

今年度の実証実験計画

国土交通省航空局

令和3年9月22日

ランプバス

先進モビリティ株式会社

BOLDLY株式会社

全日本空輸株式会社

空港制限区域内における自動走行の実現に向けた実証実験

自動運転バス実証実験実施計画 (オープンスポット検証)

2021年9月22日



先進モビリティ株式会社
BOLDLY株式会社
全日本空輸株式会社

実施計画概要

実施目的	運航乗務員や客室乗務員のレベル4自動運転バスでの自動送迎も見据え、3Dマップや磁気マーカがないオープンスポットエリアでGNSSのみで自動走行の安定性や確実性を検証
実施予定日時	実験準備：2022年2月 実証実験：2022年2月(日程調整中)
使用車両	BYD社製・K9RA(電動バス)
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	81～84番スポット～第2ターミナル バス乗降場 (片道約1km)
自動運転レベル	レベル4相当に向けた実証実験
実施者	先進モビリティ株式会社、BOLDLY株式会社 全日本空輸株式会社

車両概要

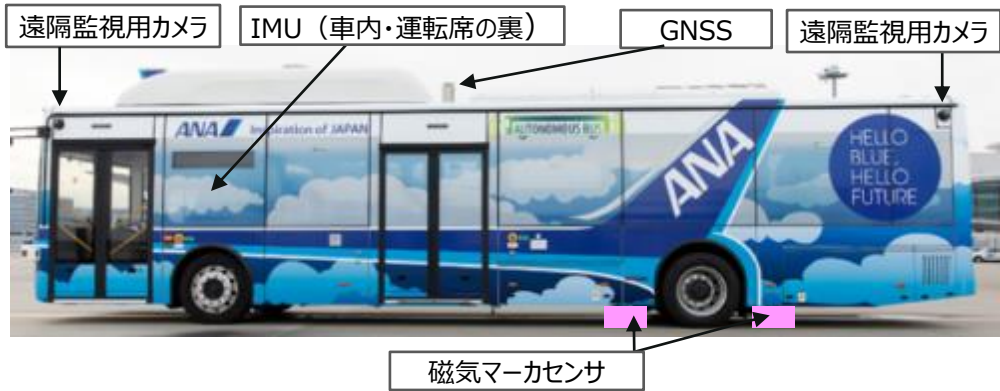
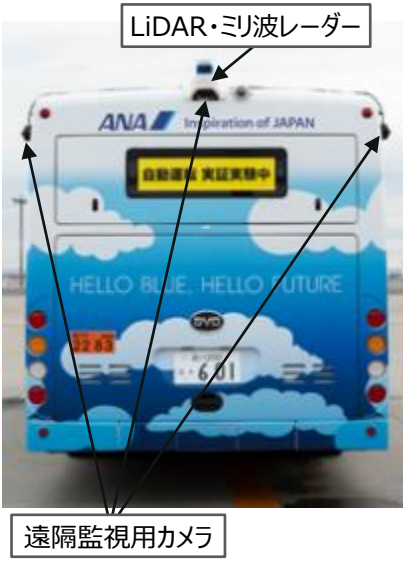


使用車両	BYD社製・K9RA（電動バス）
乗車定員	57名（着席26名、立席31名）
全長／全幅／全高（m）	12.0／2.65／3.40
車両重量	13,820kg
ハンドル有無	有

走行制御技術の概要

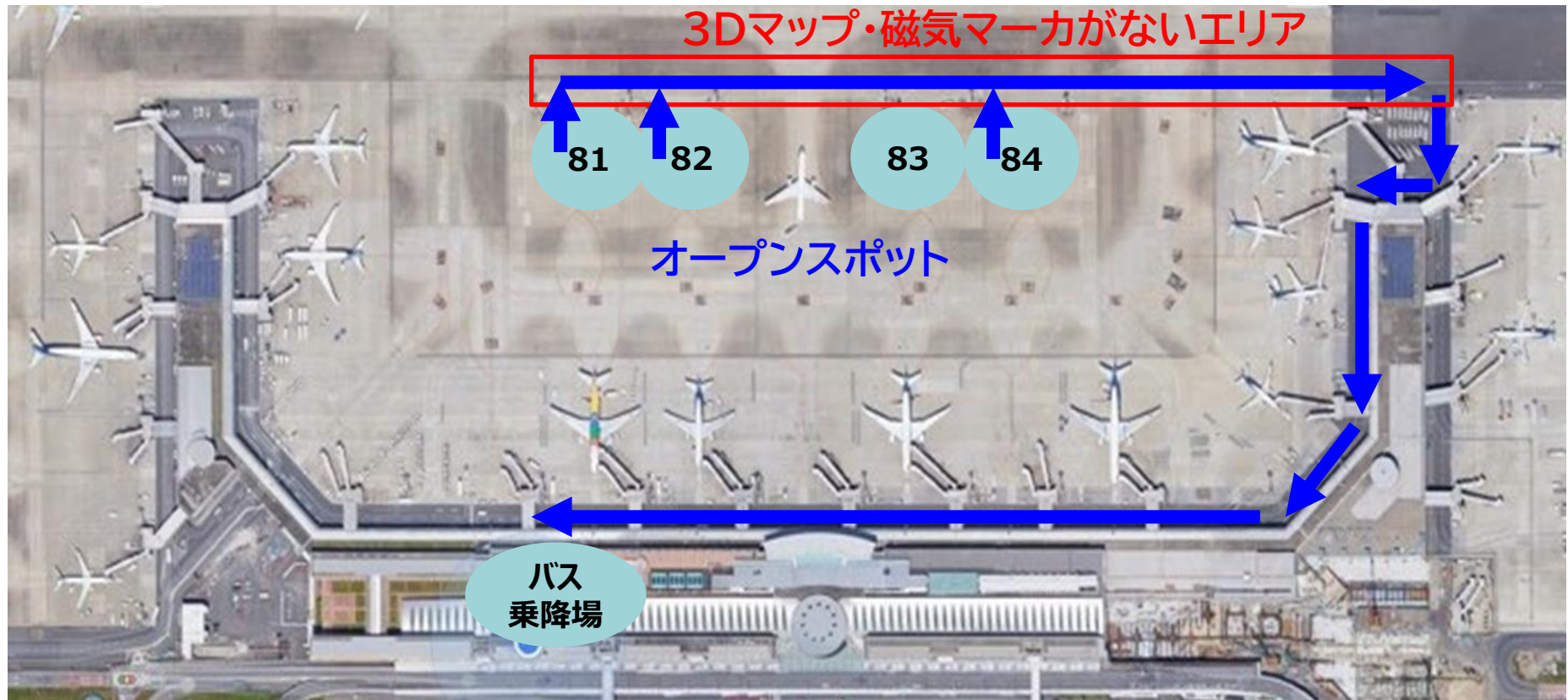
- 車両自律型、路車連携型
- GNSS、SLAM、磁気マーカ、慣性航法（ジャイロセンサ・車速）から自己位置を推定
- LiDAR、ミリ波レーダ、障害物検知カメラにより車両周辺の障害物・車両・人を検知
- 遠隔監視システムによる発車および緊急停止機能搭載

<センサー等の配置>



走行ルート

実施予定日時	2022年2月(日程調整中)
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	81~84番スポット~第2ターミナル バス乗降場 (片道約1km)



検証項目

(1)実施条件

自動運転バスでオープンスポットからバス乗降場までの自動走行を実施する

運転手	有無	あり
乗客	有無	なし(関係者のみ乗車)
遠隔監視		あり(運転手と相互確認の上、発車指示やドア開閉を実施)
天候などの気象条件		風及び雷:空港内オペレーション基準に準ずる

(2)検証内容

検証項目	確認事項	検証方法
オープンスポットエリアにおいて、GNSSを使用した自動走行の安定性・確実性を検証	今後の共通インフラ整備に向け、3Dマップや磁気マーカがないオープンスポットエリアにおいて、GNSSのみで自動走行を重ね、航空機の影響等をどの程度受けるか等を確認する	実走行(自動運転)により検証
自動走行時に異常が発生し、手動介入する頻度の検証(継続)	自動走行ルートから外れる、障害物検知で安全な距離を保って停止できない、先行車に異常に接近するなどの際は運転手が手動介入し、その手動介入の回数を記録し、原因を分析する	実走行(自動運転)により検証
レベル4を見据えた遠隔監視システムの検証 車両周辺監視、発車、ドア開閉を実施	遠隔監視システムを使用し車両周辺の交通状況等をカメラで監視し、停止線からの発車指示や乗降場でのドア開閉等を確認する	実走行(自動運転)により検証

スケジュール

※自動運転トローイングトラクター実証実験終了後に実施予定のため詳細日程は調整中

	12月	1月	2月	3月
車両開発等	※既存の自動運転バスを使用するため、新たな車両開発はなし			
事前テスト			必要に応じて実施 →	
空港内実験準備			地図作成 → 走行確認(手動) →	
実証実験			実証実験 →	
検討委員会	進捗報告 ▲			結果報告 ▲

ランプバス

成田国際空港株式会社
東日本電信電話株式会社
KDDI株式会社
株式会社ティアフォー

空港制限区域内における自動走行の実現に向けた実証実験

実証実験実施計画

2021年9月22日

成田国際空港株式会社
東日本電信電話株式会社
KDDI株式会社
株式会社ティアフォー

実施計画概要

実施目的	ターミナル間連絡バス運転手の人手不足、ヒューマンエラーなどの課題への将来的な解決策の一つとして、5G通信を活用した遠隔監視による無人自動運転に向けた実証実験を実施
実施予定日時	実験準備：2021年10月～1月頃 実証実験：2022年1月～2月頃
使用車両	タジマモーターコーポレーション社製バス “GSM8”を改造 ※ベース車両：タジマモーターコーポレーション、自動運転システム：ティアフォー
実施場所	成田国際空港 制限区域内
走行ルート	第2ターミナル～第3ターミナル
自動運転レベル	レベル4相当に向けた実証実験 走行条件案：自動運転車両優先、高精度三次元地図が整備されていること、強い雨や濃い霧ではないこと、制限速度(15km/h)を遵守すること 等
実施者	<ul style="list-style-type: none">・成田国際空港株式会社(実証フィールドの提供等)・東日本電信電話株式会社(ローカル5Gの課題検証等)・KDDI株式会社(キャリア通信の提供等)・株式会社ティアフォー(自動運転車両・遠隔監視システムの提供等)

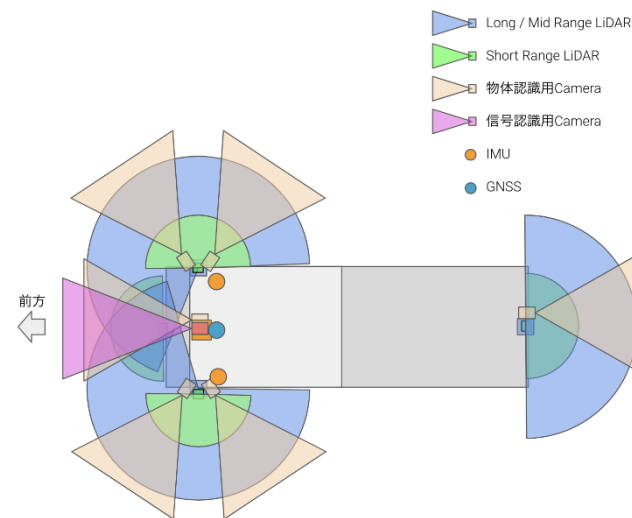
車両概要

使用車両	タジマモーターコーポレーション社製・GSM8(改造)
乗車定員	原則着席10名まで(オペレーター・ドライバーを除くと最大8名)
全長/全幅/全高(m)	4.84/1.51/2.125
車両重量(kg)	1,350
ハンドル有無	有



走行制御技術の概要

- ・車両自律型
- ・車両制御には、ティアフォーが開発を主導するオープンソースの自動運転ソフトウェア「Autoware」を使用
- ・高精度三次元地図とLiDARを用いたスキャンマッチングにより自己位置を推定
- ・LiDAR・カメラにより障害物等の認知を行うとともに、高精度三次元地図上に引かれたレーンや停止線等に従って走行



センサ等の概要

- ・カメラ 物体検知用6基、信号認識カメラ1基、遠隔監視カメラ7基
- ・LiDAR 8基
- ・GNSS(全球測位衛星システム) 1基
- ・IMU(慣性計測装置) 1基

走行ルート

実施予定日時	2022年1月～2月頃
実施場所	成田国際空港 制限区域内
走行ルート	第2ターミナル～第3ターミナル(片道約700m)



検証項目

検証項目	内容	検証事項	検証方法
制限区域内における走行ルールの遵守等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レベル4相当に向け、極力手動介入を行わずに自動走行を実施し、空港内の走行ルールに沿った走行を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 成田国際空港制限エリア内という航空機や搬送車両が多く存在する場所において自己位置推定が正しくできるか、極力手動介入を行わない前提で空港内のルールに沿った運転ができているか等について検証 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自己位置推定が破綻しないかの確認 ✓ セーフティドライバーが同乗するが、問題があるときは原則としてMRMにより自動停止することとし、非常時以外は操作を実施しない
遠隔監視・通信	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 遠隔から車両の走行状況を監視。発進時には遠隔監視者が安全確認を承認 ✓ 遠隔監視に必要な通信品質の担保等に係る検証を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 遠隔監視・支援想定シーンを模擬し、動作を検証 ✓ 様々な環境下における移動体による通信の遮蔽、電波非干渉影響、走行中のハンドオーバー影響等の調査等 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 遠隔監視室を設置し、自動走行中は常に監視員によるモニタリング、安全確認を実施。 ✓ ローカル5G環境を構築するとともに、キャリア通信による冗長性を確保しつつ、必要な通信品質を検証
関係者の理解	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 旅客やランプ利用者(エアライン、グラハン会社等)、運行委託予定会社の理解・受容性を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実際に自動運転バスを導入するに当たっては、空港関係者の理解は不可欠であることから、これら関係者の自動運転バスへの理解・不安・要望等を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ アンケート等を実施

※本実証実験は、総務省の令和3年度予算事業「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証（代表機関 東日本電信電話（株））」と連動して実施するものである。

スケジュール(予定)

	21年10月	11月	12月	1月	2月	3月
車両開発等		システム調整				
事前テスト		事前テスト (模擬フィールド)				
空港内実験準備	地図作成 リスクアセスメント		試験走行	ローカル5G設置 疎通試験	ローカル5G等 接続試験	
実証実験				技術実証実験 (通信関係)	走行実証実験	
検討委員会			進捗報告			結果報告

※本実証実験は、総務省の令和3年度予算事業「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証（代表機関 東日本電信電話（株））」と連動して実施するものである。

トーイングトラクター

株式会社豊田自動織機
全日本空輸株式会社

空港制限区域内における自動走行の実現に向けた実証実験

自動運転トローイングトラクター 実証実験実施計画(手荷物・貨物搬送)



2021年9月22日

株式会社豊田自動織機
全日本空輸株式会社

ANA **TOYOTA**
Inspiration of JAPAN 株式会社 豊田自動織機

実施計画概要

実施目的	<ul style="list-style-type: none">・自動運転トーイングトラクターを使用して、実オペレーション便のお客様の手荷物・貨物を自動搬送する試験運用を実施・レベル4に向けて、T字合流や車線変更等の課題を抽出
実施予定日時	実験準備:2021年10月～ 実証実験:手荷物搬送 2021年12月～ 貨物搬送2022年2月～
使用車両	豊田自動織機が開発したトーイングトラクター (ベース車両:3TE25)
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	手荷物搬送 64～66番スポット～南手荷物仕分け場 貨物搬送 59～66番スポット～東貨物上屋
自動運転レベル	レベル4相当に向けた実証実験
実施者	株式会社豊田自動織機、全日本空輸株式会社

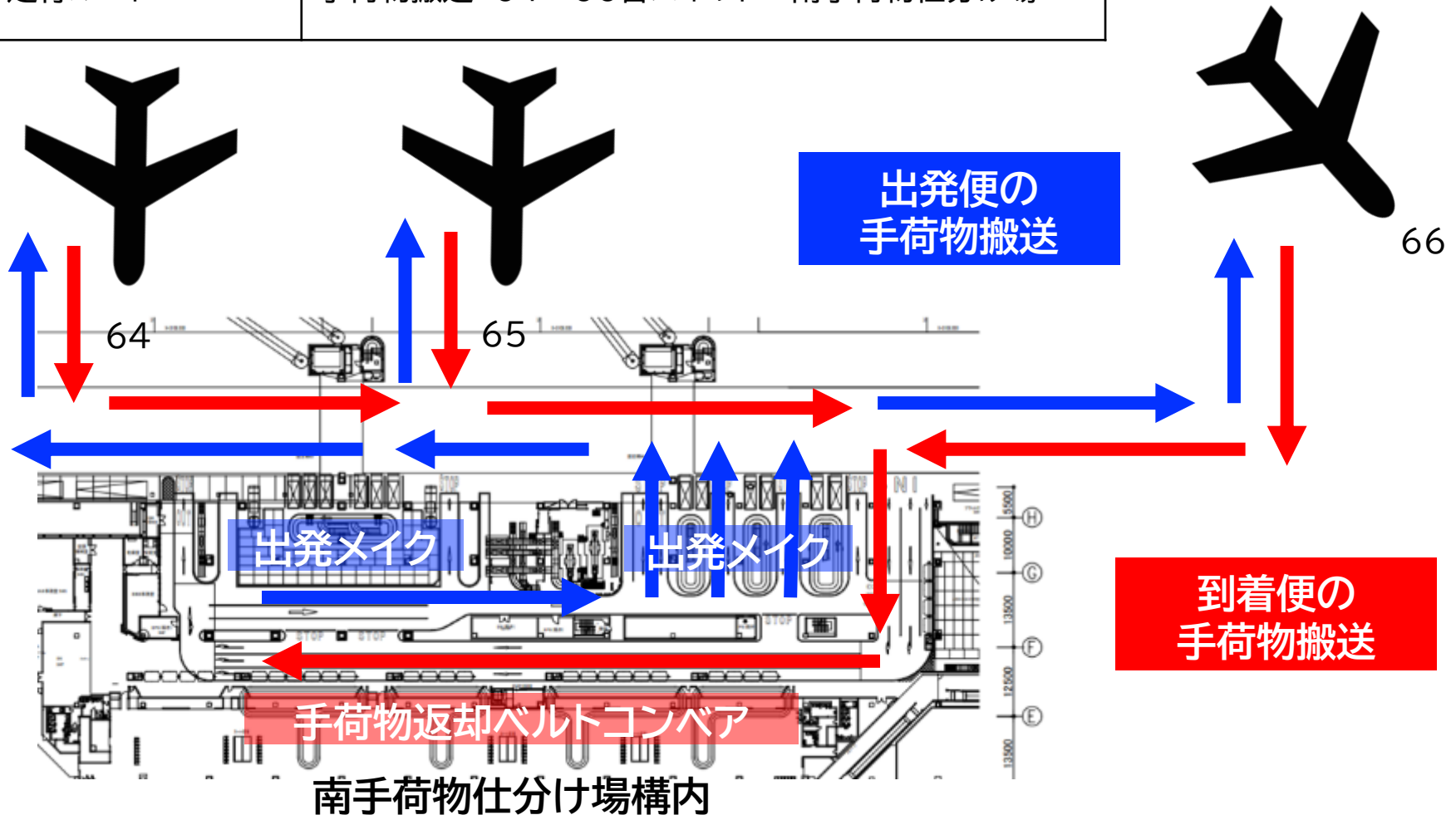
車両概要

項目	内容	
自動走行性能	最高速度	15km/h
乗車定員	2名	
構造	全長	3,680 mm
	全幅	1,793 mm
	全高	2,394 mm
	重量	5,260 kg
	車輪	4
牽引タイプ	一般型	
ドアの有無	有(左右に各1枚)	
ハンドルの有無	有	
緊急時の操作	ドライバのブレーキオーバーライドによる車両停止 もしくは、車両に具備する非常停止スイッチの押下による車両停止	
ブレーキの有無	有	
走行制御の概要	路面パターンマッチング(RANGER)、RTK-GNSS、車速センサ等から得られるセンサ情報を統合し、自車両の位置、方向を推定。決められた経路上を指定の速度で走行	
安全対策の概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 車両周囲の障害物、車両、人をセンサで検知し、自車両の走行経路上およびその近傍に障害物・人がある場合は指定の車間距離で停止(走行経路上から取り除かれるまで停止継続) ✓ 非常時については、上述の「緊急時の操作」により車両を停止 ※同時に自動走行状態は解除 	
センサー等の概要	自車両の位置・姿勢認識用:カメラ、RTK-GNSS、車速センサ 障害物検知用:LiDAR(車両前方) 2Dレーザスキャナ(車両前方、左右)	
利用する技術	車両自律型技術	
その他	車両の運転状態をLEDで表示	



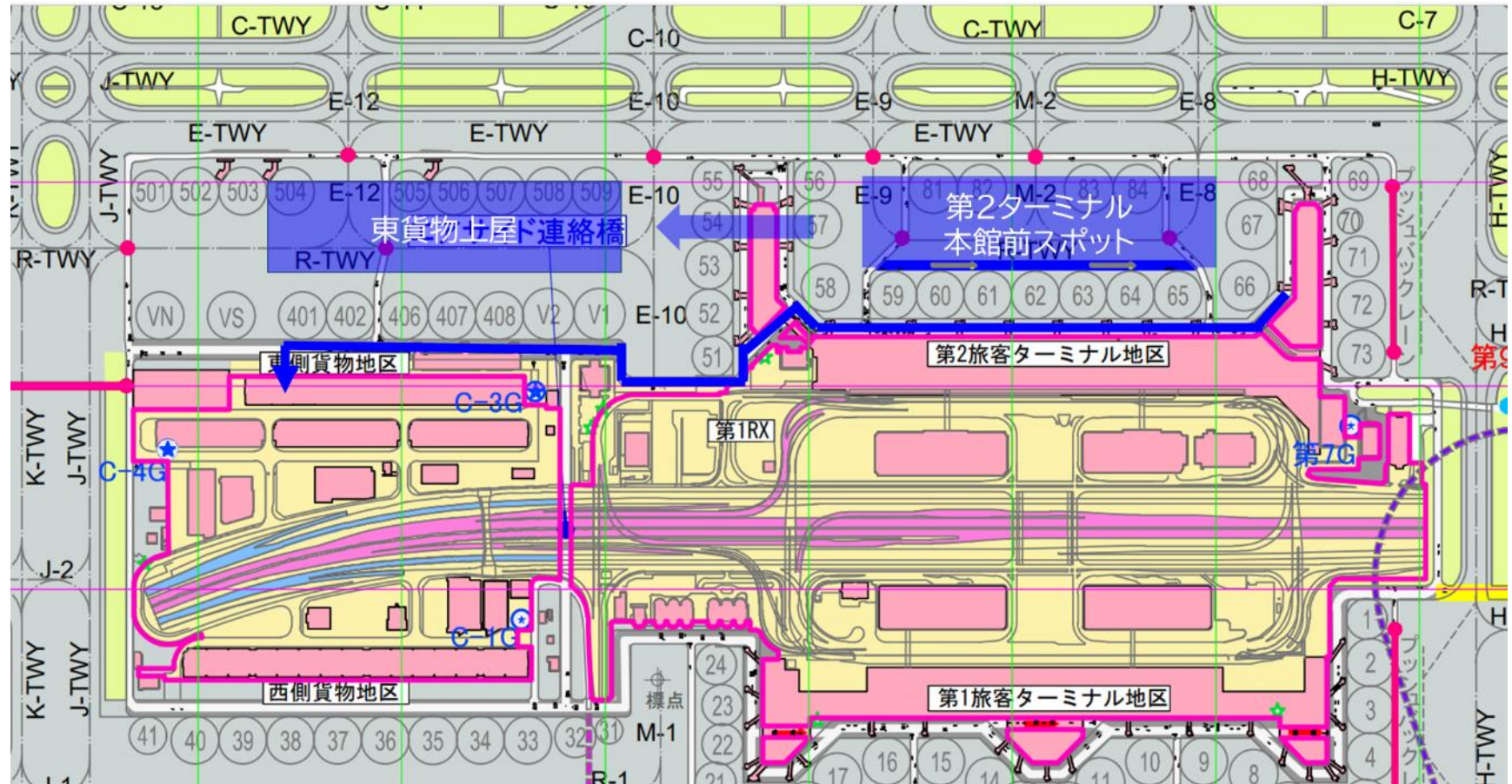
走行ルート

実施予定日時	2021年12月～
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	手荷物搬送 64～66番スポット～南手荷物仕分け場



走行ルート

実施予定日時	2022年2月～
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	貨物搬送(到着) 59～66番スポット～東貨物上屋



検証項目

(1)実施条件

自動運転トローリングトラクターで実オペレーション便のお客様の手荷物・貨物を自動搬送する

ドーリー牽引	有無	あり
	台数	6台×1セット、4台×1セット
コンテナ	有無	あり
	台数	6台、4台(便により異なる)
荷の有無		あり
天候などの気象条件		風及び雷:空港内オペレーション基準に準ずる

(2)検証内容

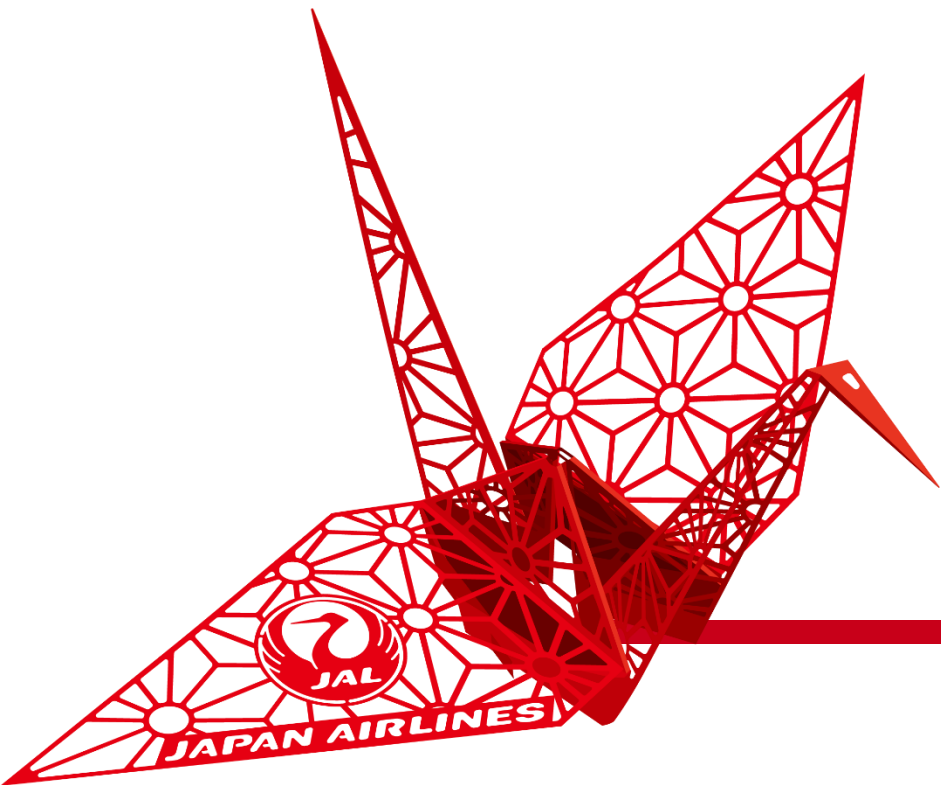
検証項目	確認事項	検証方法
・自動走行に必要な要素技術が、 空港内・手荷物仕分け場構内を走行するの に必要十分であること (レベル4に向けた課題の洗い出し)	屋内・屋外、天候等の条件によらず 安定して自己位置を認識できるか	実走行(自動運転)により検証
	片側2車線・他車両混在の複雑な 走行環境下で安全に自動走行ができるか レベル4に向けて、安全なT字合流や車線変 更ができるか	実走行(自動運転)により検証
	1日の操業に十分なバッテリー容量か	実走行(自動運転)により検証
空港内で自動走行車両を走行させたときに、 他作業者が違和感なく受け入れられること	他事業者からの理解・受容性	アンケート等で自動運転車両が 混在する中での課題・改善点など を確認
Fleet Management System(FMS)を 使用した搬送指示ができること	遠隔から自動運転トローリングトラクターに搬 送指示が設定可能なシステムを使用し、オ ペレーションできるか	実走行(自動運転)により検証

スケジュール

	10月	11月	12月	1月	2月	3月
車両開発等	※羽田貨物地区で使用した車両を使用					
事前テスト	必要に応じて実施					
空港内実験準備	地図作成(手荷物)・走行確認			地図作成(貨物)・走行確認		
実証実験				実証実験 (手荷物)	実証実験 (貨物)	
レベル4に向けたテスト				T字合流 車線変更		
検討委員会				進捗報告	結果報告	

トーイングトラクター

日本航空株式会社



空港制限区域内の自動走行に係る 2021年度実証実験実施計画

日本航空株式会社
2021年9月22日



JAPAN AIRLINES



目次

実施計画概要	P.26
走行ルート・走行条件	P.27
実験車両概要	P.28
検証項目	P.29
2021年度の計画	P.30

実施計画概要

実施予定時期	実験準備：2021年10月～11月 実証実験：2021年12月～2月
実施時間	各日9:30～17:00予定
使用車両	TLD社製 TractEasy
実施場所	成田国際空港 制限区域内
走行ルート	第2旅客ターミナル本館南ソーティング ～ サテライトターミナルソーティング
自動運転レベル	レベル4に向けた実証実験
実施者	日本航空株式会社



走行ルート・走行条件

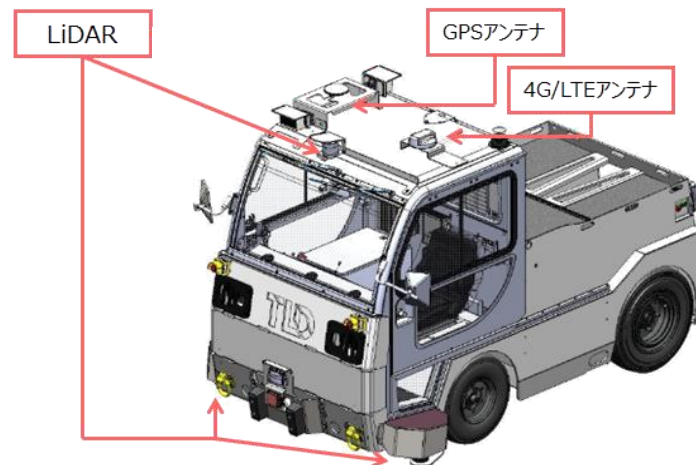
走行ルート	第2旅客ターミナル本館南ソーティング ～ サテライトターミナルソーティング
走行距離	往復約1.2km
走行条件	以下の気象条件を目安とし、気象状況による走行への影響が確認された段階で、手動運転への移行、および自動運転の再開を自動運転車両運転者の判断により行うものとする ① 降雨 : 10mm/h以下 ② 降雪 : 弱い雪を上限とし、路面状況等により実施者が判断 ③ 風 : 20km/h (≒10KT) 以下 ④ 視程 : 200m以上
実績	上記ルートにてレベル3相当実運用化済



実験車両概要

基本情報

使用車両	TLD社製・TractEasy
全長	3.20 m
全幅	1.84 m
全高	2.05 m
重量	4,070 kg
ハンドル	有



走行制御技術の概要

車両自律型

Odometry（走行距離計）、IMU（慣性計測装置）、LiDAR、GPSを使用して自己位置推定を行い、設定経路上を走行する

センサー等の概要

LiDAR、GPSアンテナ、4G/LTEアンテナ、IMU（慣性計測装置）

前回実証実験時からの変更点

ソフトウェアのバージョンアップ（Ver.11）に伴って、以下の点の性能向上が期待される（数値はいずれも理論値）

- | | |
|-----------------|--|
| ● 路面検知の精度 | 特定場所（交差点）における路面の誤検知削減によって円滑な走行が可能となる |
| ● カーブ走行時の速度 | 平均6～8 km/hが平均10 km/hに向上 |
| ● 交差点で一旦停止後の再加速 | 0.8 m/s ² が1.0 m/s ² に向上 |

検証項目

実験期間中は、自動運転による実走行を最低50時間実施し、以下の項目について実績を検証する。

	検証項目	検証事項
安全	障害物等を検知した際の安全な停車	システムによって安全に停車した実績を監視する
	安全な停車後の自動再始動	システムによって安全に停車した後、人が介入せずシステムにより自動走行を再開した実績を監視する
	安全な停車後の手動再始動	システムによって安全に停車した後、遠隔監視者が車両のカメラから得た映像をもとに周囲の安全を確認し、手動で自動走行を再開した実績を監視する
	緊急停止操作による走行停止	作業員が車両の緊急停止ボタンを操作したことによる自動走行停止の実績を監視する
品質	ODD逸脱時の走行停止	ODD逸脱時に安全に自動走行を停止できるか
	車両およびシステムによる走行停止	車両本体やセンサー類のハードウェア、およびシステムの障害が発生した際に安全に自動走行を停止できるか
	誤検知による停車	システムの誤認識、およびセンサーの誤検知による自動走行停止の実績を監視する
	遠隔監視システムによる操作	遠隔監視システムによる車両操作（作動・停車）時に、遅滞なく操作できるか

2021年度の計画

	~9月	10月	11月	12月	22年1月	2月	3月
レベル3相当運用	→	-----→					
車両開発	→						
実験準備	→						
	関係者調整	関係者調整	空港内準備				
事前テスト			→				
			※必要な場合				
実証実験				→			
実験レビュー						→	
検討委員会				→			→
				進捗報告			結果報告

トーイングトラクター

AiRO株式会社

空港制限区域内における自動走行の実現に向けた実証実験

実証実験実施計画



AiRO株式会社
2021年9月22日（水）

-目次-

- 実施計画概要 ……P.34
- 車両概要 ……P.35
- 走行ルート ……P.36
- 検証項目 ……P.37
- スケジュール ……P.38



-実施計画概要-

実施予定日時	実験実験：2021年10月～2022年3月
使用車両	ZMP製CarriRo Tractor 25T
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	東貨物地区～西貨物地区ルート
自動運転レベル	Lv.4運用実現に向けた実証実験 (自動走行を実施する場合、Lv.3レベルとして、Lv.4は実施しない)
実施者	AiRO株式会社
協力会社	日本航空株式会社様

今期は空港内で開発をメインに進めるため、自動走行ではなく、手動走行を通じてLv.4運用実現に向けた認識性能向上等に資するデータ取得のための実証実験を計画



-車両概要-

ZMP製CarriRo Tractor 25T



主な仕様(ベース車体)

使用車両	ZMP製CarriRo Tractor 25T
全長×全幅×全高	3.3m / 1.23m / 1.9m
車両重量	3,250kg
最高速度	非けん引時：20km/h けん引時：15km/h
ハンドル	有
けん引能力	25t
自動運転の方式	自律型（インフラに手を加えずに自動運転）
基本機能	自己位置推定、障害物認識、車両制御、マニュアルモード・自動制御モード切替 等

走行制御技術の概要

- **車両自律型（インフラ側に一切手を加えずに自動運転を実現）**
- 自動走行システムの機能：直進、加減速、停止、右左折、車間距離・
- 車線維持等は全てシステムが実施
- GNSS、LiDAR、IMU等の複数センサから自己位置推定を実施
- 安全装置として、自動走行から手動走行に切り替えるオーバーライド機能
- および緊急停止ボタンを設置

搭載センサー



-走行ルート-

実施予定日時	2021年10月～2022年3月 ※左記の内、1週間x4セットを想定
走行ルート	東貨物地区～西貨物地区（片道約800m）



Source : Google Earth

-検証項目-

Lv.4運用実現に向けた認識・予測性能向上の為、実証実験を通じて以下を検証予定

検証項目	内容	検証事項	検証方法								
認識	障害物検知に関するシナリオを作成し、検証・改善を実施	<p style="text-align: center;">障害物検知に関する検証 <具体的な検証項目></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 15%;">シーン</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 走行中の停止した対象 ➢ 横方向から飛び出し対象 ➢ 前方の先行車 ➢ 交差点での対象 ➢ 見通しの悪い交差点での対象 ➢ 駐車車両の向こう側の対象 ➢ 対向車線の対象駐車 ➢ 車両の向こう側の対象 <li style="text-align: center;">⋮ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">対象</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 車両 ➢ 特殊車両 ➢ 歩行者 ➢ 他障害物 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">条件</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 天候 ➢ 明るさ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">性能</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 検出率 ➢ 認識率 ➢ 距離 ➢ サイズ </td> </tr> </table>	シーン	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 走行中の停止した対象 ➢ 横方向から飛び出し対象 ➢ 前方の先行車 ➢ 交差点での対象 ➢ 見通しの悪い交差点での対象 ➢ 駐車車両の向こう側の対象 ➢ 対向車線の対象駐車 ➢ 車両の向こう側の対象 <li style="text-align: center;">⋮ 	対象	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 車両 ➢ 特殊車両 ➢ 歩行者 ➢ 他障害物 	条件	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 天候 ➢ 明るさ 	性能	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 検出率 ➢ 認識率 ➢ 距離 ➢ サイズ 	走行ルートでのデータ取得後、シミュレーション上・現地での手動走行での検証
シーン	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 走行中の停止した対象 ➢ 横方向から飛び出し対象 ➢ 前方の先行車 ➢ 交差点での対象 ➢ 見通しの悪い交差点での対象 ➢ 駐車車両の向こう側の対象 ➢ 対向車線の対象駐車 ➢ 車両の向こう側の対象 <li style="text-align: center;">⋮ 										
対象	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 車両 ➢ 特殊車両 ➢ 歩行者 ➢ 他障害物 										
条件	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 天候 ➢ 明るさ 										
性能	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 検出率 ➢ 認識率 ➢ 距離 ➢ サイズ 										
予測	予測に関するシナリオを作成し、検証・改善を実施	<p>予測に関する検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交差点右左折 ・障害物回避 ・レーンチェンジ 	走行ルートでのデータ取得後、シミュレーション上での検証								

-スケジュール-

	2021/10月	11月	12月	2022/1月	2月	3月
ソフトウェアの継続改良	自社シミュレーション環境を使用した開発 ※一部日本自動車大学校での開発を実施予定 					
実験準備	日本自動車大学校にて 数日の検証を実施 					
実証実験	3Dマップ取得 	現地でのデータ取得 (1~2週間x4セット程度) 				
検討委員会			進捗報告 			結果報告 