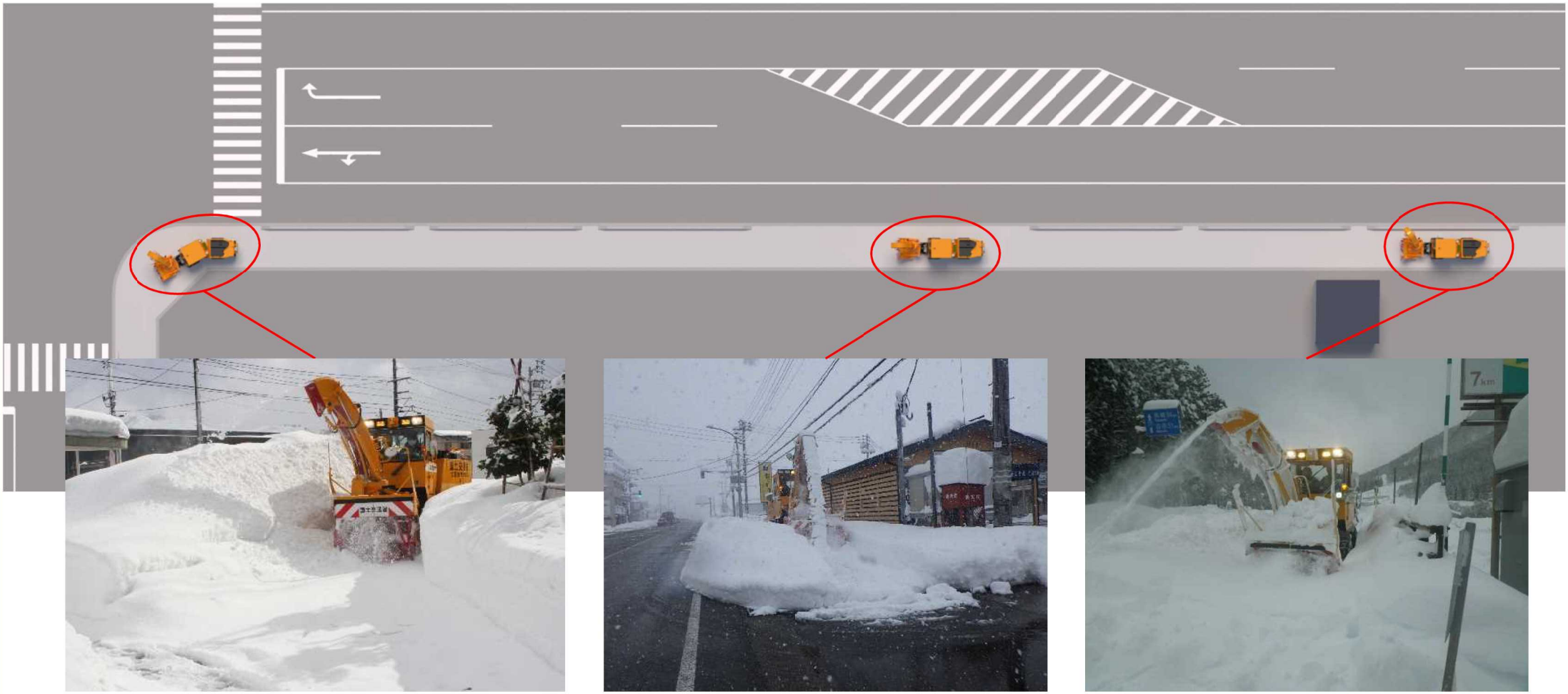
資料 D

歩道除雪車作業装置操作の自動化

北陸地方整備局

・北陸地整では熟練オペレータ不足への対応として、令和2年度から歩道除雪車作業装置操作の自動化に着手
・令和4年度は「6つの動作」について、秋までに自動化を概成させ、今冬から現道での試行運用を開始

歩道除雪車が行う作業



交差点部では、シュートキャップ位置を調整し、歩車道部へ雪を積み上げる

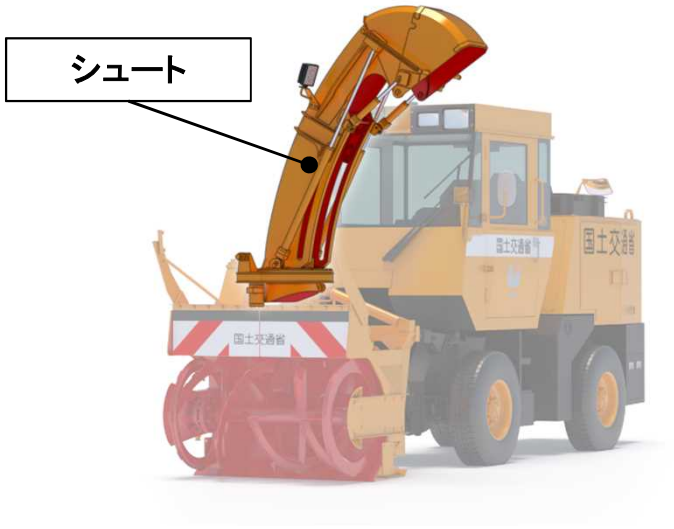
左右に投雪できない場合はシュート操作により雪を前送り

道路の外へ投雪できない場合はシュートを旋回し、路肩へ投雪する

歩道除雪車作業装置操作の自動化

北陸地方整備局

自動化する2つの作業装置



6つの動作①:シュート旋回

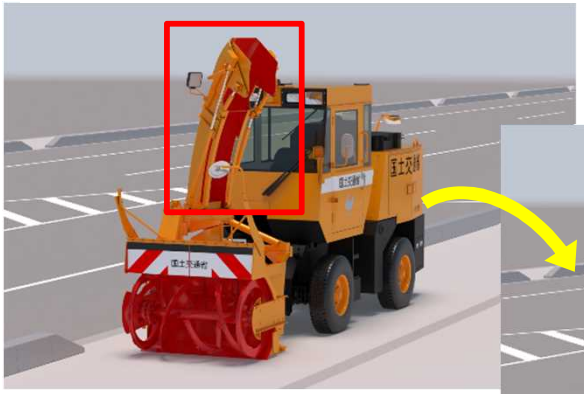


シュート右旋回

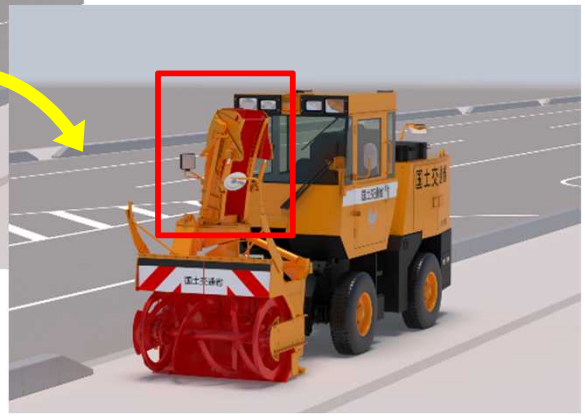


シュート左旋回

6つの動作②:シュート伸縮



シュート伸張
（高い場所へ）



シュート縮小
（低い場所へ）

6つの動作③:シュートキャップ開閉



シュートキャップ開
（遠くへ投雪）



シュートキャップ閉
（近くに投雪）

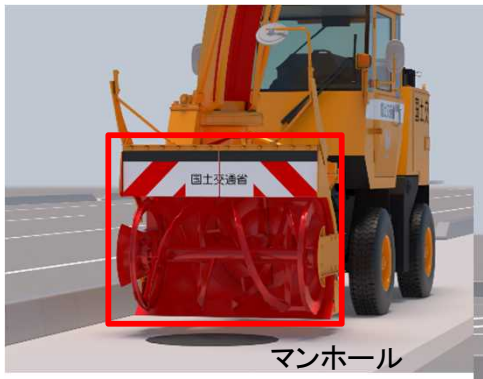
歩道除雪車作業装置操作の自動化

北陸地方整備局

自動化する2つの作業装置

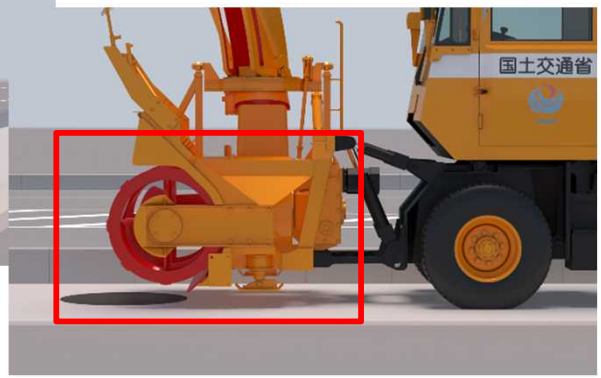


6つの動作④:オーガ／ブロワ上下動作



正面から

マンホールとの接触回避



側面から

6つの動作⑤:オーガ／ブロワ左右傾斜動作



正面から

乗入れ部の不陸追従（横断方向）



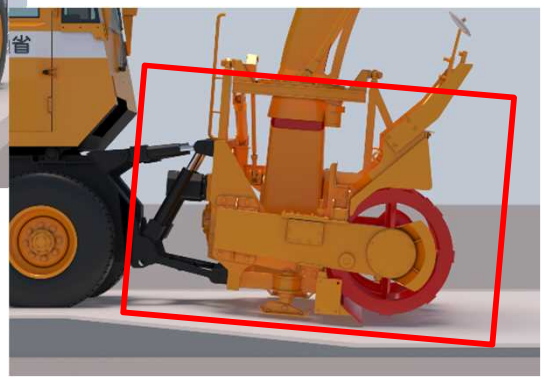
側面から

6つの動作⑥:オーガ／ブロワ前後傾斜動作



正面から

乗入れ部の不陸追従（縦断方向）



側面から