

# 雪質データ等との連携による自動化について

---

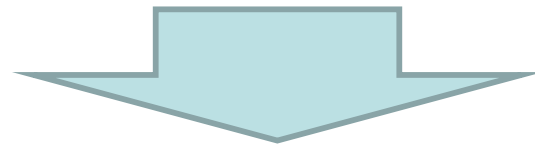
航空局 航空ネットワーク部 空港技術課  
令和6年3月

# 背景・目的

- 空港除雪作業では気象状況(雪質、積雪量、風向、風速等)に応じた除雪車両の操作が行われており、これらはオペレータの現場経験や技能に基づいたものとなっている。
- 自動化にあたっては、車両開発に併せて、こうした環境条件や車両操作のデータ整理・検証を進めていくことが課題の一つと捉えている。

## 参考 雪質等に応じたロータリ除雪車の操作例

除雪装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>投雪距離や角度のシュート調節</b> 施設（灯火、センサー等）の破損防止等を目的に、雪質（雪の重さ）、積雪量、風向、風速により、調節を行っている。</li> <li>● <b>オーガ回転数（高中低の3段階）の調節</b> 雪質（雪の重さ）、積雪量により、オーガ回転数（高中低の3段階）の調節を行っている。</li> </ul>
走行装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>走行速度の調節</b> 積雪量、雪質（雪の重さ）により、プラウで寄せてできる雪堤の位置の設定に合わせた走行速度の調節を行っている。重くて量が多い雪の場合は低速で運転を行う。</li> </ul>



## 令和5年度における取組

- 空港における環境条件と空港用ロータリ除雪車の操作・動作の関係性について検証を行い、自動化に向けた取組の一環として進める。

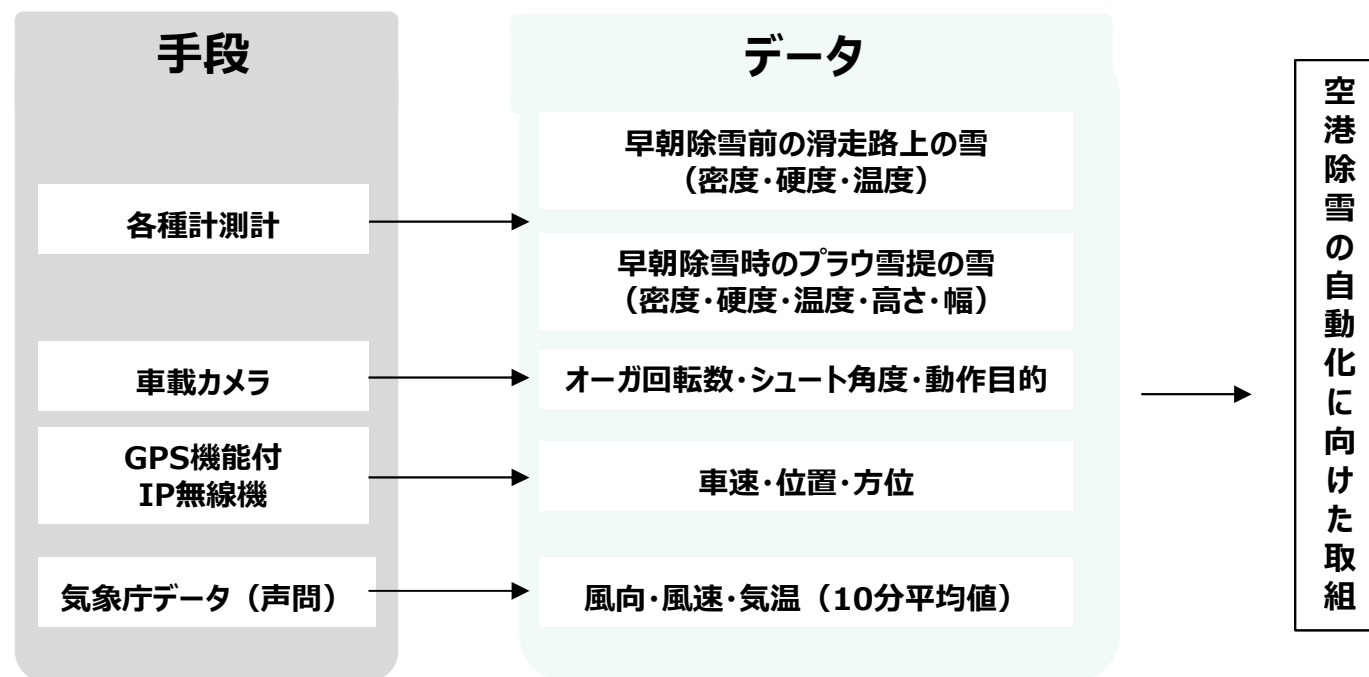
- 稚内空港における雪質データとロータリ除雪車の動作の関係性についての検証を行った。

## 実証実験の概要

**実験場所・期間** 稚内空港 ・ 令和6年1月～2月

**実施者** 北海道エアポート株式会社

### 取得データ



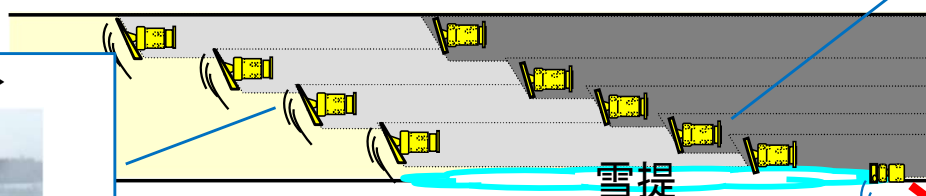
- 空港除雪においてロータリ除雪車は、以下の役割を担っている。

## <スノーパ除雪車>



ブラシで滑走路面を  
ブラックトップにする

## 滑走路除雪隊列



## <プラウ除雪車>



滑走路上の積もった雪を  
外側に押し出す

## <ロータリ除雪車>



プラウやスノーパ除雪車にて押し出されて  
雪堤になった雪をさらに外側に飛ばす

- 稚内空港の滑走路除雪に使用しているロータリ7号車を使用。



### 【除雪車両の諸元】

車 種 高速ロータリ除雪車  
番 号 7号車  
登録番号 旭川900る1631  
年 式 2018年11月6日  
メーカ NICHIGO  
仕 様 600PS

### 【除雪車両の性能】

#### 除雪作業量

項目		普通速度	高速度
除雪作業量		2,600 t/h以上	2,300 t/h以上
条件	雪密度	0.3 g/cm <sup>3</sup>	0.3 g/cm <sup>3</sup>
	雪提高さ	170 mm	100 mm
	除雪作業幅	2,600 mm	2,600 mm
	投雪距離	27 m	18 m
	作業速度	20 km/h	30 km/h

最大除雪幅 2,600mm

投雪距離 1速：20m 2速：30m 3速：40m





- ロータリ除雪車には2画面で録画可能なドライブレコーダーを設置。
- ロータリ除雪車のシュートの動きの読取のために、シュートへ目盛りの取付。
- 雪密度は、新雪時とプラウで寄せた雪提での計測が可能な計測計を使用。
- 雪温度計は挿入型のものを使用。



▲シュートへの目盛取付状況



▲雪提の硬度計測状況



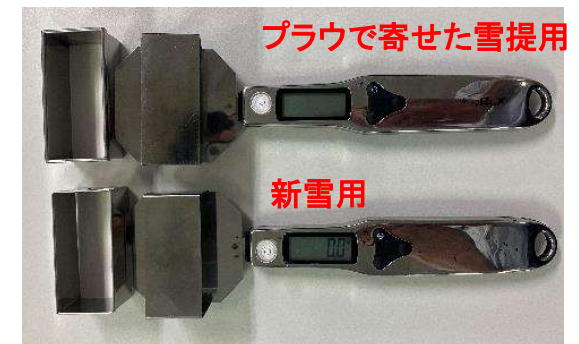
▲硬度計



▲雪密度計と雪温度計による計測状況



▲雪温度計



▲雪密度計

- 考察に使用した統合データの一例を示す。

日付	気象データ			雪質(滑走路での計測)										車両動作				
	風向	風速	外気温	早朝除雪前				早朝除雪時(プラウ雪堤)					降雪状況 (視認性)	車速		オーガ 回転数	エンジン 回転数	シュート 動作
				密度	硬度	雪温	積雪深	密度	硬度	雪温	高さ	幅		km/h	幅			
	36方位	m/s	℃	g/cm3	N	℃	cm	g/cm3	N	℃	cm	m	良・悪	幅	速	rpm	旋回角	
2月1日	北	11.7	-6.8	0.06	0.6	-1.4	10	0.24	5.9	-4.0	80	2.5	良	4~15	3	1700~2000	動画参照	
2月2日	北西	10.8	-8.7	0.11	0.4	-5.9	5	0.22	9.5	-7.7	90	3.0	良	6~12	3	2000		
2月3日	北西	8.9	-8.3	0.13	1.1	-5.3	6	0.15	10.8	-7.2	80	2.0	良	13~20	3	2000		
2月22日	西北西	10.3	-8.0	0.06	1.30	6.7	3	0.22	6.2	-6.7	50	1.8	良	7~12	3	2000		
2月23日	北東	2.0	-8.1	0.08	0.3	-3.3	4	0.18	7.8	-7.3	40	2.0	良	12~20	3	2000		
2月24日	南	3.0	-13.1	0.05	1.1	-6.2	13	0.16	8.4	-9.0	80	2.5	良	7~19	3	2000		

※ ロータリ除雪車で処理する積雪量は、プラウ雪堤の雪量であることから、当該高さ・幅を記載している。

[オーガについて]

- ・オーガとは雪をかみ砕き、飲み込む部分のことである (写真赤枠)



- 本実証実験で得られた雪質とロータリ除雪車の動作のデータを分析し、その関係性を明らかにした。

## 考察とまとめ

### 【考察】

- ①車速は、雪密度や雪量が比較的大きい場合は、速度を落として除雪作業を行う傾向がある。
- ②オーガ回転数は、雪を遠くへ飛ばすために基本3速に設定し除雪作業を行っており、作業中に変更することはない。
- ③エンジン回転数は、基本は2000rpmであるが、雪密度や雪量が大きい時に除雪装置へ負荷がかかることにより、エンジン回転数が下がる場合がある。
- ④シュートの向きは、障害物回避を前提とし、風向きや雪質によって変更しているものと考えられる。

### 【まとめ】

ロータリ除雪車の動作との関係性が深い雪質データは、雪密度及び雪量であることが確認できたので、今後その関係性について更に検討を行う必要がある。