

令和3年度 GSEの走行軌跡の検討に関する 基礎調査業務 結果・進捗

令和4年3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走行軌跡の調査—————2
2. ビデオ撮影による映像データの一例—————5
3. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析—————7
4. GSE自動走行における制約条件—————11
5. 今後の検討内容—————13

【本調査の背景・目的】

トイングトラクター、旅客輸送バスの自動運転レベル4導入に向けた空港内インフラ整備に際し、エプロンスポット部における自動走行GSEの走行軌跡の定型化が必要となる。

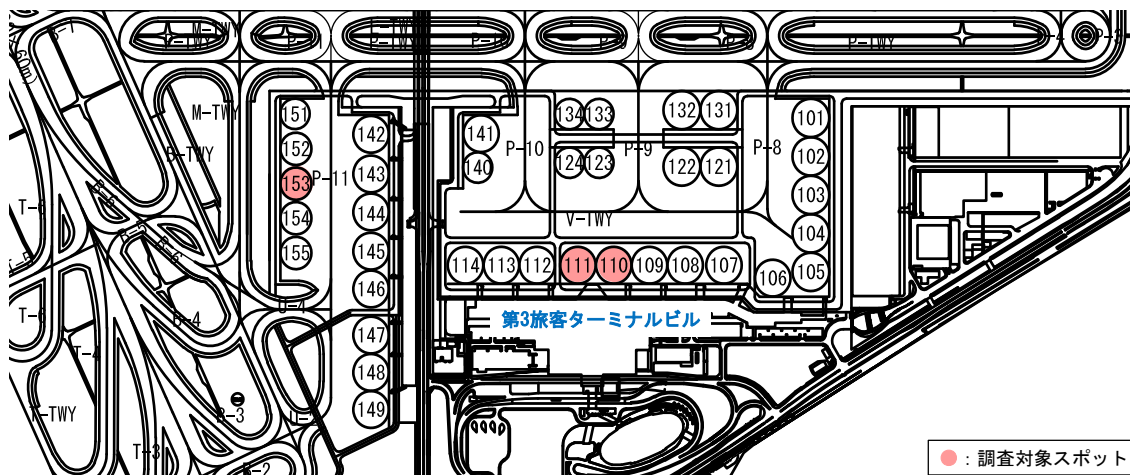
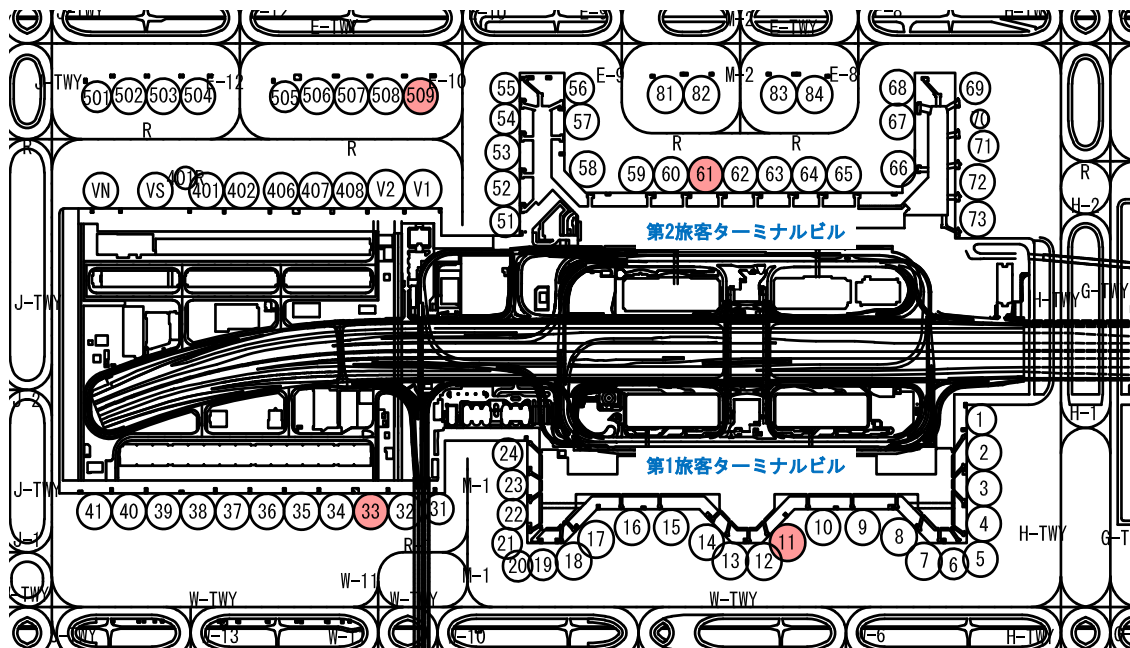
本調査では、自動走行GSEを走行させるための定型的な走行軌跡を検討することを目的とし、現在の有人走行GSEがスポット部の航空機側周辺を走行する際の走行軌跡を把握・分析する。

GSE走行軌跡調査の概要

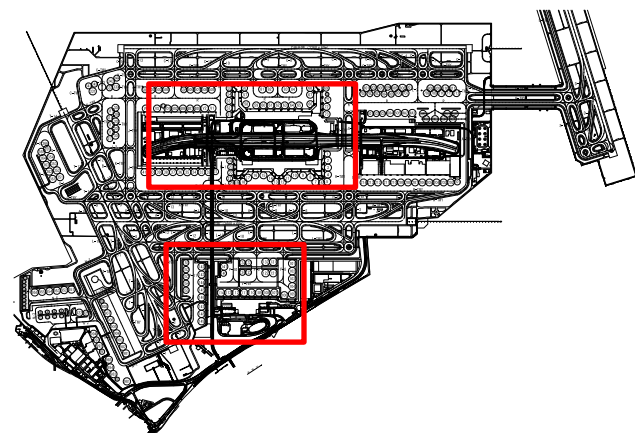
項目	内容
調査対象場所	<ul style="list-style-type: none">● 東京国際空港 (国内線・固定) # 11、# 61スポット (国内線・オープン) # 33、# 509スポット (国際線・固定) # 110、# 111スポット (国際線・オープン) # 153スポット
調査対象GSE	<ul style="list-style-type: none">● トイングトラクター、旅客輸送バス
調査方法	<ul style="list-style-type: none">● ターミナルビル屋上、オープンスポットエプロン照明灯柱からのビデオ撮影● 旅客輸送バスへのGPS受信機設置
調査日	<ul style="list-style-type: none">● 2022年1月21日 (# 11スポット) ※ビデオ撮影のみ● 2022年1月27日 (# 33、# 61、# 509スポット)● 2022年1月28日 (# 110、# 111、# 153スポット)
協力体制	<ul style="list-style-type: none">● 東京空港交通株式会社 (※ヒアリング調査協力 + GPS受信機設置の協力)● 日本航空株式会社 (※ヒアリング調査協力)● 日本空港ビルデング株式会社、東京国際空港ターミナル株式会社 (※調査協力)● 国土交通省航空局空港技術課、東京航空局東京空港事務所 (※調査・各種調整協力)

1. 駐機場内のGSE走行軌跡の調査 (2/3)

● 調査対象スポット



● : 調査対象スポット

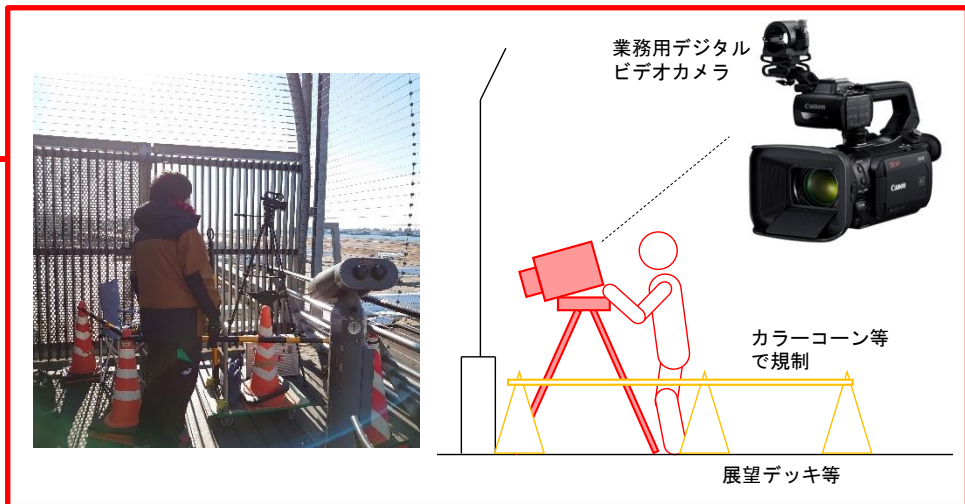
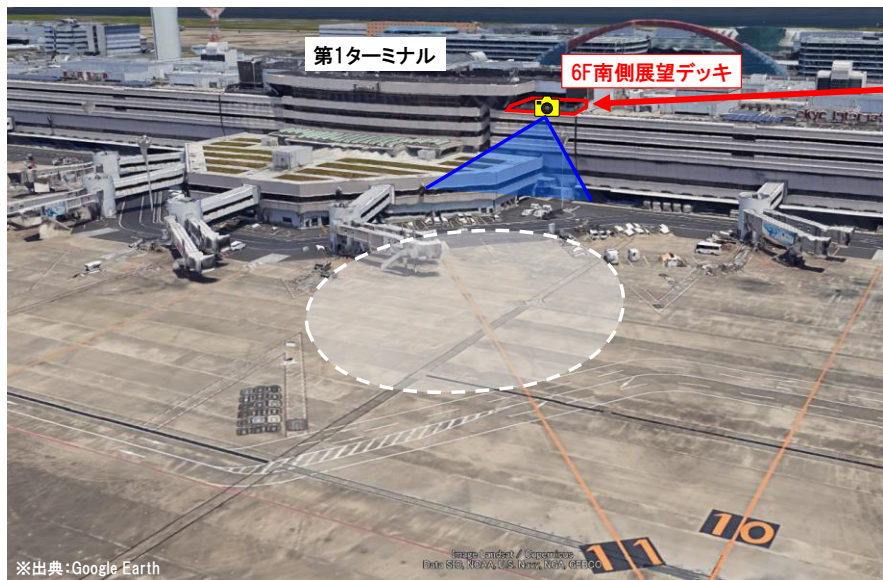


【対象スポット選定基準】

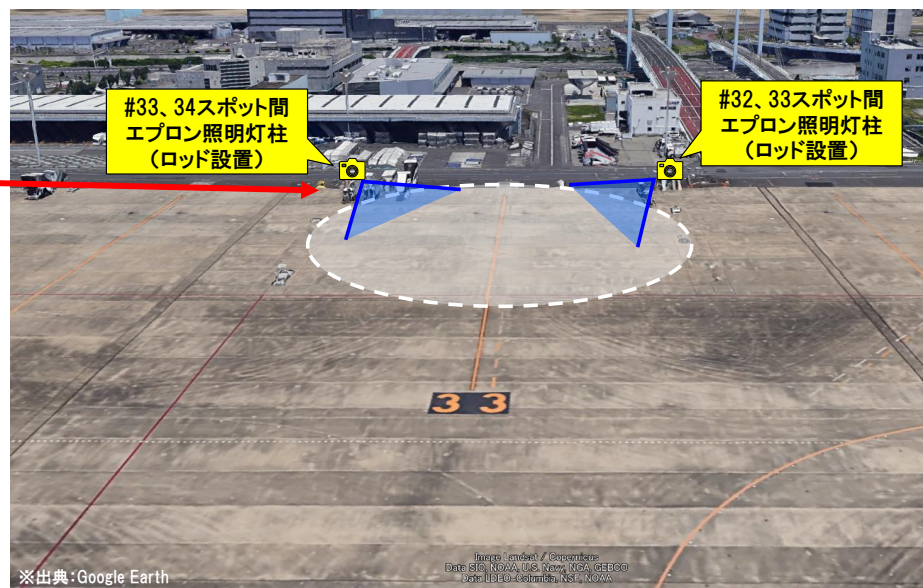
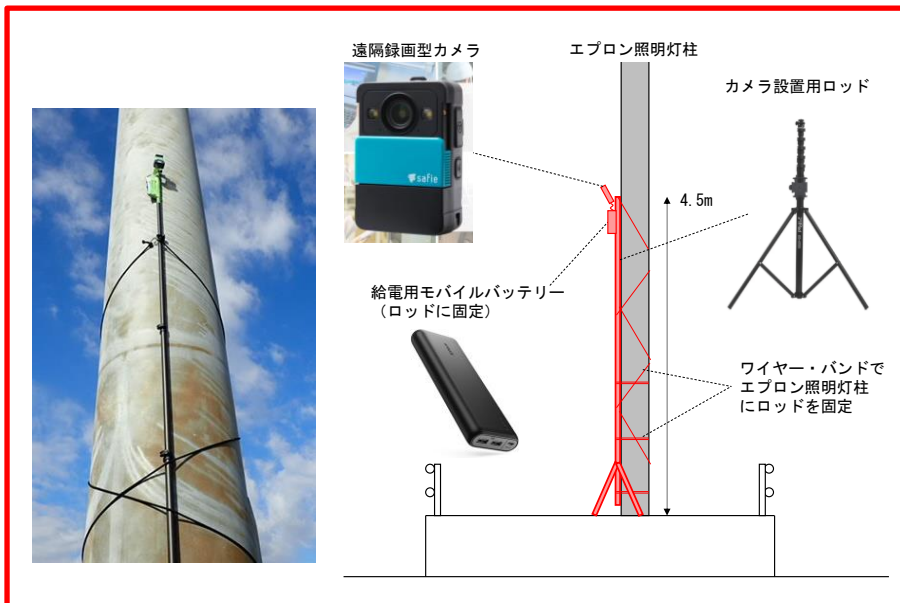
- 固定はビル屋上一般立入エリアから、オープンは照明灯柱から撮影可能なスポット
- 計画アサインから、利用する機種数と便数が多いスポット
- GSEの車両通路からスポット部への進入・離脱位置、走行方法が標準的なスポット

1. 駐機場内のGSE走行軌跡の調査 (3/3)

● 固定スポットのビデオ撮影方法



● オープンスポットのビデオ撮影方法



2. ビデオ撮影による映像データの一例 (1/2)

- #61スポット (固定) 到着時



2. ビデオ撮影による映像データの一例 (2/2)

- #33スポット (オープン) 出発時 ※機体左側カメラ

2022-01-27 16:07:29



停車・乗客降車
(搭乗)

• 走行軌跡の分析手順

■ 映像データの整理 (実施中)

① 航空機に直接接続する主要車両の動向整理

- 航空機のスポットインからアウトまでを1つの単位として整理
- トーイングトラクター・旅客輸送バスに関連するGSEの動向を整理

② トーイングトラクター/旅客輸送バスの動向整理

- トーイングトラクター・旅客輸送バスの各作業の手順・時間を整理
- 各作業に対する走行軌跡を整理

- 複数車両の動向、手動走行によるタイムスケジュールを把握するため、時系列のガントチャート形式で整理
- トーイングトラクターは、航空機の搭載位置ごとに整理



③ 航空機側周り・車両通路の走行軌跡の分析

- 走行軌跡と周辺状況、機材条件等との関係性を分析
- 共通性を分析

3. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (2/4)

航空機と航空機に接続するGSEの作業チャートの例 (#61スポット 到着・出発)

車両	接続箇所	車両状況	ガントチャート													経過時間	
			8:30	8:35	8:40	8:45	8:50	8:55	9:00	9:05	9:10	9:15	9:20	9:25	9:30		
航空機	61スポット	①スポットイン ②待機中 ③スポットアウト	(8:35)	①スポットイン → ②待機中 → ③スポットアウト (9:23)										48分			
ベルトローダー	航空機左側後方	「搬入作業」 スポット周辺より ◀移動(航空機)▶ ◀搬入・待機(TTなし)▶ ◀移動▶ スポット外へ	(8:35)	(8:37)	◀移動(スポット周辺より航空機へ)▶ ◀搬入・待機(TTなし)▶ (9:18) ◀移動(スポット外へ)▶ (9:18) → (9:19)										44分		
ハイリフトローダー	航空機右側後方	「搬出作業」 スポット周辺より ◀移動(航空機)▶ ◀搬出: TT 3回▶ ◀待機▶ 「搬入作業」 ◀搬入・待機(TT 3回)▶ ◀移動▶ スポット周辺停車	(8:36)	(8:41)	(8:41)	(8:51)	(8:51)	(8:56)	(8:56)	(9:17)	(9:17)	(9:20)			44分		
ハイリフトローダー	航空機右側前方	「搬出作業」 スポット周辺より ◀移動(航空機)▶ ◀搬出: TT 1回▶ ◀待機▶ 「搬入作業」 ◀搬入・待機(TT 5回)▶ ◀移動▶ スポット周辺停車	(8:37)	(8:42)	(8:42)	(8:53)	(8:53)	(9:16)	(9:16)	(9:18)	(9:18)			41分			
ハイリフトトラック	航空機右側後方	「搬入作業」 スポット周辺より ◀移動(航空機)▶ ◀搬入・待機(TTなし)▶ ◀移動▶ スポット外へ	(8:37)	(8:40)	(8:40)	(8:52)	トイングトラクター作業に関連								(8:52)	(8:56)	19分

3. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (3/4)

・ トーイングトラクターの作業チャートの例 (#61スポット 到着・出発、航空機前方側)

車両	車両状況	ガントチャート												経過時間	走行軌跡図面		
		8:30	8:35	8:40	8:45	8:50	8:55	9:00	9:05	9:10	9:15	9:20	9:25			9:30	
トーイング トラクター 最大 6コンテナ	「搬出作業」 スポット周辺から ◀移動(航空機)▶ ◀搬出: 6コンテナ▶ ◀移動▶ スポット外へ			◀移動(航空機)▶ (8:37) → (8:42)			◀搬出: 6コンテナ▶ (8:42) → (8:53)			◀移動▶ (8:53) → (8:54)						17分	
トーイング トラクター 最大 6コンテナ	「搬入作業」 スポット外より ◀移動(航空機)▶ ◀待機▶ ※先行するTTのため ◀移動(航空機)▶ ◀搬入: 5コンテナ▶ ◀移動(搬入)▶ ◀搬入: 5コンテナ▶ ◀移動▶ スポット周辺停車				◀移動(航空機)▶ (8:51) → (8:52)	◀待機▶ (8:52) → (8:53)	◀移動(航空機)▶ (8:53) → (8:53)	◀搬入: 5コンテナ▶ (8:53) → (8:57)	◀移動(搬入)▶ (8:57) → (8:57)	◀搬入: 1コンテナ▶ (8:57) → (8:59)	◀移動▶ (8:59) → (9:00)					9分	
トーイング トラクター 最大 6コンテナ	「搬入作業」 コンテナ取付後 ◀移動(航空機)▶ ◀搬入: 2コンテナ▶ ◀移動▶ スポット周辺停車						◀移動(航空機)▶ (8:59) → (9:00)	◀搬入: 2コンテナ▶ (9:00) → (9:02)	◀移動▶ (9:02) → (9:02)							3分	
トーイング トラクター 最大 6コンテナ	「搬入作業」 コンテナ取付後 ◀移動(航空機)▶ ◀搬入: 6コンテナ▶ ◀移動▶ スポット周辺停車						◀移動(航空機)▶ (9:02) → (9:03)	◀搬入: 6コンテナ▶ (9:03) → (9:10)	◀移動▶ (9:10) → (9:11)							9分	
トーイング トラクター 最大 6コンテナ	「搬入作業」 コンテナ取付後 ◀移動(待機場所)▶ ◀待機▶ ※先行するTTのため ◀移動(航空機)▶ ◀搬入: 1コンテナ▶ ◀移動▶ スポット周辺停車						◀移動(待機場所)▶ (9:03) → (9:04)	◀待機▶ (9:04) → (9:10)	◀移動(航空機)▶ (9:10) → (9:11)	◀搬入: 1コンテナ▶ (9:11) → (9:12)	◀移動▶ (9:12) → (9:13)					7分	
トーイング トラクター 最大 4コンテナ	「搬入作業」 スポット外より ◀移動(航空機)▶ ◀搬入: 1コンテナ▶ ◀移動▶ スポット周辺停車							◀移動(航空機)▶ (9:12) → (9:13)	◀搬入: 1コンテナ▶ (9:13) → (9:14)	◀移動▶ (9:14) → (9:14)						2分	

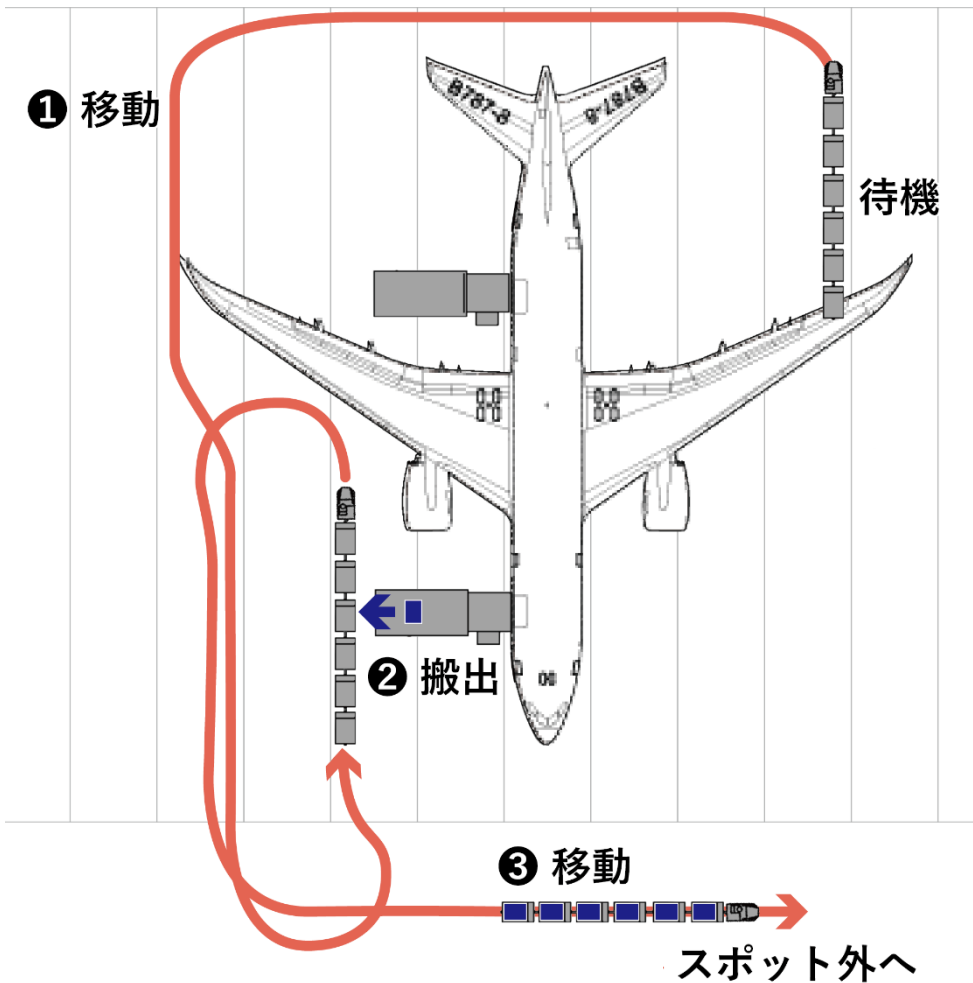
・待機→移動(寄付き)→搬出/搬入→移動(スポット外へ離脱)の手順は共通だが、走行経路は毎回異なる
 ・旋回や位置調整は、概ね決まったエリアで実行される
 ・一連の走行は短いものでは2,3分程度で実施される



【自動化に向けた課題(案)】
 ・走行エリアの区分
 ・他車両の状況認識・調整
 ・実態の作業スケジュールへの対応

3. 駐機場内のGSEの走行軌跡の分析 (4/4)

- トローイングトラクターの走行軌跡と作業手順の例



② 搬出の状況



③ 移動 (スポット外へ) の状況



4. 自動走行GSEの制約条件の整理 (1/2)

・ トーイングトラクターの制約条件

項目	細目	制約条件等の例	備考
機材条件	型式等	<ul style="list-style-type: none"> 概ね同一系統の型式 	
	牽引条件	<ul style="list-style-type: none"> 最大牽引数：6台 コンテナドーリーの他、パレットドーリーやバルクカートがある ドーリーは片牽引タイプ、両牽引タイプがあり軌跡が異なる 	航空会社によりドーリーの牽引タイプが異なる
運用条件	作業体制	<ul style="list-style-type: none"> 機側作業と搬送作業でそれぞれ作業体制を持つ 搬送作業は1便ずつ往復走行が基本となる 	
	運転以外の対応	<ul style="list-style-type: none"> 到着時のコンテナ積み卸しやドーリーの連結では徒歩での移動・作業が必要 	
走行条件	全般・交通条件	<ul style="list-style-type: none"> スポット内で追い抜きのルール等はない（アイコンタクト等で対応） スポット内の走行経路は毎回同じではない 	
	航空機との離隔	<ul style="list-style-type: none"> 翼の下を走行しないことが基本 中型機以上の場合で、安全が確保される場合は翼の下も走行する（エリアの余裕がないため） 	
	関連GSEとの離隔	<ul style="list-style-type: none"> コンテナ搭載の際は、ハイリフトローダーから15cm程度の位置まで近づく バルク搭載の際は、ベルトローダーから50cm程度の離隔を取る 	
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 航空機の停止位置は停止線から1m前後ずれる場合もあり、ハイリフトローダー等の位置や型式の違いによっても寄り位置は変化する 	

・ 旅客輸送バスの制約条件

項目	細目	制約条件等の例	備考
機材条件	型式等	<ul style="list-style-type: none"> 特殊大型バス、普通大型バスがある 	
運用条件	作業体制	<ul style="list-style-type: none"> 乗客数により、小型機は1～3台、中型機は5,6台程度配車する 到着時の旅客の誘導等は各車両の乗務員が手分けして対応 	
	運転以外の対応	<ul style="list-style-type: none"> 機体番号、行先、スポット番号、機内の準備状況の確認作業 車内での音声案内 	
走行条件	全般・交通条件	<ul style="list-style-type: none"> 航空機左側に寄付き乗降後、航空機左側で車両通路へ出るのが基本 場合により航空機後方に回って車両通路に出る場合もある 旅客輸送バスの台数によって停車位置が変わる 	
	航空機との離隔	<ul style="list-style-type: none"> 航空機にはできるだけ近づかない 	
	関連GSEとの離隔	<ul style="list-style-type: none"> ステップ車が接続するドアの位置や数に合わせて停める 	
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 晴れと雨でやり方が異なり、晴れの場合は並べて停車し、雨の場合はステップに寄り付ける（乗客が雨に濡れにくいようにする） 	

5. 今後の検討内容

- 映像データ等に基づく有人走行GSEの走行軌跡の分析、作業・走行パターンの抽出
- スポット内機側付近での自動走行GSEの走行軌跡の検討・データ作成
- 自動走行GSEへの走行軌跡の適用に向けた留意点・課題点の整理