

令和3年度 自動運転ランプバス実証実験結果

全日本空輸株式会社
先進モビリティ株式会社
BOLDLY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結果報告 (羽田空港オープンスポット)

2022年3月

全日本空輸株式会社

先進モビリティ株式会社

BOLDLY株式会社

実施概要

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、高精度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のみで自動走行を行い、自動運転の安定性や確実性を検証する

実施日時	実験準備：2022年1月17日～1月28日(10日間) 実証実験：2022年1月31日～2月4日(5日間)
使用車両	BYD製 K9RA(電動バス)
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	第2ターミナル停留所～81/82/84番スポット
自動運転レベル	レベル3相当(運転手あり)
実施者	全日本空輸株式会社 先進モビリティ株式会社 BOLDLY株式会社

車両概要

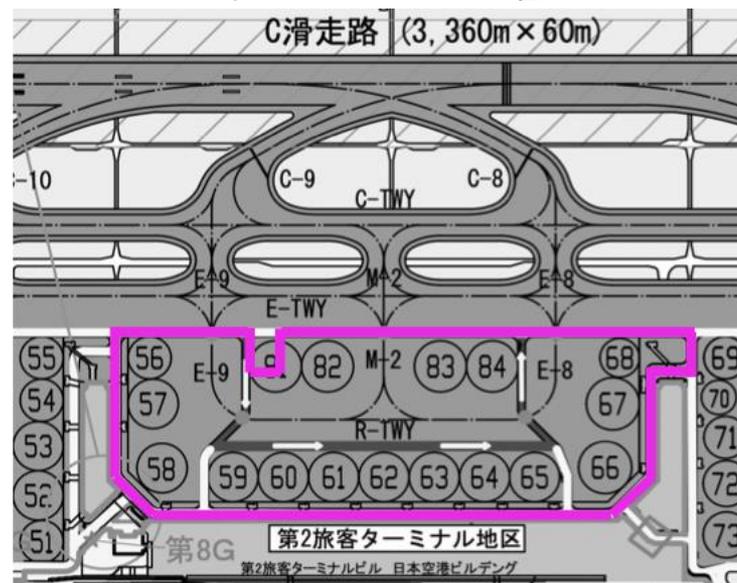
項目	内容	
走行速度	直進時は最高30km/hに設定、カーブ時は10km/h以下	
乗車定員	57名(着席26名、立席31名)	
構造	全長	12,000 mm
	全幅	2,650 mm
	全高	3,400 mm
	重量	13,820 kg
	車輪	4
ドアの有無	有(左前方、左中央に各1枚)	
ハンドルの有無	有	
緊急時の操作	<ul style="list-style-type: none">・ドライバのブレーキもしくはハンドルオーバーライドによる車両停止・遠隔操作による車両停止	
ブレーキの有無	有	
走行制御の概要	<ul style="list-style-type: none">・ GNSS、SLAM(3Dマップ)、磁気マーカー等から自己位置を推定 ※ オープンスポットの走行ルートにおいては、GNSSのみ使用・ 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)・ 遠隔による緊急停止機能を搭載	
センサー等の概要	LiDAR(計4基)/ミリ波レーダー(計5基)/IMU(計1基)/GNSS(計1基)/カメラ(計1基)/ 遠隔監視用カメラ(計14基:車外5基・車内9基)	
自動走行システム	レベル3相当 (運転席に運転手が常に乗車)	
自動運転中表示	前後横のデジタル方向幕に「AUTOMATED DRIVE」と表示	



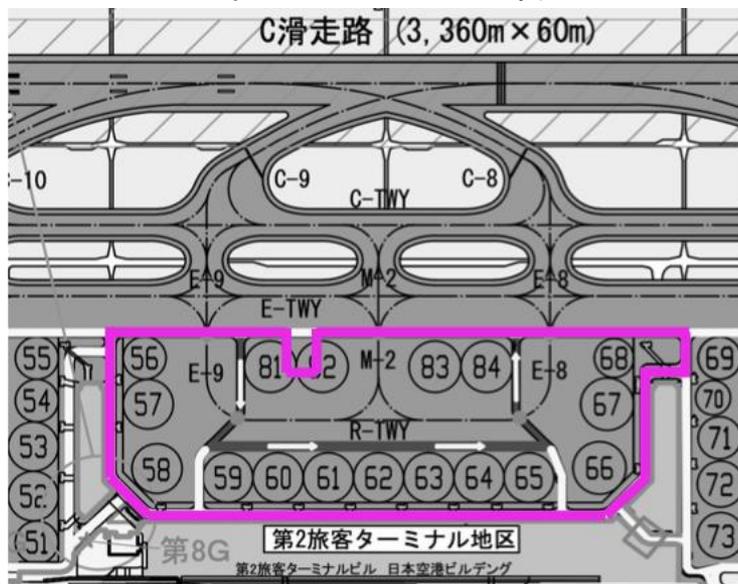
走行ルート

実施日時	1月31日 10:00～18:00 (天候:晴) 2月01日 10:00～18:00 (天候:晴) 2月02日 13:00～21:00 (天候:晴) 2月03日 10:00～18:00 (天候:晴) 2月04日 10:00～18:00 (天候:晴) ※2月2日は夜間走行を実施
実施場所	羽田空港 制限区域内
走行ルート	第2ターミナル停留所～ 81/82/84番スポット(1周約2km)

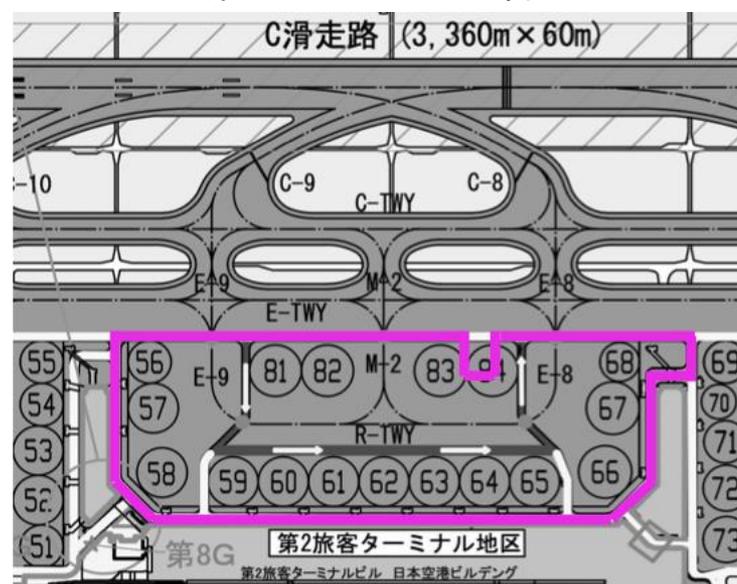
第2ターミナル～81番



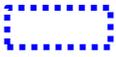
第2ターミナル～82番



第2ターミナル～84番

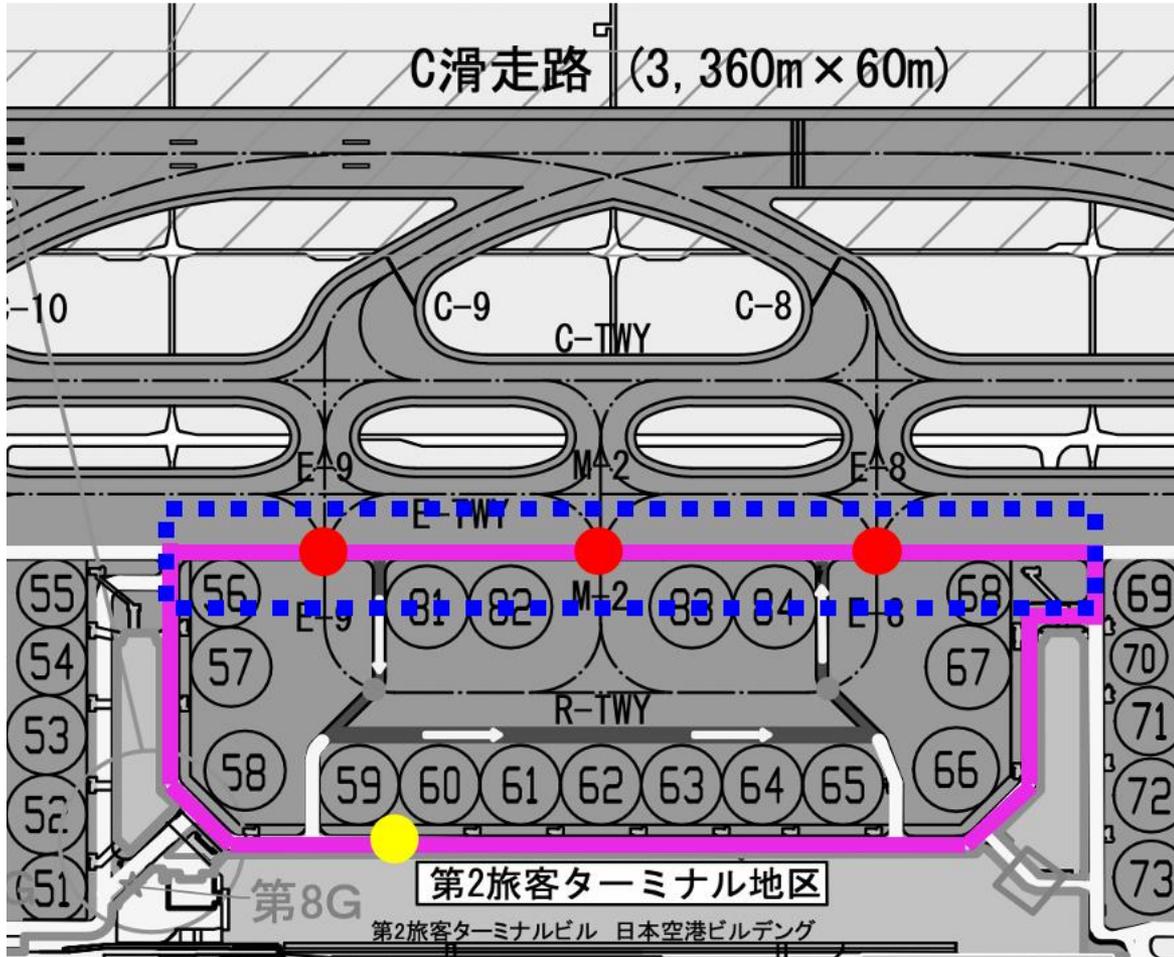


走行ルート上の特徴

- ・GNSSのみで自己位置推定  (3Dマップ、磁気マーカークなし)
- ・航空機誘導路の横断  サービスレーン
- ・客室乗務員の実際の停留所を使用 



 サービスレーン



 停留所(#59軒下)

実証実験結果

自動走行回数	全ルート合計	64(回) うち、夜間9(回)
走行距離	総走行距離	135.1(km)
	うち、自動走行距離	131.9(km)
手動介入の回数	合計回数	41(回)
うち、自己位置 推定に起因する 手動介入の回数	合計回数	13(回)
	自動走行距離 あたり回数	0.1(回/km)

手動介入41回のうち、自己位置推定に起因しない28回は、走行経路上の他車両回避のための手動介入(作業中の車両や駐停車中の車両・車庫入れ中の車両等)



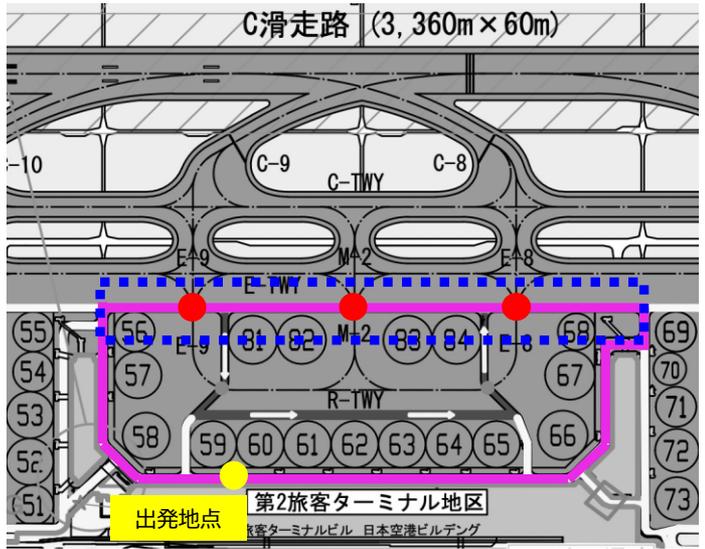
実証実験結果

自己位置推定に起因する手動介入の内訳(事象①・②)

	データも車両もルートから逸脱(事象①)	車両のみルートから逸脱(事象②)
回数	13回	3回(事象①と重複あり)
場所	1) オープンスポット 2) 69番スポット付近	オープンスポット
	(次頁参照)	(次頁参照)
原因	<p>1) GNSSのみの自己位置推定となるため、他の手段での補正ができず全体精度が低下する</p> <p>2) 自己位置推定がGNSSのみからSLAM(3Dマップ)へ切り替わる場所であり、測位精度が低下していると、SLAM切り替え時にズレが生じる</p>	<p>GNSSのみの自己位置推定となるため、他の手段での補正ができず全体精度が低下する</p>
	 <p>車両通行帯からはみ出し、誘導路の中に進入している</p> <p>※ドライブレコーダー動画あり</p>	 <p>車両通行帯のセンターラインを跨いで走行</p> <p>※ドライブレコーダー動画あり</p>

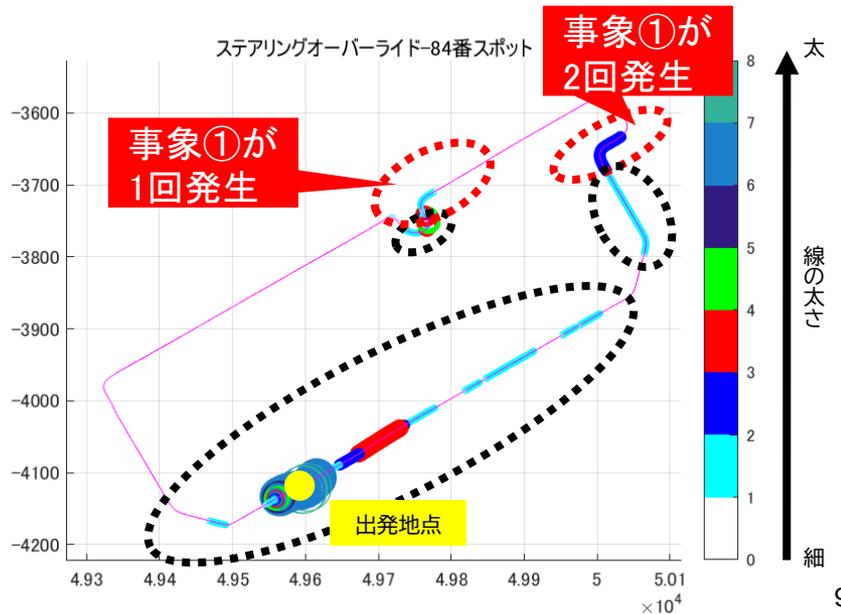
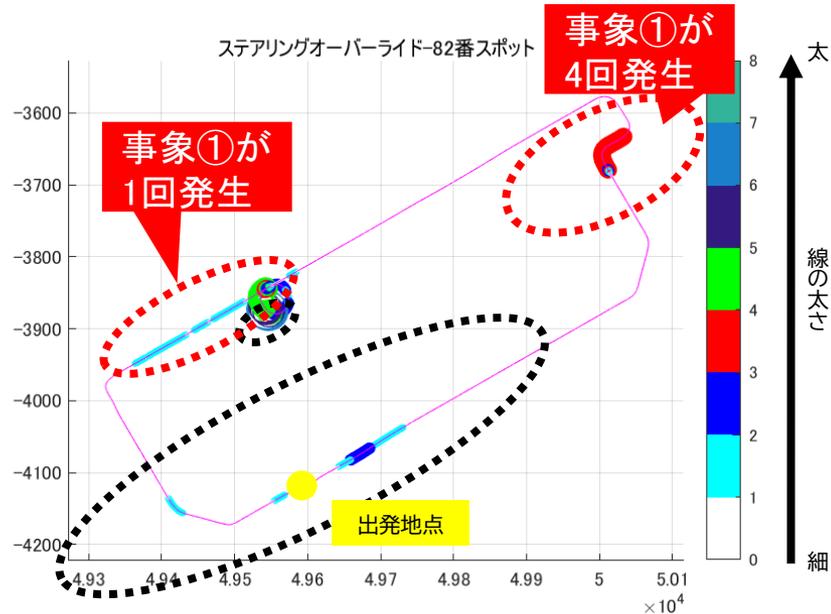
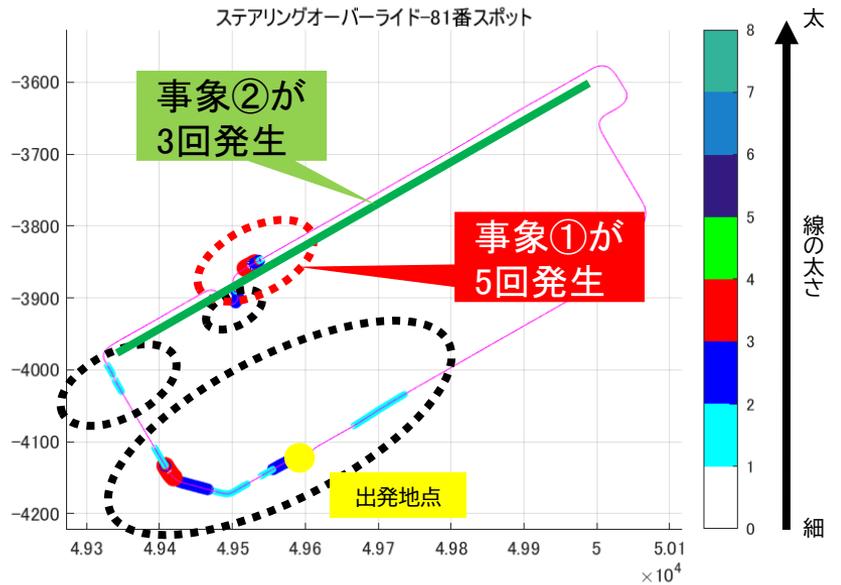
実証実験結果

自己位置推定に起因する手動介入の発生場所・回数(事象①・②)



自己位置推定に起因しない手動介入(走行経路上の他車両回避)

自己位置推定に起因する手動介入(事象①に相当)



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
<p>自己位置推定技術</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ターミナル沿いは旅客搭乗橋の影響により、GNSSの受信が困難であるが、3Dマップ・磁気マーカーを併用し、安定的な走行を確認 オープンスポットでは、GNSSの測位精度が低下した場合に、ルートからの逸脱が発生 (推定原因: ①GNSS測位精度自体の低下/②車両側での制御遅れ/③ネットワーク型RTK-GNSSの受信不良) 64回の走行のうち29回は航空機駐機中に自動走行を実施し、ERA(航空機からの距離10M程度)まで寄付を実施したが、ロングパス現象(*)の発生はなし (今回は小型機のA320・A321・B737のみ) 	<p>レベル4に向けて自己位置推定の冗長化の検討が必要</p>  <p>(*)ロングパス現象 電波が航空機表面で反射し、GNSS受信機に到達することで、実位置と計算上の位置に差異が生じる現象</p>
<p>気象条件による影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> 期間中、降雨・強風はなし 夜間走行検証を実施し、夜間でも問題なく自動走行可能であることを確認 	<p>悪天時の検証が別途必要(※これまでのターミナル沿いにおける実証実験等での実績あり)</p>
<p>他GSE車両による影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> 設定した経路上に他車両が駐停車している場合にオーバーライドが必要 	<p>引き続き、駐停車位置や優先の考え方について検討が必要</p>
<p>誘導路横断時の判断 ※ドライブレコーダーあり</p>	<ul style="list-style-type: none"> 航空機の存在・位置・動きやプッシュバック機等を判別し、横断可否の判断を遠隔監視者が車両のカメラで行うことは困難 	<p>レベル4に向けては、車両側ではなく、FMS側で都度判断ができるよう、空港面監視システムとの連携や信号等の検討が必要</p>

今後の課題等

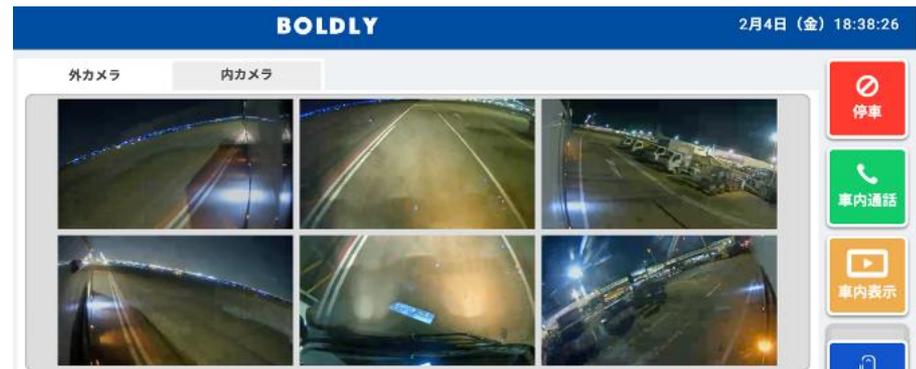
実証実験の結果を踏まえ、今後さらに検討・検証が必要な事項

- 3Dマップや磁気マーカがあるターミナル沿いの自動走行は問題ないが、GNSSのみでの走行となるオープンスポットでは、GNSS測位精度が低い場合に、ルートからの逸脱が発生しており、あらためて自己位置推定の冗長化の必要性を課題認識した。
→ 他の推定手段(部分的な磁気マーカ等)の追加によるセンサーフュージョン化
- 誘導路横断時等の航空機認識は、車両側に装備している遠隔監視システムのカメラだけでは困難であり、カメラの画角に収まらない航空機の識別や夜間帯での作業時には、運転手の目視確認による横断を実施。レベル4で誘導路を横断するには、より俯瞰的に周囲の状況(*)を確認可能なカメラや、走行可否を指示する仮想信号機等の共通インフラ整備、およびFMS側での空港面監視システムとの連携が必要。

(*) ①離着陸機・トーイング機の所在、②航空機のプッシュバック状況(特に衝突防止灯の点灯状況)など



- ①誘導路を自走中の航空機がそのまま直進するのか、もしくはターミナル側に向けて右折するのかの判断
- ②ターミナル側の航空機のプッシュバックの状況判断



(夜間)遠隔監視システムのカメラでは、飛行場灯火(空港に設置された灯火)と航空灯(航空機に装備された灯火)との識別が困難

実証実験の結果を踏まえ、今後さらに検討・検証が必要な事項

- スポット近辺、ターミナル沿いで他GSE車両との干渉が多いため、今回実験で使用したような大型バス(BYD製K9RA)をレベル4で自動走行させるためには、駐車位置や優先レーンなどの運用ルールの設定とその遵守が必要。
- 今後、羽田空港における内際旅客の接続導線ならびに空港施設展開等を含めた環境変化や導入ニーズを踏まえ、搬送対象(お客様/乗務員)および、走行ルート(ターミナル沿い/オープンスポット/ターミナル間)、車両サイズ(大型～小型)、導入効果(生産性向上)などの観点で再検討を行うとともに、導入対象を明確した上で、今後の具体的な検証につなげていく。

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

実証実験報告

2022年3月10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
スケジュール	2021年12月3日:模擬フィールド審査 2022年1月17日:制限区域内での準備走行開始 2022年2月14日:実証実験開始 2022年2月28日:実証実験終了
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 車両通行帯
実験内容	・レベル4相当に向けた実証実験 ・ローカル5G・キャリア通信の冗長化構成での遠隔監視等 (オペレーションテストと通信関連テストを実施)
実施者	・成田国際空港株式会社(実証フィールドの提供、課題抽出等) ・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)

※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))」採択案件

走行日時・ルート

実施日時	2022年1月17日～2月10日(走行準備期間) 2022年2月14日～2月28日(実証実験) いずれも9:30～17:00の間で実施。メンテナンス等により走行していない日もある。
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)

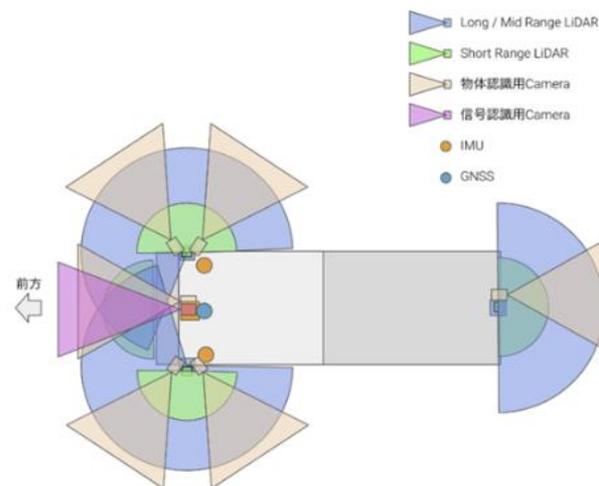


車両概要

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

実証実験の様子

自動運転の様子



交差点での一時停止の様子

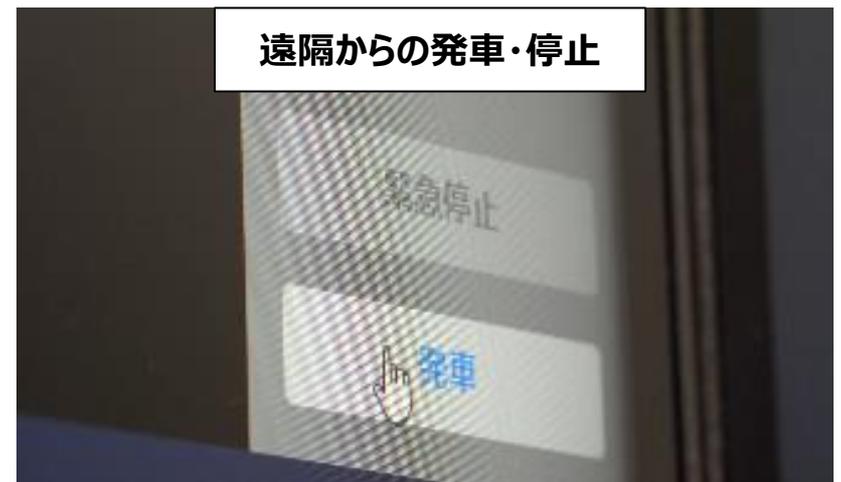
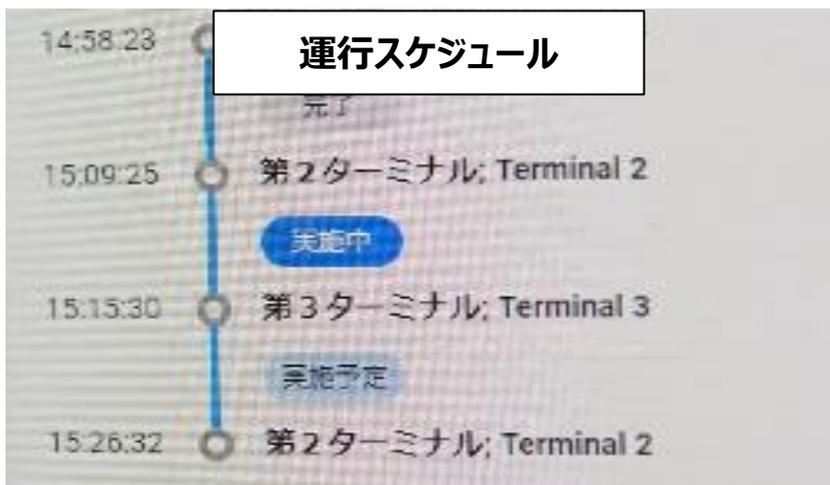
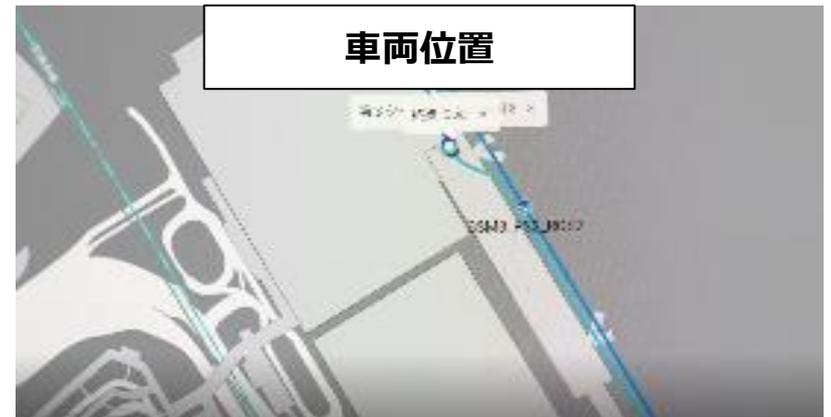


遠隔監視の様子



遠隔監視システム(Autaware Drive / FMS)

- Autaware Driveはティアフォーが開発する遠隔監視システムであり、遠隔から操作も機能上は可能である。Fleet Management System (FMS) は運行管理を行うためのツールであり、**車両位置・状態 (エラーやバッテリー残量等) の把握、運行スケジュールの登録、発車・停止指示等**を行うことができる。
- Autaware DriveとFMSを活用して、**車両を遠隔地から監視・管理**することが可能となり、将来のレベル4相当での実装を目指す。



実証シナリオ(動画)



ローカル5G／キャリア網の取り組み

ローカル5Gとキャリア通信による通信の冗長化構成

- 遠隔映像監視品質向上と複数車両の同時運用に向け、5G技術を適用し遠隔監視型自動運転を評価
- 安定運用の為、「空港業務専用のローカル5G」と「キャリア通信(5G・LTE)」で冗長化（本報告）

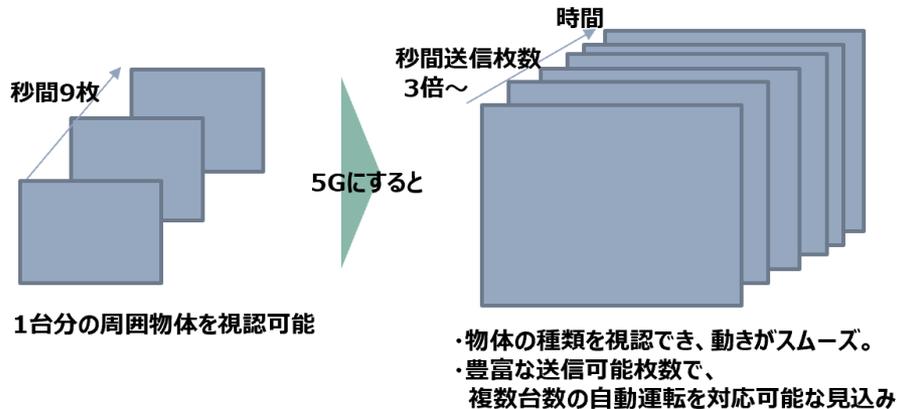
本報告

5G技術の適用

・高速大容量な通信を実現

⇒映像品質(画素数・秒間送信枚数)の向上 ※車両1台あたり

⇒自動運転台数の複数化



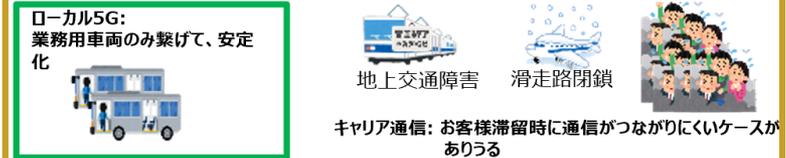
通信冗長化（ローカル5G自営通信・キャリア通信）

・機器故障等で片方が通信できなくなっても継続走行可



・災害時の安定性向上

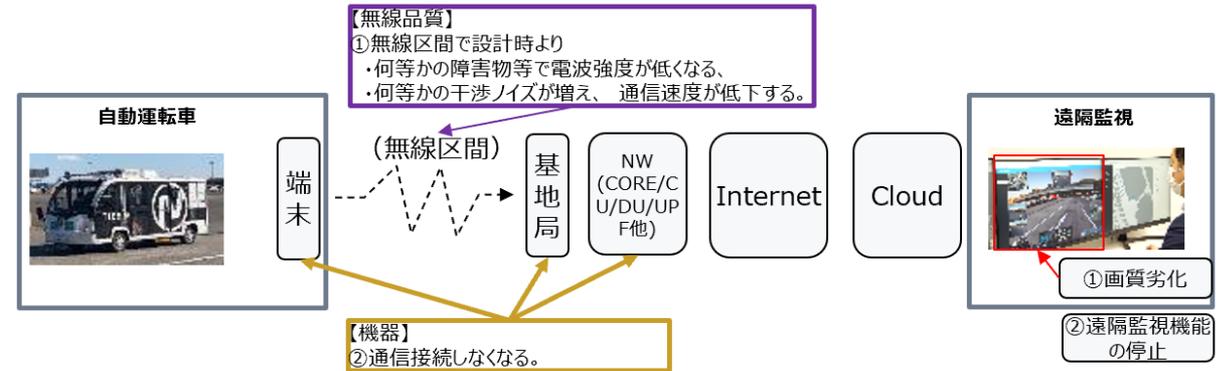
一般ユーザが利用しない空港業務専用の通信インフラのため通信混雑がなく安定化



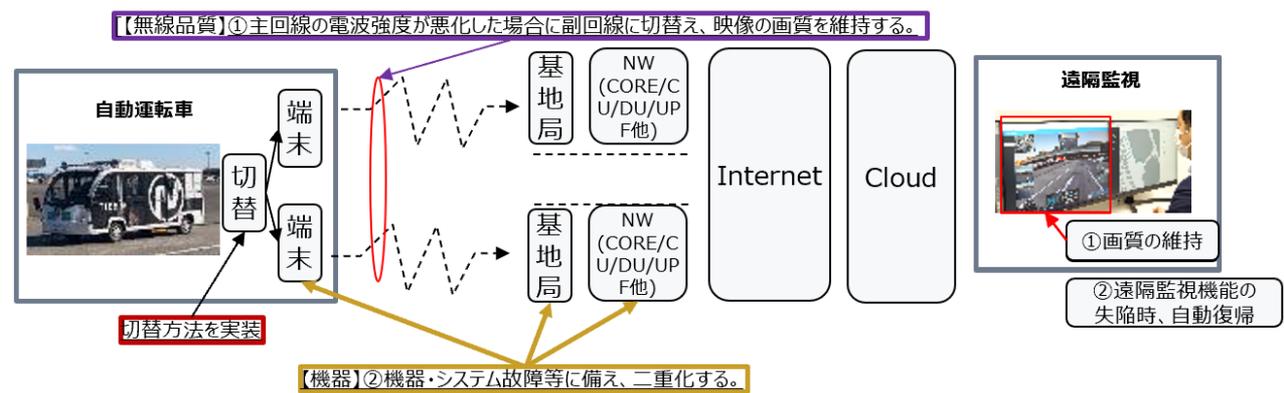
冗長系を要する理由とその方策

■ 通信失陥した場合、遠隔監視の「①画質低下・②遠隔監視機能停止」で、安全確保のため緊急停止する場合がある。
 →「①無線伝搬路・②機器類」の冗長化を行い、かつ、遠隔監視を維持する為の**切替手法を実装**し、通信品質の劣化時や通信途絶時の緊急停止の予防を狙う。

従来遠隔型自動運転の通信システムと、想定される失陥現象



本実証を行う遠隔型自動運転の通信システム



通信関連の試験の結果概要(通信品質劣化時)

■ 以下KPIを達成し、映像監視切替手法の冗長系適用可能性あることがわかった。

- 1)回線切替時間 2 sec以内、
- 2)映像遅延 400 ms以内、
- 3)画質(解像度) HD 画質
- 4)フレームレート9 FPS以上



計測地点	切替時間 [sec]	映像遅延 [sec]	画質	フレームレート [frame/sec]
			解像度	
KPI充足	OK	OK*	OK	OK
2ビルバス停出発(北行き)				
地点9 [73スポット]	0.378	0.386	HD	24
地点6 [75スポット]	0.468	0.370	HD	25
3ビルバス停到着/出発(南行き)				
地点6 [75スポット]	0.633	0.253	HD	21
地点10 [72スポット]	0.368	0.347	HD	22

通信関連の試験の結果概要(通信途絶時)

5回試行し、駆け付けする時間よりも十分早い速度で復帰することを確認

- 通信切断時に、自動運転車が直ちに安全に停車すること
- 映像が大きく途切れずに配信され続けること
- 制御系通信が復帰するまでの時間が駆け付け時間より十分短いこと

制御系通信復帰時間

試行回数	通信途絶時の安全停車	映像配信の再開	復帰時間 [sec]
1回目	OK	OK	84.6
2回目	OK	OK	75.1
3回目	OK	OK	75.0
4回目	OK	OK	75.7
5回目	OK	OK	75.0

※ターミナル3バス停付近で、ローカル5Gの試験停波を行い故障を模擬して実施。

実験結果

実証実験結果【概観】

項目	内容
コロナによる実証への影響	<ul style="list-style-type: none">• 予定されていた試乗会などが実施できなかったことにより、実証コンソ関係者以外によるフィードバックは、ターミナル間バスを運行している成田空港交通様を除き、受けることができなかった。（試乗した方々からのアンケートは集計中。）
自動運転について	<ul style="list-style-type: none">• オペレーションテストとしては約83kmの自動走行を実施（このほか、チューニング等のための準備走行や通信テストでも自動走行実施）。• 自己位置推定が外れる事象は見られず、自己位置推定は安定。• 走路上には他車両が停止していたり、GSE機材の扱い等でスタッフが存在することがあり、長時間走路にいる場合には介入をせざるを得ない。他車両の回避に係る自動運転技術は開発しているが、具体的な運用については十分に検討していくことが必要。• 突如として点群が現れ、障害物と認識される場合があり、砂埃（いわゆる「やち埃」）や制限区域内のスタッフの反射服やポールの光の反射などによる可能性がある。• 現在は平時に比べて航空便数も旅客も少ないが、航空需要が戻ったときには、乗降も含め、定時性を十分に確保できるオペレーションが必要。
遠隔監視等について	<ul style="list-style-type: none">• 遠隔監視、遠隔からのドア開閉・発進・緊急停止は問題なかった。• ローカル5Gの大容量・低遅延の通信により、遅延の少ない鮮明な映像での遠隔監視が可能となった。• また、キャリア通信との冗長化により、ローカル5Gの通信が途絶しても、速やかにキャリア通信に切り替え、遠隔監視復帰・走行再開することが可能なことを確認。



実証結果【項目別】

検証項目	概要
車線内での走行	<ul style="list-style-type: none">問題なく対応できている
速度制限の遵守	<ul style="list-style-type: none">問題なく対応できている(15km/hを遵守)
停止位置での停止	<ul style="list-style-type: none">問題なく対応できている
交差点での優先・非優先対応	<ul style="list-style-type: none">問題なく対応できている
コンテナ・路駐車脇などの死角にいる車両への対応	<ul style="list-style-type: none">問題なく対応できている
走路脇・走路内の人・車両への対応	<ul style="list-style-type: none">原則停止(MRM)することで対応しているが、長時間停止している車両については、停止後、手動で回避(今後、遠隔からの承認による回避を実装予定)
右左折時の対向車線へのはみ出し	<ul style="list-style-type: none">小型のバスであり、特に大きくはみ出すといったことはない
遠隔監視等／通信	<ul style="list-style-type: none">遠隔からのドア開閉、発進、緊急停止は問題なく実施ローカル5Gの活用により、鮮明で低遅延な遠隔監視映像を実現通信品質低下時キャリア通信との切り替えにより、遠隔監視を冗長化
空港関係者へのアンケート	<ul style="list-style-type: none">コロナの状況を踏まえて、大規模な試乗会等は実施を自粛空港内の関係者のみを対象にアンケートを実施中
オペレーションテスト (2/14、2/16、2/24、2/25実施) 2/14: 遠隔からのドア開閉・発進 2/16: 上記に加え、遠隔からの緊急停止 2/24、2/25: 上記に加え、ダイヤ走行やMRMでの自動停止等を実施(障害物がある場合は一旦自動停止→手動介入)	<ul style="list-style-type: none">【オペレーションテストのデータ】自動走行距離: 約83km(参考)実証期間全体1/17~2/28: 約420km予定していない手動介入: 7回 ※一部運用変更(Uターン方法)の指示があり、手動対応となった部分は除いている。介入は、主に他車両の回避等による。自己位置推定外れによる介入はなし。急停止等: 6回 ※排気ガス、砂埃、ポールの光の反射などが原因と考えられる。遠隔監視室からのドア開閉、発車、緊急停止は正常に作動ダイヤ走行: 現状運行しているT2発のバスと同じく30分間隔でT2出発

関係者アンケート 概要

空港関係者における自動運転に関する理解や懸念事項の把握のため、**空港関係者（成田国際空港株式会社職員及び成田空港交通様）に対するアンケート調査を実施**

■ アンケート概要

アンケート対象者	アンケート概要	アンケート期間
成田国際空港株式会社職員 (N=29)	制限区域内での自動運転試験に同乗した職員に対して、 旅客目線及び空港運営での評価や課題の確認 ①旅客目線での自動運転車両への乗り心地、安心感、不安な点等の確認 ②空港運営の観点での懸念事項や課題の洗い出し	2/10～2/28
成田空港交通様 (制限区域内ターミナル間連絡バス運営委託会社)	オンライン説明会を受けて、今後の実装に向けて以下の項目の評価や課題の抽出 ③自動運転の印象やお客様や 運行に対する懸念点 ④ 遠隔監視者の立場 で業務を遂行する場合の課題 ⑤ 保安員（ドライバー）の立場 で業務を遂行する場合の課題	

■ アンケート内容（成田国際空港株式会社職員向け）

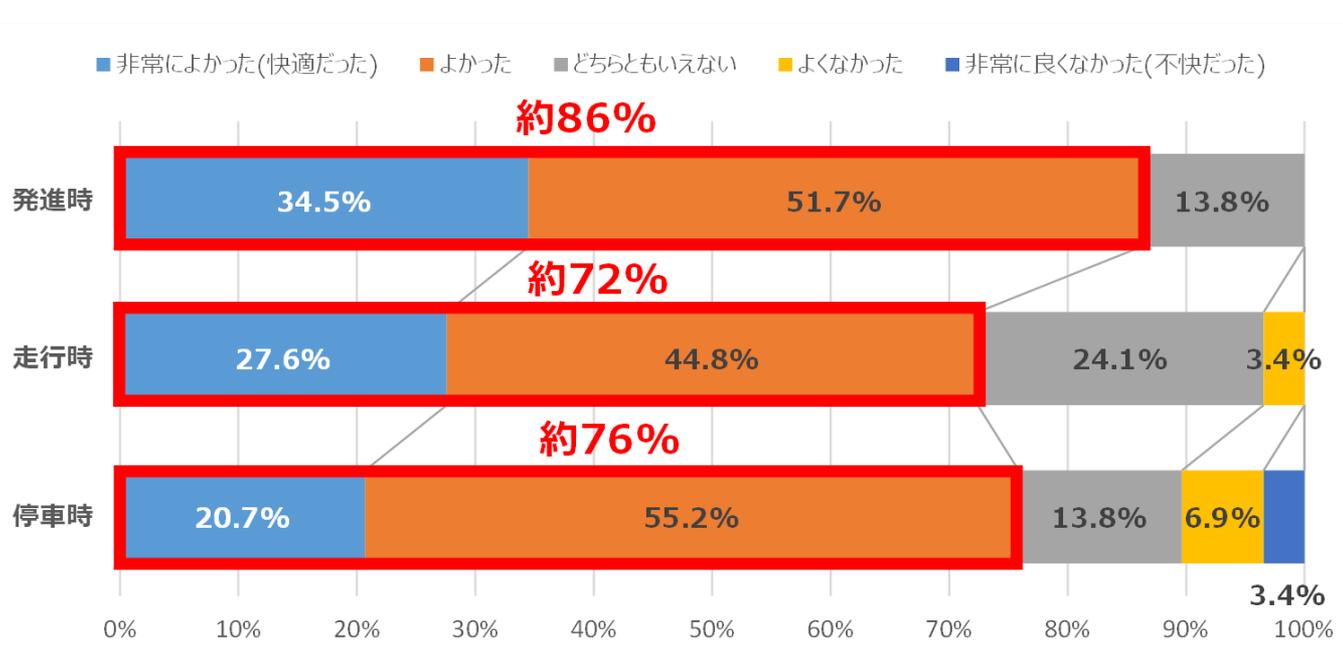
アンケート項目	設問
①旅客目線での自動運転車両への印象	<ul style="list-style-type: none"> 発信時、走行時、停車時の乗り心地の評価とその理由 乗車前後での安心感の変化とその理由 5Gを活用した遠隔監視による安心感の変化 旅客に乗車頂くことへの懸念とその理由 自動運転車両における不安な点の確認
②空港運営の観点での懸念事項や課題	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転バスの運行に関する気になる点の確認・空港管理者の立場で空港運営に影響を与える事象等の確認

■ アンケート内容（連絡バス運営委託会社向け）

アンケート項目	設問
③自動運転の印象やお客様や運行に対する懸念点	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転の印象に変化 旅客の乗車に対する問題や懸念点 自動運転車両について、不安な点の確認
④遠隔監視者の立場での課題	<ul style="list-style-type: none"> 現行の運用と比較した時に気になる点の確認 解消に向けた具体策
⑤保安員(ドライバー)の立場での課題	<ul style="list-style-type: none"> 現行の運用と比較した時に気になる点の確認 解消に向けた具体策

成田空港会社職員アンケートまとめ (1/2)

Q:自動運転車両の乗り心地はいかがでしたか？(5段階)また、その理由を教えてください。

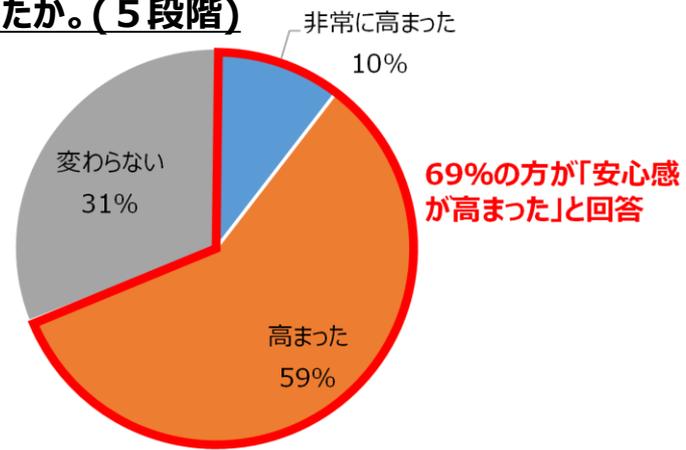


• 乗り心地が良好である回答率※
 - 発進時: 86%
 - 走行時: 72%
 - 停車時: 76%

• 乗り心地の主なコメント
 - 概ね快適であった (19名)
 - 急停車に対する懸念 (15名)

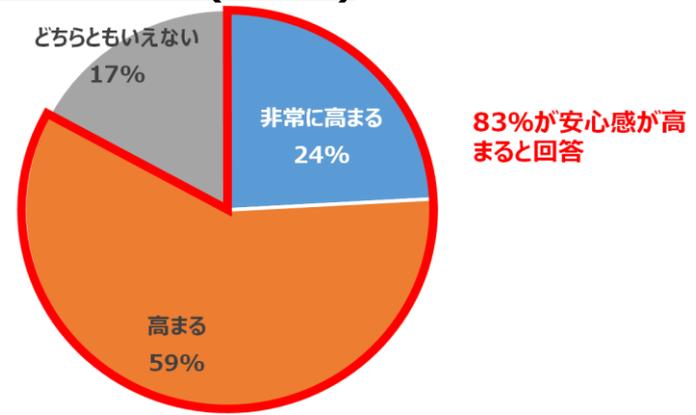
※ 「非常に良かった (快適だった)」「よかった」の選択者

Q:乗車前後で自動運転車両に対する安心感は変わりましたか。(5段階)



※「不安になった」「非常に不安になった」は回答者ゼロ

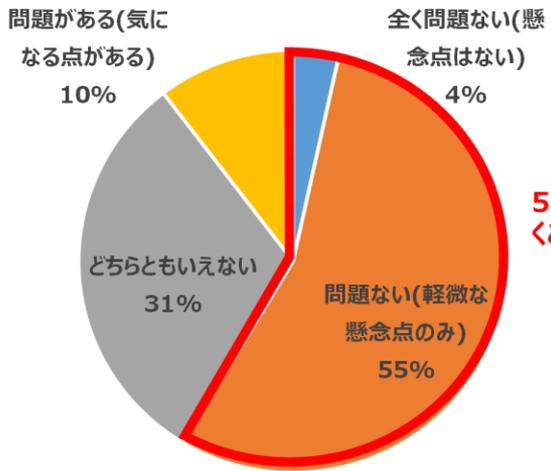
Q:5Gを用いた遠隔監視の有無で自動運転車両における安心感は変わりますか。(5段階)



※「不安になる」「非常に不安になる」は回答者ゼロ

成田空港会社職員アンケートまとめ (2/2)

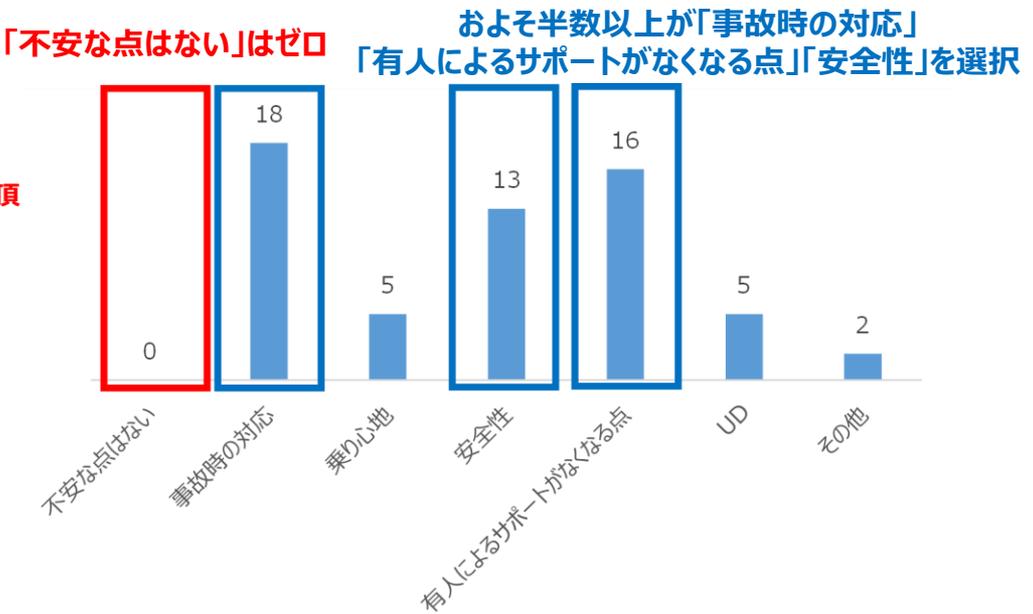
Q:お客様に自動運転車両に乗車いただくことに、問題ないと思いますか。(5段階)



59%がお客様に乗車頂くことは問題ないと回答

※「非常に問題がある」は回答者ゼロ

Q:自動運転車両について、不安な点があれば教えてください(複数回答可)



Q:自動運転バスの運行において気になる点がございましたらご記入をお願いします。(記述式)

主な回答(2件以上)

■ **安全性**

- ・イレギュラー対応全般 9件
- ・通信インフラ 8件

■ **運用**

- ・ODD外での運用 4件
- ・運用保守全般 2件
- ・乗客へのケア 2件

■ **自動運転車両**

- ・急停車、障害物検知の精度 2件

Q:自動運転バスの運行により空港運用に広く影響をあたえる事象等を記入をお願いします。(記述式)

主な回答(2件以上)

■ **他ハンドリング会社、航空機への影響**

- ・他のGSE等への影響(渋滞、急停車) 9件
- ・定時運航への影響(航空機妨害、乗り継ぎ遅れ) 2件

■ **乗客への影響**

- ・乗客対応(アナウンス、停車等トラブルによるストレス) 2件

■ **その他**

- ・サイバーセキュリティ 2件

成田空港交通様アンケートまとめ

- 制限区域内ターミナル間連絡バスの運営委託会社に対して、2022年1月26日に自動運転に関する**オンライン視察会を開催**し、その結果を踏まえてアンケート調査を実施
- 自動運転の推進について、有意義であり全般的に**前向きなコメントを受領**した。一方で、懸念事項についてコメントを頂いており、今後の実装に向けた検討を進めることとしたい。

アンケートにおいて、主に以下の観点で指摘を頂戴した。

- **有人ならではの臨機応変な対応**

コック操作、駆け込み乗車、汚損、空調・急な天候の変化

- **顧客サービス**

乗車誘導、問合せ対応

- **保守・バックアップ**

部品確保(故障時)、責任分解、緊急時の電力確保、
緊急時の駆付け対応者の確保(遠隔監視者以外)

- **保安員・遠隔監視者要件**

バックアップ車両の運転資格(大型2種)

- **自動運転に適したインフラ整備**

通信インフラ 等

実証実験を終えての成果と課題(まとめ)

(成果)

- ✓ 成田国際空港の制限区域内において、大きな問題なく、ルールに沿った走行が可能であることを確認
- ✓ レベル4相当の実現を見据えた主な機能・オペレーションが大きな問題ないことについて確認
 - ✓ 遠隔システムを活用しての乗降シナリオ(遠隔からのドア開閉や発進指示)
 - ✓ 遠隔からの緊急停止
 - ✓ ダイヤ走行
- ✓ 空港内の自動運転専用のローカル5G及びキャリア通信との冗長化構成の有用性を確認

(今後の課題)

- アフターコロナで航空需要が戻った場合における制限区域内の環境変化に対応しつつ、定時性を確保する方法は要検討
- レベル4相当実装時において、(車内保安要員を置かない場合)、問題が生じたことを車両側で検知→遠隔監視者に通知→遠隔監視者が警備員などに連絡→駆けつけ、といったオペレーションの確立
- レベル4相当実装時において、(車内保安要員を置かない場合)、車内安全の確保手法
- いわゆる1:N等の遠隔監視オペレーションの確立
- 砂埃や排気ガスの検知への対応
- 走路上に長時間停止する車両への対応(車両による回避、空港内における路駐のルール検討等)
- レベル4相当実装のために必要な通信要件や共通インフラとしての通信インフラの考え方

<アンケートを踏まえた課題>

- 急停車等に起因する乗り心地の改善
- 有人走行時と同等のサービスレベルを無人走行時でも確保(問い合わせ・UD対応等)
- 乗客やグランドハンドリング(GSE車両ドライバー等)に対する自動運転の理解促進
- 緊急時・保守時の駆け付け体制や代替輸送サービスの確保(悪天候時含む)、遠隔監視者の要件の整理、対応者へのスキル委譲 等

今後の展開

(2021年度:実証開始)

成田国際空港におけるレベル4相当の実現に向けた実証実験

- ・T2～T3間
- ・1台走行
- ・運転席ドライバーあり



(2022年度～2024年度頃:実証実験のステップアップ)

成田国際空港におけるレベル4相当の実現に向けた実証実験の拡充

- ・走行ルートの拡充
 - ・ローカル5G等を活用した複数台の遠隔監視
 - ・遠隔監視のみ(レベル4相当)での実証実験
- 他空港への展開検討・着手



(2025年度頃:実装)

成田国際空港等の空港制限区域内におけるレベル4相当での実装

※「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」では「実現性の高い空港、エリア、ルート等については、可能な限り前倒しでL4相当を導入」とあり、この動向次第では、前倒しでの導入も検討

等