

空港除雪の自動化・省力化に向けた研究～作業パターンの分析と省力化・自動化技術導入効果の評価手法開発～

(研究期間：令和2年度～令和4年度)

空港研究部 空港計画研究室 室長 黒田 優佳 主任研究官 鎌倉 崇 研究員 乙幡 和利

(キーワード) 空港除雪、省力化、自動化、導入効果の評価



1. 研究の目的と背景

訪日外国人6,000万人時代に向けて、航空旅客受入環境確保のための空港機能の強化に取り組んでいる。一方、生産年齢人口の減少を背景に空港除雪車両(写真-1)のオペレーターの減少・高齢化が進行することで、今後の確保が困難になっていくことが想定されており、空港除雪体制の確保が課題となっている。

この課題に対応するため、航空分野において先端技術・システムを活用する「航空イノベーション」の一環として、空港除雪への自動化・省力化技術導入に向けた検討を進めている¹⁾。



写真-1 空港除雪車両の例(プラウ除雪車両)

2. 作業パターンの分析と自動化・省力化技術の適応性の検討

航空機の安定的な運航のため、空港除雪には除雪精度(除雪完了時の路面の滑り摩擦係数)や目標作業時間において高度な要件が求められている。これには従来熟練のオペレーターによるノウハウが必要とされていることから、空港除雪への自動化・省力化技術の適応可能性について検討する必要がある。

検討にあたり、まずは現在の除雪作業における各

除雪車両の走行位置や経路、走行速度、オペレーターの運転操作のデータを収集し、空港除雪において自動化・省力化技術を導入できる可能性のある定型的な作業を抽出している²⁾。例えば、プラウ車両では、滑走路除雪において、車両間の縦方向間隔は50～300m、横方向は3.5～8.0m、滑走路灯に対する距離は概ね6～7mの走行パターンを観測した。(図)

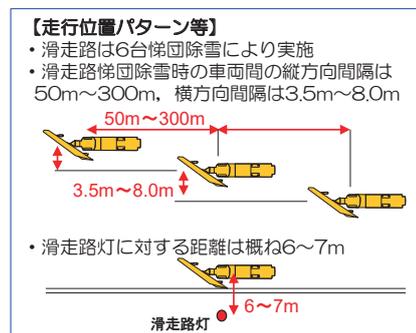


図 プラウ除雪車両の走行パターン

また、以上の作業パターンの分析を踏まえ、空港除雪オペレーターに対するアンケートにより、自動化・省力化技術の適応可能性について整理している。例えば、運転支援ガイダンスシステム(車両に取り付けたセンサー等で自車位置を測定し、車載モニターに周辺施設との位置関係や接近通知を表示する装置)(写真-2)のプラウ除雪車両への適応可能性については、滑走路灯や誘導路灯などの灯火へ接近して除雪を行う作業が最も高く、他車両との位置関係の把握においてもガイダンスが必要との結果が一定数得られている。(表-1)

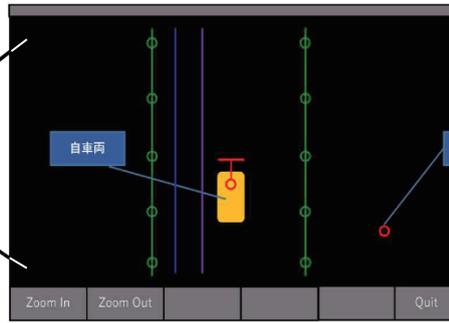
【車載モニター概要】

接近通知

- ・灰色の背景
- ・2次元表示
- ・車両を中心とする俯瞰映像

画面デザイン

- ・黒色の背景
- ・2次元表示



表示内容

- ・滑走路縁
- ・滑走路中心線
- ・滑走路灯
- ・滑走路末端灯
- ・滑走路中心線灯
- ・各種滑走路標識
- ・自車両
- ・他車両

写真-2 運転支援ガイダンスシステム（車載モニターの様子）

表-1 空港除雪オペレーターへのアンケート結果

雁行除雪（滑走路）において他車両との位置関係を把握する時	雁行除雪以外（エプロンや誘導路）において他車両との位置関係を把握する時	滑走路末端灯に近づいた際に装置を操作する時	滑走路灯や誘導路灯などの灯火へ接近して除雪を行う時	後進（バック作業）を行う時
41.7%	41.7%	54.5%	63.6%	58.3%

※表中の数字は、ガイダンスが必要と回答した割合

3. 空港除雪を自動化・省力化した際の運用方法と導入効果の評価手法開発

航空機の安定的な運航のため、空港除雪に自動化・省力化技術を導入する際に必要となる運用規定（空港除雪作業計画等）の見直しや、省力化・自動化技術の導入効果を定量的・定性的に評価する手法を開発している。

運用規定の見直しは、自動化・省力化技術の導入を前提として、運用ルールの整理、技術導入に伴う助手等の削減、技術導入車両と従来車両の混在空間における安全性確保の対応方法等の観点から、実施することとしている。

また、導入効果の評価については、除雪作業に係る労働時間や費用、延べ労働時間、深夜・早朝労働時間、自動化・省力化技術の使用性（運転支援ガイダンスシステム等画面表示の視認性、モニター更新速度、地図表示の正確性、危険通知の正確性）、適用条件（視界条件・気候（風や気温等）・雪質や積雪量への適応性）、除雪作業の安全性向上、除雪の品質確保、のそれぞれの観点から定量的・定性的な評価手法の開発を目指している。（表-2）

表-2 導入効果の評価指標

項目	観点	細目	評価指標
定量的評価	省人化効果	除雪作業に係る労働時間・費用	・省人化による人工の削減、作業時間の短縮 ・待機人数の削減
	就労環境の改善	延べ労働時間、深夜・早朝労働時間	・長時間労働、深夜・早朝労働対応者の削減
定性的評価	導入技術の使用性	画面表示の視認性	・モニターの大きさや明るさ ・表示情報の過不足、見やすさ
		モニター更新速度	・モニター更新速度 ・表示の遅延の有無
	地図表示の正確性	地図表示の正確性	・路面標識や航空灯火の表示位置と実際の位置のズレの有無 ・他車両の表示位置と実際の位置のズレの有無
		危険通知の正確性	・通知の遅れ/漏れの有無 ・通知方法の不快感の有無
	適用条件	視界条件・気候・雪質・積雪量への適応性	・低視程時や降雪、積雪時における適用可否
	作業安全への寄与	除雪作業の安全性向上	・導入技術により抑制・解消されるヒヤリハット、事故等
除雪品質への影響	除雪の品質確保	・除雪作業時間の差異（連続降雪時の仕上がり差異） ・路面仕上がり差異	

詳細情報はこちら

1) 空港除雪の省力化・自動化に向けた実証実験検討委員会

https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000038.html

2) 第23回空港技術報告会発表論文

<https://www.mlit.go.jp/koku/content/001578595.pdf>