

No3(空港制限区域内における遠隔型自動運転バス (レベル4相当) の実装に向けた実証) 成果報告書

2024年3月15日

No3(東日本電信電話株式会社)

成果報告書の構成

- I. 地域の現状と課題認識
 - 1. 成田国際空港の現状
 - 2. 成田国際空港の抱えている課題
 - 3. これまでの取組状況
- II. 目指す姿
 - 1. 将来的に目指す姿
 - 2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ
 - 3. 成果 (アウトカム) 指標
 - a. ロジックツリー
 - b. 成果(アウトカム)指標の設定
- III. ソリューション
 - 1. ソリューションの概要
 - 2. ネットワーク・システム構成
 - a. ネットワーク・システム構成図
 - b. 設置場所・基地局等
 - c. 設備・機器等の概要
 - d. 許認可等の状況
 - 3. ソリューション等の採用理由
 - a. 地域課題への有効性
 - b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ
 - c. 無線通信技術の優位性
 - 4. 費用対効果
 - a. ソリューションの費用対効果
 - b. 導入・運用コスト引き下げの工夫
 - 5. 実証環境の構築
 - a. ネットワーク・システム（ローカル5G基地局新設）
 - b. 遠隔型自動運転車両の大型化
- IV. 実証
 - 1. 実証計画
 - 2. 検証する項目・方法
 - a. 技術検証
 - b. 運用検証
 - 3. 実証に要した経費
 - 4. 実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て
 - 5. 実証スケジュール
 - 6. リスクと対応策
 - 7. PDCAの実施方法
 - 8. 実証の実施体制
 - 9. ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策
 - 10. 検証結果
 - a. 技術検証
 - b. 運用検証
- V. 実装・横展開の計画
 - 1. 実装計画・スケジュール
 - a. 実装に向けた具体的計画
 - b. 実装の体制
 - c. ビジネスモデル
 - 2. 資金計画
 - 3. 他地域への横展開の方策
 - 4. 普及啓発活動
 - a. 実証視察会の実施
 - b. 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の報告

1 成田国際空港の現状



所在地	千葉県成田市		
開港	1978年5月		
路線数	国際：102 国内：20	※2023年 夏期スケジュール初期	
発着回数	国際：12.5万回 国内：5.2万回	※2022年度実績	
旅客数	国際：1,356万人 国内：696万人	※2022年度実績	
従業員数	約4.3万人		※2017年調査時

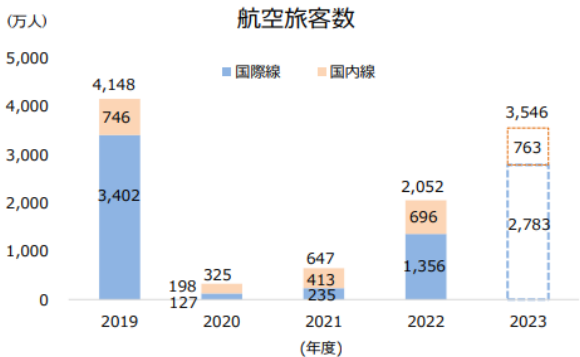
地域の現状の詳細

内容

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

A 旅客の状況

2020年以降、新型コロナウイルス感染症の影響により旅客数は激減したが、2022年度から急速に回復し始めている状況。
主要となる国際線旅客は、2021年度から2022年度にかけて約5倍に急増した。



B 実証フィールド

本実証は、航空機に乗員・乗客の乗降などを行う「エプロン」と呼ばれるエリアで行う。環境は屋外かつ平面です。航空機を駐機する「スポット」と、構内用車両通路などがあり、通路上をターミナル間連絡バスや手荷物を輸送する車両などが走行している。



黄塗部分がエプロンエリア例

C 制限区域内ターミナル間連絡バス

国際線の乗継ぎ旅客がターミナル間を移動する手段として運行しているバスであり、約40人乗りのバス車両を1名のドライバーが運転し、第1～3ターミナル間をダイヤ運行で周回する。



② 成田国際空港の抱えている課題

課題

対象者

内容

a 従業員

政府が観光立国推進基本計画にて企図する**2030年訪日外国人旅行客6000万人に伴い、今後さらに成田国際空港を利用する旅客の増加**が見込まれ、連絡バス及びトーイングトラクタ等の**GSE（Ground Support Equipment）車両**（右図1）の運用を、航空機の発着枠に応じて柔軟に対応することが必要となる。

成田国際空港では3本目の滑走路の新設等の“**更なる機能強化**”により、航空機の発着容量は現在の年間30万回から約**1.6倍以上の50万回にまで増加**すると予測される。

また、同空港に従事する従業員は約4.3万人であり、そのうち約9割は千葉県在住者（5割以上は成田市等の周辺市町※在住者）で構成されている。同空港周辺の市町については**全国平均以上に人口減少と高齢化が進み**、2045年の生産年齢人口は2020年に比べて約**7.8万人減少**（右図2）となる約13.8万人と予測されており、**上述のGSE車両の運用を担うドライバー人材も今後減少していくことが予測**される。

※成田市、富里市、香取市、山武市、芝山町、横芝光町、多古町、神崎町、栄町の9市町

イメージ

（参考）グランドハンドリング業務について

国土交通省

図1

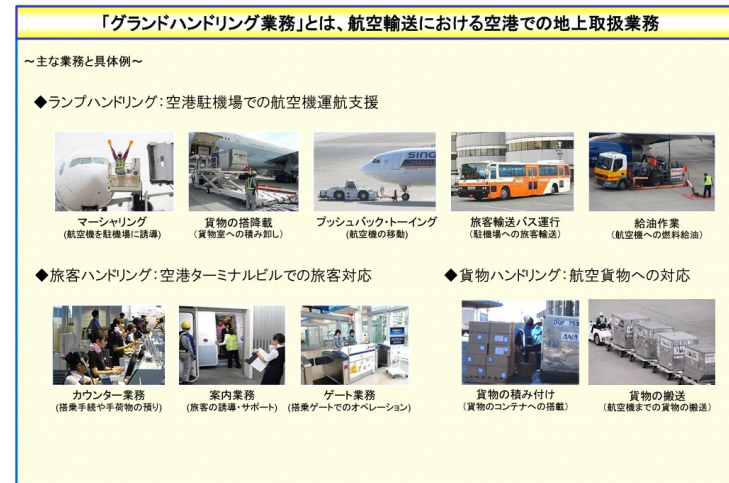
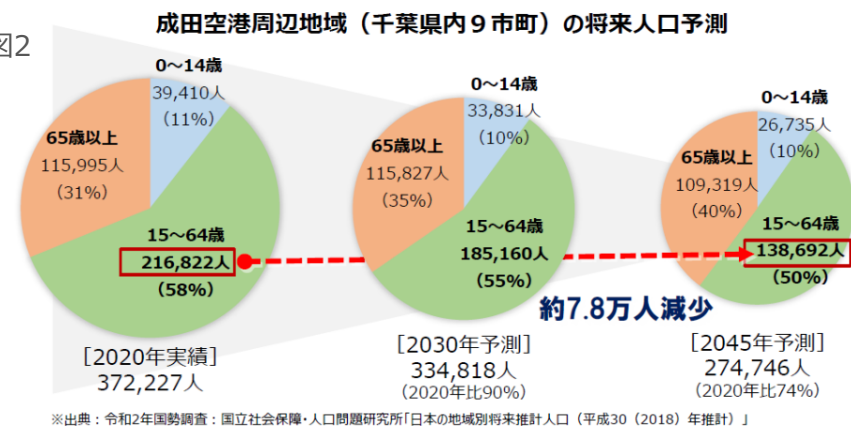


図2



③ これまでの取組状況

	2021年度	2022年度
取組概要	人手不足への対応や、ヒューマンエラーに起因する車両事故リスクの軽減を目的とした自動運転レベル4相当の導入を目指し、ローカル5Gを活用した遠隔監視型自動運転の実証を実施(2021年度はレベル3) 第2～第3ターミナル間のエプロンエリアを連絡バスルート(約700m)区間で、ローカル5Gの通信安定性の特徴を活かして遠隔監視でのオペレーションに必要な通信部分の技術要件の検証・遠隔監視要件の通信システムをローカル5Gとキャリア5G/4Gの冗長による映像監視タスクの簡素化を実施。	空港制限区域内にローカル5G環境を構築し、第1～第3ターミナル間(約5km)の自動運転、複数台の遠隔監視映像配信、代替ルートを想定したキャリア通信・ローカル5G切替動作等、遠隔型自動運転(レベル4*相当)に向けた実証を実施。 自動運転技術の導入を通じ、将来の空港における地上支援業務等の効率化、省人化、車両事故低減を実現。
成果	■ 空港制限区域内における自動走行の実現 制限区域内にて遠隔型自動運転に要する映像についてHD画質、フレームレート9fps、7カメラでアップロードするKPIを達成。 ■ ローカル5G及びキャリア通信冗長系による遠隔型自動運転 ローカル5Gが走行中に故障する模擬試験を行い、緊急停止後90秒以内のキャリア通信への切替完了を確認。	■ 複数台(3台)の同時運行に向けた遠隔監視・映像配信の実現 映像配信(車載カメラ7台、画質HD or VGA、フレームレート9fps以上、映像遅延400msec以下)に関するKPIを達成。 ■ 代替ルートを想定した切替動作の実現 代替ルートを運行する際の通信(ローカル5G、キャリア通信間)の切替ポイントにおいて、スムーズな映像の切替を実現。
見えてきた課題	2022年度以降は実装に向け実運用ルート走行(ルートの拡張)、複数台の遠隔監視、オペレーションの適正な設計等のユースケースでローカル5Gの通信同時成立性と冗長系機能確認等が必要。	実装化に向け、空港制限区域内特有のローカル5Gによるアンダーパス等エリア化と自動運転向け遠隔監視の継続、旅客需要増を見越したバス中型化対応(車載カメラ数・解像度アップ)が必要。ローカル5Gの役割・制約を整理し遠隔型自動運転の実装を目指す。
事業名	2021年 ・地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証(総務省) 「空港における遠隔監視型自動運転に向けた通信冗長化設計による映像監視技術の実現」 ・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(国土交通省)	2022年 ・地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証(総務省) 「空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスの複数台遠隔型自動運転(レベル4相当)に向けた実証」 ・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(国土交通省)

1 将来的な目指す姿

2025年に自動運転レベル4相当の制限区域内ターミナル間連絡バスの運行を開始する。

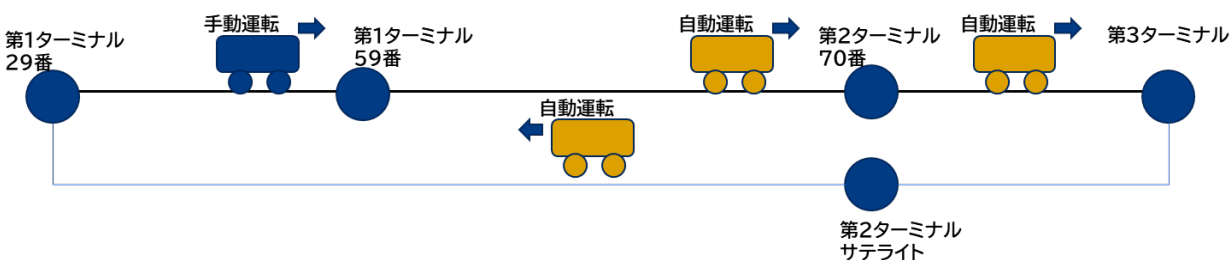
- ・2025年においては1：1にて免許要件の緩和で大型2種免許相当を有するドライバ空港従業員の人材不足緩和を狙う。
- ・その後、1：nの遠隔監視により空港従業員そのものの人材不足の緩和を狙う。

【実装するソリューションのイメージ】



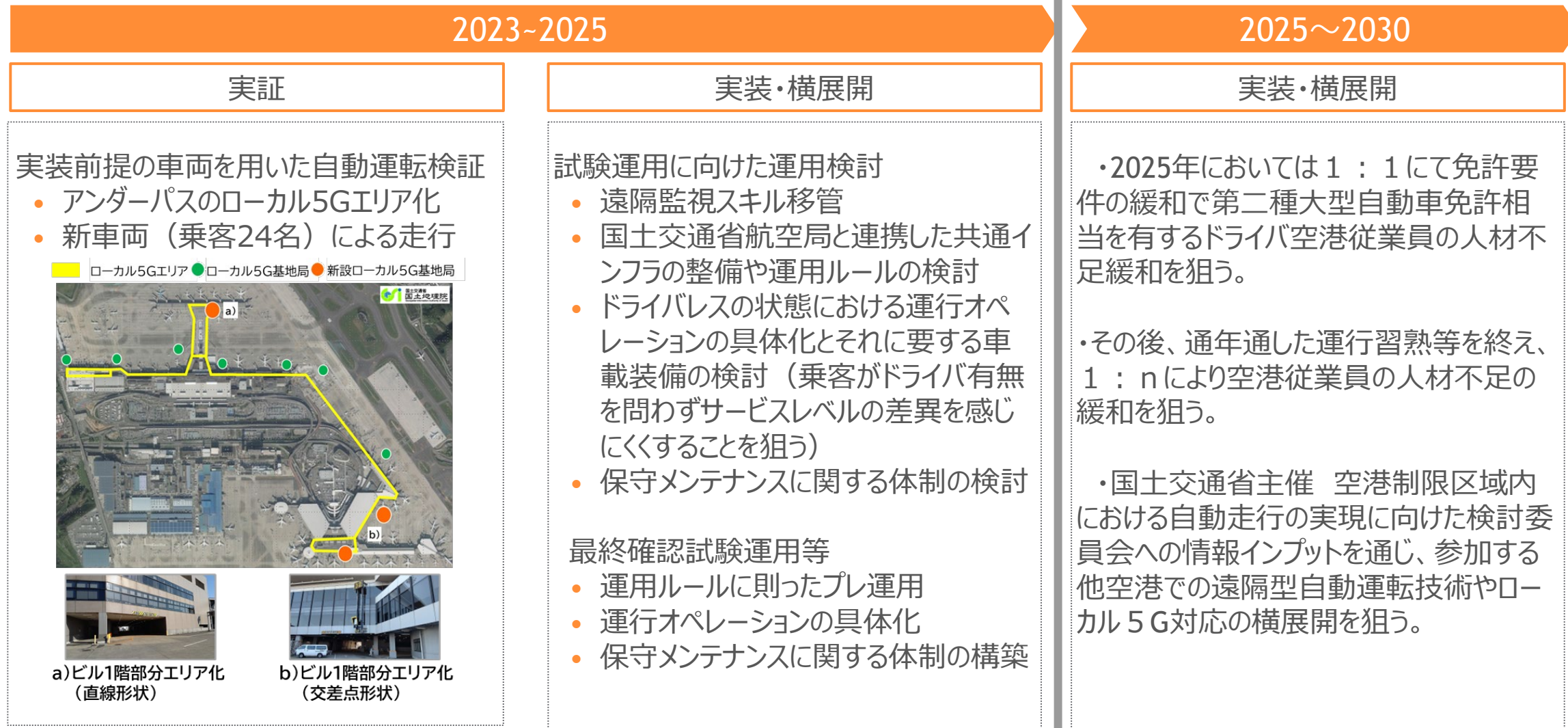
【実装後のバス運行イメージ】

運行ルート	第1～2～3ターミナル間をつなぐ連絡バスルート
運行車両	手動運転バス1～複数台 + 自動運転バス1～複数台
緊急時の体制	・ 自動運転車両トラブル等の場合は、後続の手動運転バスの到着を待って対処実施 ・ 事故時等は駆け付け要員で対応
展開イメージ	・ 実装初期はルート・時間帯を限定したなかで自動運転で運行し、信頼性を高める ・ 信頼性・安全性が確認できた後、ルート・時間帯を段階的に拡大していく



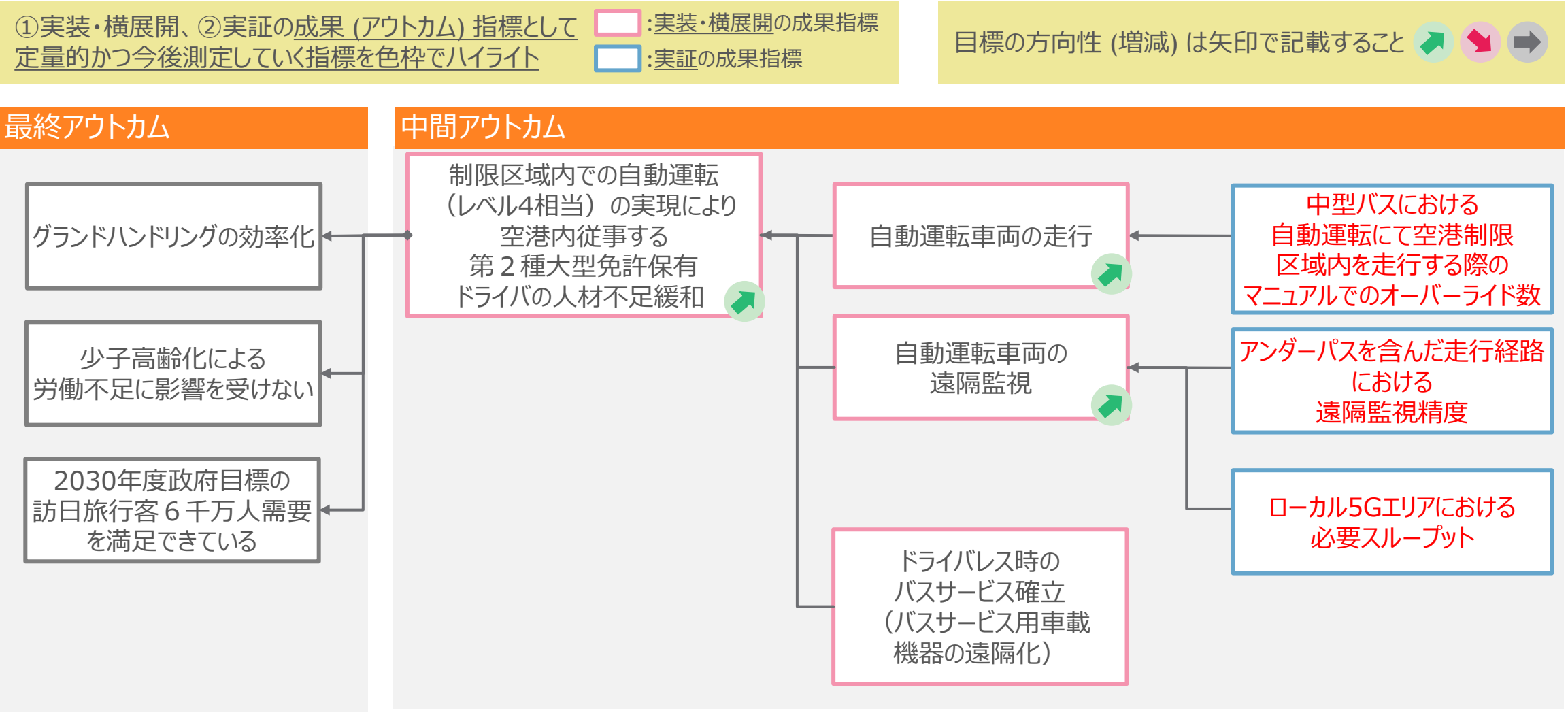
② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

ソリューションの実装を目指す姿と定義



③ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー



③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
制限区域内での自動運転 (レベル4相当) の実現により 空港内従事する 第2種大型免許保有 ドライバの人材不足緩和	なし	運行時間内における第2種大型免許保有ドライバの人員数: 1名の削減 (2025年)	国土交通省の企図する2025年自動走行レベル4相当の導入を目指し、運行時間内における空港内従事する第2種大型免許保有ドライバを不要とできる人数を設定	航空局検討会で議論中の運用ルール及び共通インフラガイドラインに則った走行及び勤務実績調査
自動運転車両の走行	なし	ティアフォーからNAAへのサービス提供 (2025年)	実装に合わせた自動運転車両の提供を目指す。	サービス・運用仕様書
自動運転車両の 遠隔監視	なし	遠隔監視スキル者の設置 (2025年)	バス運行関係者による遠隔監視が可能な状態を目指す。	教育の完了
ドライバレス時の バスサービス確立 (バスサービス用車載 機器の遠隔化)	なし	ドライバレス時のバスサービス確立 (2025年)	ドライバレス状態での乗客対応やバスサービス用車載機器 (照明、エアコン 等) の遠隔化を目指す。	- 乗客対応オペレーションマニュアル化 - バスサービス用車載機器仕様の策定

③ 成果 (アウトカム) 指標

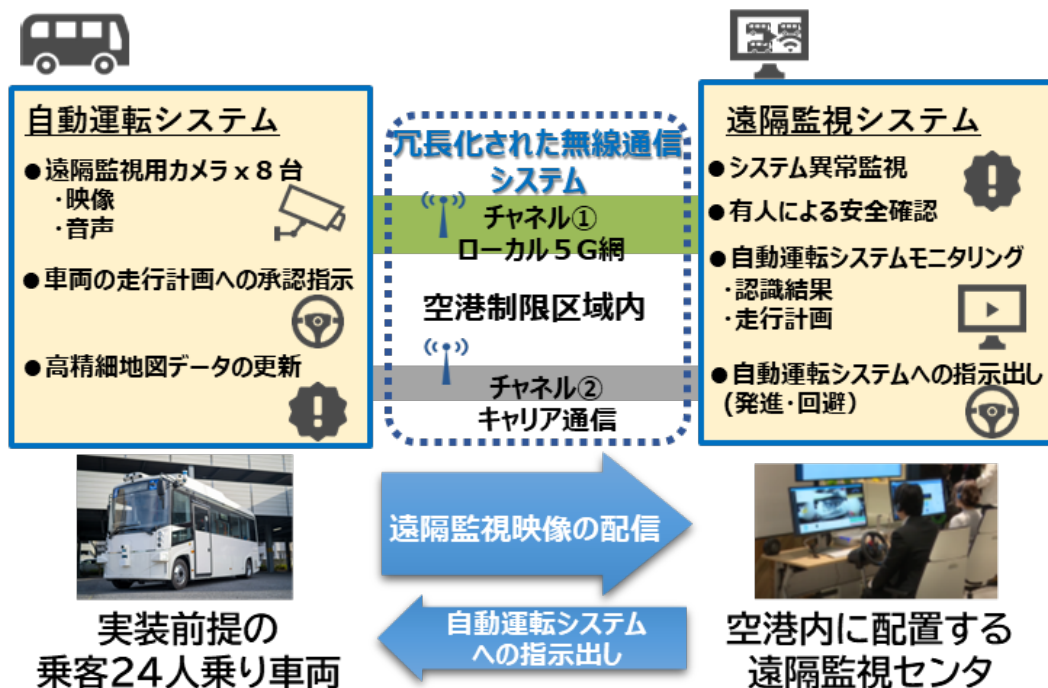
b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
中型バスにおける 自動運転にて空港制限 区域内を走行する際の マニュアルでのオーバーライド数	小型バスで第一 ～第三ターミナル 間を走行可能	乗務員によるマニユ アルでのオーバーライド (手動介入) が計 測期間内にて 0.5回 /周 以下であること	遠隔から運行復帰を速やかに自動運転車へ指示する 頻度として、実用上大きな支障はない回数以下とな ることを前提とし、車両技術(自己位置推定精度、セ ンサー等の検知精度)、エラー発生率等、空港内の ルールに沿った運転ができること	自己位置推定のマッチン グスコア、誤検知等に起 因する緊急停止の回数 等を測定
アンダーパスを含んだ走行経路 における 遠隔監視精度	アンダーパスを除くエリア で、車載カメラ7台、画 質HD or VGA、フ レームレート9fps以上、 映像遅延400msec 以下を達成	アンダーパスを含むエリ アで、車載カメラ8台、 画質FHD、フレーム レート9fps以上、映像 遅延400msec以下 を達成	遠隔監視者が自車両の走行位置と、経路に 沿った走行していることを確認するための道路 標示と路側構造物、空港内交通状況に応じ 自動走行していることを確認するための周囲 車両・歩行者について、視認できること	映像遅延、画質、フレー ムレートの測定
ローカル5Gエリアにおける 必要スループット	開放部およびそ れに準じたエリア 展開	アンダーパス含む 制限のあるエリア で40Mbps以上 のスループットの 維持	ターミナルビル 1 階部分のアンダーパスにおいて 映像の乱れなどが発生しない40Mbps以上の スループットが継続的に確認できていること	受信電力およびスルー プットの測定

1 ソリューションの概要

ソリューションの概要

旅客需要増を見越したバスの中型化を図るとともに、商用化に向けたビル1階部分（アンダーパスを含む）の通過も含めた遠隔型自動運転（レベル4相当）を実施



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 乗務員によるマニュアルでのオーバーライド：0.5回/周以下
- アンダーパスを含むエリアでの映像遅延の確認
 - ：遅延400msec以下
- 映像の乱れなどが発生しないスループットの継続的確認
 - ：40Mbps以上

定性アウトカム

- 中型バス化した際でも既存ルートおよびアンダーパスルートにおける走行実現による実装性の確認

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

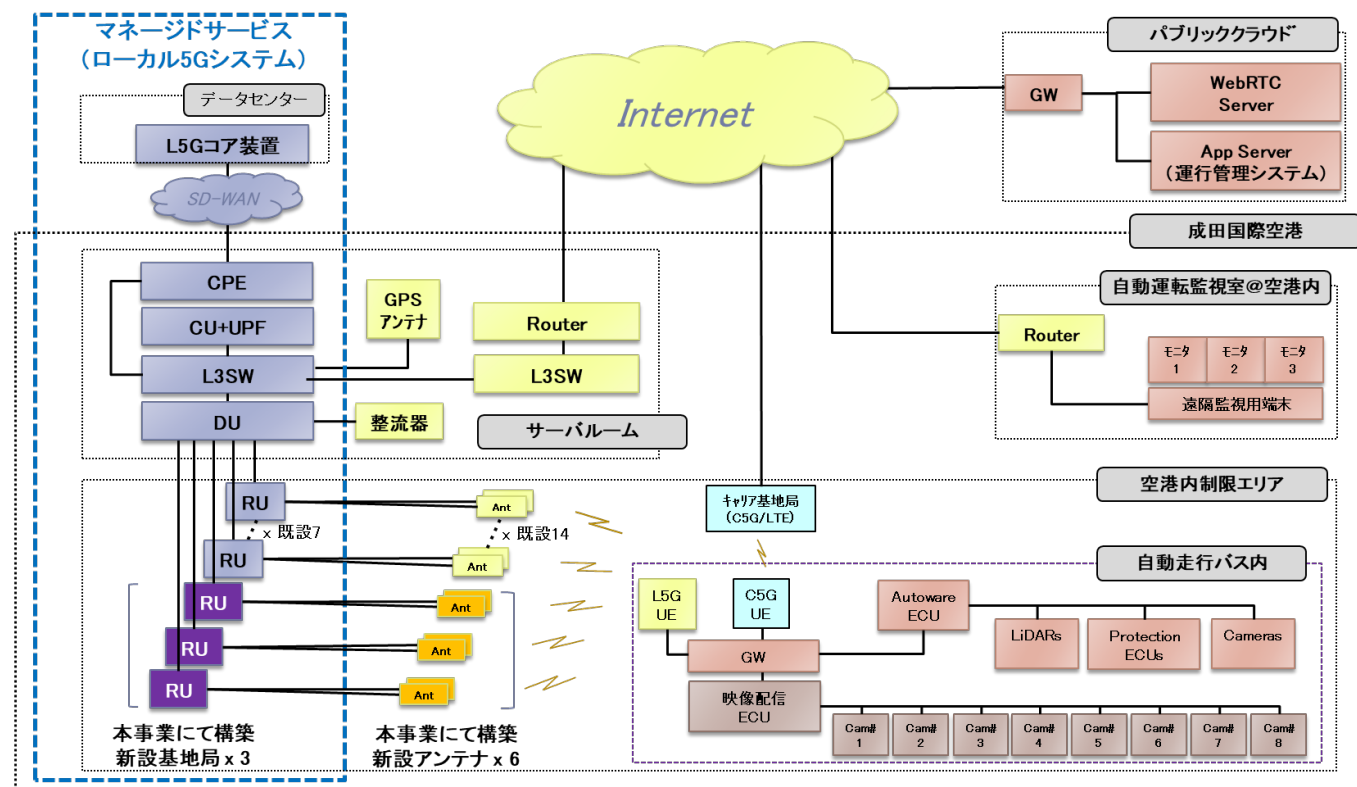
- グランドハンドリングの効率化、労働力不足の補完
 - 車両、ルート、エリアにおいて実装に近い環境で検証をとれることで今後の運用面の改善検討に有益な情報を取得でき、将来的なドライバー不足の対応やグランドハンドリグ作業の効率化が可能となる

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ

本実証におけるローカル5G含む全体のネットワーク構成は下図の通り



説明

・ローカル5Gシステムにはマネージドサービスのギガらく5G (※) を利用

・R3年度およびR4年度に構築済みの既設7基地局を構成するネットワークに加え、本年度は新たに3基地局設置し、成田国際空港内に10基地局で展開されるローカル5Gのエリアを構築

(※) 本実証では、価格低減や今後の拡張性を念頭にマネージドサービスのローカル5Gシステムを採用 (東日本電信電話株式会社提供のギガらく5G)

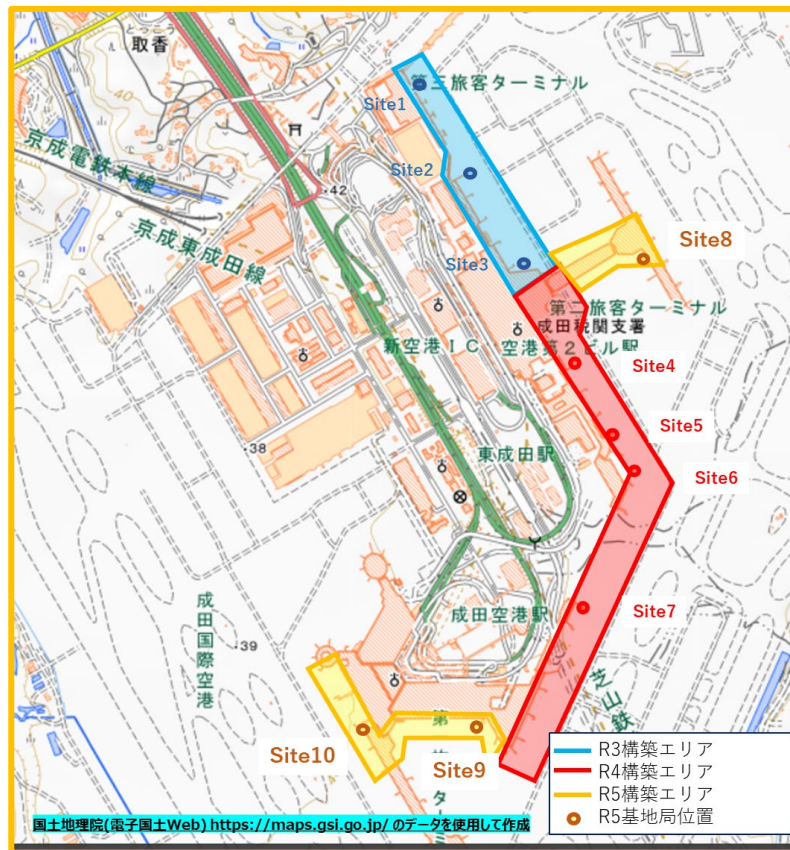
参考URL: <https://business.ntt-east.co.jp/service/gigaraku5g/>

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

本実証における実証エリア内の基地局の設置状況は下図のとおり。



説明

- ・成田国際空港内のアンダーパス部分を含むターミナル間連絡バスが走行するルートをローカル5Gでエリア化

- ・R3年度およびR4年度に構築済みの既設7基地局で展開されているローカル5Gエリア（Site1～Site7でカバーされるエリア）に加え、本実証時には3基地局（Site8～Site10）を開設。

- ・ターミナル3（左図青部）～ターミナル2（左図赤部）～ターミナル2サテライト（左図Site10を含む黄部）～ターミナル1（左図Site8を含む黄部）～ターミナル1（左図Site9を含む黄部）でのアンダーパス部分を含むローカル5Gエリアの構築・展開を実施

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

「令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）」実施計画書 別添資料より抜粋
調達予定機器等リスト

実証番号	No3
代表機関名	東日本電信電話株式会社
実証件名	令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）

No.	a 名称	b 区分	c 型番	d 数量	e 開発供給計画認定実績の有無 (特定高度情報通信技術活用システムに該当する場合)	f eが〇でない場合 サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	g 機能	h 設置形態 (固定・可搬)	i 製造企業	j 備考等
									①製造企業名称	
1	CU+UPF	基地局	DELL PER640	1	○	-	L5GにおけるCU機能およびUPF機能	固定	DELL（デル・テクノロジーズ株式会社）	（ギガらく 5 G物品）
2	L3スイッチ	伝送路設備	ubiQuoss E7124	1		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	コアネットワーク内および外部ネットワーク接続	固定	ubiQuoss（Ubiquoss Japan, Inc.）	（ギガらく 5 G物品）
3	DU	基地局	SAMSUNG CDU50	1	○	-	L5GにおけるDU機能	固定	SAMSUNG	（ギガらく 5 G物品）
4	整流器	基地局	PWX1500ML	1		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	DUへのDC電源供給機能	固定	菊水電子工業	DUへの電源供給用のため基地局装置扱い
5	GPSアンテナ	基地局	Panasonic CCAH32ST04	1		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	L5GにおけるTDD同期のためのGPSアンテナ	固定	パナソニック ホールディングス株式会社	DUへの時刻同期用のため基地局装置扱い
6	RU	基地局	SAMSUNG RT4419	10	○	-	L5GにおけるSub6用の無線基地局機能	固定	SAMSUNG	（ギガらく 5 G物品）
7	アンテナ 1	基地局	電気興業 X25-3545FTD	38		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	Sub6対応屋外用アンテナ	固定	電気興業株式会社	sub6用アンテナ
8	アンテナ 2	基地局	電気興業 X65-3545FTD	2		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	Sub6対応屋外用アンテナ	固定	電気興業株式会社	sub6用アンテナ
9	ローカル 5 G 端末 1	端末	京セラ K5G-C-100A	4		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	L5G対応UE	可搬	京セラ株式会社	車載および測定用UE
10	ローカル 5 G 端末 2	端末	HW5G-3200-V2N	2		（「サプライチェーンリスクに対する回答」タブに記載）	L5G対応UE	可搬	ハイテクインター株式会社	車載用UE

*1：本実証で使用する基地局、コア設備、伝送路設備（光ファイバを用いたもの）、端末、データ処理設備等を記載すること
*2：e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類

実験試験局免許
(ローカル5G無線局)

現在の状況

ローカル5G実験試験
局免許取得済

スケジュール

本実証におけるローカル5G免許に関わるスケジュール実績

- 12/18開波となり実証開始

	8月	9月	10月	11月	12月
書類作成・申請 (実験試験局)		★			
審査・免許交付					★
電波発射開始・試験					★
実証利用開始					★

③ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
課題a 将来的な従業員不足が予測されること	今後見込まれる旅客増に伴い、航空機の発着枠に応じてGSE車両の柔軟な運用が必要となる一方で、空港従業員の多くが居住する周辺市町の生産人口は、減少していくことが予測されている。 この状況に対し、GSE車両の無人化、及び1人の遠隔監視員が複数の車両を監視可能とする新技術を実装することが解決策となる。 空港制限区域内には多様なGSE車両が運行しているなかで、走行ルートが定められているターミナル間連絡バスを自動運転し、ローカル5Gを活用した遠隔監視の有効性を実証することで、将来的に他のGSE車両の自動化へと展開させ、課題解決策の実現を目指す。

ソリューション ローカル5Gを活用した遠隔監視型自動運転（レベル4相当）	
他ソリューションに対する優位性	
名称	比較
有人運転によるターミナル間連絡バス	現行、ターミナル間連絡バスはドライバ1名により有人運行しており、新型コロナによる旅客減以前は、1日最大3台でダイヤ運行していた。※現在は1日最大2台で運行 本取組により、1人の遠隔監視員が複数車両を監視可能とする新技術を実装することができれば、車両運行に係る人材の省人化を図ることが可能となる。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
課題a 将来的な従業員不足が予測されること	<u>アンダーパスルートのエリア化</u> ターミナルビル1階部分アンダーパスを含むルートでの遠隔型自動運転（レベル4相当）の継続を実証し、ローカル5Gシステムとしてアンダーパスへのエリア化に対応するアンテナ配置及び電波吹込みの確認、解放部とアンダーパスでのハンドオーバーの確認を実施 <u>中型バス化による旅客定員増</u> 小型バスタイプ（定員10名、カメラ台数7台）から輸送力の高い中型バス（乗客24名、カメラ台数8台）に変更し、車両サイズが大きくなり、カメラ台数・解像度を向上させた影響下においても規定ルートを走行できること、ローカル5G・キャリア通信を最適に利用し遠隔監視機能が動作することを確認	ソリューション ローカル5Gを活用した遠隔監視型自動運転（レベル4相当） 空港制限区域内における環境は空港によって大きな違いはないため、成田国際空港という大規模空港での実装モデルを検討することで、他空港への展開に係る共通課題は概ね検討可能と考える。 成田国際空港における実装モデルを確立することが他空港への横展開に直結するものとする。 自動運転バスでの輸送力を考慮した場合、中型バスの乗客数が汎用性があり、他空港含む横展開時においても採用のしやすさが見込めると考える。

通信技術

ソリューション実現の要件を満たす 通信技術の特徴

- ・免許による電波帯域100MHz幅を占有することによる高速通信の実現
- ・占有する電波帯域の中で準同期通信による上りに割り当てる帯域を調整可能

- ・Sub6の無線帯域を占有することで他利用者からの干渉を受けない
- ・3GPP準拠の移動通信規格による安定したハンドオーバーの実現
- ・複数台同時利用時の通信制御

他無線通信技術との比較

比較結果

- ・電波の出力に限界があり1 APあたりのエリアが狭く、安定した通信に必要な信号強度を得ることが難しい
- ・無線帯域が免許不要で他無線LANや他システムと共用のため干渉による影響を強く受ける
- ・エリア構築にあたりAPを多数設置する必要があるが移動に伴うハンドオーバーの悪影響が大きい

- ・規格上、必要なスループットが確保できない
- ・基地局当たりのエリアは広いが、無線帯域が共用のため干渉による影響を受ける

- ・規格上、必要な上りのスループットが確保できない

17

④ 費用対効果

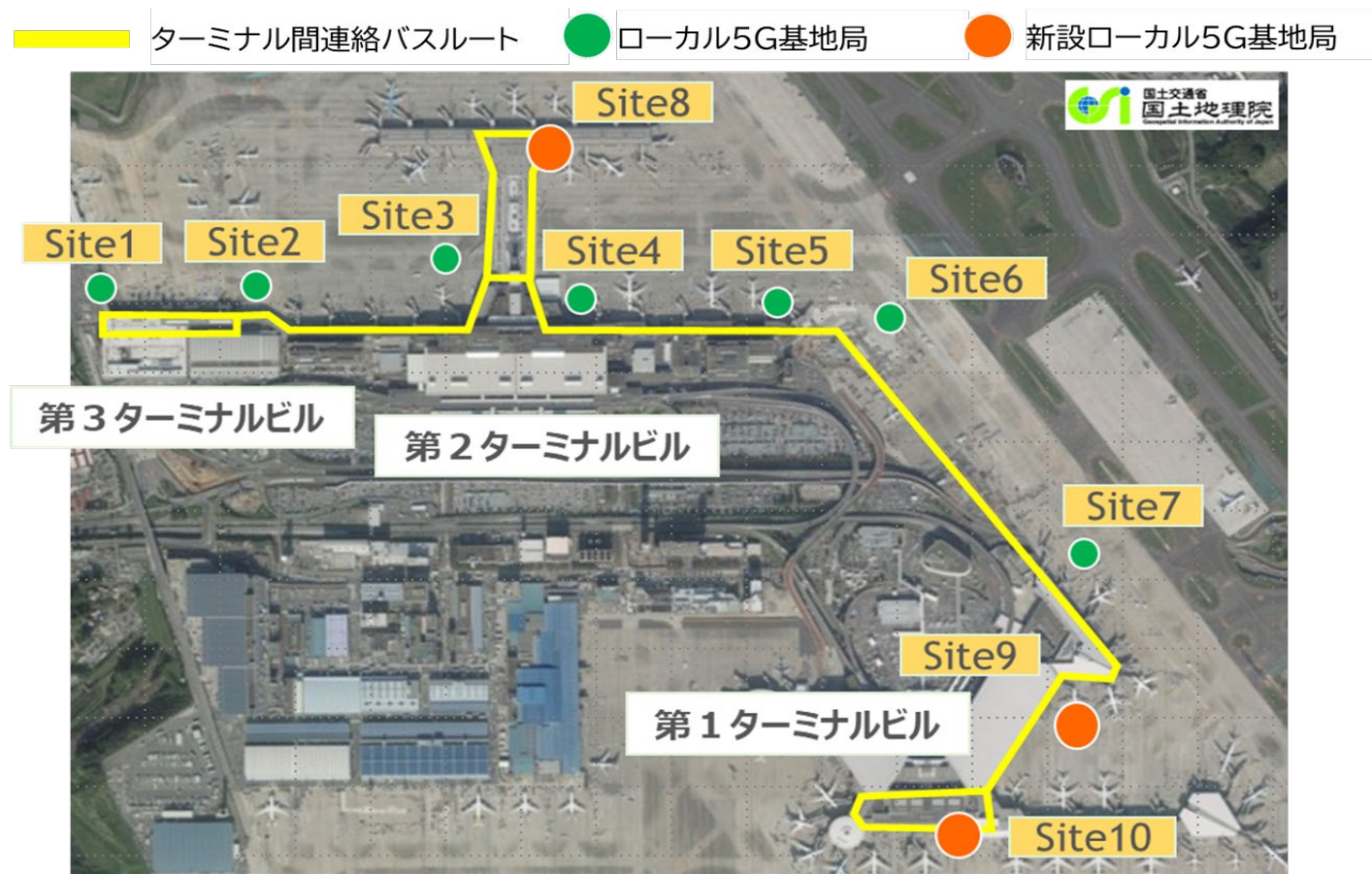
b.導入・運用コスト引き下げの工夫

	項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体
費用	イニシャル	ローカル5G基地局構築 コアネットワークとの接続は数百m単位の光ファイバーケーブル敷設工事が必要となりますが、既設の空港構内光ファイバー網を利活用することで構築コストを低減	－ 本事業企画段階より進めているため追加で削減されるものではなく、既に反映したイニシャル費用となっております。	23年9月～12月	NTT東日本
	ランニング	ネットワーク運用費 ローカル5Gコア装置の共用を可能とするマネージドサービスのローカル5Gシステムを採用することで運用費を低減	－ 本事業企画段階より進めているため追加で削減されるものではなく、既に反映したランニング費用となっております。	23年12月～3月	NTT東日本

⑤ 実証環境の構築

a. ネットワーク・システム（ローカル5G基地局新設）

- 過年度の実証にて構築したエリアに加え、新たにアンダーパスを含むSite8, 9, 10を新設
- 通常のエリア設計において考慮すべきポイントに加え、アンダーパス開口部の向きや位置を考慮し、複数パターンのシミュレーションを行った上でアンテナ取り付け位置や角度を設計
- アンダーパス内は防火設備（消火栓の配管など）が多数存在し、アンダーパス内設置ではアンテナ地上高の確保が困難だったため、開口部の双方向から電波を吹き込む形とするなどの構築工夫によりエリア化を実現



⑤ 実証環境の構築

a. ネットワーク・システム（ローカル5G基地局新設）

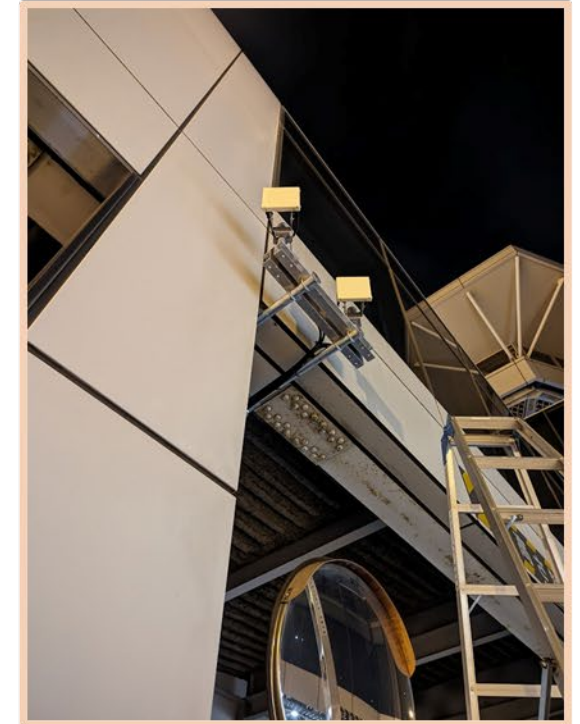
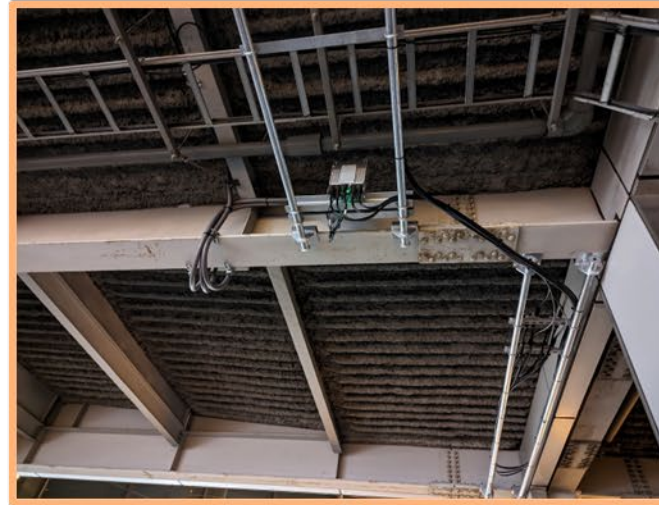
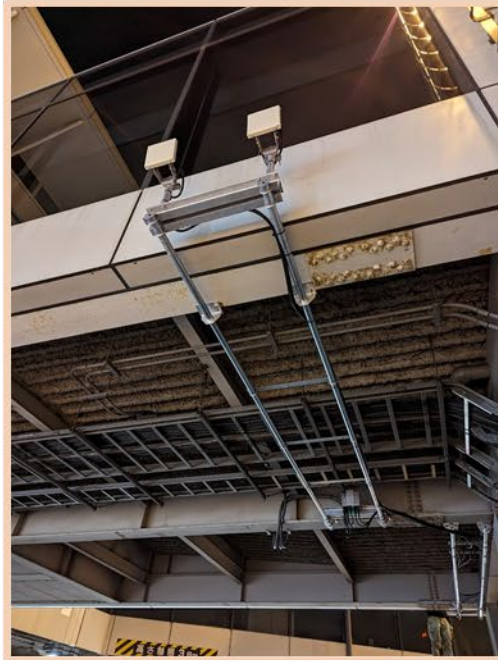
Site 8



⑤ 実証環境の構築

a. ネットワーク・システム（ローカル5G基地局新設）

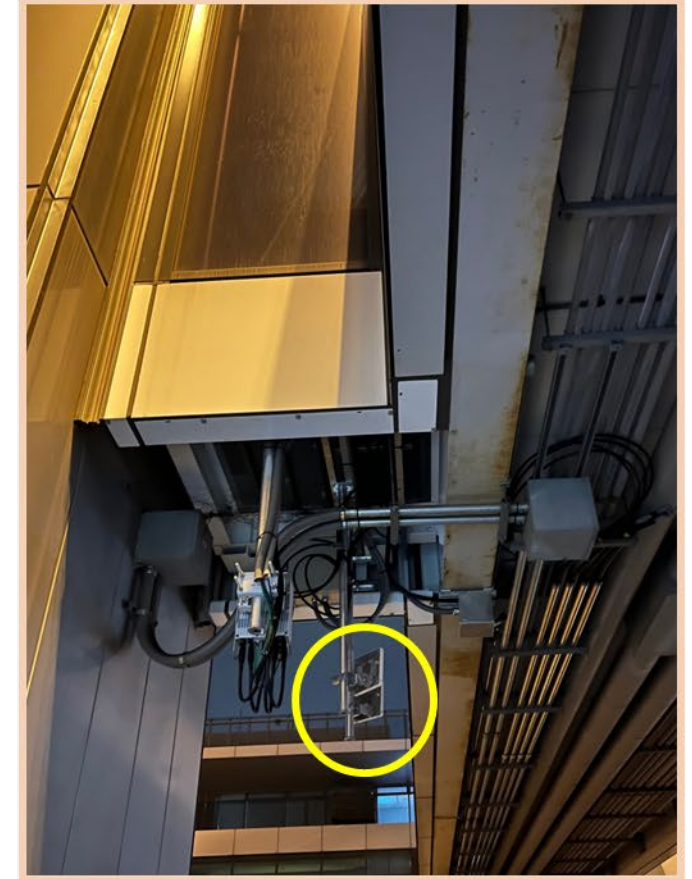
Site 9



⑤ 実証環境の構築

a. ネットワーク・システム（ローカル5G基地局新設）

Site10



⑤ 実証環境の構築

a.ネットワーク・システム（ローカル5G基地局新設）

アンダーパス エリア化における工夫点

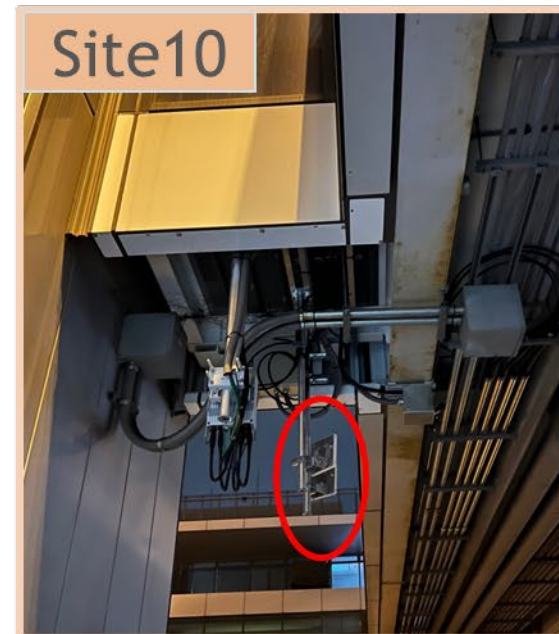
通常のエリア設計において考慮すべきポイントに加え、アンダーパス開口部の向きや位置を考慮し、複数パターンのシミュレーションを行った上でアンテナ取り付け位置や角度を設計
アンダーパス内は防火設備（消火栓の配管など）が多数存在し、アンダーパス内設置ではアンテナ地上高の確保が困難だったため、開口部の双方向から電波を吹き込む形とするなどの構築工夫によりエリア化を実現



開口部の先が弱電となるため両側から吹き込み、アンダーパスの構築法を確認



大型車より高く配置



配管類を避けて配置

⑤ 実証環境の構築

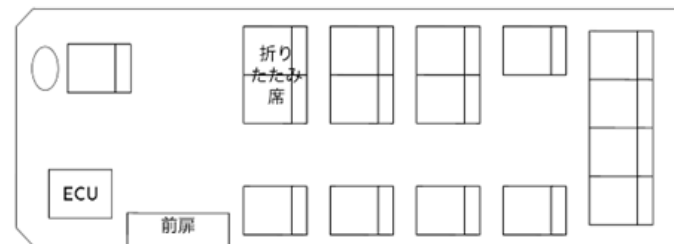
b.遠隔型自動運転車両の大型化

- 実証前提の車両（運転席を除く乗員数24名）「Minibus」にて検証を行いました。

使用車両	Minibus
乗車定員	25名 (客席15席 + 運転席1席 + 立ち席人)
全長／全幅／全高 (m)	7.19×2.32×3.05
車両重量 (kg)	8,065
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

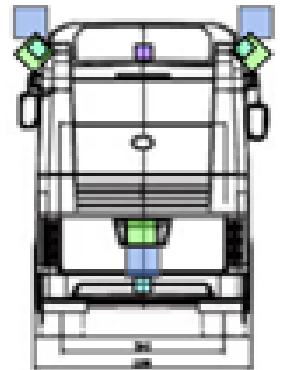
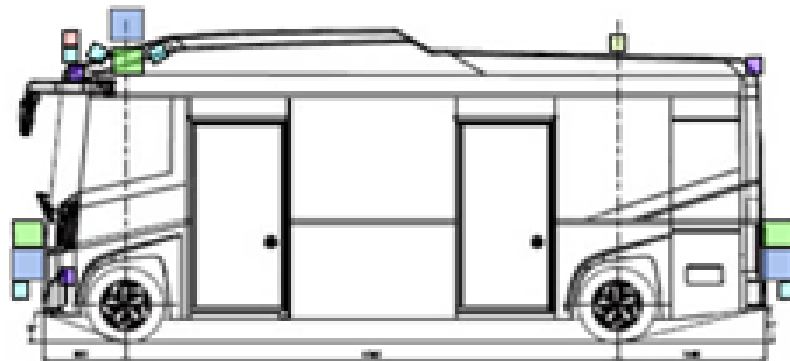
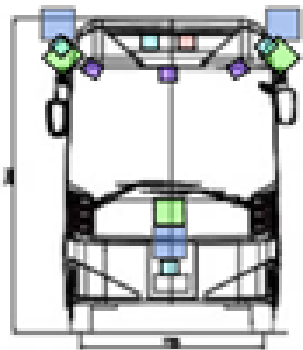
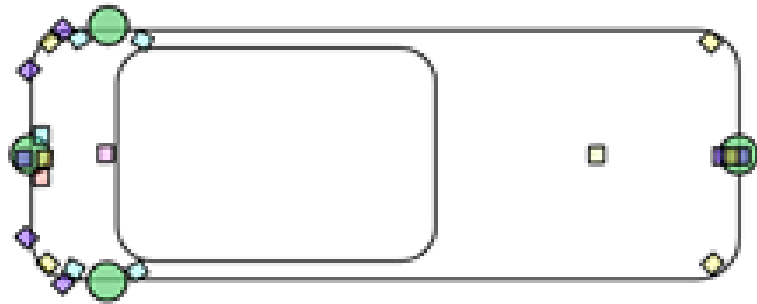


5 実証環境の構築

b.遠隔型自動運転車両の大型化

センサ構成

- LiDAR x8 (長 x4, 短 x4)
- Radar x1 (長 x1, 短 x0)
- カメラ x16
 - 信号認識 x1
 - 物体認識 x7
 - 遠隔監視 x8
- GNSS x1
- IMU x1



5 実証環境の構築

b.遠隔型自動運転車両の大型化

ローカル 5 G 端末については、ハイテクインター株式会社製の据え置き型ルータ「HW5G-3200-V2N」を自動運転車両に搭載しました。ローカル 5 G ではSub6に対応しています。

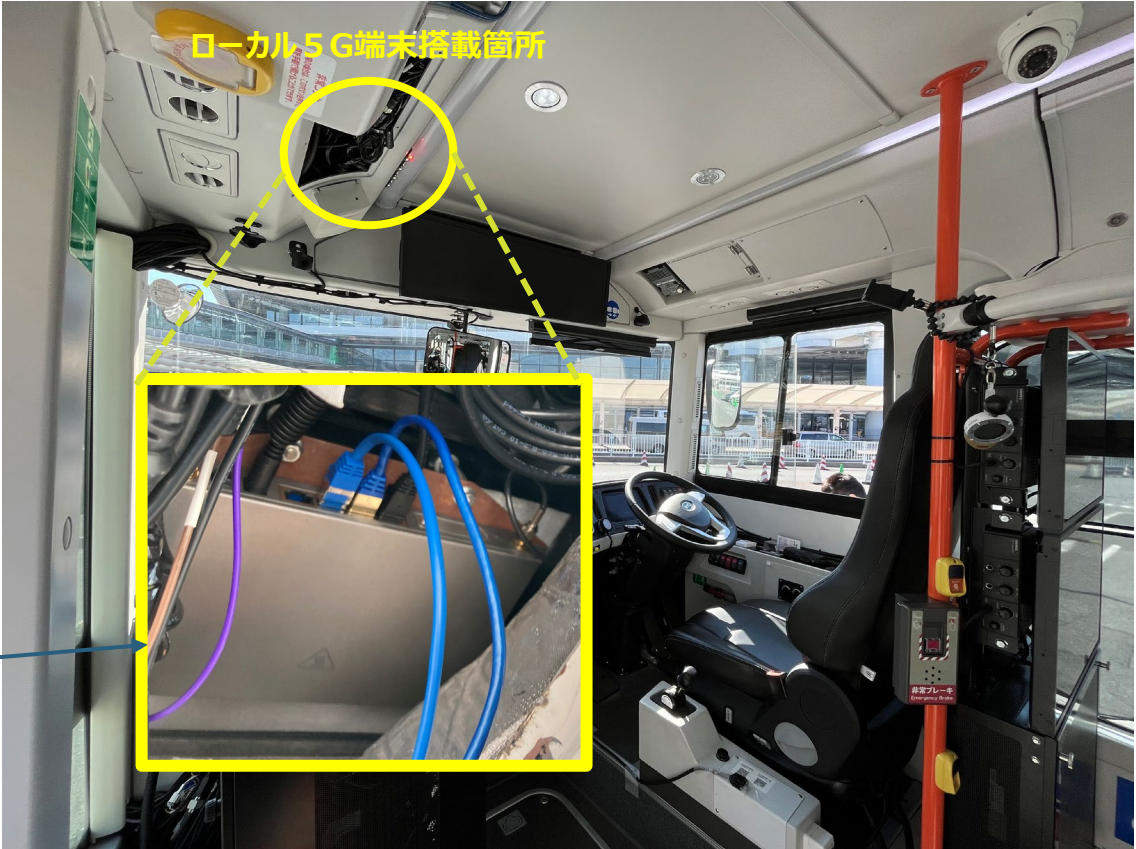
ローカル 5 G 端末ハードウェア諸元

No.	項目	諸元
1	メーカー名	ハイテクインター
2	製品名	HW5G-3200-V2N
3	外形寸法	(W)225mm×(D)115mm×(H)25mm
4	質量	765g以下
5	電源	AC100～240V
6	消費電力	最大9.5W(DC12V入力時)
7	インタフェース	LANポート:3x RJ-45コネクタ WANポート:1x RJ-45コネクタ (LAN1/WAN兼用、排他利用)



HW5G-3200-V2N外観

自動運転車両へのローカル 5 G 端末搭載イメージ



⑤ 実証環境の構築

b.遠隔型自動運転車両の大型化

ローカル 5 G・キャリア 5 G 端末用アンテナについては自動運転車両の車体上部に以下の位置に設置しました。

ローカル 5 G・キャリア 5 G 端末用アンテナハードウェア諸元

No.	項目	諸元
1	メーカー名	ヨコオ
2	製品名	ヨコオ製アンテナ
3	フィダー長	4m



ローカル 5 G・キャリア 5 G 端末用アンテナ外観

自動運転車両へのローカル 5 G・キャリア 5 G 端末用アンテナ設置イメージ



1 実証計画

目的

遠隔監視型自動運転（レベル4相当）を目指した遠隔監視のローカル5G適用可能性を評価

- 実装に向けて、カメラ数増（車両底部）と画質調整等を行った際のローカル5Gによる遠隔映像監視の充足性を検証
- 技術的に実装での運用が可能かどうか、遠隔映像の精度を検証

アウトカム

- 中型バスでも空港制限区域内を走行できること
- アンダーパスを含む走行経路でも遠隔監視できること
- ローカル5Gエリアにおける必要スループットの達成



検証の概要

効果検証

- -

技術検証

映像伝送

- 8台のFHD（※）カメラによる映像伝送に必要なスループット(40Mbps)が満たせていることを目視による確認および測定されるスループットなどから確認

（※）FHD：フルHD

画面や映像を構成する画素数を表す規格。

1,920×1,080ピクセルで、縦横比（アスペクト比）は16：9となる。

アンダーパスを含むルートの走行

- 車両技術(自己位置推定精度、センサー等の検知精度)、エラー発生率等、空港内のルールに沿った運転ができること

運用検証

バス中型化での遠隔監視

- 中型バス車両で制限区域における遠隔監視型自動運転が可能か検証

② 検証する項目・方法

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
—	—	—	—	—

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	I 映像伝送	映像伝送の継続 (FHD×8の映像・音 声品質の評価) : 40 Mbps	遠隔環境にて映像伝送で送られてきた映像を目視確認し、 遅延・ビットレートの確認を実施	監視含め映像伝送で送られている動画 がノイズにより不鮮明でないことや揺らぎや コマ落ちなどの遅延が発生していないこと
	II アンダーパス走行	アンダーパス走行に伴 う基地局の切り替え 時に、前後で極端な スループットの低下が 継続しないこと	アンダーパスを含む区間で走行する際の受信電力、スルー プット等試験を実施	目視での映像の劣化および受信電力、ス ループットがアンダーパスの影響で極端に 劣化しないこと

② 検証する項目・方法

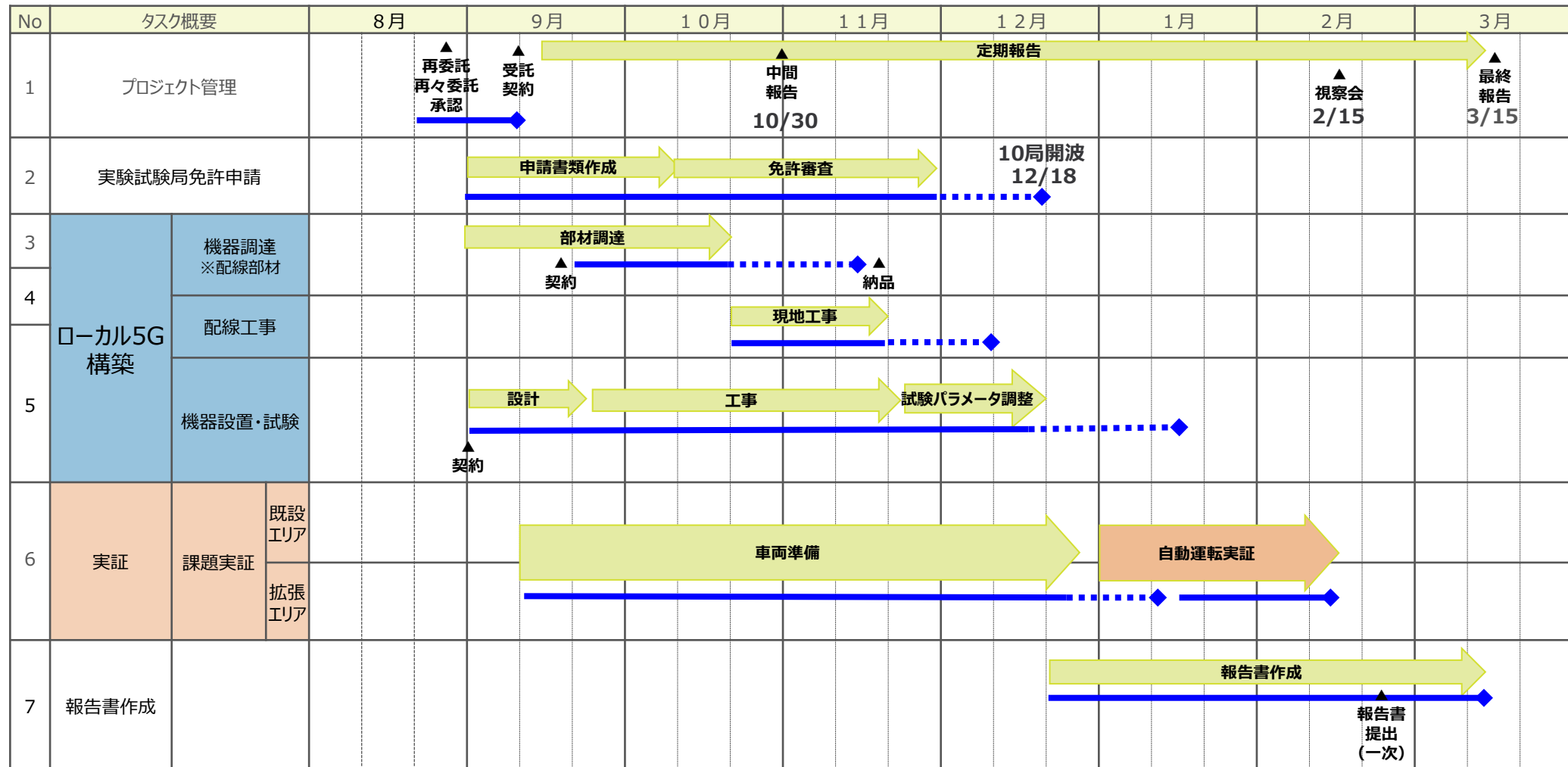
b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	Ⅲ 自己位置推定	自己位置推定の破綻/エラー回数0	自動運転システムの自己位置推定機能を実行し、自動走行にて走行予定経路を走行し、事故位置推定が破綻しないもしくはエラーが発生しないことを確認する	適切に自己位置推定ができ、安定した走行が実現できること
	Ⅳ 緊急停止の回数	乗務員によるマニュアルでのオーバーライド（手動介入）が計測期間内にて 0.5回/周 以下であること	走行予定経路を自動運転で一定期間走行し、エラー等による緊急停止にて乗務員によるマニュアルオーバーライドが必要な頻度を確認する	人的な介入なしで安定した走行が実現できること

c.運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	Ⅰ 運行ダイヤ	予め決められたダイヤ通りに遅延なく運行する(遅延2分以内に留める)	走行予定経路を自動運転で一定期間走行し、運行ダイヤに従って走行できることを確認する	運行ダイヤ通りに運行できること もし、異常が発生した場合はスタッフが駆けつけ代わりに運転もしくは代車にて乗客を目的地まで届けること

5 実証スケジュール



6 リスクと対応策

リスク			対応策
	項目	概要	
事前準備	制限区域内で自動運転実証を行うにあたり、航空局から安全性のチェック（模擬フィールド試験の実施）を受け、許可を得る必要がある	許可の取得が遅延することにより、スケジュールどおりに自動運転車両の走行ができない可能性がある	スムーズに許可を取得できるよう、試験実施方法等について密に航空局とコミュニケーションを取る。
実証	走行ルートの事前リスクアセスメント	自動運転車両の走行ルートにおいて、事前の安全性確認を行わない場合、事故発生を誘引する可能性がある。	走行ルートに係るリスクを事前に洗い出し、走行方法や安全確保策の検討を実施。
	悪天候による走行実験の遅延	屋外での実証のため天候により予定日での実験ができない場合、全体スケジュールに遅延をきたす可能性がある。	実証工程にバッファを確保することで、リスクスケジュールが可能な計画立案を実施。
	サイバーセキュリティ対策	サイバー攻撃の影響による実証の遅延	インターネットアクセス回線はインターネット接続用ルータを設置しフィルタリング機能により、サイバーセキュリティ対策を実施。 自動運転システムと車載システム間の通信の暗号化および、アクセス権限管理の実施。
実装計画の具体化、成果のとりまとめ	実証全体遅延による実装計画検討、成果まとめの遅延	実証段階での不足の事態による事業全体の遅延	事前準備、実証によるリスクヘッジを行い十分な検討期間の確保を実施

7 PDCAの実施方法

通常時

課題把握を実施する体制

4社コンソーシアムメンバ会議

(週次進捗報告)

- 開催時期: 週次
- 方法: WEB会議
- 体制: NTT東日本社、成田国際空港社、ティアフォー社、KDDI社
- アジェンダ
 - 議題項目毎による準備・実証の状況確認
 - 緊急時でない課題の共有
 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し

4社コンソーシアムメンバ会議

(月次進捗報告)

- 開催時期: 週次開催最終週
- 方法: WEB会議
- 体制: NTT東日本社、成田国際空港社、ティアフォー社、KDDI社
- アジェンダ
 - 週次進捗サマリの確認
 - 月間スケジュールの確認

緊急時

4社コンソーシアムメンバ会議

(課題発生時の情報共有)

- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 頻度: 問題発生当日中
- 方法: WEB会議
- 体制: NTT東日本社、成田国際空港社、ティアフォー社、KDDI社

対策を立案・実行する体制

4社コンソーシアムメンバ会議

(対策方針の議論・決定)

- 実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合
- 頻度: 1月に1回 (緊急性が高い場合、発生から1週間以内))
- 方法: WEB会議
- メンバー: NTT東日本社、成田国際空港社、ティアフォー社、KDDI社

上記と同様

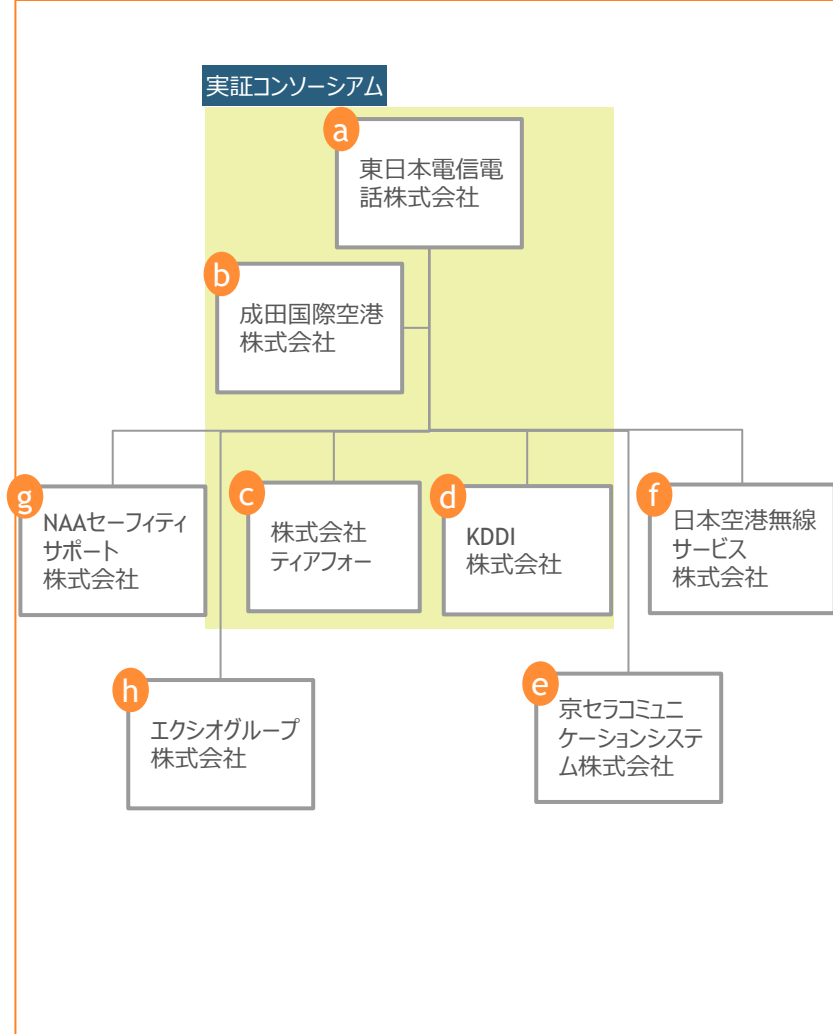
4社コンソーシアムメンバ会議

(対策方針の議論・決定)

- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 頻度: 問題発生当日中
- 方法: WEB会議
- メンバー: NTT東日本社、成田国際空港社、ティアフォー社、KDDI社

8 実証の実施体制

実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 東日本電信電話株式会社	プロジェクト管理、ローカル5G通信環境の構築、冗長系動作に係るローカル5Gの自動運転への適用可能性評価	205/人日	- 千葉支店 第二ビジネスイノベーション部 担当部長 今井 浩介（プロジェクトリーダー） - 千葉事業部 テクニカルソリューショングループ 担当課長 谷 順一（業務実施責任者） - ビジネス開発本部 無線IoTビジネス部 担当課長 野間 仁司 担当課長 中村 光範 - ビジネスイノベーション本部 ソリューションアーキテクト部 担当課長 佐伯 智久 地方創生推進部 担当課長 小林 弘幸
b 成田国際空港株式会社	実証フィールドの提供、自動運転車両の課題抽出・効果検証	120/人日	- DX推進部 部長 平岡 和巳（業務実施責任者） - 旅客ターミナル部 部長 高須 英一郎 - 総合安全推進部 マネージャー 野澤 山路 - 運用管理部 マネージャー 田中 義徳
c 株式会社ティアフォー	自動運転車両提供、複数車両時の遠隔監視運転システムの実証評価、冗長系動作の監視映像品質の高度化及び実証評価	155/人日	- Operations Unit 担当 磯 庸介（業務実施責任者） - Administration Unit 担当 継岩 直充 - Core Business Unit 執行役員 藤居 祐輔 - Cross-Functional Unit 担当 飯田 祐希 - R&D Unit 担当 大里 章人
d KDDI株式会社	キャリア通信提供、冗長系動作に係るキャリア通信品質調査	13/人日	- 事業創造本部BI推進部 グループリーダー 松田 慧（業務実施責任者） - 技術統括本部ソリューション技術運用本部 ソリューション運用管理部 コアスタッフ 谷口 英樹
e 京セラコミュニケーションシステム株式会社	エリア設計、ローカル5G機器の設置及びエリアの構築、付帯機器の調達、エリア電測、最適化	206/人日	- ICT事業本部 ワイヤレスソリューション事業部 部長 高田 直幸（業務実施責任者） - エンジニアリング事業本部 エンジニアリング営業統括部 担当 小溝 亮 - ネットワーク事業部 部長 鈴木 裕典 - 通信建設事業部 部長 小田垣 聡 - 経営企画部 研究部 部長 日比 学
f 日本空港無線サービス株式会社	自動運転車両の運行管理、空港制限区域内の立ち入り管理	8/人日	- 業務部 部長 大平 秀俊 - サービスセンタ サービスセンタ次長 山田 健（業務実施責任者）
g NAAセーフティサポート株式会社	空港内の通信および電気配管配線施工、工事全体の安全管理、成田空港内のC工事における工事申請に係る申請支援	117/人日	- 施設部 部長 山崎 直人（業務実施責任者） - 工事課 課長 長野 和也 - 調査設計課 課長 藤崎 智久 - 管理課 課長 内田 奈緒子
h エクシオグループ株式会社	課題実証における機能検証および分析業務支援	67/人日	ソリューション事業本部 担当課長 齋藤 啓太（業務実施責任者）

⑨ ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	試験運用に向けた運用検討が必要	- 運行委託予定企業への段階的な遠隔監視スキル移管の継続 - 国土交通省航空局と連携した共通インフラの整備や運用ルール検討 - ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化とそれに要する車載装備及び施設整備の検討 - ローカル5G設備、自動運転車両のシステム保守/メンテナンスに関する体制の検討 - 車両駐車スペース、充電設備の確保 - 習熟走行 - 関係者試乗 - ターミナル間連絡バス以外でのユースケース検討	- 成田国際空港株式会社 - 株式会社ティアフォー - 東日本電信電話株式会社 - KDDI株式会社	2024 ～ 2025
	最終確認、検証（試験運行等）が必要	制限区域内従業員や一部旅客を対象とした試験運用の実施	- 成田国際空港株式会社 - 株式会社ティアフォー - 東日本電信電話株式会社 - KDDI株式会社	2024 ～ 2025
横展開に向けて	大規模空港での実装モデルの確立および他空港への展開に係る共通課題の検討	- 実装モデルの確立については、上記「実装に向けて」に包含 - 運行オペレーションや保守・メンテナンス、実装に必要な車載装備についての、他空港への展開に係る共通課題の検討 - 国土交通省航空局での運用ルール検討結果を踏まえたサービスレベルの明確化に伴う、詳細な導入コスト試算の実施	- 株式会社ティアフォー - 東日本電信電話株式会社 - KDDI株式会社	2024 ～

10 検証結果

a.技術検証

- 25年度の実装を想定したバスルートにて検証を実施しました。
- 映像伝送・アンダーパス走行について、各項目にKPIを定め検証を実施しました。（スライド51～63）
- 設定したKPIについては全ての項目について達成を確認しました。

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	I 映像伝送	映像伝送の継続 (FHD×8の映像・音 声品質の評価) : 40 Mbps	遠隔環境にて映像伝送で送られてきた映像を目視確認し、 遅延・ビットレートの確認を実施	監視含め映像伝送で送られている動画 がノイズにより不鮮明でないことや揺らぎや コマ落ちなどの遅延が発生していないこと
	II アンダーパス走行	アンダーパス走行に伴 う基地局の切り替え 時に、前後で極端な スループットの低下が 継続しないこと	アンダーパスを含む区間で走行する際の受信電力、スル ープット等試験を実施	目視での映像の劣化および受信電力、ス ループットがアンダーパスの影響で極端に 劣化しないこと

10 検証結果

a.技術検証

検証方法

遠隔型自動運転車の走行ルート上に 58 地点の測定ポイントを設け、時系列に沿って第 3 ターミナルから第 1 ターミナルの 1 往復につき計 89 回測定。
以下に測定地点と詳細情報を示します。



10 検証結果

a.技術検証

検証方法

測定地点の詳細情報

項番	地点名	緯度	経度
1	70spot 駐車場	35.7744149	140.3895054
2	71spot横交差点	35.7748252	140.389318
3	71spot	35.7748981	140.388225
4	72spot	35.7754748	140.3878066
5	73spot	35.7760569	140.3873828
6	74spot	35.7766346	140.386967
7	75spot	35.7772276	140.3865392
8	155spot	35.7778957	140.3863193
9	154spot	35.7782482	140.3861195
10	153spot	35.7785985	140.385862
11	3ビルバス停	35.7786875	140.3855693
12	3ビルUターン	35.7798298	140.3848612
13	151spot	35.779136	140.385478
14	152spot	35.7789308	140.3856243
15	153spot	35.7785985	140.385862
16	154spot	35.7782482	140.3861195
17	155spot	35.7778957	140.3863193
18	75spot	35.7772276	140.3865392
19	74spot	35.7766346	140.386967
20	73spot	35.7760569	140.3873828
21	72spot	35.7754748	140.3878066
22	71spot	35.7748981	140.388225
23	71spot横交差点	35.7748252	140.389318
24	80Spotアンダーバス交差点北側	35.775672	140.391635
25	80Spotアンダーバスバス停	35.7753217	140.3919351
25	80Spotアンダーバス交差点南側	35.7753217	140.3919351
26	80Spot入口交差点南側	35.774863	140.392229
27	61spot横交差点	35.773658	140.390274
28	61spot	35.772839	140.389707
29	62spot	35.7722613	140.3901308
30	63spot	35.7716661	140.3905595

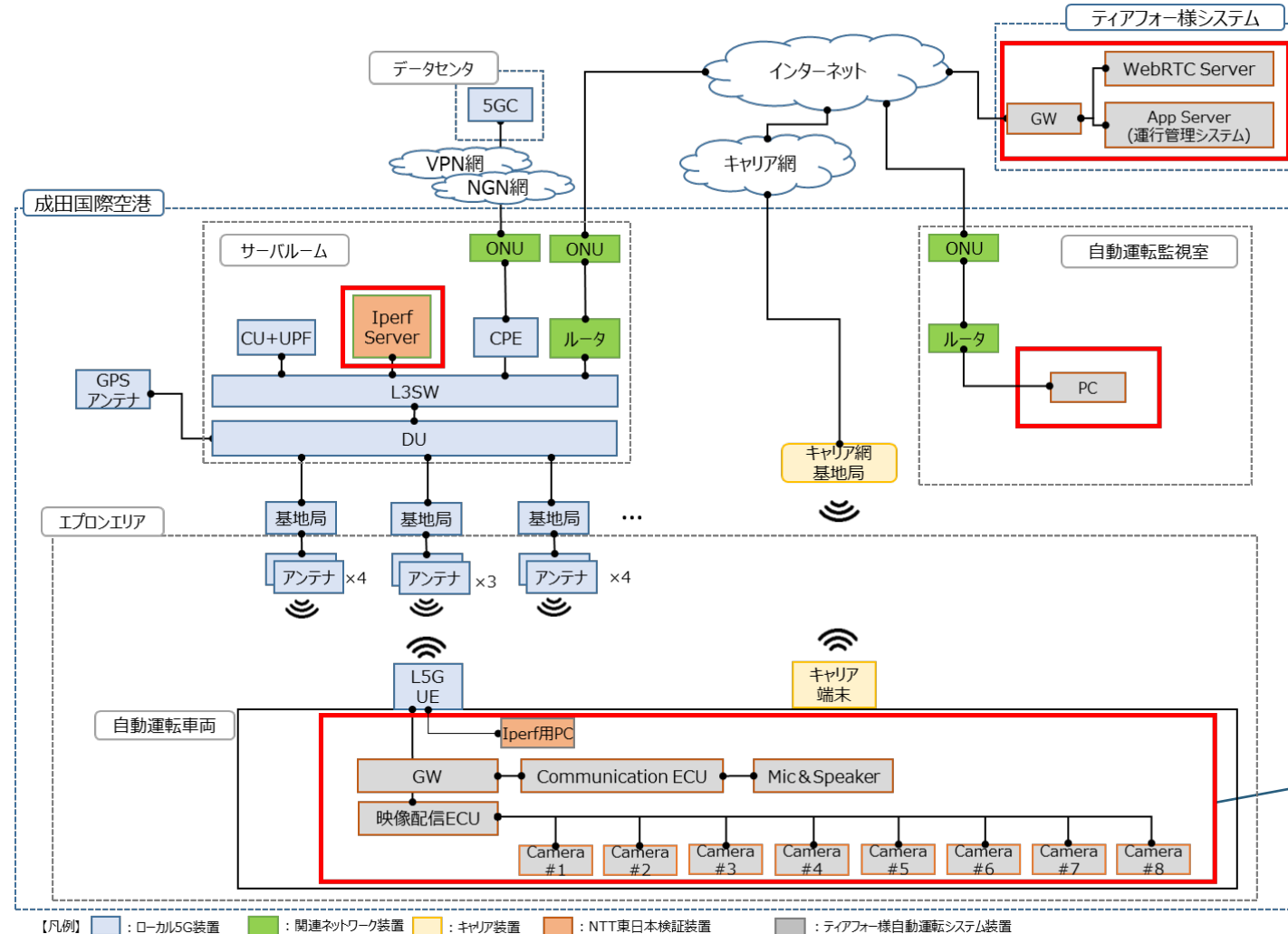
項番	地点名	緯度	経度
31	64spot	35.7710851	140.3909766
32	65spot	35.7705091	140.3913937
33	66spot	35.770058	140.391634
34	67spot	35.7692668	140.3918944
35	68spot	35.7686564	140.392042
36	410spot	35.7679306	140.3916266
37	411spot	35.767208	140.3912243
38	412spot	35.7666705	140.3909293
39	58Bspot	35.7660774	140.3906007
40	58Aspot	35.7654789	140.3902681
41	57Bspot	35.7646132	140.3899959
42	57Aspot	35.7640136	140.3895224
43	56spot	35.7632583	140.3891054
44	55spot	35.7626293	140.3887607
45	54spot	35.7623595	140.3886145
46	59番バス停	35.7622814	140.3883372
47	51spot横交差点	35.762995	140.387604
48	32spot横交差点	35.7629427	140.3848122
49	32spot アンダーバス交差点①*2	35.76251287	140.3845294
50	32spot アンダーバス交差点②*3	35.76258328	140.3843205
51	32spot アンダーバス交差点③*4	35.76258539	140.3839053
52	27spot	35.7626422	140.3837109
53	26spot	35.7633691	140.3831834
54	1ビルUターン	35.7643072	140.3827382
55	28番バス停	35.7638153	140.3833041
56	26spot	35.7633691	140.3831834
57	27spot	35.7626422	140.3837109
58	32spot アンダーバス交差点④*5	35.76283198	140.3840433
59	32spot アンダーバス交差点⑤*6	35.76267535	140.3842976
60	32spot アンダーバス交差点⑥*7	35.76257206	140.384402

項番	地点名	緯度	経度
61	32spot横交差点	35.7629427	140.3848122
62	51spot横交差点	35.762995	140.387604
63	59番バス停	35.7622814	140.3883372
64	54spot	35.7623595	140.3886145
65	55spot	35.7626293	140.3887607
66	56spot	35.7632583	140.3891054
67	57Aspot	35.7640136	140.3895224
68	57Bspot	35.7646132	140.3899959
69	58Aspot	35.7654789	140.3902681
70	58Bspot	35.7660774	140.3906007
71	412spot	35.7666705	140.3909293
72	411spot	35.767208	140.3912243
73	410spot	35.7679306	140.3916266
74	68spot	35.7686564	140.392042
75	67spot	35.7692668	140.3918944
76	66spot	35.770058	140.391634
77	65spot	35.7705091	140.3913937
78	64spot	35.7710851	140.3909766
79	63spot	35.7716661	140.3905595
80	62spot	35.7722613	140.3901308
81	61spot	35.772839	140.389707
82	61spot横交差点	35.773658	140.390274
83	70番 T2 バス停	35.7742118	140.3898188

10 検証結果

a.技術検証

検証における全体構成図



ローカル 5 Gを活用した遠隔監視型自動運転システムおよび自動運転車両（ティアフォー製Minibus）を用いて左記の図の通りの構成で映像伝送とアンダーパス走行の検証を実施しました。

自動運転車両に搭載した 8 台カメラのカメラについてはFHD画質の映像をローカル 5 Gを通じてアップロードする環境を構築しました。

※ローカル 5 Gについては価格低減や今後の拡張性を念頭にマネージドサービスのローカル5Gシステムを採用しております。（東日本電信電話株式会社提供のギガらく5G）

参考URL: <https://business.ntt-east.co.jp/service/gigaraku5g/>

自動運転車両（ティアフォー製Minibus）

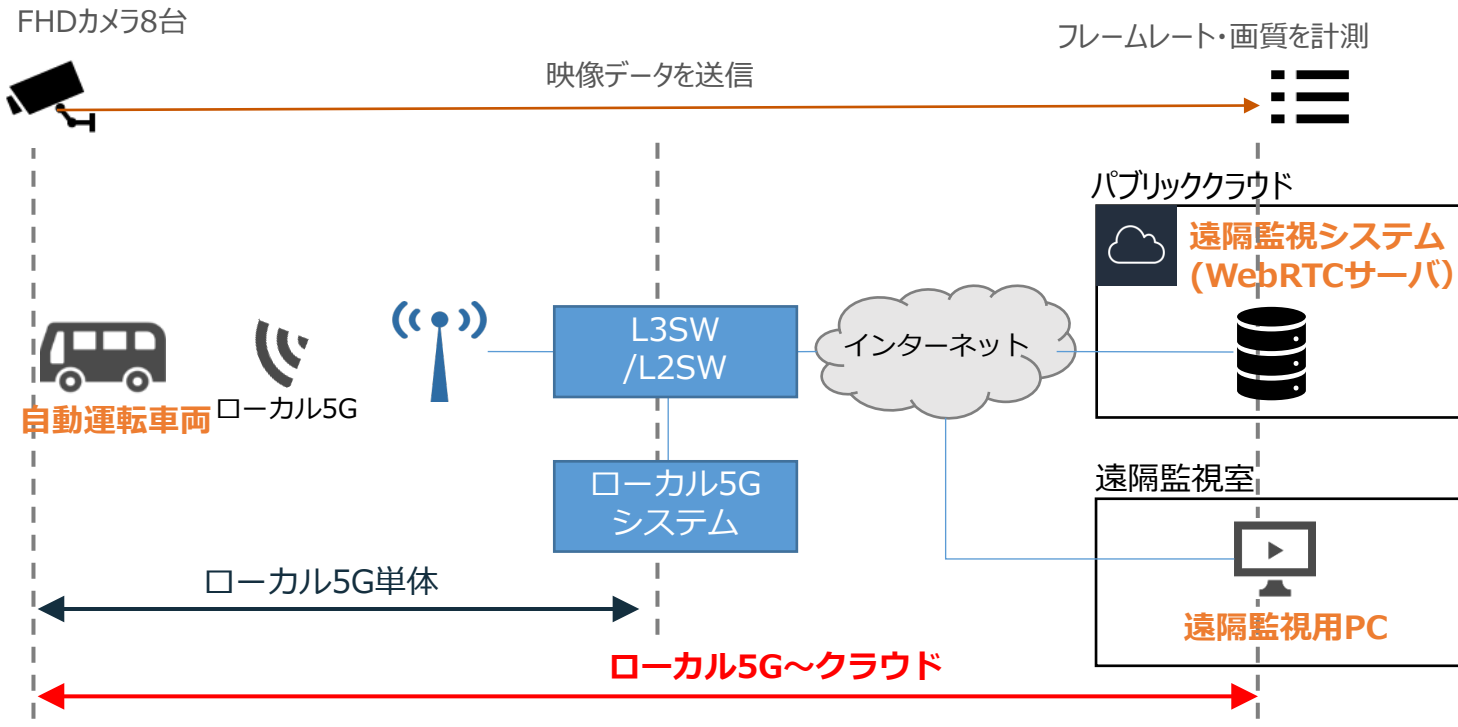


10 検証結果

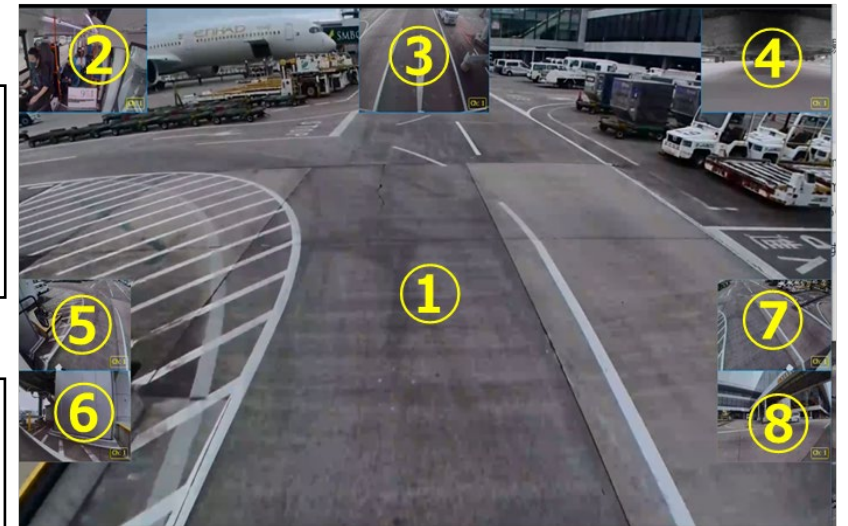
a.技術検証

検証方法（フレームレート、映像品質）

フレームレートおよび映像品質については、自動運転車両に搭載したFHDカメラ8台の映像データをローカル5Gを通じてパブリッククラウド上にある遠隔監視システムへ送信し、遠隔監視用PCからアクセスする構成で検証しました。



8カメラによる遠隔監視映像の画面イメージ

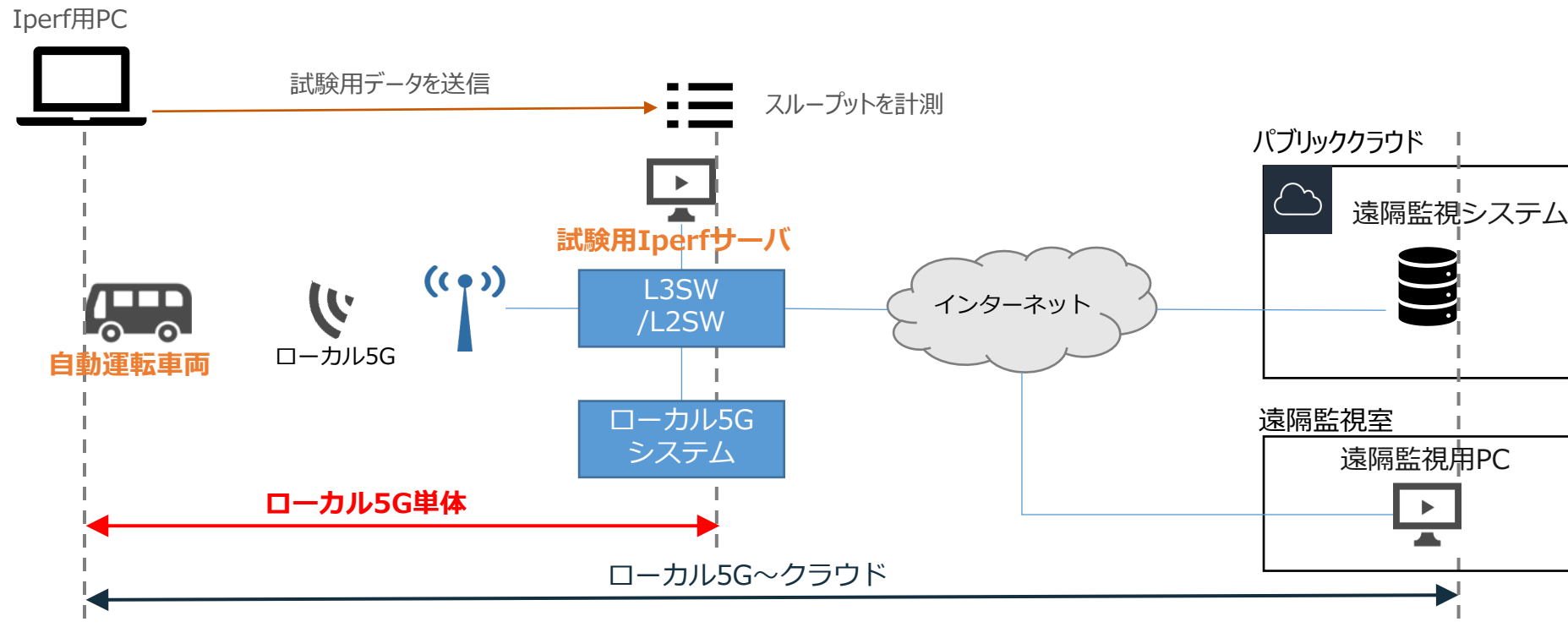


10 検証結果

a. 技術検証

検証方法（スループット）

スループットについては、自動運転車両に搭載したIperf用PCから試験用データを、ローカル 5 Gを通じてサーバルーム内にある試験用Iperfサーバへ送信する構成で検証しました。

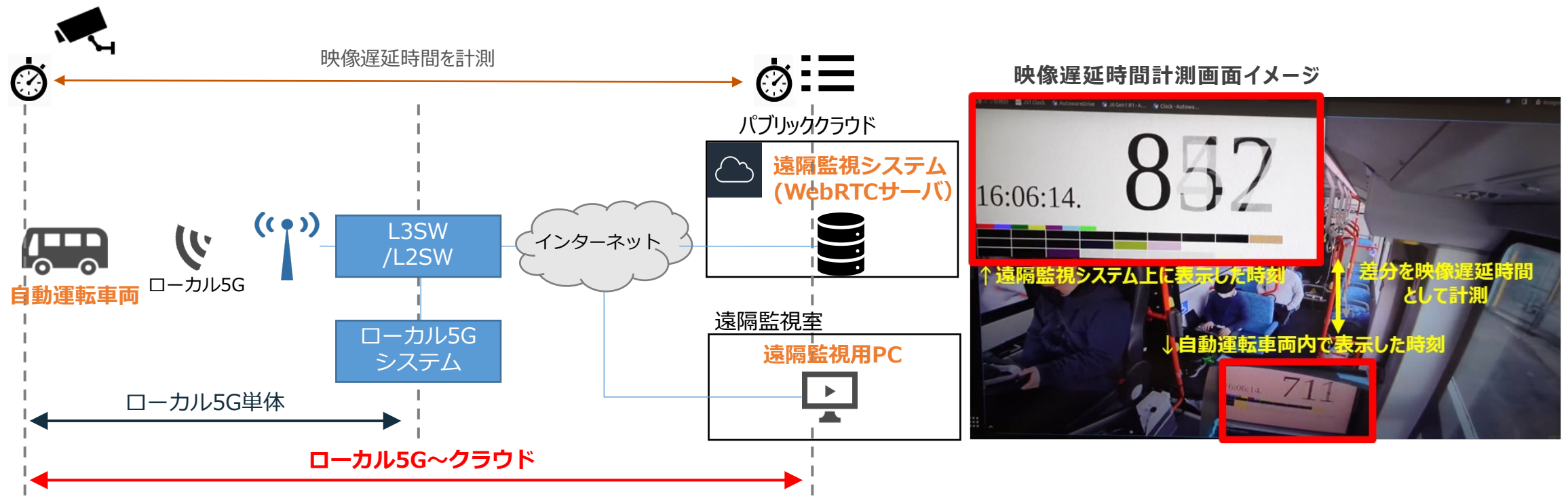


10 検証結果

a.技術検証

検証方法（映像遅延）

映像遅延については、自動運転車両内で表示した時刻を遠隔監視映像の車内カメラに投影し、ローカル 5 Gを通じてパブリッククラウド上にある遠隔監視システムへ送信、遠隔監視用PCからアクセスする構成で検証しました。遅延時刻については、遠隔監視システムへアクセスした遠隔監視PC上にも時刻を表示（自動運転車両内で表示した時刻と同一サーバ設定）させ、差分を映像遅延時間として計測しました。



10 検証結果

a. 技術検証

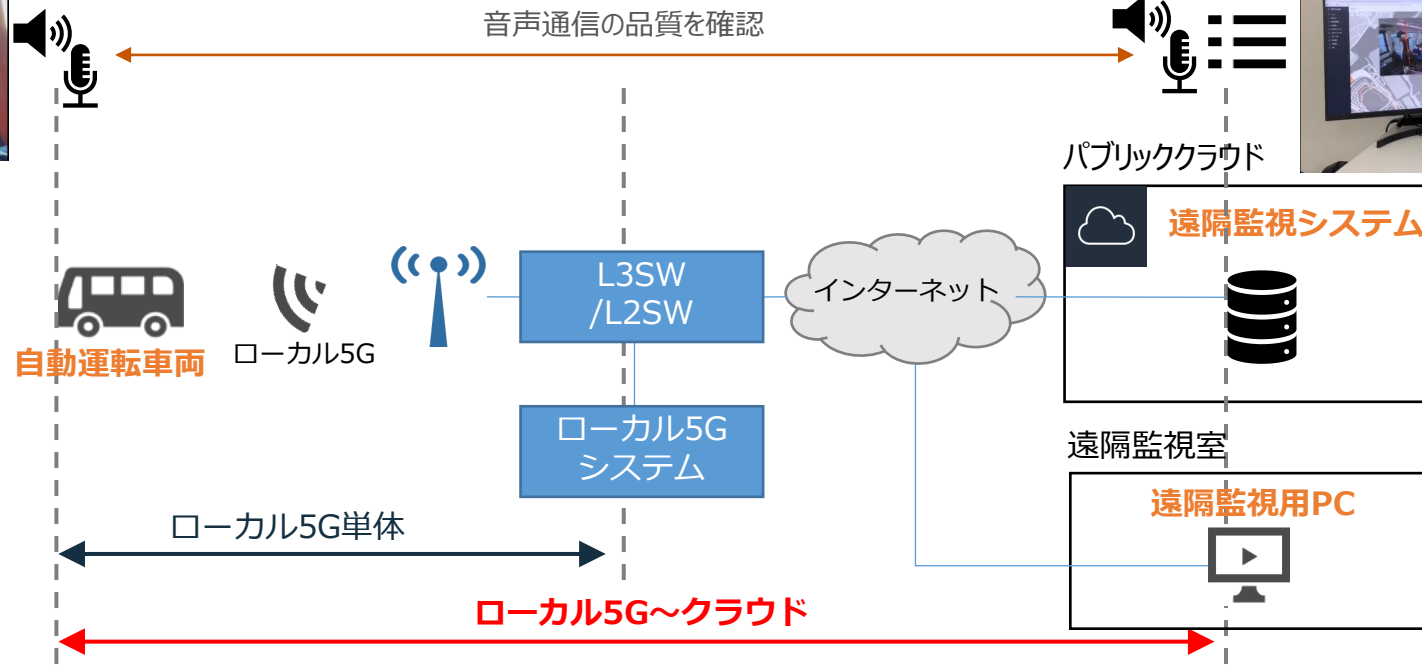
検証方法（音声品質）

音声品質については、自動運転車両に搭載したマイク・スピーカーとパブリッククラウド上の遠隔監視システムへアクセスした遠隔監視用PC間の音声通話をローカル5Gを通じて実施する構成で検証しました。音声通話の品質については、双方向から呼びかけ、問題なく意思疎通できるかを確認しました。

自動運転車両内での確認模様



遠隔監視室での確認模様



10 検証結果

a.技術検証

実証結果（映像伝送・アンダーパス走行：まとめ）

本実証について、「フレームレート」、「映像品質」、「スループット」、「映像遅延」、「音声品質」の検証項目とKPIを設定しました。
映像伝送・アンダーパス走行の実証結果としては、設定したすべての検証項目についてKPIを達成したことを確認しました。

項目	KPI	達成状況（達成→○、未達成→×）
フレームレート	9FPS以上	○：全測定地点、8カメラ全てで19FPS以上を達成
映像品質	FHD画質の維持	○：全測定地点、8カメラ全てで継続してFHD画質なことを確認
スループット	40Mbps以上	○：全測定地点で94.3Mbps以上を達成
映像遅延	400msec以内	○：全測定地点、8カメラ全てで遅延167msec以内を達成
音声品質	車両と遠隔監視室とで音声による意思疎通が可能	○：車両と遠隔監視室とで音声による意思疎通が取れることを確認

10 検証結果

実証結果（項目：フレームレート、KPI：9fps以上）

遠隔監視に必要な映像品質を十分に満たすフレームレートの結果となっていることを確認しました。



10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（項目：フレームレート、KPI：9fps以上）

フレームレート計測データ

項番	地点名	最低FPS
1	70spot 駐車場	29
2	71spot横交差点	30
3	71spot	29
4	72spot	30
5	73spot	29
6	74spot	29
7	75spot	29
8	155spot	29
9	154spot	29
10	153spot	30
11	3ビルバス停	29
12	3ビルUターン	30
13	151spot	29
14	152spot	28
15	153spot	30
16	154spot	29
17	155spot	29
18	75spot	30
19	74spot	29
20	73spot	29
21	72spot	29
22	71spot	29
23	71spot横交差点	29
24	80Spotアンダーパス交差点北側	29
25	80Spotバス停	29
26	80Spotアンダーパス交差点南側	29
27	61spot横交差点	29
28	61spot	29
29	62spot	29
30	63spot	29

項番	地点名	最低FPS
31	64spot	28
32	65spot	29
33	66spot	29
34	67spot	21
35	68spot	29
36	410spot	29
37	411spot	29
38	412spot	29
39	58Bspot	30
40	58Aspot	29
41	57Bspot	30
42	57Aspot	29
43	56spot	30
44	55spot	19
45	54spot	29
46	59番バス停	29
47	51spot横交差点	29
48	32spot横交差点	29
49	32spot アンダーパス交差点①	29
50	32spot アンダーパス交差点②	29
51	32spot アンダーパス交差点③	30
52	27spot	30
53	26spot	30
54	1ビルUターン	28
55	28番バス停	29
56	26spot	29
57	27spot	29
58	32spot アンダーパス交差点④	29
59	32spot アンダーパス交差点⑤	29
60	32spot アンダーパス交差点⑥	29

項番	地点名	最低FPS
61	32spot横交差点	29
62	51spot横交差点	29
63	59番バス停	29
64	54spot	30
65	55spot	29
66	56spot	30
67	57Aspot	29
68	57Bspot	29
69	58Aspot	29
70	58Bspot	29
71	412spot	29
72	411spot	29
73	410spot	29
74	68spot	30
75	67spot	29
76	66spot	28
77	65spot	30
78	64spot	28
79	63spot	30
80	62spot	29
81	61spot	29
82	61spot横交差点	29
83	70番T2バス停	29

10 検証結果

a.技術検証

実証結果（項目：映像品質、KPI：FHD）

映像品質の評価結果を以下に示します。フレームレート計測データアンダーパスを含む障害物や交差点、バス停の全てのポイントに対し、継続して画質が1920×1280なことを確認しました。

項番	地点名	最低画質
1	70spot 駐車場	1920x1280
2	71spot横交差点	1920x1280
3	71spot	1920x1280
4	72spot	1920x1280
5	73spot	1920x1280
6	74spot	1920x1280
7	75spot	1920x1280
8	155spot	1920x1280
9	154spot	1920x1280
10	153spot	1920x1280
11	3ビルバス停	1920x1280
12	3ビルUターン	1920x1280
13	151spot	1920x1280
14	152spot	1920x1280
15	153spot	1920x1280
16	154spot	1920x1280
17	155spot	1920x1280
18	75spot	1920x1280
19	74spot	1920x1280
20	73spot	1920x1280
21	72spot	1920x1280
22	71spot	1920x1280
23	71spot横交差点	1920x1280
24	80Spotアンダーバス交差点北側	1920x1280
25	80Spotアンダーバスバス停	1920x1280
26	80Spotアンダーバス交差点南側	1920x1280
27	61spot横交差点	1920x1280
28	61spot	1920x1280
29	62spot	1920x1280
30	63spot	1920x1280

項番	地点名	最低画質
31	64spot	1920x1280
32	65spot	1920x1280
33	66spot	1920x1280
34	67spot	1920x1280
35	68spot	1920x1280
36	410spot	1920x1280
37	411spot	1920x1280
38	412spot	1920x1280
39	58Bspot	1920x1280
40	58Aspot	1920x1280
41	57Bspot	1920x1280
42	57Aspot	1920x1280
43	56spot	1920x1280
44	55spot	1920x1280
45	54spot	1920x1280
46	59番バス停	1920x1280
47	51spot横交差点	1920x1280
48	32spot横交差点	1920x1280
49	32spot アンダーバス交差点①	1920x1280
50	32spot アンダーバス交差点②	1920x1280
51	32spot アンダーバス交差点③	1920x1280
52	27spot	1920x1280
53	26spot	1920x1280
54	1ビルUターン	1920x1280
55	28番バス停	1920x1280
56	26spot	1920x1280
57	27spot	1920x1280
58	32spot アンダーバス交差点④	1920x1280
59	32spot アンダーバス交差点⑤	1920x1280
60	32spot アンダーバス交差点⑥	1920x1280

項番	地点名	最低画質
61	32spot横交差点	1920x1280
62	51spot横交差点	1920x1280
63	59番バス停	1920x1280
64	54spot	1920x1280
65	55spot	1920x1280
66	56spot	1920x1280
67	57Aspot	1920x1280
68	57Bspot	1920x1280
69	58Aspot	1920x1280
70	58Bspot	1920x1280
71	412spot	1920x1280
72	411spot	1920x1280
73	410spot	1920x1280
74	68spot	1920x1280
75	67spot	1920x1280
76	66spot	1920x1280
77	65spot	1920x1280
78	64spot	1920x1280
79	63spot	1920x1280
80	62spot	1920x1280
81	61spot	1920x1280
82	61spot横交差点	1920x1280
83	70番 T2 バス停	1920x1280

10 検証結果

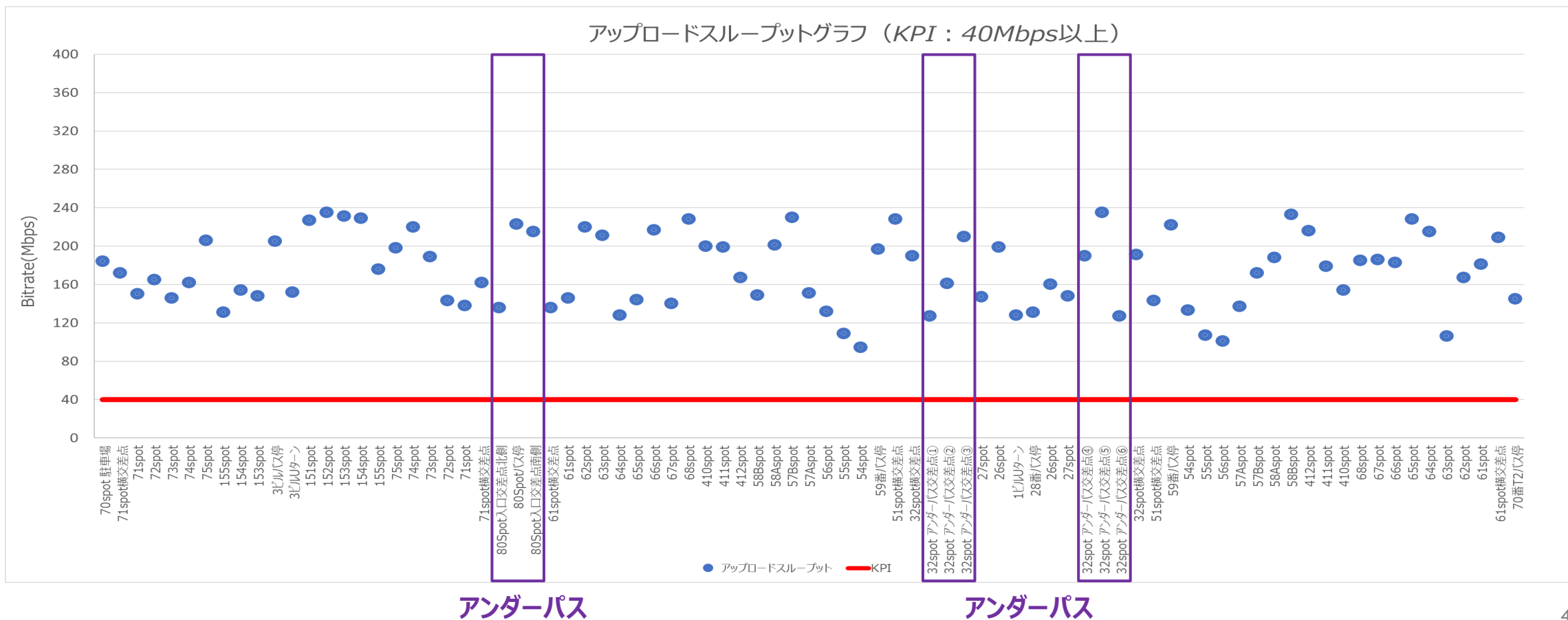
a.技術検証

実証結果（項目：スループット、KPI：40Mbps以上）

スループット評価結果を以下に示します。

アップロードのスループットを計測し、アンダーパスを含む障害物や交差点、バス停ポイントに対し、スループットのKPI目標値を上回っていることを確認しました。

遠隔監視システムとの通信接続に十分耐えうるスループット結果なっていることを計測結果から確認しました。



10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（項目：スループットKPI：40Mbps以上）

アップロードスループット計測データ

項番	地点名	UDP_UL
1	70spot 駐車場	184
2	71spot横交差点	172
3	71spot	150
4	72spot	165
5	73spot	146
6	74spot	162
7	75spot	206
8	155spot	131
9	154spot	154
10	153spot	148
11	3ビルバス停	205
12	3ビルUターン	152
13	151spot	227
14	152spot	235
15	153spot	231
16	154spot	229
17	155spot	176
18	75spot	198
19	74spot	220
20	73spot	189
21	72spot	143
22	71spot	138
23	71spot横交差点	162
24	80Spotアンダーパス交差点北側	136
25	80Spotアンダーパスバス停	223
26	80Spotアンダーパス交差点南側	215
27	61spot横交差点	136
28	61spot	146
29	62spot	220
30	63spot	211

項番	地点名	UDP_UL
31	64spot	128
32	65spot	144
33	66spot	217
34	67spot	140
35	68spot	228
36	410spot	200
37	411spot	199
38	412spot	167
39	58Bspot	149
40	58Aspot	201
41	57Bspot	230
42	57Aspot	151
43	56spot	132
44	55spot	109
45	54spot	94.3
46	59番バス停	197
47	51spot横交差点	228
48	32spot横交差点	190
49	32spot アンダーパス交差点①	127
50	32spot アンダーパス交差点②	161
51	32spot アンダーパス交差点③	210
52	27spot	147
53	26spot	199
54	1ビルUターン	128
55	28番バス停	131
56	26spot	160
57	27spot	148
58	32spot アンダーパス交差点④	190
59	32spot アンダーパス交差点⑤	235
60	32spot アンダーパス交差点⑥	127

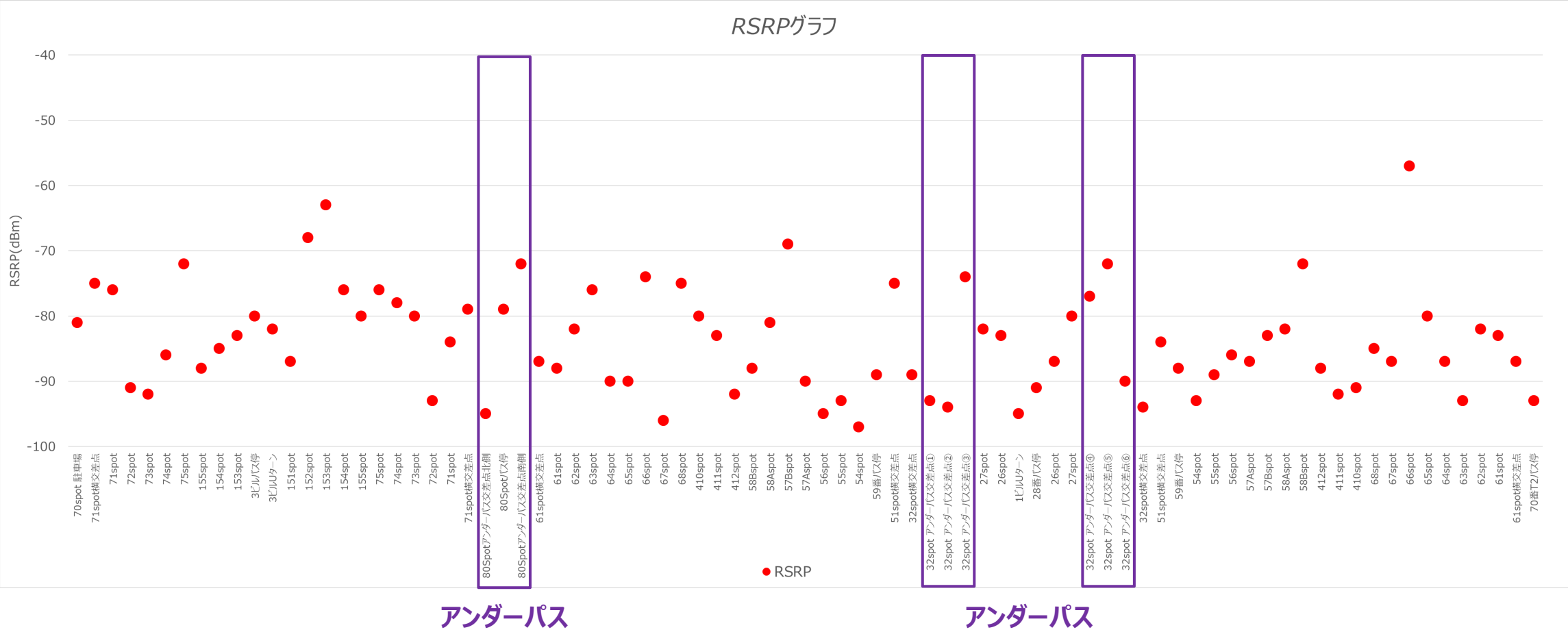
項番	地点名	UDP_UL
61	32spot横交差点	191
62	51spot横交差点	143
63	59番バス停	222
64	54spot	133
65	55spot	107
66	56spot	101
67	57Aspot	137
68	57Bspot	172
69	58Aspot	188
70	58Bspot	233
71	412spot	216
72	411spot	179
73	410spot	154
74	68spot	185
75	67spot	186
76	66spot	183
77	65spot	228
78	64spot	215
79	63spot	106
80	62spot	167
81	61spot	181
82	61spot横交差点	209
83	70番T2バス停	145

10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（項目：受信電力）

受信電力評価結果を以下に示します。
アンダーパスの測定地点について、他測定地点と比較しても受信電力の低下は見られないことを確認しました。



10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（項目：受信電力）

受信電力計測データ

項番	地点名	RSRP
1	70spot 駐車場	-81
2	71spot横交差点	-75
3	71spot	-76
4	72spot	-91
5	73spot	-92
6	74spot	-86
7	75spot	-72
8	155spot	-88
9	154spot	-85
10	153spot	-83
11	3ビルバス停	-80
12	3ビルUターン	-82
13	151spot	-87
14	152spot	-68
15	153spot	-63
16	154spot	-76
17	155spot	-80
18	75spot	-76
19	74spot	-78
20	73spot	-80
21	72spot	-93
22	71spot	-84
23	71spot横交差点	-79
24	80Spotアンダーバス交差点北側	-95
25	80Spotアンダーバスバス停	-79
26	80Spotアンダーバス交差点南側	-72
27	61spot横交差点	-87
28	61spot	-88
29	62spot	-82
30	63spot	-76

項番	地点名	RSRP
31	64spot	-90
32	65spot	-90
33	66spot	-74
34	67spot	-96
35	68spot	-75
36	410spot	-80
37	411spot	-83
38	412spot	-92
39	58Bspot	-88
40	58Aspot	-81
41	57Bspot	-69
42	57Aspot	-90
43	56spot	-95
44	55spot	-93
45	54spot	-97
46	59番バス停	-89
47	51spot横交差点	-75
48	32spot横交差点	-89
49	32spot アンダーバス交差点①	-93
50	32spot アンダーバス交差点②	-94
51	32spot アンダーバス交差点③	-74
52	27spot	-82
53	26spot	-83
54	1ビルUターン	-95
55	28番バス停	-91
56	26spot	-87
57	27spot	-80
58	32spot アンダーバス交差点④	-77
59	32spot アンダーバス交差点⑤	-72
60	32spot アンダーバス交差点⑥	-90

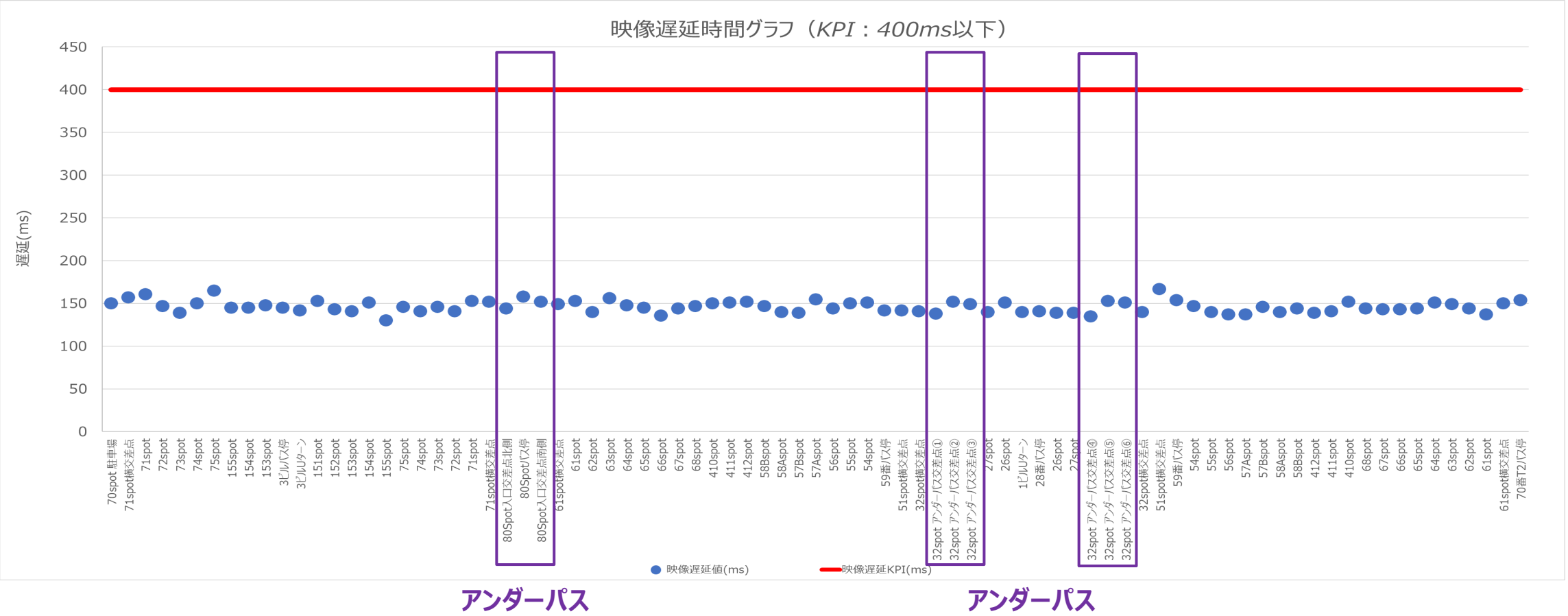
項番	地点名	RSRP
61	32spot横交差点	-94
62	51spot横交差点	-84
63	59番バス停	-88
64	54spot	-93
65	55spot	-89
66	56spot	-86
67	57Aspot	-87
68	57Bspot	-83
69	58Aspot	-82
70	58Bspot	-72
71	412spot	-88
72	411spot	-92
73	410spot	-91
74	68spot	-85
75	67spot	-87
76	66spot	-57
77	65spot	-80
78	64spot	-87
79	63spot	-93
80	62spot	-82
81	61spot	-83
82	61spot横交差点	-87
83	70番 T2 バス停	-93

10 検証結果

a.技術検証

実証結果（項目：映像遅延、KPI：400ms以下）

映像遅延評価結果を以下に示します。
アンダーパスを含む障害物や交差点、バス停ポイントに対し、KPIとなる400ms以下を充足していることを確認できました。



10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（項目：映像遅延）

映像遅延計測データ

項番	地点名	映像遅延値(ms)
1	70spot 駐車場	150
2	71spot横交差点	157
3	71spot	161
4	72spot	147
5	73spot	139
6	74spot	150
7	75spot	165
8	155spot	145
9	154spot	145
10	153spot	148
11	3ビルバス停	145
12	3ビルUターン	142
13	151spot	153
14	152spot	143
15	153spot	141
16	154spot	151
17	155spot	130
18	75spot	146
19	74spot	141
20	73spot	146
21	72spot	141
22	71spot	153
23	71spot横交差点	152
24	80Spotアンダーバス交差点北側	144
25	80Spotアンダーバスバス停	158
26	80Spotアンダーバス交差点南側	152
27	61spot横交差点	149
28	61spot	153
29	62spot	140
30	63spot	156

項番	地点名	映像遅延値(ms)
31	64spot	148
32	65spot	145
33	66spot	136
34	67spot	144
35	68spot	147
36	410spot	150
37	411spot	151
38	412spot	152
39	58Bspot	147
40	58Aspot	140
41	57Bspot	139
42	57Aspot	155
43	56spot	144
44	55spot	150
45	54spot	151
46	59番バス停	142
47	51spot横交差点	142
48	32spot横交差点	141
49	32spot アンダーバス交差点①	138
50	32spot アンダーバス交差点②	152
51	32spot アンダーバス交差点③	149
52	27spot	140
53	26spot	151
54	1ビルUターン	140
55	28番バス停	141
56	26spot	139
57	27spot	139
58	32spot アンダーバス交差点④	135
59	32spot アンダーバス交差点⑤	153
60	32spot アンダーバス交差点⑥	151

項番	地点名	映像遅延値(ms)
61	32spot横交差点	140
62	51spot横交差点	167
63	59番バス停	154
64	54spot	147
65	55spot	140
66	56spot	137
67	57Aspot	137
68	57Bspot	146
69	58Aspot	140
70	58Bspot	144
71	412spot	139
72	411spot	141
73	410spot	152
74	68spot	144
75	67spot	143
76	66spot	143
77	65spot	144
78	64spot	151
79	63spot	149
80	62spot	144
81	61spot	137
82	61spot横交差点	150
83	70番T2バス停	154

10 検証結果

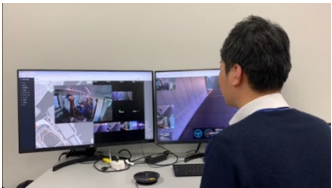
a.技術検証

実証結果（項目：音声品質）

音声の検証結果を以下に示します。
「異常時の駆け付け時の監視誘導支援」を想定シーンとして、遠隔監視室と3ビルバス停前に停車した車両間での音声通話の検証を実施しました。
遠隔監視室⇔車両とで音声による意思疎通を行うことができることを確認しました。

項目	検証内容	達成状況（達成→○、未達成→×）
遠隔監視室→車両	遠隔監視室から車両への音声疎通を実施	○：車両側にて遠隔監視室からの①の音声受信を確認 車両側にて②を返答後、遠隔監視室から③の音声受信を確認
車両→遠隔監視室	車両側から遠隔監視室へ音声疎通を実施	○：遠隔監視室側にて車両からの①の音声を発信後、 車両側から②の音声受信を確認

＜遠隔監視室側＞



① 走行条件を逸脱したため、車両が停止しました。
運転手が向かいますので、しばらくお待ちください。

③ よろしく願いいたします。

＜自動運転車両側＞



② はい、よろしくお願いします。

10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（全体データ①）

測定環境				測定結果				
項番	地点名	緯度	経度	フレームレート 最低FPS (fps)	映像品質 画質 (px)	スループット UDP_UL (Mbps)	電波強度 RSRP (dBm)	映像遅延 映像遅延値 (ms)
1	70spot 駐車場	140.3895054	35.7744149	29	1920×1280	184	-81	150
2	71spot横交差点	140.389318	35.7748252	30	1920×1280	172	-75	157
3	71spot	140.388225	35.7748981	29	1920×1280	150	-76	161
4	72spot	140.3878066	35.7754748	30	1920×1280	165	-91	147
5	73spot	140.3873828	35.7760569	29	1920×1280	146	-92	139
6	74spot	140.386967	35.7766346	29	1920×1280	162	-86	150
7	75spot	140.3865392	35.7772276	29	1920×1280	206	-72	165
8	155spot	140.3863193	35.7778957	29	1920×1280	131	-88	145
9	154spot	140.3861195	35.7782482	29	1920×1280	154	-85	145
10	153spot	140.385862	35.7785985	30	1920×1280	148	-83	148
11	3ビルバス停	140.3855693	35.7786875	29	1920×1280	205	-80	145
12	3ビルUターン	140.3848612	35.7798298	30	1920×1280	152	-82	142
13	151spot	140.385478	35.779136	29	1920×1280	227	-87	153
14	152spot	140.3856243	35.7789308	28	1920×1280	235	-68	143
15	153spot	140.385862	35.7785985	30	1920×1280	231	-63	141
16	154spot	140.3861195	35.7782482	29	1920×1280	229	-76	151
17	155spot	140.3863193	35.7778957	29	1920×1280	176	-80	130
18	75spot	140.3865392	35.7772276	30	1920×1280	198	-76	146
19	74spot	140.386967	35.7766346	29	1920×1280	220	-78	141
20	73spot	140.3873828	35.7760569	29	1920×1280	189	-80	146
21	72spot	140.3878066	35.7754748	29	1920×1280	143	-93	141
22	71spot	140.388225	35.7748981	29	1920×1280	138	-84	153
23	71spot横交差点	140.389318	35.7748252	29	1920×1280	162	-79	152
24	80Spotアンダーバス交差点北側	140.391635	35.775672	29	1920×1280	136	-95	144
25	80Spotアンダーバスバス停	140.3919351	35.7753217	29	1920×1280	223	-79	158
26	80Spotアンダーバス交差点南側	140.392229	35.774863	29	1920×1280	215	-72	152
27	61spot横交差点	140.390274	35.773658	29	1920×1280	136	-87	149
28	61spot	140.389707	35.772839	29	1920×1280	146	-88	153
29	62spot	140.3901308	35.7722613	29	1920×1280	220	-82	140
30	63spot	140.3905595	35.7716661	29	1920×1280	211	-76	156

10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（全体データ②）

測定環境				測定結果				
項番	地点名	緯度	経度	フレームレート 最低FPS (fps)	映像品質 画質 (px)	スループット UDP_UL (Mbps)	電波強度 RSRP (dBm)	映像遅延 映像遅延値 (ms)
31	64spot	140.3909766	35.7710851	28	1920×1280	128	-90	148
32	65spot	140.3913937	35.7705091	29	1920×1280	144	-90	145
33	66spot	140.391634	35.770058	29	1920×1280	217	-74	136
34	67spot	140.3918944	35.7692668	21	1920×1280	140	-96	144
35	68spot	140.392042	35.7686564	29	1920×1280	228	-75	147
36	410spot	140.3916266	35.7679306	29	1920×1280	200	-80	150
37	411spot	140.3912243	35.767208	29	1920×1280	199	-83	151
38	412spot	140.3909293	35.7666705	29	1920×1280	167	-92	152
39	58Bspot	140.3906007	35.7660774	30	1920×1280	149	-88	147
40	58Aspot	140.3902681	35.7654789	29	1920×1280	201	-81	140
41	57Bspot	140.3899959	35.7646132	30	1920×1280	230	-69	139
42	57Aspot	140.3895224	35.7640136	29	1920×1280	151	-90	155
43	56spot	140.3891054	35.7632583	30	1920×1280	132	-95	144
44	55spot	140.3887607	35.7626293	19	1920×1280	109	-93	150
45	54spot	140.3886145	35.7623595	29	1920×1280	94.3	-97	151
46	59番バス停	140.3883372	35.7622814	29	1920×1280	197	-89	142
47	51spot横交差点	140.387604	35.762995	29	1920×1280	228	-75	142
48	32spot横交差点	140.3848122	35.7629427	29	1920×1280	190	-89	141
49	32spot アンダーパス交差点①	140.3845294	35.76251287	29	1920×1280	127	-93	138
50	32spot アンダーパス交差点②	140.3843205	35.76258328	29	1920×1280	161	-94	152
51	32spot アンダーパス交差点③	140.3839053	35.76258539	30	1920×1280	210	-74	149
52	27spot	140.3837109	35.7626422	30	1920×1280	147	-82	140
53	26spot	140.3831834	35.7633691	30	1920×1280	199	-83	151
54	1ビルUターン	140.3827382	35.7643072	28	1920×1280	128	-95	140
55	28番バス停	140.3833041	35.7638153	29	1920×1280	131	-91	141
56	26spot	140.3831834	35.7633691	29	1920×1280	160	-87	139
57	27spot	140.3837109	35.7626422	29	1920×1280	148	-80	139
58	32spot アンダーパス交差点④	140.3840433	35.76283198	29	1920×1280	190	-77	135
59	32spot アンダーパス交差点⑤	140.3842976	35.76267535	29	1920×1280	235	-72	153
60	32spot アンダーパス交差点⑥	140.384402	35.76257206	29	1920×1280	127	-90	151

10 検証結果

a.技術検証

【参考】実証結果（全体データ③）

測定環境				測定結果				
項番	地点名	緯度	経度	フレームレート 最低FPS (fps)	映像品質 画質 (px)	スループット UDP_UL (Mbps)	電波強度 RSRP (dBm)	映像遅延 映像遅延値 (ms)
61	32spot横交差点	140.3848122	35.7629427	29	1920×1280	191	-94	140
62	51spot横交差点	140.387604	35.762995	29	1920×1280	143	-84	167
63	59番バス停	140.3883372	35.7622814	29	1920×1280	222	-88	154
64	54spot	140.3886145	35.7623595	30	1920×1280	133	-93	147
65	55spot	140.3887607	35.7626293	29	1920×1280	107	-89	140
66	56spot	140.3891054	35.7632583	30	1920×1280	101	-86	137
67	57Aspot	140.3895224	35.7640136	29	1920×1280	137	-87	137
68	57Bspot	140.3899959	35.7646132	29	1920×1280	172	-83	146
69	58Aspot	140.3902681	35.7654789	29	1920×1280	188	-82	140
70	58Bspot	140.3906007	35.7660774	29	1920×1280	233	-72	144
71	412spot	140.3909293	35.7666705	29	1920×1280	216	-88	139
72	411spot	140.3912243	35.767208	29	1920×1280	179	-92	141
73	410spot	140.3916266	35.7679306	29	1920×1280	154	-91	152
74	68spot	140.392042	35.7686564	30	1920×1280	185	-85	144
75	67spot	140.3918944	35.7692668	29	1920×1280	186	-87	143
76	66spot	140.391634	35.770058	28	1920×1280	183	-57	143
77	65spot	140.3913937	35.7705091	30	1920×1280	228	-80	144
78	64spot	140.3909766	35.7710851	28	1920×1280	215	-87	151
79	63spot	140.3905595	35.7716661	30	1920×1280	106	-93	149
80	62spot	140.3901308	35.7722613	29	1920×1280	167	-82	144
81	61spot	140.389707	35.772839	29	1920×1280	181	-83	137
82	61spot横交差点	140.390274	35.773658	29	1920×1280	209	-87	150
83	70番T2バス停	140.3898188	35.7742118	29	1920×1280	145	-93	154

10 検証結果

a.技術検証

実装化要件の考察（映像伝送・アンダーパス走行）

実装化の要件

I.映像伝送:

監視含め映像伝送で送られている動画がノイズにより不鮮明でないことや揺らぎやコマ落ちなどの遅延が発生していないこと

II.アンダーパス走行:

目視での映像の劣化および受信電力、スループットがアンダーパスの影響で極端に劣化しないこと

考察

I.映像伝送

- ✓ FHD×8カメラでの映像伝送検証により、鮮明な映像が揺らぎやコマ落ちなどの遅延なく遠隔監視システムを通じて表示されることを目視で確認できた
- ✓ ドライバレスを見据えた乗客サービスレベル維持に向けて、各遠隔監視カメラのスペックについては運用ルールと併せて検討とする

II.アンダーパス走行

- ✓ 検証の結果、アンダーパスによる映像および受信電力、スループットの極端な劣化となるエリアは無かった
- ✓ アンダーパスのローカル 5 G エリア化については、開口部が弱電エリアとならないように両側に置局し、ハンドオーバーポイントを綿密に設計することで実現できた

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

- 実証本番3日間（2/13-15）における走行を集計対象とする
- 自動運転システムの自己位置推定機能を実行し、マッチングスコア値（3.0以上であれば自己位置推定は破綻しない）とエラーが発生していないことを確認する

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	Ⅲ 自己位置推定	自己位置推定の破綻/エラー回数0	自動運転システムの自己位置推定機能を実行し、自動走行にて走行予定経路を走行し、事故位置推定が破綻しないもしくはエラーが発生しないことを確認する	適切に自己位置推定ができ、安定した走行が実現できること

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

実際の検証方法

走行経路



集計方法



対象日程の走行を抽出

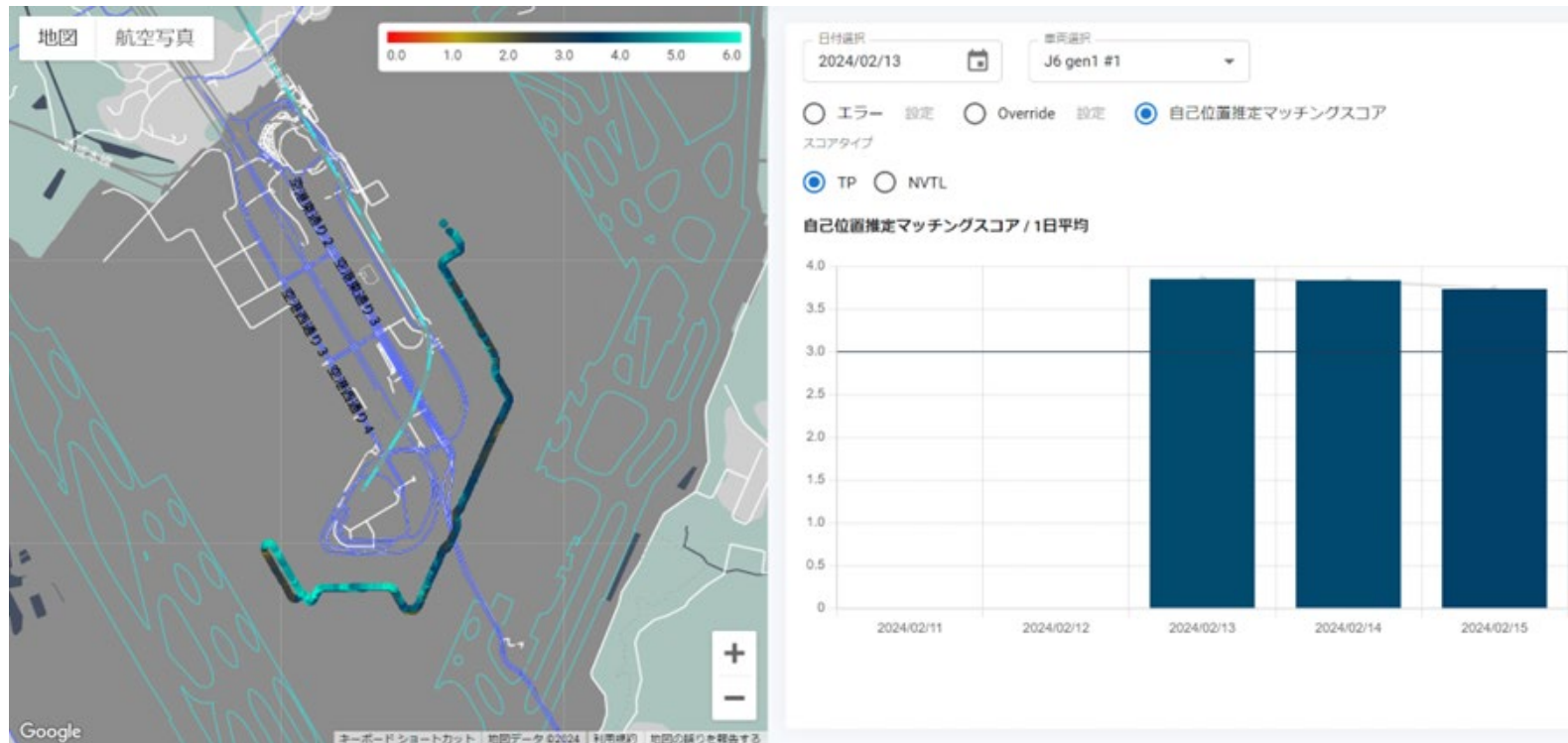
解析および集計

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

実証結果

- 各日程において、自己位置推定マッチングスコア/1日平均 3.5以上を達成
- 自己位置推定が瞬間的に不安定になりエラーが発出される地点があったが、すぐに通常状態に復する（自動運転を継続できる）レベルであり、クリティカルな事象は発生しなかった
※瞬間的なエラーの発出自体も今後改善できる見込み



10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

実装化要件の考察

実装化の要件

適切に自己位置推定ができ、安定した走行が実現できること

考察

- ✓ 自己位置推定マッチングスコア/1日平均 3.5以上を達成
- ✓ 自己位置推定が瞬間的に不安定になりエラーが発出される地点があったが、すぐに通常状態に復する（自動運転を継続できる）レベルで走行には影響はなく、今後のチューニングにより発出自体も抑えることができる見込み

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

- 実証本番（試乗含む）の3日間において、計12回の走行を実施
- これら全てを集計の対象とする
- なお緊急停止に至る前に、ドライバーの判断により、運用上オーバーライドがあったものは対象回数にカウントしないこととする

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	Ⅳ 緊急停止の回数	乗務員によるマニュアルでのオーバーライド（手動介入）が計測期間内にて 0.5回 /周 以下であること	走行予定経路を自動運転で一定期間走行し、エラー等による緊急停止にて乗務員によるマニュアルオーバーライドが必要な頻度を確認する	人的な介入なしで安定した走行が実現できること

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

実際の検証方法

走行経路



集計方法

運行管理のソフトにて各走行における
オーバーライド発生を記録

発生日時	作成日時	カテゴリ	タイトル	ステータス	リンク
2024/12/14 15:44:04	2024/12/14 15:44:13	走行	万歳到着	成功	詳細
2024/12/14 15:38:16	2024/12/14 15:40:07	走行	57号線りょうりゅうの通過	成功	詳細
2024/12/14 15:38:30					
2024/12/14 15:34:13	2024/12/14 15:45:47	走行	萬工エンゲージ	成功	詳細
2024/12/14 15:34:00	2024/12/14 15:45:40	走行	34002 コーポレート大型の万歳checkin、OR	成功	詳細
2024/12/14 15:31:55	2024/12/14 15:45:23	走行		成功	詳細
2024/12/14	2024/12/14	走行		成功	詳細

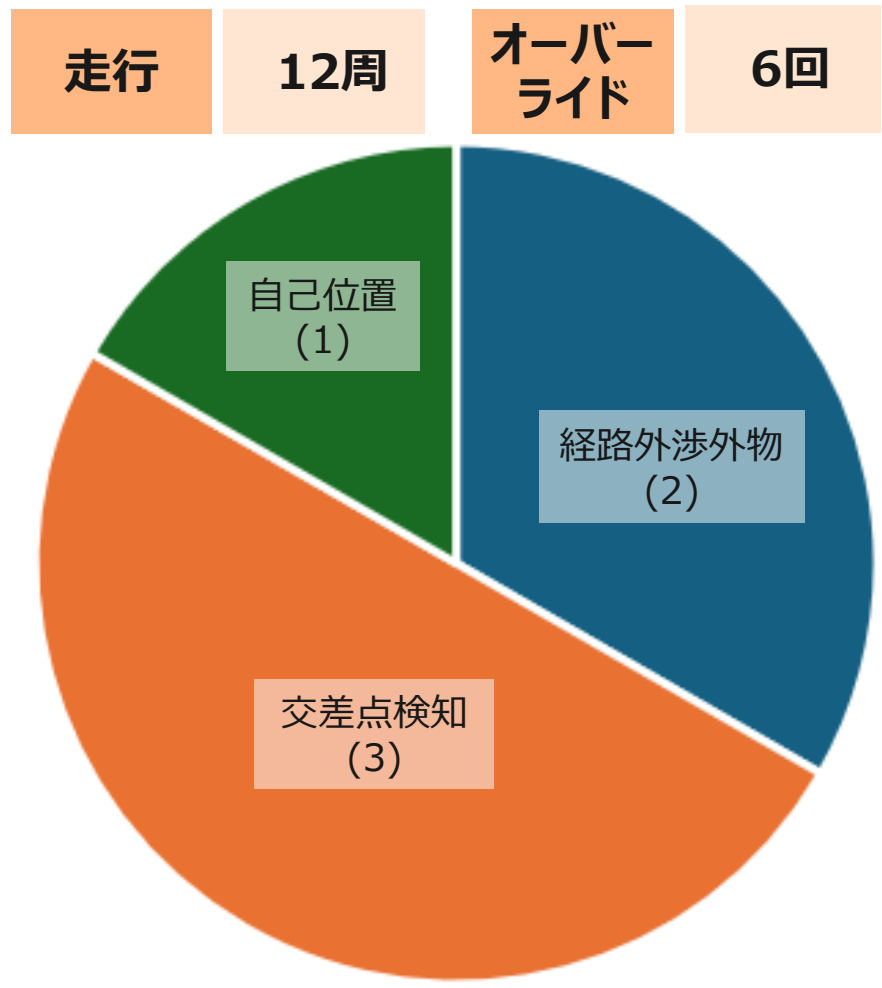
対象の走行と
発生理由を抽出

解析および集計

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

実証結果



目標	オーバーライド 0.5回/周	
結果	目標達成	0.5回/周
オーバーライド	交差点検知	(障害物による)視界不良等で横方向から来る車両を検知できなかった
	経路外障害物	車線直近に停車している車両等が、飛び出すと判断した
	自己位置	検知対象の固定された物標との関係から自己位置の推定に誤差が生じた

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

参考 ドライバーの判断により運用上オーバーライドした事例

No.	内容	状況詳細	対象外とした理由
1	交差点での対向車等とお見合い	優先通路を走る手動運転車が直進し交差点に対向にて進入する際に、自動運転車両の右折を優先し停車したが、自動運転車は優先されたことに対応できず、お互い譲り合う状況に陥る可能性があったので他交通への影響を鑑みORした。	ORが必ずしも必要ではないが、他交通への影響を鑑み、予防策としてORしたため。
2	バスゲートへの既存バスの停車	バスゲートに既存バスが通常サービス等の理由で停車しており、サービスの妨げになる可能性も考慮し、経路外に出るためORした。	ORが必ずしも必要ではないが、他交通への影響を鑑み、予防策としてORしたため。
3	路駐車等の回避	車線に車両がはみ出す形で停車している車両（路駐車）を追い越すため、ORし通常の走行に復した。	路駐車の追い越しについて、本検証では自動運転にて対応するケースに含まない前提としていたため。
4	自己位置推定エラーの一部	走行中、瞬間的に自己位置推定に係るエラーが生じるケースがあり、通常であれば（許容可能な）一定期間走行を継続することで解消するものであるが、他交通への影響を鑑みORした。	走行の継続が可能な状況ではあるが、後続車両等の他交通への影響を鑑み、要望策としてORしたため。

10 検証する項目・方法・結果

a.技術検証

実装化要件の考察

実装化の要件

人的な介入なしで安定した走行が実現できること

考察

- ✓ 目標「オーバーライド 0.5回/周」は達成
- ✓ 「人的な介入なし」を実現するためには空港という特殊環境の学習等、対策が必要
- ✓ 具体的には、トーバーやドーリー、コンテナといった特殊車両の認識や、車線と車線外の停車車両・人・障害物との距離（近い場合が多い）等が挙げられる
- ✓ また将来的には空港インフラとの連携により、死角における車両走行の情報等が共有されることで手動介入回数を抑制することも期待できる

10 検証する項目・方法・結果

b.運用検証

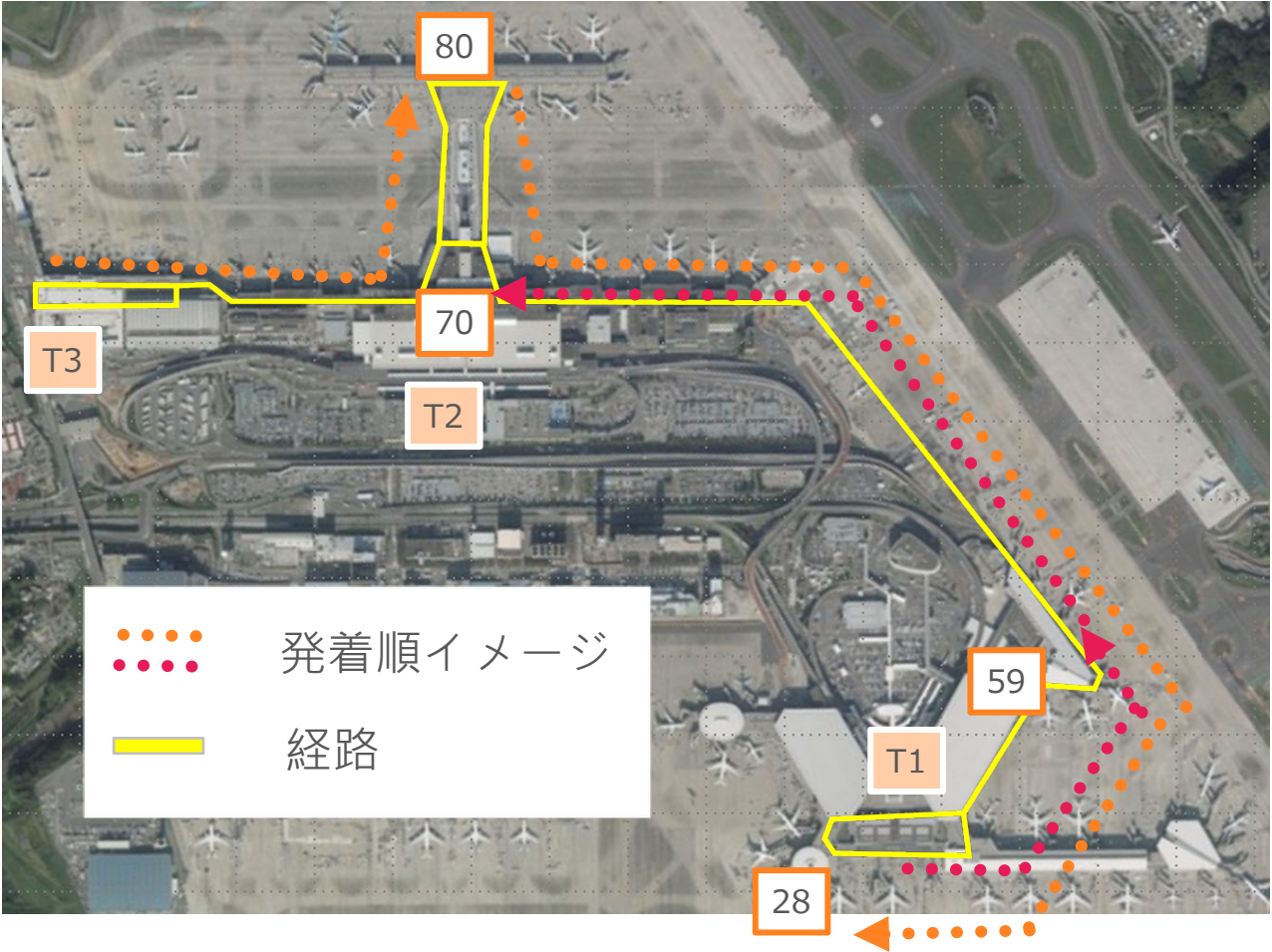
- 既存のターミナル間バスと同等のルートにて検証を実施
- 事前走行の実績をもとに運行ダイヤを設定
- 乗客の乗降車は本実証の対象外のため、各バス停での停車時間は同様に1分とした

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ローカル 5 G活用 遠隔型自動運転 システム	I 運行ダイヤ	予め決められたダイヤ 通りに遅延なく運行する (遅延2分以内に留める)	走行予定経路を自動運転で一定期間走行し、運行ダイヤ に従って走行できることを確認する	運行ダイヤ通りに運行できること もし、異常が発生した場合はスタッフが駆けつけ代わりに運転もしくは代車にて乗客 を目的地まで届けること

10 検証する項目・方法・結果

b.運用検証

実際の検証方法



計画		
バスゲート	発着	ダイヤ
T3	発	hh:00
80番	着	hh:07
	発	hh:08
28番	着	hh:22
	発	hh:23
59番	着	hh:27
	発	hh:28
70番	着	hh:36
	発	hh:37
T3	着	hh:41

※ 既存バスのダイヤを考慮し設定。

10 検証する項目・方法・結果

b.運用検証

実証結果

計画			実測 (hh:mm)		
バス停	発着	ダイヤ	10時台	11時台	13時台
T3	発	hh:00	10:00	11:00	13:00
80番	着	hh:07	10:06	11:07	13:07
	発	hh:08	10:08	11:08	13:08
28番	着	hh:22	10:22	11:20	13:20
	発	hh:23	10:23	11:23	13:23
59番	着	hh:27	10:26	11:26	13:26
	発	hh:28	10:28	11:28	13:28
70番	着	hh:36	10:35	11:35	13:35
	発	hh:37	10:37	11:37	13:37
T3	着	hh:41	10:40	11:41	13:40

目標

遅延 2分以内

結果

目標達成

遅延 0分

参考

早着 2分以内
(発生率 10/27か所)

10 検証する項目・方法・結果

b.運用検証

実装化要件の考察

実装化の要件

運行ダイヤ通りに運行できること
もし、異常が発生した場合はスタッフが駆けつけ代わりに運転もしくは代車にて乗客を目的地まで届けること

考察

- ✓ 「運行ダイヤ通りに運行できること」は達成
- ✓ 乗客の乗降を考慮した場合には、停車時間を調整する必要があるが既存のダイヤ計画を転用することが可能と思慮
- ✓ 本検証では異常発生に伴う救済措置は必要とならなかったが、今後は異常事態の発生頻度や重大度を精査し、救済体制を確立していく

1 実装計画・スケジュール

a.実装に向けた具体的計画

2023	-2025	2025~
本実証	実装	横展開
実装前提の車両を用いた自動運転検証 - アンダーパスのローカル5Gエリア化 - 新車両（乗客24名）による走行	試験運用に向けた運用検討 - 段階的に運行委託予定企業への遠隔監視スキル移管の着手 - 国土交通省航空局と連携した共通インフラの整備や運用ルールを検討 - ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化とそれに要する車載装備及び施設整備の検討 - ローカル5G設備、自動運転車両のシステム保守/メンテナンスに関する体制の検討 - 車両駐車スペース、充電設備の確保 - 習熟走行 - 関係者試乗 - ターミナル間連絡バス以外でのユースケース検討 最終確認、検証（試験運用等） - 運用ルールに則ったプレ運用 - ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化 - ローカル5G設備、自動運転車両/システムの保守メンテナンス体制の構築	・まずは成田国際空港における実装に向けて取り組むことで、他空港における導入の機運を醸成し、他空港への自動運転の横展開を目指す。自動運転バスの導入が必要となると考えられる空港は限られており、具体的には、成田国際空港はもとより、新千歳空港、羽田国際空港、中部国際空港、関西国際空港、福岡空港、那覇空港などの複数ターミナルを有する空港や、大阪国際（伊丹）空港、鹿児島空港、神戸空港などの乗降客数が多い空港が当面のターゲットとなるものと考えている。 ・その後、通年通した運行習熟等を終え、1：nにより空港従業員の人材不足の緩和を狙う。 ・国土交通省主催 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への情報インプットを通じ、参加する他空港での遠隔型自動運転技術やローカル5G対応の横展開を狙う。

① 実装計画・スケジュール

a.実装に向けた具体的計画

「a.実装に向けた具体的計画」に対する実績は以下のとおり

1. 段階的に運行委託予定企業への遠隔監視スキル移管の着手※

- 2023年11月（於：NTT東日本 e-Citylabo）及び2024年2月（於：成田国際空港）に、運行委託予定企業4名に対しスキル移管の研修を実施した（計：4日）
- 受講者は、一定レベルの遠隔監視スキルを習得することができた。今後は運用ルールに則ったプレ運用を通じて、習熟を図っていく
- 成田国際空港での研修は、一部の走行ルート/時間帯で実施したこと、また、実装後の運行台数、自動運転車両を導入するルート/運行時間の段階的な拡張を見据えた場合、遠隔監視者のスキル面/リソース面の両方向での育成について今後検討していく

2. 国土交通省航空局と連携した共通インフラの整備や運用ルールの検討

- 「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」における、共通インフラ及び運用ルールに関する検討会へ参画し、ガイドライン案への意見・要望等を報告した。（1月、3月）
今後も活動を継続し、航空局が企図する2024年のガイドライン策定に貢献していく
- 実証期間中に、航空局空港技術課・空港安全推進室を成田国際空港へ招き、試乗、及び意見交換を実施した

※「1. 段階的に運行委託予定企業への遠隔監視スキル移管の着手」については本実証費用外の自主的な取組として実施しました

① 実装計画・スケジュール

a.実装に向けた具体的計画

3. ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化とそれに要する車載装備及び施設整備の検討※

- ・ 実証期間中に、運行委託予定企業幹部層の試乗、及び意見交換を実施するとともに、運行実施主体の観点で、実装を見据えた意見・課題をまとめた報告書を作成した
- ・ 試乗及び意見交換を通じて、車載装備（荷物保管スペース、多言語放送/モニタの装備等）や、ターミナルビル側の施設整備（完全無人化を見据えた場合の、各バスゲートへの旅客流出防止柵、ユニバーサルデザイン対応スロープの設置等）について、具体的な意見・検討課題を抽出した
- ・ 引き続き関係者と連携し、実装に向けオペレーション具体化（緊急時・保守時の駆け付け体制の検討含む）とハード面の整備についての検討を進めていく

4. ローカル5G設備、自動運転車両のシステム保守/メンテナンスに関する体制の検討

- ・ ローカル5G設備について
現在の実証実験向けの保守体制から、実装後のバス運行を見据えた保守体制への移行に向け、成田国際空港内で関係部との調整を開始した
- ・ 自動運転車両のシステムについて
運行委託予定企業との意見交換等により、体制構築に向けた課題を抽出した。実装を見据え、運行委託予定企業との検討を継続する

※「3. ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化とそれに要する車載装備及び施設整備の検討」については本実証費用外の自主的な取組として実施しました

① 実装計画・スケジュール

a.実装に向けた具体的計画

5. 車両駐車スペース、充電設備の確保

- 成田国際空港において、中長期的な視点を踏まえ具体的な検討に着手した

6. 習熟走行

- 成田国際空港内において、実装を見据えた中型バス格の車両にて自動運転走行を実施したことで、オーバーライド（手動介入）が必要となった箇所や、他のGSE車両/歩行者の挙動（譲り合い等）について知見を得られた
- 次年度以降、旅客の乗車を前提にした、よりスムーズな走行を実現するための習熟走行、及び自動運転システムのチューニングを行う

7. 関係者試乗

- 本邦エアライン、バス運行会社等へ試乗会を実施した
- 次年度以降、より多くの空港内事業者へ試乗してもらい、車両の特性等の理解を深め、実装に向けて空港内における機運醸成を図るとともに、制限区域内業務に従事する関係者に留意が必要なポイント/具体的な周知内容を精査する

① 実装計画・スケジュール

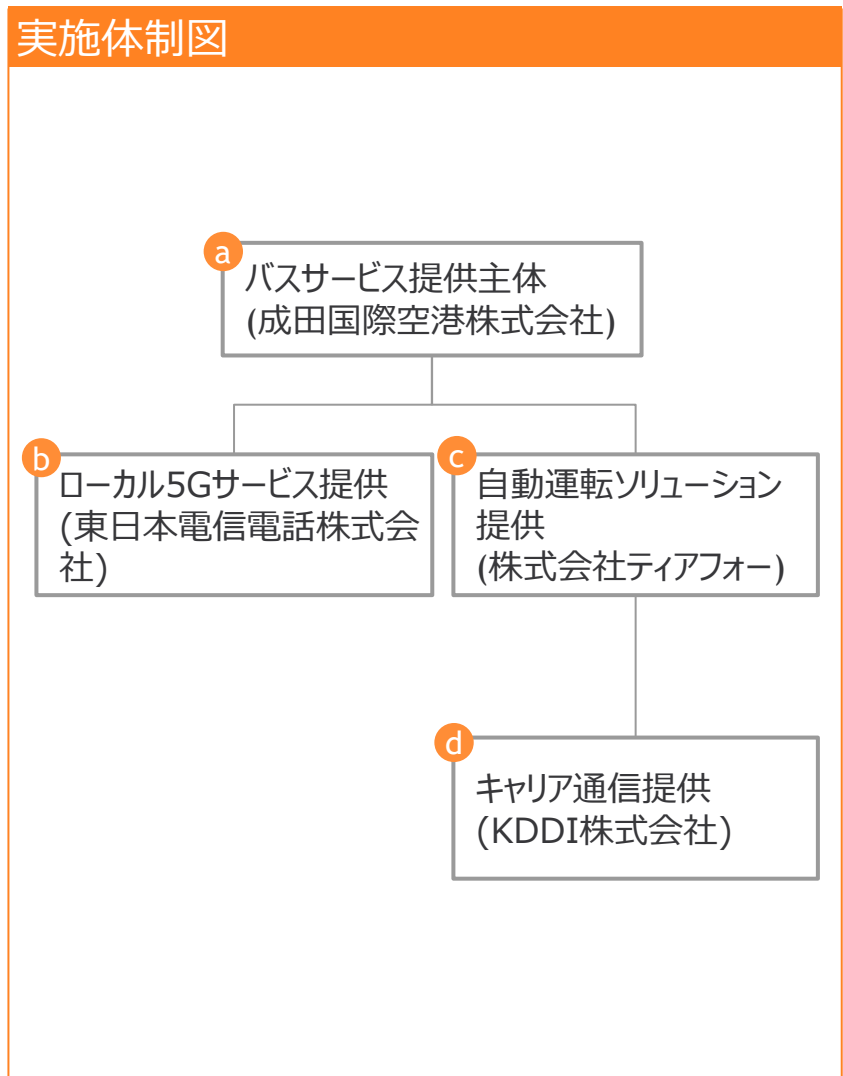
a.実装に向けた具体的計画

8. ターミナル間連絡バス以外でのユースケース検討

- 電波測定等の調査において、成田国際空港の制限区域内におけるローカル5Gのエリアカバー状況をまとめたうえで更なるユースケース創出に向けた意見交換を、NTT東日本、成田空港会社を中心に実施した
- その他のユースケースについて検討するため、ターミナル間連絡バスでのローカル5Gの使用帯域の把握およびその他ユースケースに活用できる帯域についての検討を実施した
- 継続して他業種/地域での活用事例の共有等により検討する

1 実装計画・スケジュール

b.実装の体制

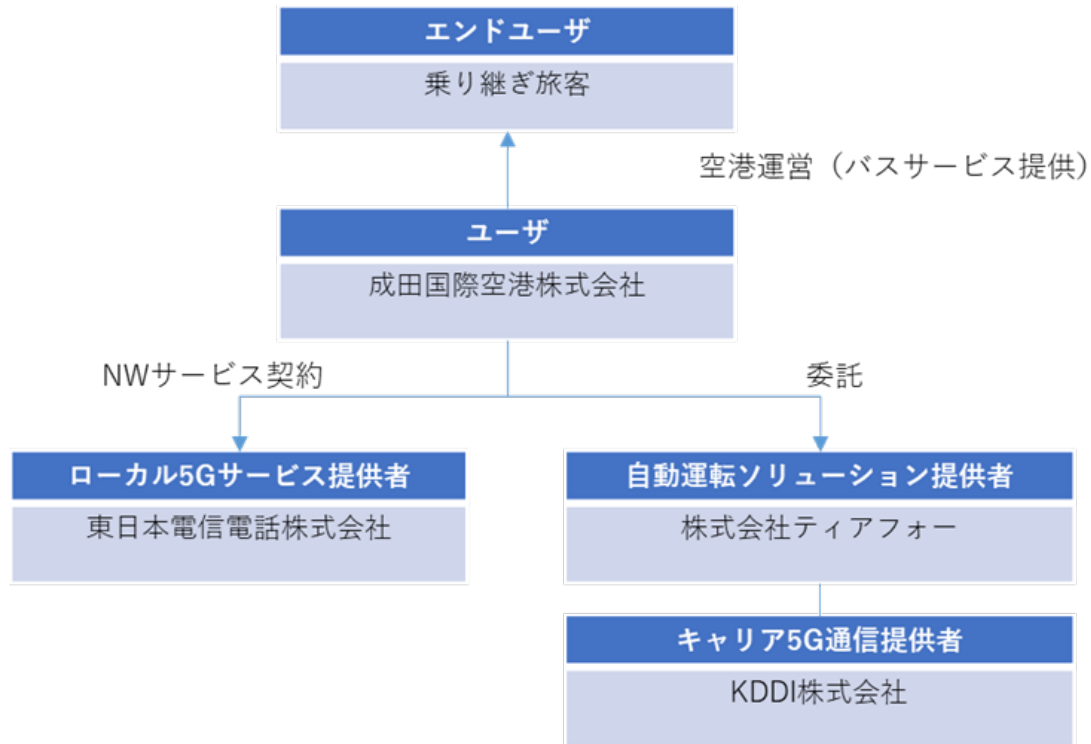


団体名	役割	リソース
a 成田国際空港株式会社	実装主体。運用体制整備、乗客向けサービススペック検討 (プロジェクトの全体管理、実装場所の提供)	実装場所 人員(30名)
b 東日本電信電話株式会社	ローカル5Gサービス提供 (通信インフラ担当)	人員(28名)
c 株式会社ティアフォー	自動運転ソリューション開発、自動運転車両提供 (ソリューション開発担当)	人員(42名)
d KDDI株式会社	キャリア通信提供 (通信インフラ担当)	人員(5名)

① 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル

令和6年度（2024年）までは、4社コンソーシアムによる体制により、実装に向けた検証・検討を実施。実装段階（令和7年度（2025年））においては、コンソーシアム形態からサービス・ソリューション提供者ごとにサービス・ソリューションを提供し、ユーザである成田国際空港（株）により実装・利用開始を想定。



概要

ソリューションの利用者（ユーザ）は成田国際空港株式会社となり、エンドユーザである乗り継ぎ旅客へバスサービスを提供。提供ソリューションは、ローカル5Gサービス、自動運転ソリューションを提供する各事業者との個別契約により準備。

収益化モデル

ソリューションをエンドユーザへ提供する成田国際空港株式会社の単独費により提供環境を維持するモデル。

※連絡バス等の国際線旅客向けの空港サービスは、国際線旅客サービス施設使用料（国際線PSFC）として旅客から徴収している

③ 他地域への横展開の方策

対象 (地域・業界団体等)	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
国内他空港（複数ターミナルを有し、乗降客数が多い空港）	複数の空港の管理者や関係者にはアプローチを開始	具体的な方向性は、コロナ禍が一段落し、空港の経営状況の見通しがある程度立ってからとなる見込み	グランドハンドリングの効率化により、空港における担い手不足の課題解決や旅客増への対応が可能

④ 普及啓発活動

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
実証視察会 実証成果を着実に実装・横展開に繋げていくことなどを目的に開催	2024年2月想定 原則、現地での対面形式。 ※社会情勢を鑑みオンライン開催も検討	・視察会内容の確定 (概要の説明、自動運転車両の見学、質疑応答・意見交換 等を予定) ・参加者の確定	今後ローカル5Gの導入を検討する企業にとって本実証を視察することで具体的なユースケースをイメージして頂き具体的な検討の促進を目指す
国交省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の報告	次回検討会にて、本実証実験の取り組みを説明予定	次回検討会にて、本実証実験の取り組みを説明予定	検討会インプットを通じ、国土交通省が検討を進める運用セーフティールール（仮称）及び共通インフラガイドライン（仮称）で本実証成果を一部反映し、横展開先の自動運転の普及展開に寄与する。

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

[No3]

「空港制限区域内における遠隔型自動運転バス (レベル4相当)の実装に向けた実証」

現地視察会

令和6年2月15日(木) 14:30~17:00

コンソーシアム企業

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

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

1.当日のスケジュール

時間	内容	備考
14:30	1.本実証の進捗報告 (1) 開会挨拶 (成田国際空港株式会社) (2) 進捗報告 (東日本電信電話株式会社) (3) 今後の流れ (東日本電信電話株式会社)	
15:00	2.遠隔型自動運転車両の試乗等 (1) 遠隔型自動運転車両の試乗 (2) 遠隔監視室とローカル5G設備の概要説明	2班に分かれ試乗
16:20	3.質疑応答、意見交換 (1) 意見交換 (2) 総括コメント (総務省様) (3) 閉会挨拶 (成田国際空港株式会社)	

4 普及啓発活動

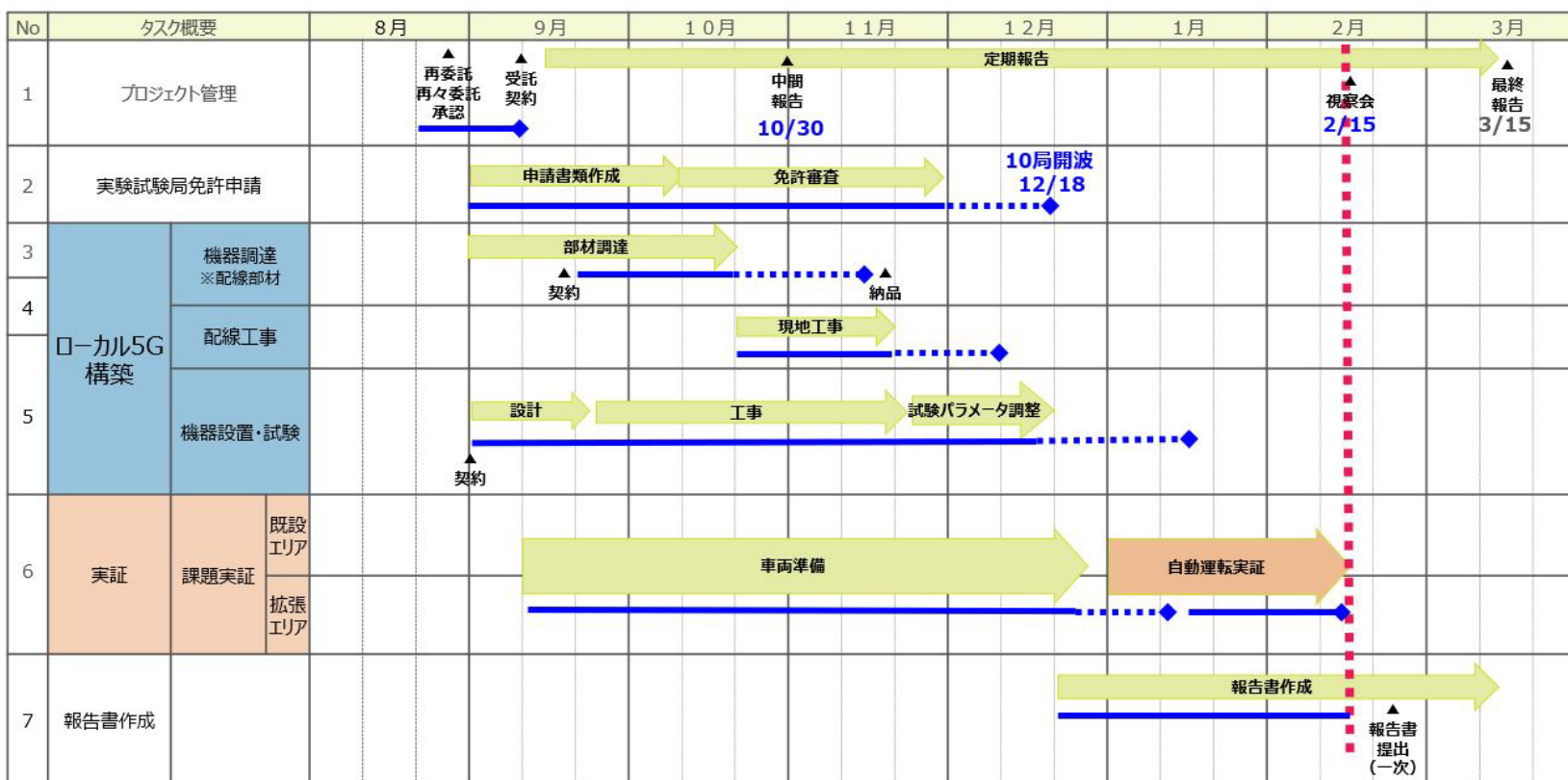
a. 実証視察会の実施

2.進捗報告

【環境構築】当初見込みより遅延したものの、想定内の遅延に留め全体スケジュールに影響なく構築完了済

【課題実証】計画通り ①アンダーパス含むエリアのL5G新規開局・チューニング → 完了

②走行実験 → 概ね完了（収集データ解析中）



④ 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

3.これまでの取り組み



2021年度



2022年度

取組概要

- ローカル5Gを活用した遠隔監視型自動運転の実証
- 第2～第3ターミナル（約700m）の自動運転
- ローカル5Gとキャリア5G/4Gの冗長化

- 第1～第3ターミナル間（約5km）の自動運転
- 複数台の遠隔監視映像配信
- キャリア通信・ローカル5G切替動作

成果

- 空港制限区域内における自動走行の実現
- ローカル5G及びキャリア通信冗長系による遠隔型自動運転

- 複数台（3台）の同時運行に向けた遠隔監視・映像配信の実現
- 代替ルートを想定したローカル5G、キャリア通信切替動作の実現

見えてきた課題

- 実装に向けた走行ルート of 拡張、複数台の遠隔監視オペレーション of 適正な冗長系機能確認

- ローカル5Gによるアンダーパス等エリア化と旅客需要増を見越したバス中型化対応（車載カメラ数・解像度アップ）

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

4. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

ソリューションの実装を目指す姿と定義

2023~2025		2025~2030
実証	実装・横展開	実装・横展開
実装前提の車両を用いた遠隔型自動運転実証 - アンダーパスのローカル5Gエリア化 - 中型バス車両による走行  ローカル5Gエリア ローカル5G基地局 新設ローカル5G基地局  中型バス車両  a)ビル1階部分アンダーパス (直線形状)  b)ビル1階部分アンダーパス (交差点形状)	試験運用に向けた運用検討 - 交通事業者へのスキル移管 - 国土交通省航空局と連携した共通インフラの整備や運用ルールの検討 - ドライバレスの状態における運行オペレーションの具体化とそれに要する車載装備の検討（乗客がドライバ有無を問わずサービスレベルの差異を感じにくくすることを狙う） - 保守メンテナンスに関する体制の検討 最終確認試験運用等 - 運用ルールに則ったプレ運用 - 運行オペレーションの具体化 - 保守メンテナンスに関する体制の構築	2025年においては1：1にて免許要件の緩和で大型2種免許相当を有するドライバ空港従業員の人材不足緩和を狙う。 - その後、通年通した運行習熟等を終え、1：nにより空港従業員の人材不足の緩和を狙う。 - 国土交通省主催 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への情報インプットを通じ、参加する他空港での遠隔型自動運転技術やローカル5G対応の横展開を狙う。

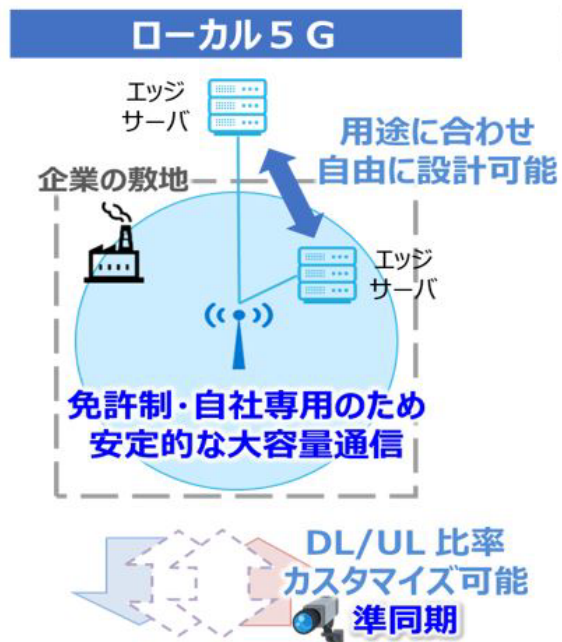
4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

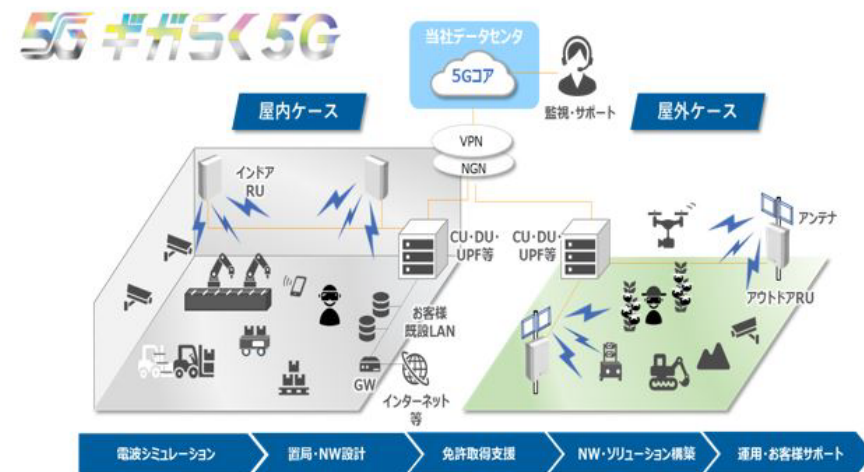
5. ローカル5Gとは

ローカル 5 Gは、地域の企業や自治体等の様々なユーザが、「**自社の敷地で**」「**自社の投資で**」「**自社専用で**」構築できる5Gシステム
免許で守られた電波のため**干渉や他ユーザのトラフィック利用にとらわれることなく、高速大容量・低遅延通信の安定利用が可能**
用途に合わせDL/UL比率をカスタマイズする「準同期」が利用可能で、**成田国際空港でも準同期でUL比率を高めた仕様に設計**

【ローカル 5 Gの特徴】



【マネージド・ローカルサービスギガらく 5 G】



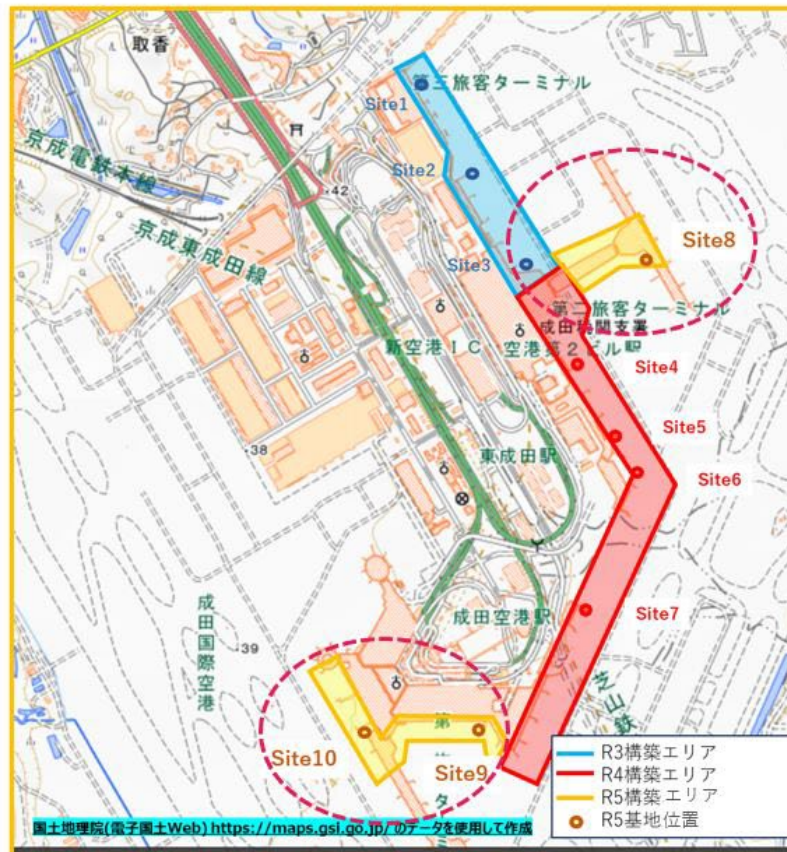
4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

6.環境構築

ローカル5Gエリアの拡張

遠隔型自動運転システムによるターミナル間連絡バス実装を進めるため、総延長約7kmのローカル5G通信環境を構築



Site1～7 : 構築済み
Site8～10 : 本年度新設

◆成田国際空港内のアンダーパス部分を含むターミナル間連絡バスが走行するルートをローカル5Gでエリア化

◆R3年度およびR4年度に構築済みの既設7基地局で展開されているローカル5Gエリア (Site1～Site7でカバーされるエリア) に加え、本実証時には3基地局 (Site8～Site10) を開設

◆ターミナル3 (左図青部) ～ターミナル2 (左図赤部) ～ターミナル2 サテライト (左図Site10を含む黄部) ～ターミナル1 (左図Site8を含む黄部) ～ターミナル1 (左図Site9を含む黄部) でのアンダーパス部分を含むローカル5Gエリアの構築

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

7.環境構築

ターミナル間連絡バスルートとSite（アンテナ等）の配置図



4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

8.環境構築

本実証構築

Site 8

アンテナ等設置状況



4 普及啓発活動

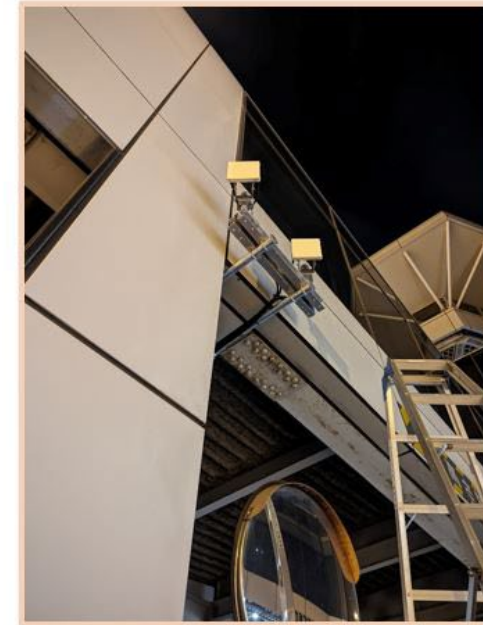
a. 実証視察会の実施

8.環境構築

本実証構築

アンテナ等設置状況

Site 9



4 普及啓発活動

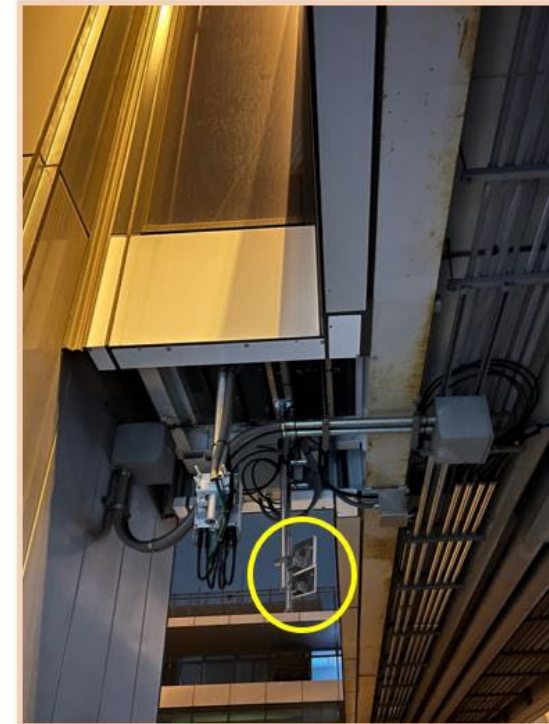
a. 実証視察会の実施

8.環境構築

本実証構築

アンテナ等設置状況

Site10



4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

8.環境構築

本実証構築

アンダーパス エリア化における工夫点

通常のエリア設計において考慮すべきポイントに加え、アンダーパス開口部の向きや位置を考慮し、複数パターンのシミュレーションを行った上でアンテナ取り付け位置や角度を設計

アンダーパス内は防火設備（消火栓の配管など）が多数存在し、アンダーパス内設置ではアンテナ地上高の確保が困難だったため、開口部の双方向から電波を吹き込む形とするなどの構築工夫によりエリア化を実現



大型車より高く配置



配管類を避けて配置

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

8.環境構築

【参考】

アンテナ等設置状況

Site1 【R3年度構築】

152番搭乗橋付近



Site2 【R3年度構築】

75番搭乗橋付近



4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

8.環境構築

【参考】

アンテナ等設置状況

Site3 【R3年度構築】

70番バスゲート付近



Site4 【R4年度構築】

61番搭乗橋付近



北向きアンテナ

南向きアンテナ



RU装置

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

8.環境構築

【参考】

Site5 【R4年度構築】

66番搭乗橋付近



RU装置および北向きアンテナ



南向きアンテナ

アンテナ等設置状況



RU装置



Site6 【R4年度構築】

67番搭乗橋付近



北向きアンテナ (X65)



南向きアンテナ

4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

8.環境構築

【参考】

Site7

【R4年度構築】

58番A搭乗橋付近

アンテナ等設置状況



北向きアンテナ



RU装置



南向きアンテナ



4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

9.課題実証

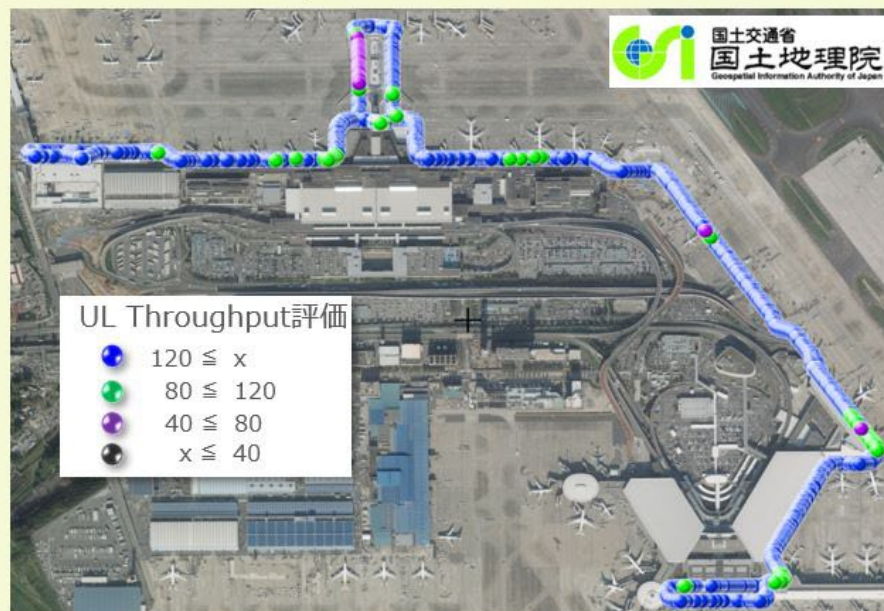
【今年度の目標】

成果指標	目標値
1 中型バスにおける自動運転にて空港制限区域内を走行する際のマニュアルでのオーバーライド数	乗務員によるマニュアルでのオーバーライド（手動介入）が計測期間内にて 0.5回/周 以下
2 アンダーパスを含んだ走行経路における遠隔監視精度	アンダーパスを含むエリアで、車載カメラ8台、画質FHD、フレームレート9fps以上、映像遅延400msec以下を達成
3 ローカル5Gエリアにおける必要スループット	アンダーパス含む制限のあるエリアで40Mbps以上のスループットの維持

【今年度の成果見込み】

概ね達成見込み ※データ集計中
ご試乗にてご体感頂きます

- 2) FHD画質,9fps以上,カメラ8台,400msec以下を達成見込み
- 3) アップロード40Mbps以上のスループット維持を達成見込み



4 普及啓発活動

a. 実証視察会の実施

10.本日のご試乗（1班、2班）

第2～第1ターミナル間（試乗ルート参照）をご乗車いただき、本実証成果をご確認ください

- ① 中型バス車両（ティアフォー製Minibus）による遠隔型自動運転で、規定ルートを制限速度を守り安全に走行
- ② アンダーパス含むバスルートにおいて、走行中でも遠隔監視映像がローカル5Gで高画質(FHD)・低遅延伝送できていること
⇒体感ポイントは、「**カーブと停車時**」。遠隔監視画面と実車両の動きに、遅れがなく手に取るように把握できる



中型バス車両



車室内のデモ画面

④ 普及啓発活動

b. 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の報告

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

2023年度 実証実験 実施報告

2024年 3月25日

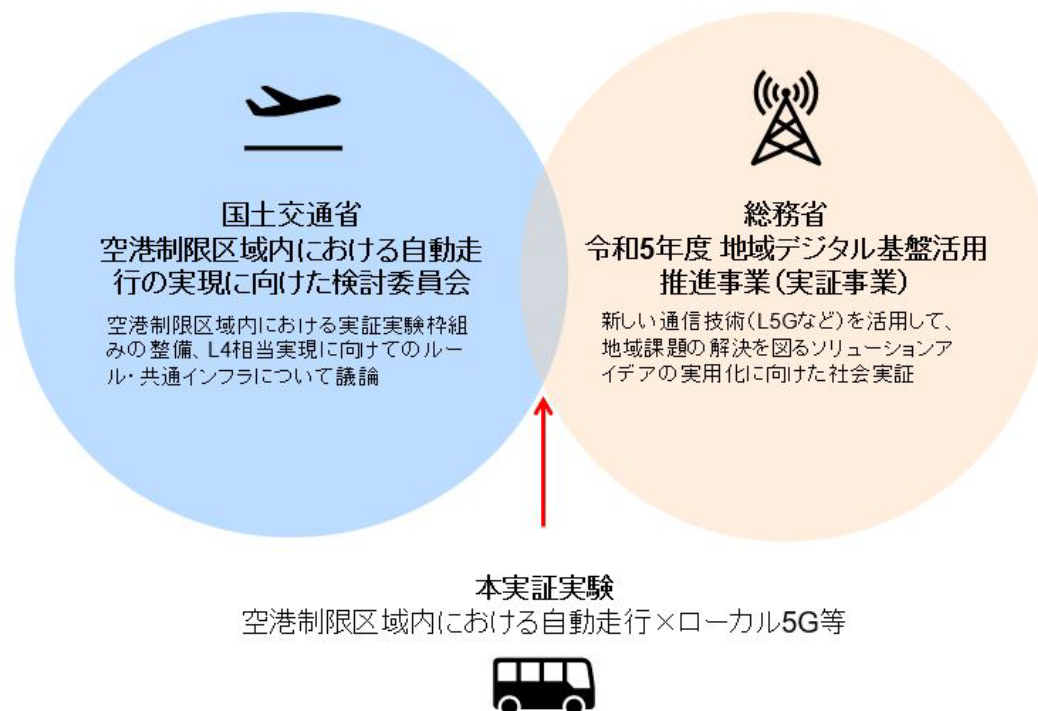
株式会社ティアフォー
成田国際空港株式会社
東日本電信電話株式会社
KDDI株式会社

④ 普及啓発活動

b. 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の報告

(参考)実証全体の建付けについて

- ✓ 空港の人手不足を解消する手段として、空港制限区域内(閉鎖空間)における自動運転が注目されている
- ✓ 空港制限区域内は、①規制は存在するが非公道であり、②一般歩行者/車両といった外乱要素が少なく、③どの空港でも制限区域内の環境は類似しており横展開がしやすい
- ✓ 加えて、L5G/キャリア通信の双方が活用可能であり、これらを冗長化して安定的な自動運転の運用が可能
- ✓ 国土交通省・総務省の枠組みを活用し、2025年の実装を目指して、4社のコンソーシアム(ティアフォー・NTT東日本・KDDI・成田国際空港)にて**2021度より実証**



4 普及啓発活動

b. 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の報告

23年度 実証実験概要

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 (昨年度、一昨年度からの継続)
スケジュール	2024年1月-2月:制限区域内における実証実験
使用車両	BYD社製バス“J6”を改造 ※ベース車両:ビーワイディージャパン、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1ターミナル～第2ターミナル～第3ターミナル 車両通行帯 (ビル1階部分アンダーパスを含むルート)
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 (運行事業者へのスキルトランスファー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)

4 普及啓発活動

b. 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の報告

これまでの取り組み		
2021年度		2022年度
		
概要	- ローカル5Gを活用した遠隔監視型自動運転の実証 - 第2～第3ターミナル(約700m)の自動運転 - ローカル5Gとキャリア5G/4Gの冗長化	- 第1～第3ターミナル間(約5km)の自動運転 - 複数台の遠隔監視映像配信 - キャリア通信・ローカル5G切替動作
成果	- 空港制限区域内における自動走行の実現 - ローカル5G及びキャリア通信冗長系による遠隔型自動運転	- 複数台(3台)の同時運行に向けた遠隔監視・映像配信の実現 - 代替えルートを想定したローカル5G、キャリア通信切替動作の実現
課題	- 実装に向けた走行ルートの拡張 - 複数台の遠隔監視オペレーションの適正な冗長系機能確認	- ローカル5Gによるアンダーパス等エリア化 - 旅客需要増を見越したバス中型化対応(車載カメラ数・解像度アップ)

4 普及啓発活動

b. 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の報告



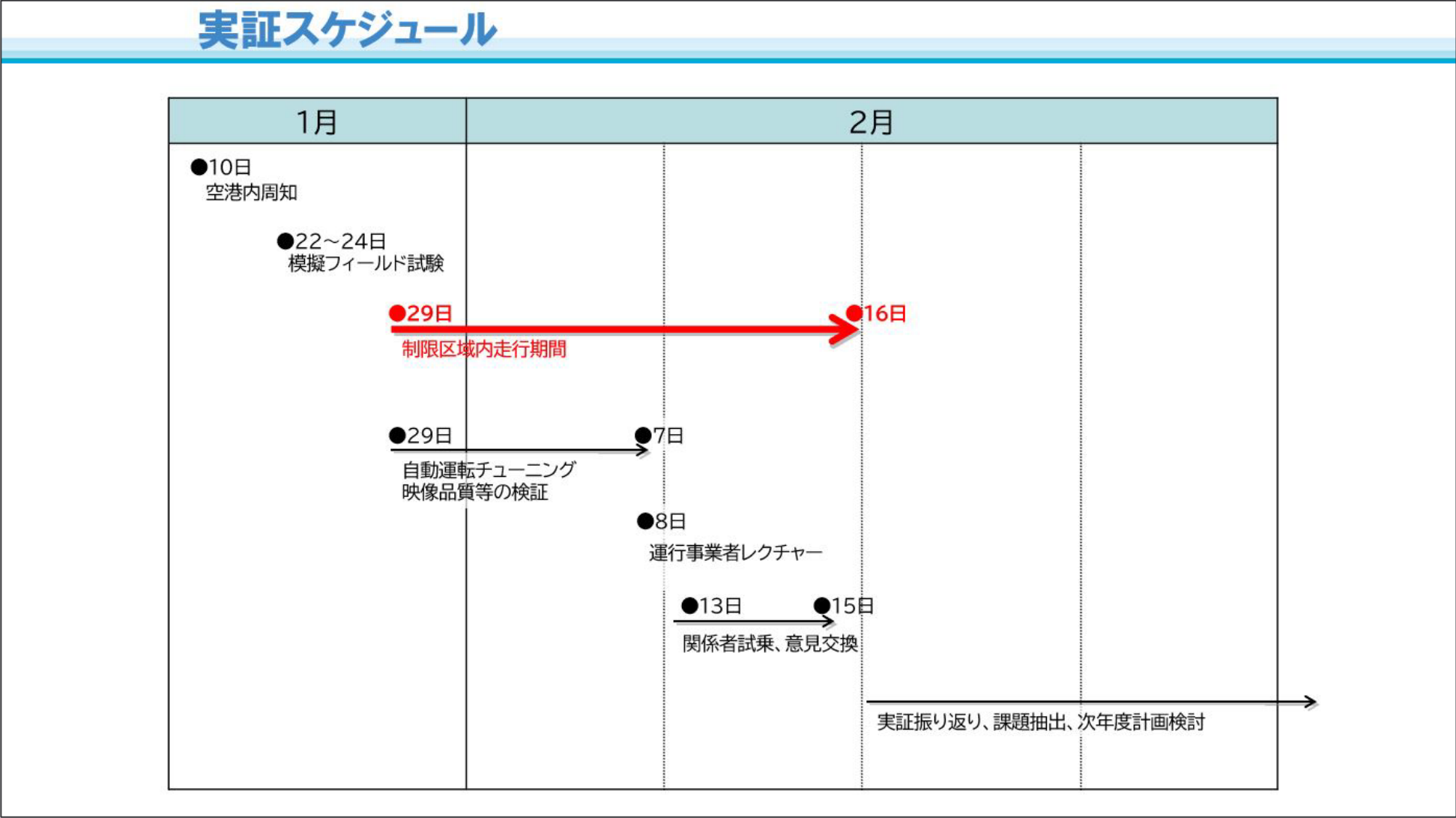
4 普及啓発活動

b. 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の報告

今年度の取り組み ～旅客需要増を見越したバス中型化対応～		
	～2022年度	2023年度
		
車両	GSM8	J6
定員	9名 (客席 8席＋運転席 1席)	25名 (客席 15席＋運転席 1席＋立ち席 9人)
車載カメラ	7 台	8 台
成果指標		目標
3	中型バスにおける自動運転にて空港制限区域内を走行する際のマニュアルでのオーバーライド数	乗務員によるマニュアルでのオーバーライドが計測期間内にて 0.5回/周 以下

4 普及啓発活動

b. 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の報告



4 普及啓発活動

b. 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の報告

