

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

実証実験結果報告

2021年12月16日

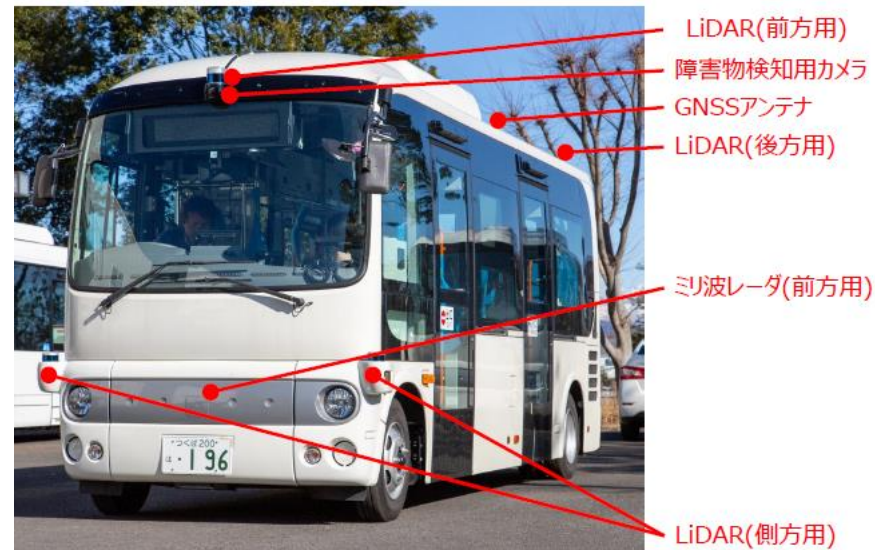
愛知県 経済産業局産業部 産業振興課次世代産業室
株式会社 NTTドコモ
先進モビリティ株式会社
名鉄バス 株式会社
中部国際空港 株式会社
ENWA 株式会社

実施概要

実施日時	実験準備：2021年10月6日～10月28日 実証実験：2021年10月29日～11月3日(土日を除く)
使用車両	日野自動車株式会社製小型バス “ポンチョ”
実施場所	中部国際空港 制限区域内
走行ルート	第1ターミナル ⇄ 第2ターミナル(一周約4.0km)
自動運転レベル	レベル3相当 (運転席無人での遠隔型自動運転 ※保安員は乗車し、運転席から離席) 自動制御 ⇒ ステアリング操作、停止線/停留所での停車 手動制御(遠隔) ⇒ 停車状態からの発車
実施者	愛知県 経済産業局産業部 産業振興課次世代産業室 株式会社 NTTドコモ 先進モビリティ 株式会社 名鉄バス 株式会社 中部国際空港 株式会社 ENWA 株式会社

車両概要

使用車両	日野自動車製小型バス・ポンチョ
乗車定員 (本実証実験時)	10名(着席9名、立席1名)
全長/全幅/全高 (mm)	6,990/2,260/3,100
車両重量(kg)	7,840
ハンドル有無	有
走行制御技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・車両自律型(遠隔制御による走行) ・遠隔から「発車」、「徐行」、「緊急停止」の操作を実施 ・GNSS、SLAMによる自己位置推定



試乗者・走行ルート・実証の様子

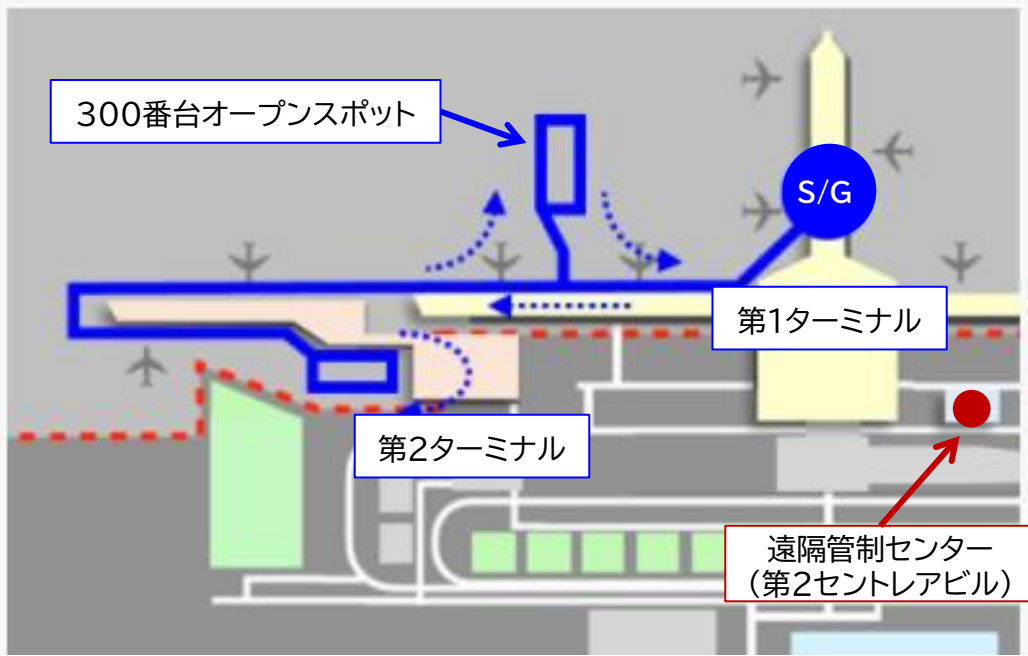
試乗者数:381名/4日間合計
(行政関係者、報道機関、各事業者の招待客、セントレアキッズクラブ会員、一般旅客)

実施日時	2021年10月29日~11月3日(土日除く) 09:00~17:00 (天候:晴)
実施場所	中部国際空港 制限区域内
走行ルート	第1ターミナル⇄第2ターミナル(一周約4.0km)

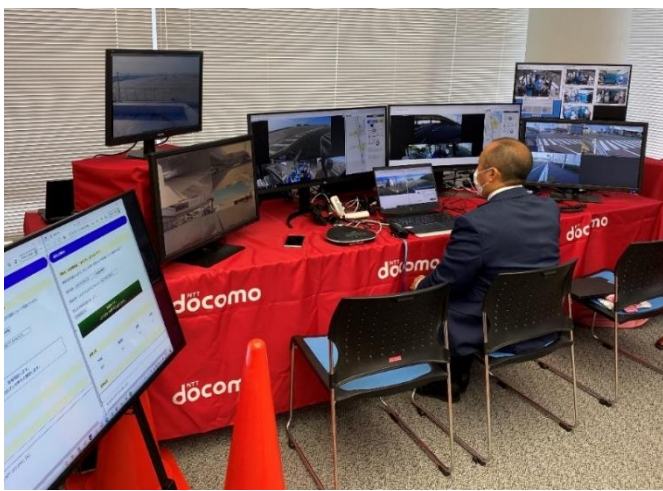
サービスレーン通行時(運転席無人で通行)



走行ルート



遠隔管制センター

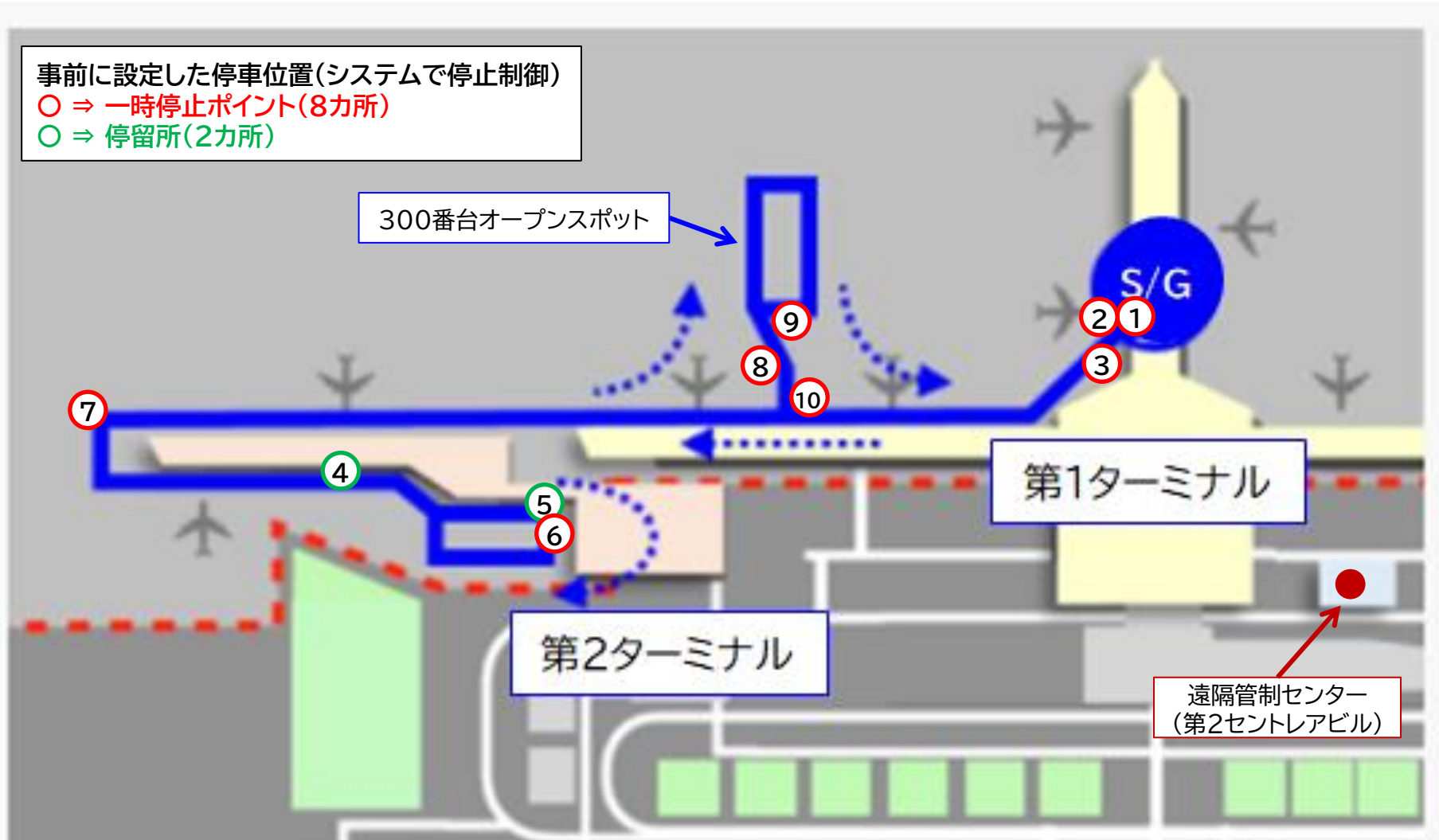


本実証では「制限区域」での走行と並行し、「空港周辺の公道」でも自動運転バスの走行を実施
↳2台の自動運転車両を同時運行させ、遠隔管制センターで運行を管理

運行方式 (レベル3相当)

車内保安員は運転席から離席した状態で運行

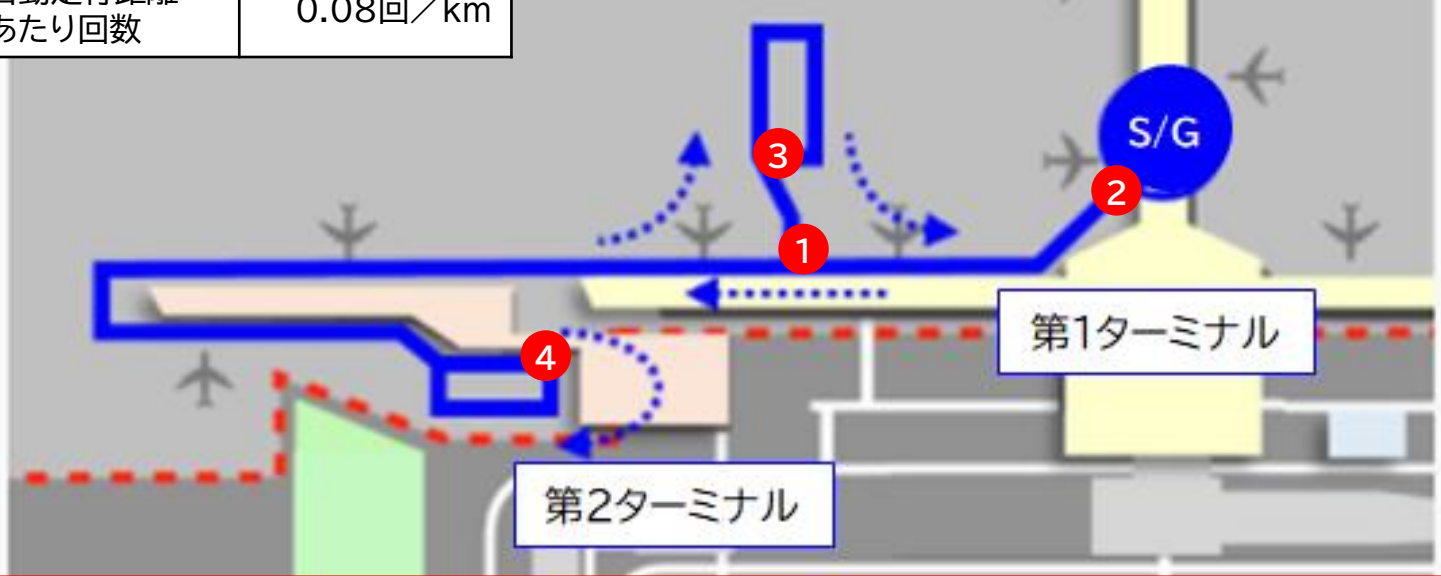
「スタート時」や「停車後の再発進時」は、車内保安員と遠隔監視者が相互に安全であると判断した場合のみ、遠隔監視者が発車操作を実施(PC画面上のボタンをクリック)



実験実験結果

走行距離	総走行距離 (調律期間含む)	1,074km
	本番期間のみの 走行距離	145.4km
予定していない 手動操作回数 (本番期間)	合計回数	12回
	自動走行距離 あたり回数	0.08回/km

◆走行経路の逸脱
発生箇所(10/29・11時台)
 ①第1ターミナルの21番スポット付近のT字路左折箇所
状況:左折時に走行軌跡が逸れ、反対車線側に膨らみそうになり、
 車内保安員が緊急停止ボタンを操作
要因:車両内で複数システムが稼働、かつ空調も使用したことにより電圧が低下、操舵システムがダウンして軌跡を逸脱しそうになったと推測



◆停止線のオーバーランのリスク発生
発生箇所
 ②第1ターミナルのセンターピアトンネル出口付近
 ③オープンスポット側のサービスレーン手前
 ④第2ターミナルの国内線到着口付近
状況:停留所や一時停止の停止線をオーバーしそうになったため、車内保安員が緊急停止ボタンを操作(複数回発生)
要因:ブレーキや車両の状態、自己位置精度低下等の複合的な要因から、オーバーランをしそうになったと推測

実験実験結果

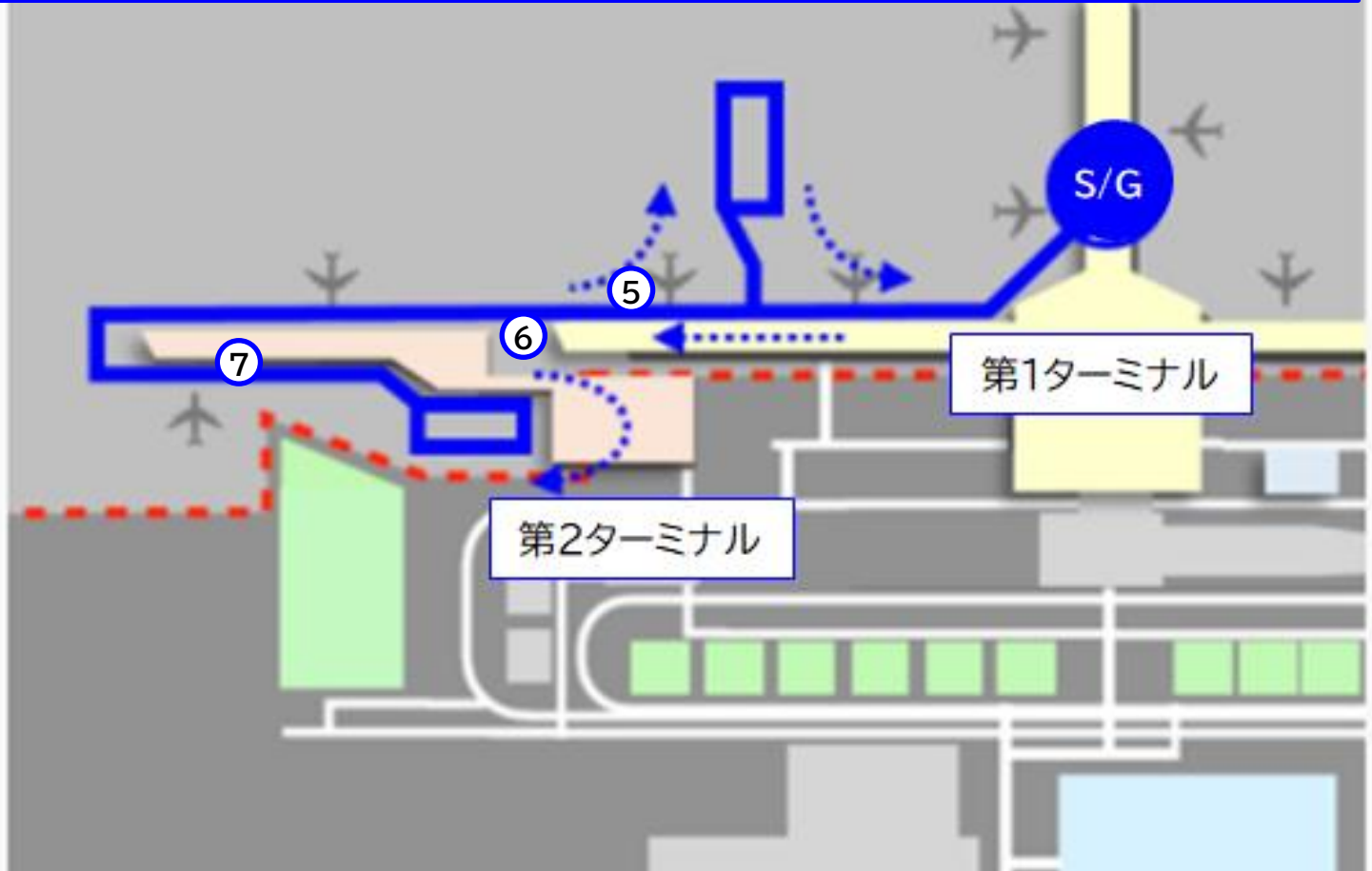
◆遠隔管制センターからの徐行操作による安全確保

発生箇所

- ⑤ 第2ターミナル⇒第1ターミナルへ向かう直線区間
- ⑥ 第1ターミナル⇒第2ターミナルへ向かう直線区間
- ⑦ 第2ターミナルの78番スポット付近の直線区間

状況: トーイングトラクター等の速度差がある車両が前方を走行していたため、遠隔管制から徐行操作

要因: トーバー等をけん引している場合、車両のセンサーで検知できずACCが作動しない可能性があったため、徐行操作により車間を確保



実証実験結果総括

検証内容	検証結果・技術的課題	今後の対応
自己位置推定技術	GNSSの精度低下時でも、周辺に目標となる構造物が多い場所で、低速域であればSLAMのみで走行できることを確認。	GNSSの精度低下時の走行速度向上には磁気マーカ、路側センサーとの連携が必要と想定
一時停止	基本的には問題なく停止していたが、停止線をオーバーしそうになる状況が複数回発生。(車両の状況や自己位置推定精度の低下、停車時の最大減速Gの設定等の複合的要因)	車両の状態に必要な応じて停止制御の方法を変化させる等の技術開発が必要と想定
立席乗車への対応	今回は立席での乗車を許容したが、緊急停止時の減速Gも立席の乗客への影響を考慮した設定としたため、制動距離が長くなった。結果として、上記の停止線でのオーバーランの要因の一つとなった可能性あり。	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急停止操作時の乗客へのアラートを表示する等の対策を行うことで、制動距離を短縮 ・路側のカメラやセンサーを活用して、障害物を早期に検知し、可能な限り緊急停止が発生する状況をなくす方法を検討
車両の安定稼働	自動運転システムや他システムの稼働に必要な電源を車両から確保することが困難。(例 空調をオンにすると自動運転システムに支障が出る 等)	車載機器の電力消費低減化の検討
遠隔での安全監視	運転席無人のため、遠隔管制において映像による安全確認を実施。	5Gを活用した4K映像伝送等が必要と想定
	通信状態の影響を受けるため、映像のみでの安全確認には課題が残る。	設置場所の電源や対象エリアの通信状態も考慮に入れたカメラ配置を検討

自動走行の実現に向け、今後実験を通じて検証が必要な事項

- ・航空機が多い環境下(他車両の通行が多い環境下)での運転席無人走行実証
 - └今回は航空機および他車両が少ない環境での実証であったため、航空機等が多い環境で他車両と協調した走行の実証が必要と想定
- ・制限区域内での複数台同時運行／遠隔制御(1対Nの遠隔管制 $N \geq 2$)

※その他、今後の課題については、関係事業者で整理中

自動走行の実現に向け、今後委員会・WG等で検討が必要な事項

- ・将来的な運転席無人運行を想定した、自動運転車両の運用ルールについて
 - └映像のみでの安全監視に課題があったため、管制情報との連携の必要性を検討(映像では、アンチコリジョンライトの点灯が確認しにくい事象が発生)
 - └空港業務におけるコストやリソースの低減化を想定し、車内保安員の役割の定義を検討(大型二種免許の必要性 等)
- ・インフラの共通化
 - └自動運転サービス提供事業者毎の整備では、事業者及び管理者に負荷がかかるため、共通設備の整備を検討(安全監視用のカメラの共通化、磁気マーカ、3Dマップ 等)

その他

- ・自動運転車両を活用したサービスのビジネス性の検討
 - └高額な自動運転車両の導入方法(購入・リース等)やその費用負担の方法、並びに導入後の費用対効果の検証が必要