

令和元年度 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5回＞

日時：令和元年6月26日（水）13：30～
場所：TKP 札幌駅カンファレンスセンター3階 3C ルーム
（札幌市北区北7条西2丁目9）

議 事 次 第

（司会進行：北海道開発局 事業振興部 技術管理課 西村技術管理企画官）

I. 開 会

II. 挨 拶

国土交通省北海道開発局 建設部長 倉内 公嘉

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. 議 事（資料説明と質疑応答）

- | | |
|------------------------------|---------|
| 1. 構成員の追加について | ・・・ 資料A |
| 2. 今春の実証実験結果 | ・・・ 資料B |
| 3. 令和元年度の取組 | ・・・ 資料C |
| 4. その他 | |
| （1）衛星不感地帯の補完技術及び周囲探知技術に関する実験 | ・・・ 資料D |
| （2）除雪機械の情報化施工取り組み状況 | ・・・ 資料E |
| （3）歩道除雪における誘導員の代替技術の研究について | ・・・ 資料F |
| （4）GNSS 受信機の最新動向について | ・・・ 資料G |
| （5）知床峠の地殻変動補正について | ・・・ 資料H |

VI. 総 括（有識者より）

VII. 閉 会

出席者名簿【プラットフォーム構成員】

所	属	役 職	氏 名
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 農学部 生物環境工学科	教 授	野口 伸
行政	北海道開発局 建設部	部長	倉内 公嘉
行政（機械）	北海道開発局 事業振興部 機械課	課長	木村 孝司
行政（機械）	北海道開発局 事業振興部 機械課	機械施工管理官	片岡 秀幸
行政（道路管理者）	北海道開発局 建設部 道路維持課	課長	遠藤 達哉
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	青木 秀一
行政（空港）	東京航空局 新千歳空港事務所	施設部長	森川 末広
行政（空港）	北海道開発局 港湾空港部 空港・防災課	課長補佐	日色 徳彦
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	京田 隆一
行政	北海道 経済部 産業振興局 産業振興課	課 長	新津 健次
行政（道路管理者）	札幌市 建設局 土木部 雪対策室	室 長	土井 勝雄
行政（道路管理者）	東日本高速道路株式会社 北海道支社 〔代理出席〕	技術部長 技術課長	田中 潤一 池田 修
研究機関	寒地土木研究所 寒地交通チーム	上席研究員	佐藤 昌哉
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
	施工技術総合研究所 研究第3部〔代理出席〕	部長	佐野 昌伴
関係団体等	一般社団法人 建設コンサルタント協会		澤 充隆

MEMO

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構成員

令和元年 6 月 26 日現在

<有識者>

北海道大学 大学院工学研究院 萩原 亨 教授

北海道大学 大学院農学研究院 野口 伸 教授

<行政機関>

国土交通省 北海道開発局

東京航空局 新千歳空港事務所

北海道

札幌市

東日本高速道路株式会社 北海道支社

<研究機関>

国立研究開発法人 寒地土木研究所

<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

一般社団法人 建設コンサルタンツ協会北海道支部

入会申込希望者

<関係団体等>

(企業)

アイサンテクノロジー 株式会社

株式会社 NICHIO

株式会社 協和機械製作所

株式会社 岩崎

(団体)

一般財団法人 衛星測位利用推進センター

以上

1. 今春の実証実験結果

◆i-Snowロータリ除雪車概要

i-Snow®

Smart
nice

賢い、機敏な
魅力的な、快適な

Operation
Work

操作、運転
除雪作業

【平成31年3月19日 実証実験報道公開】

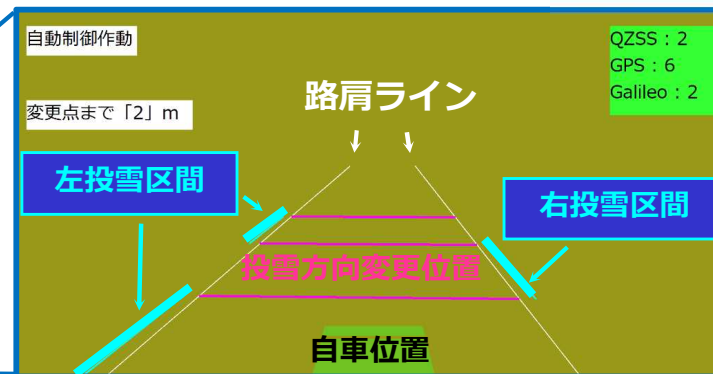
- 準天頂衛星「みちびき」に対応した受信機、運転支援ガイダンスと投雪装置の自動制御システムを搭載
- 操作レバーの集約、除雪速度制御装置（雪の量に応じた除雪速度自動コントロール）など、操作の省力化を図る装置も合わせて搭載

★i-Snowロータリ除雪車★



スペック	
全長	9.0m
全幅	2.6m
全高	3.6m
車両総重量	17.5t
乗員	2名
エンジン出力	353kW(480PS)
最大除雪量	4,200t/h
最大投雪距離	45m

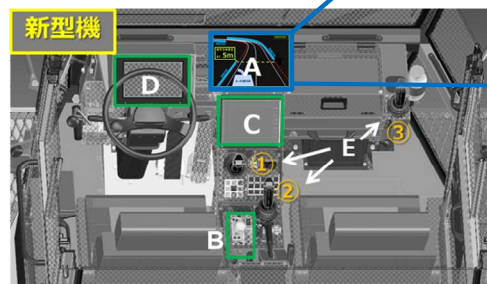
◆実証実験報道公開



【従来機からの変更点】



(11本の除雪装置操作レバー)



- A : 「運転支援ガイダンス」と「除雪装置の自動制御」表示モニター
- B : 除雪速度制御装置（雪の量に応じた除雪速度自動コントロール）
- C : 車両状態を監視するモニタシステム（除雪負荷・故障診断）
- D : メータ・警告灯の液晶パネル化
- E : 操作レバーを「11本⇒3本」に集約（従来機①～⑪⇒新型機①～③）

◆投雪装置自動制御システム構築(知床峠①)

【目的】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、ブローア投雪方向を自動で変更

【結果】予め登録した投雪方向変化点で、左投雪・右投雪にブローアの自動変更動作を確認

【今後】ブローア投雪に『シュート投雪の自動化』を追加

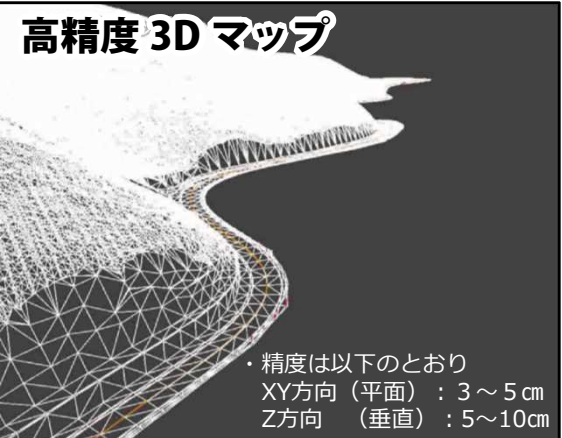
準天頂衛星
「みちびき」

センチメートル級
高精度位置情報
(L6信号)

みちびき対応
アンテナ



高精度 3D マップ



・精度は以下のとおり
XY方向 (平面) : 3～5 cm
Z方向 (垂直) : 5～10 cm



◆除雪作業実態調査(知床峠②)

【目的】 投雪装置の自動化に向け、実際のオペレータによる投雪装置の操作実績（操作判断基準）を調査

【結果】 知床峠は谷側・風下側への投雪が基本。風向・標識・雪堤高さにより投雪方向、投雪角度の変更を手動で操作

【今後】 「風向」・「標識」・「雪堤高さ」 3情報の取得・制御方法を詳細検討し自動化を目指す

■ 除雪作業実態調査（4月）

調査期間：平成31年4月4日～15日

調査場所：一般国道334号知床峠

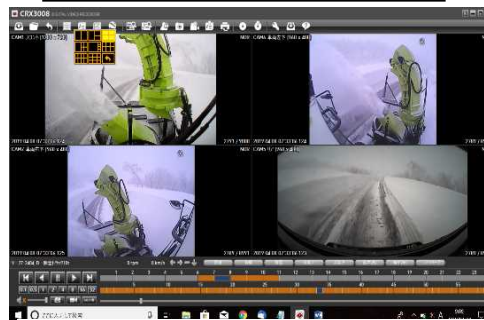
調査区間：KP12.5～27（L=14.5km）

調査方法：

- ・カメラ（6基）録画・解析
- ・操作判断要因のヒアリング



① 投雪角度の変更操作



◆ 操作のタイミング

- ✓ 雪堤の高さの変化に応じて、投雪高さを調整
- ✓ 標識を避けるため、投雪高さを調整

◆ 操作上の留意点

- ✓ 標識の看板に当てない様に看板の上方へ投雪（看板の上方投雪が困難な場合は支柱へ投雪）

② 投雪方向の変更操作



◆ 操作のタイミング

- ✓ 風下に投雪する場合
- ✓ 投雪が風に巻き上げられ視界遮断された場合

◆ 操作上の留意点

- ✓ フロントガラスに着雪する巻き上げ雪の場合に変更。（着雪すると、凍結した雪が作業の妨げになる）

知床峠では、7割（※）が風向の変化により投雪方向を変更

3割（※）が標識を避ける又は雪堤高さの変化により投雪角度を変更

自動化へ

※自動化には、風向・標識・雪堤高さの情報が必要

※例年に比べ小雪であり、雪堤高さが低かったため、積雪量に応じて変更操作の割合は変動する。

◆ガイドシステム検証(知床峠③)

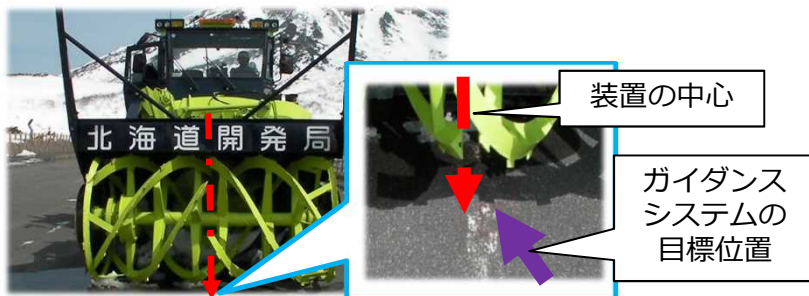
【目的】 運転支援ガイドシステムの位置精度、動作検証

【結果】 運転支援ガイドシステムの位置精度は、誤差 15 cm 程度。ガイド画面のみを頼りに走行する視界遮断走行試験では、カーブで大きく蛇行した

【今後】 リアルタイムな舵角をシステムに表示させる、GNSSアンテナの移設、増設等を検討する

■位置精度確認 (知床峠頂上)

3Dマップを頼りに車両中心を区画線に合わせて停車
誤差は、15 cm 程度



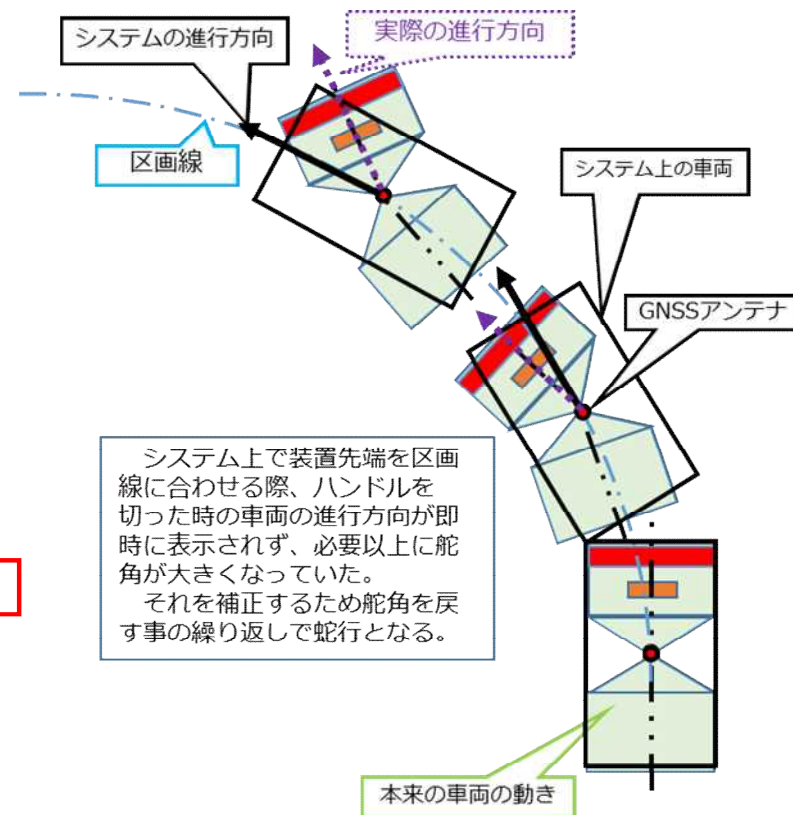
GNSSアンテナは、車両中心（センターピン上）に設置



■視界遮断走行試験

遮蔽状態で 3Dマップの区画線为目标に2～5km/hで走行

ガイド画面を頼りに走行すると直線部で「ふらつきが発生」、カーブでは、車体屈折等の影響から大きく蛇行した。



■蛇行の原因と対策

蛇行の原因は、視界を遮蔽し、ガイドシステム頼りで走行した場合、**自車の舵角が即時に表示されない**ため、必要以上に**ハンドルを切りすぎる**ことであった。

蛇行の**改善策**は、**即時的な舵角（進行方向）をガイドシステムに追加**する必要がある。

舵角の即時把握のため、**GNSSアンテナを装置近くの前軸に移設、後軸上にGNSSアンテナを1基増設する方向で検討**を進める。

◆衛星測位実態調査(知床峠④)

【目的】 実機による衛星測位の不感地帯実態確認

【結果】 みちびきの補強情報「L 6 信号」を遮る西側斜面、樹木等により、衛星受信状態が悪い箇所が存在

【今後】 最新市場調査及び追加試験を行い、不感地帯補完技術（IMU、LiDAR等）の検討をすすめる

●ロータリ実作業時の衛星測位実態調査

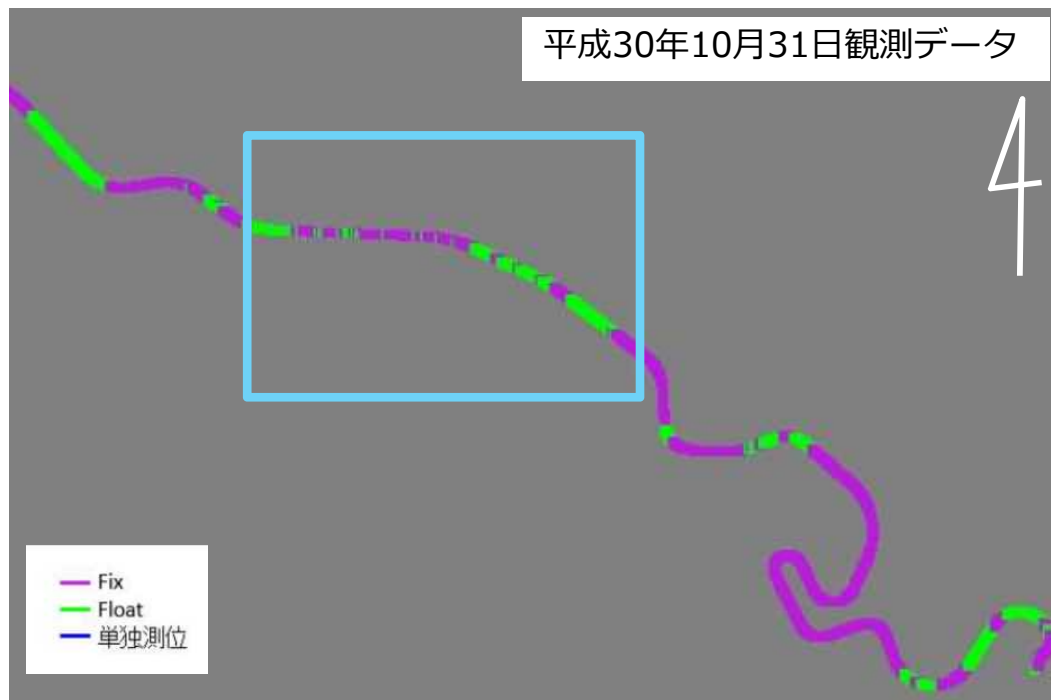
平成31年4月19日のi-Snowロータリの実作業時における測位データと平成30年10月31日、L 6 対応受信機を搭載した計測車で測位したデータを、国土地理院地図に測位状況をプロットし、測位状態を比較した。

L 6 対応受信機

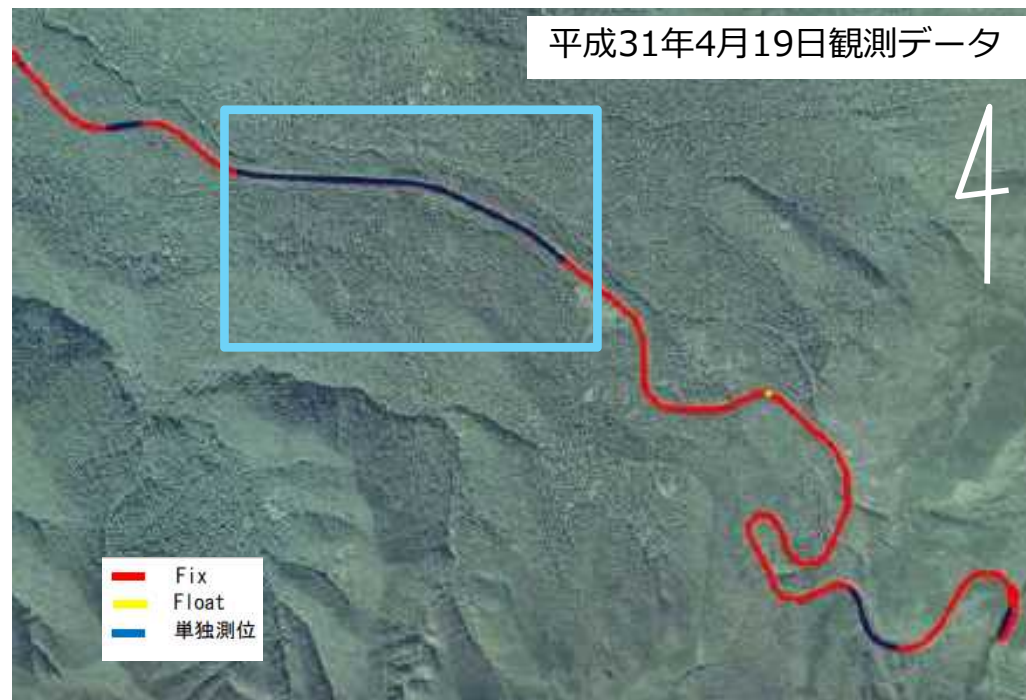
「QZSS : L1・L2・L5・L6 / GPS : L1・L2 / ※Galileo」 ※Galileoは試験運用信号



平成30年10月31日観測データ



平成31年4月19日観測データ



10月末時点と比較すると測位状態が悪い箇所は概ね同様、Float箇所が単独測位になる状況が増えた。

これは、みちびき受信機のバージョンアップにより衛星受信良好な状態から悪化時に発生する「ミスFix」データを、「単独測位」にする制御に変わったため。今後は、最新の受信機の動向も踏まえつつ補完技術の検討をすすめる。

2. 令和元年度の取組み

◆実証実験の概要

ブロフ投雪（H30実証実験）



ブロフ投雪は、投雪位置が限定されない山間部の積雪地域における除雪工法。ブロフの回転速度で投雪距離を調整できる。

（実験内容）

- ・ 制御システムの状態把握（運転支援とブロフ投雪自動化）
- ・ みちびきの受信状況調査
- ・ 作業装置の状態把握（センサ情報）
- ・ 各種機器によるデータ収集
 - ☞ ドライブレコーダ
 - ☞ 車載カメラ
 - ☞ 風向風速計
 - ☞ データロガー 等

実験で得たデータを解析し制御システムを改良調整

シュート投雪（R01実証実験）

（実験内容）

- ・ H30実験内容に加え、**シュート投雪自動化**を追加実験
- ・ **一般道向けに画像鮮明化技術の実験、安全対策技術検討**



シュート投雪は、投雪方向を案内する装置。投雪角度や方向を調整し、より正確に投雪位置を調整できる。

	H29(2017)	H30(2018)	R01(2019)	R02(2020)	R03(2021)
準天頂衛星	・打ち上げ(4機体制)	4月延期⇒11月運用開始			
省力化メニュー	・ 3Dマップデータ取得(知床峠) (1)(2)	・ 3Dマップデータ取得(知床峠) (1)(2)	・ マップデータ取得(一般道) (1)(2)		
・ 3Dマップデータ (1) (2) (MMS、LP)					
・ 運転支援 (1) (除雪ナビ、衛星測位補完)	・ 支援ナビ市場調査(1)(2)	・ 衛星測位情報	知床峠実験 (1)(2)		
・ 除雪装置 (2) (ロータリ装置、投雪装置)	・ 周辺探知技術市場調査(3)	・ 不感地帯の把握	知床峠実験 (1)(2)(3)		
・ 安全対策 (3) (周辺探知、画像鮮明)		・ 運転支援ガイダンスと投雪装置制御システム開発改良(1)(2)		一般道実験 (1)(2)(3)	一般道実験 (1)(2)(3)
		・ 画像鮮明化技術調査検討(3)	一般道実験(3)		
		・ 衛星不感地帯の補完技術(1)及び周辺探知技術の検討(3)			
オペレータ作業	(1)自車位置の把握	【知床峠】			
～H30 知床峠	(2)作業装置操作	【知床峠】			
R01～ 知床峠・一般道	(3)安全確認(障害物等)	【知床峠】			
	(4)車両運転(操舵・加減速)				

R01（2019）一般道実証実験に向け、峠を対象とした3Dマップを作成

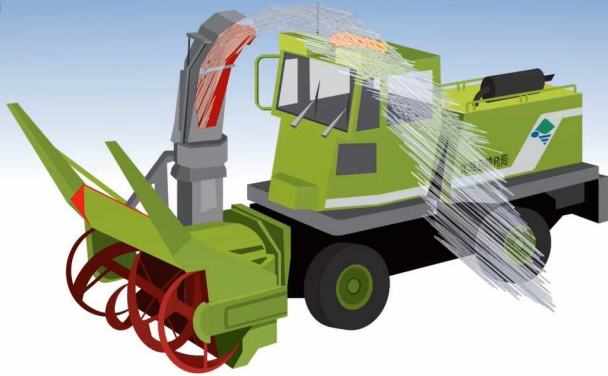
R02（2020）年度以降は、知床峠以外の供用中の一般道で実証実験を予定。

◆作業装置自動化の範囲

課題

■ロータリ除雪車のシュートは、様々な方向、角度、高さでの細やかな投雪が可能であり、助手のシュート操作、安全確認が必要不可欠であった。

■左投雪

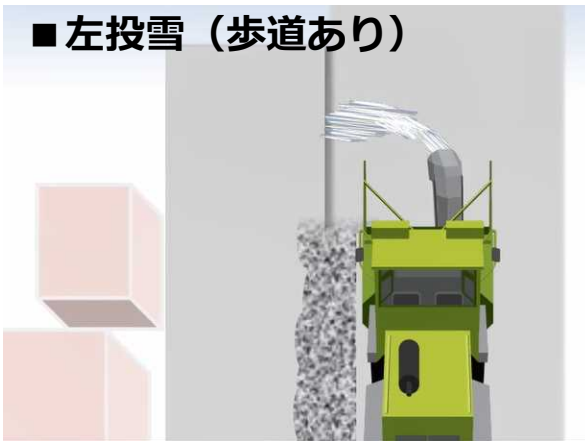


■右投雪

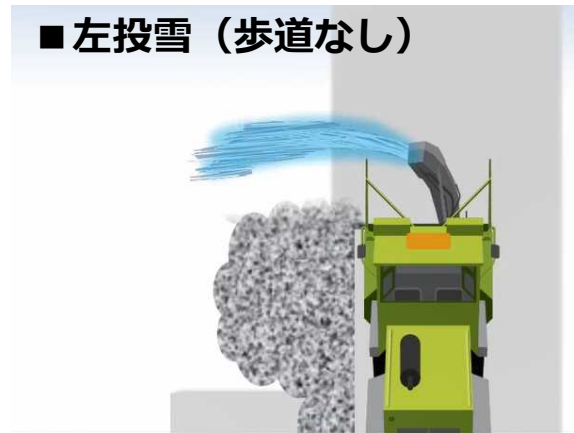


※現場条件に応じ、電線、標識等の付属物を避けて投雪する必要がある

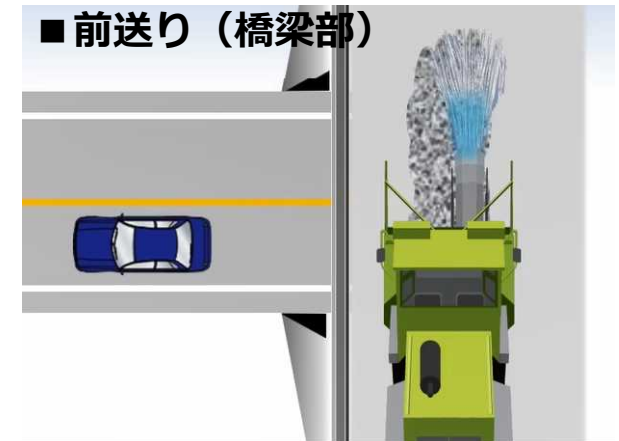
■左投雪（歩道あり）



■左投雪（歩道なし）



■前送り（橋梁部）

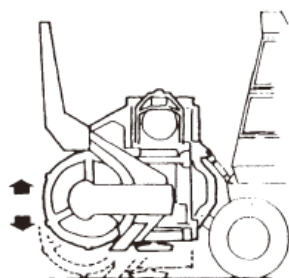


解決策

■シュート投雪の自動化を行うことで、ワンマン化が大きく前進（投雪制御の省力化）

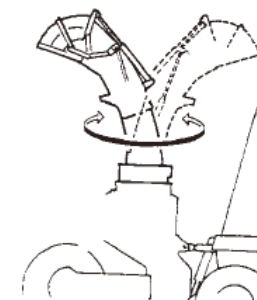
◆作業装置自動化の範囲

昇降



シュート旋回

(R01実証実験)



チルト

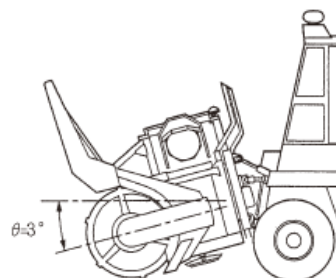


シュート伸縮

(R01実証実験)

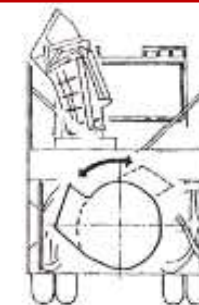


チップバック



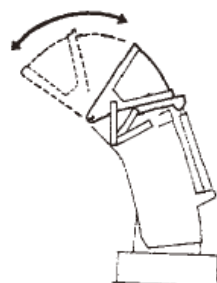
ブロワ旋回

(H30実証実験)



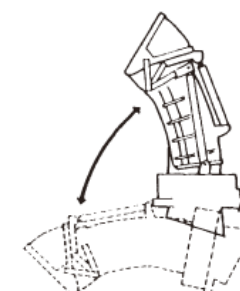
シュートキャップ

(R01実証実験)



シュート起倒

(R01実証実験)



◆地吹雪の鮮明化処理比較

平成30年度は、市販の映像鮮明化処理装置により地吹雪映像の鮮明化処理を実施し有効性を確認。



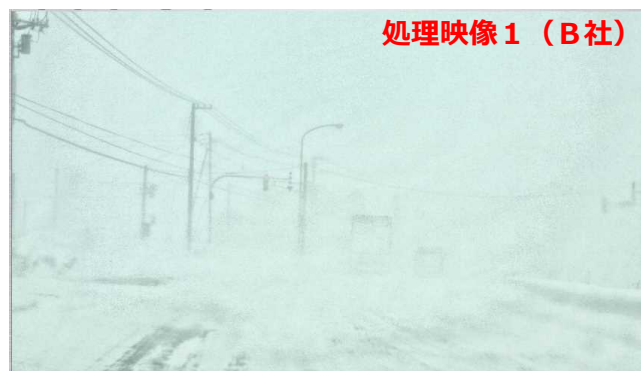
元映像 1



元映像 2



処理映像 1 (A社)



処理映像 1 (B社)



処理映像 1 (C社)



処理映像 2 (A社)



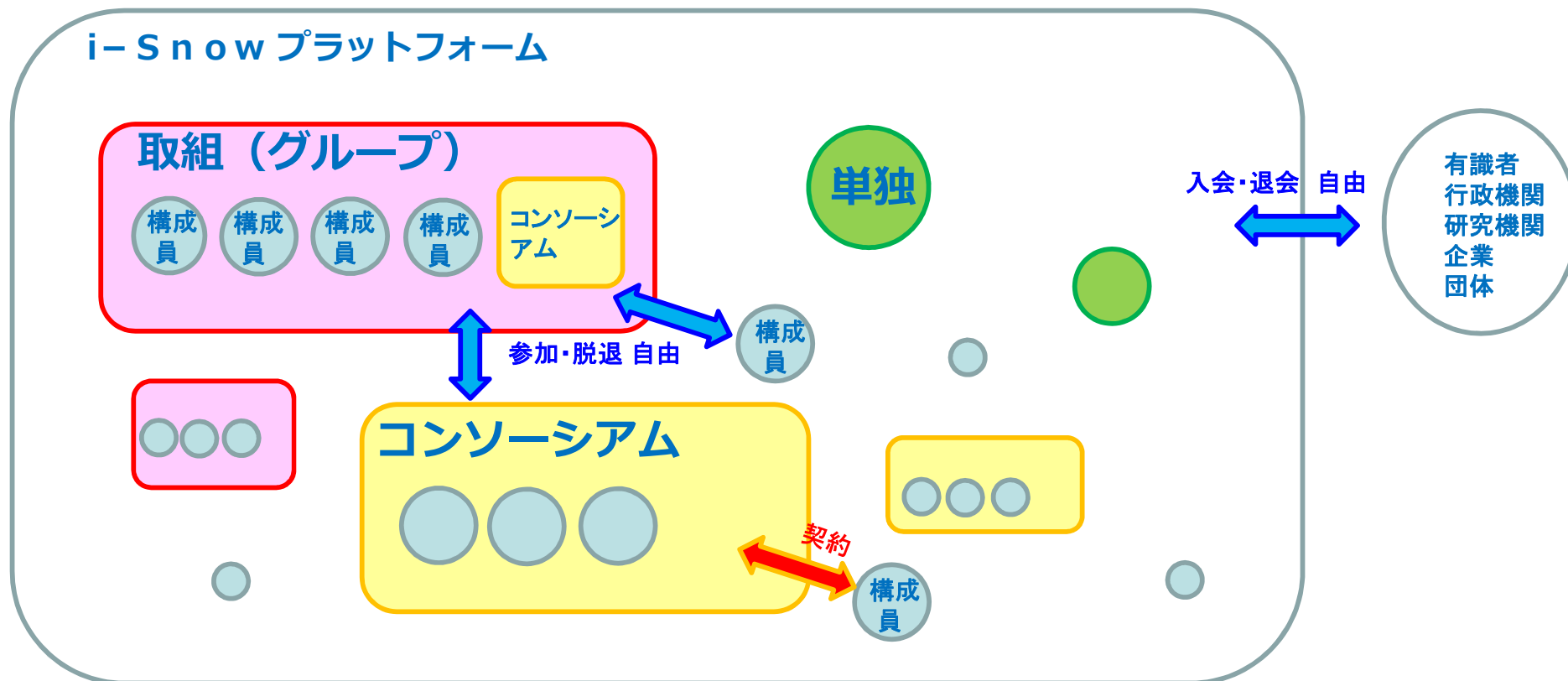
処理映像 2 (B社)



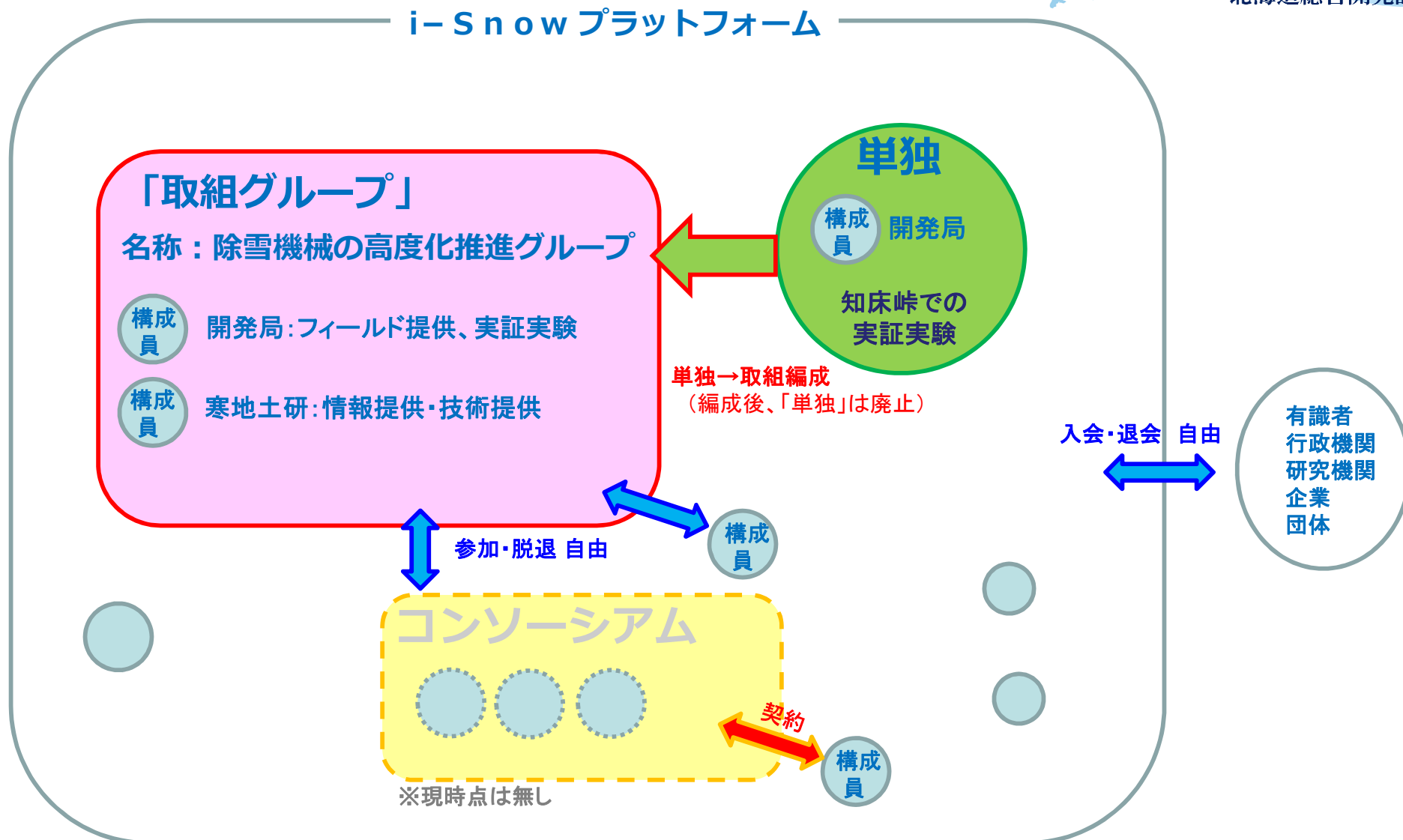
処理映像 2 (C社)

R01dは、複数社の装置を同一の試験車両に搭載し
適用性評価（処理のタイムラグ調査）を実施予定。

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 <u>情報の交換を主たる活動</u> とする。
単独	プラットフォームの目的に合致した <u>単独事業を実施する構成員</u> 。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 <u>共同事業を実施するための団体</u> 。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 <u>参加者を募り活動</u> する。参加者は構成員又はコンソーシアム。(知床実証実験)



単独事業により実施した実証実験の情報はプラットフォーム構成員へ情報提供。
 今後は、単独事業に構成員が参加することで、「取組グループ」として活動。
 「取組グループ」として実験した情報についても、同様にプラットフォーム
 構成員へ情報提供される。

衛星不感地帯の補完技術及び周囲探知技術に関する実験

令和元年6月26日

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
寒地機械技術チーム



Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Japan

1

衛星不感地帯の補完技術（自車位置推定）

i-Snow® <第5回>

【平成30年度 実験】

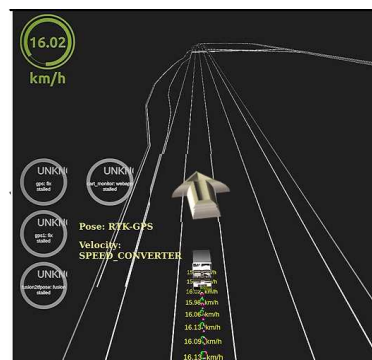
- ・自動運転技術への活用が進められている磁気センサを用いた自車位置推定システムを除雪車に搭載
- ・試験道路において除雪作業を行いながらも、路面に埋設した磁気マーカを検出し、自車位置を測位可能であることを確認



▲自車位置推定実験の状況

【令和元年度 予定】

- ・自車位置推定システムのガイダンス装置を試作
- ・試験道路において、除雪車車内からの前方視界を遮断し、ガイダンス情報のみによる走行実験
- ・ガイダンス性能及びオペレータへの適応性を検証



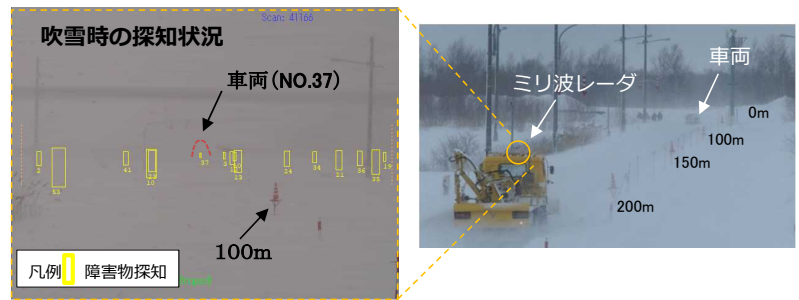
▲ガイダンスイメージ



▲走行実験イメージ

【平成30年度 実験】

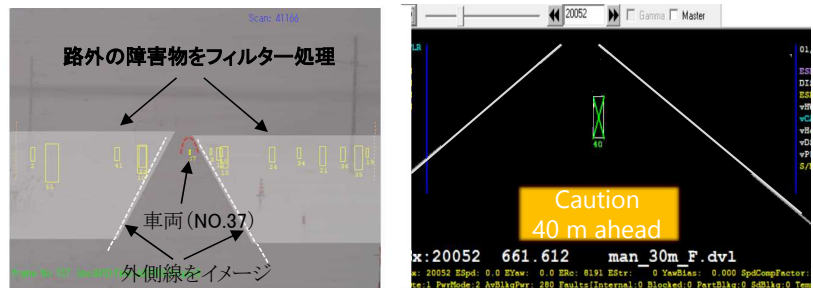
- ・ミリ波レーダ(76GHz)を除雪車に搭載
- ・試験道路において視程約50m以下の吹雪時に、除雪作業を行いながらも、100m以上手前から車両を探知可能であることを確認



▲周囲探知実験の状況

【令和元年度 予定】

- ・ミリ波レーダを用いた周囲探知ガイダンス装置を試作
- ・試験道路において、コース上に設置した障害物の誤検知・未検知精度検証の走行実験
- ・オペレータへの適応性を検証



▲障害物フィルタ処理イメージ

▲ガイダンスイメージ



Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Japan

3

お知らせ

寒地土木研究所 一般公開

15の体験コーナー

時代をつくる土木のちから

2019. 6/28(金)・29(土)
10:00~16:00 (受付時間/15:30まで)

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
TEL 590-4046 <http://www.ceri.go.jp>
後援/札幌市教育委員会

※おむつ替え・授乳場所を用意しております。
※当日は、なるべく公共交通機関でお越しください。

札幌市豊平区平岸1条3丁目

15カ所の体験コーナー

皆さんに研究施設を見学していただくほか、わかりやすい図解や模型を使って研究内容をご紹介します。
楽しい体験コーナーやクイズラリーも用意しておりますので、お気軽にお越しください。

研究テーマ・テーマ	公開内容
1. 寒地構造	① 雪害防止対策 ② 凍結防止対策 ③ 凍結防止対策 ④ 凍結防止対策 ⑤ 凍結防止対策 ⑥ 凍結防止対策 ⑦ 凍結防止対策 ⑧ 凍結防止対策 ⑨ 凍結防止対策 ⑩ 凍結防止対策 ⑪ 凍結防止対策 ⑫ 凍結防止対策 ⑬ 凍結防止対策 ⑭ 凍結防止対策 ⑮ 凍結防止対策
2. 寒地地盤	① 地盤の凍結 ② 地盤の凍結 ③ 地盤の凍結 ④ 地盤の凍結 ⑤ 地盤の凍結 ⑥ 地盤の凍結 ⑦ 地盤の凍結 ⑧ 地盤の凍結 ⑨ 地盤の凍結 ⑩ 地盤の凍結 ⑪ 地盤の凍結 ⑫ 地盤の凍結 ⑬ 地盤の凍結 ⑭ 地盤の凍結 ⑮ 地盤の凍結
3. 防災地質	① 地質の調査 ② 地質の調査 ③ 地質の調査 ④ 地質の調査 ⑤ 地質の調査 ⑥ 地質の調査 ⑦ 地質の調査 ⑧ 地質の調査 ⑨ 地質の調査 ⑩ 地質の調査 ⑪ 地質の調査 ⑫ 地質の調査 ⑬ 地質の調査 ⑭ 地質の調査 ⑮ 地質の調査
4. 耐震材料	① 耐震材料の調査 ② 耐震材料の調査 ③ 耐震材料の調査 ④ 耐震材料の調査 ⑤ 耐震材料の調査 ⑥ 耐震材料の調査 ⑦ 耐震材料の調査 ⑧ 耐震材料の調査 ⑨ 耐震材料の調査 ⑩ 耐震材料の調査 ⑪ 耐震材料の調査 ⑫ 耐震材料の調査 ⑬ 耐震材料の調査 ⑭ 耐震材料の調査 ⑮ 耐震材料の調査
5. 寒地道路保全	① 寒地道路の調査 ② 寒地道路の調査 ③ 寒地道路の調査 ④ 寒地道路の調査 ⑤ 寒地道路の調査 ⑥ 寒地道路の調査 ⑦ 寒地道路の調査 ⑧ 寒地道路の調査 ⑨ 寒地道路の調査 ⑩ 寒地道路の調査 ⑪ 寒地道路の調査 ⑫ 寒地道路の調査 ⑬ 寒地道路の調査 ⑭ 寒地道路の調査 ⑮ 寒地道路の調査
6. 寒地河川	① 寒地河川の調査 ② 寒地河川の調査 ③ 寒地河川の調査 ④ 寒地河川の調査 ⑤ 寒地河川の調査 ⑥ 寒地河川の調査 ⑦ 寒地河川の調査 ⑧ 寒地河川の調査 ⑨ 寒地河川の調査 ⑩ 寒地河川の調査 ⑪ 寒地河川の調査 ⑫ 寒地河川の調査 ⑬ 寒地河川の調査 ⑭ 寒地河川の調査 ⑮ 寒地河川の調査
7. 水環境保全	① 水環境の調査 ② 水環境の調査 ③ 水環境の調査 ④ 水環境の調査 ⑤ 水環境の調査 ⑥ 水環境の調査 ⑦ 水環境の調査 ⑧ 水環境の調査 ⑨ 水環境の調査 ⑩ 水環境の調査 ⑪ 水環境の調査 ⑫ 水環境の調査 ⑬ 水環境の調査 ⑭ 水環境の調査 ⑮ 水環境の調査
8. 寒地沿岸域	① 寒地沿岸域の調査 ② 寒地沿岸域の調査 ③ 寒地沿岸域の調査 ④ 寒地沿岸域の調査 ⑤ 寒地沿岸域の調査 ⑥ 寒地沿岸域の調査 ⑦ 寒地沿岸域の調査 ⑧ 寒地沿岸域の調査 ⑨ 寒地沿岸域の調査 ⑩ 寒地沿岸域の調査 ⑪ 寒地沿岸域の調査 ⑫ 寒地沿岸域の調査 ⑬ 寒地沿岸域の調査 ⑭ 寒地沿岸域の調査 ⑮ 寒地沿岸域の調査
9. 水産土木	① 水産土木の調査 ② 水産土木の調査 ③ 水産土木の調査 ④ 水産土木の調査 ⑤ 水産土木の調査 ⑥ 水産土木の調査 ⑦ 水産土木の調査 ⑧ 水産土木の調査 ⑨ 水産土木の調査 ⑩ 水産土木の調査 ⑪ 水産土木の調査 ⑫ 水産土木の調査 ⑬ 水産土木の調査 ⑭ 水産土木の調査 ⑮ 水産土木の調査
10. 寒地交通	① 寒地交通の調査 ② 寒地交通の調査 ③ 寒地交通の調査 ④ 寒地交通の調査 ⑤ 寒地交通の調査 ⑥ 寒地交通の調査 ⑦ 寒地交通の調査 ⑧ 寒地交通の調査 ⑨ 寒地交通の調査 ⑩ 寒地交通の調査 ⑪ 寒地交通の調査 ⑫ 寒地交通の調査 ⑬ 寒地交通の調査 ⑭ 寒地交通の調査 ⑮ 寒地交通の調査
11. 雪氷	① 雪氷の調査 ② 雪氷の調査 ③ 雪氷の調査 ④ 雪氷の調査 ⑤ 雪氷の調査 ⑥ 雪氷の調査 ⑦ 雪氷の調査 ⑧ 雪氷の調査 ⑨ 雪氷の調査 ⑩ 雪氷の調査 ⑪ 雪氷の調査 ⑫ 雪氷の調査 ⑬ 雪氷の調査 ⑭ 雪氷の調査 ⑮ 雪氷の調査
12. 資源保全	① 資源保全の調査 ② 資源保全の調査 ③ 資源保全の調査 ④ 資源保全の調査 ⑤ 資源保全の調査 ⑥ 資源保全の調査 ⑦ 資源保全の調査 ⑧ 資源保全の調査 ⑨ 資源保全の調査 ⑩ 資源保全の調査 ⑪ 資源保全の調査 ⑫ 資源保全の調査 ⑬ 資源保全の調査 ⑭ 資源保全の調査 ⑮ 資源保全の調査
13. 水利基盤	① 水利基盤の調査 ② 水利基盤の調査 ③ 水利基盤の調査 ④ 水利基盤の調査 ⑤ 水利基盤の調査 ⑥ 水利基盤の調査 ⑦ 水利基盤の調査 ⑧ 水利基盤の調査 ⑨ 水利基盤の調査 ⑩ 水利基盤の調査 ⑪ 水利基盤の調査 ⑫ 水利基盤の調査 ⑬ 水利基盤の調査 ⑭ 水利基盤の調査 ⑮ 水利基盤の調査
14. 寒地機械技術	① 寒地機械技術の調査 ② 寒地機械技術の調査 ③ 寒地機械技術の調査 ④ 寒地機械技術の調査 ⑤ 寒地機械技術の調査 ⑥ 寒地機械技術の調査 ⑦ 寒地機械技術の調査 ⑧ 寒地機械技術の調査 ⑨ 寒地機械技術の調査 ⑩ 寒地機械技術の調査 ⑪ 寒地機械技術の調査 ⑫ 寒地機械技術の調査 ⑬ 寒地機械技術の調査 ⑭ 寒地機械技術の調査 ⑮ 寒地機械技術の調査
15. 地域景観	① 地域景観の調査 ② 地域景観の調査 ③ 地域景観の調査 ④ 地域景観の調査 ⑤ 地域景観の調査 ⑥ 地域景観の調査 ⑦ 地域景観の調査 ⑧ 地域景観の調査 ⑨ 地域景観の調査 ⑩ 地域景観の調査 ⑪ 地域景観の調査 ⑫ 地域景観の調査 ⑬ 地域景観の調査 ⑭ 地域景観の調査 ⑮ 地域景観の調査

技術者の方の専門的な御相談にお応えします
以下に主な研究テーマを挙げる。多くの研究テーマを紹介しています。展示場内に研究員が常駐していますので、
お気軽に御相談ください。

研究テーマ	研究テーマ	研究テーマ	研究テーマ
寒地構造	寒地沿岸域	水産土木	寒地交通
寒地地盤	雪氷	資源保全	水利基盤
防災地質	地域景観	寒地機械技術	寒地沿岸域
耐震材料			
寒地道路保全			
寒地河川			
水環境保全			



Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Japan

4

ICT活用による 除雪機械の情報化施工技術開発 取り組み状況(紹介)

北陸地方整備局
北陸雪害対策技術センター

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29～R2】

■開発目標

近年、熟練オペレータが高齢化により減少している傾向にある。運転操作を身につけるためには、相当の現場経験が必要であり、オペレータの育成が課題となっている。また、ゲリラ的な集中豪雪が多く、応援除雪で担当工区とは異なった土地勘のない場所において、道路構造、周辺状況が不明な中での作業を行うこともある。

このことから、一次除雪機械（除雪トラック）の運転操作について、ガイダンス技術および、自動化に向けたICT活用による除雪作業の情報化施工の技術開発を検討するものである。

■H30年度検討内容

①自己位置情報の現地での性能検証

→準天頂衛星システム「みちびき」のセンチメートル級測位補強サービス（国土地理院の電子基準点のデータを利用して電子基準点を用いて補正情報を計算し、現在位置を正確に求めるためのサービス）について精度検証を実施し、除雪作業への適応性を検討する。

②除雪作業用地図データの作成、現地データ収集

→マシンコントロール用データとして、MMS（モバイルマッピングシステム）で取得したレーザー点群データから除雪装置の制御に必要な道路中心線形、縁石、障害物等を抽出したデータ（除雪作業用地図データ）を作成する。
→作業装置（路面整正装置等）のマシンコントロール化を進めていくための現地データ（振動や、装置動作・動画データ）の収集を継続。

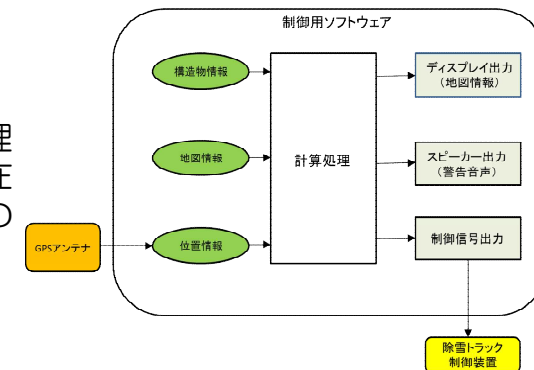
③作業装置の部分的なマシンコントロール化の検討

→熟練オペレータの運転技術の分析をもとに、作業装置（サイドシャッター開閉）の部分的なマシンコントロール化の検討を行う。

■スケジュール

開発(検討)年度		H29	H30	R1	R2
除雪トラック	M※1	ガイダンス装置開発			
	M※2	サイドシャッター操作			---
		ブレード等操作			
		地図データ作成		---	---
		「みちびき」を利用した制御		---	---

※1 マシンガイダンス
※2 マシンコントロール



MC制御ユニット構成イメージ



サイドシャッター開閉のマシンコントロール化

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29~R2】

■H30年度報告

①自己位置情報の現地での性能検証

準天頂衛星システム「みちびき」(公称精度:12cm)
対応受信機を車両に設置し対象区間を走行し
RTK-GNSS(誤差2~3cm)と
比較する事で精度検証を実施。
精度検証は対象区間の往復2回で合計4回行った。

みちびき対応受信機



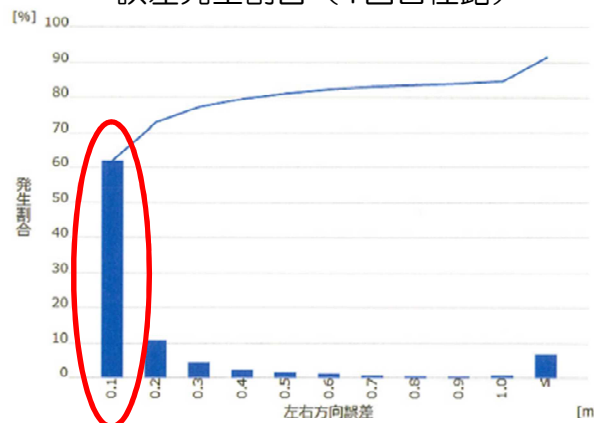
受信機(ヒートシンク有)

受信機精度検証状況



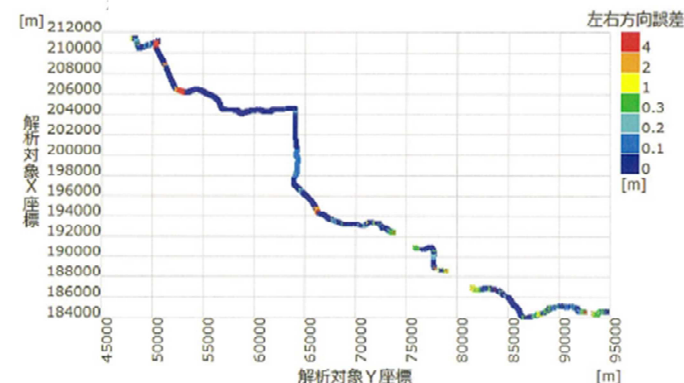
測位方式	受信機価格	通信料
準天頂衛星「みちびき」	200万円	なし

誤差発生割合(1回目往路)



誤差10cm以下が6割程度を占める結果となった。

誤差発生箇所(1回目往路)



左側が市街地、右側が山間部
トンネル等遮蔽物から出た直後に衛星の補足に時間が掛かり、
精度が落ちる結果となった

4回の精度検証結果

誤差	0.1m未満	0.1~0.2m	0.2~0.3m	0.3m以下	0.3m以上
1回目往路	61.9%	10.9%	4.5%	77.3%	14.2%
1回目復路	59.8%	5.3%	4.1%	69.3%	23.2%
2回目往路	50.1%	4.6%	5.0%	59.7%	30.0%
2回目復路	49.6%	12.4%	6.3%	68.3%	22.9%

※不感地帯を含むため
合計が100%とならない

みちびきの移動体に対する公称誤差0.12mに対し、概ね誤差0.3m以下が6割程度という結果となった。
みちびきは平成30年11月に本運用となり、みちびきの受信機も開発途上である。
今後メーカーによる受信機の内部的な演算処理の改良などにより、更なる精度向上が見込まれる。

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29~R2】

■ H30年度報告

②除雪作業用地図データの作成、現地データ収集

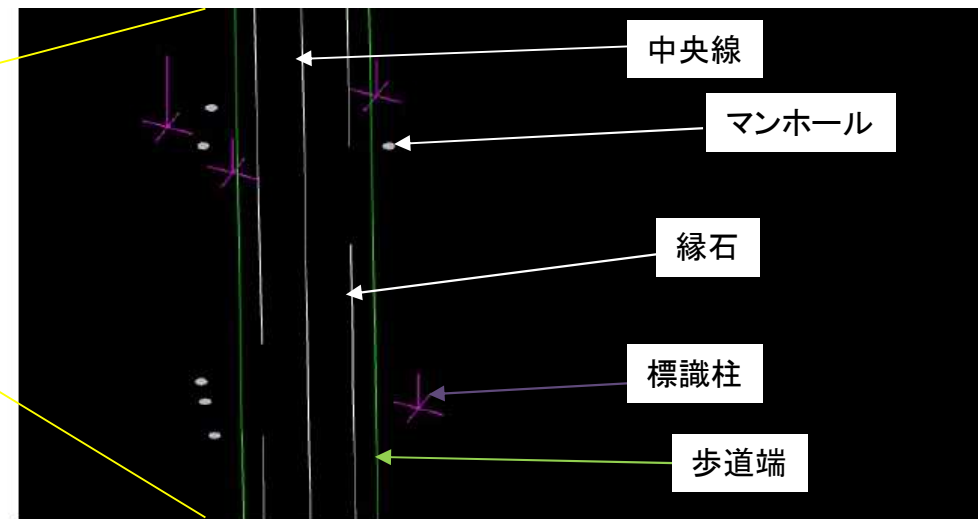
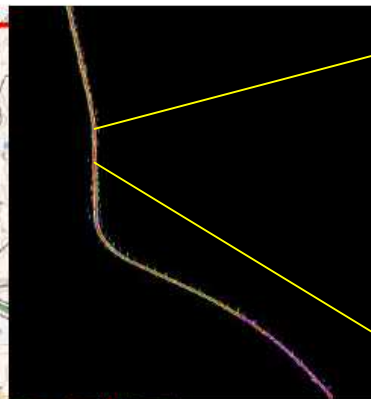
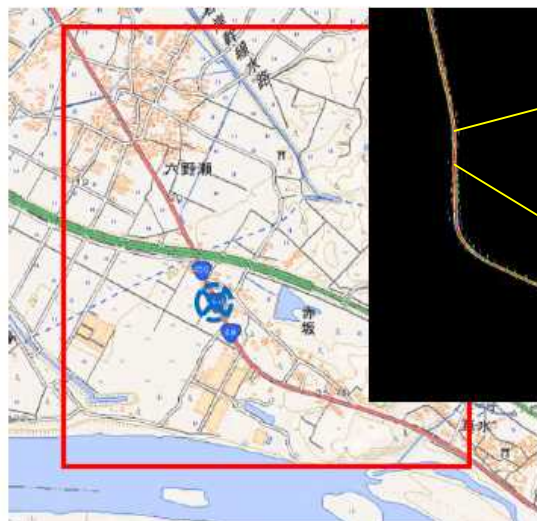
マシンコントロール用データとして、MMS（モービルマッピングシステム）で取得したレーザ点群データから除雪装置の制御に必要な道路中心線形、縁石、障害物等を抽出したデータ（除雪作業用地図データ）を作成。

除雪作業用地図データは市街地部の延長3kmについて作成した。（地図精度1/500）



MMS計測車両

項目	名称及びMMS 主要機器の仕様
MMS 機器	・GNSS アンテナ：3 台 ・IMU（慣性計測装置）：1 台 ・オドメトリ（距離計）：1 台 ・デジタルカメラ（500 万画素）：2 台（前方左、前方右） ・レーザ計測装置：2 台（前方上方向、前方下方向） 走査範囲 180 度 100 回/秒の際、約 0.6 度間隔 25 回/秒の際、約 0.1 度間隔 1 秒間に最大 27,100 発/台のレーザを照射 GNSS 解析による三次元公共座標の付与 相対精度：1.0 cm 以内（衛星可視状態時）



除雪用地図データ

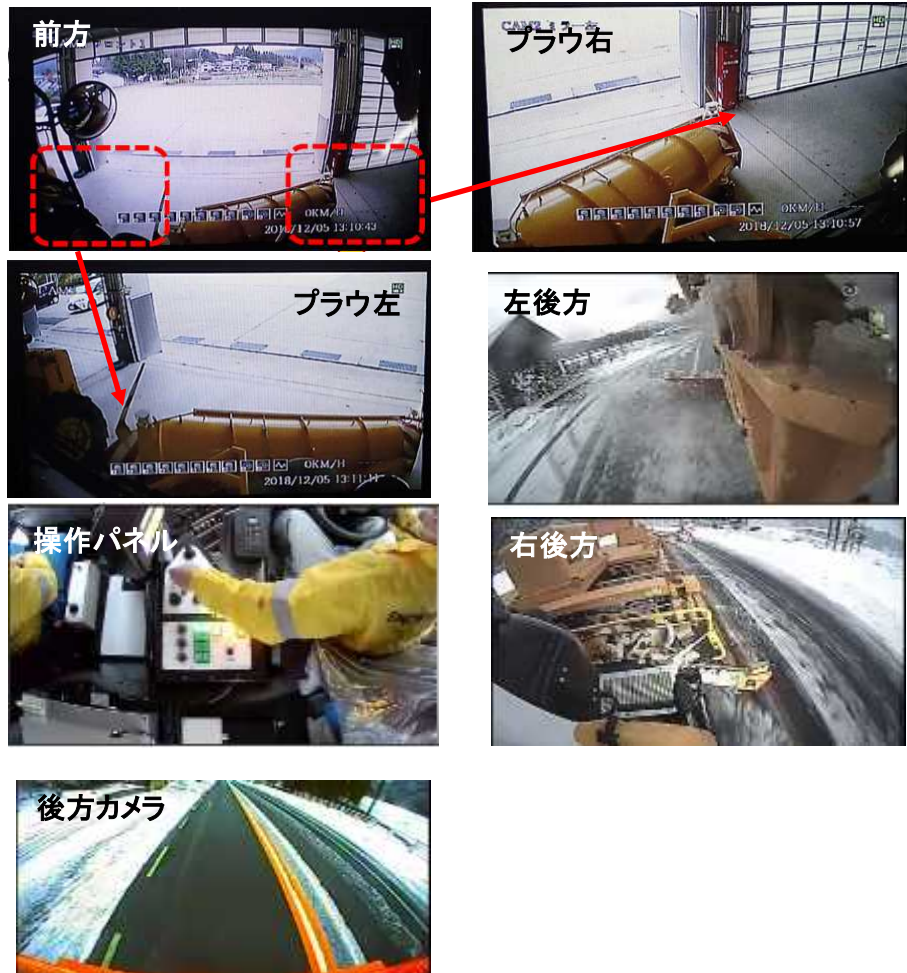
除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29～R2】

■ H30年度報告

②除雪作業用地図データの作成、現地データ収集

冬期調査にて、熟練オペレータの運転技術进行分析するためのドライブレコーダ取付位置・画角を調整し
継続してデータ収集。
データロガーで収集するデータの種類を整理。

ドライブレコーダの画像



データロガー取得データ（映像と合わせて分析するデータ）

動作項目	データ収集目的
日時	日時を把握
位置・車速	車両の位置、速度を把握
音声	除雪作業音等を録音
路面整正装置 除雪開始	路面整正装置の降下作動、除雪開始状態を把握
路面整正装置 回送	路面整正装置の回避作動状態を把握
路面整正装置 待機開始	路面整正装置を上昇作動させ除雪休止状態を把握
路面整正装置 反転上	路面整正装置刃研ぎ状況を把握
路面整正装置 反転下	路面整正装置刃研ぎ状況を把握
路面整正装置 左拡幅	路面整正装置の拡幅作動状態を把握
路面整正装置 左収縮	路面整正装置の収縮作動状態を把握
SBホイスト(下)出力	シャッターブレードの下降作動状況を把握
SBホイスト(上)出力	シャッターブレードの上昇作動状況を把握
プラウホイスト下げ	プラウの下降作動、除雪開始状況を把握
プラウホイスト上げ	プラウの上昇作動、除雪休止状況を把握
プラウアングリング(左)	プラウのアングリング(左)作動状況を把握
プラウアングリング(右)	プラウのアングリング(右)作動状況を把握

データロガーでは、その他に路面整正装置の振動センサー、押付圧力等
全41点のデータを取得

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29~R2】

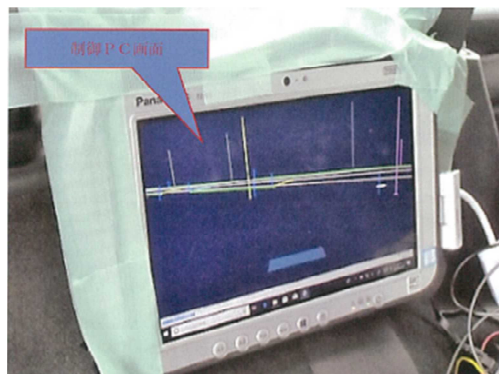
■H30年度報告

③作業装置の部分的なマシンコントロール化の検討

作業装置制御ユニットを製作し、除雪トラックに設置。

制御用タブレットから除雪作業用地図データによる信号を出力することで、除雪装置を制御。

今回は設定箇所で信号を出力し、サイドシャッタの自動開閉制御を行った。



除雪作業用地図データを入れた制御用タブレット

信号出力



除雪トラック内制御ユニット



サイドシャッタ開



サイドシャッタ閉

サイドシャッタの開閉

一定の速度下におけるサイドシャッタの適切な稼働を確認できた。
今後実用化に向けて、車両の速度にあわせてサイドシャッタが稼働するように改良していく。

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29~R2】

■ H30年度報告

③作業装置の部分的なマシンコントロール化の検討

除雪ステーション内でサイドシャッター自動化のデモ作業を実施、記者発表を行った。



◆ テレビ・新聞の報道状況(平成31年3月7日現在)

- ・テレビ 2局(BSN、TeNY)
- ・新聞 4紙(新潟日報、建設通信新聞、にいがた経済新聞、朝日新聞)



TeNYテレビ新潟(H31.2.28)



朝日新聞(H31.3.7)

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【R元年度検討内容】

■ R元年度検討イメージ

①除雪作業用地図データの検討

→MC化に対して適切な(精度、費用等)除雪作業用地図データについて検討する。(MMS計測、なぞり計測等)

②最適な自己位置情報取得方法の検証

→一次除雪作業に必要な精度から最適な自己位置情報を得る方策(RTK-GNSS、みちびき等)及び不感地帯での自己位置情報取得方法について検討する。

③作業装置の部分的なマシンコントロール化の検討

→作業装置(路面整正装置等)のマシンコントロール化を進めていくための現地データ(振動や、装置動作・動画データ)の収集・分析(RTK-GNSS、みちびき等利用によるデータの取得間隔の向上)。

→熟練オペレータの運転技術の分析をもとに、位置情報による作業装置の部分的なマシンコントロール化(フロントプラウ)の検討を行う。

→サイドシャッターの開閉については、H30に得られた課題を基に改良を行う。
除雪グレーダへの適応性についても調査を行う。

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
■業務発注	●									
■除雪作業用地図データの検討										
■最適な自己位置情報取得方法の検証										
■フロントプラウMC化検討										
■サイドシャッター自動化の改良・除雪グレーダへの適応性検討										
■フロントプラウMC化実証試験						●				
■現地データ収集										
■MC現地検証										
■取りまとめ等										

除雪機械の施工性・安全性向上に関する検討 (1次除雪機械情報化施工技術の開発)【開発期間 H29~R2】

(参考) 除雪トラック作業ガイダンスの開発検討

既開発の歩道除雪車、ロータリ除雪車、凍結防止剤散布車の作業ガイダンス装置に続き、平成30年度に除雪トラックの作業ガイダンス装置の開発を実施。

除雪速度が速い(約30km/h)状況下において、障害物、中央分離帯・路肩端への接近警告を適切に行えるように、画面全体及び音声で接近警告を表示。

測位方式	受信機価格	通信料	データ作成費用
RTK-GNSS	150万円	15万円 (12月~3月)	200万円 (1工区当たり)

ガイダンス機能	ガイダンス方式
障害物・注意区間への接近警告	画面表示・チャイム音にて警告 警告開始距離は任意で設定可能
路肩端)への接近警告	画面表示・音声にて警告 警告開始距離は任意で設定可能
道路中央(中央分離帯等)への接近警告	画面表示・音声にて警告 警告開始距離は任意で設定可能
背景地図表示機能	電子国土地図をガイダンス画面に表示 交差点名、道路名、ランドマーク等表示



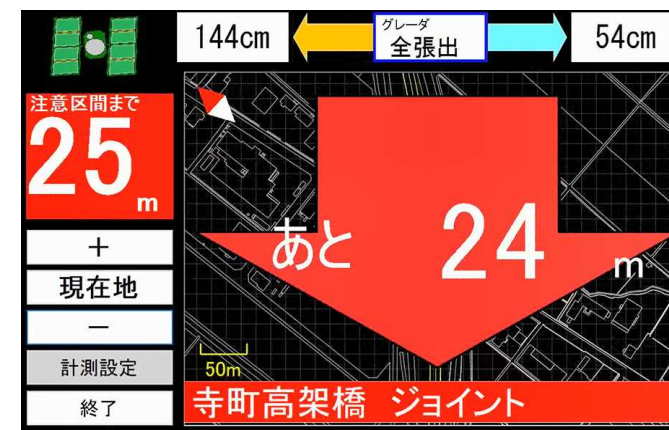
作業ガイダンス装置使用状況



路側、道路中央側の接近注意箇所



道路上の障害物



障害物への接近警告(画面全体)

過去の開発調査成果 除雪機械の情報化施工技術検討（ガイダンス）

【参考】

熟練オペ不足対策として情報化施工の技術を用いた除雪作業ガイダンス装置を機種別に順次開発

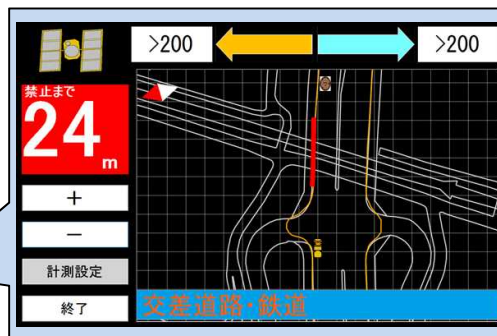
1. 凍結防止剤散布車用作業ガイダンス装置（H22～H24） H29改良



- ・散布計画区間の開始・終了
- ・散布装置の設定（量、幅）表示
- ・データ登録・編集機能

H30年度末までに7台配備済み

2. ロータリ除雪車用作業ガイダンス装置（H25～H26） H29改良



- ・路側端（縁石）との接近警告
- ・投雪禁止の警告
- ・障害物・作業注意箇所の警告
- ・データ登録・編集機能

H30年度末までに11台配備済み

3. 歩道除雪車用作業ガイダンス装置（H27～H28）



- ・障害物・作業注意箇所の警告
- ・投雪禁止の警告
- ・データ登録・編集機能

H30年度末までに4台配置済み

過去の開発調査成果 除雪機械の情報化施工技術検討（ガイダンス）

【参考】

各作業ガイダンス装置の比較

D-GPS, RTK-GNSS（VRS方式）を受信機に採用して、用途に合わせて精度の高い位置情報を取得してガイダンスを行う。

項目		凍結防止剤散布車	ロータリ除雪車	歩道除雪車	除雪トラック
開発年度		H23～H24	H25～H26	H27～H28	H29～H30
ガイダンス内容	地図	○（電子国土地図）	○（電子国土地図）	○（電子国土地図）	○（電子国土地図）
（音声・画面表示）	散布区間の開始・終了	○	—	—	—
	散布設定（量・幅）	○	—	—	—
	路側幅への接近	—	○	—	○（中分含む）
	投雪禁止箇所への警告	—	○	○	—
	障害物・作業注意箇所の警告	—	○	○	○
データ登録・編集機能		○	○	○	○
測位装置	方式	D-GPS	RTK-GNSS（VRS）	D-GPS	RTK-GNSS（VRS）
	公称精度	1m	2～3cm	1m	2～3cm
装置価格（取付費・消費税等を含まず）		50万円程度	150万円～200万円程度	50万円程度	150万円～200万円程度
データ作成費用（1工区当たり）		30万円～40万円程度	100万円程度	20万円～30万円程度	200万円程度

歩道除雪における助手の代替技術の研究

札幌市建設局雪対策室

1. 札幌市の歩道除雪

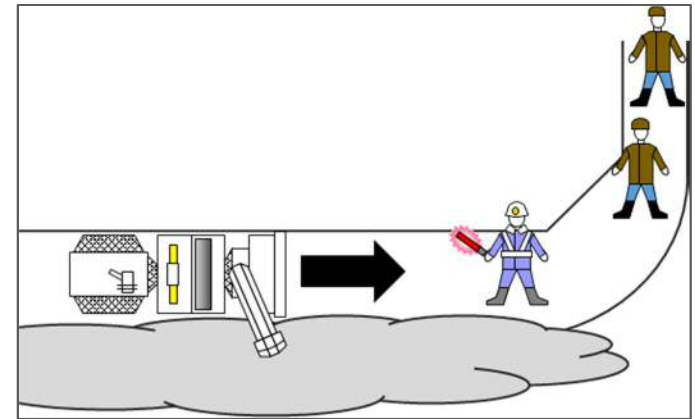
札幌市の歩道除雪は、除雪機械のほか、安全確保のため以下の人や車を配置している。

① 助手

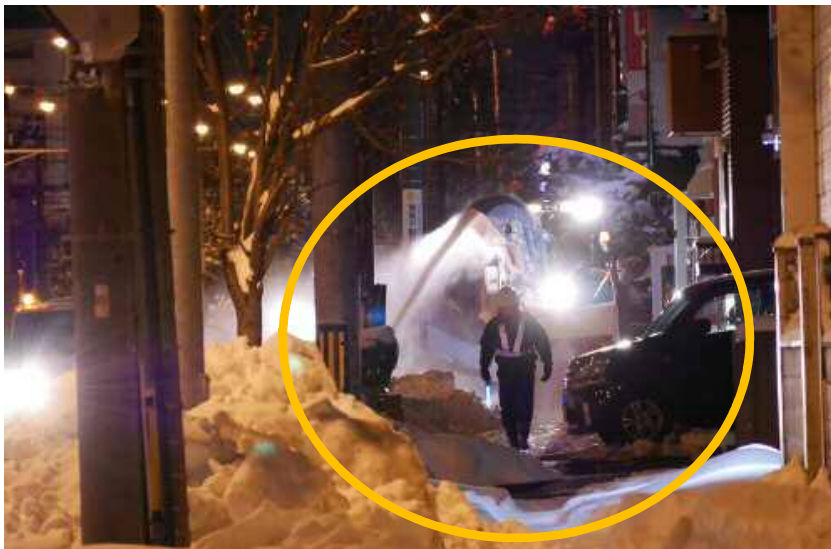
歩行者の誘導、支障物件の確認等

② 伴走車

一般車両に対する注意喚起等



平面図



助手



伴走車

2. 現状と課題

【現状・課題1】 助手（誘導員）の不足

昨今、除排雪作業に従事する人材を確保することが難しくなっており、特に誘導員の確保が難しいとの声を聞いている。さらに今後は交通誘導員をはじめ作業員等が大きく減少することが推測されており、このまま誘導員を確保することができなくなると、安全の確保はもとより、除排雪作業自体が行えなくなることが懸念されている。

【現状・課題2】 過酷な労働環境

歩道除雪の助手は、除排雪作業の中でも積雪状態の道を1日に10km以上歩く（走る）こともあるなど身体的負担が大きい状況。

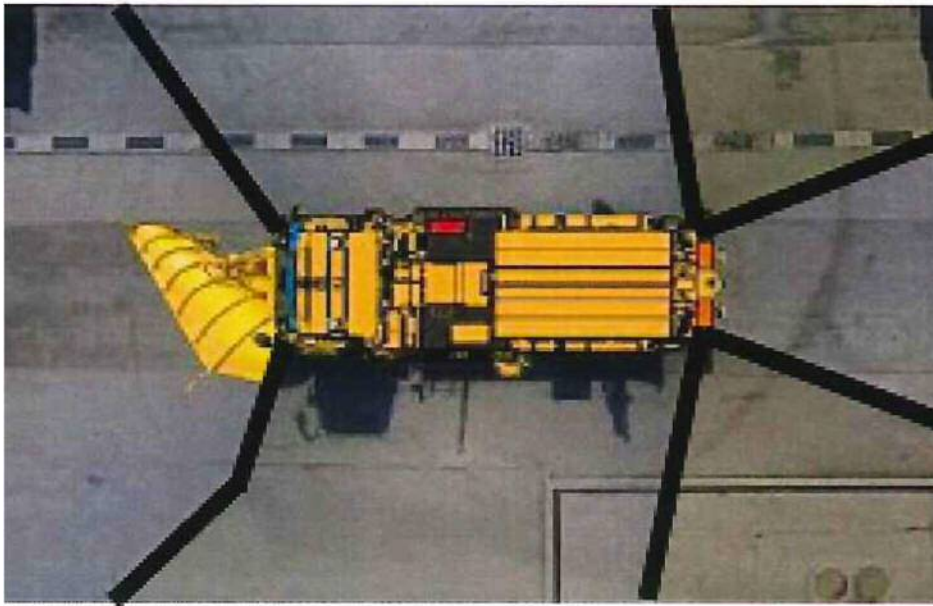
【現状・課題3】 事故の危険性

過去には、歩道除雪の機械に助手が巻き込まれる事故が発生している。

3. 助手の代替技術の研究

このような課題が浮き彫りになっているなか、安全性を確保したうえで、歩道除雪の作業誘導を代替する技術进行研究することとしている。

【代替技術 1】 「カメラ」 や「センサー」



〈アラウンド・ビュー〉



〈人体検知技術〉

降雪によるノイズを除去する技術もあり。

【代替技術 2】 「音声マイクとスピーカー」

4. 大学との共同研究

代替技術の研究は、北海道大学と協働で研究することとしている。

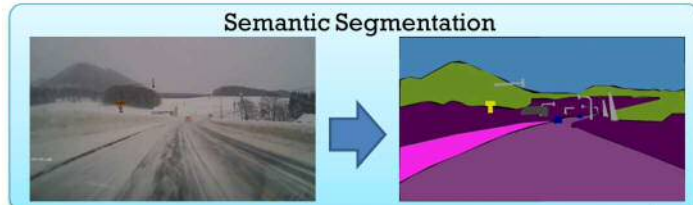
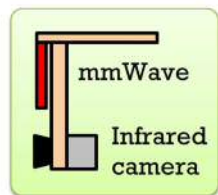
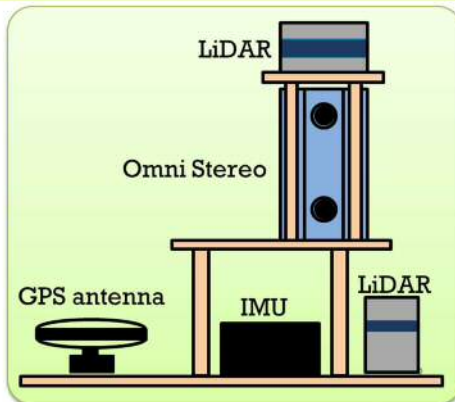
【北海道大学の研究実績】

雪道走行を可能とする自動運転技術の開発

(AIによる画像処理技術)

我々のこれまでの研究活動

積雪寒冷地域の交通弱者移動支援のための雪道走行を可能とする自動運転技術の開発



(降雪ノイズの除去技術)

適用可能な要素技術の候補①



LiDARの点群に重畳する降雪雑音の除去

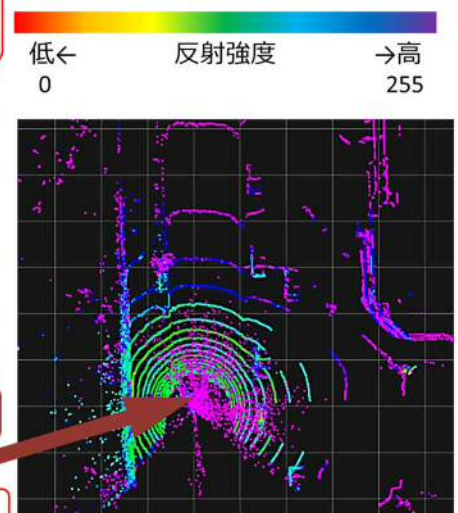
LiDARによって精緻な3次元情報が得られるが、降雪によって雑音



降雪ノイズは障害物よりも疎な点群である

降雪ノイズ

フィルタリング・クラスタリングによる除去に成功



5. 代替技術の効果（想定）

■札幌市の歩道除雪の概要

項 目	数 量
歩道除雪延長	約3,000km
機械（小型除雪機）	約230台
助手	約230人
伴走車	約230台

■代替技術の効果（想定）

- ① 作業の省力化（助手の削減）
- ② コスト縮減（助手削減による人件費減）

QZS7機体制に向けた開発状況と 準天頂衛星受信機の最新動向

2019年6月26日

一般財団法人 衛星測位利用推進センターSPAC

利用実証推進部 松岡 繁

整備方針

社会的要請、ユーザ要請や、他GNSSの整備・運用状況等を踏まえ、以下の方針とする。

1. サービス提供の早期実現

7機体制を確立し、2023年度を目途に運用を開始する。

2. 衛星測位サービスの持続化

日本、日本近傍、アジア太平洋地域における我が国の7機体制による持続的な衛星測位サービスの提供を最優先とする。

3. ユーザ需要、技術動向を踏まえた機能性能向上

以下の機能性能向上を図る。スプーフィング対策として、L1C/A(L1C/B)、L1C、L5信号の航法メッセージに対し、認証情報を付与

- － 7機体制による持続測位（2周波コード測位、補強情報なしで水平ユーザ測位精度1m(RMS)を実現）
- － 航法メッセージの認証機能
- － 測位補強サービス範囲と対象システムの拡張（アジア・オセアニア全域への拡大）（TBD）
- － 公共専用サービスの機能・性能向上
- － 準天頂衛星システムの災害時通信機能の冗長性確保

4. 現行サービスの継続性（バックワードコンパティビリティ）の確保

QZS-2,3,4,1Rにより提供する現行サービスを2033年まで継続

但し、QZS-1RによるL1C/A信号の提供は米国との周波数調整結果による（L1C/B信号へ移行の可あり）

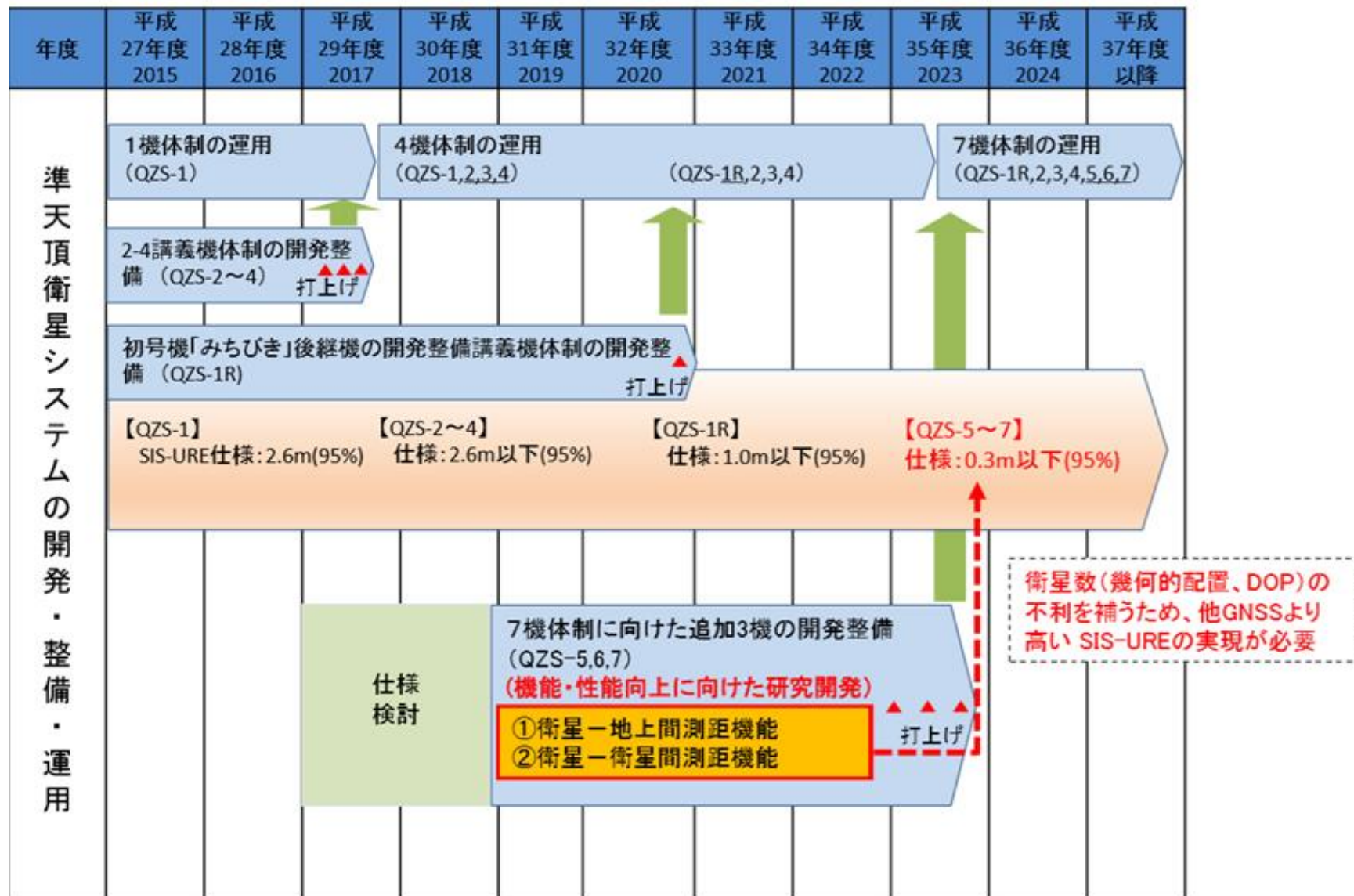
(*) L1C/B信号 L1C/A信号をBOC(1,1)変調し、C/A信号の初期捕捉が早い特性を残しつつ、GPS L1C/A信号との干渉を低減した信号

5. システム整備・維持運用コストの低減・最適化

7機体制の実現にあたっては、性能とコストの最適化を考慮し、各システムのコスト低減を図る。

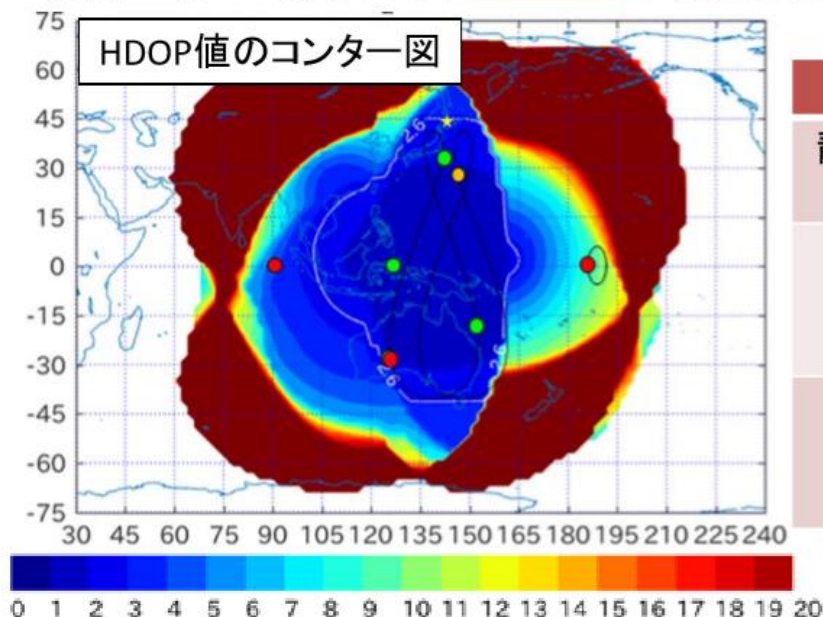
5. 開発計画

7機体制開発ロードマップ



7機体制検討結果の概要

複数の軸での評価から、**Case C'** が最適配置



軌道	号機	中心経度 deg
静止軌道 (2機)	3号機, 6号機	127、90.5
準天頂 軌道 (4機)	初号機後継機, 2号機, 4号機, 5号機	148(Q1R) 139
準静止 軌道 (1機)	7号機	190

最適配置案により以下の特性が実現される。

アベイラビリティ

- ・仰角15度以下が不可視でも、日本全域で常時4機以上可視
- ・仰角20度以下が不可視でも、東京で常時4機以上可視
- ・仰角25度以下が不可視でも、南方地域で常時4機以上可視

測位精度 (HDOP特性)

- ・オープンスカイでは、日本全域でHDOP<2.6(95%)
- ・仰角15度以下が不可視でも、日本全域でHDOP<5.2(95%)
- ・仰角20度以下が不可視でも、東京でHDOP<2.6(95%)

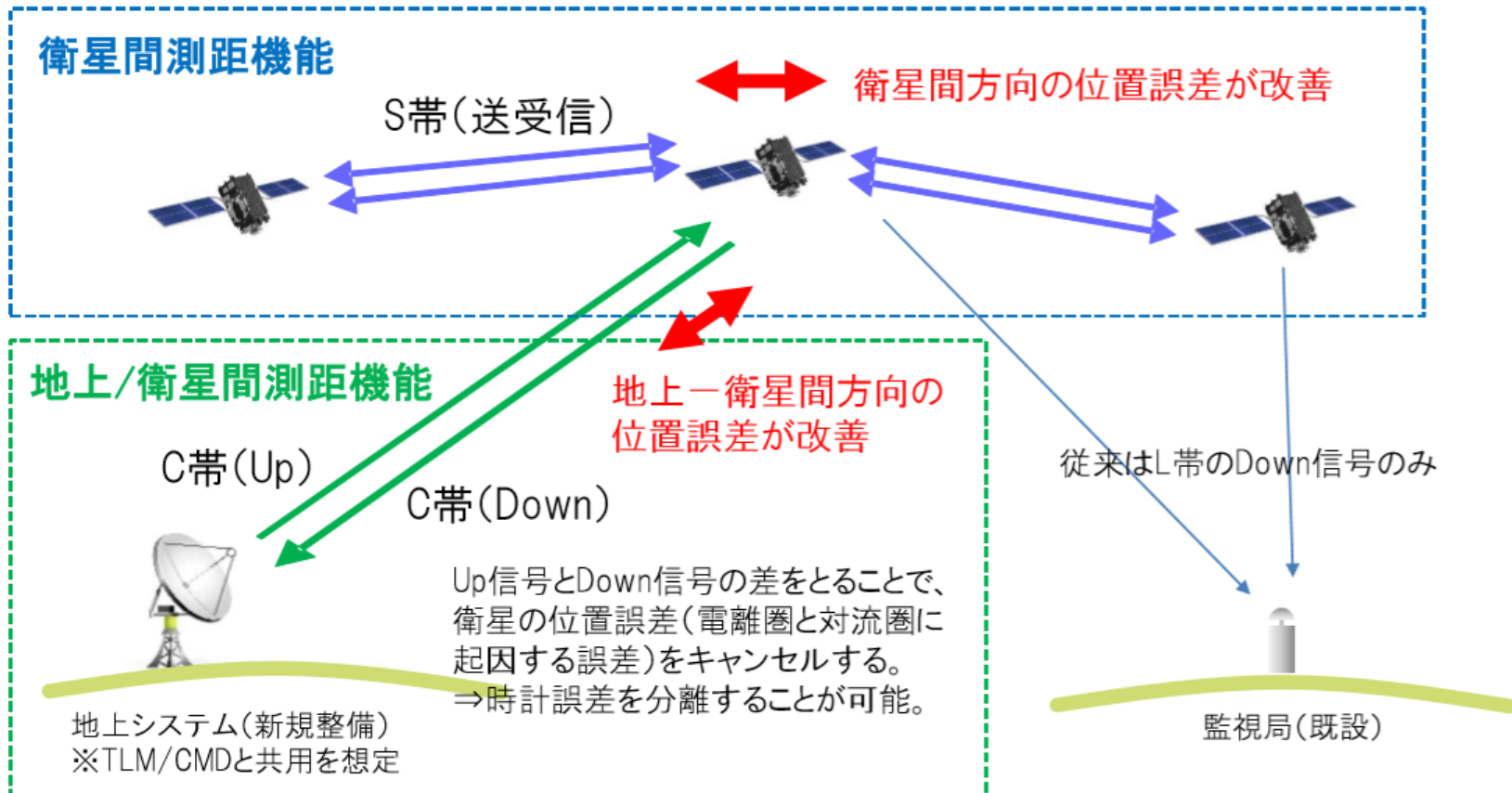
・HDOPの95%値が2.6以下の場合、
7機で水平精度1.0m(RMS)を達成
(GPS予測精度を凌駕)

・HDOPの95%値が5.2以下の場合、
7機で水平精度2.0m(RMS)を達成
(GPS予測精度と同等)

※SIS-URE<15cm(RMS)が前提

5～7号機の高精度化(1/2)

- ユーザ測位精度の向上 ⇒ 衛星の軌道・時刻をより正確に推定することが必要
- 衛星の軌道時刻の精度を向上させるためには？
 - 地上-衛星間の距離に加えて、衛星-衛星間の距離を計測する(衛星間測距機能)
 - 軌道位置誤差と衛星の時計誤差を正確に分離する(地上/衛星間測距機能)

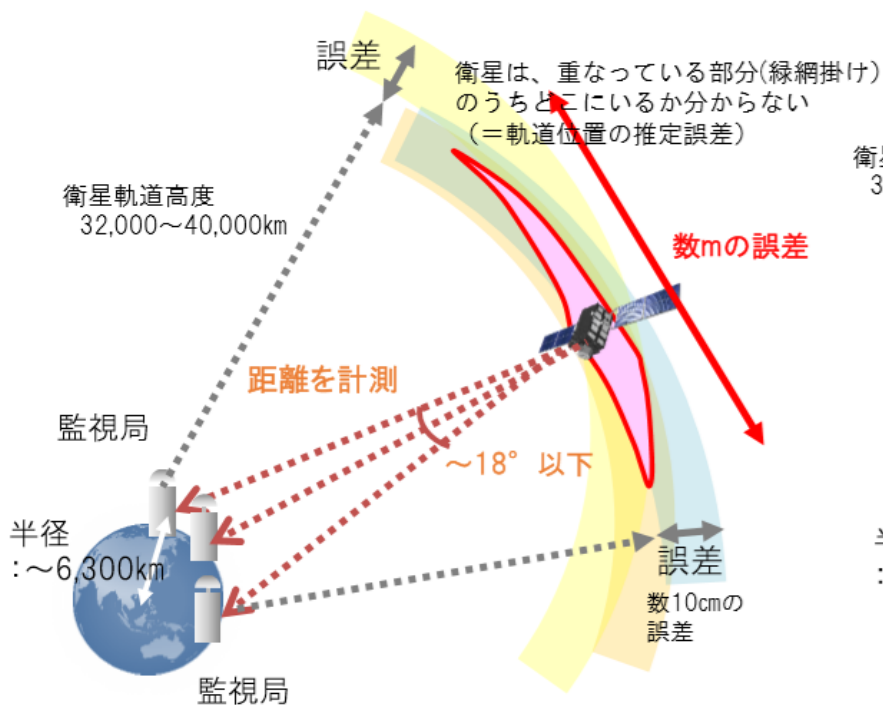


5～7号機の高精度化(2/2)

- ユーザ測位精度を向上させるには、衛星の軌道位置をより正確に推定する必要がある。
- 「衛星間測距技術」**を搭載し、衛星を見かけ上の監視局とすることで監視局の位置が空間的に広がり、軌道位置の推定精度を飛躍的に向上させることができる。
(これまでは地上の監視局のみを用いて軌道推定を行っている)

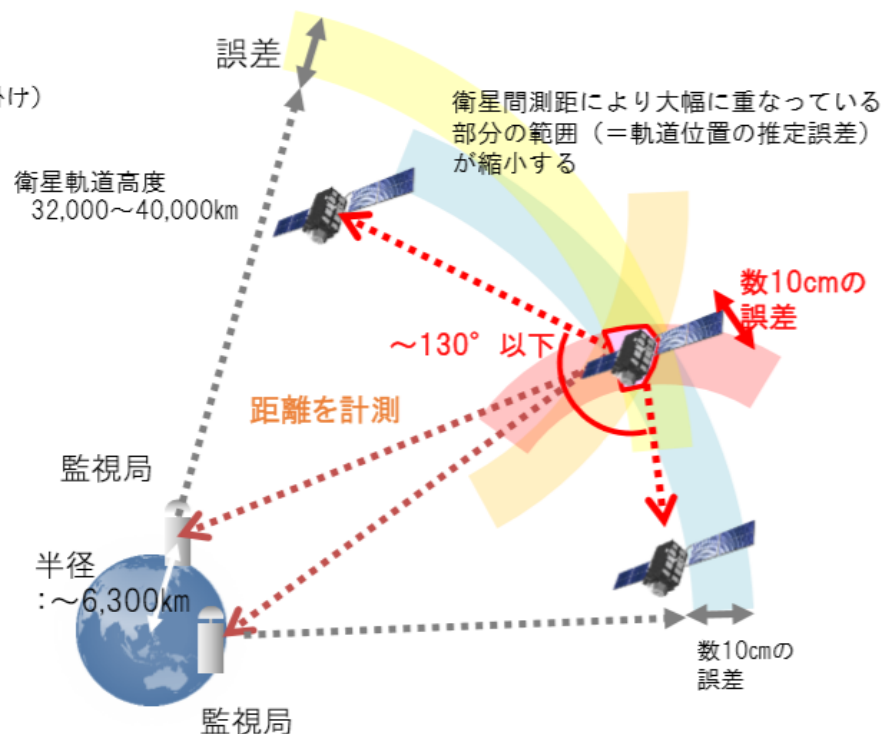
□ 現状

地上システムのみで軌道推定を実施



□ 衛星間測距技術

衛星間通信を用いて軌道推定を実施





2(3)周波
製品
数十万円
～
数百万

SLAS対応



1周波RTK製品
数十万円



準天頂衛星L6受信とマルチ衛星
システム対応をワンチップ化
<http://www.jrc.co.jp/jp/about/news/2017/0111-2.html>

- ◆ 日本無線
- ◆ マゼランシステムズジャパン
- ◆ 三菱電機・u-blox

QZSS対応



チップ・モジュール
～数千円

コード受信機

新たに形成される受信機
価格帯(2019年度以降)

搬送波受信機

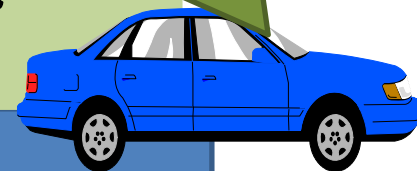


図 GNSS受信機の価格帯

CLAS受信機容積/価格推移

容積・価格

$\div 1/5$

$\div 1/10$

容積推移

価格推移

$\div 1/5$

$\div 1/2$

$\div 1/10$

$\div 1/5$

小型低価格トレンド

0.3%

2011年(利用実証開始)

2018年 2019/7以降 8



アンテナ

外形 価格

チョークリンクアンテナ

20万円～50万円(測量用アンテナ)

多周波

多周波により受信機側で、計算アルゴリズムの改善が進み
測位精度が向上する。
ex. TTF短縮、電離層遅延の排除

2～3周波

1周波

低価格マルチ受信アンテナの
開発が課題 構造/数量

マイクロストリップパッチアンテナ

1周波パッチアンテナ

車載NAVI

測量・土木建機

GNSS受信チップ・モジュール・評価ユニット

CLAS

企業名	型式	発売時期	QZS				GPS			Galileo		Glonass		BeiDou		Others
			L1	L2	L5	L6	L1	L2	L5	E1	E5	G1	G2	B1	B2	
三菱電機	AQLOC-VCX	2018年11月	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
	AQLOC-VCX II	2019年春	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
日本無線	JG11 PPPモデル	2018年8月	○				○							○		SBAS
	JG11 PPP-RTK	2019年春	○	○		○	○	○		○		○		○		
マゼランシステムズジャパン	多周波マルチGNSS 受信機ユニット	2018年	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
コア	Chronosphere-L6	2018年10月	○	○	○	○	○	○	○	○	○					

SLAS

ソニー	CXD5603GF	リリース済	○				○			○		○		○		SLAS
古野電気	GF-88	2019年4月	○				○			○						SLAS

Position社 GSU-140評価キット/ u-blox社 NEO M8u,NEO-M8L,UBX-M8030-KA-DR

u-blox	ZED-F9P	2018年11月	○	○			○	○		○	○	○	○	○	○	
--------	---------	----------	---	---	--	--	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--

日本無線 JG11 PPP-RTK
マゼランシステムズジャパン
三菱電機-u-blox

CLASチップ・モジュール開発中

上記仕様はカタログから転記しています
詳細について各企業に問合せ願います

準天頂衛星CLAS対応受信機ラインナップ

11月よりCLAS対応の受信機を発売し、ラインナ

端末種類	リリース 時期	外観	寸法／重量
AQLOC (実証用端末)	リリース済		受信機 178 × 142 × 90mm 3kg アンテナ 140 × 140 × 62mm 515g
AQLOC-VCX	11/1		受信機 184 × 98 × 74mm 1,600g アンテナ 59 × 59 × 33mm 150g
小型版	開発中		小型軽量、低消費電力

J G 1 1 の主な特長

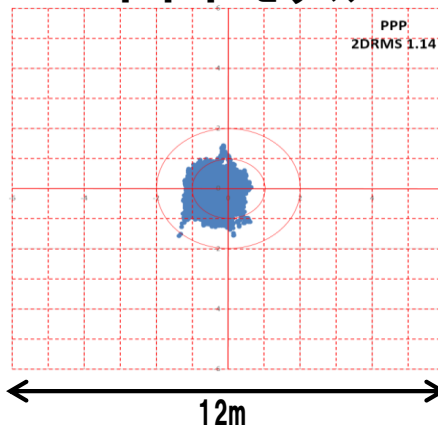
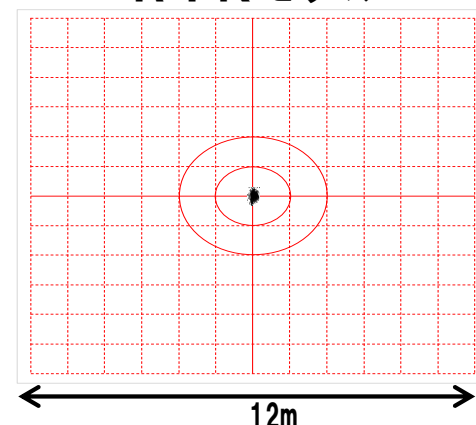
高精度測位（m級、cm級）GNSS受信機

●世界初：準天頂L6信号を含めた3周波同時受信チップ

9mm×9mm



3周波同時受信ASIC

ソフトウェアUpdate可能
フラッシュROMJ G 1 1
PPPモデルJ G 1 1
RTKモデル

■1m級、cm級の高精度測位が可能

■受信機コアICをASIC化

※L1C/A信号、L2C信号、L6信号、BeiDou or GLONASS or GalileoのRF回路、ロジック回路をASIC化

■車載向け電子部品の規格 AEC-Q100対応

■MADOC A対応に必要なハードウェアを搭載

STEP1: 評価ボード 2017/8: 提供中

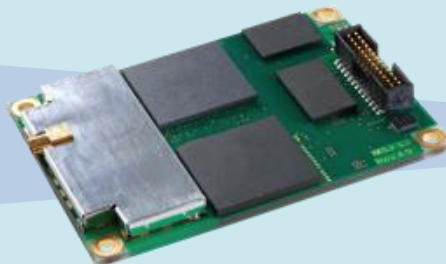
サイズ : 90 × 100mm
消費電力(最大) : 10W
単価 : 80万 @数十台



評価キット

STEP2: モジュール 2019/3: 完成※

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

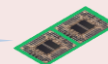


※2019年4月からご注文受付開始
2019年7月頃から出荷

評価キット

STEP3: チップ 2020/3: 完成予定

サイズ : 11 × 11mm以下
消費電力 : 1W以下
単価 : 1万円以下 ※目標値



※チップの画像はイメージです。



206 x 154 x 86 mm



179 x 106 x 62 mm

STEP2: 評価キット

時期: 2019年7月頃から出荷予定。
単価: 現状の半額程度

『Chronosphere-L6』



① CLAS/MADDOCA両方式に対応

② みちびきL6信号を2衛星×2信号(L6D/L6E)同時捕捉可能

CLASとMADDOCAを動的に切り替える特許を取得済

③ みちびきハンドオーバー機能搭載

条件の一番良いみちびき衛星に切り替える機能

・仰角マスクモード

衛星の仰角が閾値以下になった場合に衛星を切り替える

・最大仰角モード

追従している衛星より仰角の高い衛星が現れた場合に衛星を切り替える

・固定衛星追従モード

ユーザーが指定した衛星のみを使用するモード

製品仕様

性能仕様			
捕捉信号		CLAS	MADDOCA
	GPS	L1C/A,L2P,L5	L1,L2P
	QZSS #1-4	L1C/A,L2C,L5,L6	L1,L2C,L6
	GLONASS	-	G1,G2
	Galileo	E1,E5a	-
L6信号の同時補足	2衛星×2CH (L6D, L6E)		
測位レート	最大20Hz (設定やオプションにより変更可能)		

機器仕様	
本体サイズ	W200×D140×H60[mm]
重量	1,100g 前後
筐体	アルミニウム製
電源仕様	12V/1.5A以下
環境特性	0～40℃ (ただし結露しないこと)

I/F・通信等	
Ethernet	RJ45
シリアル	D-Sub9
USB	Micro-B (設定専用)
出力形式	NMEA

提供形態	
製品単体	本体、電源アダプタ、取扱説明書
多周波受信機	本体に内蔵
多周波アンテナ	別売 (推奨: Septentrio社製 PolaNt-x MF)

製品概要

ZED-F9P

数秒でセンチメートル級の精度を提供するマルチバンド・レシーバー

- GPS, QZSS, GLONASS, Galileo, BeiDouの同時受信
- 高速収束と信頼性の高いパフォーマンスのマルチバンドRTK
- 動的なアプリケーションに最適な高更新レート
- 小型かつエネルギー効率の高いモジュールでセンチメートル級の精度を提供
- RTKの組み込みが容易になることで市場投入までの期間を短縮



(株)センサコム
ZED-F9P実装
NEO-M8P実装

ZED-F9Pは4つのGNSS信号(GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou)を同時に受信し、複数の周波数帯域(L1/L2/L5)に対応するマルチバンド・レシーバーです。
使用可能なすべてのGNSS信号を利用することによってパフォーマンスをさらに高めています。
更にRTK技術を組み合わせることにより、数秒でセンチメートル級の精度を達成することができます。
また、多くの衛星信号を受信できるため、都市部などの劣悪な環境でもセンチメートル級の精度を最大限に提供することができます。

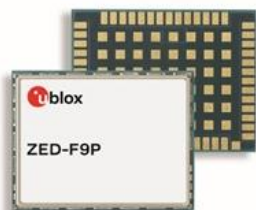
STD=E: 0.0039m N: 0.0039m U: 0.0123m
RMS=E: 0.0039m N: 0.0039m U: 0.0123m 2D: 0.0135m

STD=E: 0.0039m N: 0.0043m U: 0.0115m
RMS=E: 0.0039m N: 0.0043m U: 0.0115m 2D: 0.0115m

u-blox AG

SCR-F9E
GNSS Receiver/Logger
ZED-F9P

SCR-u2C
GNSS Receiver/Logger
NEO-M8P



17 × 22 × 2.4



12.2 × 16 × 2.4

構造物周囲



3周(反時計回り)



開空状況

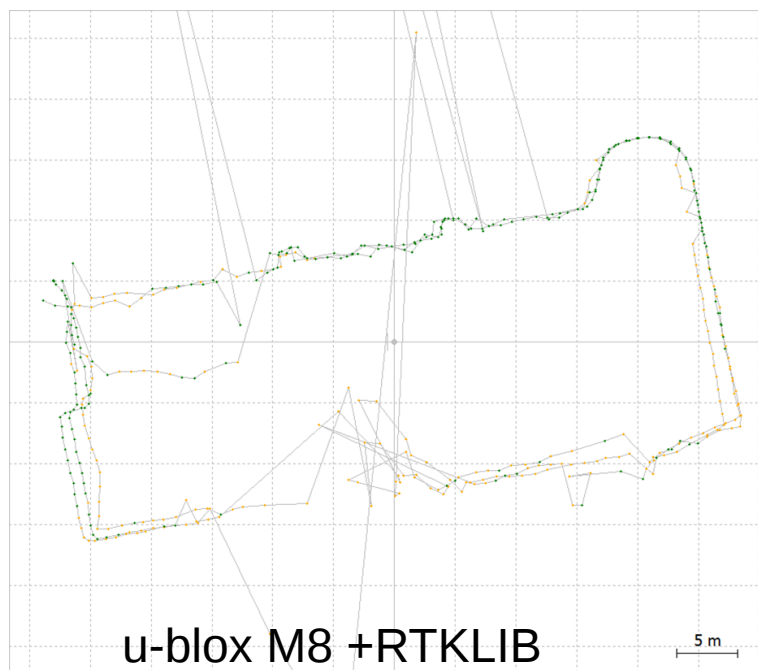


開空状況

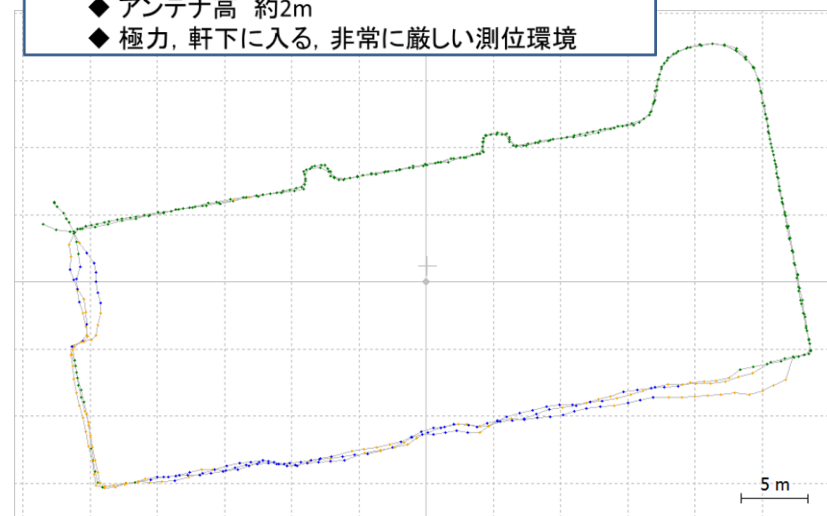


実験条件

- ◆ 1Hz, 3周徒歩
- ◆ アンテナ高 約2m
- ◆ 極力、軒下に入る、非常に厳しい測位環境



u-blox M8 +RTKLIB



u-blox F9P

・ ZED-F9P(2周波対応)とNEO-D9C(QZSS L6対応)



[ZED-F9P]

GPS,GLO,GAL,BDS

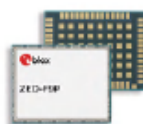
L1/L2, L5

- OSR (RTCM v 3.x Single Baseline or Network RTK (VRS))
- SSR



SSR/RTK 補正サービス

Cellular, WiFi 等



ZED-F9P

(RTCM3.x, または、
SSR補正が必要。
SSR補正はFW更新で対応
2019.~)

ES : 2018年9月
IP/MP : 2019年4月

[NEO-D9C]

QZSS

L6

- CLAS (SSR) サービス
- MADOCA



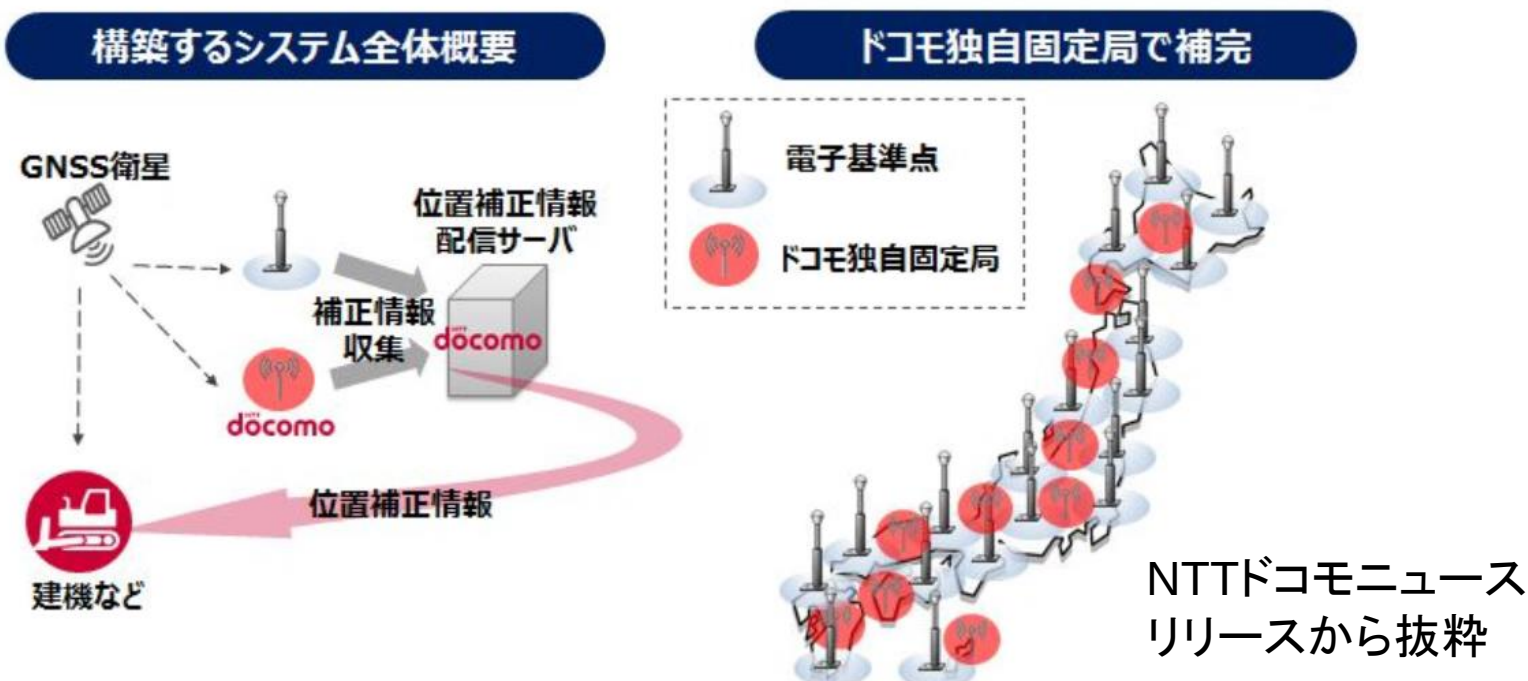
NEO-D9C
(2019.Q2 以降~)

???

2019.5. 28 NTTドコモが2019.6.3 ソフトバンクが相ついてRTKソリューション
ビジネスを発表→サービスイン NTTドコモ 2019.10.1
ソフトバンク 2019.11.末

1. 事業概要

「GNSS位置補正情報配信基盤」は、ドコモ独自で「位置補正情報配信サーバ」を構築する仕組みです。また、国土地理院が提供する電子基準点に加え、ドコモが独自固定局を設置・運用することで、高精度の位置測位を実現します。



i-Snow会議（第5回）

【話題提供】 知床半島の地殻変動の状況

【introduction】

みちびきのCLASを利用したPPP-RTK測位による座標値と、JGD2011の地図の座標値の間には、地殻変動等の影響によるズレが生じます。

高度に地理空間情報を活用するためには、この地殻変動が課題とされていますが、実際にどのようなモノなのかを、実証実験が行われる「知床半島」を例に見てみたいと思います。



アイサンテクノロジー株式会社
研究開発知財本部
細井 幹広
m.hosoi@aisantec.cp.cp

知床峠を挟む2つの電子基準点



管理番号	20859
基準点名	斜里 2
成果区分	JGD2011
北緯	44°03'54".1222
東経	144°59'36".6124
標高(m)	65.697
楕円体高	96.27



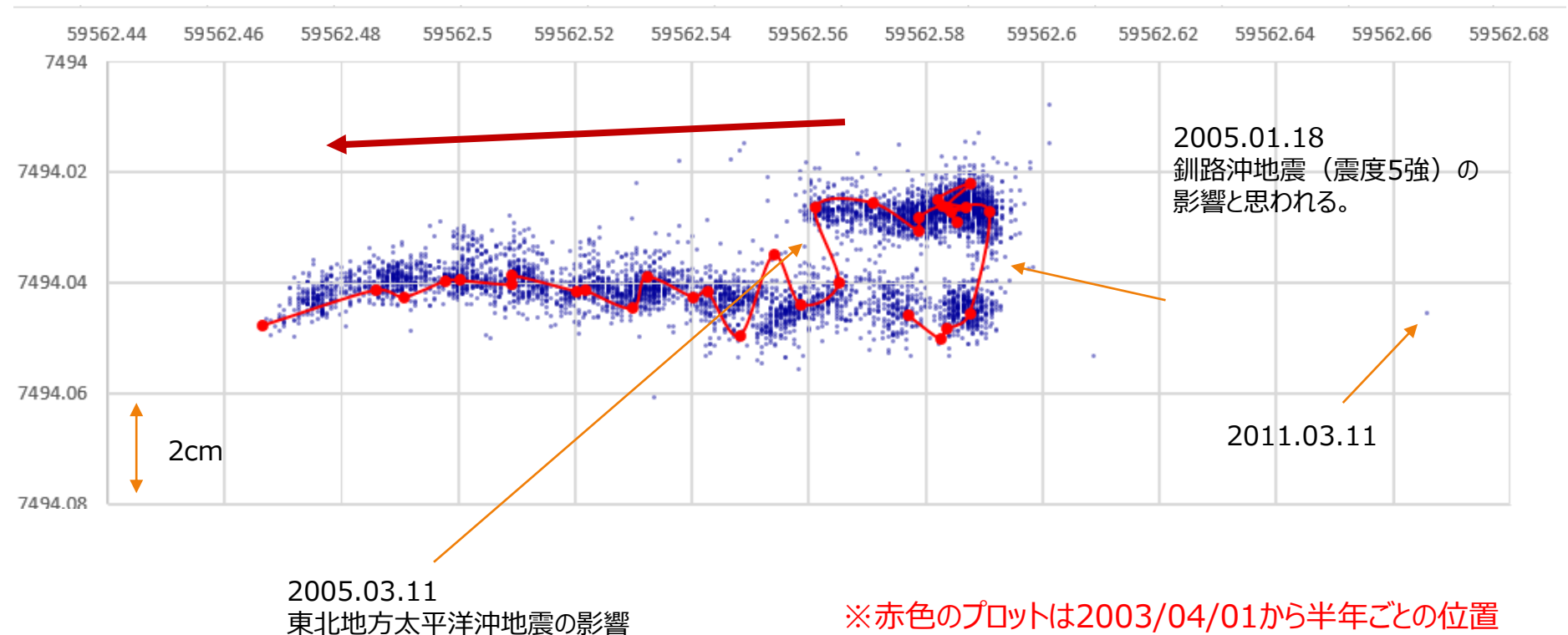
管理番号	950109
基準点名	羅臼
成果区分	JGD2011
北緯	44°01'09".0641
東経	145°11'09".9373
標高(m)	87.368
楕円体高	118.04

※国土交通省 基準点閲覧サービスより

「斜里2」の電子基準点の移動

東北地方太平洋沖地震以降は、年間1～2cm程度で西に移動している。
昨年度は通常より大きく、3cm程の移動。

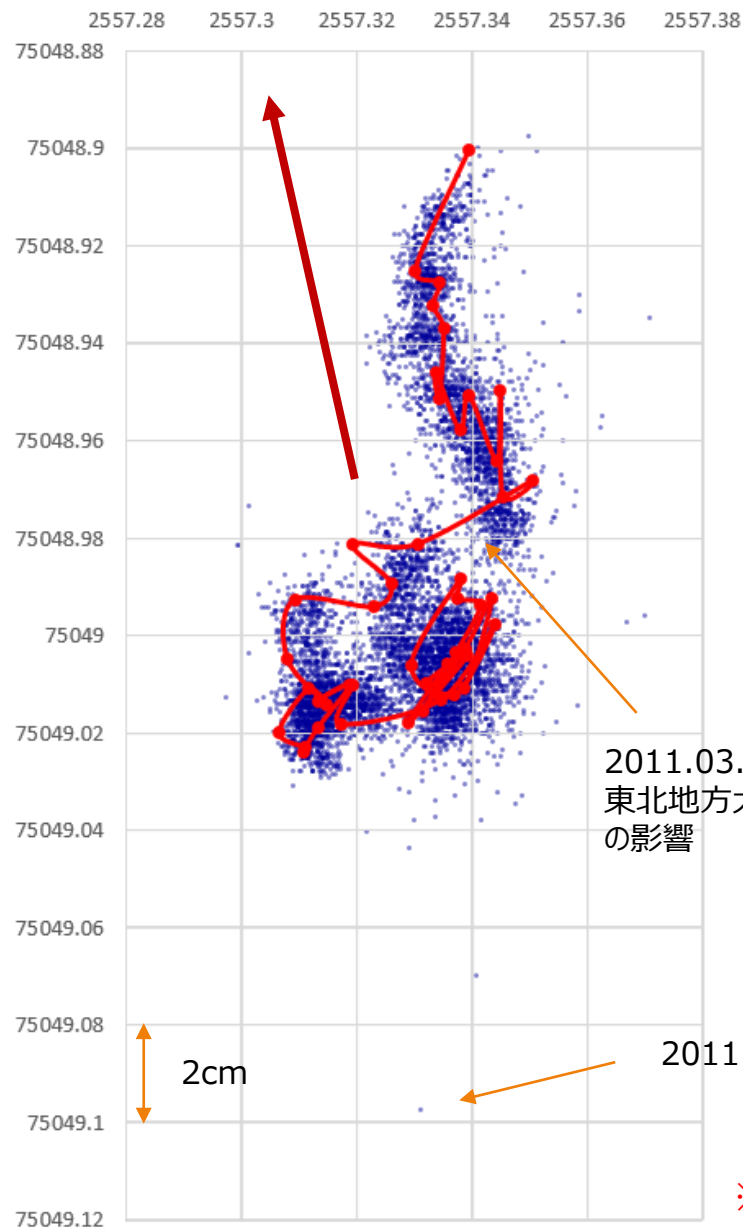
(2003/03/31～2019/05/19)



注：電子基準点の「日々の座標値」(F3解) は網平均計算を用いるため、周辺の電子基準点の影響も受ける。

「羅臼」の電子基準点の移動

(1997/01/01～2019/05/19)

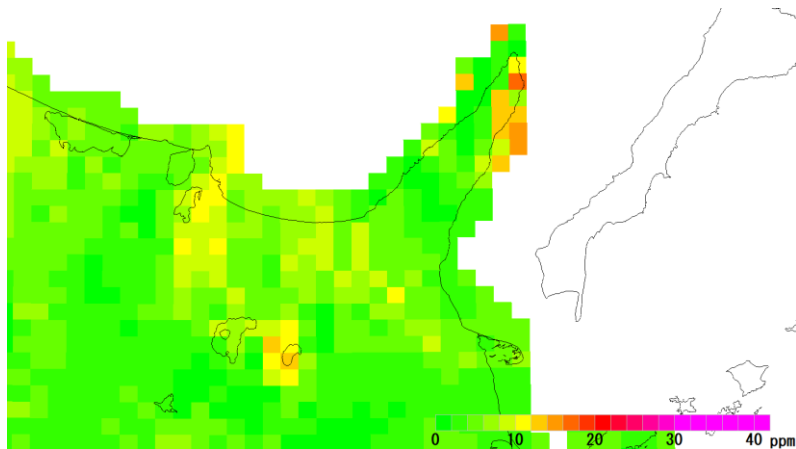


斜里2とは異なり、東北地方太平洋沖地震以降は、
年間1cm程度で北に移動している。
昨年度は通常より大きく、3cm程の移動。

※赤色のプロットは1997/04/01から半年ごとの位置

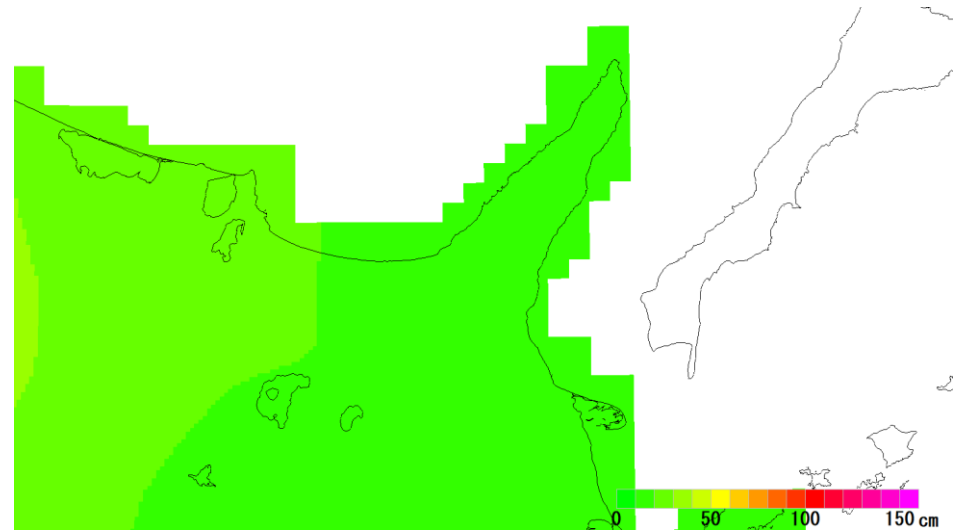
知床半島の地殻変動

- ✓ 半島の地殻変動の速度自体は、それほど早くなく、年1～2cm程度。
- ✓ しかし、昨年度は移動量が例年より大きくなっている。（北海道胆振東部地震の影響と推定される）。
- ✓ ウトロとラウスで地殻変動の進行方向が異なるり、ネジレが生じている。



セミ・ダイナミック補正パラメータより算出した、確度の誤差

10ppmくらいの歪みが生じている。
（1Km進むと1cm程ずれる）



セミ・ダイナミック補正パラメータより算出した、水平の誤差

現在約12～13cm程。
（移動速度は速くないが、そもそもオフセット量が存在する。）

PPP（高精度単独測位）利用時の注意点

知床半島は国内でも比較的地殻変動量は少ない方で、あまり神経質になる必要はない。
ただし、累積的なオフセットがあるため、国土地理院のセミ・ダイナミック補正は最低限必要。

ネジレが生じているため、単純に近くの基準点の移動量を参考に補正することは適切ではない。

- ✓ セミ・ダイナミック補正の様な、空間推定によるパラメータを利用したほうが良い。

周辺で震度5弱、あるいは北海道周辺・東北地方で震度5強の地震が発生した場合は留意したほうが良い。

- ✓ 震度5弱の場合1cm程度動くことがある。

- ✓ 知床の震度が少なくとも、周辺で大きな地震が発生すると影響を受ける。

出来れば、セミ・ダイナミック補正より近い日付のパラメータを使った方が良い。

- ✓ セミ・ダイナミック補正パラメータはその年の1月1日の電子基準点の位置を参照して4月1日に公表している。このため、除雪では1年程前のパラメータを利用することになる。年1～2cm移動する地域なので、その分のズレが生じている事を理解して使用する必要がある。

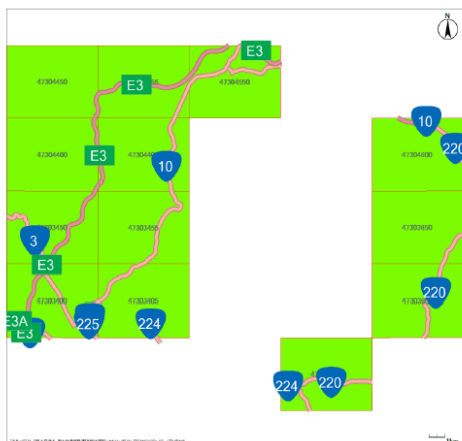
- ✓ 地震を起因として、セミ・ダイナミック補正のパラメータ更新は行われたことが無い。

セミ・ダイナミック リダクション

セミ・ダイナミック リダクションは国土地理院と同様のクリギング法による空間推定に加え、各電子基準点の時系列推定技術により、有効期限内で最適なパフォーマンスとなる変換パラメータです。

このため、セミ・ダイナミック補正には出来ない、パラメータの品質評価や地域ごとの誤差予測等が可能です。

詳しくは・・・ http://g-spatial.com/service/sdr/about_sdr/

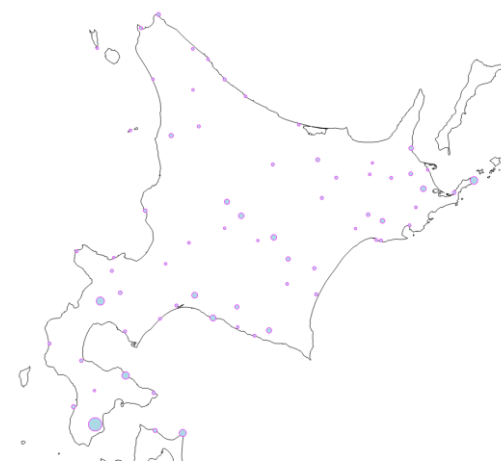
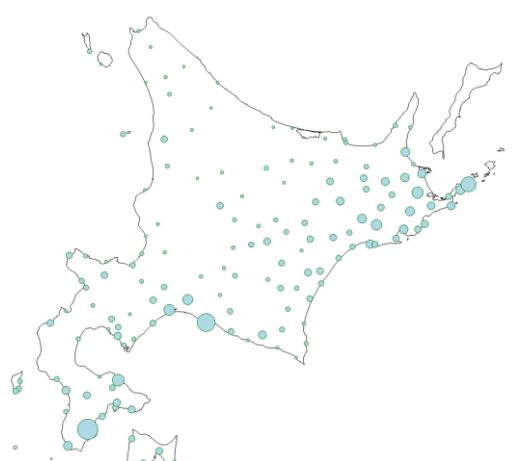


該当県		
46 - 鹿児島県		

該当メッシュコード		
47302555	47303400	47303405
47303600	47303450	47303455
47303650	47304400	47304405
47304600	47304450	47304455
47304550		

該当道路名	
九州縦貫自動車道鹿児島線	南九州西回り自動車道
東九州自動車道	国道3号
国道10号	国道58号

<例：座標変換後も2cm以上の誤差が予測される道路を表示（品質レポートより）>



く左：セミ・ダイナミック補正後に1cm以上の誤差が生じる電子基準点
右：セミ・ダイナミック リダクションによる補正後1cm以上の誤差が生じる電子基準点
（2019.1.1時点の評価）>

数cmでも精度を向上させたい。
品質の確認がされているパラメータを利用したい。
変換しても性能に問題がある地域を把握したい。

～このようなご要望があれば対応いたします。～