

## 【 i-Snow 】

ICTを活用した除雪現場省力化の取組 “i-Snow”について



北海道開発局 事業振興部 機械課

## 本日の内容

1. 北海道開発局が保有する除雪機械
2. 近年の除雪現場における課題
3. プラットフォーム「i-Snow」
4. 知床横断道路での実証実験
5. 今後の予定

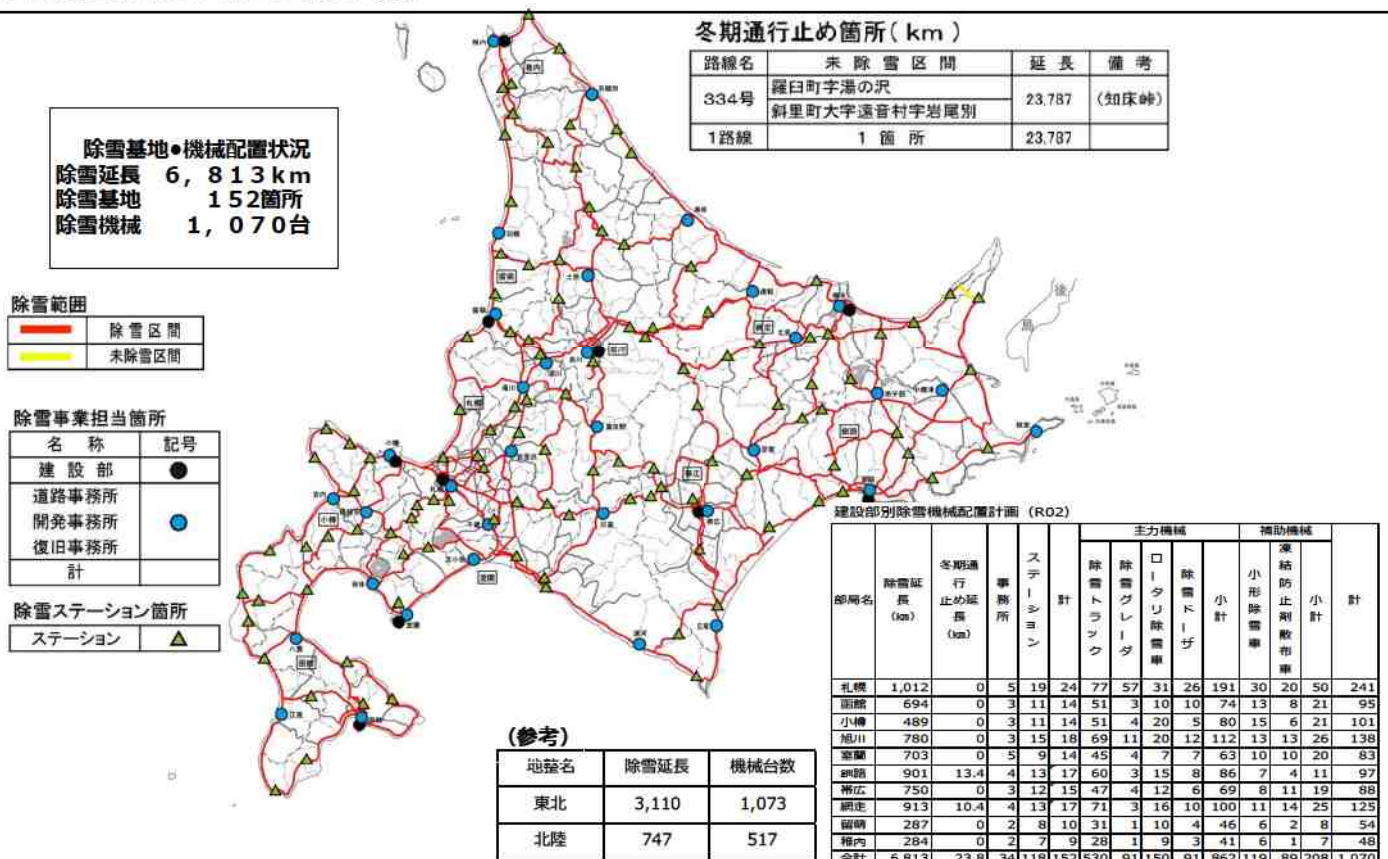
## 本日の内容

1. 北海道開発局が保有する除雪機械
2. 近年の除雪現場における課題
3. プラットフォーム「i-Snow」
4. 知床横断道路での実証実験
5. 今後の予定

2

## 1. 北海道開発局が保有する除雪機械

北海道内の直轄国道除雪延長は R02.10.1現在、6,813kmであり、152箇所の除雪基地と1,070台の除雪機械により除雪体制を確保し、除雪作業を実施。



3

# 1. 北海道開発局が保有する除雪機械(主要6機種)

## ◆除雪トラック



## ◆ロータリー除雪車



## ◆凍結防止剤散布車



## ◆除雪グレーダ



## ◆除雪ドーザ



## ◆小形除雪車



4

i-Snow

## 本日の内容

1. 北海道開発局が保有する除雪機械
2. 近年の除雪現場における課題
3. プラットフォーム「i-Snow」
4. 知床横断道路での実証実験
5. 今後の予定

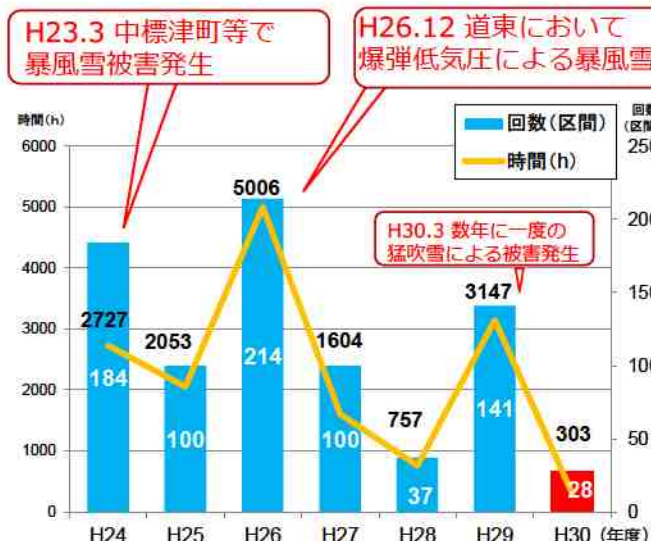
5

## 2. 近年の除雪現場における課題

### 【近年の除雪現場における課題①】

#### ○異常気象等に伴う冬期災害や通行止めの頻発

【近年の通行止状況（冬期11月～3月）】



通行止めが発生すると  
**地域経済に大きな影響！**



→ 最新技術を活用した**効率化**による通行止めの**早期交通開放**

6

## 2. 近年の除雪現場における課題

### 【近年の除雪現場における課題②】

#### ○除雪車オペレータの高齢化に伴う人員確保



10年で平均年齢が約4歳増加

**この状況が続くと、熟練した技術と経験を有するオペレータがいなくなり、近い将来、除雪車による道路除雪が困難になる恐れ**

→ 運転操作の**省力化**、**自動化**による**除雪作業の効率化**

7

## 本日の内容

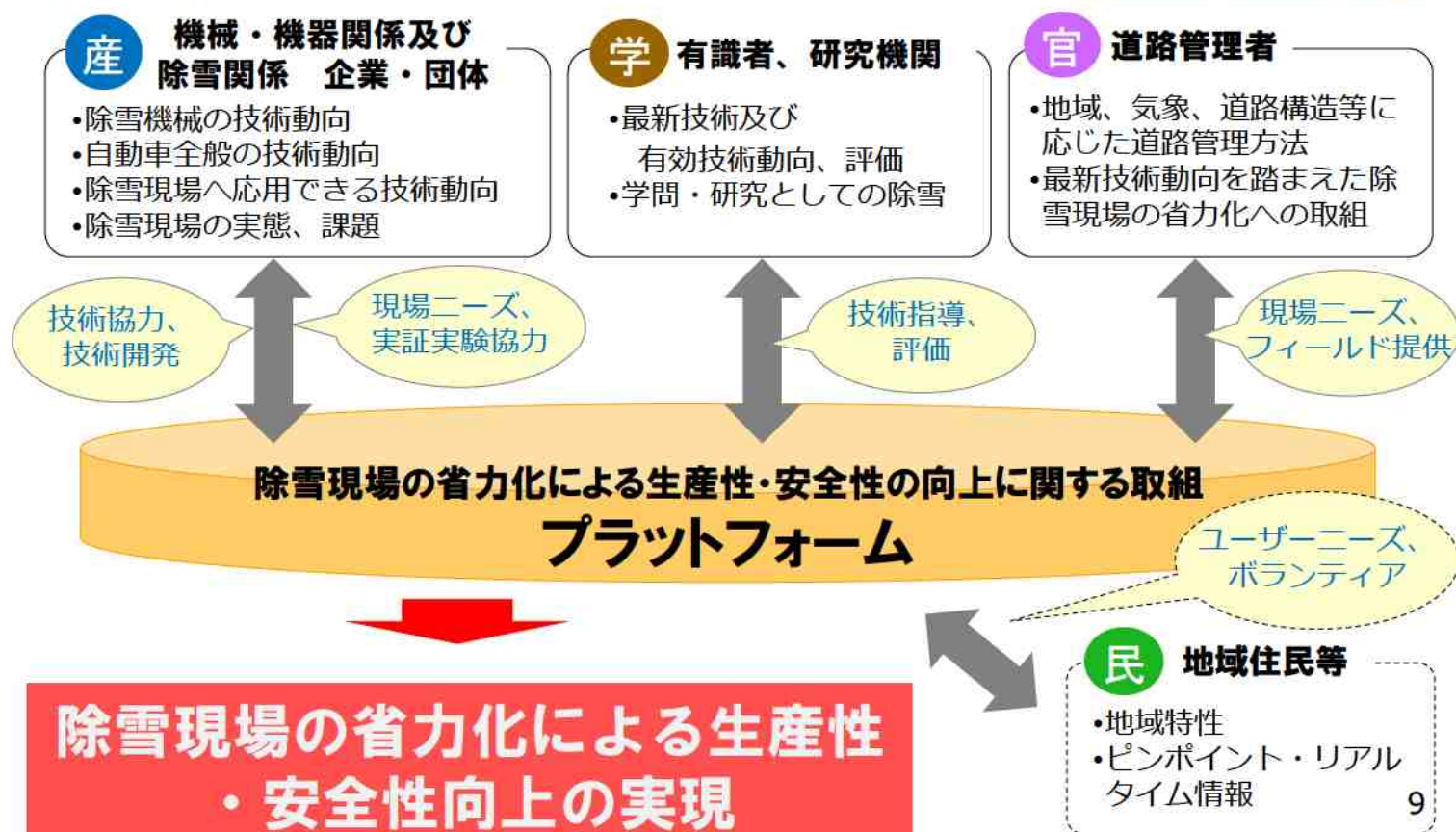
1. 北海道開発局が保有する除雪機械
2. 近年の除雪現場における課題
3. プラットフォーム「i-Snow」
4. 知床横断道路での実証実験
5. 今後の予定

8

## 3. プラットフォーム「i-Snow」

### 【活動イメージ】

※目的や必要性に応じて、「取組グループ」や「コンソーシアム」の形成も可能  
(平成31年2月15日 第4回i-Snowにて規約改正)



9

### 3. プラットフォーム「i-Snow」

#### 【プラットフォームの通称について】

# i-Snow®

**S**mart 賢い、機敏な  
**n**ice 魅力的な、快適な  
**O**peration 操作、運転  
**W**ork 除雪作業  
 (for snow removal work)



平成30年2月23日商標登録 10

### 3. プラットフォーム「i-Snow」

#### 【プラットフォームの開催状況】

- 第1回 i-Snow : 平成29年3月28日
  - プラットフォームの活動概要、具体的取組（案）について
- 第2回 i-Snow : 平成29年9月29日
  - 知床峠除雪省力化に向けた意見交換会
- 第3回 i-Snow : 平成30年3月28日
  - 各機関からの情報提供 「除雪車運転支援システム（NEXCO）」ほか
  - H30年度知床峠実証実験（案）について
- 第4回 i-Snow : 平成31年2月15日
  - 有識者より情報提供 「オスロ空港の除雪省力化」「ロボット農機」
  - 知床実証実験について
- 第5回 i-Snow : 令和元年6月26日
  - 構成員の追加、各機関からの情報提供
- 第6回 i-Snow : 令和元年12月12日
  - 今冬の実証実験計画
  - 準天頂衛星受信機の最新動向、ライティング技術、AR技術等の除雪作業の効率化技術
  - その他の情報提供 「5Gロボットトラクタ（野口教授）」ほか
- 第7回 i-Snow : 令和2年6月25日
  - 今冬の実証実験結果
  - 除雪機械の一人乗り化（札幌市）、準天頂衛星受信機の最新動向
- 第8回 i-Snow : 令和2年12月9日
  - 今冬の実証実験計画
  - ロータリ除雪車自動化の開発（NEXCO）
  - 「Ichimill」測位性能検証結果（SoftBank株式会社）外

- <有識者>
  - 北海道大学 大学院工学研究院 教授 : 萩原 亨
  - 北海道大学 大学院農学研究院 教授 : 野口 伸
- <行政機関>
  - 国土交通省 北海道開発局
  - 国土交通省 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 土木研究所 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
  - 一般財団法人 衛星測位利用推進センター
- <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
  - SoftBank株式会社（ALES（株））



（第1回プラットフォーム開催状況）



H29.3.29  
北海道建設新聞より

## 除雪の省力化 PF i-Snow通信 Vol.8

## プラットフォーム<第8回>を開催しました。

発信元：北海道開発局  
道路維持課  
機械課

●令和2年12月9日(水)15:00～  
WEB会議にて開催



- 議事(1)今冬の実証実験計画
- 議事(2)ロータリ除雪車自動化の開発について
- 議事(3)準天頂衛星受信機最新動向
- 議事(4)「ichimill」測位性能検証結果
- 議事(5)その他の情報提供

- 北海道大学大学院 工学研究院 萩原教授を座長として進行
- 各構成員より【各機関の取組の結果や検討項目】を説明(抜粋)

- (1)今冬の実証実験計画(除雪機械の高度化推進グループ)  
これまでの知床峠からR38狩勝峠へ実験場所を移し、様々な障害物でのシュート自動制御安定性、3D-LiDERによる雪堤高さ計測制御、ミリ波レーダとAI物体認識による周辺探知技術の試験を実施予定。吹雪時画像鮮明化装置の実機搭載試験はR231・R337(石狩市)で実証実験を行う。
- (2)ロータリ除雪車自動化の開発について(NEXCO東日本)  
準天頂衛星「みちびき」と高精度地図を利用したガイダンスシステムを開発し、タ張の試験フィールドで自律走行試験を実施している。2022年度を目標に、雪道での自律走行と作業操作の自動化を目指している。
- (3)準天頂衛星受信機最新動向((一社)衛星測位利用促進センター(SPAC))  
CLAS受信機の各メーカーの最新動向について報告。準天頂衛星システムは、7機体制に向けた追加3機を2023年に向けて開発している。2023年度以降、市場がどのように活性化していくか注視していく。
- (4)「ichimill」測位性能検証結果(SoftBank株式会社)  
Softbankのcm級測位サービス「ichimill」の性能評価を7月に知床で行った。独自のRTK測位基準点を全国で3,300箇所以上設置しているが基線長境界地でもRTK測位が実用できることを実証した。
- (5)その他の情報提供(北陸地方整備局)  
「物体検知・警告技術」と「映像鮮明課技術」に関わる除雪機械の安全性向上技術の公募を開始した。また、R2年度より歩道除雪車の装置自動化の開発を開始。i-Snowロータリ除雪車のシュート装置自動化の技術を北陸地整の歩道除雪車に装備し、今冬に冬期試験を実施予定。

### ディスカッション(抜粋)

- 各議事の説明に対して、座長・各委員によるディスカッション

- ◆3D-LiDERは着雪の影響を受けることがある。(札幌市)
- ◆着雪の影響を受けづらいコクピット頂部に設置しているが、基本は吹雪時の作業は想定していない。(除雪機械の高度化推進グループ)
- ◆シュート自動制御はオペレータ操作ログを3Dマップに登録した「習い制御」で行う。(除雪機械の高度化推進グループ)
- ◆NEXCOではロータリ除雪車のほか、新潟支社にて除雪トラックの自動化を検討。主にブラウの上下を3Dマップに基づいて制御する。
- ◆現在、販売されているCLAS受信機は、ファームウェアのアップデートが可能。今後、準天頂衛星が7機体制になったとしてもファームウェアを更新すれば、引き続き使用できると想定される。(SPAC)
- ◆電子基準点は、直接法で測った基準点のものと、GNSSを利用して測ったものがあり、国土院が統一する方針。(アイサンテクノロジー)
- ◆公募された除雪機械の安全性向上技術は、所定の試験方法・評価方法により評価し、最終的には技術一覧表という形で公表する。来年度中を予定している。(北陸地方整備局)

### 総括(抜粋)



北海道大学大学院 工学研究院 萩原教授

- ◆これから具体的に自動化が進み、様々な成果が出てくるところまでプラットフォームが動いてきた。
- ◆今後も継続して情報共有を行うことが望ましい。メンバーは変わるかもしれないが、継続して連携を図っていただきたいと思う。



北海道大学大学院 農学研究院 野口教授

- ◆各組織が様々な取り組みを行い、プラットフォームで共有され相乗効果が生まれていると感じている。
- ◆除雪は地域の命に関わる重要な生活基盤の一部。
- ◆様々な技術が全道、全国の除雪作業において活用されることを期待する。

12

## 本日の内容

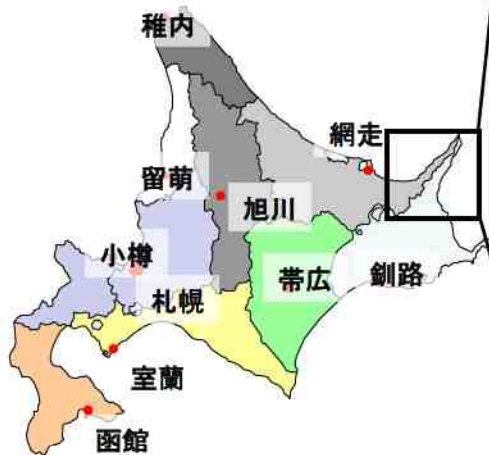
1. 北海道開発局が保有する除雪機械
2. 近年の除雪現場における課題
3. プラットフォーム「i-Snow」
4. 知床横断道路での実証実験
5. 今後の予定

## 4. 知床横断道路での実証実験

ICT技術を活用した実証実験を行うフィールドとして・・・

### R334知床横断道路

→最新のICT技術を活用し  
省力化を図れないか検討！



14

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### ①除雪作業準備

スノーモービル調査(2月下旬実施)積雪量、雪底状況等を確認し除雪計画を立案

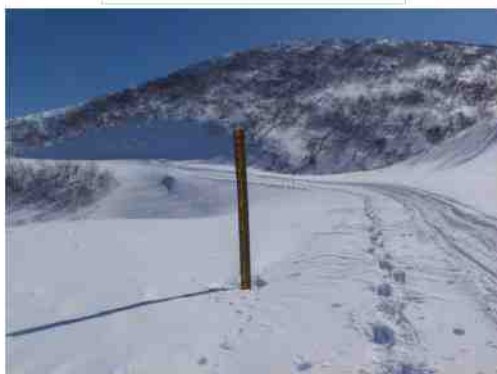
峠頂上付近 ウトロ側(バックは羅臼岳)



峠頂上より約2kmウトロ側  
(積雪H=2.05m)



峠頂上付近 ウトロ側



峠頂上付近 羅臼側



15

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### ②雪割り除雪

ロータリ除雪車単独作業



バックホウ先行作業



ロータリ除雪車で処理できない積雪高の場合はバックホウが先行（当該機種の場合は1.7m以上）

ロータリ除雪車による拡幅作業



バックホウによる雪壁部の切り直し作業



16

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### ③斜面除雪

複数のバックホウで道路部及び斜面部の積雪を除雪



--- 道路センター



ロータリ除雪車が入ることができる積雪深まで、バックホウにて除雪

17

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### 雪底状況



18

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### ④雪底処理

斜面上部付近にできた雪底を人力にて除雪  
斜面最上部にアンカーを設置後、親綱を固定。  
作業員は安全帯を装着し、階段状に足場を確保  
し除雪作業を実施



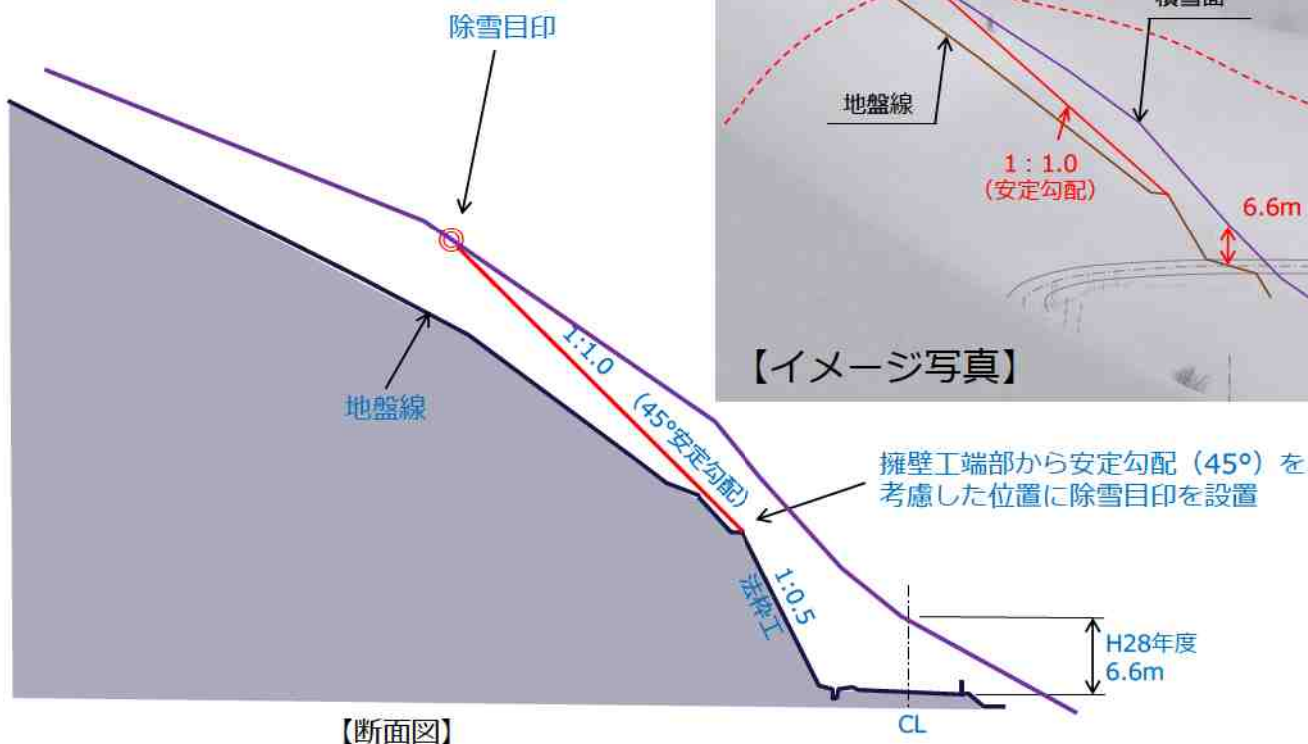
### ⑤通行止め解除

道路付属物等の点検を実施し、路面や法面の積雪状況や天候・気温等の気象状況を総合的に判断し、通行止めを解除

19

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### 【参考】除雪目印設置方法



20

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### 除雪目印 設置状況



### 除雪目印 設置完了



21

## 4. 知床横断道路での実証実験 【知床峠の除雪作業の流れ】

### 除雪目印を活用した法面雪掘削状況



22

## 4. 知床横断道路での実証実験

### ▼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）

卓越した熟練技術



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）

最新技術によりフォロー

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

23

## 4. 知床横断道路での実証実験

(1) 自車位置把握【3Dマップ作成】

### (a) MMSによる測量調査の実施

実証実験に向けた高精度の3Dマップを作成

#### 【測量調査対象区間】

- ・冬期通行止めとなる一般国道334号  $k_p=3.5\sim 27.3$  ( $L=24$  km) を対象にMMS測量を実施

#### 【3Dマップ作成区間】

- ・上記のうち、特に気象条件が厳しく、春期啓開除雪時に、人力で切り出し位置を測量している、 $L=5.0$  km区間を先行して3Dマップを作成

#### ●対象区間図



#### ●3Dマップ作成範囲



#### 【使用機材等】

- ・MMS（移動計測車両による測量システム）で道路形状の点群データを取得
- ・MMS欠測箇所は、地上LP測量を実施
- ・MMSで計測できない斜面上部は既存の航空LP測量結果を活用
- ・MMS計測結果をGPS、GLONASSで補正
- ・精度確保のため、道路基準点を検証点としたGNSS測量を実施

#### ●使用機材等



MMS計測



地上LP



GNSS測量  
(準天頂衛星対応機)



道路基準点  
(検証点として利用)

24

## 4. 知床横断道路での実証実験

(1) 自車位置把握【3Dマップ作成】

### (b) データ処理と3Dマップの作成

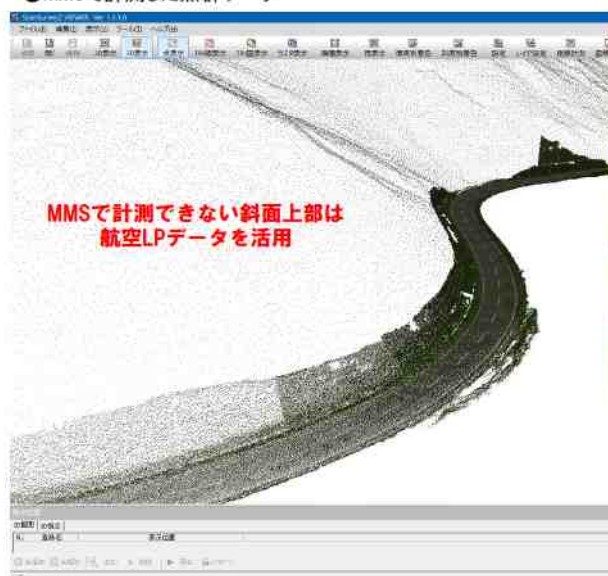
#### 【データ処理の流れ】

- ・専用のソフトウェアを活用し、MMS計測結果（点群データ）を処理
- ・運転操作省力化や将来的な自動運転に活用可能な①3D道路データ（ダイナミックマップ 基盤データに準拠）と、ICT施工等に活用可能な②TINモデル（地形データ）を作成

#### ●データ処理の流れ



#### ●MMSで計測した点群データ



MMSで計測できない斜面上部は  
航空LPデータを活用



25

## 4. 知床横断道路での実証実験

(1) 自車位置把握【3Dマップ作成】

i-Snow

国土交通省  
北海道開発局

### (b) データ処理と3Dマップの作成

① ロータリ除雪車の運転操作省力化に向けた3D道路データ（ダイナミックマップ基盤データに準拠※）を作成

#### 【道路データの作成、活用イメージ】

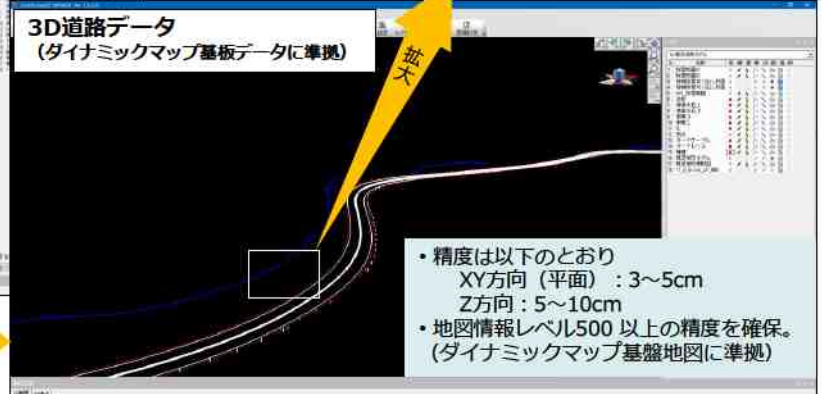
- ・MMS計測結果（点群データ）から、道路形状を表す中央線、外側線、導水縁石（内側）を抽出
- ・上記の他、ガードケーブル、ガードレール、標識、擁壁等も抽出。
- ・ロータリ除雪車による投雪作業時に、「準天頂衛星」による自車位置の把握と、3D道路データによる作業位置の明確化が図られ、運転操作の省力化を実現。

#### ●3D道路データの作成

##### 点群データ

点群データから、中央線、外側線、導水縁石（内側）、道路施設（ガードレール・ケーブル支柱、標識、擁壁等）を抽出

※ダイナミックマップとは高精度の基盤地図に、交通規制情報、渋滞情報、車両位置などによりダイナミックに変化する情報を紐付けた地図データ。現在作成中の3D道路データはダイナミックマップの基盤となる高精度の地図データ（静的情報）



「3D道路データ」と「みちびきの高精度位置情報」で正確な自車位置把握を実現

26

## 4. 知床横断道路での実証実験

(1) 自車位置把握【3Dマップ作成】

i-Snow

国土交通省  
北海道開発局

### (b) データ処理と3Dマップの作成

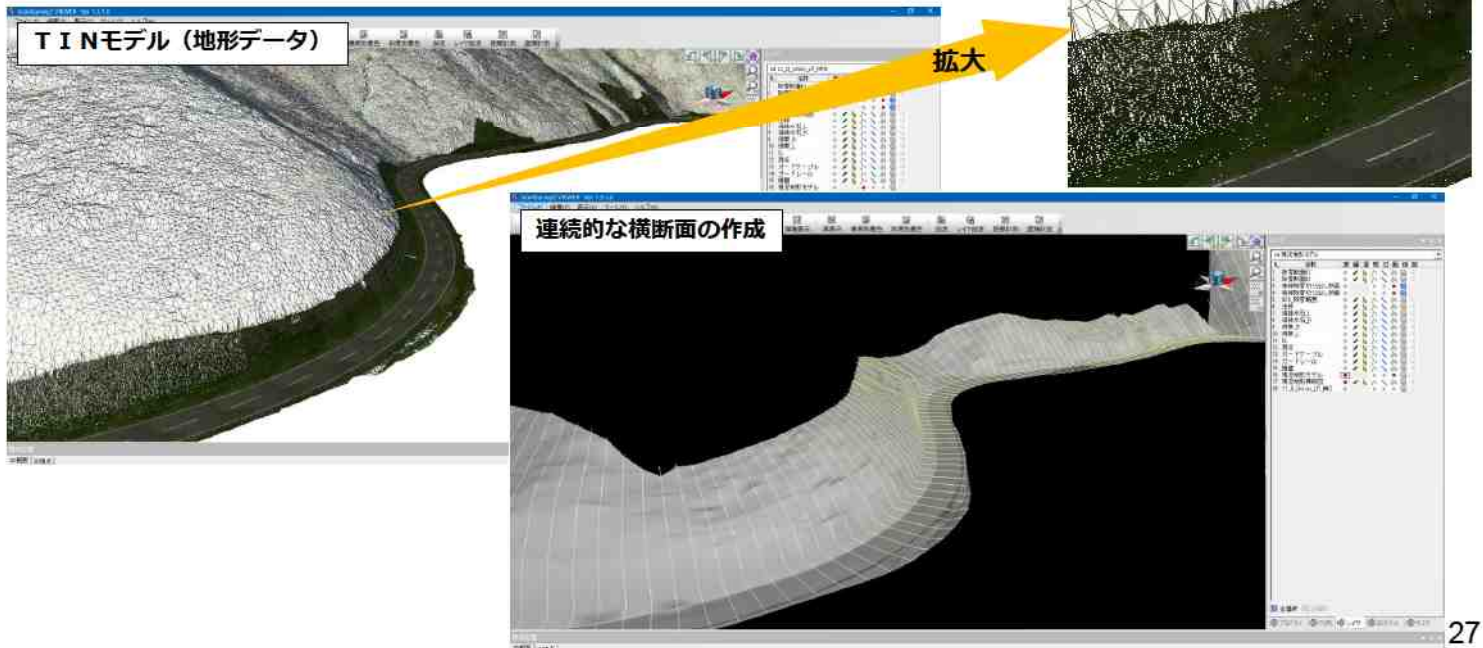
②-1 バックホウの運転操作省力化を見据えたTINモデル（地形データ）を作成

#### 【地形（TIN）モデルの作成】

- ・点群データをもとに、地表面を三角形の集合体で表現するTIN（triangulated irregular network）データを作成。
- ・これにより、連続的な横断面図も作成可能。

#### ●TINに変換処理

##### TINモデル（地形データ）



27

## 4. 知床横断道路での実証実験

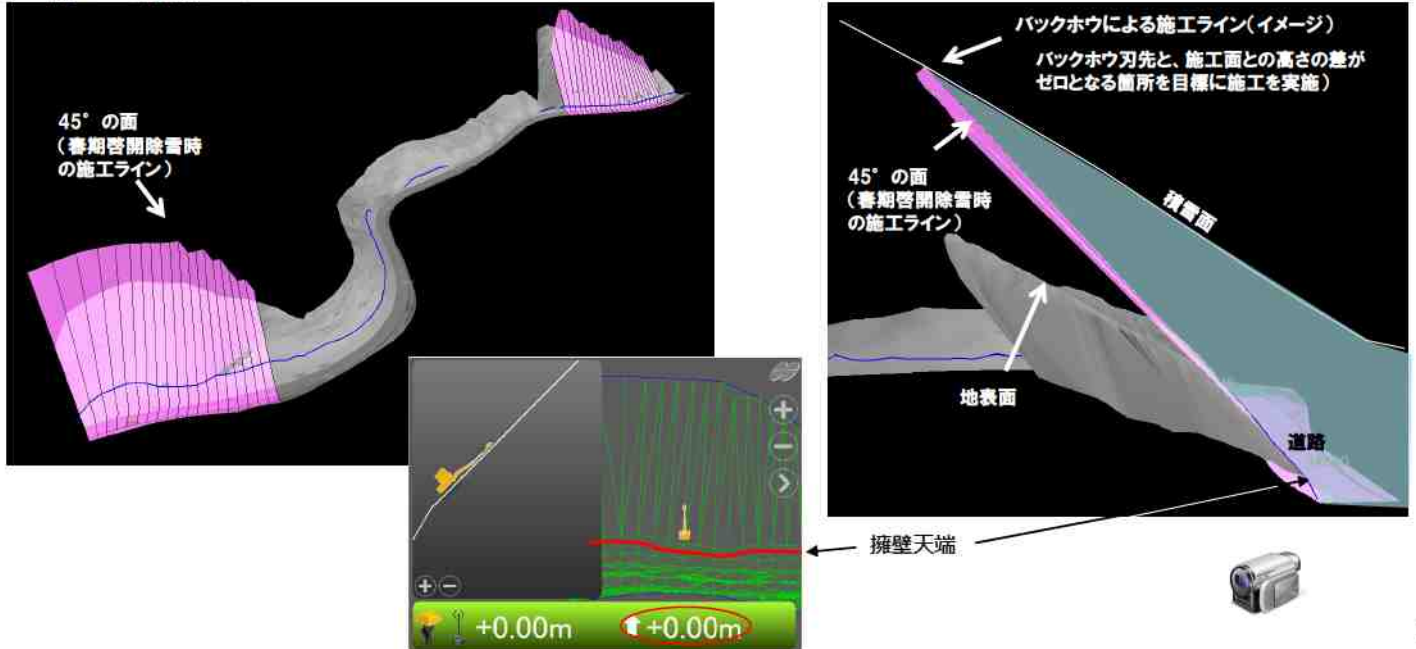
### (b) データ処理と3Dマップの作成

#### ②-2 TINモデル（地形データ）をMCバックホウ（ICT施工）に活用検討

##### 【地形モデルの活用（ICT施工）】

- ・地形モデルと春期啓開除雪における安定勾配を重ね合わせたデータ、およびバックホウ刃先の位置データを、車載器等で明示することにより、掻き出し開始位置が明確化。
- ・従来、事前に実施していた作業目印の設置作業等が不要となる可能性。

##### ●ICT施工への活用イメージ



28

## 4. H30・R01実証実験内容

### ブロー投雪（H30実証実験）



ブロー投雪は、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。ブロー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（運転支援とブロー投雪自動化）
- ・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

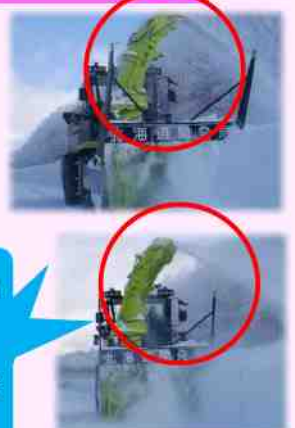
制御システム改良

### 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。



R02.03.11（知床峠実験風景）

29

## 4. R01知床峠の実証実験

- 昨春の実証実験の課題、実証実験スケジュールによりi-Snowロータリ除雪車の改造を行い試験を実施。  
 ⇒①シュート装置による投雪方向（左、右、前）切り替えを**自動化**  
 ⇒②3D-LiDARによる雪堤高さ検知検証試験  
 ⇒③みちびきアンテナ増設によるガイダンスシステム精度向上  
 ⇒④周辺探知技術による**安全対策**（3DカメラとAI物体認証機能を有した接触防止システム）

### ★①シュート装置の投雪方向切り替えを自動化★



### ★②雪堤高さ検知検証試験★



### ★③システム精度向上★



### ★④安全対策★



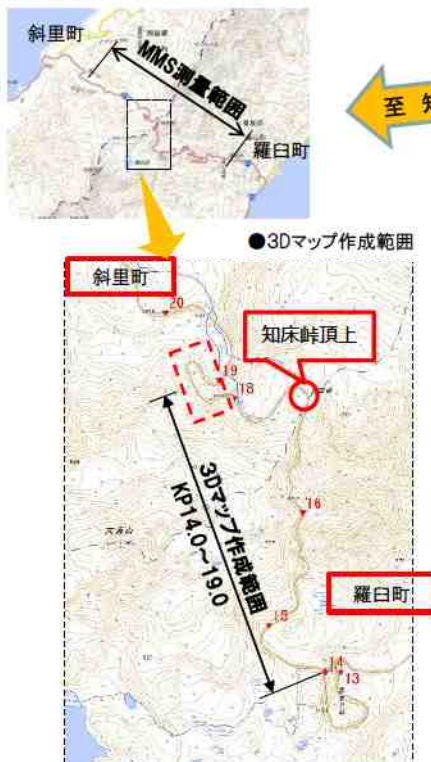
シュート制御、ガイダンスシステムの安定性、3D-LiDARの有効性を確認

30

## 4. ①シュート制御自動化の検証

- 【目的】自動制御システムを高度化し、プロア投雪に『シュート投雪の自動化』を追加し安定性検証  
 【結果】予め登録した投雪方向変化点で、左投雪・右投雪、前送りなど安定したシュートの自動変更動作を確認した  
 【今後】雪堤の高さ変化に応じて、シュートの自動追従を可能とするため、雪堤高さ検知制御機能の追加

### 【対象区間】



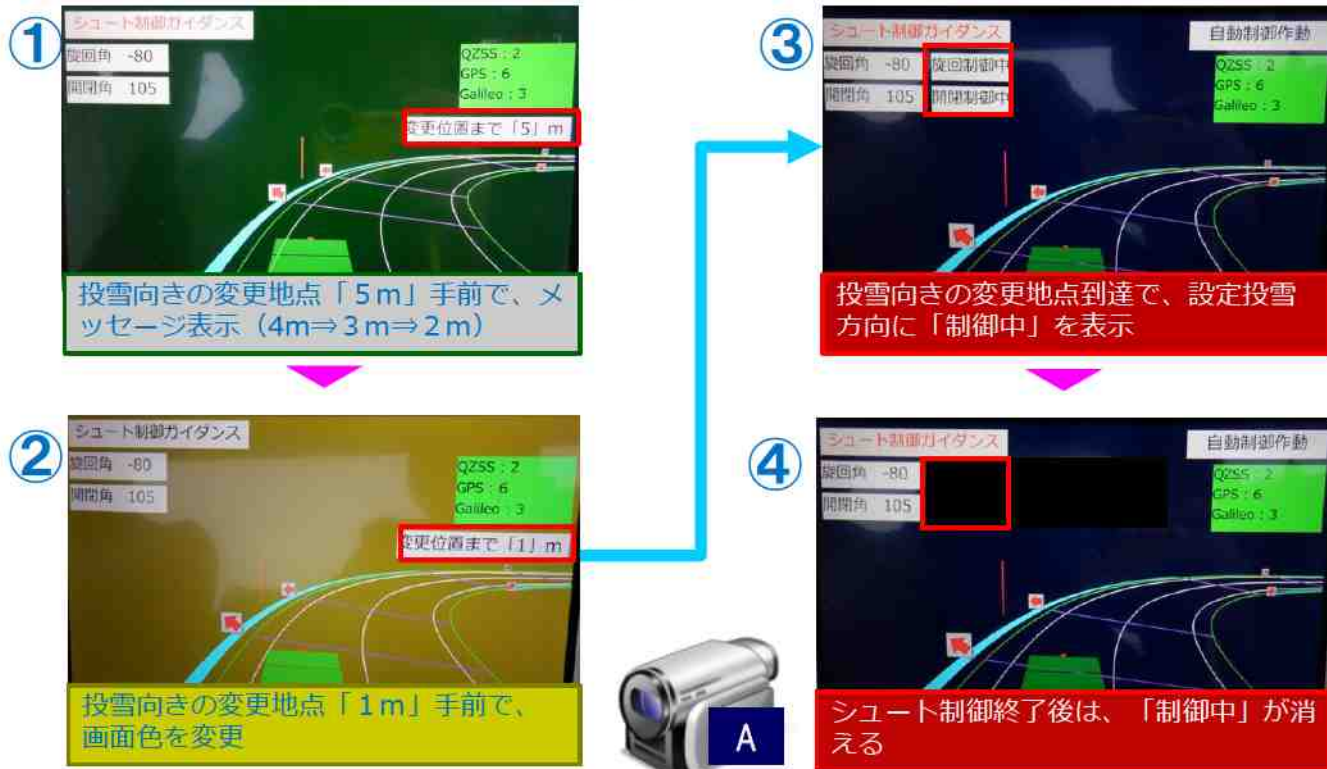
高精度3D地図データに投雪方向（左・右・前）を設定  
 左右の線が投雪方向を示す。「変化点（赤横断線）は17箇所」



31

## 4. ①シュート制御自動化の検証

### システム画面構成（①から④までをループ）



シュートは除雪(走行)しながら制御可能

32

## 4. ①シュート制御自動化の検証



33

## 4. ②雪堤高さ検知検証試験

### ★シュート制御の自動化に雪堤高さ・形状把握が必要な理由★

【ロータリ除雪車による投雪位置・距離のコントロール方法】

シュート投雪 ⇒ 『シュートキャップの開閉』 『シュートの旋回角度』

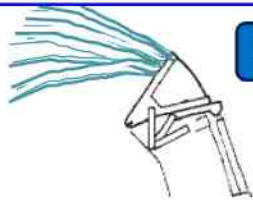
ブロワ投雪 ⇒ 『ブロワの回転角度』



### シュート旋回



この雪堤の中心へ投雪するには  
『キャップを少し「閉」』 or 『シュートを少し前方に旋回』

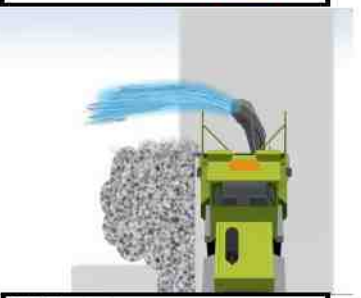


キャップ開 (遠方投雪)

シュートキャップ開閉



キャップ閉 (近傍投雪)



遠方投雪  
(シュートを横方へ旋回)

34

## 4. ②雪堤高さ検知検証試験

【目的】 雪堤の高さ変化に応じたシュートの自動追従を実現するため、3D-LiDAR雪堤高さ計測の可否検証

【結果】 回送・投雪時の雪堤形状、高さ計測が可能、投雪方向・角度によっては、一部死角が発生した

【今後】 高さ計測が可能であることから、雪堤高さシュート制御機能のセンサーとして採用し様々な気象条件で検証

### 【3D-LiDARによる雪堤高さ検知試験】

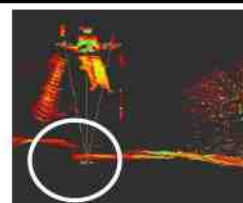
2020年4月15日13:30

天候: 雪

外気温: -4℃



左90°旋回



左45°旋回



左30°旋回

キャップ開度全閉による投雪作業の場合



B

- ◆投雪した雪により、一部のシュート旋回角度で雪堤の壁を計測できない死角が発生。
  - ◆雪を積み上げる雪堤の天端形状は常に計測可能。
  - ◆計測誤差2cm程度(検証中)である
- 3D-LiDARによる計測制御の可能と判断する。



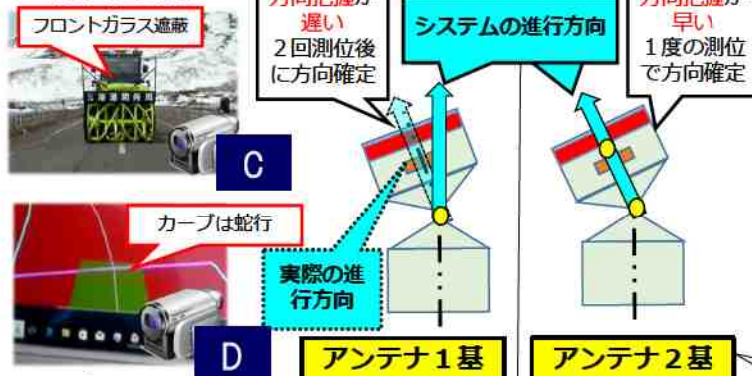
シュート投雪の自動化に必要な雪堤高さ検知試験用の3D-LiDAR(左右2基)設置

35

## 4. ③ガイダンスシステム精度向上

- 【目的】目隠し状態でガイダンスシステムのみで、蛇行することなく走行できるか検証  
 【結果】みちびきアンテナ増設で車両の進行方向が明確となり、蛇行もなくスムーズなガイダンスが実現した  
 【今後】知床峠の様な冬季未除雪区間において道路線形の把握困難な場所でのガイダンスシステムとしての導入検討

### ◆昨春の状況



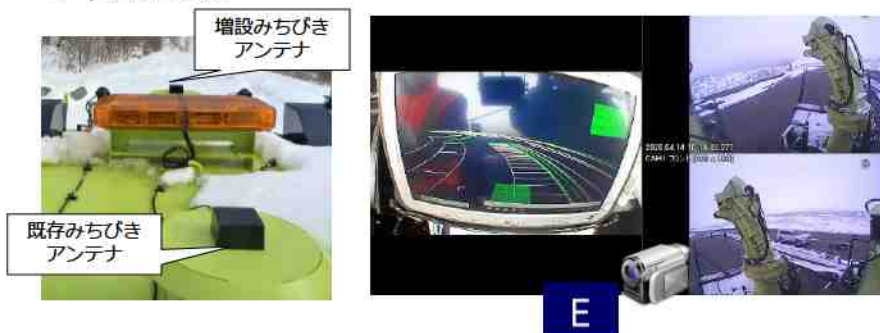
- ・遮蔽状態で3Dマップの区画線を目標に2～5km/hで走行
- ・ガイダンス画面を頼りに走行すると直線部で「ふらつきが発生」カーブでは、車体屈折等の影響から大きく蛇行した。

ガイダンスシステムに、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が原因。

舵角の即時把握のため、みちびきアンテナを装置近くのキャビン前方に1基増設した。

2基だと進行方向が停車時でも把握可能。

### ◆今春の状況



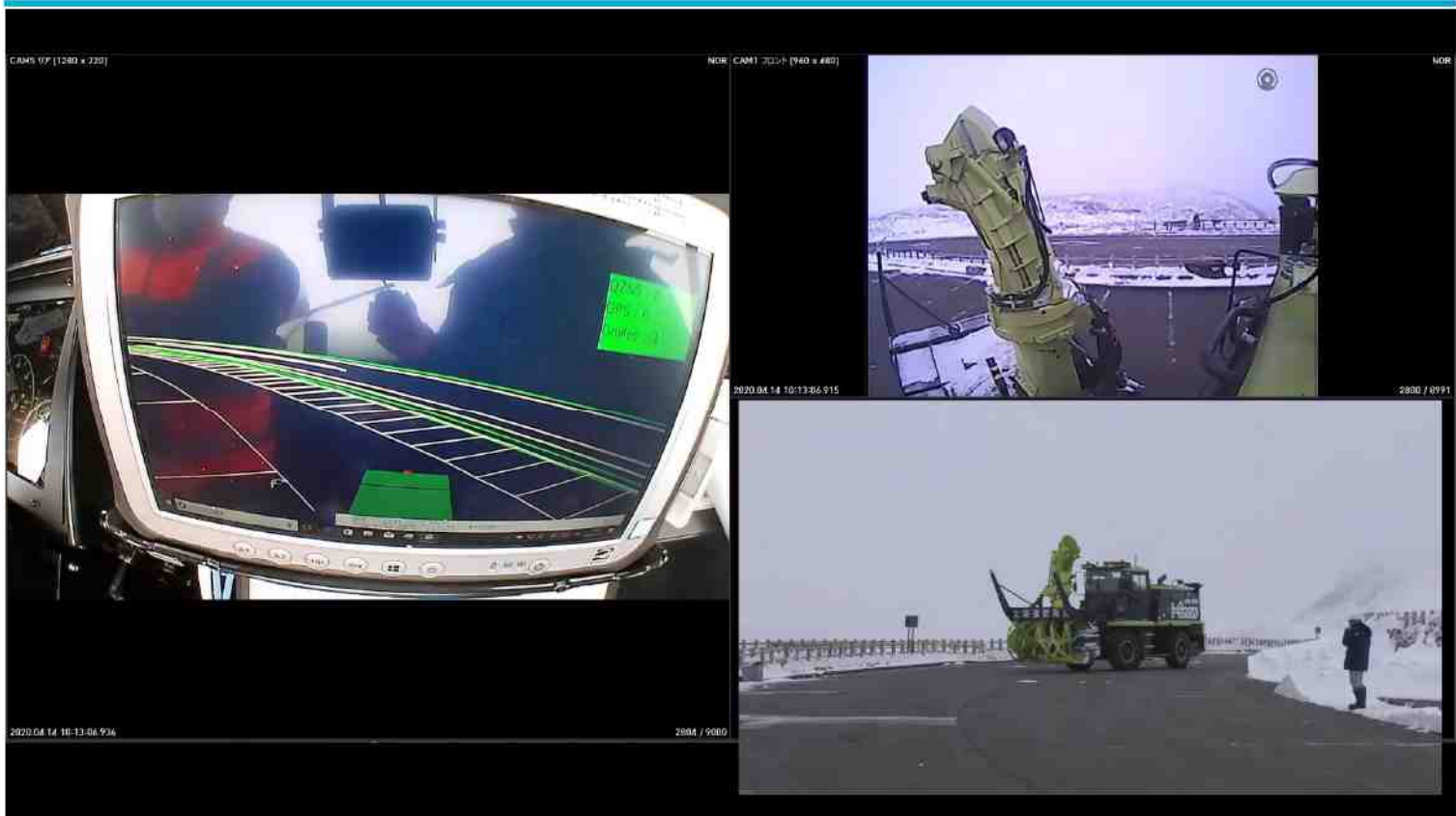
◆みちびきアンテナを2基にしたことで、正確な進行方向を把握可能となりシステムのレスポンス向上。

◆大きくハンドルを切った試験でも車両のふらつきもなく、目標とする区画線に沿って走行可能。

◆カーブでも蛇行しない。

36

## 4. ③ガイダンスシステム精度向上



37

## 4. ③ガイダンスシステム精度向上

【目的】位置精度の検証

【結果】みちびきアンテナを増設した事で測位データのバラつきは少なくなり信頼性は向上

しかし、水平精度低下率（HDOP）が比較的高い、知床峠では移動体の公称精度の12cm程度であった。

【今後】知床峠でのプロア投雪の自動化は十分可能な精度



- ① 10m程度走行し、停止
- ② ガイダンスシステムで装置端部の緯度経度を取得
- ③ その位置を下げ振りでマーキング

VRS  
測量



- ④ マーキングした位置の緯度経度をVRS測量で取得

| R2年4月検証         |       | 1回目       | 2回目       | 3回目       | 4回目       |
|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ガイダンスシステム       | X (m) | 10529.025 | 10532.336 | 10530.015 | 10531.079 |
|                 | Y (m) | 62392.966 | 62381.222 | 62389.773 | 62384.766 |
| VRS測位           | X (m) | 10528.98  | 10532.247 | 10529.939 | 10531.076 |
|                 | Y (m) | 62393.067 | 62381.331 | 62389.894 | 62384.863 |
| 差<br>(緯度・経度)    | X (m) | 0.0451    | 0.0889    | 0.0762    | 0.0030    |
|                 | Y (m) | 0.1011    | 0.1085    | 0.1215    | 0.0966    |
| 差 (実寸: m)       |       | 0.1107    | 0.1403    | 0.1434    | 0.0966    |
| 平均 (m)          |       | 0.1227    |           |           |           |
| 標準偏差            |       | 0.0197    |           |           |           |
| R1年8月 差 (実寸: m) |       | 0.112     | 0.095     | 0.046     | 0.056     |
| 平均 (m)          |       | 0.0773    |           |           |           |
| 標準偏差            |       | 0.0272    |           |           |           |

- ⑤ ①～④の作業を全4回繰り返しガイダンスシステムの誤差を算出

◆ 4回の平均誤差「12.27 cm」

38

## 4. ③ガイダンスシステム精度向上

【目的】位置精度の検証（札幌近郊（8cm程度）と道東（12cm程度）の精度差）

【結果】「小樽」と「知床峠」で同時間帯のHDOPの推移を確認すると「知床峠」の状況が悪い。

【今後】みちびきの運用体制の改善、この状況を踏まえた補完技術の検討を進める必要がある。

### 精度

CLASの精度は、以下を満足する。

| 種別  | 測位誤差                          |                                | 備考           |
|-----|-------------------------------|--------------------------------|--------------|
|     | 水平                            | 垂直                             |              |
| 静止  | ≤6cm (95%)<br>(3.47cm (RMS))  | ≤12cm (95%)<br>(6.13cm (RMS))  | (※1)<br>(※2) |
| 移動体 | ≤12cm (95%)<br>(6.94cm (RMS)) | ≤24cm (95%)<br>(12.25cm (RMS)) | (※1)<br>(※2) |

(※1) 補強後のユーザレンジ精度（SIR-URE; Signal In Reference User Range Error）は、以下を満足する。

- SIR-URE ≤ 0.08m (95%)

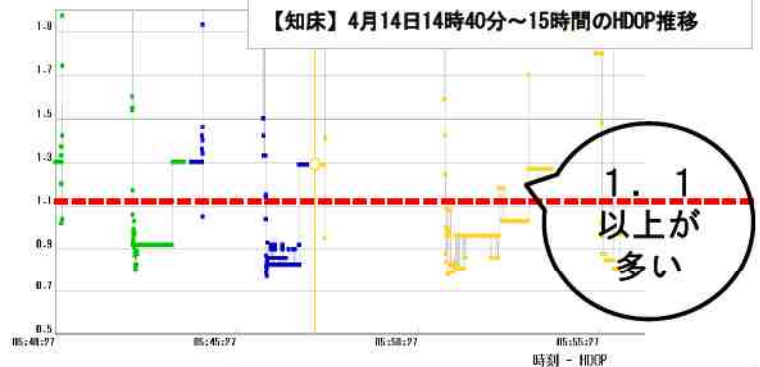
(※2) ユーザセグメントにおける精度を満足するための利用条件は、以下を想定している。

- PPP-RTK測位演算では、L6Dメッセージに含まれる補強対象として有効である全ての衛星及びGNSSを使用している。
- 観測データ（搬送波位相）で、サイクルスリップが発生していない補強対象の衛星が5衛星以上である。
- 仰角マスクが15°である。

- 補強対象衛星による平均的な測位精度劣化係数（DOP; Dilution of Precision）が以下の環境である。

水平: 1.1以下  
垂直: 1.8以下

【知床】4月14日14時40分～15時間のHDOP推移



【小樽】2月14日13時24分～14時35分のHDOP推移



39

## 本日の内容

1. 北海道開発局が保有する除雪機械
2. 近年の除雪現場における課題
3. プラットフォーム「i-Snow」
4. 知床横断道路での実証実験
5. 今後の予定

40

## 5. 今後の実証実験スケジュール(令和2年度 狩勝峠実証実験)

- ロータリー除雪の省力化に向けて、令和元年度まで、国道334号知床横断道路の冬期通行止め区間において基本動作の実証実験を実施。
- **令和3年1月18日から**、多数の道路附属物・占用工作物や一般車両の通行等の複雑な条件下における除雪作業の自動化について、**供用中の国道38号狩勝峠において実証実験を実施。**

○実験場所：国道38号狩勝峠

○実験時期：令和3年1月18日～2月中旬



○主な実験項目

### (1) 自車位置の把握

令和2年度秋までに高精度3Dマップ及び運転支援ガイダンスシステムを作成済

### (2) 作業装置操作の自動化

#### ① 投雪装置の自動制御

多数の道路附属物・占用工作物を避けた適切な除雪ができるか検証



▲国道38号狩勝峠におけるロータリー除雪

#### ② 雪堤高さの検知と投雪位置の制御

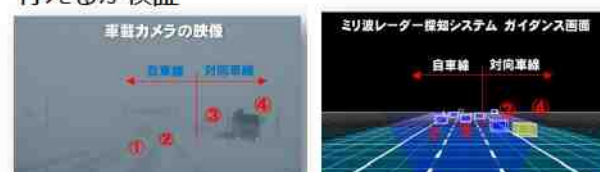
日々変化する雪堤の高さに合わせ  
投雪位置が適切に自動制御できるか検証



▲雪堤の高さに合わせた投雪位置の制御イメージ

#### (3) 安全確認(障害物等)

厳しい気象条件・道路条件においても対向車両等を検知し、オペレータへの注意喚起が適切に行えるか検証



▲ミリ波レーダによる車両検知

41

## 5. 知床峠から供用中の峠へ

### 知床峠



- ① 標識（警戒・案内）
- ② 防護柵

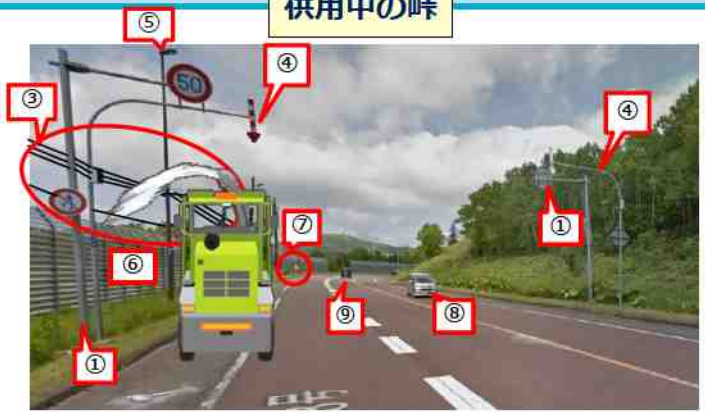
障害物



電線・電柱・一般車両（冬期間通行止め）等の障害物なし

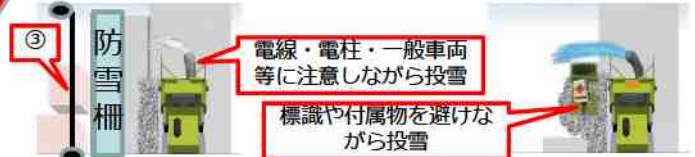
知床峠は、冬期間通行止めで一般車両無し、障害物が少ないので、左右の投げ分けなどの単純なシュート操作

### 供用中の峠



- 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
- ⑩ 歩行者

障害物



供用中の峠は、雪堤の高さが日々変化し、障害物が多いので、複雑なシュート操作が可能か 実証試験が必要