

自動運転トーイングトラクター 実証実験結果・計画

AiRO株式会社

第16回空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会
AiRO株式会社 羽田空港での実証実験結果報告



AiRO株式会社

検証概要

実施日時	2023年10月～11月
実施場所	東京国際空港（羽田空港）
走行ルート	東貨物地区～西貨物地区ルート、国内線～国際線ルート
使用車両	RoboCar Tractor 25T
牽引コンテナ数	6台
自動運転レベル	Lv.3
実施者	AiRO株式会社
協力会社	日本航空株式会社

<走行ルート>



<車両外観>



<遠隔監視>



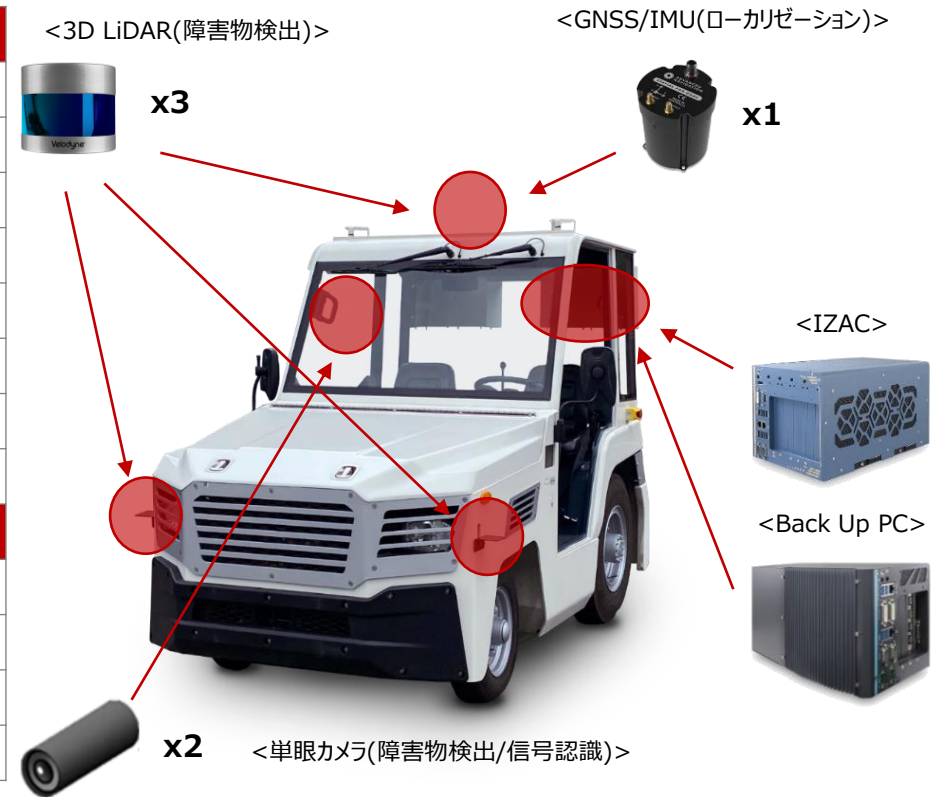
本検証の目的



1. 東西貨物ルート実運用可否判断
2. ノーストンネル内の自動走行検証

車両概要・機能

スペック	
車両名称	RoboCar Tractor 25T (ベース車両：Guangtai社製EV牽引車)
サイズ	3.20m x 1.70m x 2.45m (センサー込み、全長x幅x高さ)
最大牽引力	25トン
走行速度	最大25km/h
走行可能距離	満充電時：245km
満充電時間	急速充電：1時間以内
マニュアル運転	可能
センサー	3D-LiDAR x 3、単眼カメラ x 2、GNSS/IMU x 1
自動運転機能	
“認知”	3次元自己位置推定、信号・周辺車両認識、経路生成、レーン認識、レーン合流
“判断”	車間距離制御(ACC)、経路追従、周辺歩行者認識、車両回避、レーン合流
“制御”	自動ブレーキ(駐車)、レーンチェンジ、右左折/一旦停止
安全機能	リアルタイム監視機能



走行スケジュール

2023 **10**月

日	月	火	水	木	金	土
1	2 マニュアル走行	3 マニュアル走行	4	5 マニュアル走行	6 マニュアル走行	7
8	9 <small>スポーツの日</small>	10 マニュアル走行	11	12 マニュアル走行	13 マニュアル走行	14
15	16	17	18	19	20 マニュアル走行	21
22	23 マニュアル走行	24	25 Lv.3事前走行 (夜間)	26	27 Lv.3事前走行 (夜間)	28
29	30	31 Lv.3走行 (夜間)	1	2	3 <small>文化の日</small>	4

2023 **11**月

○ …走行日

日	月	火	水	木	金	土
29	30	31	1	2	3 <small>文化の日</small> Lv.3走行 (夜間)	4
5	6 Lv.3走行 (夜間)	7	8 Lv.3走行 (夜間)	9	10 Lv.3走行 (夜間)	11
12	13 Lv.3走行 (日中)	14	15 Lv.3走行 (日中)	16	17	18 Lv.3走行 (日中)
19	20 Lv.3走行 (日中)	21	22 Lv.3走行 (日中)	23 <small>勤労感謝の日</small>	24 Lv.3走行 (日中)	25 Lv.3走行 (日中)
26	27 Lv.3走行 (日中)	28	29	30	1	2

マニュアル走行でのデータ取得
…計9日分

Lv.3自動走行(事前)
…計2日分

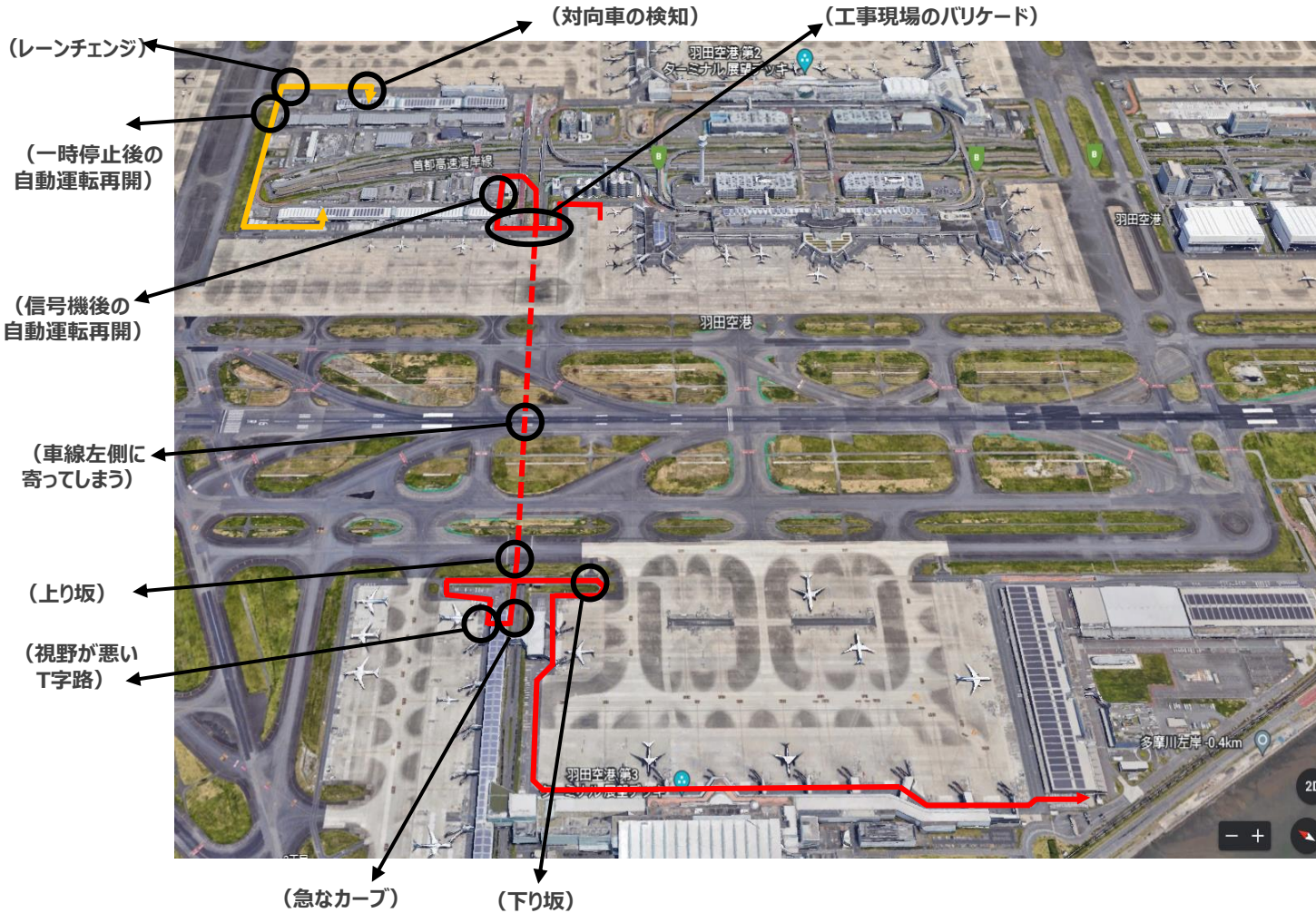
Lv.3自動走行(夜間)
…計5日分

Lv.3自動走行(日中)
…計7日分

実証実験走行結果 – 自動走行まとめ

走行日	計10日間 ➤ 10/31(火) 25:00-28:00 ➤ 11/10(金) 25:00-28:00 ➤ 11/20(月) 25:00-28:00 ➤ 11/3(金) 25:00-28:00 ➤ 11/13(月) 12:00-15:00 ➤ 11/22(水) 12:00-15:00 ➤ 11/6(月) 25:00-28:00 ➤ 11/15(水) 12:00-15:00 ➤ 11/24(金) 12:00-15:00 ➤ 11/8(水) 25:00-28:00 ➤ 11/18(日) 12:00-15:00 ➤ 11/25(土) 12:00-15:00
走行ルート	東西貨物ルートのみ：10/31、11/3、11/13 東西貨物ルート&内際貨物ルート：11/6、11/8、11/10、11/15、11/18、11/20、11/22、11/24、11/25
総走行回数 (自動運転)	東西貨物ルート：34.5往復 内際貨物ルート：16往復
総走行距離	135.95km
オーバーライド回数	65回
検証結果	<p>1.東西貨物ルートの走行について</p> <p>⇒AiROとしては2022年2月に実施した手動でのデータ取得以来の走行。自動走行は初めて実施（ベース車両を変更）。</p> <p>⇒実証実験前半ではP.7で説明の通り始/終点エリア（駐車場所への入構）、停止線での誤検知などオーバーライドは発生したものの、パラメーター変更などシステムに微調整を加えたことで、検証後半にかけてオーバーライドの数は格段に減少した。</p> <p>⇒航空機誘導路中間地点における停止線においては、今回ドライバーが目視で安全確認→自動運転再開で対応。引き続きWGなどで調整を図り、2025年中のレベル4実現に向けて検証を続けていきたい。</p> <p>2.ノーストンネル内の走行について</p> <p>⇒羽田空港におけるトンネル内走行は初めての取り組み。国内線側入り口付近では実証実験中も継続実施していたターミナル延長工事の影響で、日々バリケードや安全コーンの場所、車線規制が発生していた為、注意を要した。</p> <p>⇒複数回、オーバーライド無しでのトンネル内走行を実施できたため、一定の成果を得ることができた一方、自己位置推定の算出結果などで課題が残った。</p>

実証実験走行結果 - オーバーライド箇所 (カッコ内は主な理由)



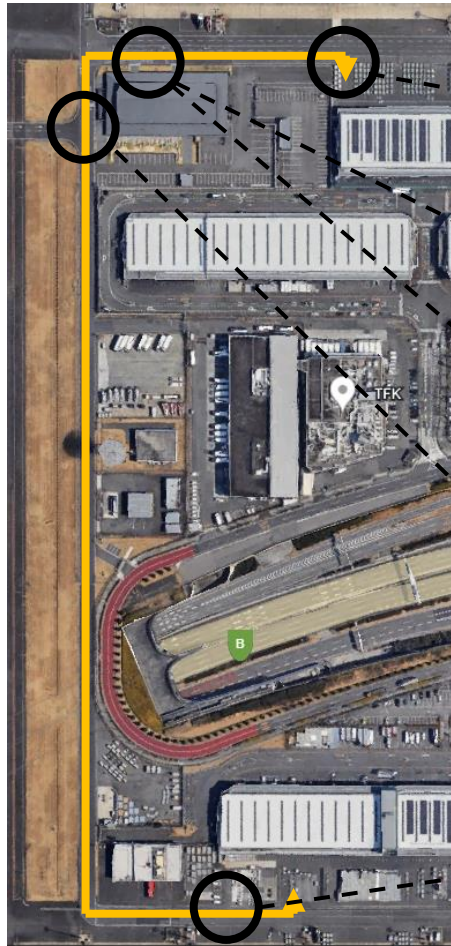
【自動運転】

- 計65回のオーバーライドが発生しているが、空港運用/運転ルールに則り適切に運転手が介入、安全に手動運転に切り替えられていた
- 同じ箇所でのオーバーライドも発生したが、正しく原因究明を行い、パラメータ調整などで翌検証日には自動で対応できており、改善が確認できていた

【遠隔監視】

- 東西ルートにおいては、通信環境に問題なかった一方、トンネル内の走行中は脆弱な通信環境から一部遠隔監視が遅れる/途切れる場面は散見された

実証実験走行結果 - オーバーライド詳細 (東西貨物ルート)



発生箇所：東貨物側終点エリア
発生状況：終点エリアに進入する際の右折において、対向車線の車が近付いていたにも関わらず、停止せずに右折を開始したため
発生回数：1回

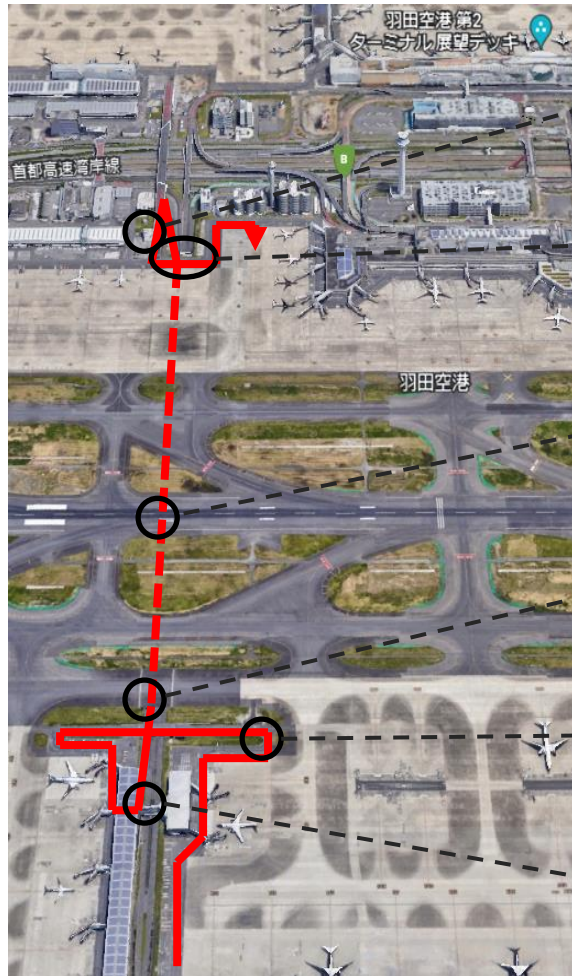
発生箇所：貴賓室前の左折地点 (東⇒西)
発生状況：貴賓室前の左折レーンへの車線変更が出来なかったため
発生回数：4回

発生箇所：貴賓室前の左折地点 (東⇒西)
発生状況：貴賓室前の左折レーンへの車線変更時に他の車両が接近し、安全確保の為
発生回数：2回

発生箇所：サービスレーン手前の一時停止線 (東⇒西)
発生状況：一時停止後の再始動時に、障害物を誤検知したため
発生回数：4回

発生箇所：東西ルート西側出発地点付近
発生状況：工事車両搬出の為の渋滞が発生し、想定した車線変更ポイントが走行不可だったため。(最大で5台程度の大型車が並んでいた)
発生回数：1回

実証実験走行結果 - オーバーライド詳細 (内際貨物ルート)



発生箇所：ノーストンネル国内線側入り口前信号機
発生状況：信号機の認識機能を搭載していなかったため

発生箇所：工事現場前のバリケード設置場所
発生状況：工事現場横のバリケード設置が10月上旬のマニュアル走行時から変更されており、3Dマップ上の走行ルートと重なっていたため
発生回数：3回

発生箇所：ノーストンネル内
発生状況：走行中に車両が左に寄ったため
発生回数：4回

発生箇所：ノーストンネル (国際側) 出口付近の上り坂
発生状況：上り坂を上り切れなかったため
発生回数：2回

発生箇所：橋の出口 (サービスレーン手前) の一時停止線
発生状況：一時停止線の大きく手前 (4.6メートル) で停止した為
対応方法：1回

発生箇所：ノーストンネル (国際側) 入口に向かう左カーブ
発生状況：コンテナが曲がり切れなかったため
発生回数：1回

実証実験走行結果 - 今後の課題

1 誤った自己位置推定結果



トンネル内においては、GPSが遮断されるため、他複数の手法を用いて実証を行い、想定通りの自動走行ができたラウンドもあったものの、一部精度が悪くなる場面も見られた。更に別の自己位置推定方法を追加することも含めて検討を行う。

2 緊急車両の検知



安全なLv.3実証実験の実施体制にはドライバーが定期的に（車両停止時など）入念な目視による后方確認が必要、マニュアルでの対応が必要。（コンテナが前後に動く音、コンテナが死角になり、後方車両が隠れてしまうなどの課題を収集した）

3 工事区画への対応



国内線側での工事に伴って、事前に作成していた3Dマップが実際の走行可能ルートと一致していない箇所があった。今後も工事によって車線規制等が発生する可能性があり、3Dマップへの即時反映が課題。

4 サービスレーンの確認



航空機誘導路中間地点における停止線においては、今回ドライバーが目視で安全確認→自動運転再開で対応。共通インフラ（カメラ）の活用が不可欠。

5 渋滞の発生



実証ルート上の上り/下り坂など制限速度が変わる特有の場所において、後続車両が渋滞するケースが発生した。