

令和 3年1月18日  
国総研講演会

# 空港業務支援車両の自動化・省力化 に関する研究

---

空港研究部長 高野誠紀



国土技術政策総合研究所

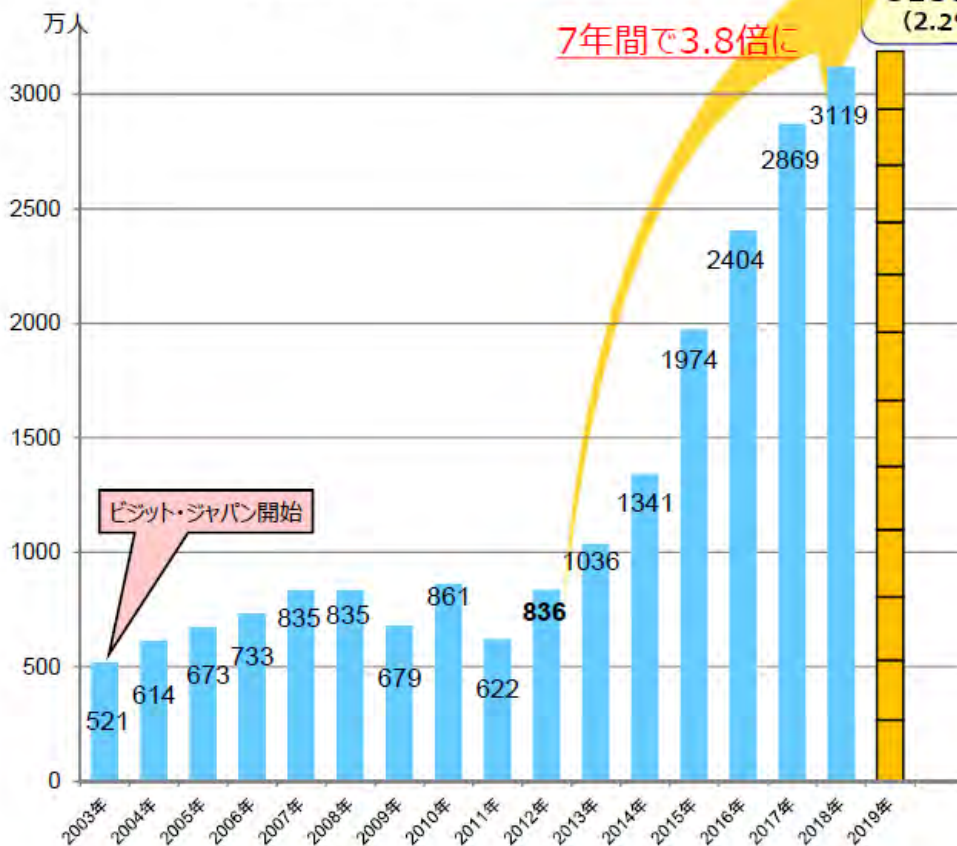
*National Institute for Land and Infrastructure Management*

- 航空イノベーションの取り組み
- 空港業務支援車両(GSE)の自動化・省力化
- 空港除雪車両の自動化・省力化

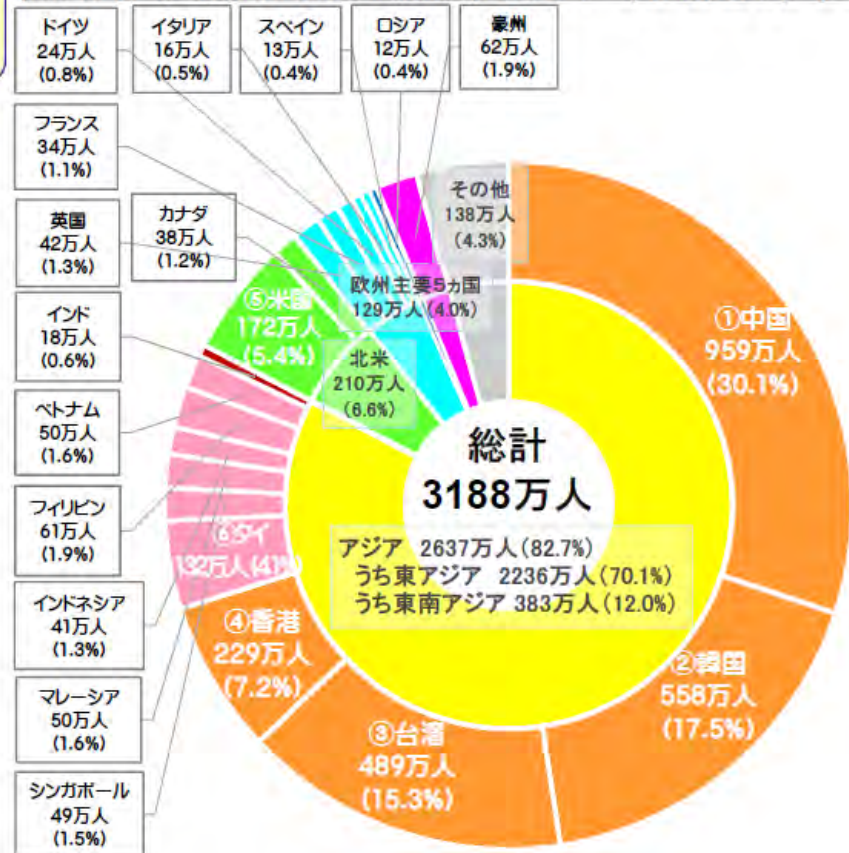
# 1. 航空イノベーションの取り組み

- 2019年の訪日外国人旅行者数は、3,188万人(対前年比2.2%増)と前年に続き3千万人を突破し、過去最高を記録した。
- 訪日外国人旅行者数の内訳は、アジア全体で2,637万人(全体の82.7%)となった。  
また、中国では950万人を、欧米豪では400万人を、東南アジアでは350万人をそれぞれ突破した。
- ポスト・コロナの時代を見据え、2030年訪日外国人6千万人の目標を堅持。

訪日外国人旅行者数の推移



訪日外国人旅行者数の内訳 (2019年 (令和元年))

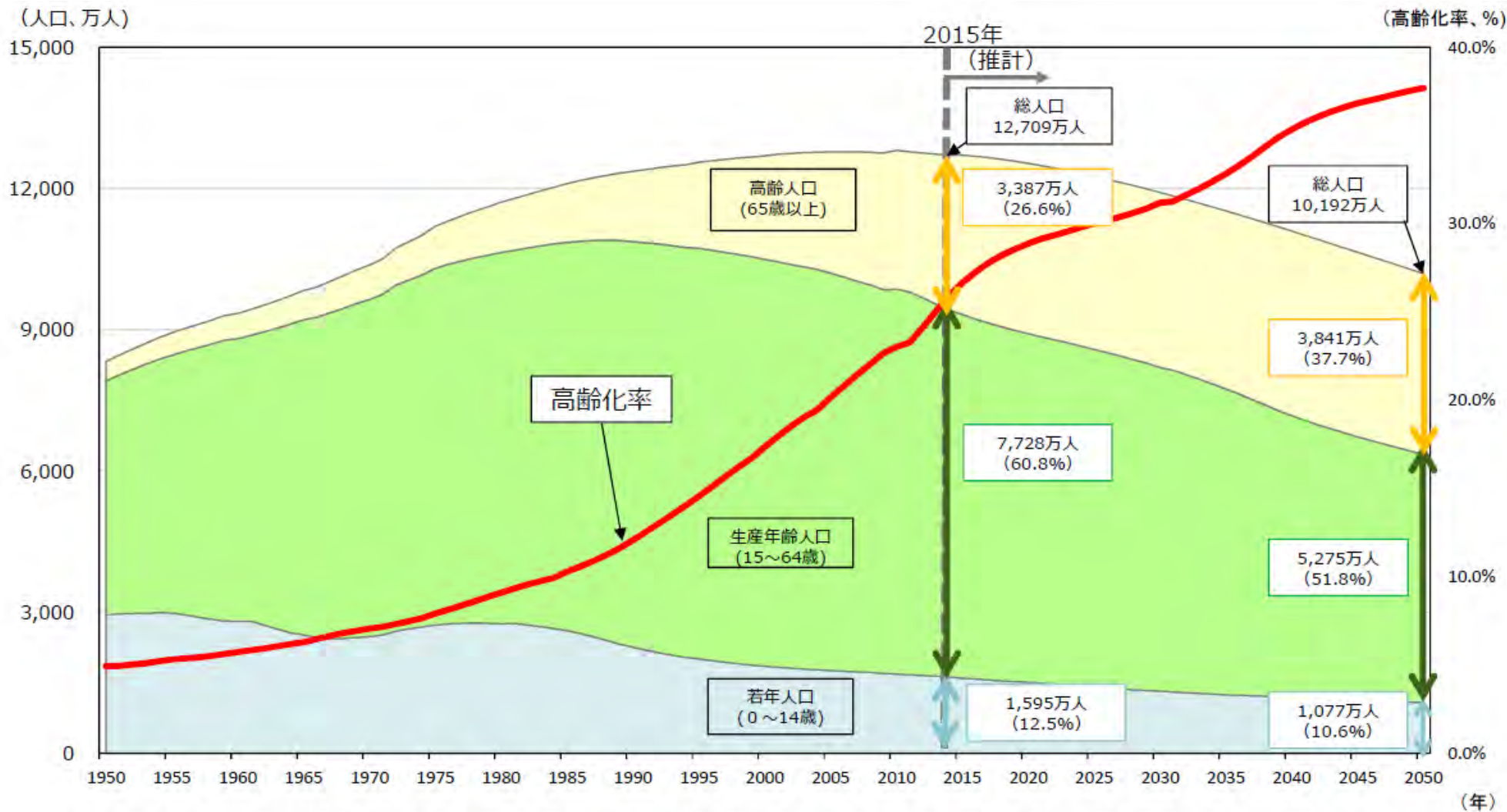


資料：日本政府観光局（JNTO）資料に基づき観光庁作成  
注）2018年以前の値は確定値、2019年1月～10月の値は暫定値、2019年11月～12月の値は推計値、%は対前年同月比

資料：日本政府観光局（JNTO）資料に基づき観光庁作成  
注1：（）内は、訪日外国人旅行者数全体に対するシェア  
注2：「その他」には、アジア、欧州等各地域の国であっても記載のない国・地域が含まれる。

# 1. 航空イノベーションの取り組み

- 日本の総人口は、2050年には1億192万人まで減少する見込み。
- 年齢階層別に見ると、2015年から2050年にかけて、高齢人口が454万人増加するのに対し、生産年齢人口は2453万人、若年人口は518万人減少する。結果、高齢化率は約27%から約38%へ上昇。



(出典) 総務省「人口推計」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年推計）」をもとに、国土交通省国土政策局作成



- インバウンドの増大をはじめとする航空需要の拡大、空港間競争の激化、セキュリティを巡る脅威、生産年齢人口減少に伴う人手不足など、我が国航空輸送を巡る課題へ対応
- 利用者目線で世界最高水準の旅客サービスを実現するため、自動化・ロボット、バイオメトリクス、AI、IoT、ビッグデータなど先端技術・システムの活用による我が国航空輸送産業におけるイノベーションの推進を図る。

## 背景・課題

旅客需要が増加する一方で、生産年齢人口の減少等を背景に、航空分野においても、保安やグラハンなどをはじめ、人手不足等が懸念されている。



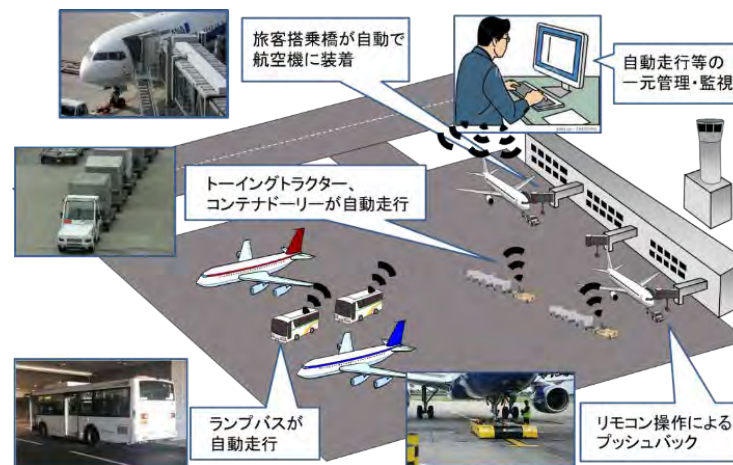
(出典)  
 航空旅客数：航空輸送統計年報等  
 航空運輸業就業者数：総務省「労働力調査（H23：岩手、宮城及び福島県を除く集計値）」

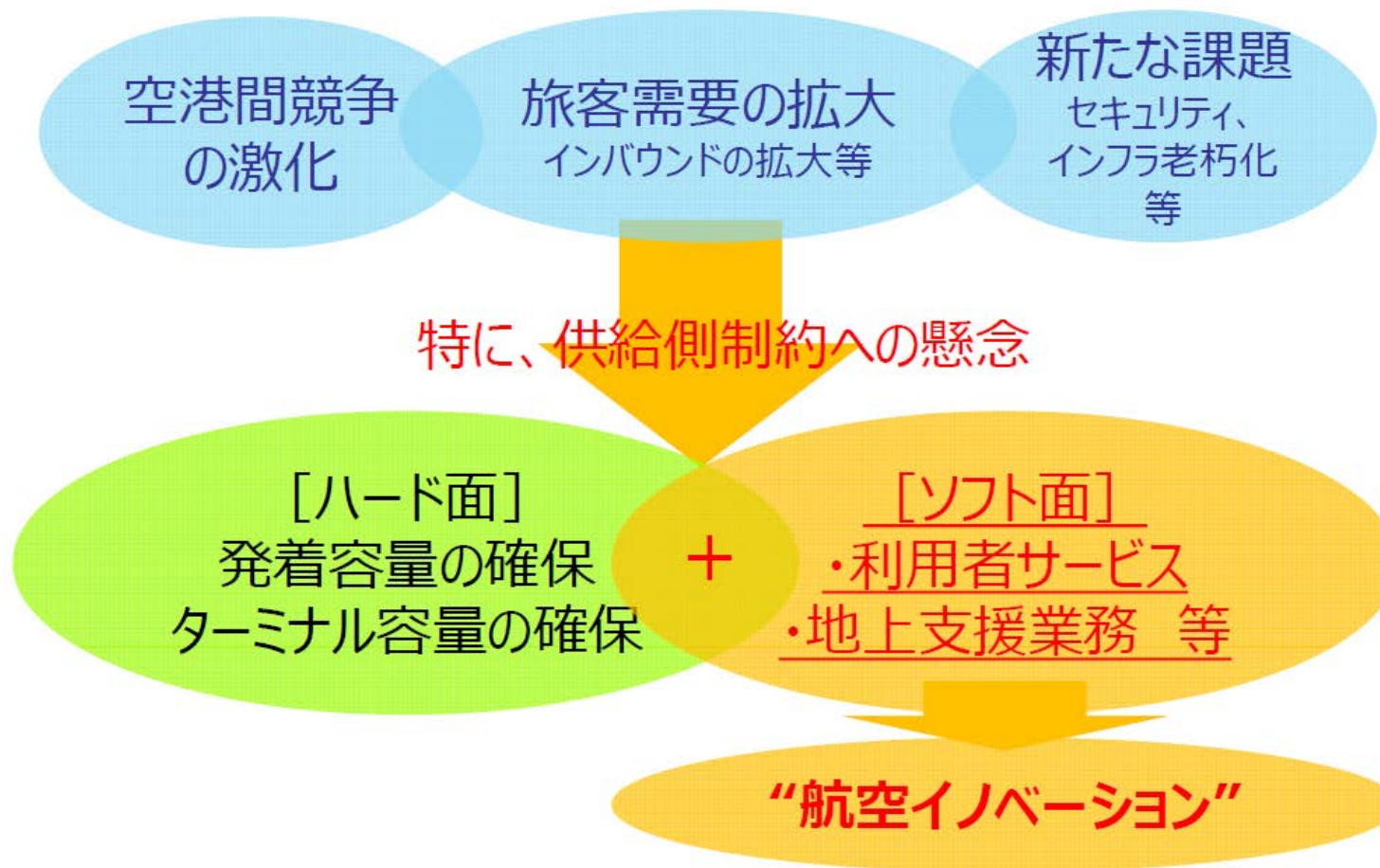
## 取組

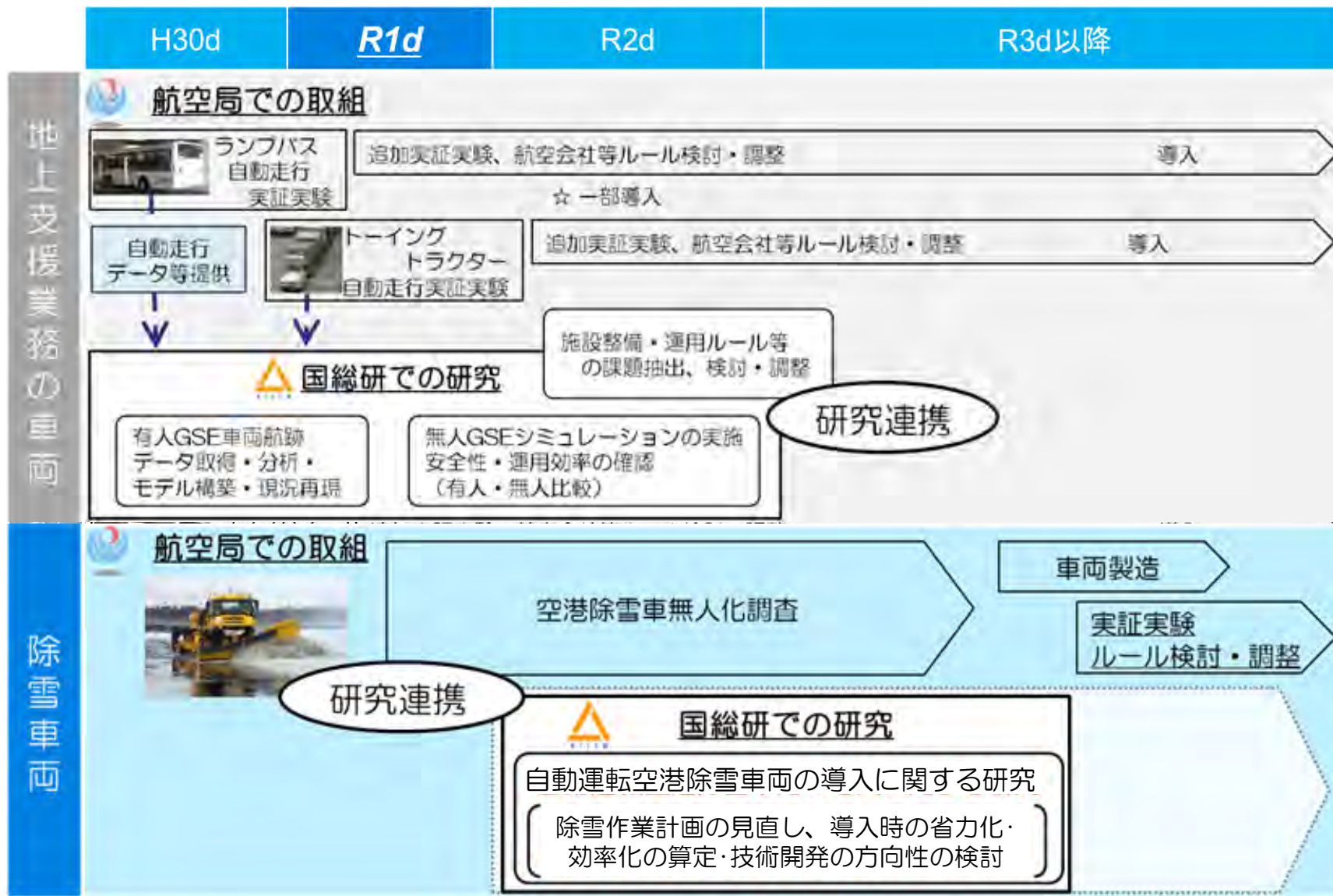
### ①FAST TRAVELの推進（空港での諸手続・動線の円滑化）



### ②地上支援業務の省力化・自動化









### 「グランドハンドリング業務」とは、航空輸送における空港での地上取扱業務

～主な業務と具体例～

#### ◆ランプハンドリング: 空港駐機場での航空機運航支援



マーシャリング  
(航空機を駐機場に誘導)



貨物の搭降載  
(貨物室への積み卸し)



プッシュバック・トーイング  
(航空機の移動)



旅客輸送バス運行  
(駐機場への旅客輸送)



給油作業  
(航空機への燃料給油)

#### ◆旅客ハンドリング: 空港ターミナルビルでの旅客対応



カウンター業務  
(搭乗手続や手荷物の預り)



案内業務  
(旅客の誘導・サポート)



ゲート業務  
(搭乗ゲートでのオペレーション)

#### ◆貨物ハンドリング: 航空貨物への対応



貨物の積み付け  
(貨物のコンテナへの搭載)



貨物の搬送  
(航空機までの貨物の搬送)



# 2. 空港業務支援車両(GSE)の自動化・省力化

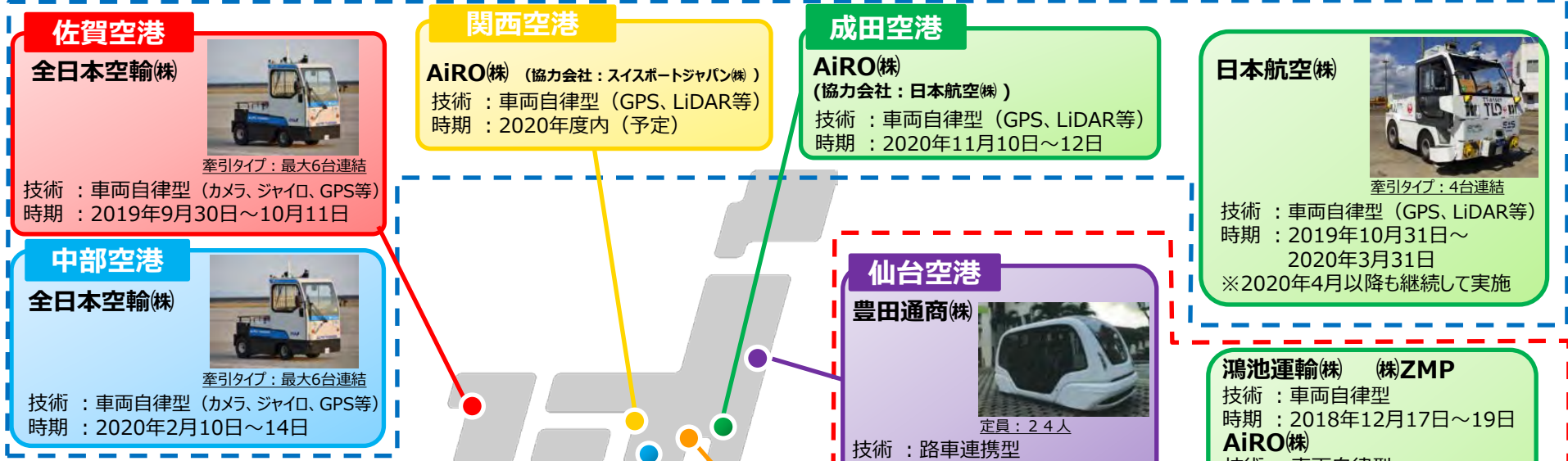


分野	領域	例	フェーズⅠ 省力化 (実証実験)	フェーズⅡ 省力化 (試験運用・導入)	2020年	フェーズⅢ 自動化 (実証実験)	フェーズⅣ 自動化 (試験運用・導入)	2030年	
旅客	乗降	PBB自動装着 	機側でのボタン操作			遠隔操作による完全自動装着			
	輸送	ランプ車両自動運転 	★ 2017年 徳島 (機体10cm手前まで) 【新明和、徳島ビル(ANA/JAL)】	★ 2019年 成田 導入 (機体10cm手前まで) 【新明和、NAA】		自動運転レベル4相当(無人自動運転)		2025年	
手荷物	搭降載	自動積み付け/取り降ろし 			★ 2020年 佐賀 導入【ANA】	AIが積み付け位置を判断。ロボットが積み付け			
		搭降載補助 	作業支援ロボット、機械(人による作業との共存)						
		IoTを活用した 作業員への 情報提供 	タブレット、スマートグラス等で情報を共有 紙情報確認の手間を省略		★ 2017年 成田 【CYBERDYNE、ANA】	★ 2016年 羽田【Power Stow、ANA】 ★ 2018年 成田/那覇/伊丹【CYBERDYNE、ANA】 ★ 2019年 成田/羽田【ATOUN、JAL】			
貨物	搬送	貨物ドーリー、牽引車自動運転 	自動運転レベル3相当 (運転者乗車。緊急時等に運転者が操作する必要)		★ 2019年 成田/中部/佐賀 【3グループ】	★ 2020年 佐賀 試験運用 【豊田自動織機、ANA】	自動運転レベル4相当(無人自動運転)		2025年
	梱包	IoTを活用した 作業員への 情報提供 	タブレット、スマートグラス等で情報を共有 紙情報確認の手間を省略			★ 2019年 国内主要空港・海外空港 導入 【Cargo Spot_JAL】			

※ 技術の進展や新たな技術の出現に合わせて、随時、追加・削除・変更を行う。

【凡例】  
 2020.9 時点 実施・導入済み：★ 実施・導入年次、実施・導入空港  
 【製造メーカーor商品名、使用者 (AL等)】  
 新規達成項目：★ 実施・導入年次、実施・導入空港  
 【製造メーカーor商品名、使用者 (AL等)】

## <物の輸送>




**佐賀空港**  
**全日本空輸(株)**  
  
 牽引タイプ：最大6台連結  
 技術：車両自律型（カメラ、ジャイロ、GPS等）  
 時期：2019年9月30日～10月11日

**関西空港**  
**AiRO(株)**（協力会社：スイスポートジャパン(株)）  
 技術：車両自律型（GPS、LiDAR等）  
 時期：2020年度内（予定）

**成田空港**  
**AiRO(株)**（協力会社：日本航空(株)）  
 技術：車両自律型（GPS、LiDAR等）  
 時期：2020年11月10日～12日

**日本航空(株)**  
  
 牽引タイプ：4台連結  
 技術：車両自律型（GPS、LiDAR等）  
 時期：2019年10月31日～2020年3月31日  
 ※2020年4月以降も継続して実施

**中部空港**  
**全日本空輸(株)**  
  
 牽引タイプ：最大6台連結  
 技術：車両自律型（カメラ、ジャイロ、GPS等）  
 時期：2020年2月10日～14日

**仙台空港**  
**豊田通商(株)**  
  
 定員：24人  
 技術：路車連携型  
 時期：2018年12月10日～11日

**鴻池運輸(株) (株)ZMP**  
 技術：車両自律型  
 時期：2018年12月17日～19日  
**AiRO(株)**  
 技術：車両自律型  
 時期：2019年1月28日～30日  
  
 定員：7人

## <人の輸送>

**アイソテクノロジー(株)**  
**グイミックマップ 基盤(株)**  
  
 定員：5人  
 技術：車両自律型  
 時期：2019年4月23日～25日

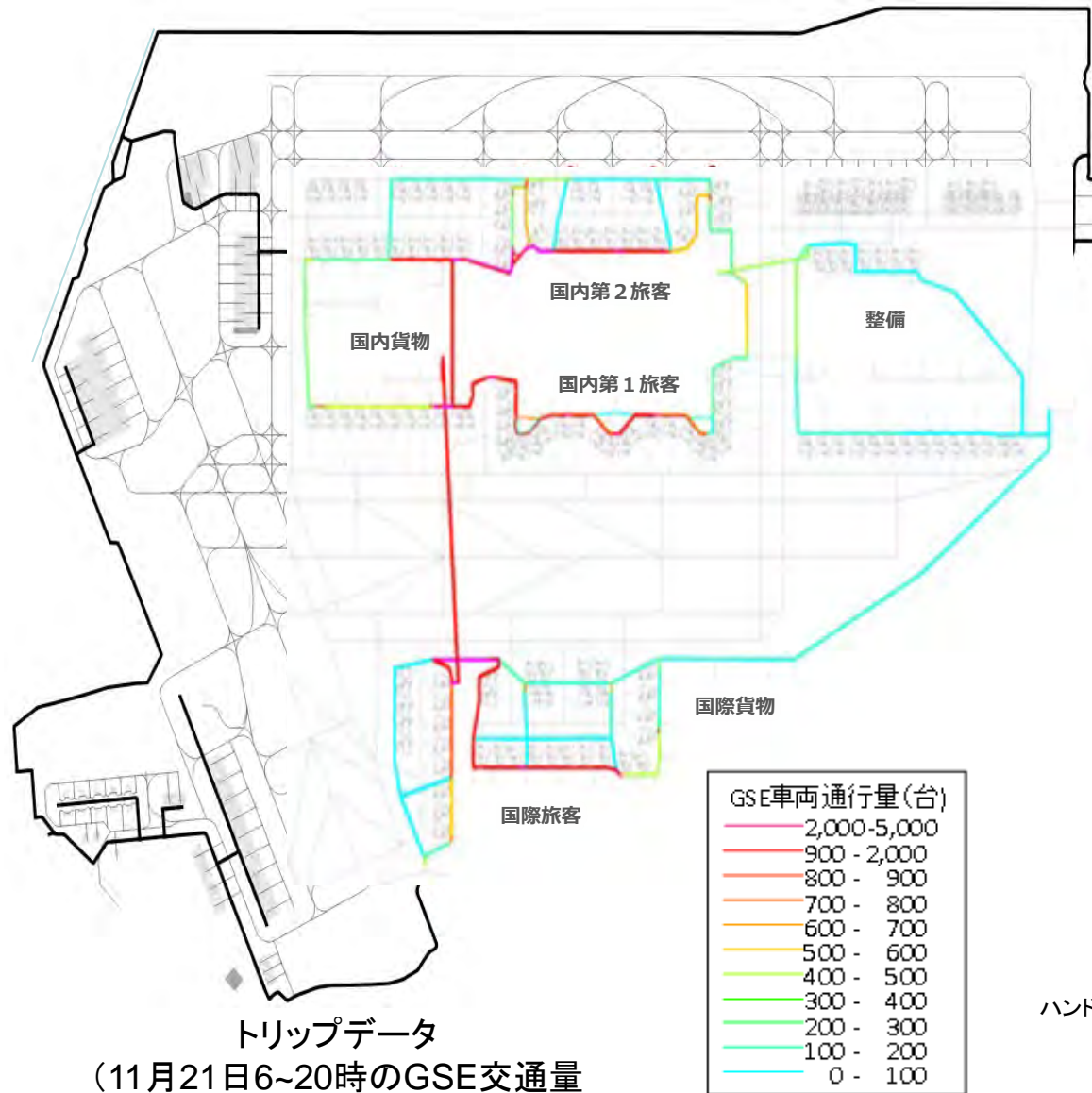
**AiRO(株)**  
  
 定員：12人  
 技術：車両自律型  
 時期：2019年3月18日～20日

**羽田空港**  
**SBドライブ(株)**  
  
 定員：15人  
 技術：車両自律型  
 時期：2019年2月19日～22日

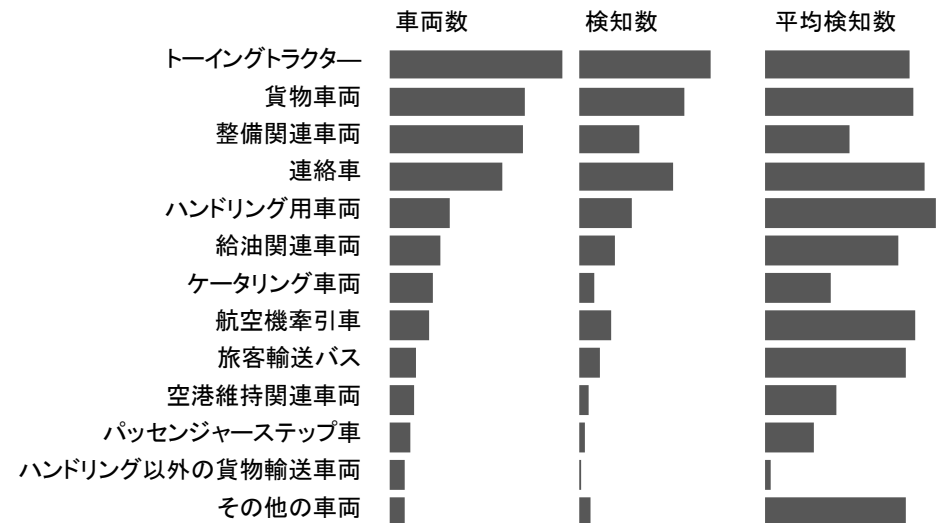
**愛知製鋼(株) (株)NIPPO**  
**SBドライブ(株) 日本電気(株)**  
**先進モビリティ(株)**  
  
 技術：車両自律型・路車連携型  
 時期：2019年1月15日～25日(平日) 定員：28人

## 2. 空港業務支援車両(GSE)の自動化・省力化

空港内における車両走行実態の把握(取得データ数): 53地点、車両2234台、検知記録数3,011,711件



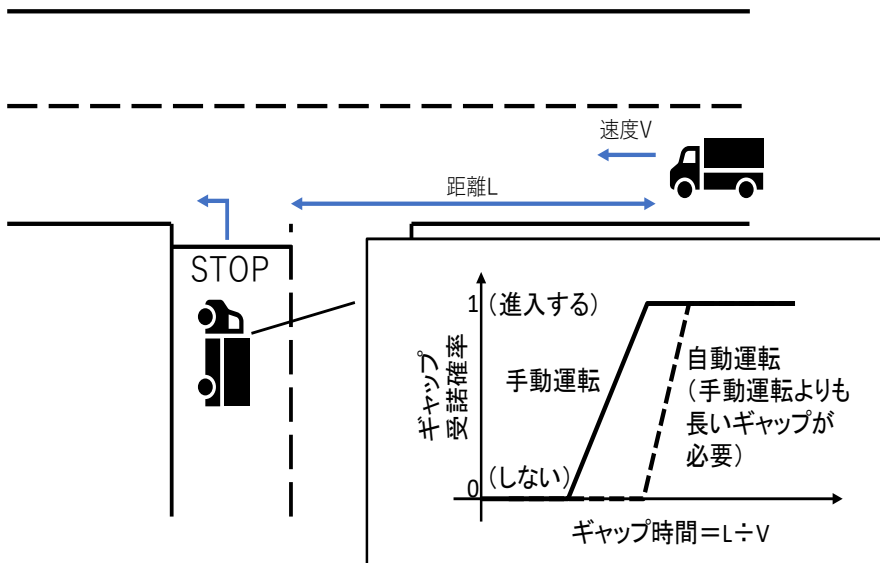
分析用車種区分	台 件 件/台		
	車両数	検知数	平均検知数
トーイングトラクター	455	694,205	1,526
貨物車両	354	555,813	1,570
整備関連車両	353	312,618	886
連絡車	295	495,383	1,679
ハンドリング用車両	156	279,791	1,794
給油関連車両	135	189,303	1,402
ケータリング車両	116	79,318	684
航空機牽引車	105	165,902	1,580
旅客輸送バス	71	105,903	1,492
空港維持関連車両	62	46,258	746
パッセンジャーステップ車	53	26,995	509
ハンドリング以外の貨物輸送車両	40	2,507	63
その他の車両	39	57,715	1,480
全車種計	2,234	3,011,711	1,348



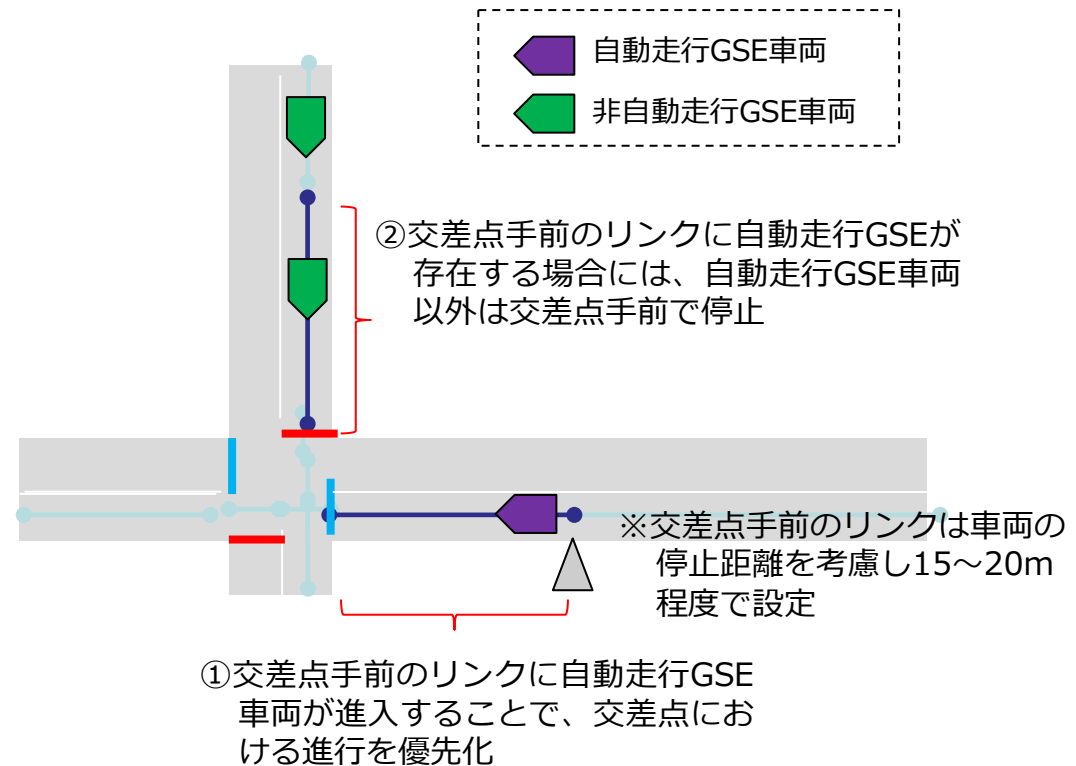


## GSEシミュレーションモデルの条件設定(例)

### 交差点進入時のギャップのイメージ





















### 基本的な自動走行GSE車両の優先イメージ



## 2. 空港業務支援車両(GSE)の自動化・省力化

### <自動走行GSE車両の優先化の目的>

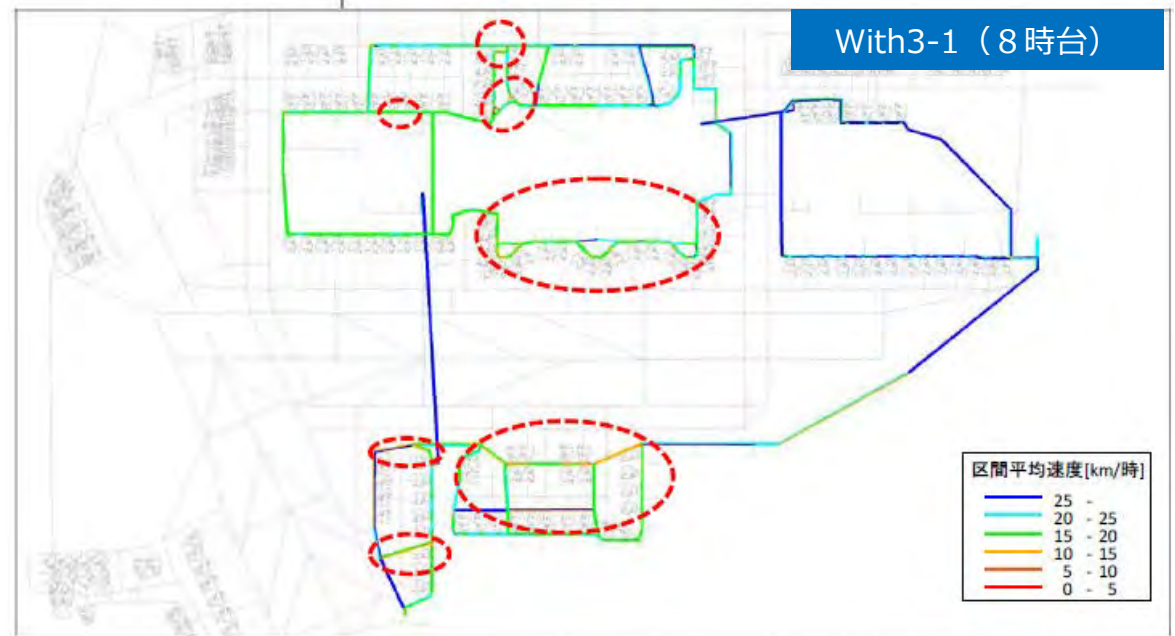
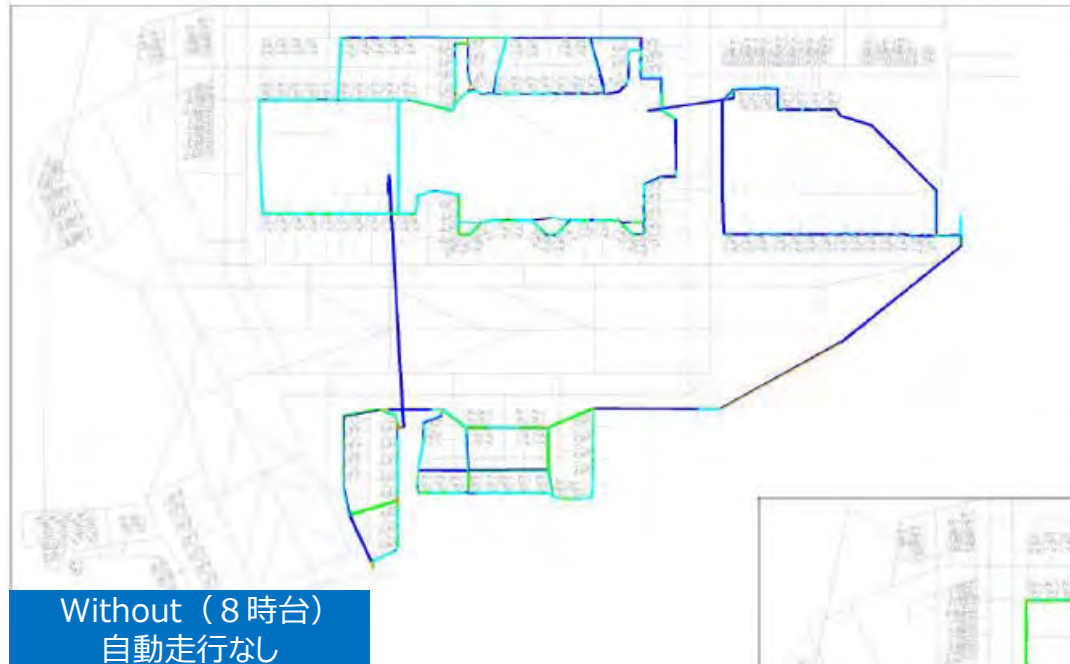
- 交差点における自動走行GSE 車両の円滑、安全な走行の確保
- 自動走行GSE車両による時間損失の削減

		Without	With 1	With 2	With 3	With 4
自動走行車両の種別		なし	旅客輸送バス及びマイクロバス(BUS)、トローリングトラクター(TT)			
自動走行車両の導入割合		0% 	10% 	50% 	100% 	100% 
自動化の技術レベル	走行速度等	速い  BUS:30km/h TT:15km/h	遅い  BUS:20km/h* TT:15km/h <small>*R1年度実証実験を参考に設定</small>			速い  BUS:30km/h TT:15km/h
	追い越し機能	(あり) 	なし  追い越し不可			あり  車車間通信により 追い越し可
運用ルール	交差点通過(交差点の右左折時の優先/非優先)	速い  目配せ等の譲合いで1台通過後に右左折可	遅い  対向右左折車がいないまで停車			速い  車車間通信による譲合いで1台通過後に右左折可
		優先設定なし(先着順通行)	優先設定なし(現行通り) 	3-1  優先設定なし(現行通り)	3-2  自動走行優先等(新ルール)	自動走行優先等(新ルール) 

交差点、優先車線の導入に関して、自動走行GSE車両の導入割合を加味して、施策の有効性を机上検討した上で設定

## 2. 空港業務支援車両(GSE)の自動化・省力化

- 混雑時間帯において、いずれのエリアでも交通量が多い区間では区間平均走行速度の低下が顕在化。
- 低速な自動走行車両が影響を及ぼしている可能性が高い。





### 効率性

- 全GSE車両の総走行時間は自動化車両の割合が増えるに従い増加。  
バスとトーイングトラクターの自動走行を100%導入すると(With3-1)、総走行時間は約22%増加。
- 自動走行優先等新ルールを導入すると(With3-1 ⇒ With3-2)、総走行時間は11台時/日減少した。
- 自動走行優先等新ルール導入に加えて、自動化の技術レベルが向上すると(With3-2 ⇒ With4)、総走行時間が250台時/日減少した。

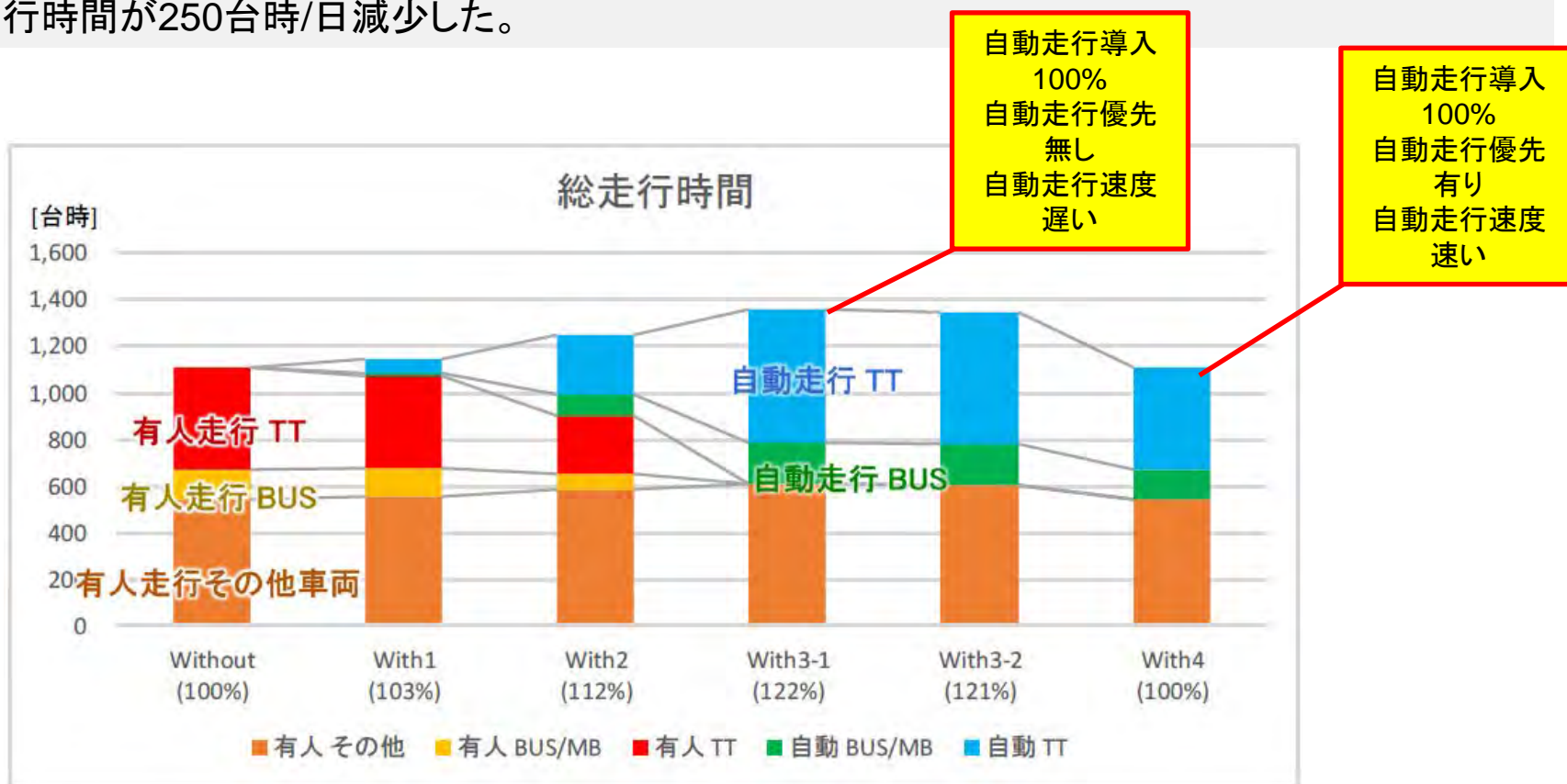


図 GSE車両の走行時間 (全GSE車両)

### シミュレーション評価における課題

#### [技術的な検討課題]

- ◆ 航空機連動トリップデータの精緻化
- ◆ 実測データに基づく車両の走行速度の設定
- ◆ 車両1台単位での自動走行/有人走行等の性能設定とその影響分析
- ◆ 航空機の地上走行の反映

#### [成果を活用した検討課題]

- ◆ 自動走行車両導入促進に資するシナリオ設定とその影響分析
- ◆ シミュレーション結果の評価方法の多様化
- ◆ GSEシミュレーションモデルの他空港・他時点への展開

#### ○空港除雪の特殊性

- 要求される精度について  
国際基準※に定められる、滑り摩擦係数を満足することが必要  
⇒ブラックトップ（アスファルト面の露出）が必要で、熟練者のノウハウが重要
- 除雪完了目標時間  
空港の安定的な運航のため除雪目標時間を設定  
（新千歳空港では滑走路一本を閉鎖後20分で除雪完了）  
⇒大型・高機能車両の導入により計画的・効率的な運用を実施

#### ○空港内における位置認識技術

- 滑走路等の広大な開放空間における自己位置認識
- 降雪時における自己位置認識



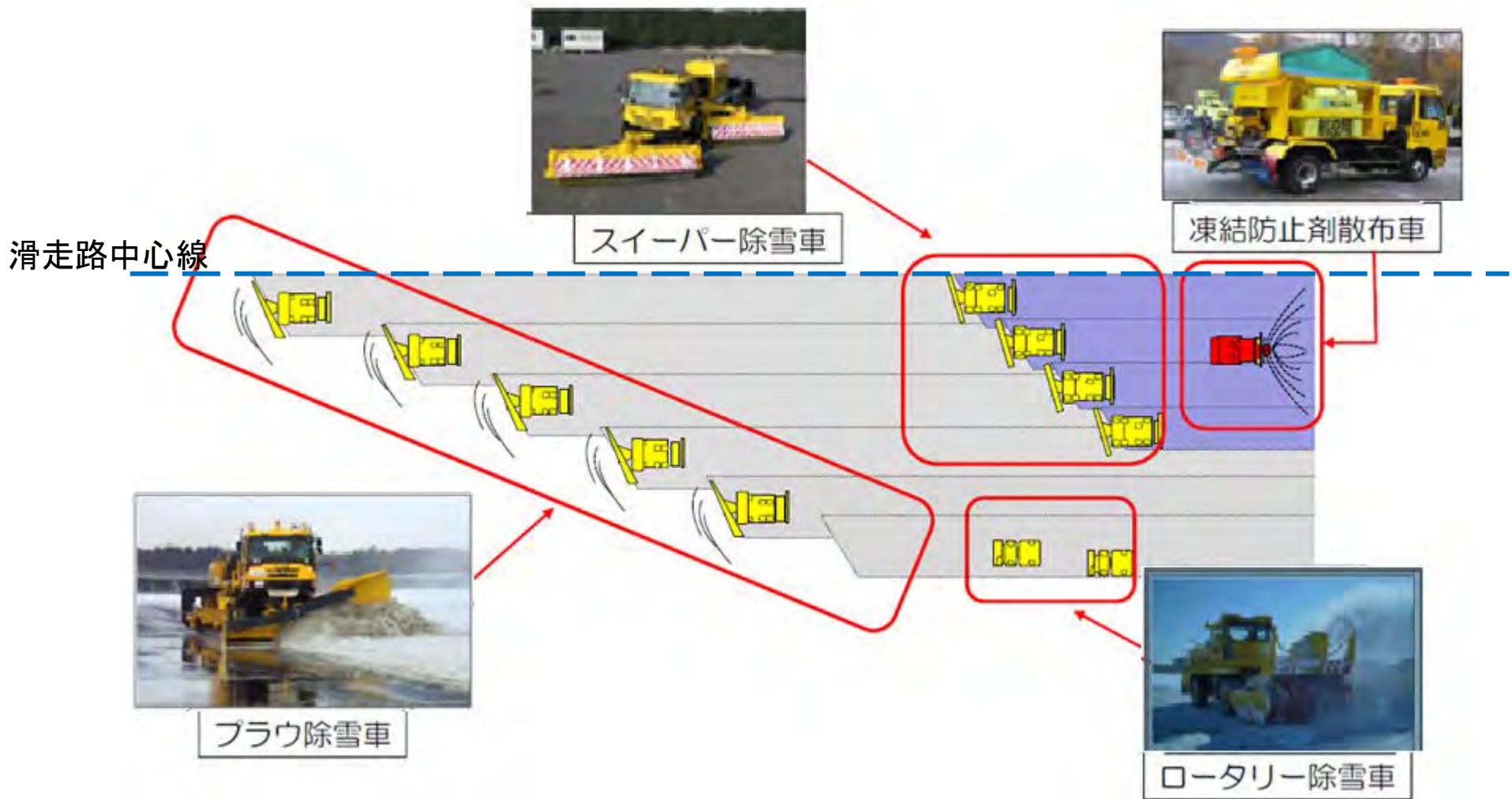
※「Annex14」: ICAO (International Civil Aviation Organization、国際民間航空機関)



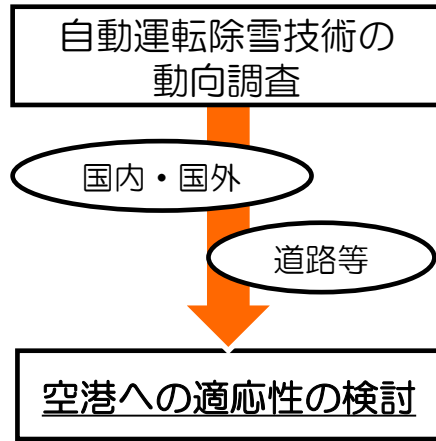
新千歳空港  
除雪車両数93台



## 除雪車両の編成(例)

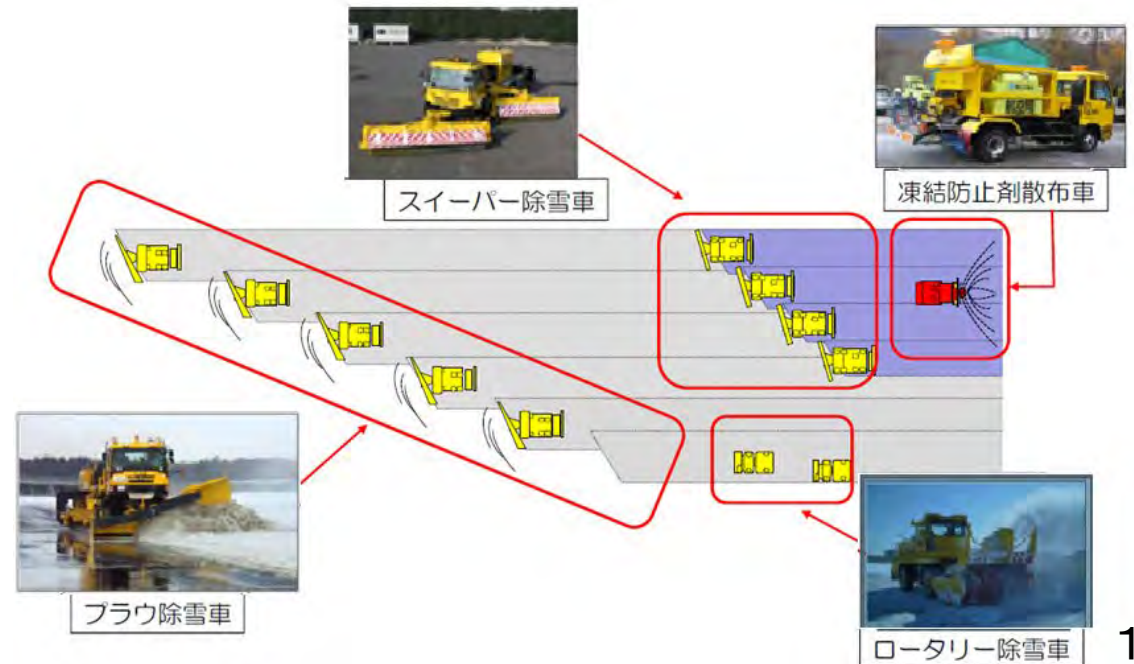
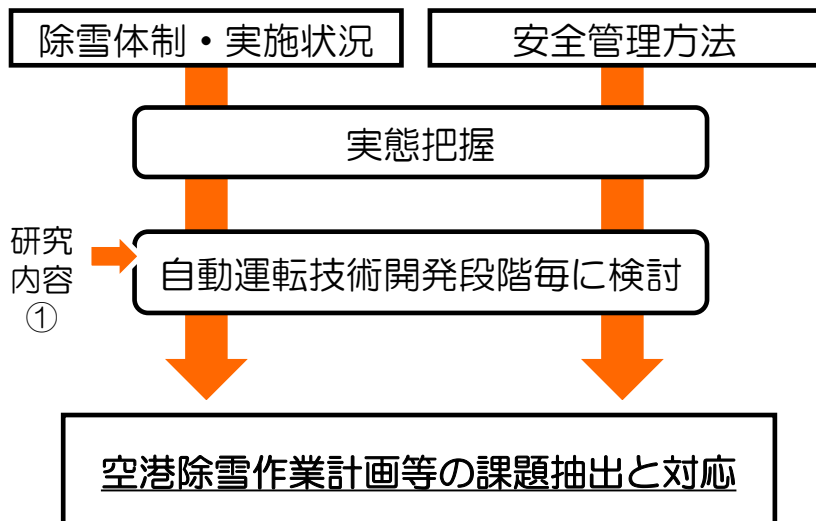


## ① 自動運転除雪技術の空港への適応性の検討



i-Snowロータリー除雪車  
(平成31年3月 知床横断道路)  
出典：北海道開発局

## ② 自動運転除雪車両導入時の 空港除雪作業計画等の検討



## ③必要となる自動運転除雪車両の技術課題の対応

研究  
内容  
①②

既存技術のレビュー  
開発動向の調査

自己位置  
認識技術

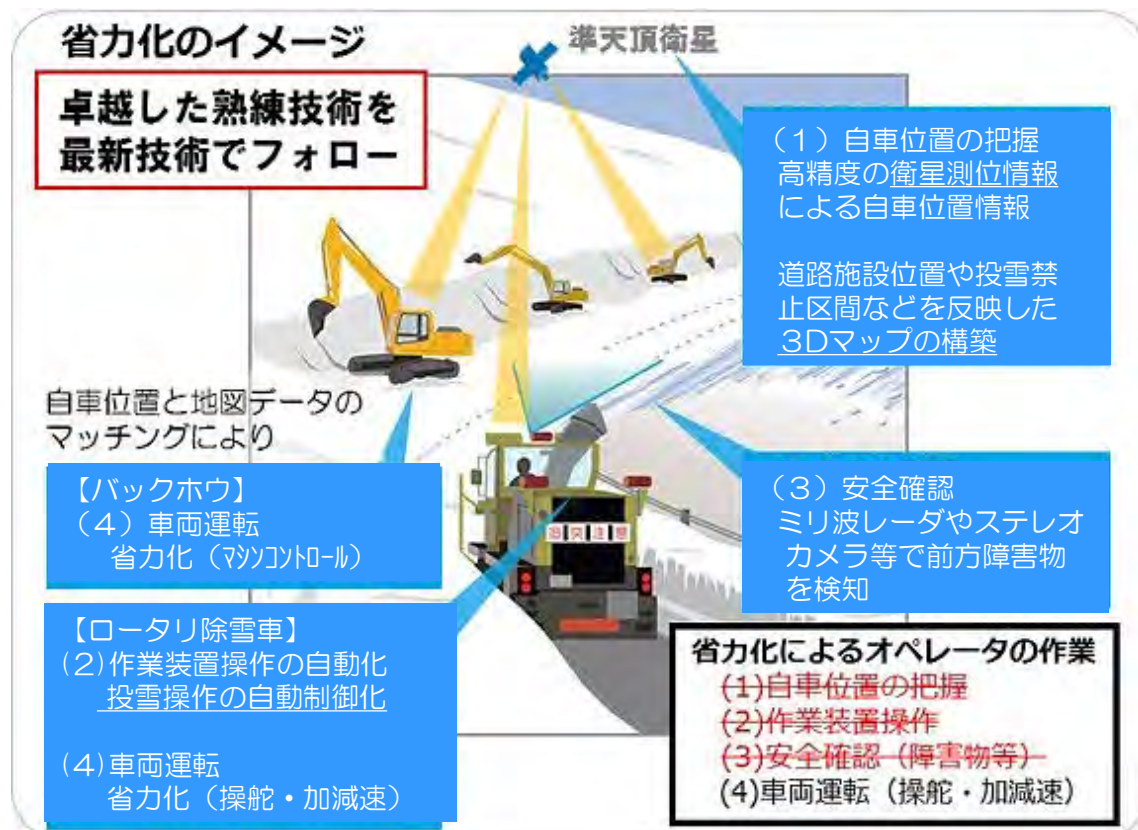
除雪機器操作  
自動化技術

必要となる  
施設整備

自動運転除雪車両の  
技術課題への対応

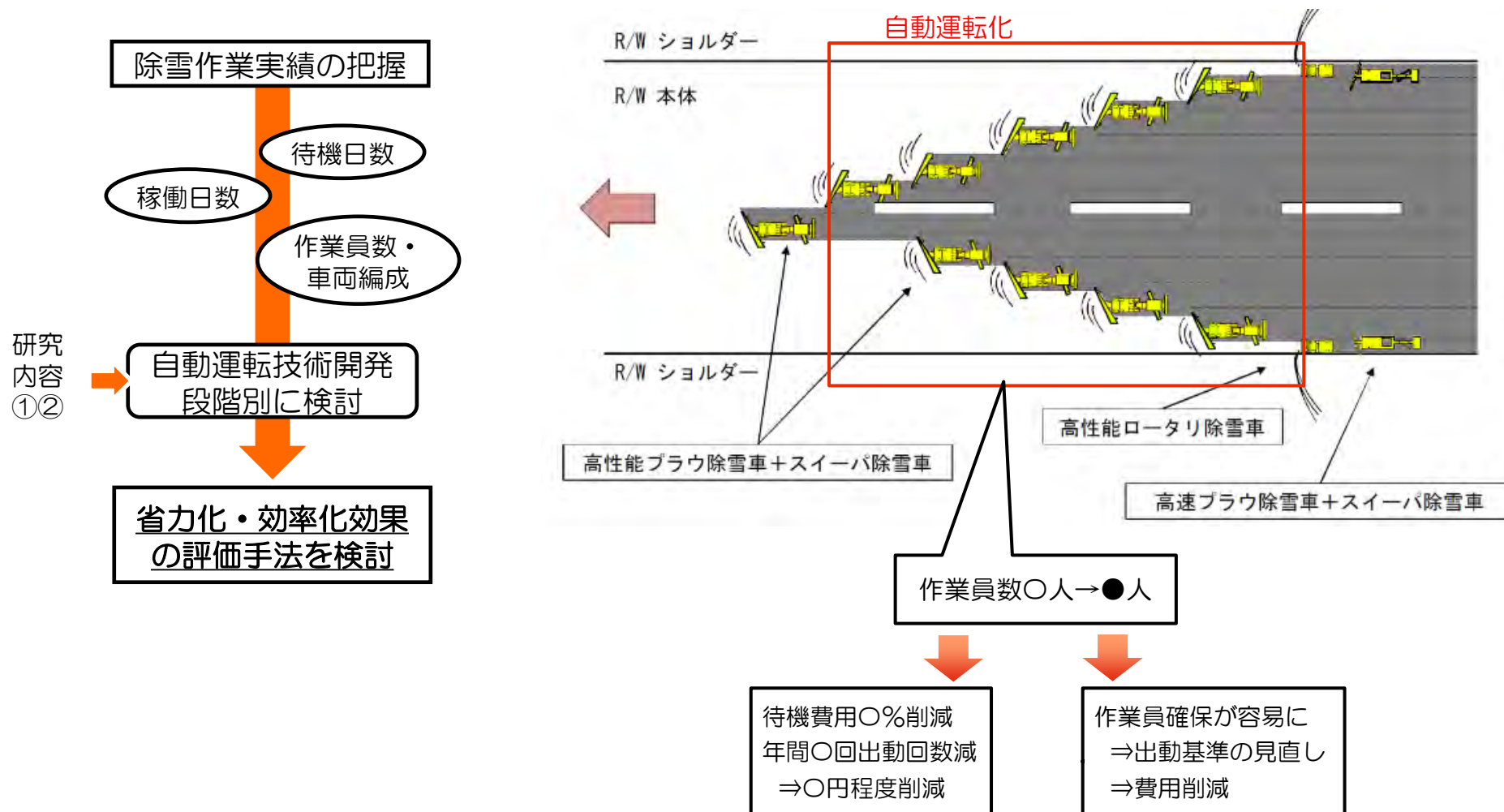


除雪作業の様子 出典：新千歳空港事務所





## ④自動運転除雪車両導入時の省力化・効率化効果の評価手法の検討

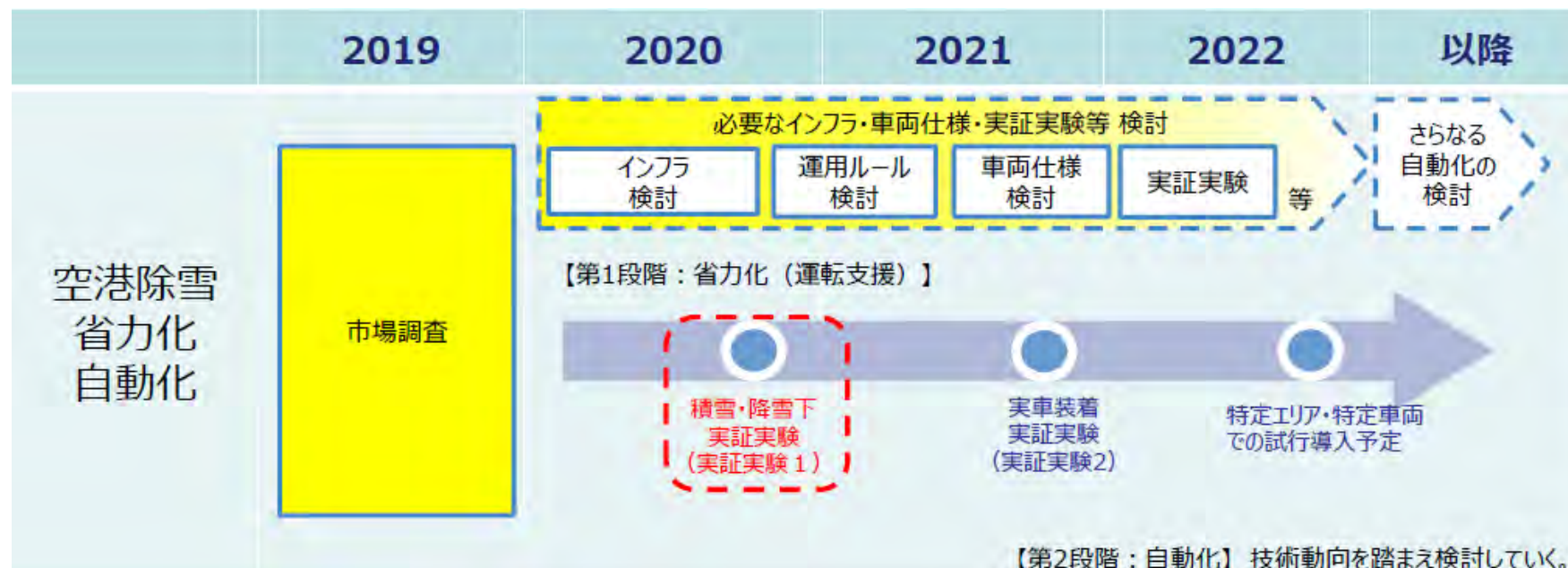


自動運転除雪車両の導入効果イメージ（全幅除雪）  
出典：東京航空局新千歳空港事務所「新千歳空港の除雪について」



## スケジュール

- 第1段階として、運転支援システムを導入、省力化を目指す。  
「積雪」「降雪」状況で自車位置測定技術を実証実験。
- 第2段階として、除雪装置の操作や車両運転の自動化を目指す。  
操作状況データを収集し、自動化操作を検討。



- ご静聴ありがとうございました。