

駐機場内のGSEの自動走行化に向けた 基礎調査業務 進捗

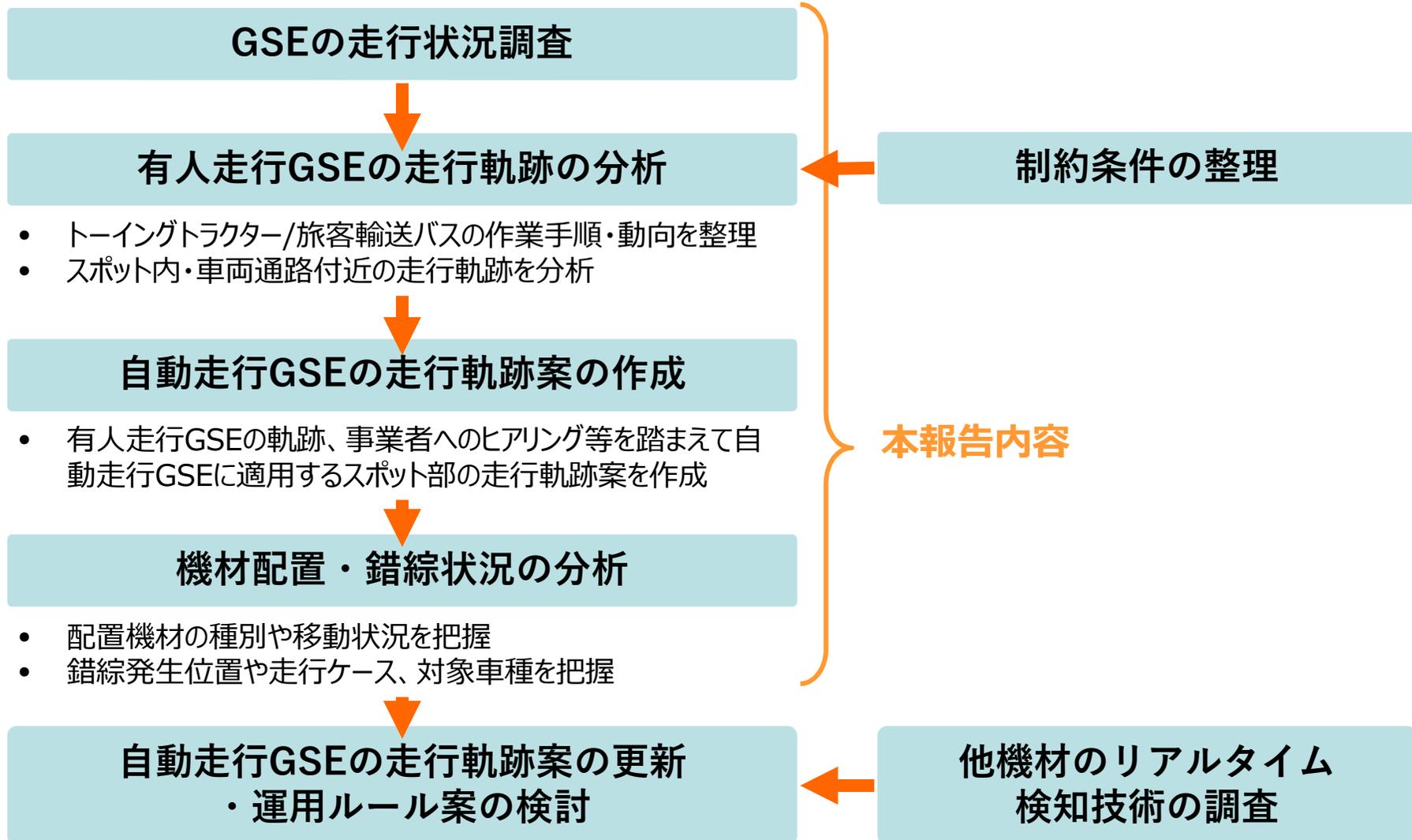
令和5年2月

国土技術政策総合研究所 空港計画研究室

1. 駐機場内のGSEの自動走行化に向けた基礎調査業務———2
2. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析———3
3. 自動走行GSEの走行軌跡案の作成———8
4. 機材配置・錯綜状況の分析———13
5. 今後の検討内容———17

1. 駐機場内のGSEの自動走行化に向けた基礎調査業務 国土交通省

- ・駐機場内におけるトーイングトラクター（TT）及び旅客輸送バスの自動化（レベル4相当）に向けて、自動走行GSEの走行軌跡案、駐機場内GSEの運用ルール案を検討。
- ・上記の検討にあたり、有人走行GSEの軌跡分析結果を踏まえた自動走行GSEの走行軌跡案の作成、駐機場内の機材配置・錯綜状況の分析を実施。



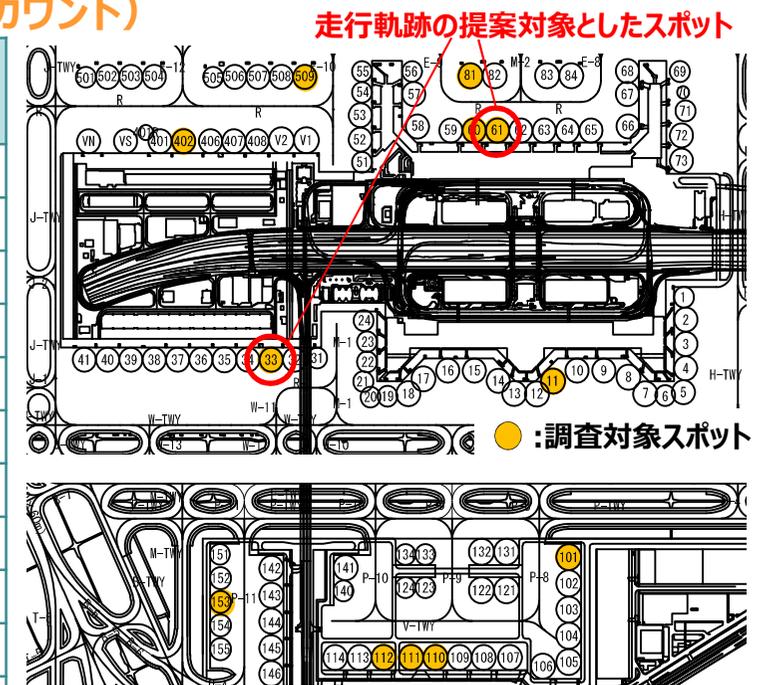
2. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (1/5)

● GSEの走行状況調査の概要

項目	内容
調査対象場所	● 東京国際空港 固定・オープンスポット (国内線・国際線)
調査方法	● ターミナルビル屋上、オープンスポットエプロン照明灯柱からのビデオ撮影
調査日	● 2022年1月21日、27日、28日 (前回委員会で報告) ● 2022年10月18日、19日

取得した全走行データ (航空機への寄付き・離脱セットで1カウント)

調査対象スポット			調査 日数	トイングトラクター		旅客輸送 バス
				前方貨物	後方貨物	
国内線 T1	固定	#11	1	25	49	-
	OP	#33	1	3	1	4
国内線 T2	固定	#60	1	15	26	-
		#61	1	18	25	-
	OP	#81	1	1	3	15
		#402	1	3	2	1
		#509	2	1	3	13
国際線 T3	固定	#110	2	36	34	-
		#111	1	20	13	-
		#112	1	26	25	-
	OP	#101	1	13	15	2
		#153	1	6	5	1
合計データ数				167	201	36



走行軌跡の提案対象としたスポット

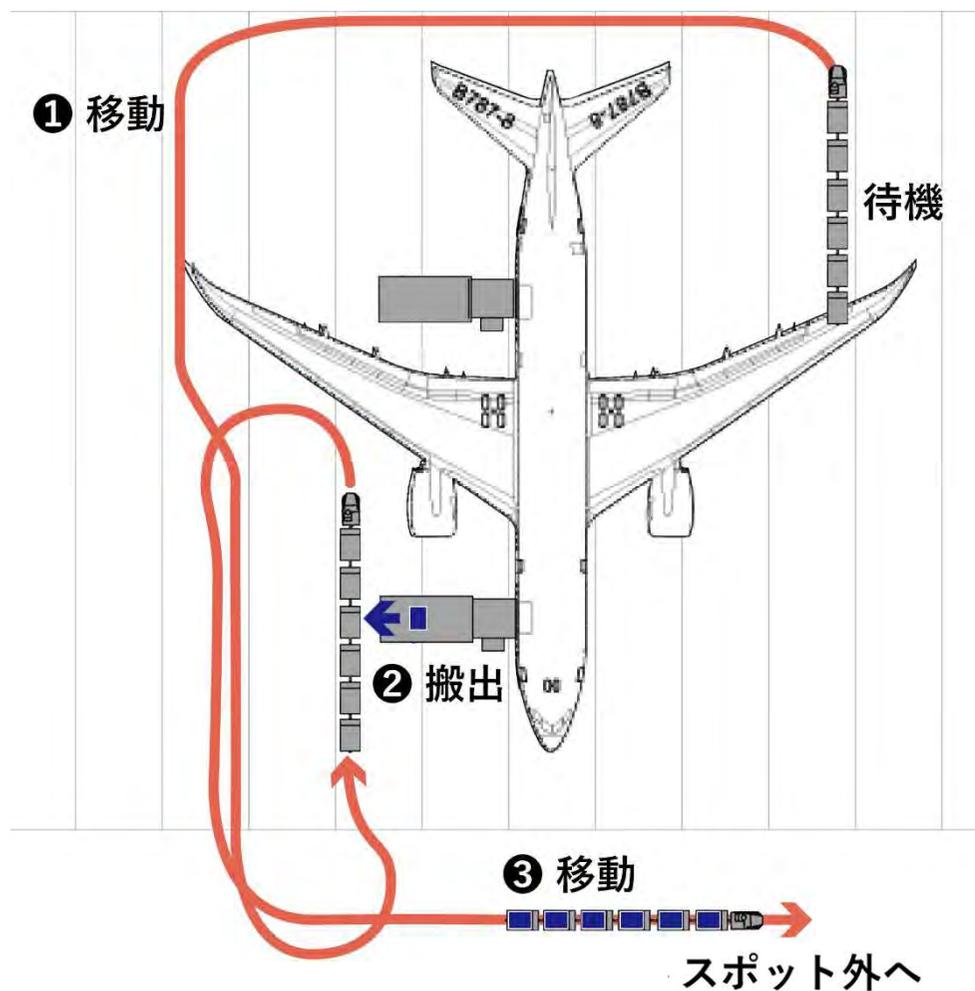
● :調査対象スポット

走行軌跡の提案対象スポット (#61, #11) の選定理由

- ① 車両通路との位置関係、隣接スポットの並び方が標準的 (側方に車両通路がなく、隣接スポットと並列に配置)
- ② 航空機の1日当たりのスポット利用回数が多い

2. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (2/5)

- トローイングトラクターの走行軌跡と作業手順の例 (国内線固定#61スポットの例)



②搬出の状況

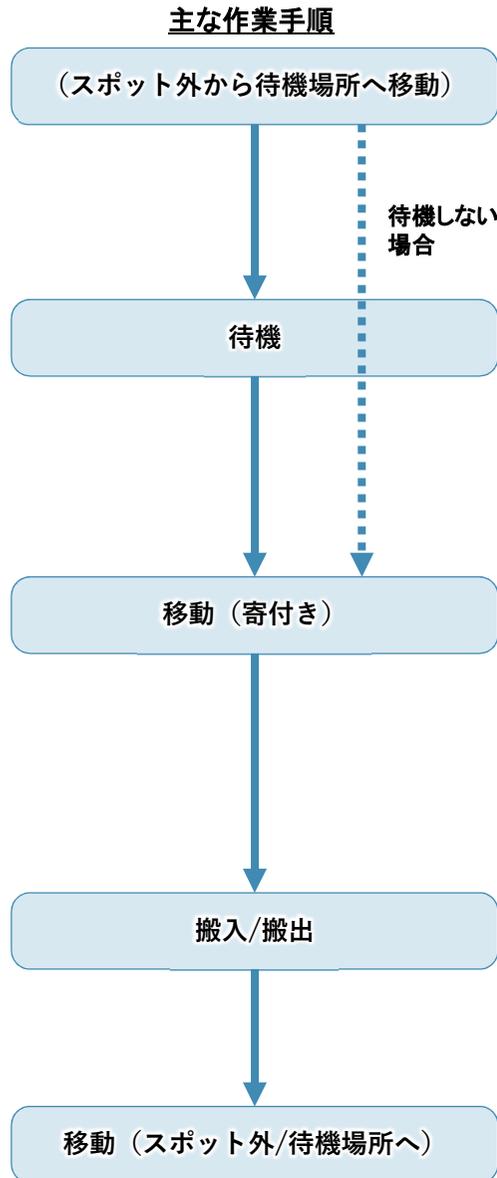


③移動 (スポット外へ) の状況



2. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (3/5)

● 走行軌跡の分析結果の概要 (トーイングトラクター-前方貨物)



走行軌跡の特性と分岐パターン

待機場所への移動の特性

《分岐：待機場所》

- 航空機後方で待機
- 航空機右前方または側方で待機
- ⇒分岐要因 (推定)
- スポット外からの移動経路
- 他の車両・機材の配置状況

《分岐・要因：待機場所の経由の有無》

- 待機せずに搬入/搬出作業に入る場合は直接寄付きへ向かう

寄付き時の走行軌跡の特性

《共通》

- 航空機後方に向かう形で旋回して寄付き

《分岐・要因：寄付き動線の線形》

- 待機場所を経由しない場合は車両通路から直線状に寄付き
- 待機場所からは円弧または8の字状に寄付き

《分岐・要因：寄付き時の旋回方法》

- ドーリーの連結数が多いと大回りで寄付き
- 連結数1台の場合、小回り+バック走行により寄付き

搬入/搬出時の走行軌跡の特性

《分岐・要因：搬入/搬出作業中の走行》

- コンテナ数が多い場合、二段階で車両を動かし搬入する場合がある

スポット外への走行軌跡の特性

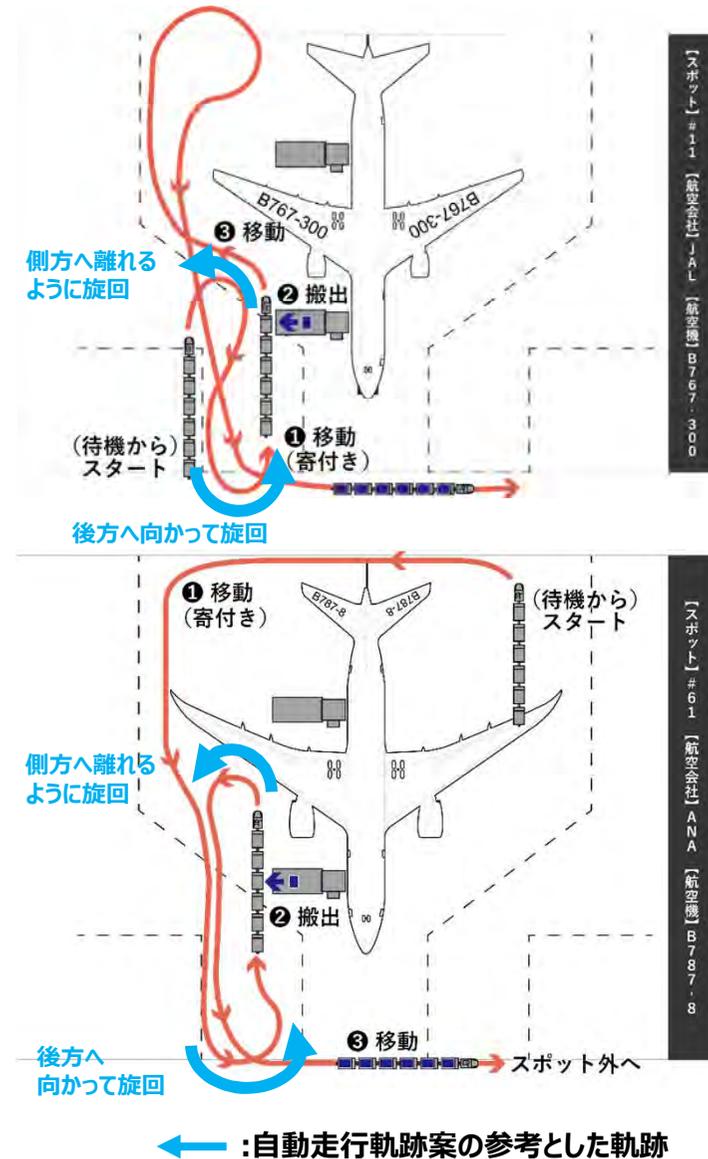
《共通》

- 搬入・搬出後に、航空機側方に向かって離れるように旋回して離脱

《分岐・要因：旋回動線》

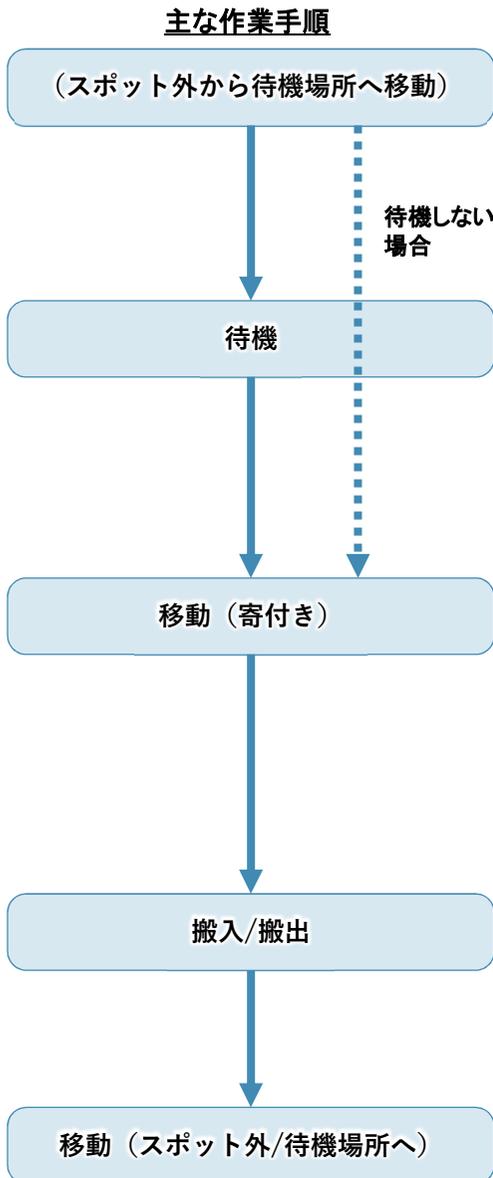
- 航空機前方で方向転換できるエリアがないとき、航空機後方で旋回
- ドーリーの連結数が多いと大回りで旋回

トーイングトラクターの走行軌跡の例



2. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (4/5)

● 走行軌跡の分析結果の概要 (トーイングトラクター後方貨物)



走行軌跡の特性と分岐パターン

待機場所への移動の特性
 <<分岐：待機場所>>
 ● 航空機後方で待機
 ● 航空機側方（翼端付近）で待機
 ⇒分岐要因（推定）
 ● スポット外からの移動経路
 ● 他の車両・機材の配置状況

<<分岐・要因：待機場所の経由の有無>>
 ● 待機せずに搬入/搬出作業に入る場合は直接寄付きへ向かう

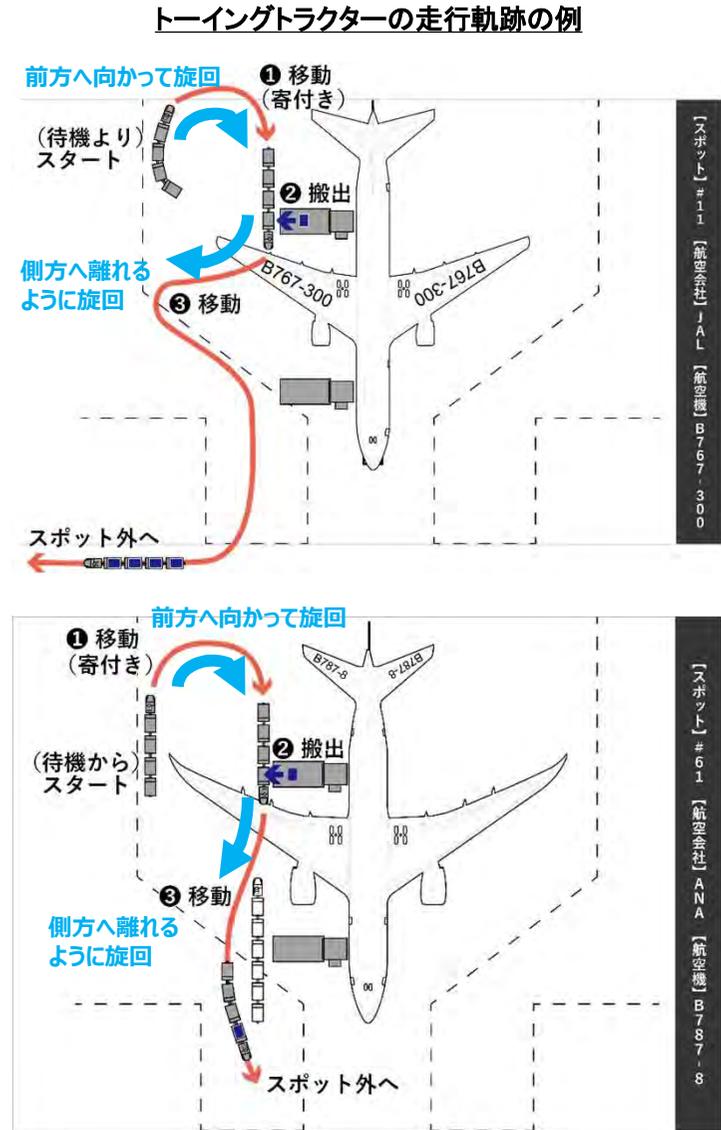
寄付き時の走行軌跡の特性
 <<共通>>
 ● 航空機前方に向かって旋回して寄付き

<<分岐・要因：寄付き時の旋回方法>>
 ● ドーリーの連結数が多いと曲線半径の大きい大回りで寄付き
 ● 連結数1台の場合、小回り+バック走行により寄付き

搬入/搬出時の走行軌跡の特性
 <<分岐・要因：搬入/搬出作業中の走行>>
 ● コンテナ数が多い場合、二段階で車両を動かし搬入する場合がある

スポット外への走行軌跡の特性
 <<共通>>
 ● 搬入・搬出後に、航空機側方に向かって離れるように旋回して離脱

<<分岐・要因：迂回動線>>
 ● 前方に車両がある場合、車両を避ける軌跡をとる場合がある
 ● ドーリーの連結数が多いと大回りで迂回



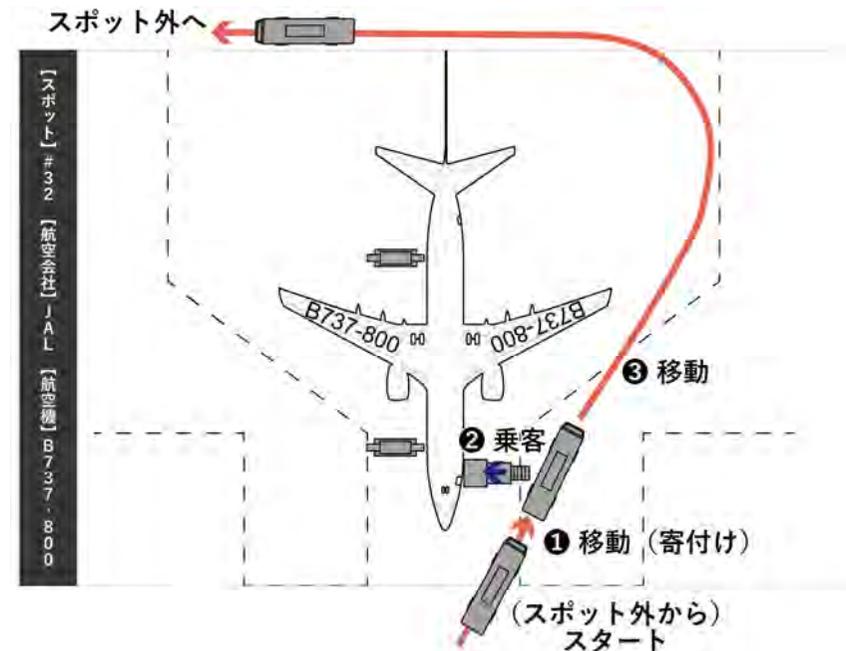
← :自動走行軌跡案の参考とした軌跡

2. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (5/5)

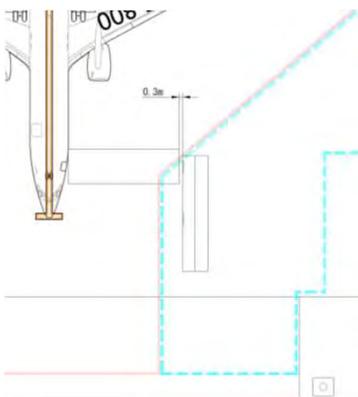
● 走行軌跡の分析結果の概要 (旅客輸送バス)

- ステップカーに対して斜めに寄付きが基本
- 離脱動線は、隣接スポットと航空機後方への迂回の2とおり
- 複数台配車時・雨天（または強風時）は、寄付き方法が異なる

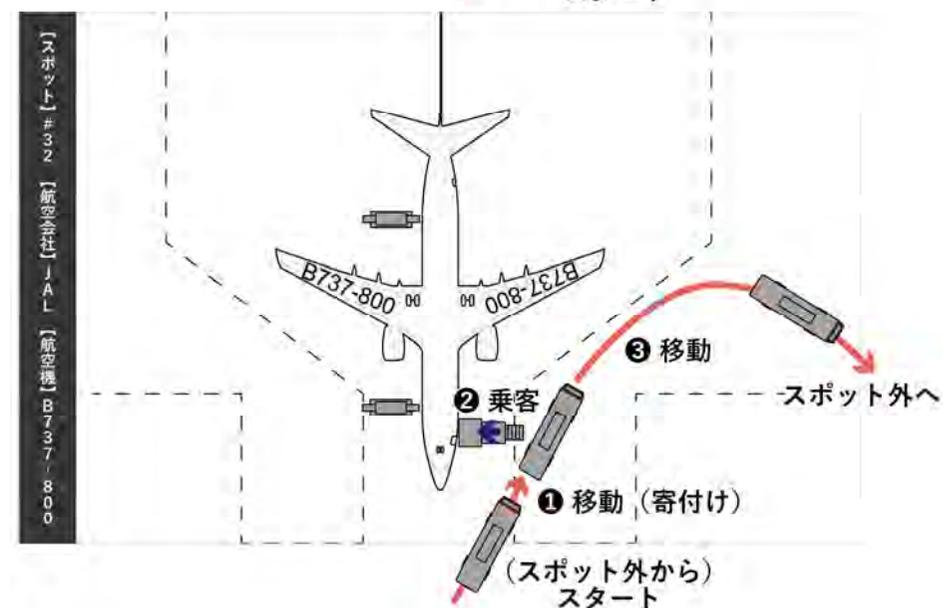
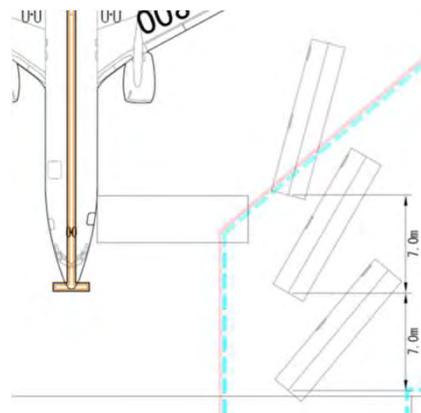
旅客輸送バスの走行軌跡の例



【雨天時】
前側ドアで近接して寄付き

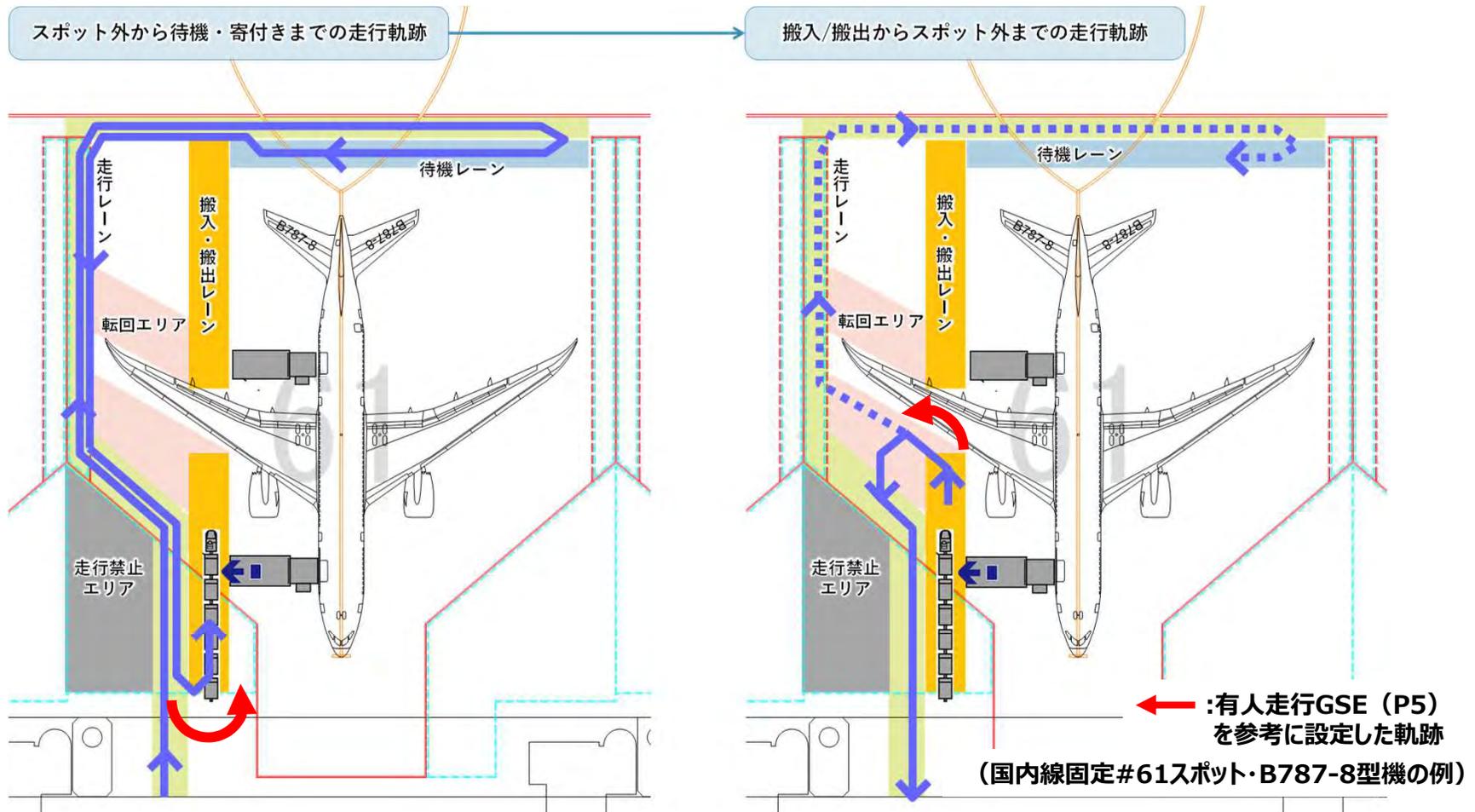


【複数配車時】
扇状に角度を変えて寄付き



3. 自動走行GSEの走行軌跡案の作成 (1/5)

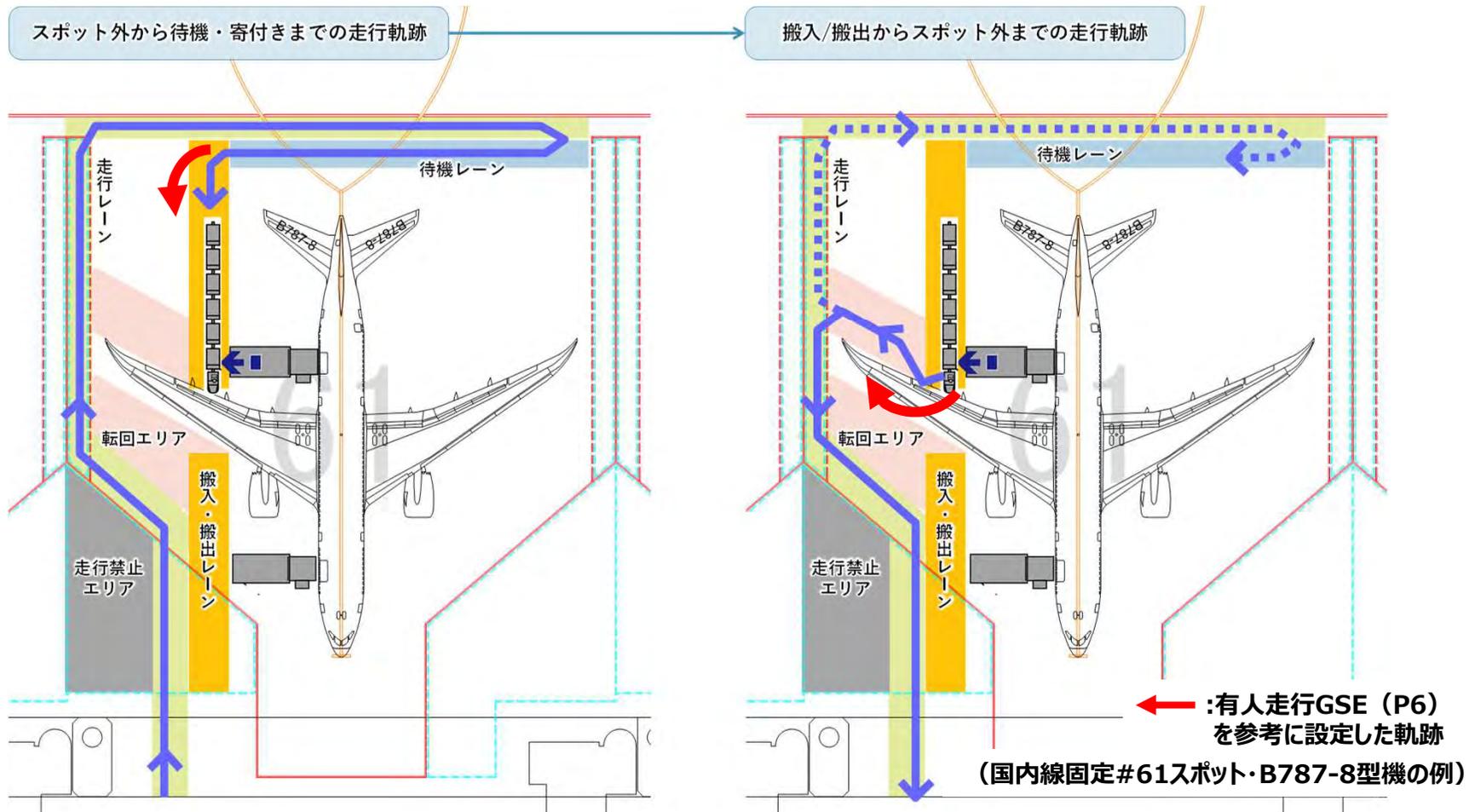
走行軌跡の作成における基本的な考え方 (トイングトラクター前方貨物)



- 有人走行GSEの軌跡を参考に、寄付き時はスポット外側から旋回、離脱時は航空機側方へ旋回する軌跡を設定
- 比較的待機エリアを確保しやすい航空機後方に待機レーンを設定 (事業者ヒアリングより)
- 機翼を回避して航空機後方へ移動するため、スポット側方の機材待機区域を走行レーンとして利用 (ゾーニング)
- 航空機前方の機材待機区域は、GSEの置場として利用されているため、走行禁止とする (走行禁止エリア)
- 安全性等の観点から、航空機前方の車両通路からの出入りを想定

3. 自動走行GSEの走行軌跡案の作成 (2/5)

● 走行軌跡の作成における基本的な考え方 (トイングトラクター後方貨物)

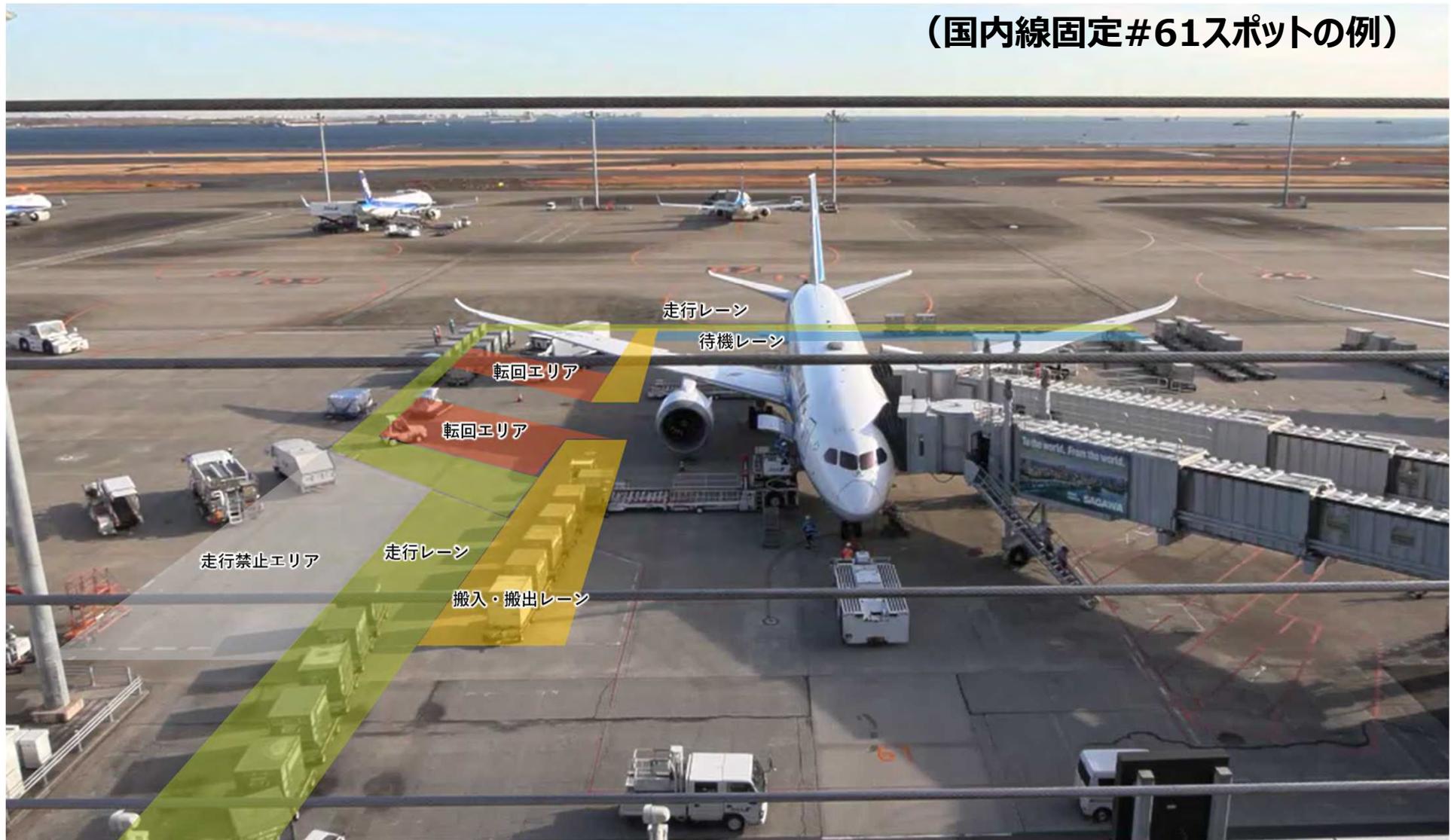


- 有人走行GSEの軌跡を参考に、寄付き時はスポット外側から旋回、離脱時は航空機側方へ旋回する軌跡を設定
- 比較的待機エリアを確保しやすい航空機後方に待機レーンを設定 (事業者ヒアリングより)
- 機翼を回避して航空機後方へ移動するため、スポット側方の機材待機区域を走行レーンとして利用 (ゾーニング)
- 航空機前方の機材待機区域は、GSEの置場として利用されているため、走行禁止とする (走行禁止エリア)
- 安全性等の観点から、航空機前方の車両通路からの出入りを想定

3. 自動走行GSEの走行軌跡案の作成 (3/5)

- 走行軌跡の作成における基本的な考え方 (トーイングトラクター)
ゾーニングイメージ

(国内線固定#61スポットの例)



3. 自動走行GSEの走行軌跡案の作成 (5/5)

- 走行軌跡の作成における基本的な考え方 (旅客輸送バス)
ゾーニングイメージ

(国内線オープン#33スポットの例)



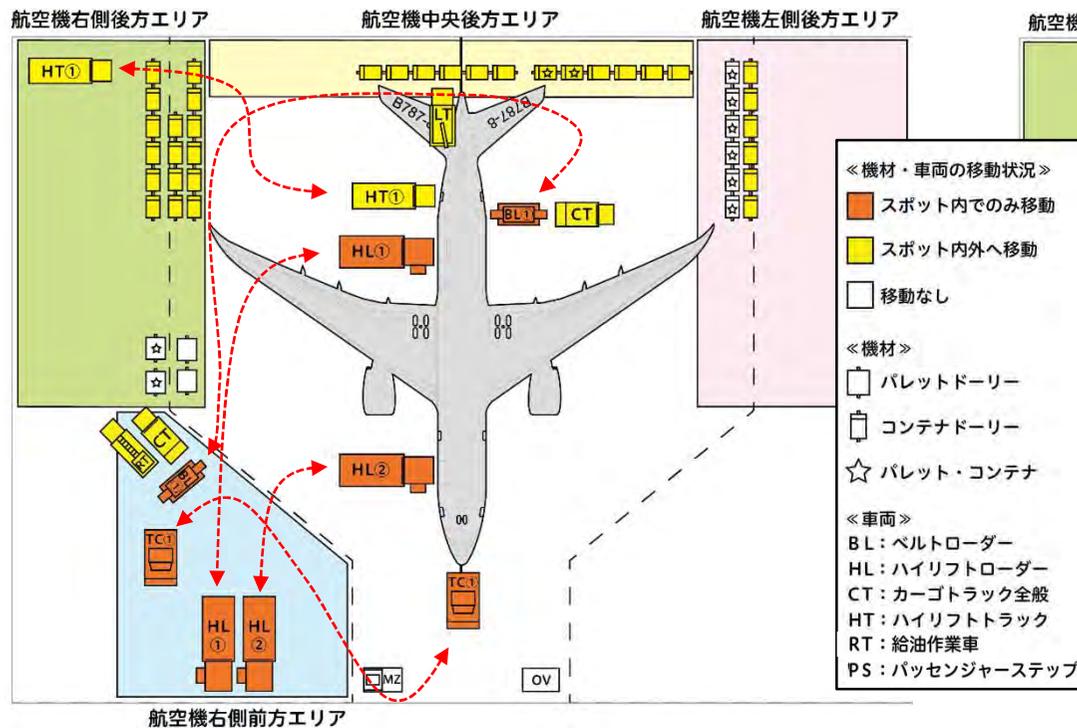
4. 機材配置・錯綜状況の分析 (1/4)

自動走行GSEの走行軌跡設定や運用ルールを検討に向けて、走行調査により取得したデータから、スポット内の機材配置状況と有人走行GSEの錯綜状況を分析

機材配置状況は、エリアごとの配置機材の種別と移動状況を把握

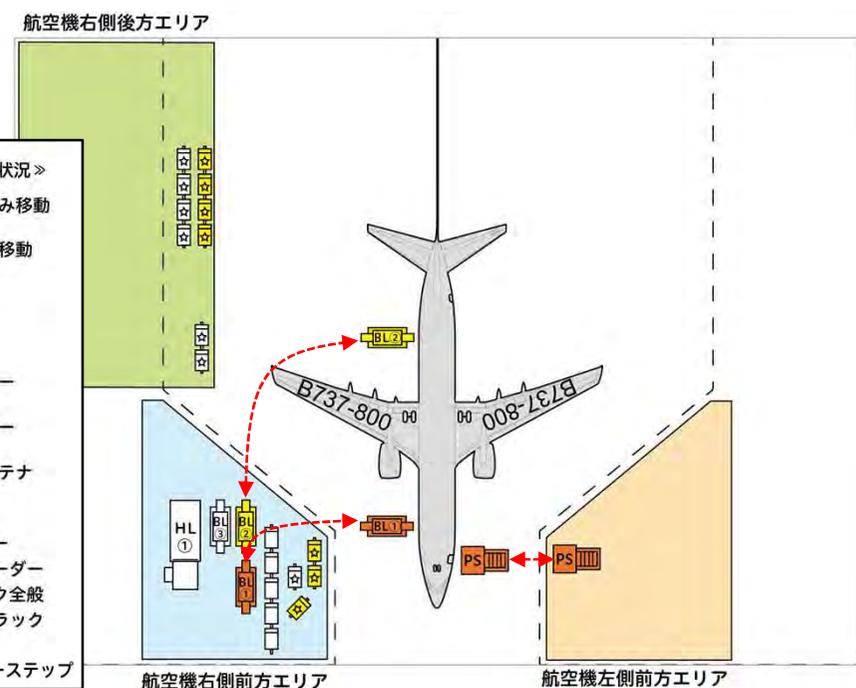
- ハイリフトローダー、ベルトローダー、ハイリフトトラックは基本的に航空機右側前方エリアに配置
- オープンスポットで使用されるパッセンジャーステップカーは航空機左側前方エリアに配置
- 概ね標準的なスポット形状である#60,61スポットと#110~112スポットでは右側後方と中央後方エリアへの機材配置が多い

固定スポットの機材配置状況の例



(国内線固定#61スポット・B787-8型機の例)

オープンスポットの機材配置状況の例



(国内線オープン#33スポット・B737-800型機の例)

4. 機材配置・錯綜状況の分析 (2/4)

有人走行GSEの錯綜状況について、発生位置や走行ケース、錯綜対象の車種を把握

- 錯綜状況は、①搬入・搬出作業の順番待ち、②トーイングトラクター同士の進路の譲り合い、③他車両 (TT・バス以外のGSE) の進路を確保する対応 の3種類 (観測した368走行中28回) を確認
- 旅客輸送バスの錯綜状況は取得データでは確認されなかった
- ①順番待ちは、縦一列での待機が多いが、パレットドレーでは2列での待機も確認

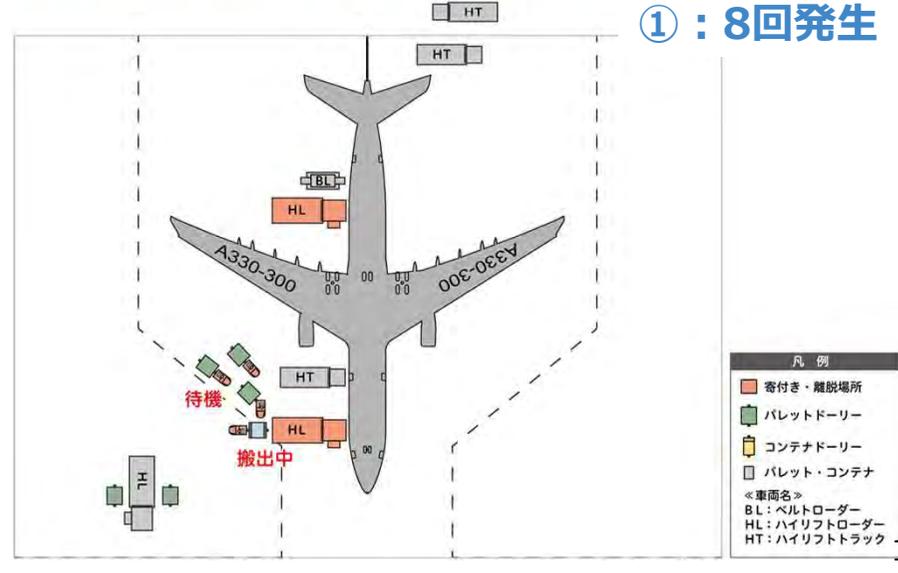
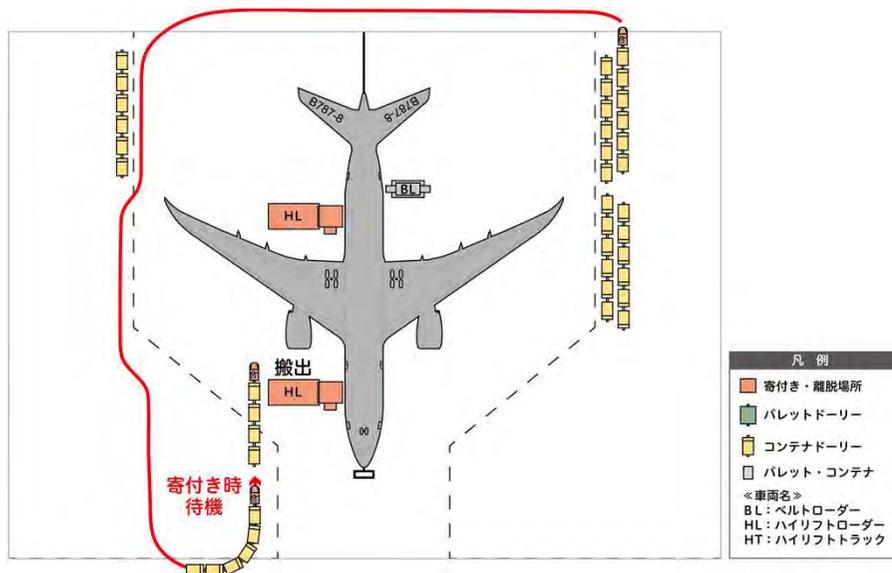
①搬入・搬出作業の順番待ちの例 (1)

国内線・固定 #60スポット



①搬入・搬出作業の順番待ちの例 (2)

国際線・固定 #110スポット



① : 8回発生

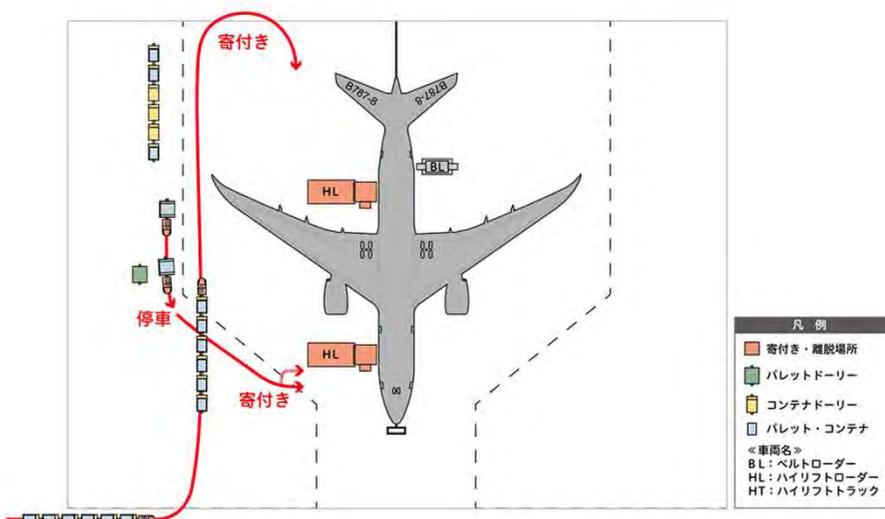
4. 機材配置・錯綜状況の分析 (3/4)

- ② トーイングトラクター同士の進路の譲り合いは航空機右前方と右側方エリアで確認
- お互いの進路が交差する場合や他のトーイングトラクターによって進路がふさがれている場合に、停車や位置調整により対応

② TT同士の進路の譲り合いの例 (1)



② TT同士の進路の譲り合いの例 (2)

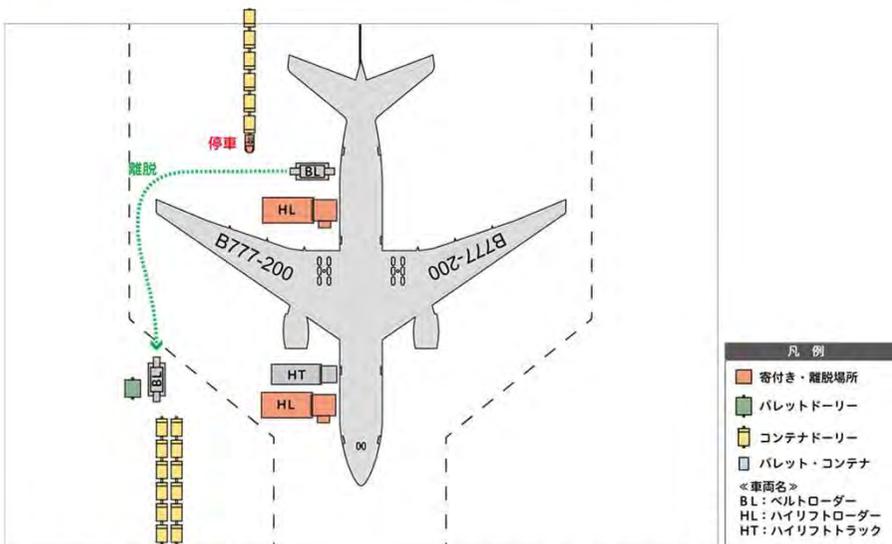


4. 機材配置・錯綜状況の分析 (4/4)

- ③他車両の進路確保は、ベルトローダーやハイリフトトラックの航空機からの離脱時等で発生
- 全てトーイングトラクター側が停車や位置調整等を行い、ベルトローダーやハイリフトトラックの進路を確保するような対応を確認

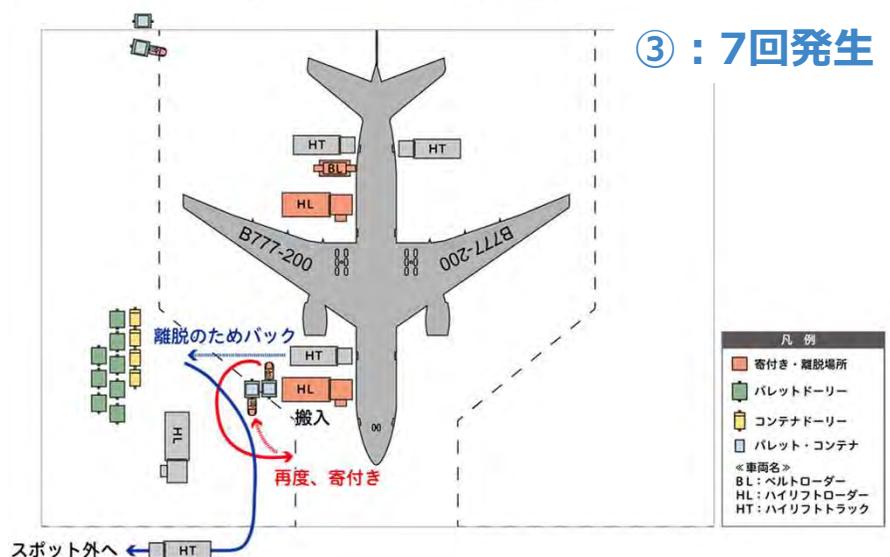
③他車両の進路を確保するための対応の例 (1)

国内線・固定 #11スポット



③他車両の進路を確保するための対応の例 (2)

国際線・固定 #110スポット



5. 今後の検討内容

調査・分析結果を踏まえ、以下の検討を実施予定

- 機材配置・錯綜状況の分析結果に基づく自動走行GSEの走行軌跡案の更新
(走行軌跡の精査、一時停止位置の追加等)
- GSEの自動走行化のためのスポット内における運用ルール案の検討
- リアルタイム検知技術の調査
- 関係者ヒアリング
- 適用に向けた留意点・課題点の整理