

令和3年度 自動運転トーイングトラクター実証実験結果・進捗

**全日本空輸株式会社
株式会社豊田自動織機**

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 実証実験経過報告(手荷物・貨物搬送)



2022年3月10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

実施概要

自動運転トーイングトラクターを使用して、実際の運航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する
また、レベル4に向けて、自動での合流や車線変更等の課題を抽出する

実施日時	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3相当(運転手あり)
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
ドアの有無	有(左右各1枚)	
ハンドルの有無	有	
緊急時の操作	<ul style="list-style-type: none"> • ドライバのブレーキオーバーライドによる車両停止 • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	
自動走行システム	レベル3相当(運転席に係員が常に乗車)	
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	



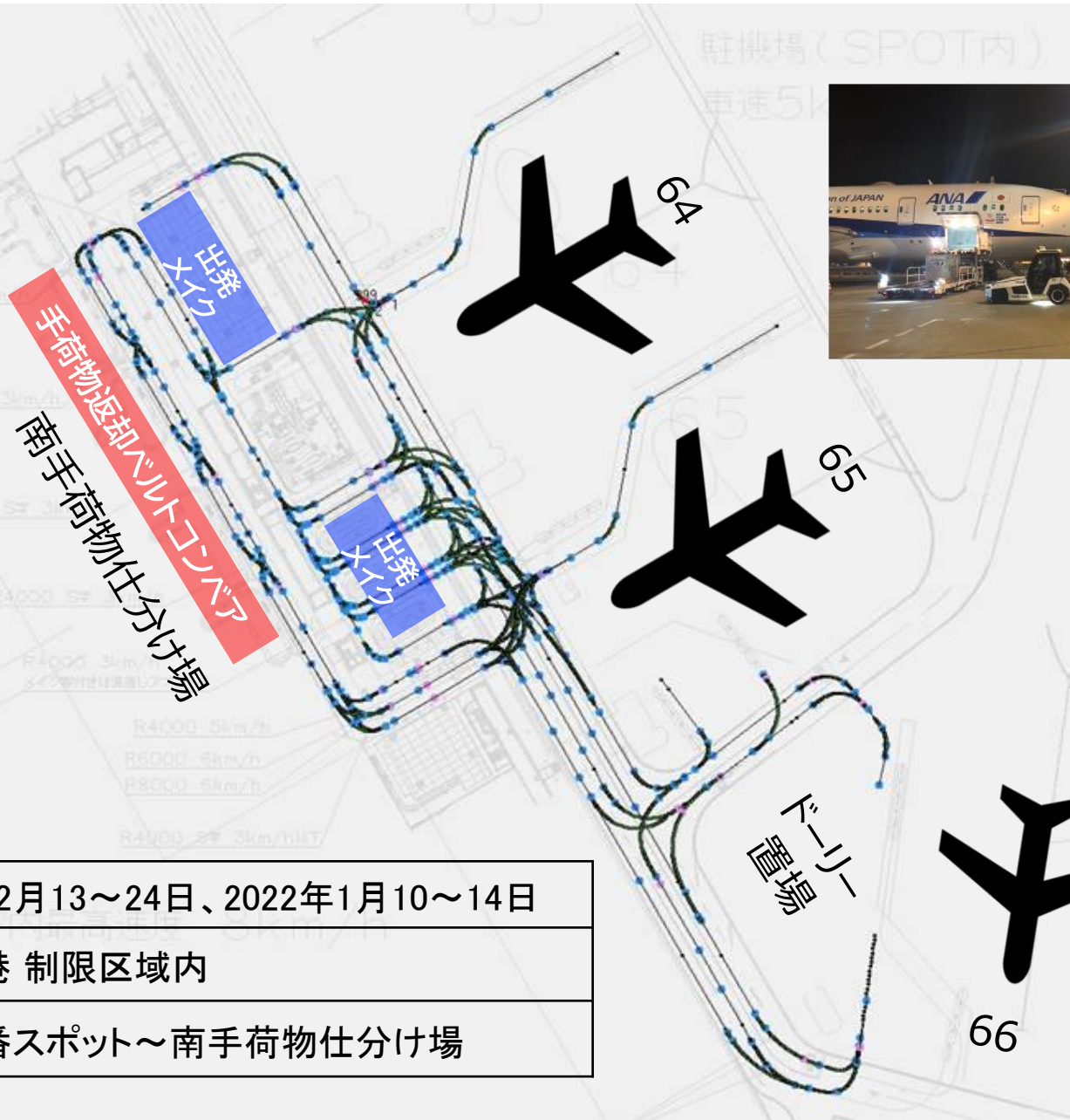
走行ルート(到着・出発手荷物搬送)



出発
メイン

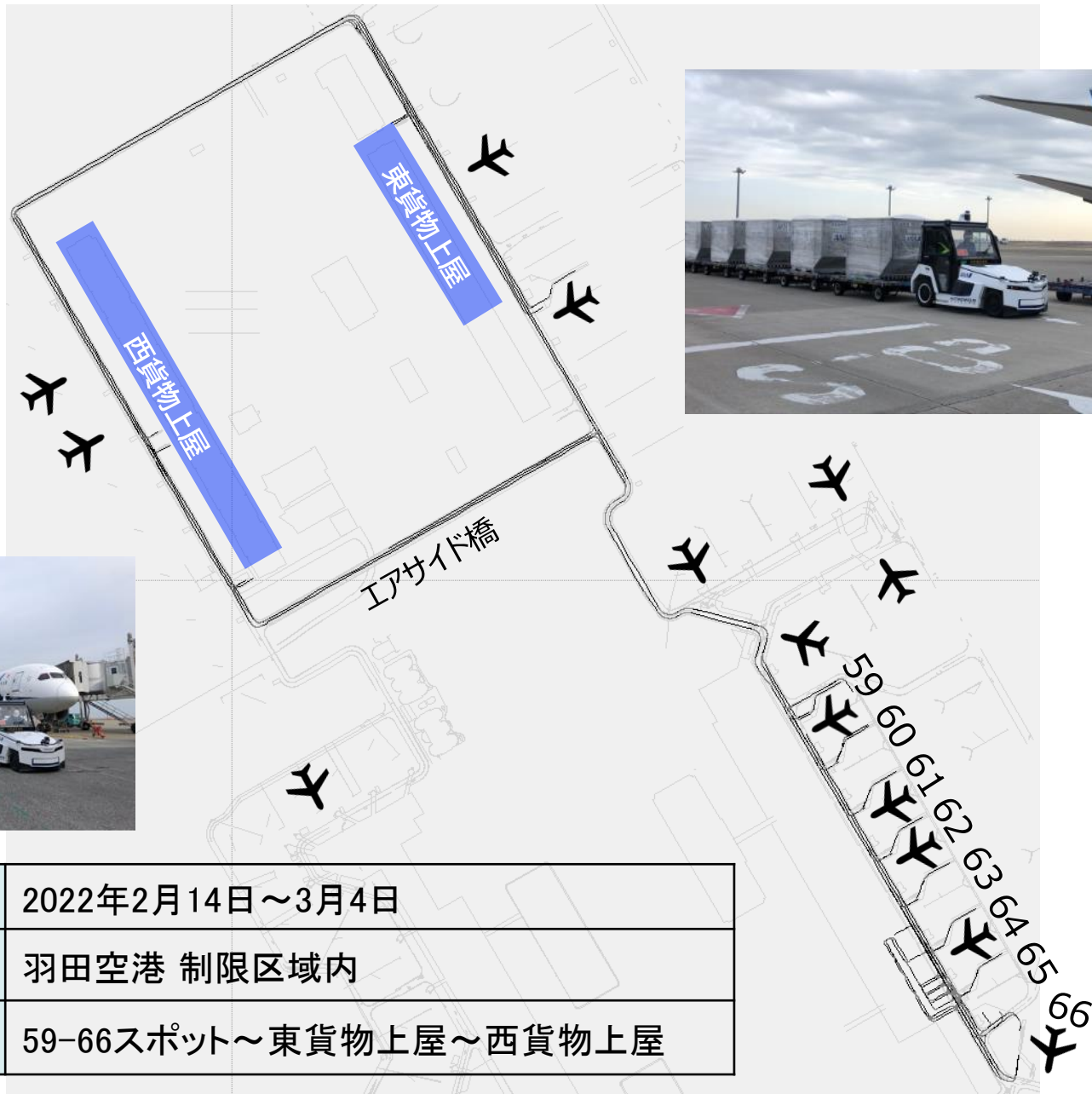
手荷物返却ベルトコンベア
南手荷物仕分け場

到着
メイン



実施日時	2021年12月13～24日、2022年1月10～14日
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	64～66番スポット～南手荷物仕分け場

走行ルート(到着貨物搬送)



実施日時	2022年2月14日～3月4日
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	59-66スポット～東貨物上屋～西貨物上屋

実証実験経過状況

自動走行 搬送回数	手荷物搬送(到着便)	38便
	手荷物搬送(出発便)	24便
	貨物搬送(到着便)	136便
手動介入の回数	合計回数	現在、取りまとめ・詳細確認中
うち、予定していない 手動介入の回数	合計回数	
	自動走行距離 あたり回数	

- ◆ 3月4日まで貨物搬送の実証実験を実施していたため、詳細のご報告は次回の検討委員会で実施させていただきます。
- ◆ 手荷物搬送、貨物搬送とも大きな問題なく自動搬送を実施できております。

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
実証実験実施報告資料



AiRO株式会社

- 実施概要 ……P.12
- 車両概要 ……P.13
- 走行ルート ……P.14
- 実証実験結果 ……P.15
- 結果総括 ……P.17
- 今後の課題等 ……P.18



-実施概要-

実施予定日時	実験実験：2021年12月～2022年2月 ※計7日間
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	手動走行
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実施



-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12月6日、9日、10日、2022年1月21日、24日、31日、2月18日 計7日間
走行ルート	東貨物地区～西貨物地区（片道約800m）



Source : Google Earth

【実験風景】 ※左：6連結コンテナ牽引走行、中央：夜間走行、右：西日での走行



-実証実験結果-

【実施サマリー】

No.	自車	他車	回数 (1回1往復)	走行方法
1	トローイングトラクターのみ	無し	9	東西貨物エリア往復をランダムで走行
2-1	トローイングトラクターのみ	トローイングトラクター(6コンテナけん引)	6	自車も他車も東西貨物エリア往復をランダムで走行、時々すれ違う場所調整などのためタイミング合わせを行う
2-2	トローイングトラクターのみ	トローイングトラクター(6ドーリーのみけん引)	4	
2-3	トローイングトラクター (6コンテナけん引)	トローイングトラクター(6コンテナけん引)	5	他車は自車を追従する
3-1	トローイングトラクター (6コンテナけん引)	一般車	8	他車は自車を追従する
3-2	トローイングトラクター (6コンテナけん引)	一般車	9	他車は自車の隣レーン後方を走行する(追い越し)
3-3	トローイングトラクター(6ドーリーのみ牽引)	一般車	5	他車は自車を追従する
3-4	トローイングトラクター(6ドーリーのみ牽引)	一般車	5	他車は自車の隣レーン後方を走行する(追い越し)
4	トローイングトラクターのみ	一般車 給油所近くに車両(大型)が駐車している	3	駐車車両の近くを交互に走行
5	トローイングトラクターのみ	飛行機けん引車両	2	前後から走行し近づき対象の車両の画像とデータを記録する ※停車している対象の車両に近づいてレコーディングする
6	トローイングトラクターのみ		3	上屋内でのデータを計測

総データ計測距離：1往復1.6km × 59回 = **約94.4km分**

動画参照

-結果総括-

検証内容	検証結果・技術的課題	今後の対応
様々なシチュエーションで前方車両が認識できるか	通常車両、トレーリングトラクター、コンテナドーリーなど問題なく認識が可能	認識結果に基づく判断や制御については今後検証予定
駐車車両を認識できるか	通常車両、トレーリングトラクター、コンテナドーリーなど問題なく認識が可能	認識結果に基づく判断や制御については今後検証予定
対向車、追い越しなど周囲車両を認識できるか	通常車両、トレーリングトラクター、コンテナドーリーなど問題なく認識が可能	自車コンテナの影の車両については引き続き検証が必要となる
駐車車両によって死角になる前方車両、対向車両を認識できるか	通常車両、トレーリングトラクター、コンテナドーリーなど問題なく認識が可能	駐車車両の追い抜きに関するルールについて検討が必要
サービスレーンを走行している車両が認識できるか	サービスレーンと交差する道路を通行する際、サービスレーン上を通行している車両を検知するためのセンサーの検知距離が不足している	今後、サービスレーン上の車両を検知するための路上センサ設置などの有効性について検討を行いたい
天候などの環境変化について	悪天候の検証が出来ていない	今後様々な条件で検証する

実証実験の結果を踏まえ、今後実験を通じてさらに検証が必要な事項

今回の実証実験では、認識に関する開発検証を実施するため、様々なシチュエーションでデータ計測を実施、結果基本的に問題なく認識が可能であったが、悪天候時の認識は検証が足りていないため、引き続き様々な環境のデータを記録して、検証する必要がある。また、今回は自動運転における「認識」について開発検証したが、今後「判断」と「制御」も含めた全体のシステムとして検証を続けてゆく。

実証実験の結果を踏まえ、今後委員会・WG等で検討が必要な事項

サービスレーン上の走行車両について、運用上最大200m先の車両の認識が必要だが、今回の検証では90m先の車両認識までしか確認できず、現状の自動運転用車載システムだけで十分な認識は難しく、路上側のシステムでの認識等の検討が必要である。また、給油付近では、日常的に給油待ちの駐車車両が発生しており、実務をこなす上で、追い抜きする必要があるが、厳密にルール上では追い抜きは禁止されており、自動運転車両の導入にあたり、今後このようなルールについても検討する必要がある。