

航空イノベーションの取組と GSE(空港業務支援車両)自動化 推進に向けての研究

平成30年12月4日

国土技術政策総合研究所 空港研究部
部長 大山 洋志



航空イノベーションの取組と GSE(空港業務支援車両) 自動化推進に向けての研究

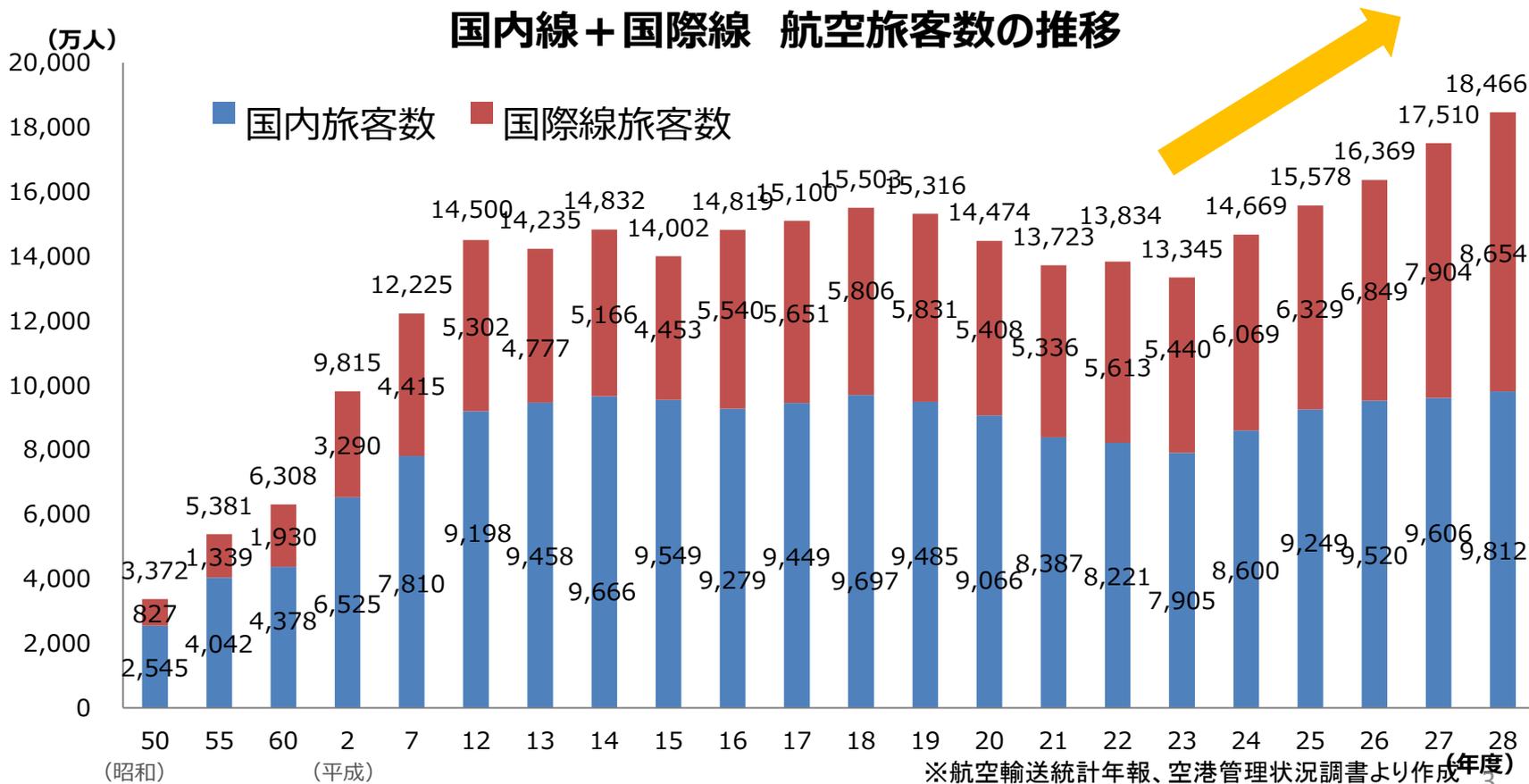
1. 研究の背景(航空イノベーションの推進)
2. 研究の目的
3. 研究の手法
 - ① GSE軌跡データ等の整理・作成
 - ② GSEシミュレーションモデルの構築
 - ③ アウトプットのイメージ

1. 研究の背景

我が国航空旅客輸送の動向

国際線旅客数： 約1.43倍 (H28：8,654万人←H24:6,069万人)

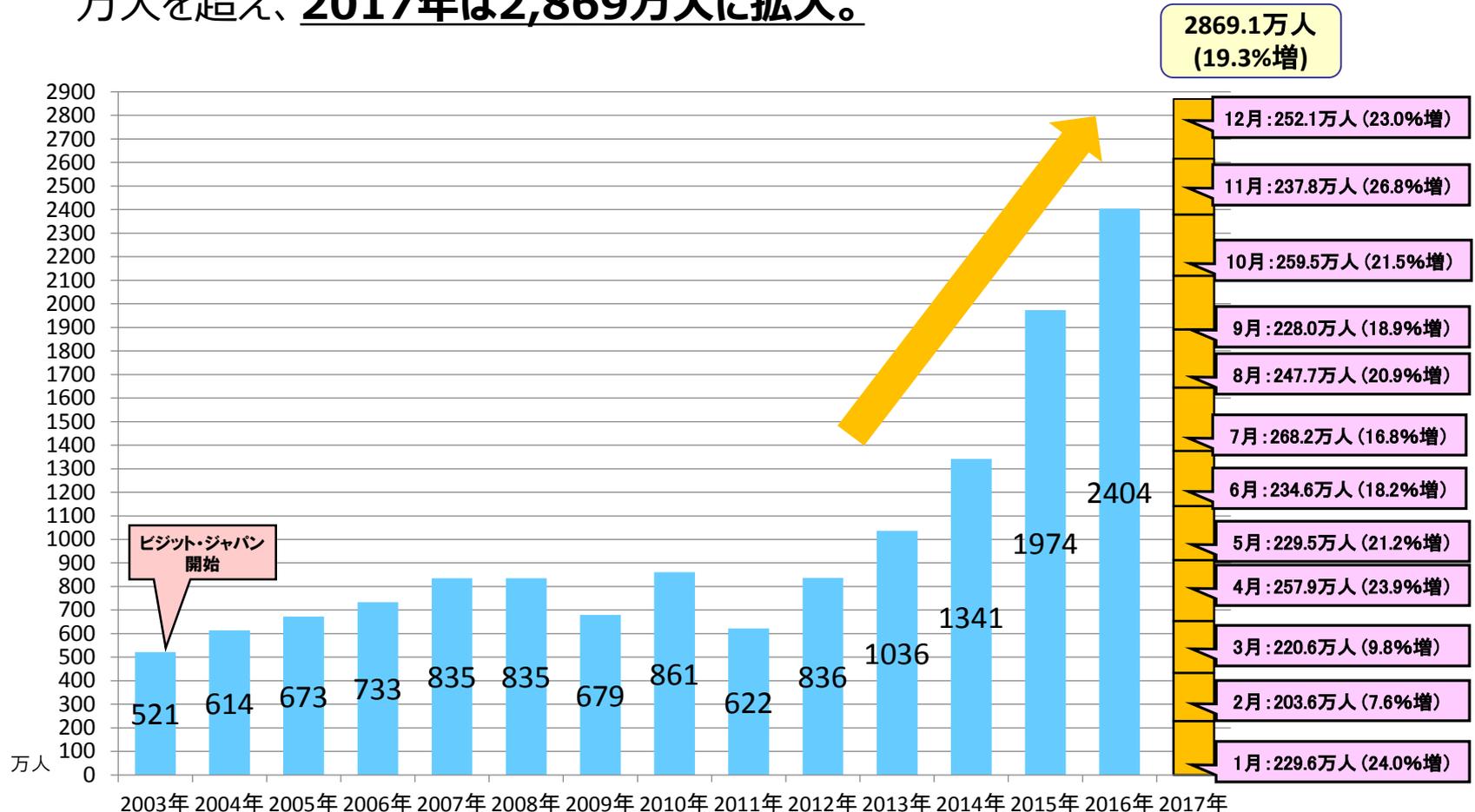
国内線旅客数： 約1.14倍 (H28：9,812万人←H24:8,600万人)



1. 研究の背景

訪日外国人旅行者数の推移

訪日外国人旅行者数は2013年には1,000万人、2016年は2,000万人を超え、**2017年は2,869万人に拡大。**



注) 2016年の値は確定値、2017年1～10月の値は暫定値、2017年11～12月の値は推計値、%は対前年同月比

出典: JNTO(日本政府観光局)

空港間競争の激化

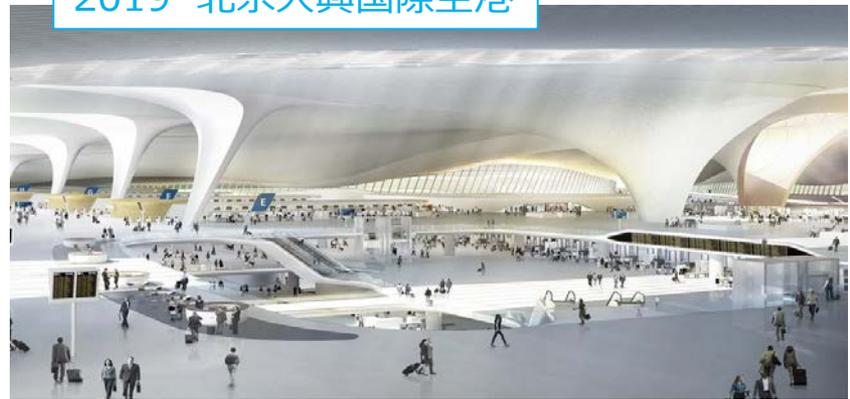
拡大する航空・観光需要の取り込みに向け、近隣諸国においては、新空港や新ターミナルの開設、リニューアルが相次ぐ。

2017.10 チャンギ国際空港 T4



(出典) Changi Airport HP

2019 北京大興国際空港



(出典) Zaha Hadid Architects HP

2017

2018

2019

2020

2021

2018.1 仁川国際空港 T2



(出典) Korean Air HP

2020 香港国際空港T1拡張



(出典) Hong Kong Airport HP

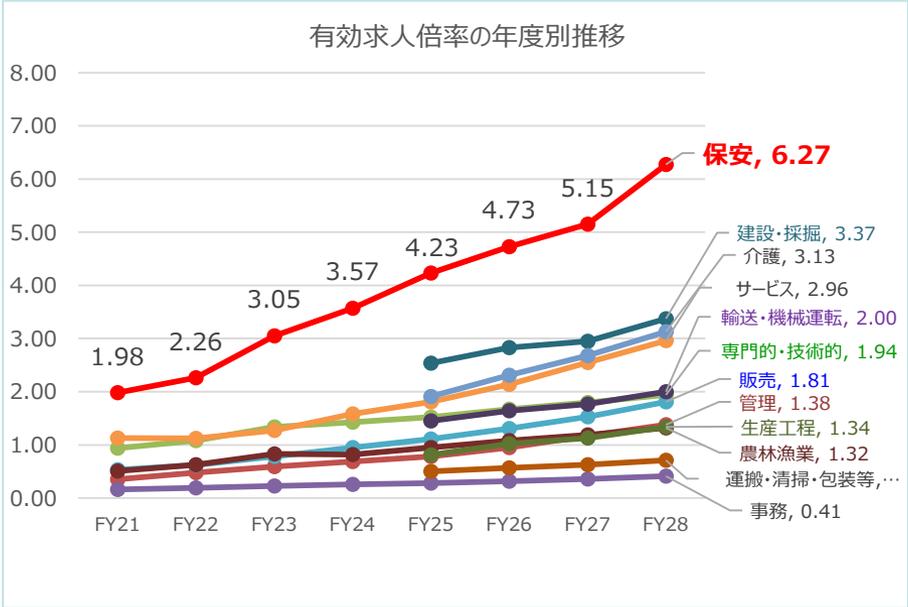
2021
スワンプーム国際空港 T2新設



(出典) HOK HP

供給側制約への懸念：航空分野の就労状況

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
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)」

出典：厚生労働省「職業安定業務統計」
※本統計における「保安の職業」とは、自衛官・司法警察職員・看守・消防・警備員・道路管理員・プール監視員を指し、正確に警備員のみを指すものではない。

《雇用形態、従業員確保に関する航空関連9社ヒアリング内容抜粋》 (H29年12月ヒアリング実施)

- グラウンドハンドリング業界は他の業界に比べ敬遠される傾向にあり、人材不足が大きな課題。
- 委託が2次、3次と重なるにつれて労働条件が厳しくなり、人材不足も顕著。また、雇用状況の把握も難しくなっており、委託先の撤退により問題が顕在化することもしばしばある。
- 離職率が高く、若手の採用が多いため有資格者が不足している。
- 離職率上昇への対策とし、給与水準の引き上げ等を実施。グラウンドハンドリング業務にかかるコスト増大。 等

「観光ビジョン」の目標達成に向けた機能強化

「観光ビジョン」に定める訪日旅行者数の目標

(2020年：4000万人、2030年：6000万人)

観光ビジョン 目標	空港機能の強化	管制容量の拡大
2020年 4000万人	<ul style="list-style-type: none">・<u>羽田飛行経路の見直し等</u> 首都圏空港の機能強化 (+約8万回)と、・他空港の機能強化 により対応	現行の管制容量で 対応可能
2030年 6000万人	<ul style="list-style-type: none">・<u>成田空港の滑走路増設・ 延長や夜間飛行制限の緩和</u>と、・他空港の機能強化 により対応	国内管制空域の 抜本的再編 により対応 (2024年度完了)

主要7空港における機能強化(概要)

	～2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度～
羽田			第2ターミナル増改築完了 国際線ターミナル増改築完了		
	2020年東京オリパラ競技大会までに飛行経路の見直し等により、空港処理能力を拡大するための取組を推進				
成田	(15年3月：管制機能の高度化により空港処理能力を拡大)		高速離脱誘導路等の整備により空港処理能力を拡大		
	成田空港の更なる機能強化（夜間飛行制限の緩和、第三滑走路の整備等）の実現に向けた取組を推進				
関空	1月：第2ターミナル（国際線）の開業 年度中：第1ターミナルビルの改修計画の検討				
中部			LCC専用ターミナルの開業		
新千歳	3月：管制運用の見直し等による発着回数拡大		国際線ターミナル地域再編		
福岡			国内線ターミナル地域再編（誘導路二重化等）		第2滑走路供用開始
那覇				第2滑走路供用開始 国際線ターミナル増改築完了	

1. 研究の背景

“航空イノベーション”への期待

空港間競争
の激化

旅客需要の拡大
インバウンドの拡大等

新たな課題
セキュリティ、
インフラ老朽化等

特に、供給側制約への懸念

[ハード面]
発着容量の確保
ターミナル容量の確保

+

[ソフト面]
・利用者サービス
・地上支援業務 等

“航空イノベーション”

1. 研究の背景

航空イノベーションの推進について

○目的

- ① 官民関係者の協調と気運醸成
- ② 自動化・ロボット、バイオメトリクス、A I、I o T、ビッグデータなど先端技術・システムの活用

○対象分野

- ① FAST 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 を当面の取組分野とする。

○連絡会による官民連携

「第1回航空イノベーション推進官民連絡会」

- ・開催日：平成30年1月30日
- ・会場：TIAT Sky Hall（東京国際空港国際線ターミナルビル）
- ・主催：国土交通省航空局、定期航空協会、
一般社団法人全国空港ビル協会
- ・参加者：主要航空会社、主要航空会社運営評議会(AOC)議長、
主要空港公社、主要空港ビル会社、国際航空運送協会
(IATA)、法務省入国管理局、財務省関税局、農林
水産省消費・安全局、厚生労働省医薬・生活衛生局

官民ロードマップ(抜粋)と進捗状況

分野	領域	例	フェーズI 省力化 (実証実験・試験運用)	フェーズII 省力化 (導入)	2020年 フェーズIII 自動化 (実証実験・試験運用)	フェーズIV 自動化 (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	ランバス自動運転 	自動運転レベル3 (運転者乗車。緊急時等に運転者が操作する必要)		自動運転レベル4、5(完全自動運転)		
手荷物	搭降載	自動積み付け/取り降ろし 			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 	★ 2017年 成田空港 【CYBERDYNE, ANA】	★ 2016年 羽田空港 【Power Stow, ANA】	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				
貨物	搬送	貨物ドリー、 牽引車自動運転 	自動運転レベル3 (運転者乗車。緊急時等に運転者が操作する必要)		自動運転レベル4、5(完全自動運転)		
	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				

※ 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】 2018.1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)】

空港における自動走行実証実験(2018年度)

<空港の制限区域内における自動走行の実証実験>

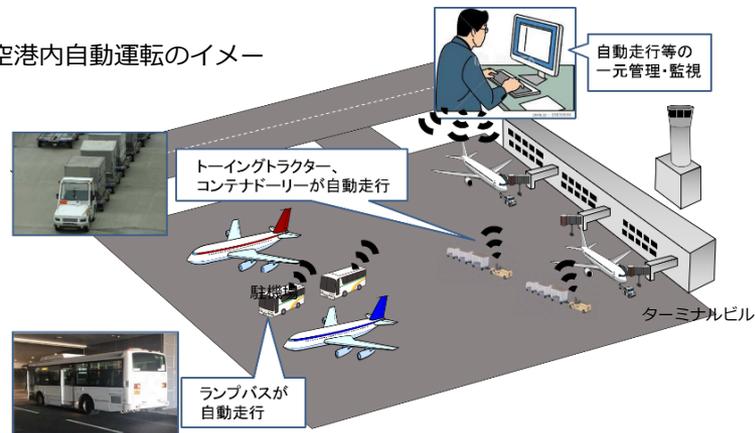
【想定内容】

- ◆ 乗客・乗員・作業員等の輸送
ルート例：ターミナルビルから駐機場まで 等

【進め方】

- ◆ 公募要領等に基づき、実験車両提供者を公募
- ◆ 空港や航空会社と調整した上で、実験実施者を選定
- ◆ 実証実験を実施し、有識者委員会で評価

【空港内自動運転のイメージ】



実証実験想定スケジュール

2018.4～

- 公募要領（要件）策定

2018.7～

6/26～7/27 実験車両提供者公募（公募時に実施空港提示）



- 参加要件・技術要件の確認

2018.10～



9/25 実験車両提供者、空港等決定

- 準備（調整、納車、設備設置）

実証実験

- ・ 模擬フィールド試験
- ・ 運用空間における実証実験

2019.1～

評価

【車両の一例】



羽田
成田
中部
仙台

※公募要領、実験車両提供者決定及び評価の際には、有識者委員会を開催。（第1回：2018年6月22日、第2回：9月25日）

旅客分野の新技術

PBB自動装着技術

《製品例》

パックスウェイ

新明和工業/日本

- 機体の10cm手前まで自動で寄り付くことが可能なPBB（搭乗橋）。
- 機体ドア位置を画像認証するためのカメラ、及びレーザー距離計を既存のPBBへ装着することにより、ボタン一つで操作することが可能。
- 2017年、徳島空港で実証実験を実施。



出典) 新明和工業公式WEBサイト、日本経済新聞

バス自動走行技術

《製品例》

Navya Autonom Shuttle

Navya社/フランス

- 自律走行型の電動自動車。GPSとLiDARやカメラ等のセンシングを併用し、自律走行が可能。
- 2017年には、NZやドイツの空港で試験導入が開始。フランクフルト空港では、空港内道路（ランプ外）で従業員移動用に使用されている。
- 日本では、SBドライブ社が2017年7月に港区芝公園内で実証実験を実施（自動運転レベル4）。



出典) Navya社公式WEBサイト、SBドライブ(株)公式WEBサイト、自動運転バス調査委員会資料

バス自動走行技術

《製品例》

自動運転バス

先進モビリティ社/日本

- 20人乗りの小型バス「日野・リエッセ」をベースとした自動運転バス。
- GPS・レーダーによる測位に加え、路面に埋設した磁器マーカをセンサーで検知し、あらかじめプログラムされたルートを行走することが可能。
- 2017年11月には、滋賀県の道の駅「奥永源寺溪流の里」周辺で実証実験を実施（自動運転レベル2、一部区間レベル4）。



出典) 国土交通省記者発表資料 (<http://www.mlit.go.jp/common/001202308.pdf>)

2. 研究の目的

- 東京オリンピック・パラリンピック(2020年)までにフェーズⅡの達成。
- 官民連携して、**実証実験等を実施**。当研究所では、安全性、施設整備・運用ルール等検討。
- 「航空イノベーション推進官民連絡会」において、**進捗状況をフォローアップ**。

フェーズⅠ
省力化
(実証実験等)

フェーズⅡ
省力化
(導入)

フェーズⅢ
自動化
(実証実験等)

フェーズⅣ
自動化
(導入)

2020年

航空機牽引車



< H30年度 >
遠隔操作試験
運用開始
(民間)

トレーリングタグ、貨物ドーリー



< H31年度 >
自動走行実証
実験開始
(官民連携)

ランプバス



< H30年度 >
自動走行実証
実験開始
(官民連携)

空港除雪車



< H31年度 >
自動走行車両
調査(官)

2. 研究の目的

- 自動走行車両導入に向けて、運用ルールの策定や所要の施設整備が必要。
- 実用化に向けて、空港制限区域内交通の動態や安全性・運用効率の確認が必要。
- 国内外でも実用化に向けた実証実験の途上。実績データは不十分。

海外空港での事例

ブリュッセル空港
(ランプバス)
2020年実証実験目標

ヒースロー空港
(貨物車両)
2018年自動走行実験

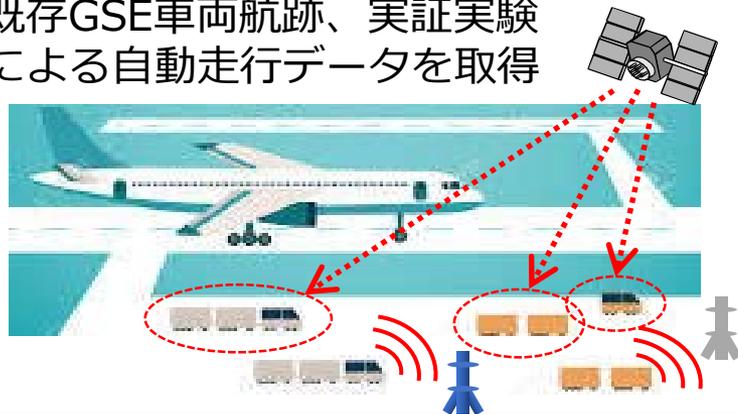
出所) ブリュッセル空港ニュース (2018/11/14)

<https://www.brusselsairport.be/pressroom/brussels-airport-and-de-lijn-start-pilot-project-with-self-driving-bus/>

出所) Oxbotica社プレス (2018/11/14)

<https://www.oxbotica.ai/iag-cargo-undertakes-autonomous-vehicle-trial-at-heathrow-airport/>

既存GSE車両航跡、実証実験
による自動走行データを取得



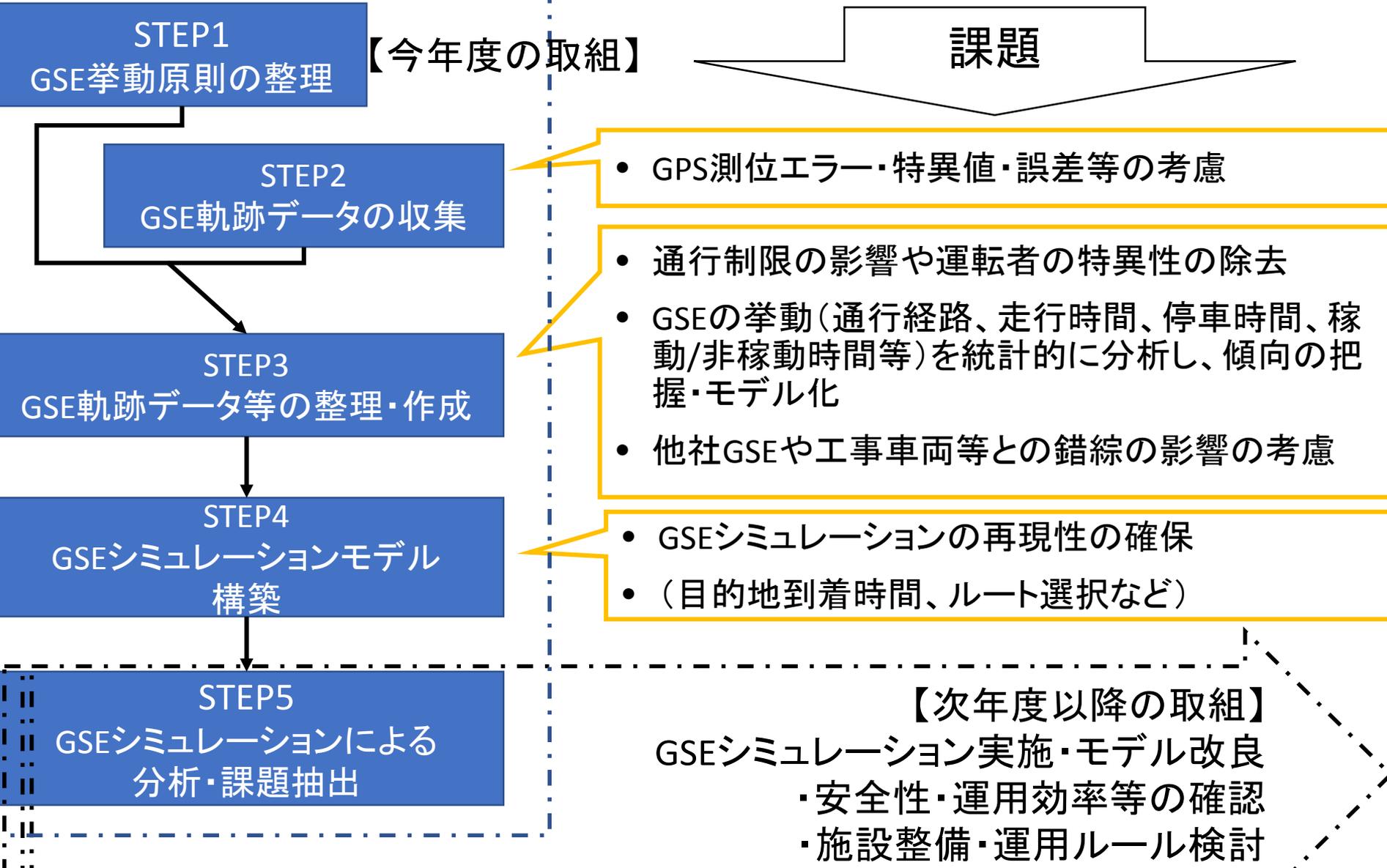
課題抽出!

施設対応、
ルール等検討

シミュレーション・分析

自動走行GSE車両導入時における空港制限区域内の交通流を再現し、安全性や運用効率を評価する手法(シミュレーションモデル)の開発を行う。

3. 研究の手法(作業フローと課題)



3. 研究の手法(GSE軌跡データ等の整理・作成)

STEP1: GSE挙動原則の整理

- ・空港運用管理規程、GSE運用ルールの把握

STEP2: GSE軌跡データの収集

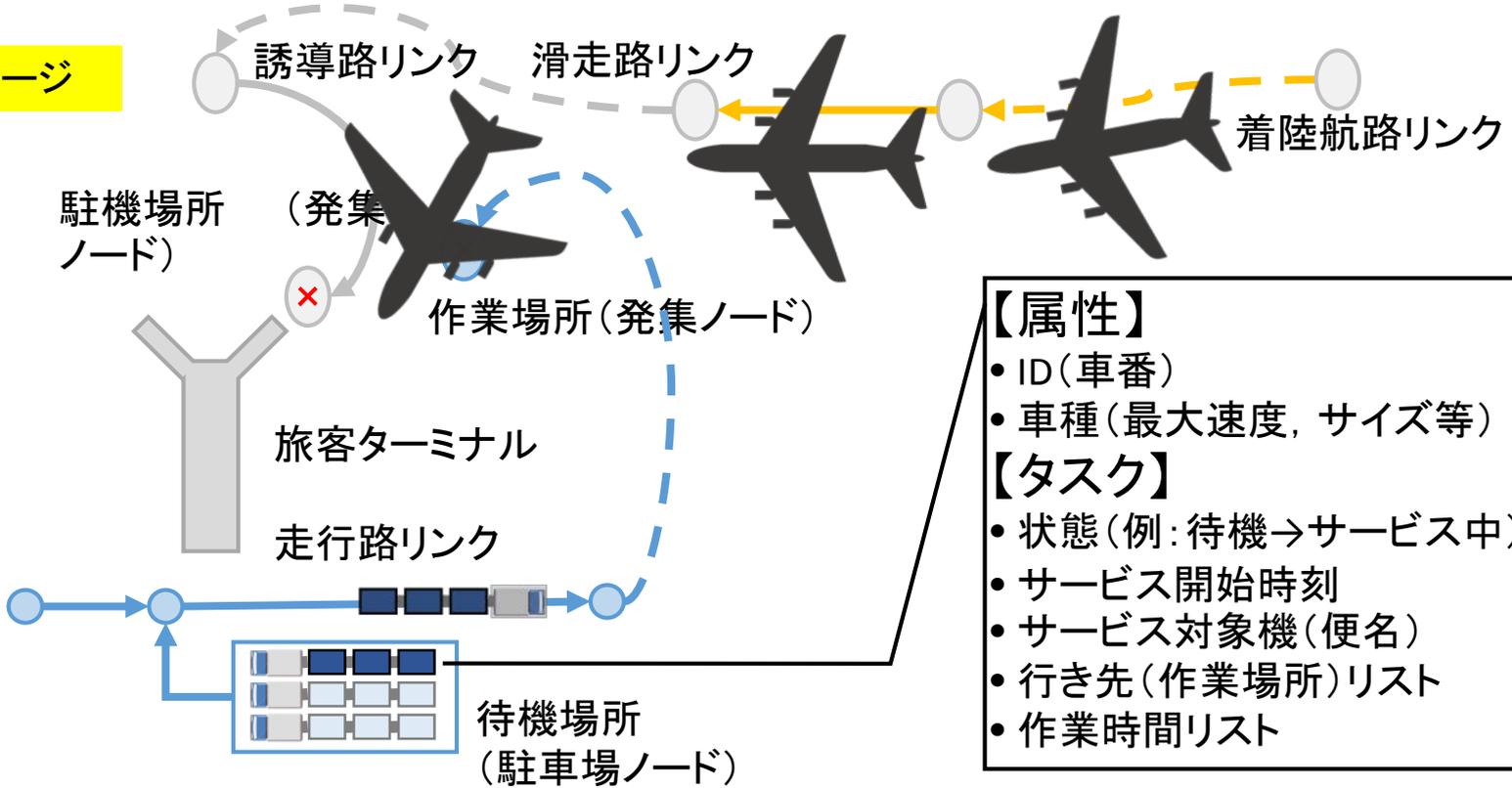
- ・通行制限区域の確認
- ・他社GSEや工事車両等との錯綜の確認



STEP3: GSE軌跡データ等の整理・作成

- ・GSE軌跡の補完、推計処理
- ・航空機種・運航スケジュールとの関係を考慮
- ・他社GSEや工事車両等による影響を考慮

イメージ



【属性】

- ・ID(車番)
- ・車種(最大速度, サイズ等)

【タスク】

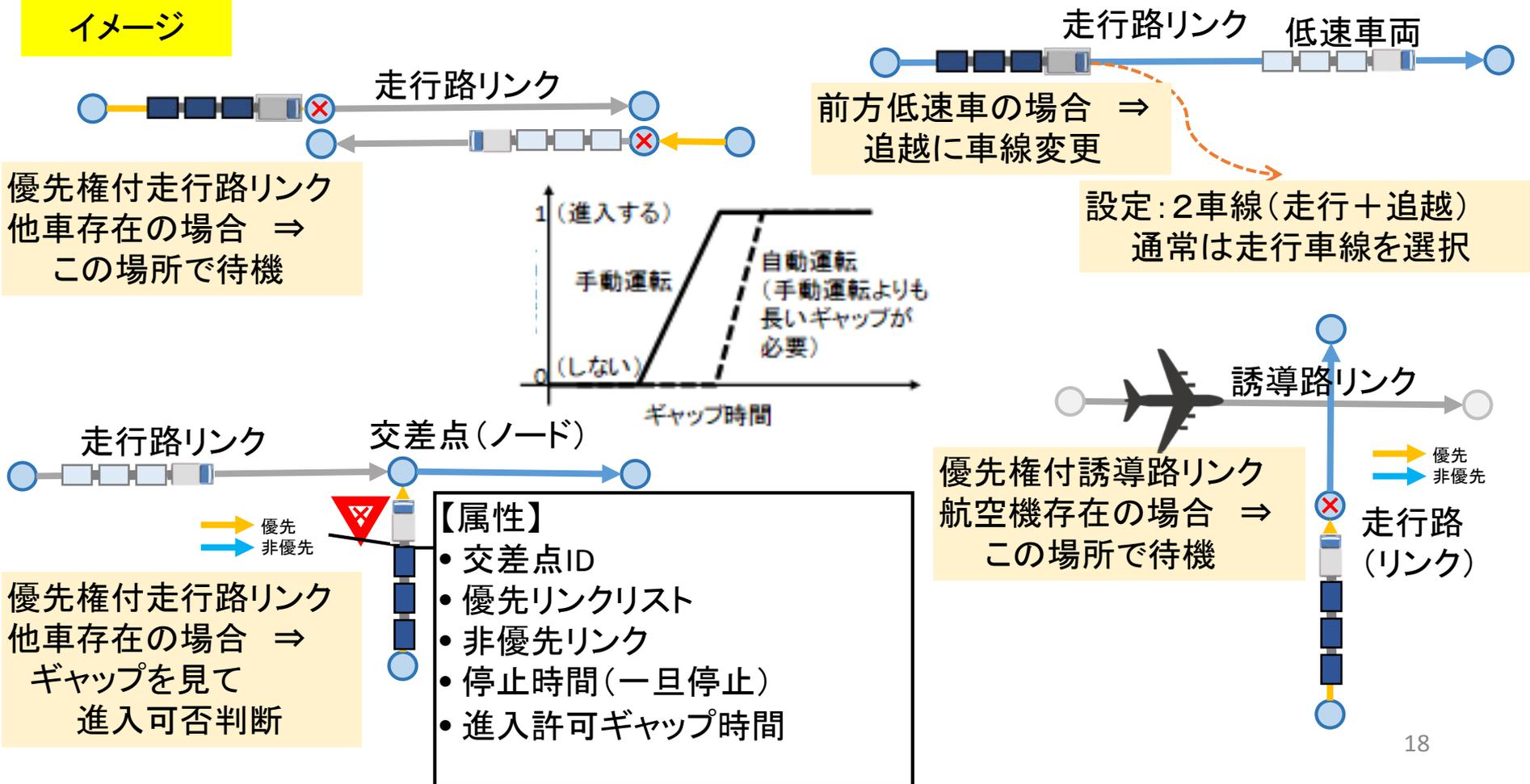
- ・状態(例: 待機→サービス中)
- ・サービス開始時刻
- ・サービス対象機(便名)
- ・行き先(作業場所)リスト
- ・作業時間リスト

3. 研究の手法(GSEシミュレーションモデルの構築)

STEP4: GSEシミュレーションモデルの構築

- ・道路交通シミュレーションソフト(AVENUE)を利用
- ・GSE(手動/自動運転)の走行原則のモデル化
- ・GSEの挙動・稼働状況の再現性検証(目的地到着時間、ルート選択等)

イメージ



3. 研究の手法(アウトプットのイメージ)

STEP5：シミュレーションによる分析・課題抽出

- ・ 将来シナリオの設定（自動運転車両混入率、自動運転GSEの走行原則等）
- ・ 安全性、効率性の評価方法の検討（渋滞箇所、ブレーキ回数、到着時間等）
- ・ シミュレーション結果の分析、運用面・施設面での課題抽出

将来シナリオ（イメージ）

設定年	自動走行の導入車種・混入率			自動走行車両の技術動向の想定
	マイクロバス	トーイングタグ	・・・	
2020	25%	10%	・・・	センシング精度・制御技術の向上等による車間の短縮化
2025	50%	25%	・・・	車車間通信による信号無し交差点での合流や通行等に要する時間の短縮化
2030	100%	50%	・・・	車車間通信可能な車両の増加による追従可能車両の増加

安全性、効率性の評価方法（イメージ）

入力条件	出力内容（評価方法）	視点
<ul style="list-style-type: none"> ・ 将来シナリオ ・ 航空機の運航スケジュール ・ GSE作業タスクスケジュール 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 交差点等要注意箇所でのGSE集中発生回数、台数 ・ 各GSEのブレーキ回数 	安全性
	<ul style="list-style-type: none"> ・ GSEの動線集中等に伴う作業場所への到着遅れ発生状況 ・ 各GSEの走行時間、総走行時間（手動／自動運転別） 	効率性

以上、

ご清聴有り難うございます。

【出典等】

・p3、p5～p13

国土交通省航空局公表資料に基づく。一部時点修正。

※ 航空イノベーション推進官民連絡会第1回(平成30年1月30日)

※ 空港制限区域内の自動走行に係る実証実験検討委員会第1回(平成30年6月22日)、第2回(9月25日)

・p4

JNTO(日本政府観光局)作成資料に基づく。

・p14

写真等の一部資料は、国土交通省航空局作成資料(上記)に基づく。

・p15

※ ブリュッセル空港ニュースリリース(2018/11/14閲覧)

<https://www.brusselsairport.be/pressroom/brussels-airport-and-de-lijn-start-pilot-project-with-self-driving-bus/>

※ Oxbotica社プレスリリース(2018/11/14閲覧)

<https://www.oxbotica.ai/iag-cargo-undertakes-autonomous-vehicle-trial-at-heathrow-airport/>