令和４年度　課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

【開発実証事業】

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

成果報告書

令和５年３月

東日本電信電話株式会社

目次

1. 実証概要 1

1.1 背景・目的 1
1.2 実証の概要 2

2. 実証環境の構築 5

2.1 対象周波数帯 6
2.2 実施環境 6
2.3 ネットワーク・システム構成 7
2.3.1 設置場所 7
2.3.2 基地局位置およびカバレッジ図 7
2.3.3 システム構成概要 15
2.4 システム機能・性能・要件 26
2.4.1 システム機能 26
2.4.2 無線区間性能 26
2.5 その他 27
2.5.1 実証システムの拡張性等 27
2.5.2 実証システムの安全性確保のための対策 27

3. ローカル 5G の電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証） 29

3.1 実証概要 29
3.2 実証環境 29
3.3 実施事項 34
3.3.1 電波伝搬モデルの精緻化 34
3.3.2 エリア構築の柔軟性向上 104
3.3.3 準同期 TDD の追加パターンの開発 104

4. ローカル 5G 活用モデルに関する検討（課題実証） 105

4.1 実証概要 105
4.1.1 背景となる課題 105
4.1.2 本実証におけるローカル 5G 活用モデル 110
4.1.3 実証内容の新規性・妥当性 114
4.1.4 実証目標 123
4.2 実証環境 125
4.2.1 成田国際空港　概要 125
4.2.2 自動運転車両の走行エリア 127
4.3 実施事項 137

4.3.1 ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する検証 137
4.3.2 ローカル 5G 活用モデルの実装性に関する検証 429
4.3.3 ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討467
4.3.4 ローカル 5G 活用モデルの実装・普及展開 470

5. 普及啓発活動の実施 481

5.1 映像制作 481
5.2 実証視察会の実施 482
5.3 その他普及啓発活動 483

6. 実施体制 486

6.1 実施体制の全体像 486
6.2 実施体制内の役割 488

7. スケジュール 492

1. 実証概要

1.1 背景・目的

近年、日本が抱える課題の 1 つとして、少子高齢化による労働力不足があります。ここで、モノや人を車両等で運搬する際に必要なドライバが不足した場合、運輸業界、流通業界、医療業界等のあらゆる分野に重要な影響を及ぼす可能性があります。

そのような状況化において交通インフラを考えた場合、バス・トラックなどの運行台数に対し、各産業で必要となるドライバを確保することが、生産年齢人口の減少、厳しい労務環境、労務単価の上昇により難しくなってきています。例えば、国際空港であれば早朝から夜間にいたるまで、連絡バス及びトーイングトラクターのドライバを、航空機の発着枠に応じて柔軟に確保する必要がありますが、航空需要の先読みが難しい中で、安定した受け入れ態勢の確保が困難な状況が続くと予想されます。

国際空港等における課題としては、コロナ後の利用客増加を見据えた場合に、空港内の各ターミナル間を運行するドライバの確保が必要となる点があげられます。しかし、慢性的な人手不足の状況下においては、ドライバの確保が困難となります。また、空港以外の他業種においても、工場や物流、農業など広大な敷地を有し、短距離でも人やモノを移動させるためのモビリティに頼らざる得ない地域産業においてもドライバの確保は欠かすことができません。

そこで、上記の課題を解決するために注目される技術の 1 つとして自動運転技術がありますが、無人化による完全な自動運転車が実用化されるには、まだまだ多くの時間が必要といえます。

本事業においては、ドライバ不足への対応や、ヒューマンエラーに起因する交通事故の軽減を目的とした自動運転の実現に向けた実証を空港内の連絡バスというユースケースのもとに行い、将来的な実装を目指します。

昨年度は、成田国際空港第 2 ターミナルから第 3 ターミナル間を走行するルートにおいて遠隔型自動運転車両を単体で走行させ、遠隔型自動運転車 1 台につき 1 人で遠隔監視を行いました。ローカル 5G を活用した自動走行レベル 3 相当の遠隔型自動運転車両で自動走行レベル 4 相当の技術を確立させ、ローカル 5G とキャリア通信を併用した通信冗長化設計による映像監視技術を実現しました。

本年度は、自動運転技術の実装に向けて、自動運転車両を複数台走行させ、自動車複数台に対し 1 人で遠隔監視することによりドライバ不足の課題を解消します。また、カーブ等の無線エリア構築が比較的困難な場所で実証を行うとともに、第 1 ターミナルまで自動運転車両の走行ルートを拡大します。更に、多様な通信環境（ローカル 5G、キャリア通信）下において通信の冗長化を行い、構築エリア全体として通信品質を維持した状態で自動運転が継続できることを確認します。

本実証において業務の省力化及び効率化を行い、自動運転技術の実用化に向けて更なる検証・評価を実施します。

国土交通省の企図する 2025 年自動走行レベル 4 相当の導入に向けては、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いて必要に応じて本実証の成果報告を行い、制限エリア内における自動走行のルール策定に貢献し、本実証終了後も成田国際空港への自動走行レベル 4 相当自動運転の実装や他空港への普及展開につなげることを目指します。

1.2 実証の概要

無人化による完全な自動運転走行（レベル 4）に向けたステップとして遠隔監視を前提とした自動運転システムの社会実装が進んでいます。

昨年度は、ローカル 5G の特徴の 1 つである通信の安定性を活かし、遠隔監視型自動運転走行実験車両を 1 台走行させ、ローカル 5G とキャリア 5G を併用した通信システムの冗長系による映像監視タスクの簡素化と、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明確化を行うことで、ローカル 5G を活用した遠隔監視型自動運転の実証を行いました。

今年度は、実際の運用に即して、走行ルートを拡張し、複数台の遠隔監視型自動運転走行実験車両を決められたルートで同時走行させた場合に、通信品質を維持した状態でローカル 5G を活用した遠隔監視型自動運転が継続できることを実証しました。

具体的には、以下の取り組みを行いました。

昨年度の実証において、通信帯域の安定性と独自システムを構築可能なローカル 5G システムを敷設し、キャリア通信を併用した冗長系による通信環境を、成田国際空港ターミナル連絡バスルートの第 2 ターミナル 70 番バスゲート～第 3 ターミナルの 3 ビルバスゲート区間に構築しました。

今年度の実証においては、下図の通り、構築エリアを成田国際空港ターミナル連絡バスルートの第 2 ターミナル 70 番バスゲートから第 1 ターミナルの臨時停車ポイント（58A 番ゲート付近）まで拡大し、自動走行レベル 4 相当の遠隔型自動運転車両と遠隔監視システムを用い、適用効果の測定を行いました。



図 1.2-1　成田国際空港ターミナル内本試験の連絡バス走行ルート

出典：国土地理院ウェブサイト（https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685108 https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685109 ）をもとに東日本電信電話（株）で作成

本年度においては、以下の内容を対応しました。

①　ターミナル間連絡バスの遠隔型自動運転車(レベル４相当)を規定ルートで走行

昨年度と同様、キャリア網とローカル 5G 網の両通信端末を同時に車載し、直線だけでなく、カーブ等の特殊な線状エリアが存在する特殊な環境下においても通信品質を維持した状態で自動運転が継続できるように、各々の遠隔監視機能・性能の評価を行いました。

更に、今年度においては、将来におけるローカル 5G の普及・横展開を図るために、本実証以外での他の用途におけるローカル 5G の実装可能性を検討するとともに、必要に応じてユーザ（本コンソーシアムメンバー、空港関係者等）に対するアンケート、試乗等を行うことで運行要件等の更なる整理を行いました。

また、ユーザへの普及展開を促進するために、走行ルートの拡張に伴う新たな基地局については、導入コスト、保守コストを可能な限り抑制し、無線免許取得から設計・構築・運用までのフローをトータルでサポートするマネージド型サービスを用いてエリア構築を行い、実証を行いました。

②　複数台の遠隔型自動運転車両の同時運行

昨年度においては、乗車定員 10 人の遠隔型自動運転車 1 台を用いて実証しました。現在、成田国際空港ターミナル連絡バスルートの旅客輸送においては、実際の運用時に最大 30 人程度の乗客が見込まれるため、同程度の旅客輸送を可能とするバスを 1 台運行しています。しかし、現時点においては、最大 30 人程度の乗客を輸送可能な遠隔型自動運転車は開発されておりません。その

ため、今年度においては、最大 30 人程度の旅客が乗車する場合を想定して、乗車定員 10 人の 3 台の実験車両(2 台は遠隔型自動運転車、1 台は手動運転車)を同時運行させて実証しました。ここで同時運行させた場合においては、3 台の実験車両が交差点やバス停留所等に同時に停車することも想定されますが、準同期 TDD パターン 1 を活用し、アップリンクの通信容量を確保することで、他のサービスで使用されているローカル 5G の通信に影響を受けずに、通信品質を維持した状態で自動運転の遠隔監視を継続できることを実証しました。

③　ローカル 5G 網とキャリア通信による冗長通信の実現とルート柔軟性の確保

今年度においても、ローカル 5G とキャリア通信による無線通信の冗長化システムを構築し、不測の事態が生じた場合でも自動運転の遠隔監視を維持できることを実証しました。

更に、代替ルート走行等のユースケースを想定し、遠隔型自動運転車両がローカル 5G のカバーエリア以外の走行ルートに移動する場合においても、映像通信及び自動運転制御通信の切替を行い、遠隔型自動運転車両の遠隔監視を継続できることを実証しました。

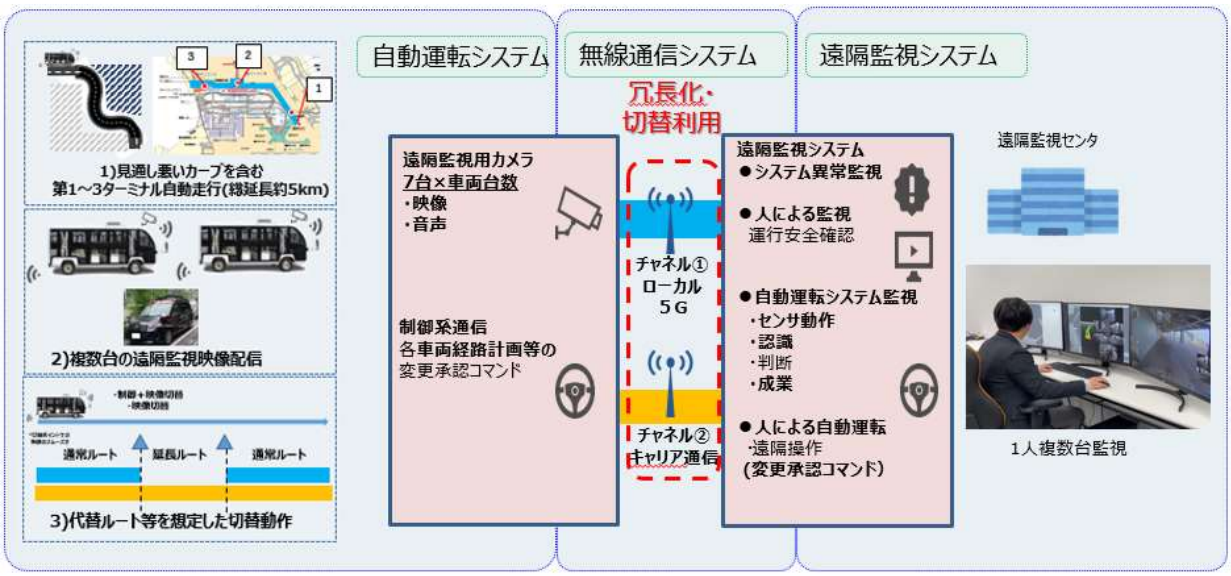


図 1.2-2　実証の概要

2.　実証環境の構築

本実証では、千葉県成田市古込 1-1 に所在する「**成田国際空港**」の構内を対象に実証環境を構築しました。第一旅客ターミナル（以下、第 1 ターミナル）および第 3 旅客ターミナル（以下、第 3 ターミナル）のバス停留場およびその間の走行経路を実証エリア（およそ 6.3km）としました。実証を行ったエリアを下図に示します。

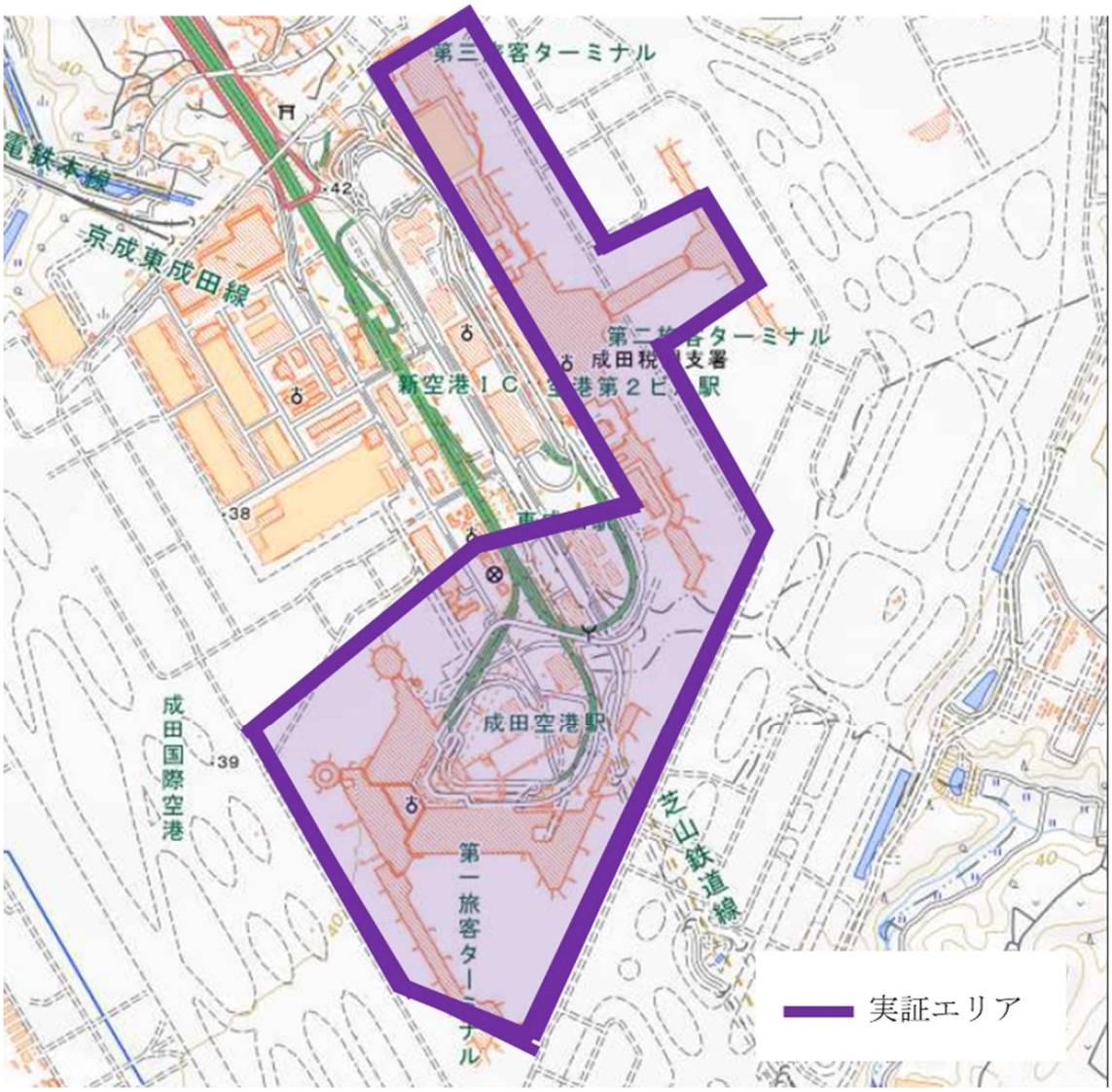


図 2　地図上に示した実証エリア

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成）

2.1　対象周波数帯

本実証では、**4.8-4.9 GHz の 100MHz システム**を使用しました。本実証は空港の屋外環境におけるローカル 5G を利用した自動運転車の走行を実施することを目的としております。そのため、ミリ波帯に比べて広域なカバレッジエリアが期待できる 4.7GHz 帯（4.6GHz-4.9GHz）を選定し、そのうち屋外利用が可能とされている 4.8-4.9GHz において、最大の帯域幅となる 100MHz システムを使用しました。

2.2　実施環境

本実証を実施する環境は、千葉県成田市古込 1-1 に所在する「**成田国際空港**」内において、航空機から乗員・乗客の乗降などを行う「エプロン」と呼ばれるエリアです。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ます。

第 1 ターミナルおよび第 3 ターミナルのバス停留場およびその間の走行経路を実証エリア（およそ 6.3km）とします。そのうち、昨年度構築した第 2 ターミナルおよび第 3 ターミナルのバス停留場およびその間の走行経路（およそ 0.8km、往復 1.6km）に加え、今年度は第 2 ターミナルから第 1 ターミナルに向かう臨時停車ポイント（58A 番ゲート付近）およびその間の走行経路（およそ 1.2km、往復 2.4km）をカバーエリアとしたローカル 5G 環境を構築しました。また、常用のローカル 5G エリアを超え、代替・延長ルート等でキャリア通信のみのエリアを構成するために、第 1 ターミナルに向かう臨時停車ポイント（58A 番ゲート付近）から第 1 ターミナルのバス停留場（59 番バスゲート付近）およびその間の走行経路（およそ 0.4km、往復 0.8km）をカバーエリアとしたキャリア通信（5G）を実証目的で構築しました。バス停留場はターミナルビルの 2 階部分を屋根とする屋外環境で、走行経路はターミナルビルの外縁に沿った屋外環境です。場所により、**カーブ**、ボーディングブリッジや機体による遮蔽が発生するため、置局位置によっては**屋外ながらも一部は見通しの悪い環境**となっています。

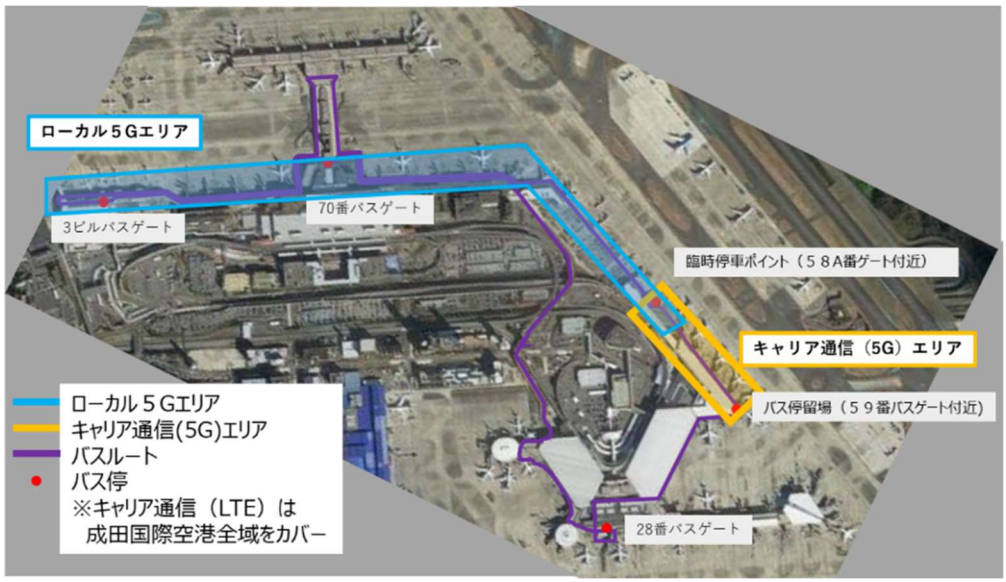


図 2.2-1　走行経路およびバス停留場の位置関係
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成）

2.3　　ネットワーク・システム構成

本実証において構築するシステムの構成図を以下に示します。

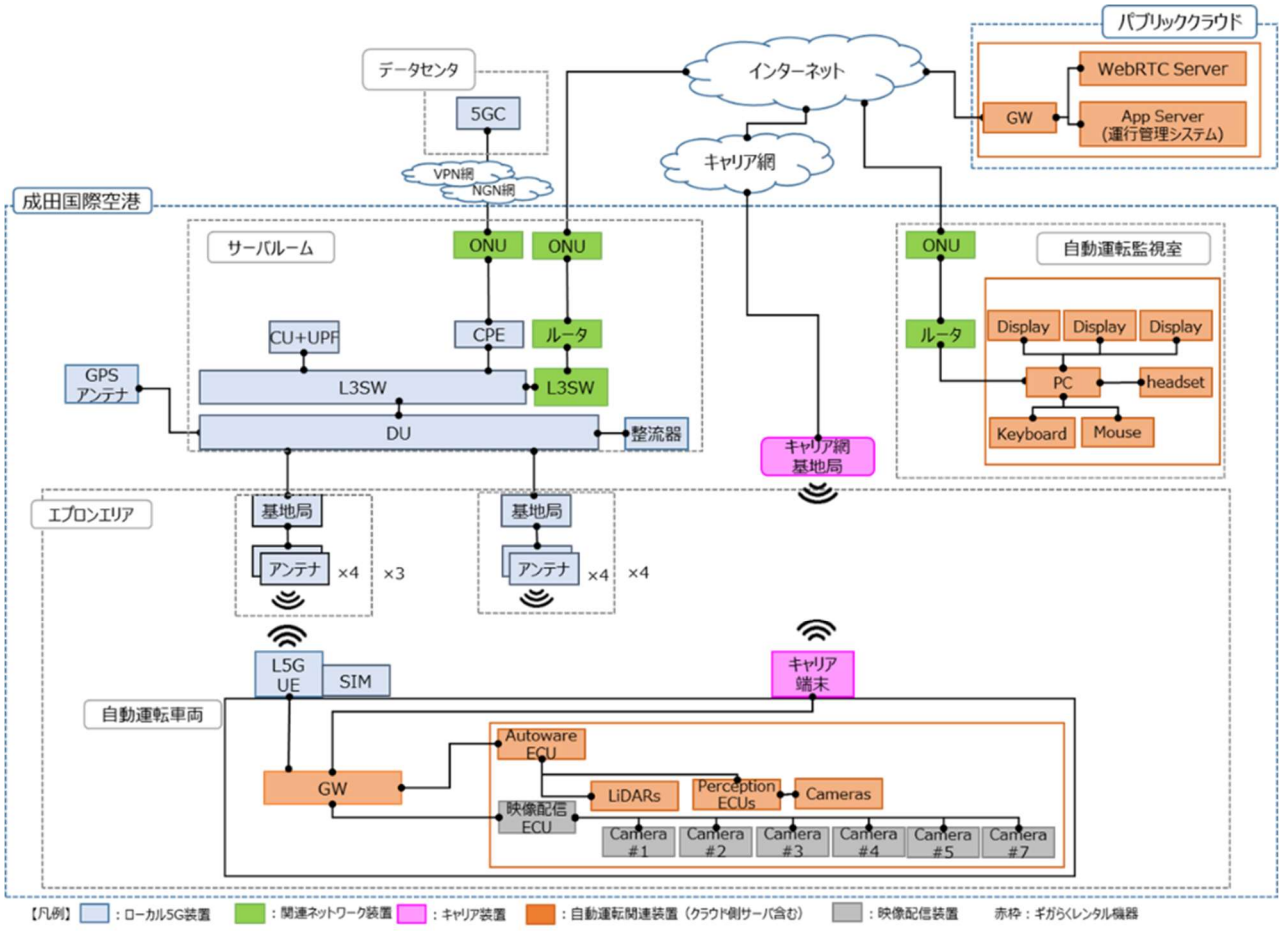


図 2.3-1　システム構成図

2.3.1　　設置場所

本実証システムの設置場所は成田国際空港内となります。基地局は今回の実証エリアをカバーできる箇所に設置し、ローカル 5G のコア装置は VPN を介して遠隔地のデータセンター内に、コアネットワークを構成する装置群を空港敷地内に所在するサーバルームへ設置しました。

またコアネットワークを経由し、インターネットおよび空港内に設置する自動運転遠隔監視室、パブリッククラウド上に構築された自動運転用遠隔監視システムと接続しました。

2.3.2　　基地局位置およびカバレッジ図

想定エリアカバレッジ図を記載します。本実証において、昨年度構築を行った基地局（※）Site1～Site3 に加え、新たに 4 局の基地局を Site4～7 として構築し、エリア拡張を行います。

「図 2.3.2-1　ローカル 5G　基地局位置図およびカバレッジ」
（※）Site1～Site3 は R3 年度開発実証にて構築

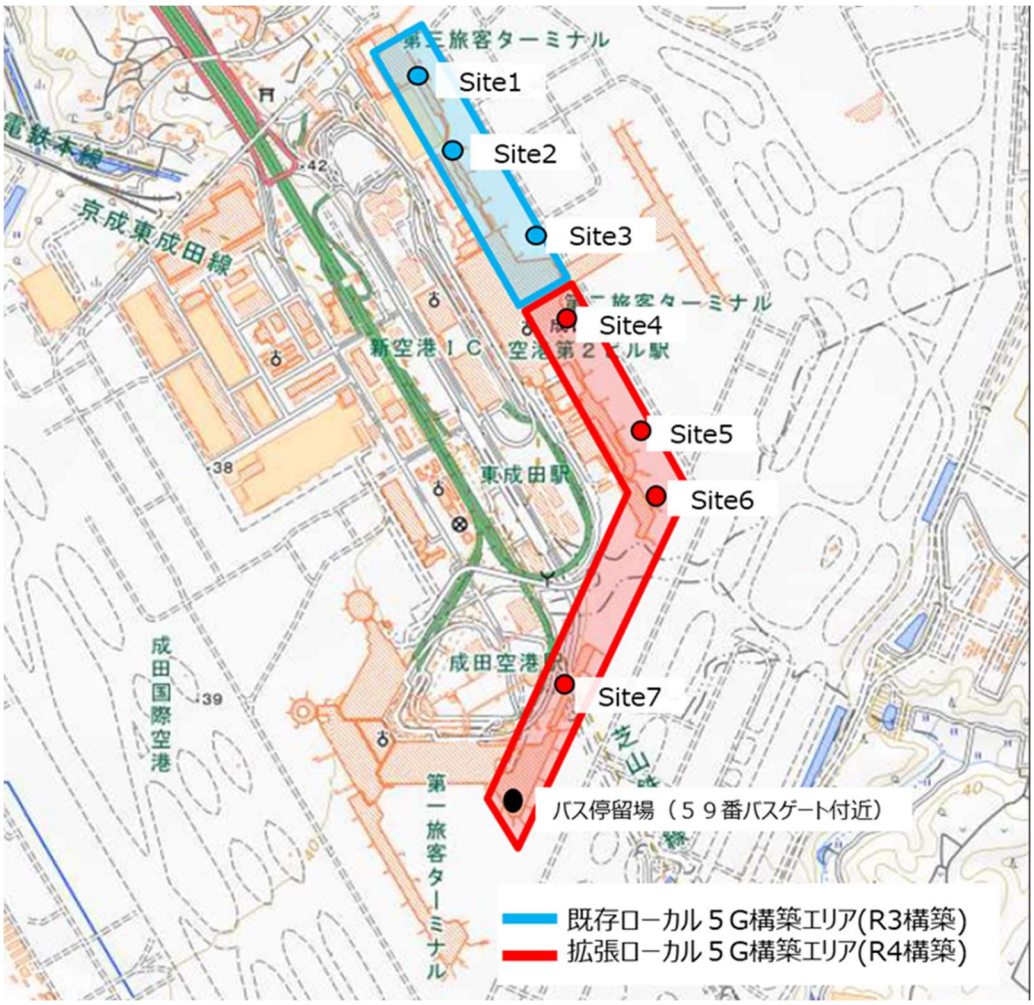


図 2.3.2-1　ローカル 5G　基地局位置図およびカバレッジ
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成）

今年度の拡張エリアにおける基地局位置およびカバレッジ範囲は、実施計画時点での機器設定や簡易的な現地確認に基づき設計した後、サイトサーベイやエリアシミュレーションを実施しました。その結果に基づいて詳細設計を行った上で置局位置を確定し、施工しました。

算出に用いたパラメータは下記の「表 2.3.2-1　エリア算出法に基づく試算に用いたパラメータ」の通りです。

表 2.3.2-1　エリア算出法に基づく試算に用いたパラメータ

項目	条件 Site4	条件 Site5	条件 Site6	条件 Site7
中心周波数	4849.98 MHz	4849.98 MHz	4849.98 MHz	4849.98 MHz
システム帯域幅	100MHz	100MHz	100MHz	100MHz
送信電力	10W (2.5W × 4port)	10W (2.5W × 4port)	10W (2.5W × 4port)	10W (2.5W × 4port)
送信アンテナ利得	17 dBi	17 dBi	17 dBi 及び 8 dBi	17 dBi
送信給電線損失	6.4 dB	6.4 dB	6.4 dB	6.4 dB
基地局地上高	4.2m	4.2m	3.5m	3.5m
設置箇所	屋外	屋外	屋外	屋外
環境条件	開放地モデル	開放地モデル	開放地モデル	開放地モデル

また、上記のパラメータに基づき、地図上に基地局（RU）位置とカバーエリアおよび調整対象区域を示しました「図 2.3.2-2　ローカル 5G　カバーエリアおよび調整対象区域図（推定）図 2.3.2-2　ローカル 5G　カバーエリアおよび調整対象区域図（推定）」。

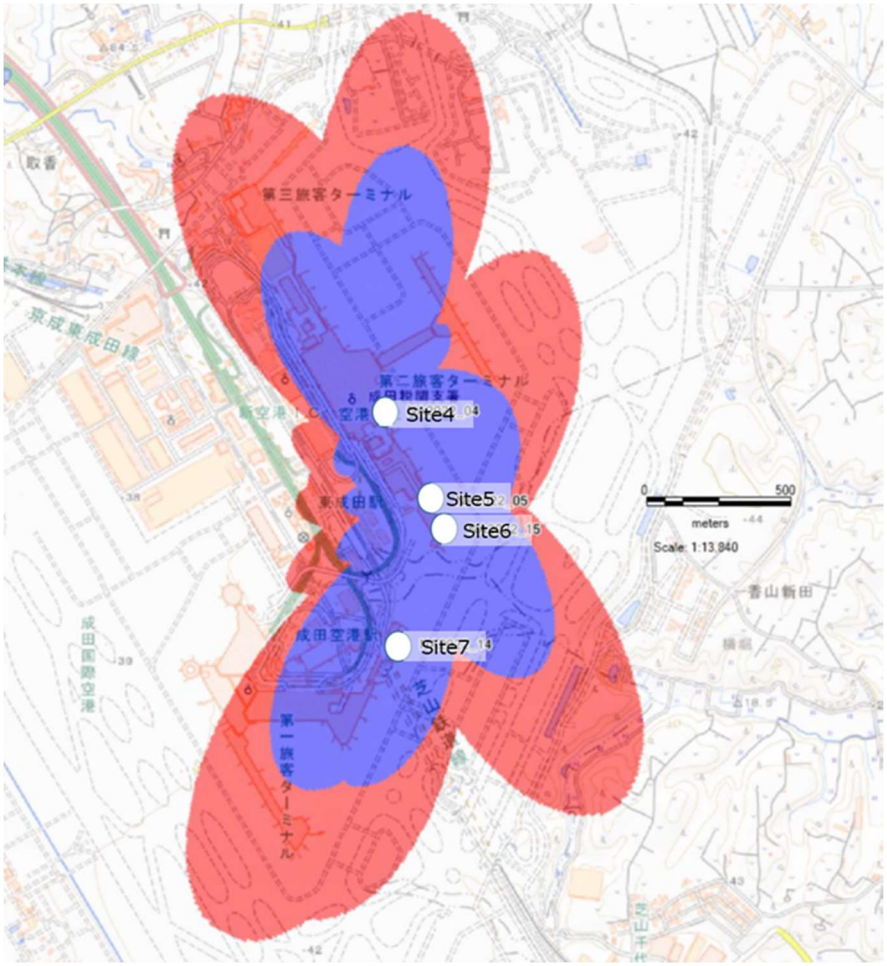


図 2.3.2-2　ローカル 5G　カバーエリアおよび調整対象区域図（推定）
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成）

基地局（RU およびアンテナ）設置写真を以下に示します。

・構築後の Site4 の完成写真

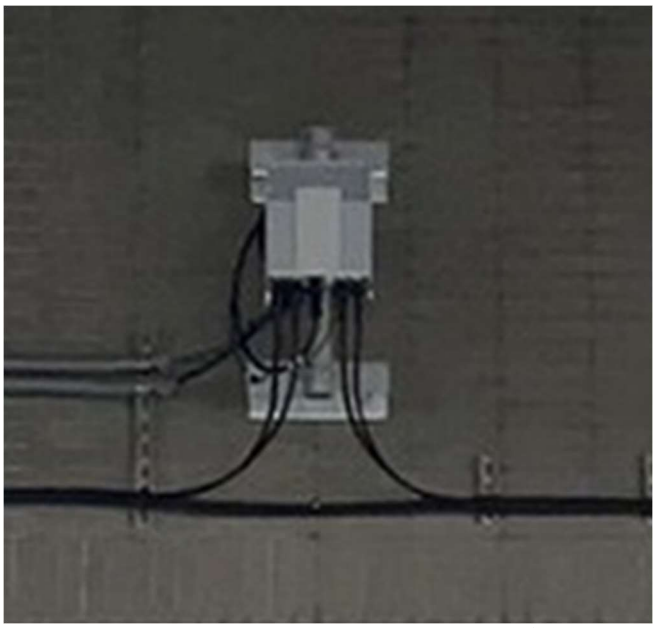


図 2.3.2-3　Site4 の RU 設置写真

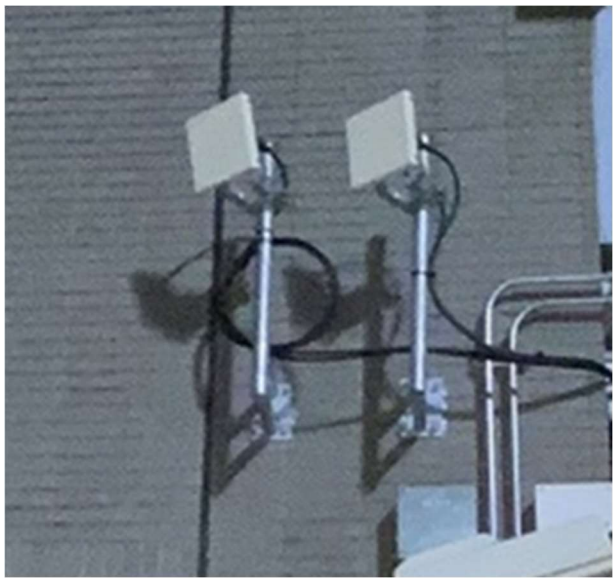


図 2.3.2-4　Site4 のアンテナ（北向き）設置写真

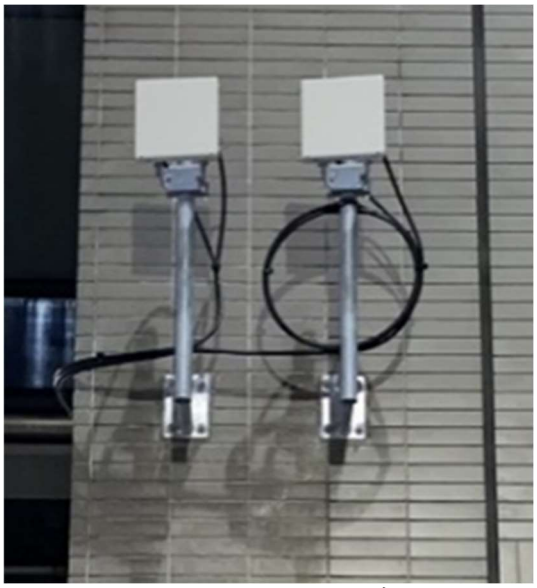


図 2.3.2-5　Site4 のアンテナ（南向き）設置写真

・構築後の Site5 の完成写真

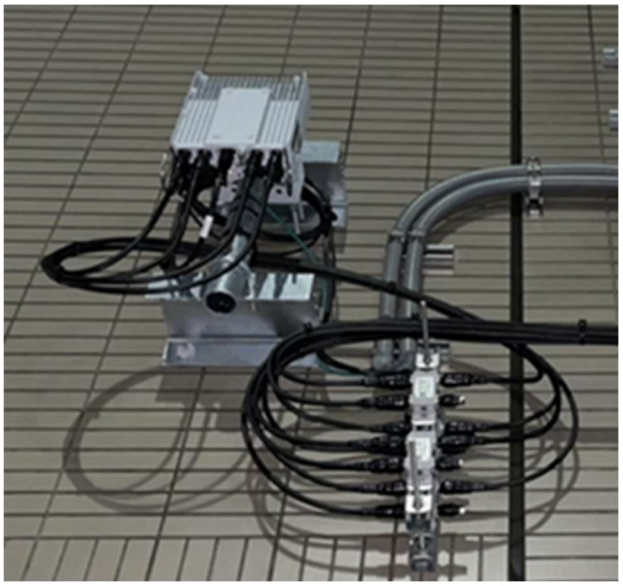


図 2.3.2-6　Site5 の RU 設置写真



図 2.3.2-7　Site5 のアンテナ（北向き）設置写真



図 2.3.2-8　Site5 のアンテナ（南向き）設置写真

・構築後の Site6 の完成写真

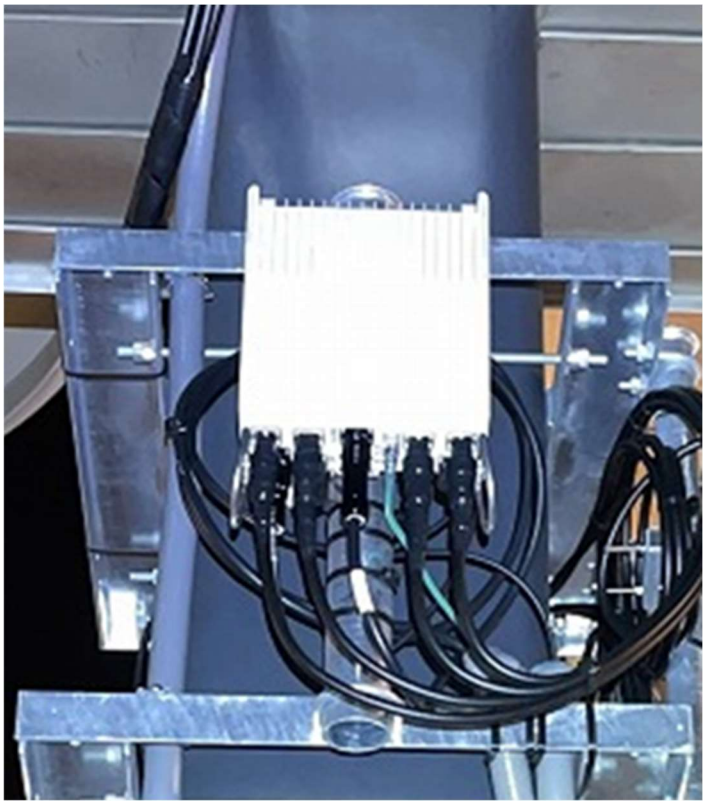


図 2.3.2-9　Site6 の RU 設置写真

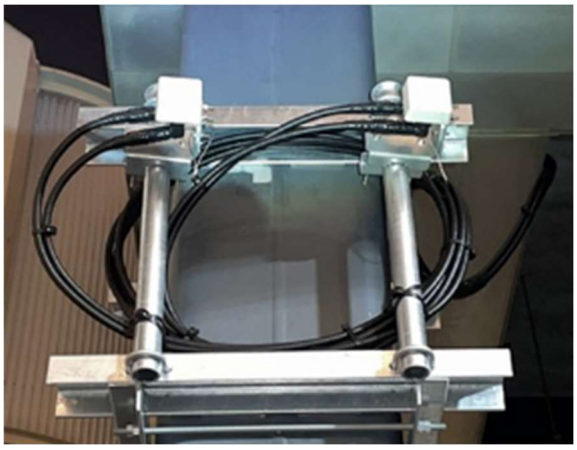


図 2.3.2-10　Site6 のアンテナ（北向き）設置写真

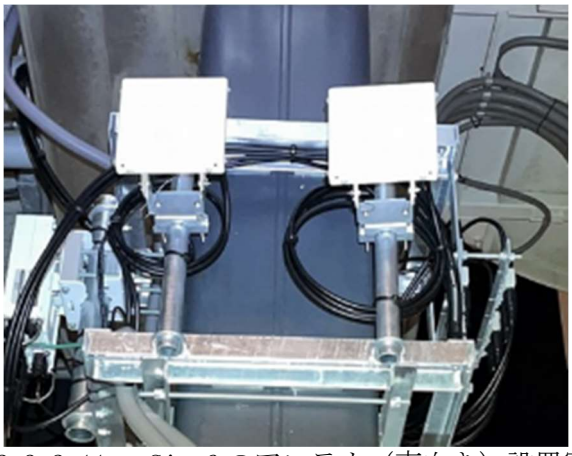


図 2.3.2-11　Site6 のアンテナ（南向き）設置写真

・構築後の Site7 の完成写真



図 2.3.2-12　Site7 の RU 設置写真

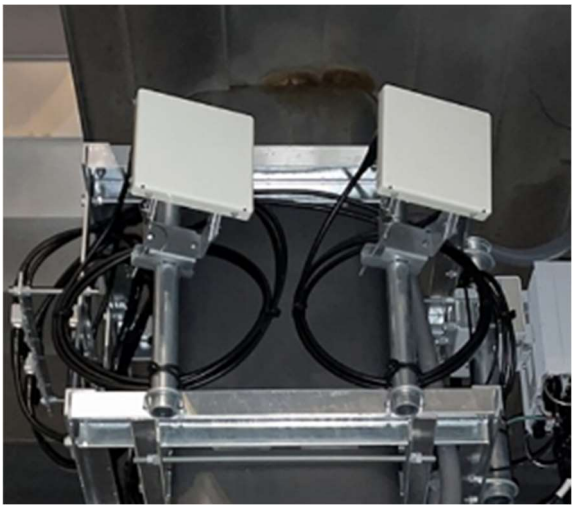


図 2.3.2-13　Site7 のアンテナ（北向き）設置写真

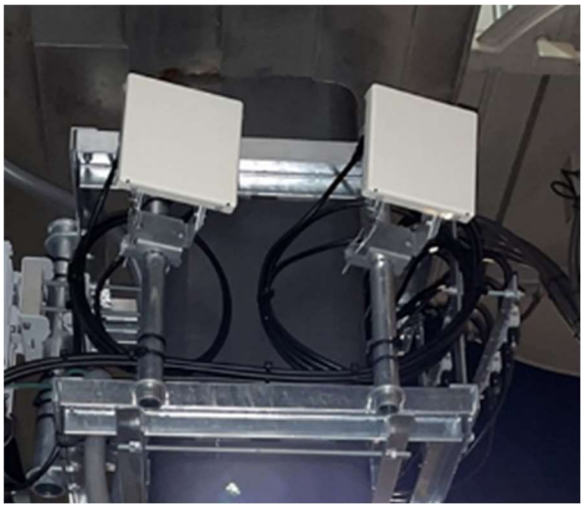


図 2.3.2-14　Site7 のアンテナ（南向き）設置写真

2.3.3　システム構成概要

(1) ローカル 5G ネットワーク

本実証で利用するコアネットワーク装置および本年度に追加で構築した Site4～7 のローカル 5G 基地局等無線通信システムについては、東日本電信電話株式会社の提供するマネージドサービスのローカル 5G システムである「ギガらく 5G」を使用しました。これに昨年度構築済の Site1～3 を接続し実証環境を構築しました。

昨年度構築分および本年度構築分とも基地局にはサムスン社製の機器を使用しています。

端末（UE）は実証での用途に合わせ、基地局と接続実績のある機種を選定し、モバイルルータタイプは京セラ社製、車載用はハイテクインター社製を使用しました。

(2) ローカル 5G の基地局等無線通信システム

1) ミリ波帯に比べて広域なカバレッジエリアが期待できる 4.7GHz 帯（4.6GHz-4.9GHz）を選定し、そのうち屋外利用が可能とされている 4.8-4.9GHz で最大の帯域幅となる 100MHz 幅システムを使用するものとします。

表 2.3.3-1 ローカル 5G システム（基地局）の概要

	基地局装置（OutdoorRU）
製造ベンダ	サムスン社
台数	7台
設置場所（屋内/屋外）	屋外
同期/準同期	同期・準同期TDD1
UL:DL比率	同期　1：4 準同期(TDD1) 1：1
周波数帯	4.7GHz帯
SA/NSA	SA
UL周波数 DL周波数	4.8～4.9GHz
UL帯域幅 DL帯域幅	100MHz
UL中心周波数 DL中心周波数	4849.98MHz
UL変調方式 DL変調方式	QPSK,16QAM,64QAM,256QAM
MIMO	4×4MIMO

表 2.3.3-2 ローカル 5G システム（移動局相当）の概要(ローカル 5G 該当部分)

項目	移動局相当装置①	移動局相当装置②
製造ベンダー	京セラ	ハイテクインター
同期/準同期	同期、準同期	同期、準同期
UL:DL 比率	UL/DL 1:4 1:1	UL/DL 1:4 1:1
周波数帯	4.7GHz 帯（n79）	4.7GHz 帯（n79）
通信方式	TDD	TDD 同期、準同期
空中線	2T4R	アンテナによる
占有帯域幅	100MHz	100MHz
中心周波数	4550.01～4849.98MHz	－
変調方式	OFDM（QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM）	OFDM（QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM）
動作温度	5℃～35℃	-30℃～60℃
アンテナ指向性	オムニ	オムニ/外部アンテナ
アンテナ利得	―	アンテナによる

2） 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、本実証では既設の空港構内光ファイバー網を利活用することで、構築コストの低減および工期短縮を図りました。

3） ローカル 5G システム

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 システムを導入します。

当該マネージドサービスの 5G コアは、データセンターに構築された共用のクラウドコアであり、コアサーバの諸元は非公開となります。

a. CU+UPF

CU+UPF 装置は、ベースバンド機能のうち CU 機能とユーザプレーンを司る UPF を統合した装置です。CU+UPF ソフトウェアを汎用サーバへインストールし構築します。動作検証済のサーバとして、Dell 社の機器を使用します。空港敷地内サーバルーム内のラックに設置します。ハードウェア仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-3　CU+UPF 仕様

機種名	DELL:Server PER640
寸法	482mm(W)×805.8mm(D)×42.8mm(H)
重量	21.9kg
消費電力	MAX：761.1W/ 100%：492W/ 70%:387W ※MAX　：理論計算値の最大値電力値 100%　：CPUロード100%時の電力値 70%　：CPU不可70%の電力値
備考	-

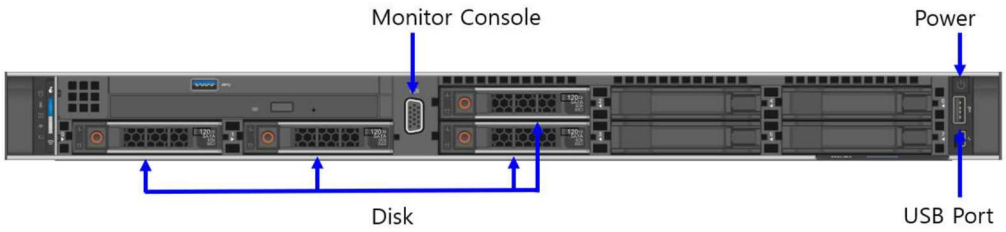


図 2.3.3-1　CU+UPF

b. L3-SW（ローカル 5G コア）

コアネットワーク内や外部ネットワークを接続する基幹 L3 スイッチです。動作検証済の L3 スイッチとして、サムスン社の機器を使用します。空港敷地内サーバルーム内のラックに設置します。ハードウェア仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-4　L3 スイッチ仕様

機種名	サムスン：ubiQuoss E7124
寸法	440mm(W)×44mm(D)×400mm(D)
重量	9.35kg
消費電力	(1)常温（25度）最大消費電力：175W (2)50度最大消費電力：201W
備考	-



図 2.3.3-2　　L3 スイッチ装置

c. CDU

ベースバンド機能のうち DU 機能を具備します。本装置は RU を収容する装置です。設置場所は空港敷地内サーバルーム内のラックになります。ハードウェア仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-5　DU 仕様

機種名	サムスン：CDU
寸法	434mm（W）×88 mm(D)×385ｍｍ（H)
重量	18kg
消費電力	GMA1＋GCB1×1： MAX 477W @25度,MAX　577W @50度 GMA1＋GCB1×3： MAX1049W @25度,MAX 1219W @50度
備考	-



図 2.3.3-3　　DU 装置

d. 整流器

ベースバンドユニット（DU 装置）に対し、DC 電源供給を行う装置です。定格出力以内で電力を供給します。空港敷地内サーバルーム内のラックに設置します。ハードウェア仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-6　整流器仕様

機種名	菊水電子工業：PWX1500ML
寸法	422.8mm（W）×580 mm(D)×44ｍｍ（H)
重量	9.5kg
消費電力	1500W,0～80V/0～56A 薄型ワイドレンジ直流電源
備考	-



図 2.3.3-4　整流器　装置

e. GPS アンテナ

TDD 同期運用に必要な GPS 信号をベースバンドユニット（DU）へ供給するための GPS アンテナです。野外かつ GPS 信号の受信強度が良好である空港敷地内サーバルームの所在する建屋の屋上に設置しています。

表 2.3.3-7　GPS アンテナ仕様

機種名	Panasonic：CCAH32ST04
寸法	98.4ｍｍ×Φ90mm
重量	210g
消費電力	-
備考	-



図 2.3.3-5　GPS アンテナ

f. ローカル 5G 基地局（RU）

Sub6 ローカル 5G 周波数帯（4700-4900MHz）に対応した屋外用のローカル 5G 基地局装置です。収容機器の全体スループットは最大 UL0.2Gbps、DL1.7Gbps です。実証を行うエプロンエリア内に 3 局設置済、追加で 4 局設置します。

機器仕様および基地局無線部特性は以下の通りです。

表 2.3.3-8　RU 仕様

機種名	サムスン：OutdoorRU
寸法	221mm(W)×82.9mm(D)×264mm(H)
重量	4.9kg
消費電力	MAX：101VA
備考	-



図 2.3.3-6　　RU 装置

g. ローカル 5G アンテナ（アンテナ）

Sub6 ローカル 5G 周波数帯（4700～4900MHz）に対応した屋外用のローカル 5G アンテナです。昨年度基地局 3 つに対して、4 台ずつ設置済です。また追加で実証を行うエプロンエリア内の基地局 4 つに対して、4 台ずつ設置します。設置環境によって、アンテナの種類を選定します。

表 2.3.3-9 アンテナ（X25-3545FTD）仕様

機種名	電気興業：X25-3545FTD
寸法	200mm(W)×27 mm(D)×200mm(H)
重量	2.0kg
消費電力	-
備考	-(RUより入力)



図 2.3.3-7　　アンテナ（X25-3245FTD）　装置

表 2.3.3-10　アンテナ（X65-3545FTD）仕様

機種名	電気興業：X65-3545FTD
寸法	75mm(W)×75mm(H)×28.5 mm(D)
質量	2.0kg
電源	-
消費電力	-(RUより入力)
インターフェイス	-



図 2.3.3-8　アンテナ（X65-3245FTD）　装置

h. ローカル 5G 端末（モバイルルータタイプ）

ローカル 5G に対応した京セラ社製のモバイルルータ「K5GC-100A」です。今回使用するサムスン社製基地局装置との動作検証済の製品で、空冷機構を搭載しており放熱に考慮された機種です。Sub6/ミリ波両対応であり、今回は Sub6 でのみ使用いたします。車載用や測定用として計 4 台利用します。機器仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-11　ローカル 5G 端末仕様

機種名	京セラ：K5G-C-100A
寸法	78mm(W) x 165 mm(H)x 27 mm(D)
質量	326g
電池容量	リチウムイオン電池（6,000mAh）
位置測位	GPS/GLONASS/BeiDou/Galileo/ みちびき/A-GPS
インターフェース	USB Type-C
通信方式	5G NR（Sub6/mmW）、Local5G（Sub6/mmW）、 4G LTE™（マルチバンド
ネットワークタイプ	NSA/SA ※SAはローカル５Ｇでのみ使用可能。
SIM	nano SIM x2



図 2.3.3-9　ローカル 5G 端末

i. ローカル 5G 端末（据え置き型ルータタイプ）

ローカル 5G に対応したハイテクインター社製の据え置き型ルータ「HW5G-3200-V2」です。

ローカル 5G では Sub6 に対応しています。車載用として計 3 台利用します。機器仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-12　ローカル 5G 端末仕様

機種名	ハイテクインター：　HW5G-3200-V2
寸法	122mm(W) × 115mm(D) × 25mm(H)
質量	765g
電池容量	なし
位置測位	なし
インターフェース	LANポート：3 ×RJ-45 WANポート：1 ×RJ-45
通信方法	5G NR (Sub6)
ネットワークタイプ	NSA / SA
SIM	nano SIM / 2slot



図 2.3.3-10　ローカル 5G 端末

j. ONU

ONU は光回線の終端装置です。ローカル 5G 各拠点に 1 台設置します。仕様は以下の通りです。本装置は光回線サービス利用によるレンタル機器となります。

表 2.3.3-13　ONU 仕様

機種名	ONU（回線終端装置）
拠規格	1000BASE-T、100BASE-TX、10BASE-T
消費電力	6.5W 以下（電源アダプタを含む）
外形寸法	1.1（W）× 4.4(H) ×17.1(D) cm
重量	600g 以下（電源アダプタは含まず）



図 2.3.3-11　ONU

k. IP-VPN CPE

IP-VPN CPE は IP-VPN 網(Managed SD-WAN サービス)の終端装置でギガらく 5G の構成機器となります。ローカル 5G 設置各拠点に 1 台設置します。仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-14　IP-VPN CPE 仕様

機種名	IP-VPN CPE（C1111）
外部インターフェース	2 × 1GE(WAN) 8 × 1GE(LAN)
消費電力	最大 66W
外形寸法	4.2（H） x 32.3（W） x 23（D） cm
重量	約 2.1kg



図 2.3.3-12　IP-VPN CPE

l. ローカル 5G 測定器（エリアスキャナー）仕様

ローカル 5G の受信電力（SS-RSRP）の実測を行うための測定器です。仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-15　ローカル 5G 測定器（エリアスキャナー）仕様

機種名	VIAVI：OneAdvisor-800
寸法	269mm(W) x 170mm(H) x 41mm(D)※バンパ装着時
質量	1.4 kg
備考	5G NR シグナルアナライザ（SS-RSRP 測定、SS-RSRP ヒートマップ測定）



図 2.3.3-13　ローカル 5G 測定器（エリアスキャナー）

m. ローカル 5G シミュレーションソフト仕様

ローカル 5G の電波伝搬シミュレーションを行うためのソフトウェアです。
仕様は以下の通りです。

表 2.3.3-16　ローカル 5G シミュレーションソフト仕様

ソフトウェア名	RANPLAN：Ranplan Professional
推奨 CPU	Core i7 7th 3.0GHz 以上
推奨 Memory	16GBbyte 以上
対応 OS	Windows10
必要 HDD 容量	SSD100GB 以上
推奨ディスプレイ	1920×1080
備考	レイトレースシミュレーション機能の他、本実証評価・検証に必要な機能を具備

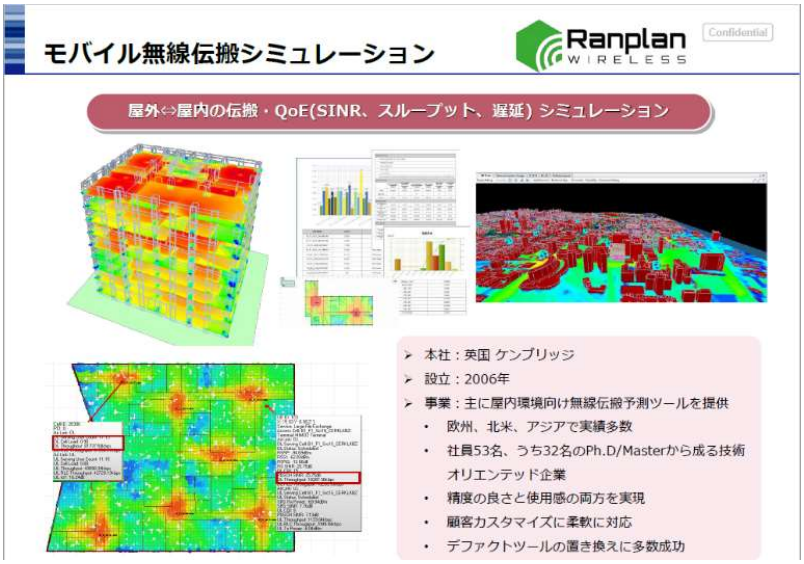


図 2.3.3-14　RANPLAN　シミュレーションイメージ

4)　自動運転システム

本実証を行える性能を具備した車両および遠隔監視システムによって構成されます。使用するクラウドプラットフォームやアプリケーション構成などの詳細については 4.2 章にて説明のため本章では概要のみ記載します。

a. 車両

電気自動車（小型バスタイプ）に自動運転システムを搭載するため改造しました。主に、車載センサー（LiDAR 取得情報等）と 3 次元高精度自動運転用地図を用いて自己位置推定を行い、自動運転を実現しています。搭載する自動運転ソフトウェアとしてはオープンソースソフトウェアである Autoware を使用し、本車両の仕様に基づきチューニングを実施しました。

b. 遠隔監視システム

クラウド上に構築したサーバと自動運転用遠隔監視室に設けた監視モニタを用いて、遠隔監視者が車載カメラからの映像確認や各種安全等に係る判断を行い、車両側との連携を実施しました。遠隔監視に加えて安全確認や経路変更等の承認も行います。遠隔監視者は、空港内に設置する遠隔監視室にて作業を実施しました。

c. 車両と遠隔監視システム間の通信

ローカル 5G を用いてインターネット経由で接続します。冗長性を確保するため別途キャリア通信も利用しキャリア通信とローカル 5G 通信の冗長系機能のソフト実装もあわせて実施しました。

2.4　システム機能・性能・要件

2.4.1　システム機能

技術実証に関するローカル 5G システムと、課題実証に関する自動運転システムについて、本実証の実施及び目的の達成に必要な機能および性能を具備することを「表 2.4.1-1　遠隔監視システムの要求仕様」に定めました。

表 2.4.1-1　遠隔監視システムの要求仕様

項目	条件
映像遅延	400msec 以内
画質	フロント画面 HD 画質，その他 VGA 以上 計 7 台のカメラ
フレームレート	9fps 以上
エリア	ターミナル 3～ターミナル 1 間連絡通路全域

2.4.2　無線区間性能

(1) 映像遅延

遅延時間に対する要求事項です。車載カメラから遠隔監視室に設置したディスプレイへ表示されるまでの遅延値となりますが、経路全体のうちローカル 5G システム内の遅延値の目標値を「50msec」と設定し、目標を達成しました。

(2) 画質

上りスループットに対する要求事項です。HD（1080p）カメラ 1 台あたり 5Mbps が所要となり、HD7 台全てを HD（1080p）カメラとする想定では計 35Mbps となるため、ローカル 5G システム内のスループットの目標値を「上り 35Mbps」とします。ただし現時点では複数台で同時に走行する場合など状況により目標値以上の要求が想定されるため、その場合は画質に影響がでないようシステム側での対応を実施しました。

(3) フレームレート

1 秒あたりのフレーム数に対する要求事項です。スループットおよび遅延時間が上記目標値を充足することにより、達成を確認しました。

(4) エリア

カバレッジエリアに対する要求事項です。走行エリア全域をカバーするものとして構築しました。また複数の基地局でカバーするため、基地局複数でエリア構成する場合には、基地局間をまたいでも上記 1)映像遅延、2)画質、3)フレームレートの要求仕様を満たしつつづける必要があることから、ハンドオーバー機能を実装しています。

2.5　その他

2.5.1　実証システムの拡張性等

(1) ローカル 5G ネットワーク

構築するローカル 5G システムにおいては、3GPP 準拠の機器を使用し、将来的な機能拡張を考慮したシステム設計としました。

(2) 実証ネットワーク

ローカル 5G システムの機能拡張および実証システムの重畳を可能にするため、多ポートで高速なインターフェースを搭載可能かつ高速でレイヤ 2 およびレイヤ 3 での高度な通信機能を備えたレイヤ 3 スイッチを中心に拡張性を確保しました。

2.5.2　実証システムの安全性確保のための対策

(1) 特定高度情報通信技術活用システム

ローカル 5G 等を含む本実証で導入するシステムについては「開発供給計画認定」を受けた実績はございませんが、「IT 調達に係る国等の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」（関係省庁；令和 3 年 7 月一部改正）等に留意し、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を講じます。機器メーカーであるサムスン社による具体的な対策状況は、以下の通りです。

・購買統合システム(G-SRM)を構築し、供給網(SCM)、情報共有、協力会社評価及び登録、リスク管理、遵法経営と勤労環境の統合管理、協力会社行動規範、自己評価チェックリスト共有等を行い、リスク対応、管理を行っています。

・セキュリティ評価基準である ISO15408 の認証取得を行い、サイバーセキュリティ対策を講じています。

・米国国家情報保証パートナーシップ（NIAP）製品準拠リスト（PCL）およびカナダサイバーセキュリティセンターの認定製品リストに認定されています。

また、代表機関である東日本電信電話株式会社は ISMS 認証を取得しており、情報セキュリティが十分に確保されるように適正に管理しています。また業務委託先に機密情報を提供するにあたり、安全かつ適切な取引を行うためのセキュリティ調査を行います。また業務委託先が、再委託を行う場合には再委託実施時の安全管理措置について確認します。確認項目は以下の通りです。

・機密情報を取扱う業務委託の実施にあたって、情報を適正に取扱うと認められる企業等を選定するための基準が設けられている。

・受託した業務の全部又は一部を第 3 者に再委託する際は、弊社が求める水準又はそれと同等

の水準を満たす事業者を選定することを、弊社との秘密保持契約において遵守する。
・機密情報を取扱う業務委託契約を締結する際は、情報の取扱い方法（受け渡しから廃棄まで）等の契約要件を明確化し、契約書を締結している。
・業務委託を実施する際は、締結した契約書に基づき、契約要件が履行されているか定期的及び不定期に確認（点検）している。

今回使用する機器はメーカーによって既に市販されている機器ではありますが、その性能改善（コアネットワークの機能向上など）については並行して開発を行い、順次ソフトウェアアップデート等により実装することとします。随時、メーカーより品質保証試験評価データ等を入手し、その進捗・品質等を確認することとします。

（2） その他の実証システム

本実証のシステム構築にあたり、サイバーセキュリティ対策の観点から、以下の対策を講じます。

・外部 NW として、SD-WAN 回線とインターネットアクセス回線を準備します。5G コアは複数のユーザと共有して利用しますが、ユーザデータ通信を行わないため、5G コア装置共有によるセキュリティリスクを回避していると考えられます。また、5G コアはデータセンターに設置されており、基地局設置拠点とは閉域ネットワークで接続されているため、5G コア装置と拠点間の通信におけるセキュリティリスクについても極めて低いと考えられます。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します。

・自動運転システムサーバはクラウドサービス上に構築されており、車載のシステムとはローカル 5G およびキャリア網と、インターネットを経由して通信を行うことから、各機能群において下記の通り暗号化や権限管理を行っています。 外部から映像配信 ECU の制御には SSL 暗号化された通信路を経由する AWS IoT を利用します。映像の送信には WebRTC を利用しますが、利用する複数の通信プロトコルはいずれのプロトコルも通信路は暗号化されます（Secure WebSocket, RTSP, DTLS)。遠隔監視卓から遠隔監視システムに接続する際は OpenID Connect によるユーザ認証を行い、個々の車両の映像へのアクセス権限はユーザ単位で管理され、権限を持たないユーザからの視聴リクエストは拒絶されます。

3. ローカル 5G の電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証）

3.1 実証概要

本実証では、空港の屋外環境におけるローカル 5G の環境構築および技術検証を行いました。4.8GHz 帯における電波伝搬特性の解明周波数帯をすることでローカル 5G システムの効率的なエリア構築に関する技術の確立などに資する検討を行いました。空港屋外環境の電波伝搬特性を測定し、下記の 1 つのテーマに取り組みました。

- テーマⅠ．電波伝搬モデルの精緻化

昨年度はバス走行路を中心とした測定を実施し、S の精緻化を実施しました。検証の結果、昨年度環境において S の精緻化の数値が大きくなる要因としてマルチパスの可能性を考察し、今後の分析の課題としました。

今年度はバス走行路に限定せず、空港全体の様々な環境も含めた S の精緻化を行いました。また、昨年度実証で課題として残った空港環境におけるマルチパスの影響についても分析を行い、ローカル 5G の技術基準等の改定に貢献するべく、空港の屋外環境における 4.8GHz 帯の電波伝搬特性及び同周波数帯を用いたローカル 5G の性能に関する更なる知見を得ることを目標としました。

3.2 実証環境

本実証を行う環境は、昨年度同様、空港内において航空機から乗員・乗客の乗降などを行う「エプロン」と呼ばれるエリアです。

昨年度の実証では、第 2 旅客ターミナルおよび第 3 旅客ターミナルのバス停留場およびその間の走行経路延べ 700m ほどをローカル 5G のエリア環境として構築しました。今年度の実証では、昨年度に構築したエリアに加え、更にエリア拡大を実施し、第 2 旅客ターミナルのバス停留所から第 1 旅客ターミナルの中間に位置するバス停留所までの走行経路延べ 1,200m ほどをローカル 5G のエリア環境として構築しました。

昨年度の実証結果より、空港環境においては自由空間より電波が伝搬する場合があるという特異な結果を得たことから、市街地、郊外地、開放地のいずれとも異なる特異な環境であると考えました。この要因として昨年度はマルチパスの影響を強く受けている可能性を考察しました。しかしながら、これには空港環境全体として複数の環境が混在していることも関係していると考えました。

空港環境は異なる複数の環境に分類がされると想定されます。なお、「図 3.2-1　成田空港実証環境分類」は空港実証環境を上空から分類した図です。

- アスファルトで整地された航空機が往来する広大な航空機駐機環境（「図 3.2-2　航空機駐機エリア環境」）
- アスファルトで整地されたバスや車両の往来やボーディングブリッジが存在する環境（「図 3.2-3　バス走行エリア写真」）
- ターミナルビル 1 階部分に位置するベルトコンベア等の機器を設置してある半屋外環境（「図

3.2-4　建物直下の作業スペース・ベルトコンベア環境(遠目からの写真)」、「図 3.2-5　建物直下の作業スペース・ベルトコンベア環境」）

・　ターミナルビルを挟み、公道、駐車場が存在する屋外環境（「図 3.2-6　公道・駐車場側環境①」「図 3.2-7　公道・駐車場側環境②」）

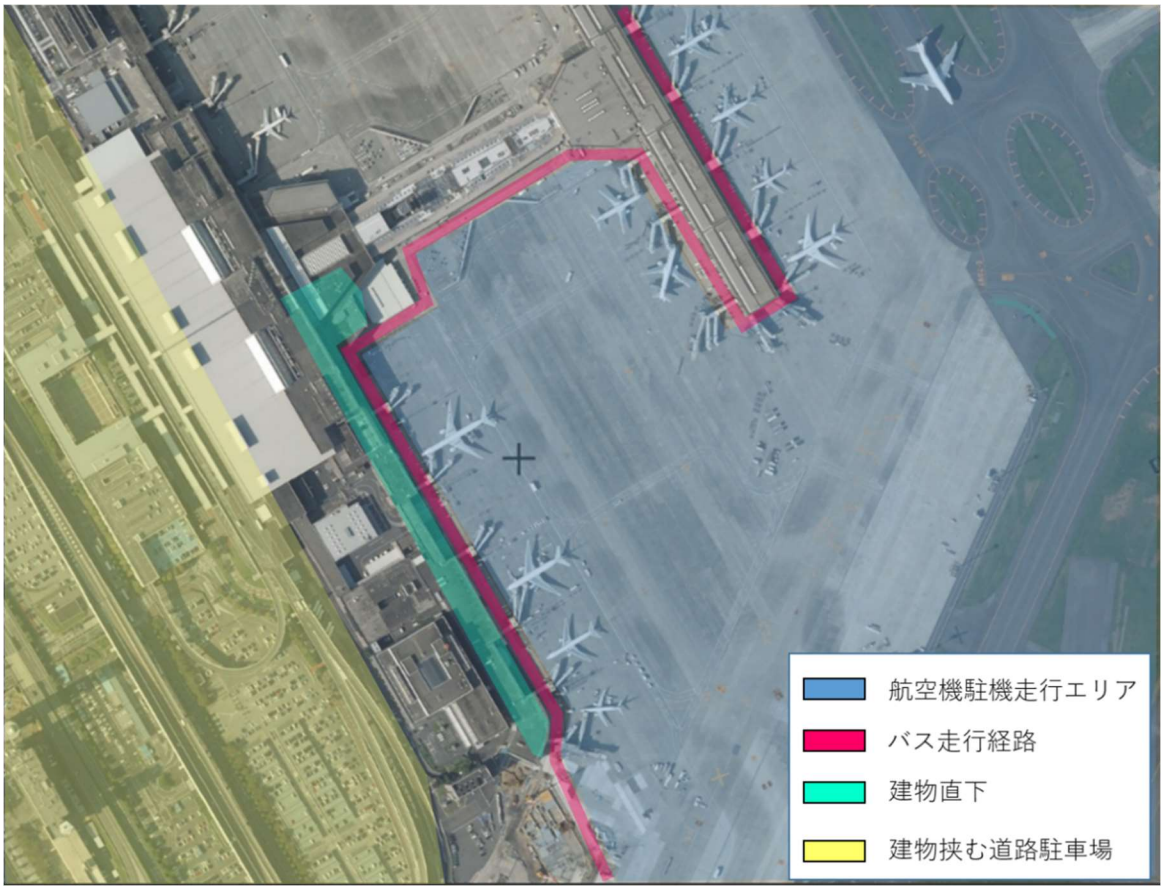


図 3.2-1　成田空港実証環境分類

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

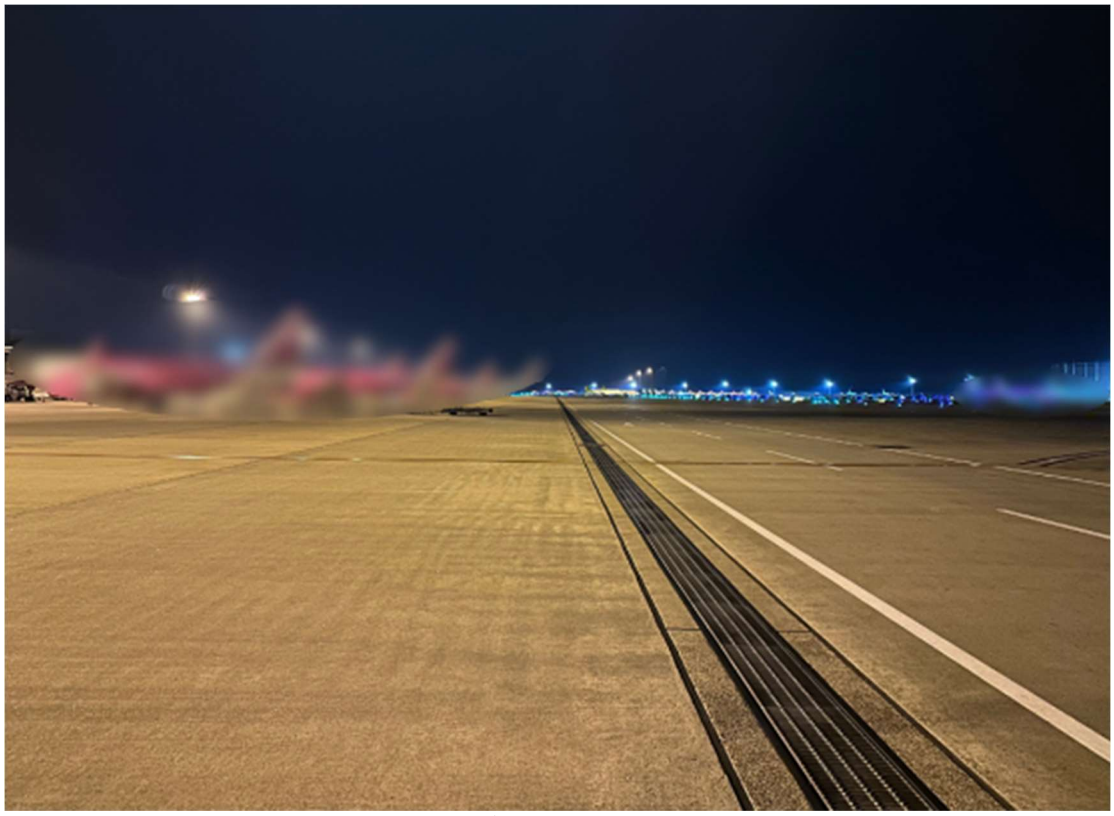


図 3.2-2　航空機駐機エリア環境

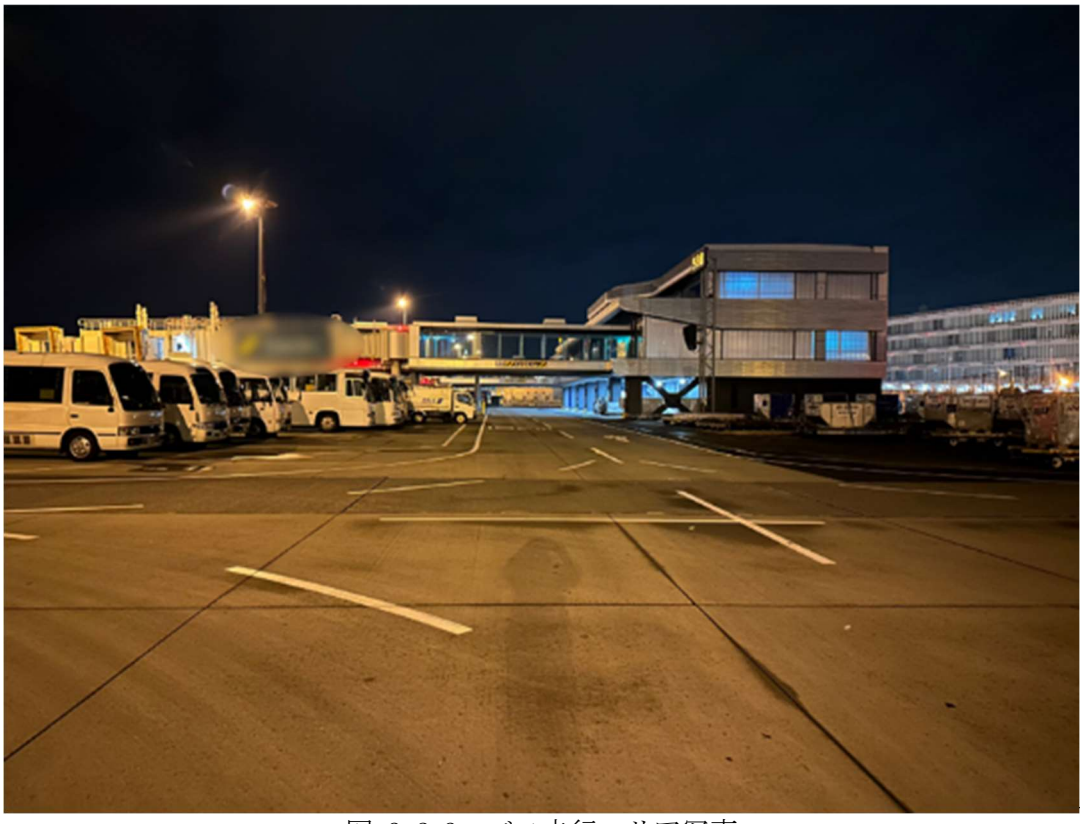


図 3.2-3　バス走行エリア写真

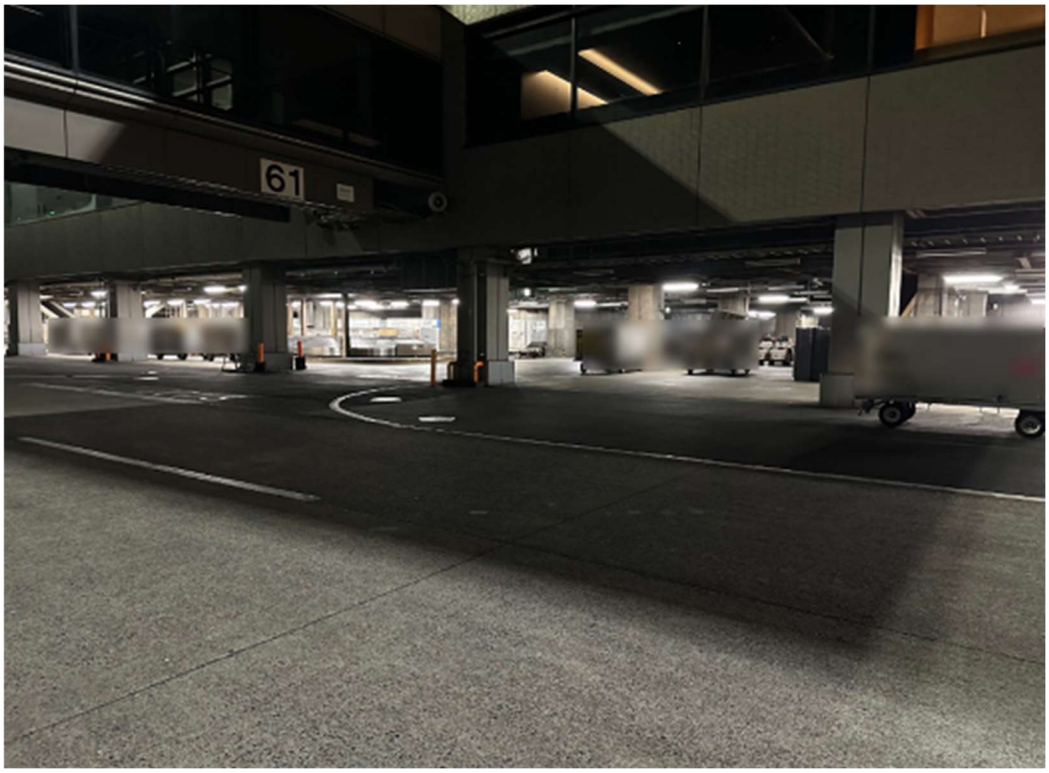


図 3.2-4　建物直下の作業スペース・ベルトコンベア環境(遠目からの写真)



図 3.2-5　建物直下の作業スペース・ベルトコンベア環境



図 3.2-6　公道・駐車場側環境①



図 3.2-7　公道・駐車場側環境②

3.3　実施事項

3.3.1　電波伝搬モデルの精緻化

（1） 実証の目的・目標

1） 背景となる技術的課題と実証目的

第 4 章で述べるような空港内におけるローカル 5G を用いた自動運転の実現にあたっては、必要最小限の置局によるコスト低減と、走行経路上をくまなくカバーする広域のカバーエリア形成が不可欠となります。

昨年度の実証では空港環境を「郊外地」と想定しましたが、実証を通して当該環境が自由空間損失式よりも電波が伝搬する場合があるという特異な結果を得ました。この結果を得た要因としては、昨年度実証は LOS 環境（図 3.2-3　バス走行エリア写真）をメインとした精緻化を実施し、S の精緻化の数値が大きくなる要因についてマルチパスの可能性を考察しました。そのため空港環境下は、市街地、郊外地、開放地のいずれとも異なる特異な環境であると考えられ、既存の電波伝搬モデルからの正確なエリア算出が困難であると考えました。

具体的には、空港環境全体を確認すると様々な環境条件が存在しており、一概に「郊外地」や「開放地」のように一括りにできないと想定されます。空港屋外環境には遮蔽物は建物・航空機駐機やボーディングブリッジ、建物直下の吹き抜けに存在するベルトコンベア等の機械類、移動遮蔽物は航空機・運搬車・移動バス等が存在します。バス走行路にはカーブも複数点在している屋外環境となっており、遮蔽物は存在しますが比較的見通しがよい LOS 環境と NLOS 環境が混在しています（昨年度の実証では、この環境での測定をメインとして精緻化を実施しました）。一方でバス走行エリアに隣接する航空機が駐機・走行するエリアについては遮蔽物の少ないエリアが広がっている LOS 環境となっています。また、建物直下はベルトコンベア等の機器類や作業場所が入り組んだ一部は奥行きのある半屋外環境の NLOS 環境であり、ターミナルビルを挟んだ道路・駐車場側についても見通し外の NLOS 環境です。これらの場所により性質の異なる複数の空港特有の環境条件が電波伝搬に影響を与える要因の 1 つと想定しました。

なお、昨年度の実証結果では、空港環境下において自由空間伝搬と比べても受信電力が大きくなる要因としては、マルチパスの影響を強く受けている可能性を考察しました。

本項においては昨年度実績も踏まえながら、屋外の空港環境下という性質の異なる環境条件が混在する環境の電波伝搬モデルの更なる精緻化を行い、環境ごとにより精度の高い補正値を導出することで類似環境のエリア設計の知見を提言することを目的としました。

2） 実証目標

本実証では、エリア算出法の伝搬損失式のうち 4.8GHz 帯におけるパラメータ S の精緻化を実施しました。具体的には、様々な空港環境ごとに電波伝搬特性を分析し、本パラメータの精緻化を実施することで、同ユースケースにおける効率的なエリア設計の実現に寄与することを目標としました。

また、昨年度の実証結果から受信電力が大きくなる要因として考察したマルチパスの影響につ

いても、今年度実証では空港内において基地局からの直接波とそれ以外の到来波を測定することで、自由空間伝搬と比べて受信電力が大きくなる事象への影響度も明らかにしました。

受信電力について今回の実証フィールド環境下におけるシミュレーション結果と実測値の比較から、伝搬モデルの精緻化に資する提言を行いました。

3） 過年度技術実証からの発展性・新規性

昨年度の実証では、自動バス走行エリアを中心とした直線的な区間において測定・考察を行いました。今年度は昨年度の実証にて測定エリアから立入禁止エリアだったために除外していた航空機駐機エリアの一部やバス走行経路外でも測定を実施しました。航空機が特定の場所に停留している場合とそうでない場合の受信電力パターン、複数パターンの屋外環境においても測定・考察を実施することで、空港環境下の多様なケースを含めた S のパラメータの精緻化を実施しました。また、多くの基地局を用いることを本実証の強みとして今年度の実証で新設する 4 局の全ての基地局において測定を実施することでより精度の高い S 値の精緻化を目指しました。

また、昨年度の実証において課題として残ったマルチパスについての詳細な検証はなされていませんが、今年度の実証では複数環境におけるマルチパスの影響についても分析を行いました。昨年度の実証では測定器のアンテナは無指向性アンテナのみでの測定であったため、直接波とそれ以外の到来波を区別できずにマルチパスに関する検証においては課題が残りました。しかし、今年度の実証では指向性アンテナの測定器を使用することで各方角からの到来電波強度を測定し、空港環境下でのマルチパスの影響について分析しました。

（2） 実証仮説

昨年度の実証報告書、すなわち、令和 3 年度 課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証の No.10「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」成果報告書において、電波伝搬モデルの精緻化をテーマとした実証の結果、拡張秦式における S 値を次のように補正しました。

表 3.3.1-1　昨年度実証における各環境での補正後 S

環境	S（補正後）
LOS	45.4（＝自由空間損失）
NLOS（半屋外）	40.0
NLOS（建物遮蔽）	35.0

この S 値は、エリア算出式における市街地(S=0.0)、郊外地(S=12.3)、開放地(S=32.5)の値を大きく上回っており、空港特有の環境に起因するものと考えられます。空港の環境条件は、次の通りです。

- 地表はアスファルト等で平面に整地されており、凹凸や高低差がない。
- 空港内は鉄筋コンクリート等による頑強な建造物が多いが、荷物搬入出及び乗客往来のため半屋外部分も多い。

・　空港内の飛行機、作業用車両、バス等が活動するエリアと、外側の空港外の道路等との間に広い緩衝スペースがある。
・　PBB（旅客搭乗橋）及び駐機中の航空機といった空港特有の大型物体が存在する。

※航空機への搭乗客がターミナルビルから航空機へと渡るための通路（＝搭乗橋）について、ターミナルビルと直結された固定部分を「ボーディングブリッジ」、その先の航空機に直結する可動部分を「PBB」と呼ぶ。

・　エプロンエリアからターミナルビルを挟んだ場所には、公道や多数の平面・立体駐車場が存在する。

これ等の環境条件が空港内に分布・散在しているため、基地局からの距離が遠くなるほどに環境条件から受ける影響は増加します。従って、基地局遠方の位置に対して伝搬損失に補正をかける S 値を適切に精緻化することは、実証環境に対するエリア算出式の精度向上に寄与するものと考えました。

現在の制度では昨年度実証の実績から開放地 32.5 が最も近しい値と考えられますが、大きく乖離する可能性が想定されます。そのため、より精度の高いシミュレーションを実施することを目的として、本年度の実証ではレイトレース法によるシミュレーション(以後、「レイトレースシミュレーション」と記載)結果を用いて仮説のS値を定めるものとします。

レイトレース法とは電波を「光」に見立てて伝搬経路を求める計算手法のことで、この計算手法を用いたシミュレーションをレイトレースシミュレーションといいます。今回採用した Ranplan Professional の 3D レイトレースシミュレーションは 3 次元光線追跡モデルとなり、エリア算出法ではできなかった遮蔽物による電波の損失・回折・反射等を再現可能なため、実環境での電波伝搬に近いシミュレーションが可能です。レイトレースシミュレーションの採用により、精度の高い仮説 S 値が得られることを期待する一方で、シミュレーション精度はシミュレーションに使用する 3D モデルの精度に依存するため、高精度の結果を得るには実環境の遮蔽物の位置や材質、地形等を 3D モデルにて正確に再現する必要があります。更にシミュレーション時間も要することから、レイトレースシミュレーションの有効性については費用対効果の面からの考察も必要と考え、「（５）実証結果及び考察」にて実測結果とも比較し分析・考察しています。

本実証では、これ等レイトレースシミュレーションの特徴より、より現地の遮蔽物の影響等も考慮できると想定されるため、仮説 S 値の導出にはレイトレースシミュレーションを選定しました。

仮説S値の導出手順は「表 3.3.1-2　Sの仮説値の導出手順」の通りです。

表 3.3.1-2　Sの仮説値の導出手順

項番	大項目	小項目
1	算出法エリア図の作成	・　エリア算出法シミュレーションでのカバーエリア/調整対象区域図を作成(エリア算出図作成のS値=開放地32.5と設定)
2	レイトレースシミュレーション図の作成	・　RANPLAN 社の Ranplan Professional を利用してレイトレースシミュレーションを作成

3	シミュレーション伝搬損失カーブの作成	・ レイトレースシミュレーション結果から基地局からの距離に対する伝搬損失をプロットし、中央値からシミュレーション伝搬損失カーブを作成
4	仮説のS値の導出	・ エリア算出法の伝搬損失計算式から基地局からの距離に対するエリア算出法伝搬損失カーブを作成 ・ エリア算出法伝搬損失カーブとシミュレーション伝搬損失カーブの差（ΔS）はS=32.5（開放地）との差分であるため仮説S値＝32.5-ΔSによって導出

なお、本実証で使用する基地局は 4 ポートのうち 2 ポートのみ SSB(※1)発射を行う装置のため送信電力を半分の値である送信電力(Pt)－3[dB]として算出しました。また、人体吸収損はエリア算出式上 8dB が指定されていますが、測定結果のゆらぎを防止するため本実証では人体吸収の影響が生じないように測定を行うことから考慮しないものとしました。

上記より本実証において受信電力を計算する際の計算式は、次の通りです。

受信電力(Pr) ＝送信電力(Pt) -3[dB] ＋送信アンテナ利得(Gt)-送信給電線損失(Lf)-伝搬損失(L)

100MHz 幅のときカバーエリア・調整対象区域の閾値は次のように置き換えて扱うものとします。

- カバーエリアの閾値は-79.6[dBm](=-84.6[dBm]：電波法関係審査基準の値-3[dB]+8[dB])
- 調整対象区域の閾値は-86.0[dBm](=-91.0[dBm]：電波法関係審査基準の値-3[dB]+8[dB])

また、本実証では受信電力に代えて SS-RSRP を測定しました。100MHz 幅のとき、受信電力と SS-RSRP の換算は次の式で行います。

SS-RSRP[dBm] ＝受信電力(P_r) [dBm] -35.15[dB]

(※-35.15[dB]は 1/(12×273)を dB 表記したもの)

SS-RSRP に換算した際のエリアの閾値は次の通りです。

- カバーエリアの閾値は-114.75[dBm](=-79.6[dBm]-35.15 [dB])
- 調整対象区域の閾値は-121.15 [dBm](=-86.0 [dBm] -35.15 [dB])

※1：Synchronization Signal Block　同期信号ブロック

本実証対象とする基地局のエリア算出法によるカバーエリア及び調整対象区域を以下の算出法エリア図を「図 3.3.1-1　基地局 Site4 算出法エリア図」～「図 3.3.1-4　基地局 Site7 算出法エリア図」にて図示します。

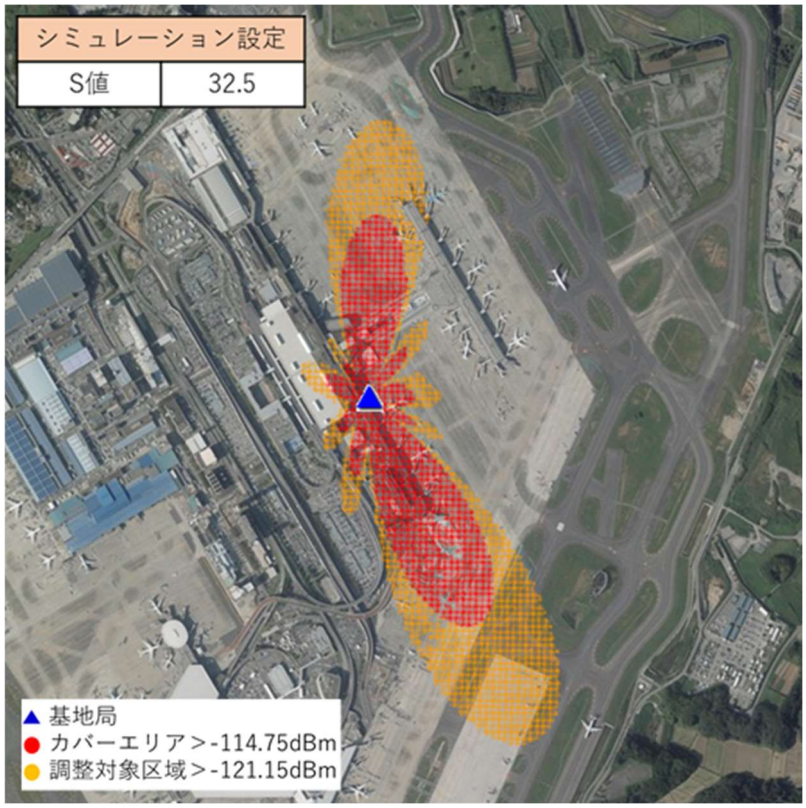


図 3.3.1-1　基地局 Site4 算出法エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

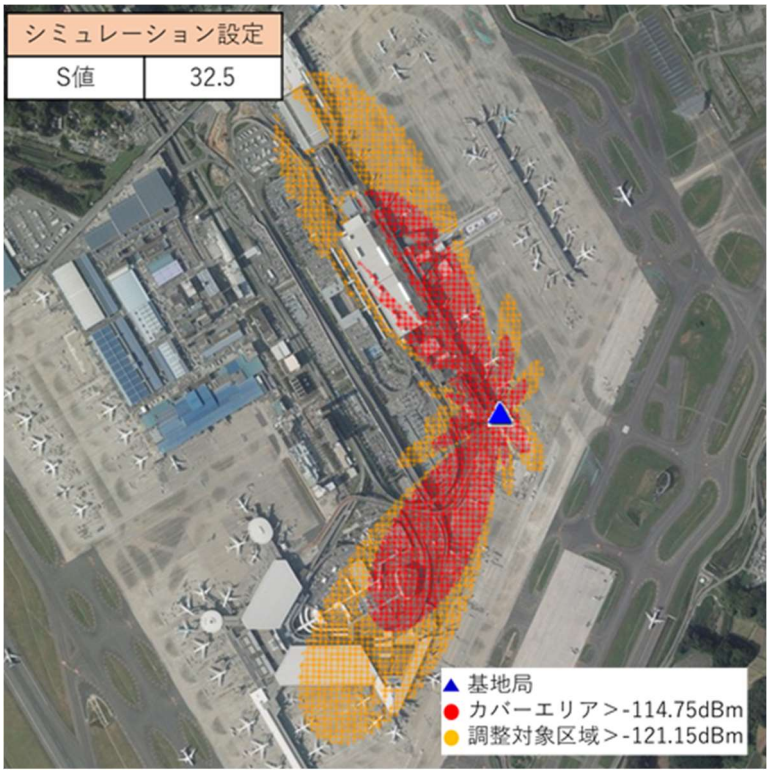


図 3.3.1-2　基地局 Site5 算出法エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

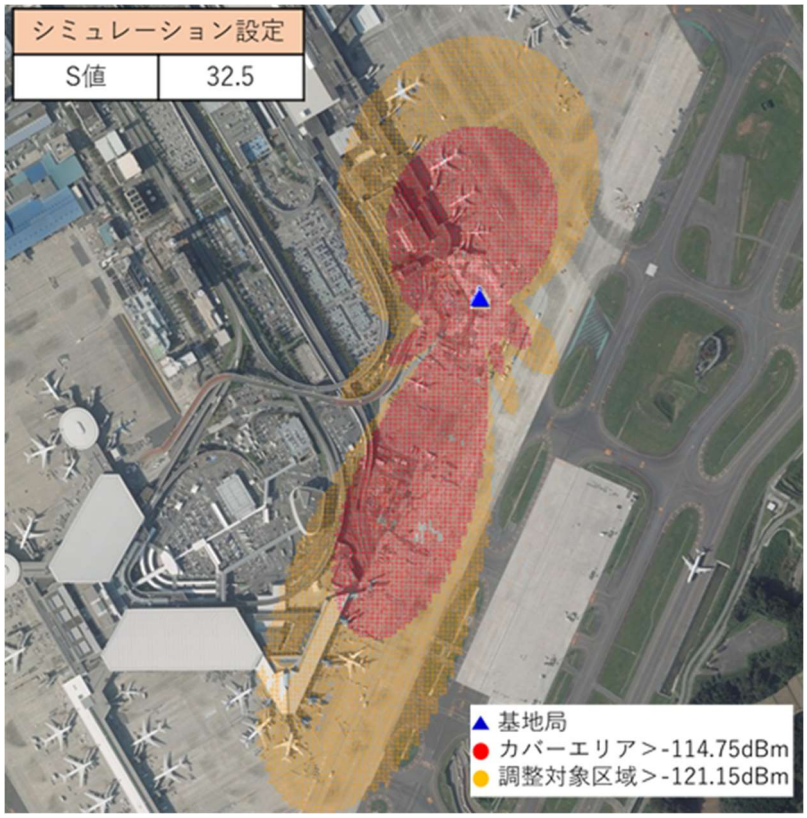


図 3.3.1-3　基地局 Site6 算出法エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

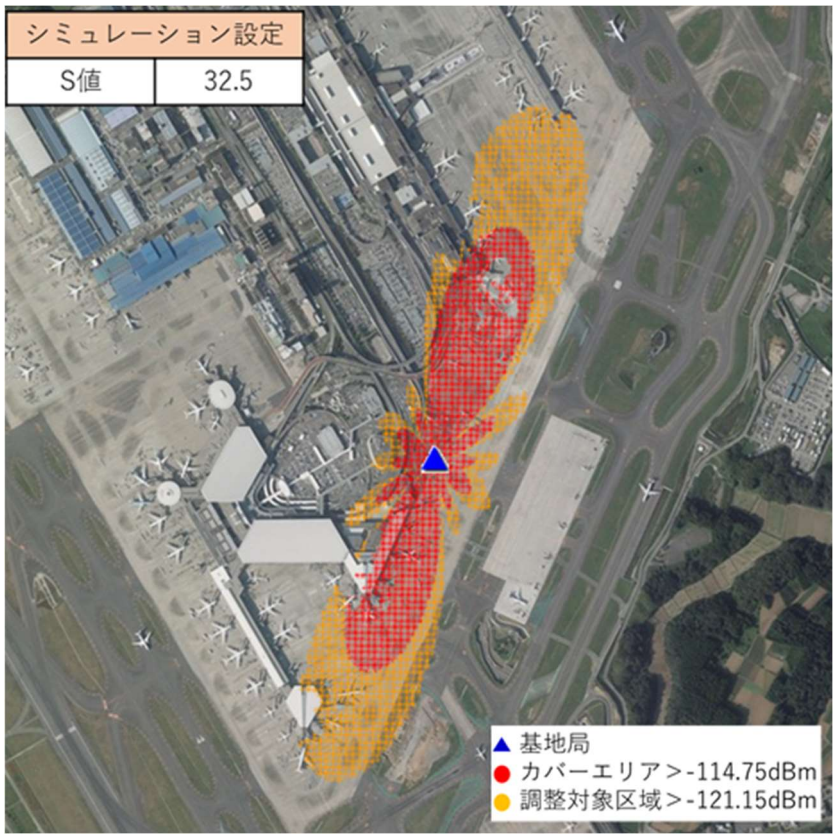


図 3.3.1-4　基地局 Site7 算出法エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

続いてレイトレースシミュレーション図を「図 3.3.1-5　基地局 Site4 レイトレースシミュレーション結果（3D)」～「図 3.3.1-12　基地局 Site7 レイトレースシミュレーション結果」にて図示します。

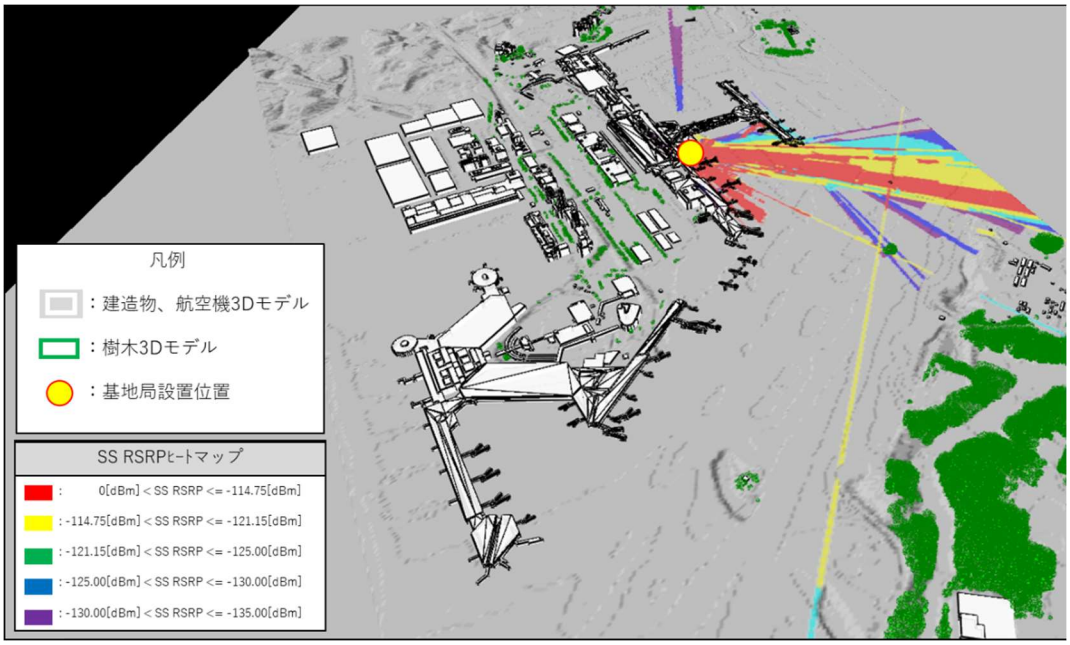


図 3.3.1-5　基地局 Site4 レイトレースシミュレーション結果（3D）

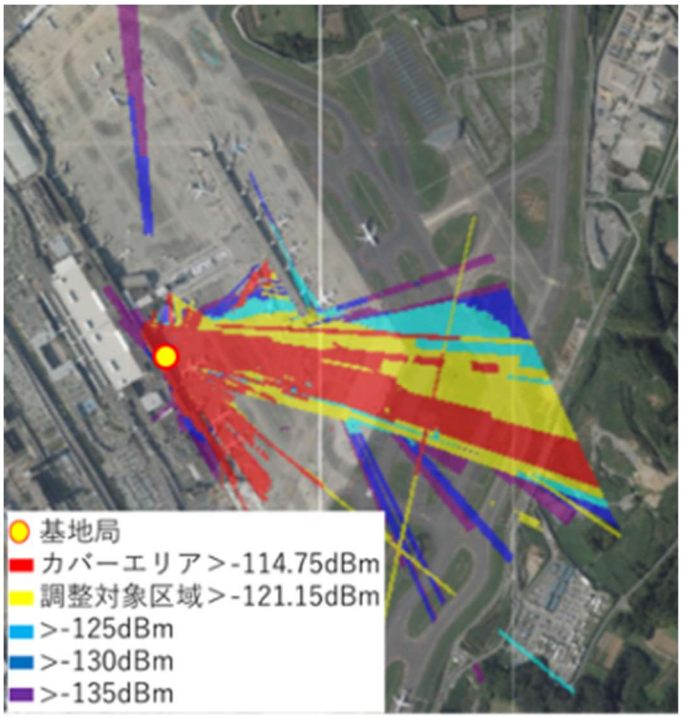


図 3.3.1-6　基地局 Site4 レイトレースシミュレーション結果
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

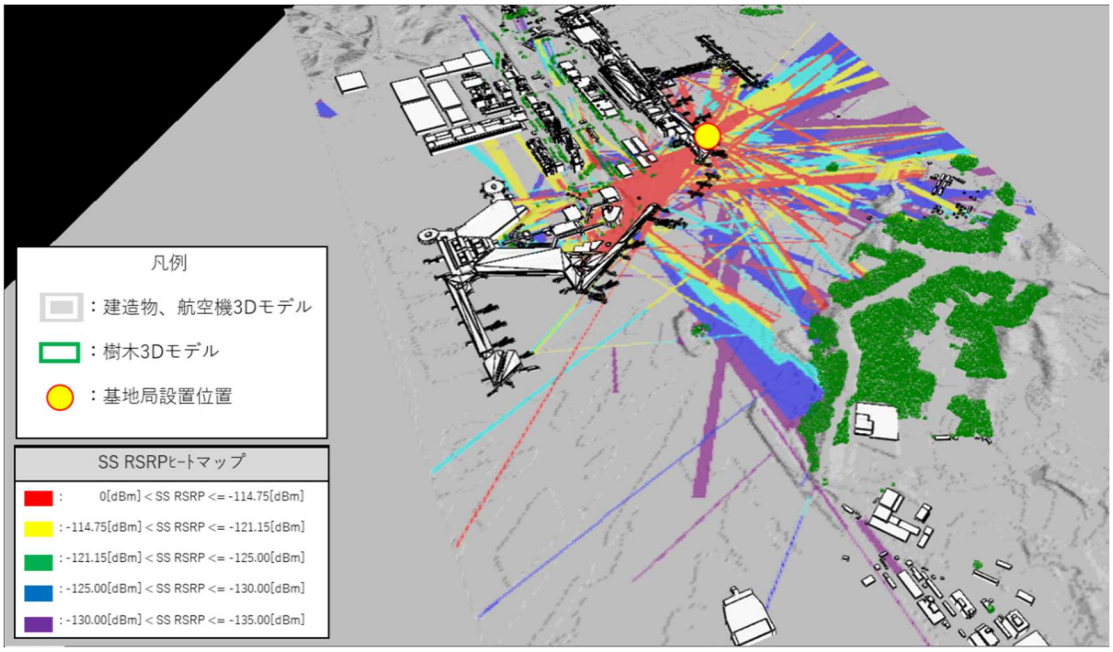


図 3.3.1-7　基地局 Site5 レイトレースシミュレーション結果（3D）

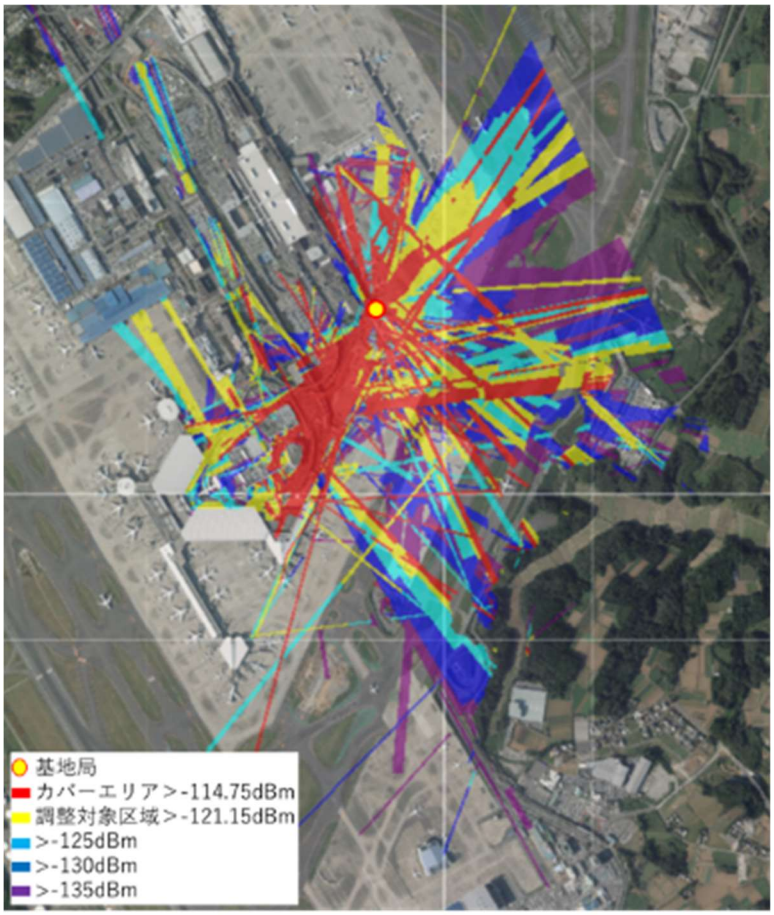


図 3.3.1-8　基地局 Site5 レイトレースシミュレーション結果
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

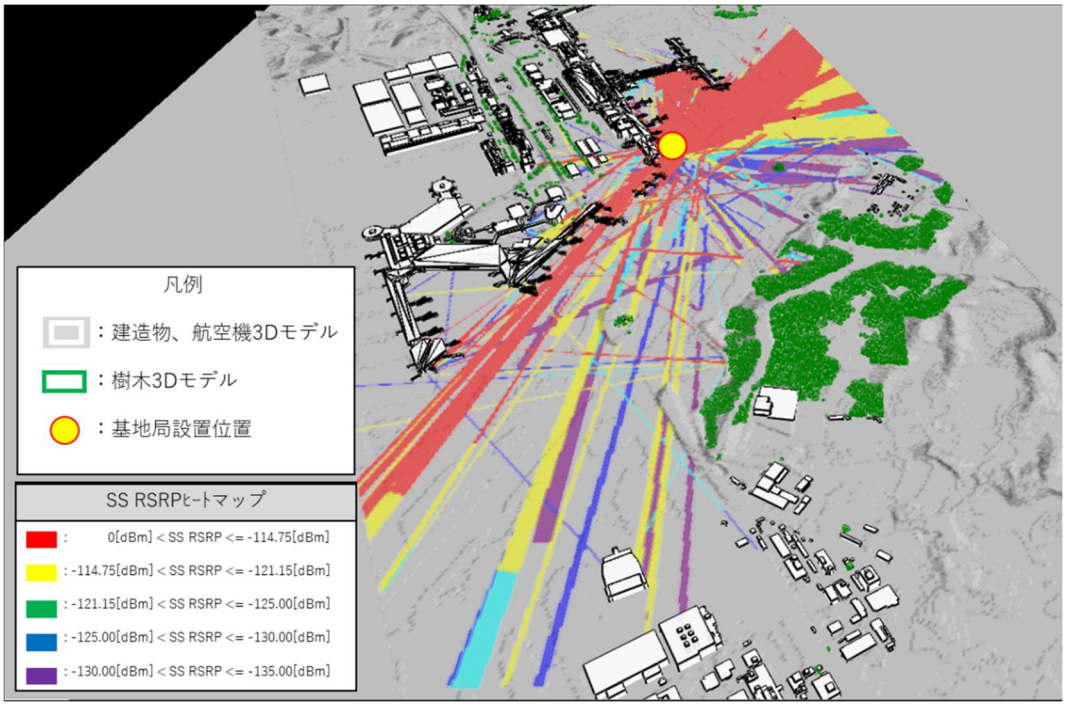


図 3.3.1-9　基地局 Site6 レイトレースシミュレーション結果（3D）

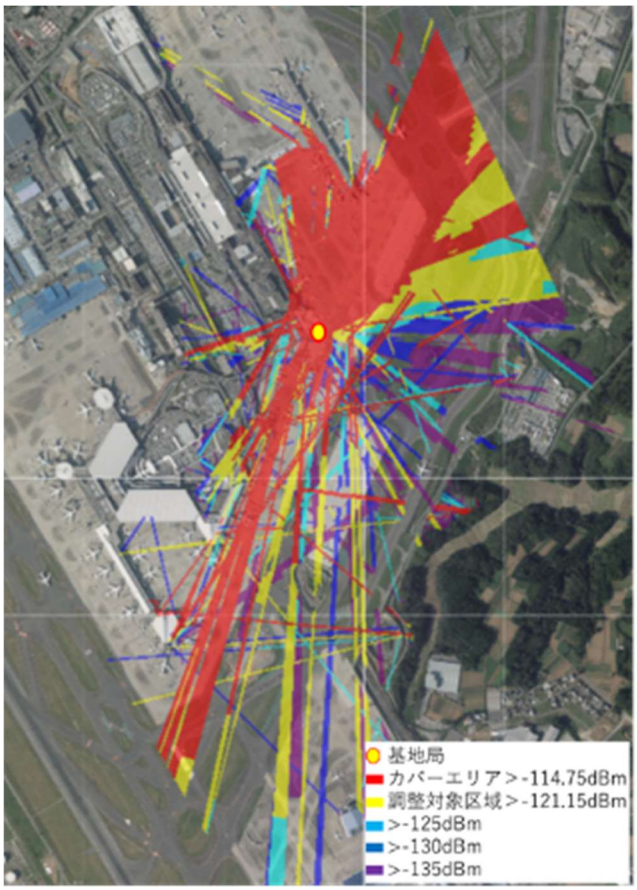


図 3.3.1-10　基地局 Site6 レイトレースシミュレーション結果
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

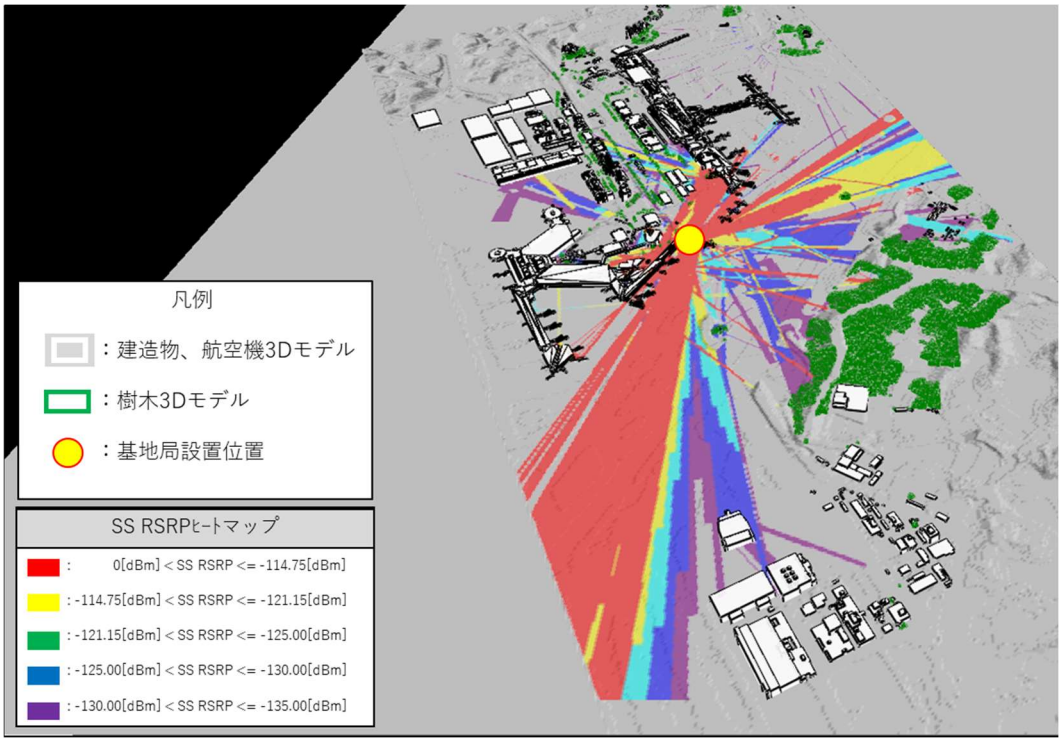


図 3.3.1-11　基地局 Site7 レイトレースシミュレーション結果（3D）

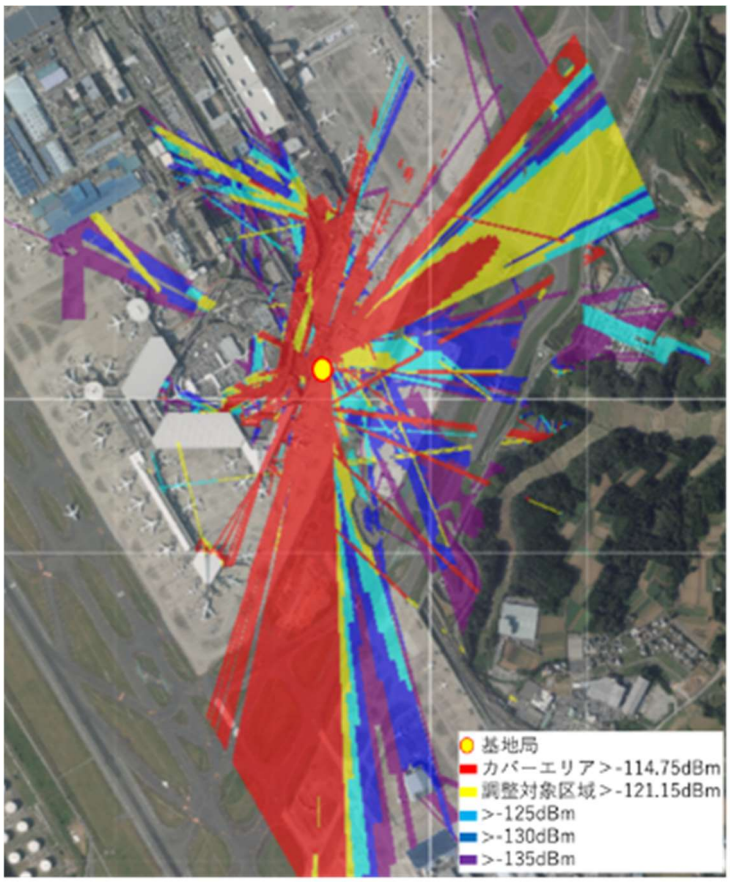


図 3.3.1-12　基地局 Site7 レイトレースシミュレーション結果
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

レイトレースシミュレーション結果より、基地局からの距離に対する伝搬損失の特性についてシミュレーション伝搬損失カーブを作成しました。また、エリア算出法の伝搬損失計算式からエリア算出法損失カーブを作成しました。

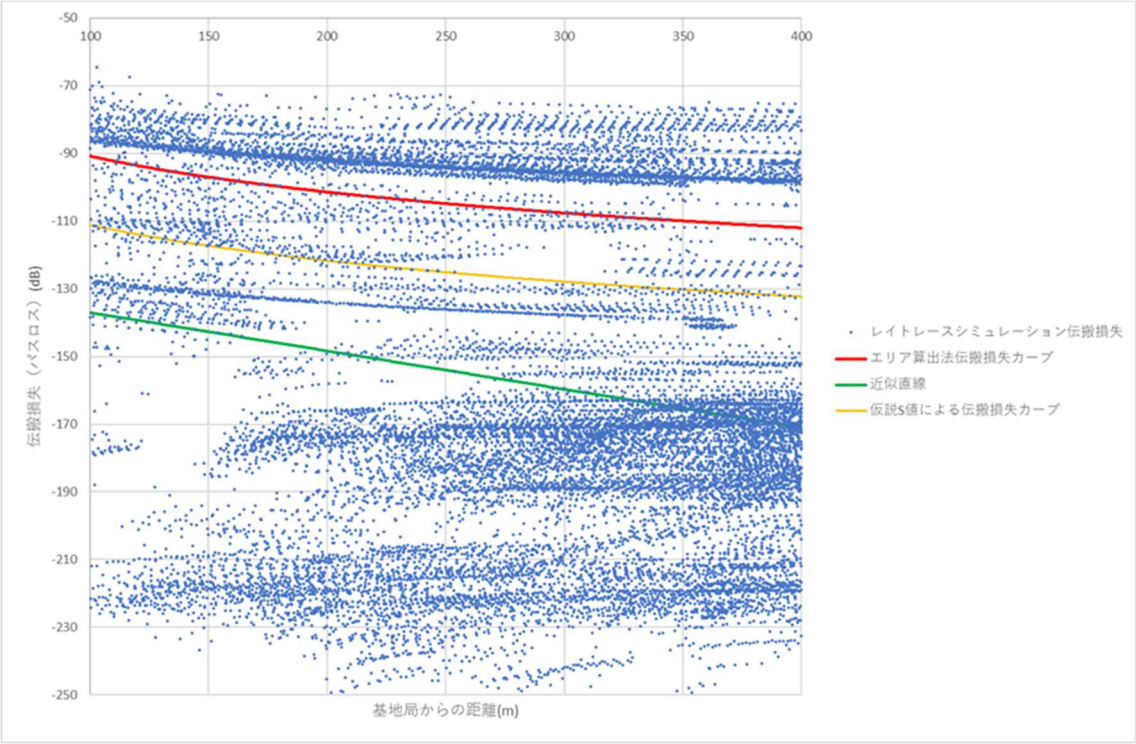


図 3.3.1-13　基地局 Site4　シミュレーション伝搬損失カーブ

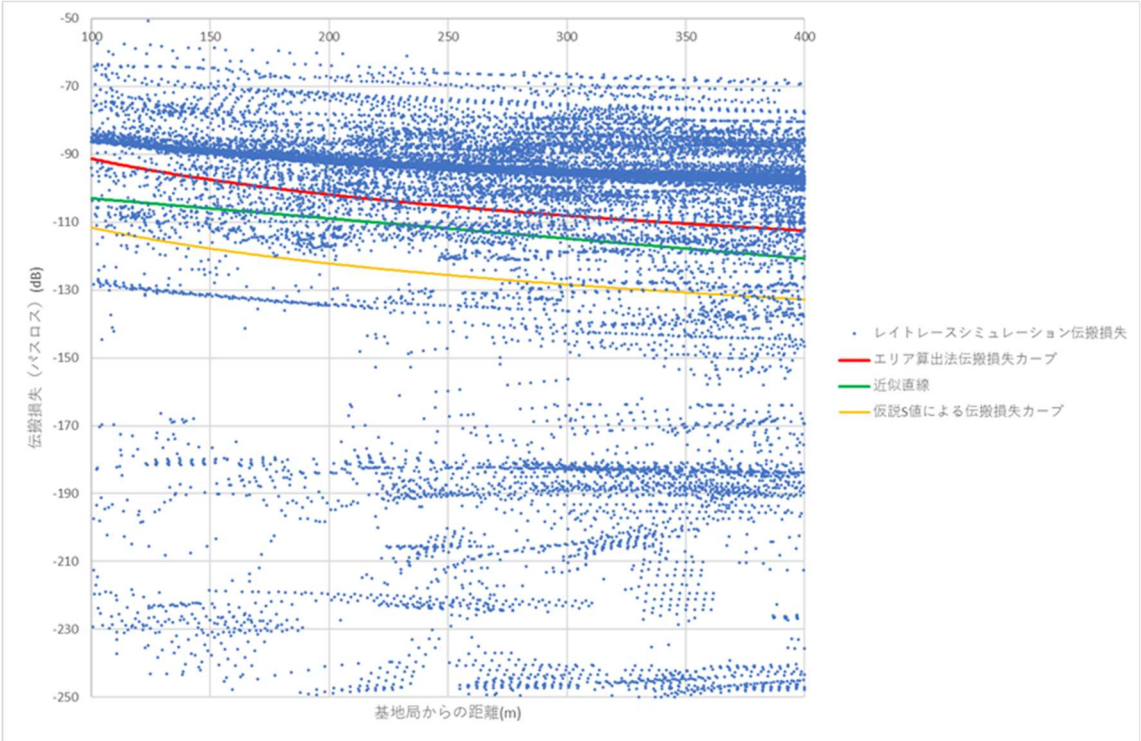


図 3.3.1-14　基地局 Site5　シミュレーション伝搬損失カーブ

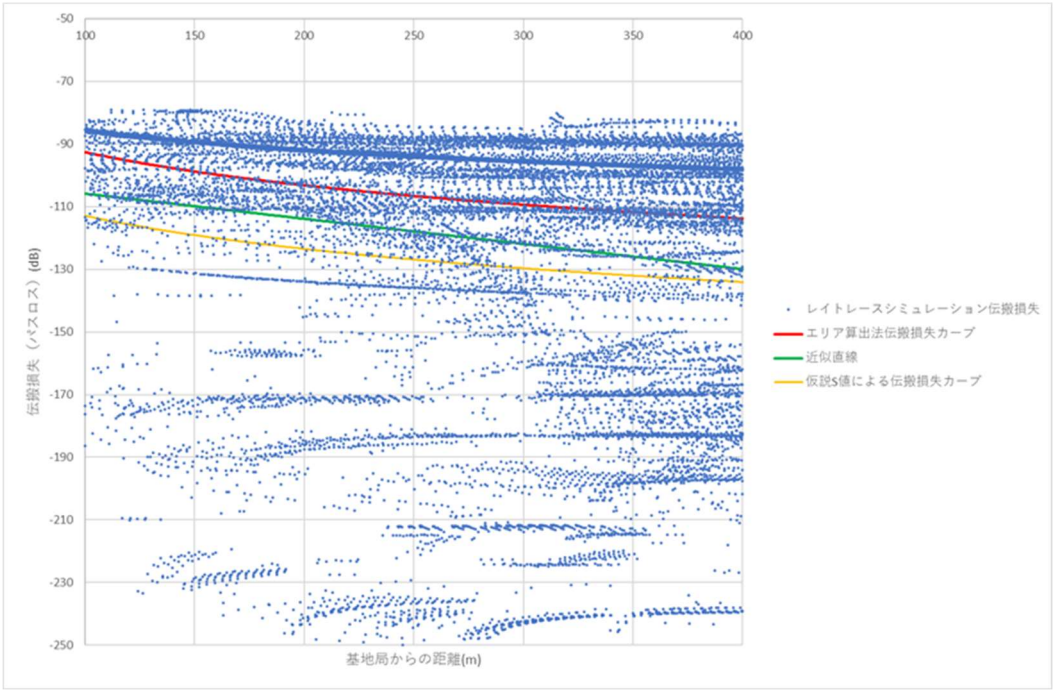


図 3.3.1-15　基地局 Site6　シミュレーション伝搬損失カーブ

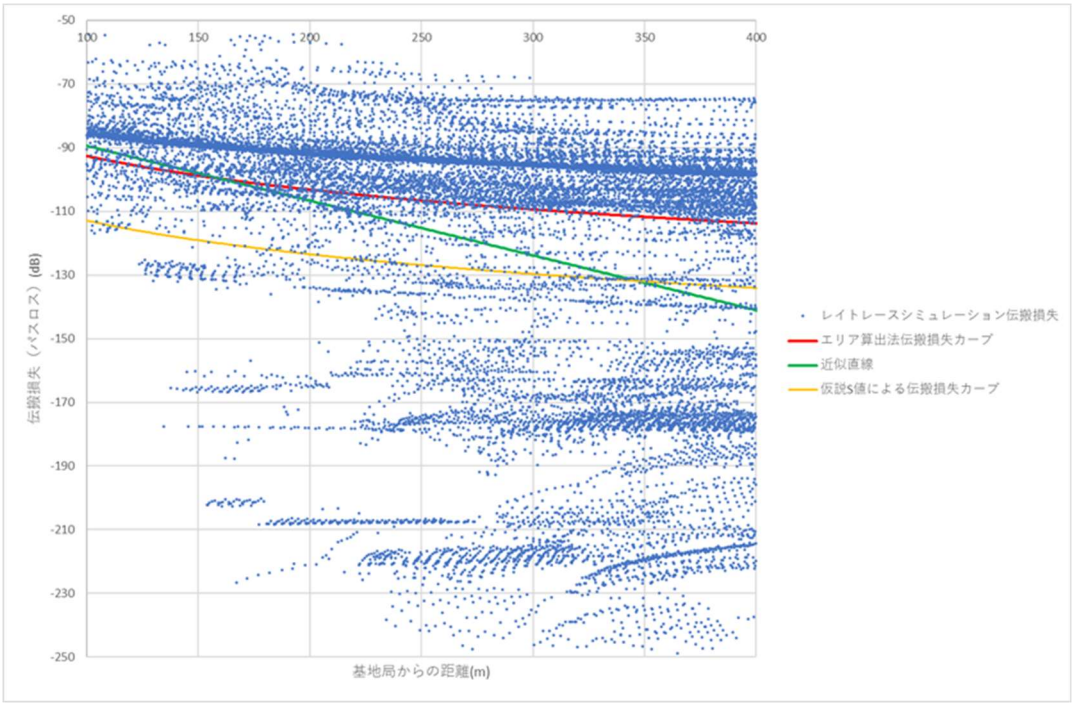


図 3.3.1-16　基地局 Site7　シミュレーション伝搬損失カーブ

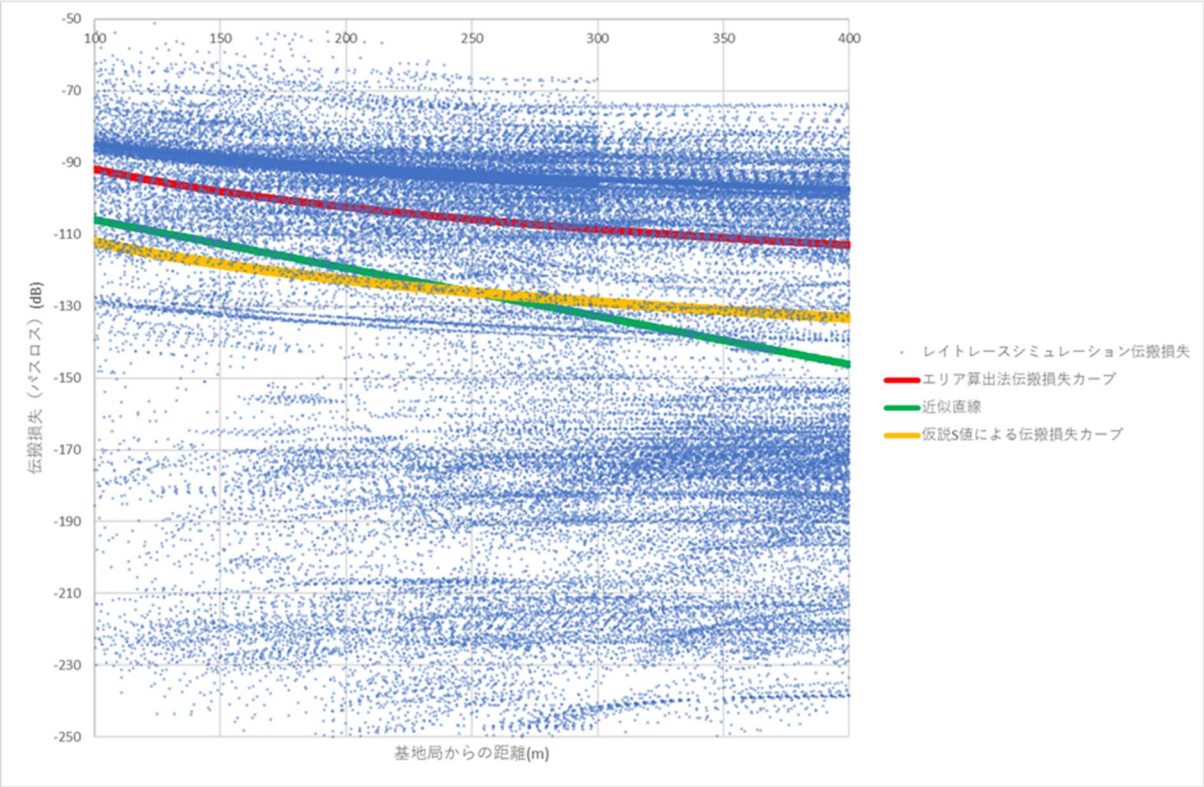


図 3.3.1-17　基地局 Site4～Site7 統合　シミュレーション伝搬損失カーブ

基地局からの距離が同じ地点であっても伝搬損失値にバラつきが生じていますが、これは各ポイントが LOS か NLOS かによる差異であり、NLOS の中でもその方位ごとの遮蔽物の種類や環境によって大きく伝搬損失が変わるためです。

エリア算出法伝搬損失カーブとシミュレーション伝搬損失カーブの差（ΔS）は S=32.5（開放地）との差分であるため仮説 S 値＝32.5-ΔS によって導出し、本実証の仮説 S 値=12.2 を導出しました。

仮説エリア図を以下の「図 3.3.1-18　基地局 Site4 仮説エリア図」～「図 3.3.1-21　基地局 Site7 仮説エリア図」のように作成しました。

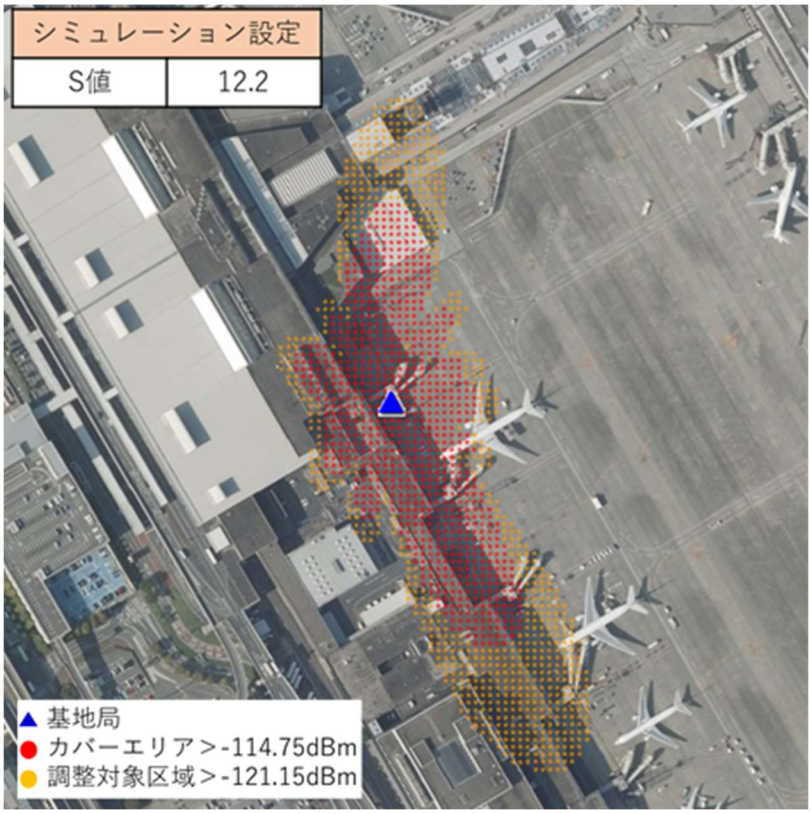


図 3.3.1-18　基地局 Site4 仮説エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

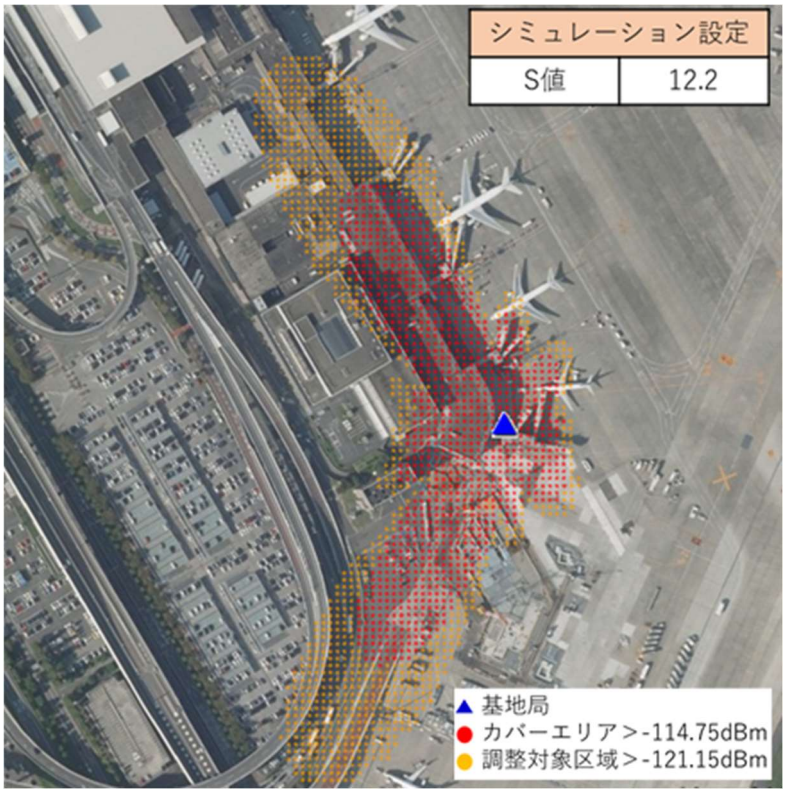


図 3.3.1-19　基地局 Site5 仮説エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

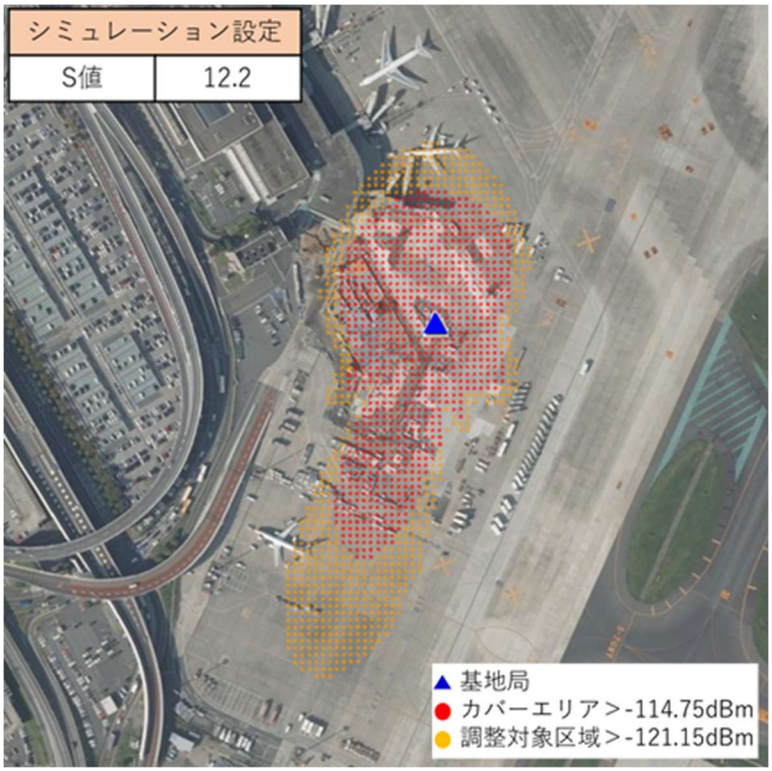


図 3.3.1-20　基地局 Site6 仮説エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

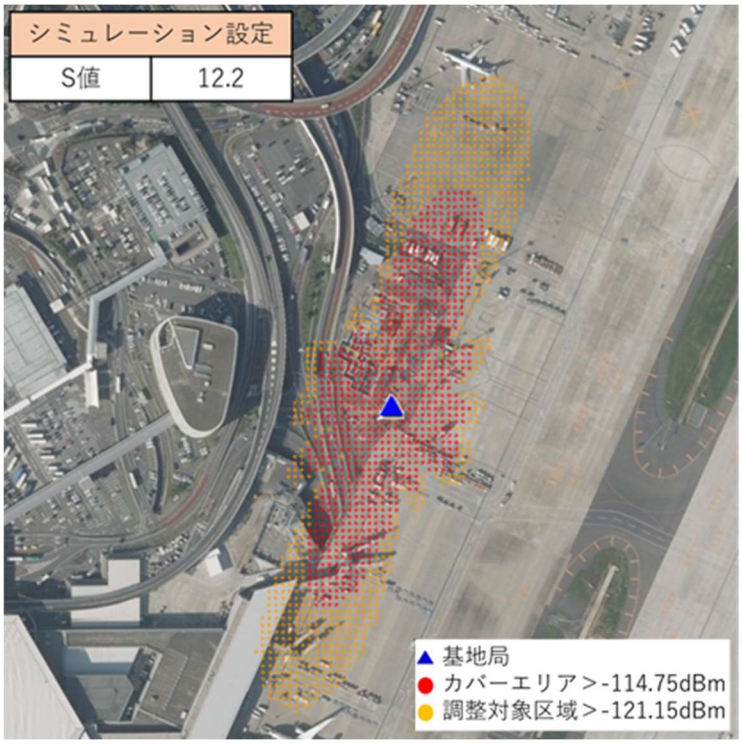


図 3.3.1-21　基地局 Site7 仮説エリア図
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

（3） 評価・検証項目

本実証での評価・検証項目は、以下の「表 3.3.1-3　評価・検証項目」の通りです。

表 3.3.1-3　評価・検証項目

項番	大項目	小項目
1	S の精緻化	・ 測定点における SS-RSRP シミュレーションと仮説 S 値の導出 ・ 測定点における SS-RSRP 実測値 ・ 基地局と測定点の位置関係（距離・高さ）の確認 ・ 測定点から基地局までの見通し・主な遮蔽物の確認 ・ 実測値からの S 値の算出 ・ 実測値から得られた S 値と仮説 S 値の比較と、差分の要因分析 ・ 空港環境における S 値の精緻化
2	マルチパス	・ 測定点における指向性アンテナでの SS-RSRP 実測値 ・ 基地局と測定点の位置関係（距離・高さ）の確認 ・ 測定点から基地局までの見通し・主な遮蔽物の確認

（4） 評価・検証方法

本実証では、精緻化に有効な測定点を多く確保するため、最初に実証環境において車両による走行測定による SS-RSRP ヒートマップを作成し定点測定位置を決定する手順としました。また、精緻化後の S で算出法エリア図を作成し実測結果と比較する他レイトレースシミュレーションと実測結果との比較も行い、その有効性について考察を行いました。

本実証の試験の手順は、S の精緻化が「表 3.3.1-4　S の精緻化の試験手順」、マルチパスが「表 3.3.1-5　マルチパスの試験手順」の通りです。

表 3.3.1-4　S の精緻化の試験手順

工程	実施内容	対応図表
1	【走行測定によるヒートマップを作成及び測定点の選定】 ・ 実証環境エリアにおいてSS-RSRPの走行測定を実施 ・ 走行測定の結果から実証環境エリアのSS-RSRPヒートマップを作成 ・ シミュレーション結果及びヒートマップから精緻化対象として複数のRU及び定点測定の測定点を選定 ・ 仮説エリア図内における基地局からの距離、方向が異なる30以上の測定点を選定 ・ 算出法エリア図と仮説エリア図のカバーエリア及び調整対象区域端における測定点を選定 ・ 複数の方位でのエリア算出法に定めるカバーエリア及び調整対象区域の閾値がそれぞれ実測される測定点を選定 ・ LOS、NLOSに考慮した測定点を選定 ・ その他精緻化に有効と思われる測定点を選定	図 3.3.1-22 図 3.3.1-24 ～ 図 3.3.1-40
2	【定点測定】 ➢ 測定内容 ・ SS-RSRPを測定 ・ エリア算出式の条件に倣い、測定器は空中線利得0dBi、給電線損失0dB、空中線地上高1.5mにて測定 ・ 測定器のアンテナは無指向性アンテナを使用 ※製品のメーカースペックは-130dBm相当が受信限界なります。（ケーブル損失：0.5[dB]、無指向性アンテナ利得：0.5[dBi]） ・ 定在波の影響を避けるため、1つの測定点において10λ（λ は波長 の範囲）で測定位置を動かしながら測定を実施 ・ 人体吸収損の影響を除去するため、測定中は作業者による人体遮蔽が発生しない措置を講ずる ・ 1つの測定点において1000サンプル以上取得 ・ 取得したサンプルから中央値、標準偏差、上位10%値、下位10%値を算出 ・ SS-RSRPの中央値から受信電力を算出 ➢ 資料作成(定点測定後) ・ 測定結果(SS-RSRP) ・ 試験系統図及び試験環境図等 ・ 試験機器一覧及び諸元	図 3.3.1-23

3	【分析及び考察】 ・ 定点測定の結果から、基地局からの距離に対する伝搬損失の特性カーブ(実測損失カーブ)を作成 ・ 実測結果の傾向によっては複数のカーブを作成 ・ 実測損失カーブから精緻化S値を算出 ・ 実測損失カーブとシミュレーション損失カーブ図を比較 ・ 精緻化後S値にてエリア算出法シミュレーションでのカバーエリア/調整対象区域図の作成(精緻化後エリア図) ・ 精緻化後エリア図と実測結果を比較し、差異について検証・考察	図 3.3.1-46 ～ 図 3.3.1-50

表 3.3.1-5　マルチパスの試験手順

工程	実施内容	対応図表
1	**【定点測定】** ・ 本実証の対象としている基地局4基ごとに異なる方向かつ見通し等電波伝搬の環境が異なる複数の測定点を選定 ・ 測定器の指向性アンテナを基地局設置位置に向けて、みなし直接波及び直接波以外の最大電力到来方向のSS-RSRPを測定 測定方法は以下の通り ① RU方向に指向性アンテナを向け、みなし直接波の測定 ② RU方向以外の360度方向に指向性アンテナの向きを変え、直接波以外で電力が大きい方向を探索 ・ 探索した直接波以外で電力が大きい方向を測定	図 3.3.1-41
2	**【分析考察】** ・ 測定点におけるRU方向からの直接波と直接波以外で電力が大きい到来方向による実測値を比較し、差分を分析	-

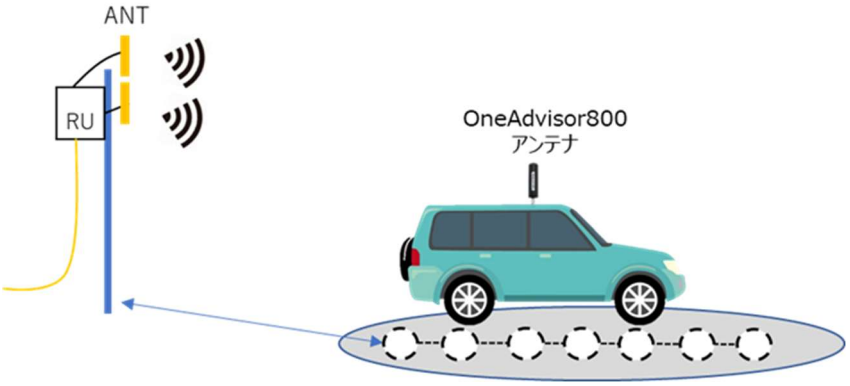


図 3.3.1-22　OneAdvisor800 を用いた走行測定イメージ

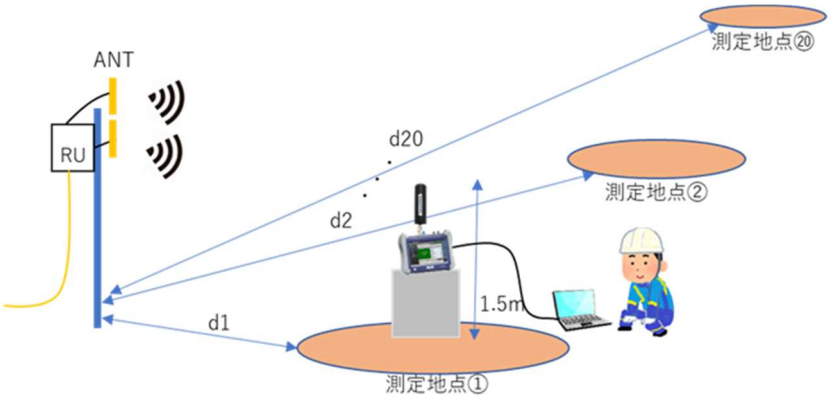


図 3.3.1-23　OneAdvisor800 を用いた定点測定イメージ

上記、「表 3.3.1-4　S の精緻化の試験手順」より、測定点の選定を行いました。

まず、測定点を確定させるため、実証環境エリアで走行測定を実施し、SS-RSRP ヒートマップを作成しました。

※制限エリアのため、車両走行路に限定的ではあるものの全方位測定を行い電波環境の確認を行いました。

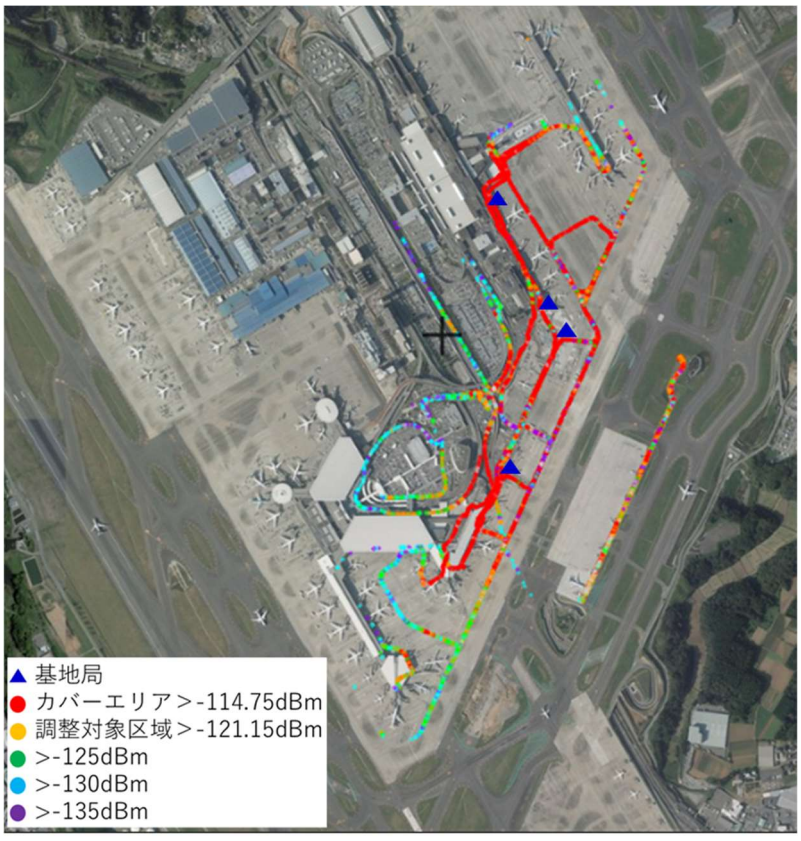


図 3.3.1-24　基地局 Site4-Site7 統合ヒートマップ
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

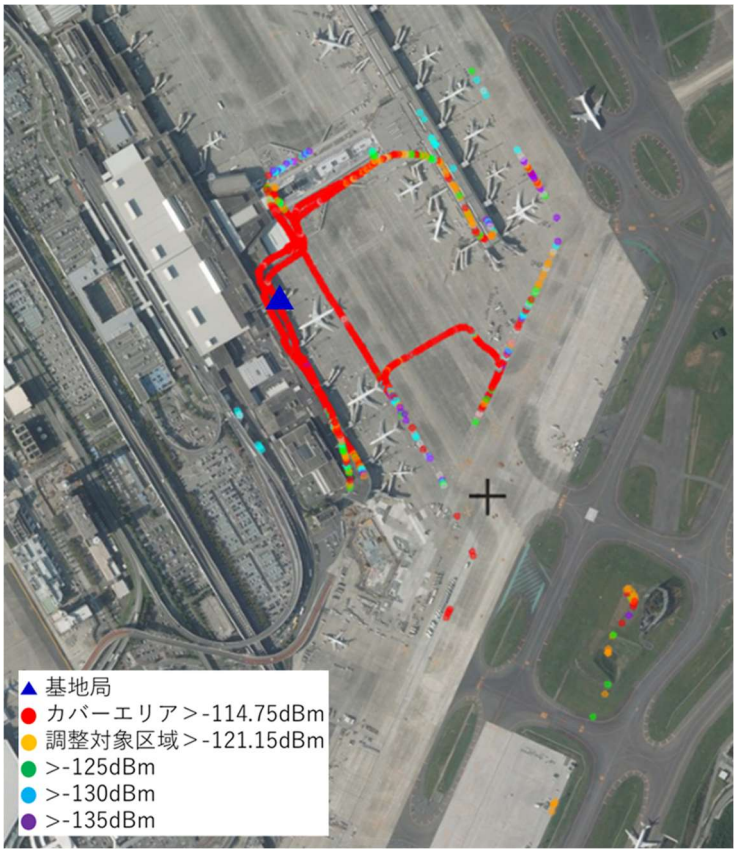


図 3.3.1-25　基地局 Site4 ヒートマップ
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

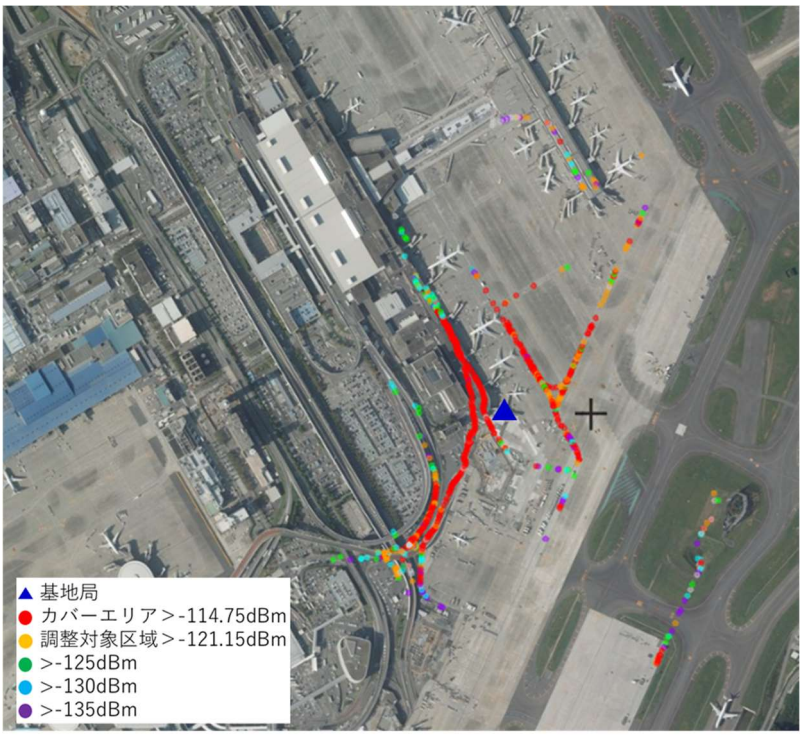


図 3.3.1-26　基地局 Site5 ヒートマップ
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

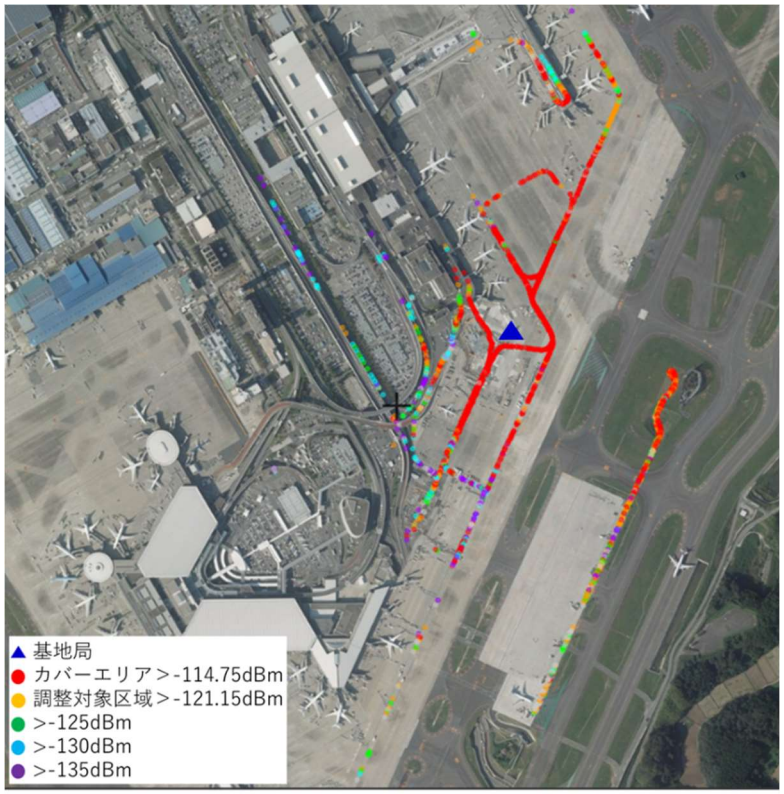


図 3.3.1-27　基地局 Site6 ヒートマップ
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

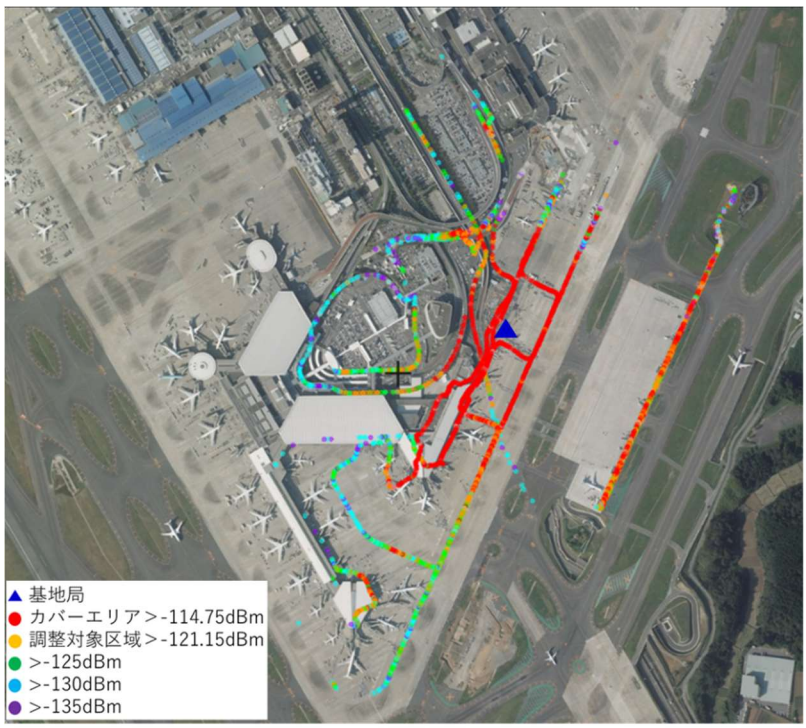


図 3.3.1-28　基地局 Site7 ヒートマップ
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

続いて、シミュレーション結果と SS-RSRP ヒートマップをもとに測定点を選定しました。基地局ごとに算出法エリア図上の指向方向を主に、カバーエリア端 8 ポイント、調整対象区域端 8 ポ

イント選定し、レイトレースシミュレーション結果より導出した S=12.2 を用いて作図した仮説エリア図上ではカバーエリア端 8 ポイント、調整対象区域端 8 ポイント選定しました。

※図中の測定ポイント内の数字は測定 ID を表します。

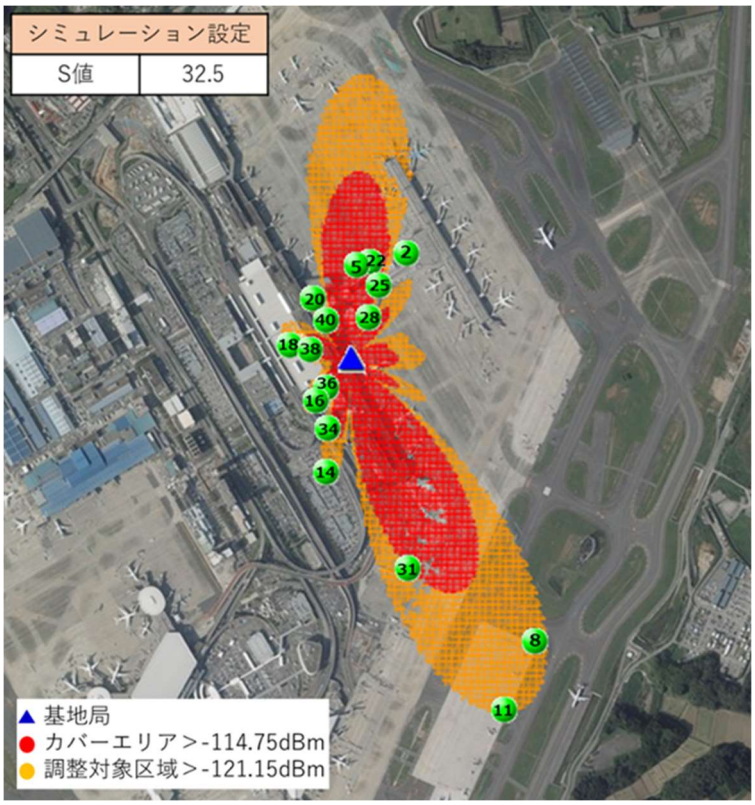


図 3.3.1-29　基地局 Site4 算出法エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
（国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成）

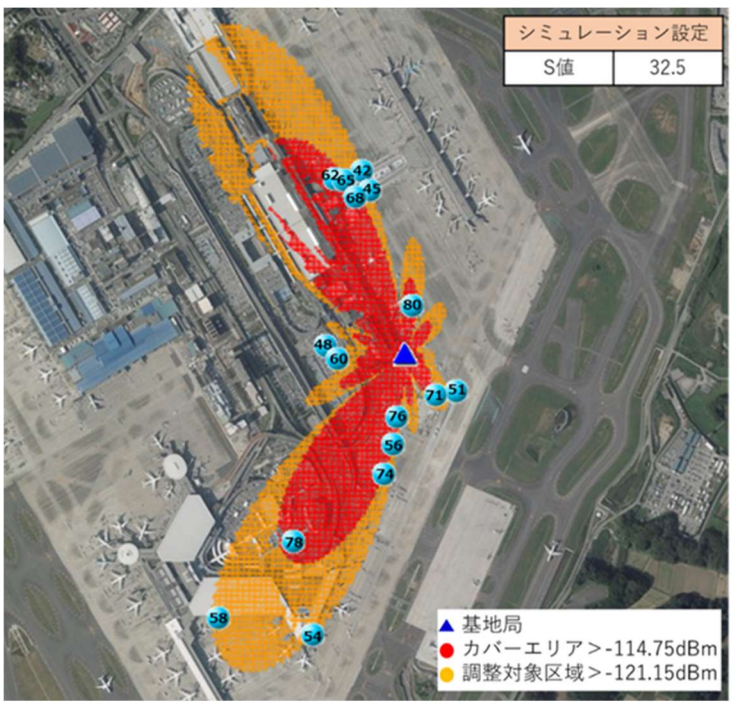


図 3.3.1-30　基地局 Site5 算出法エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成）

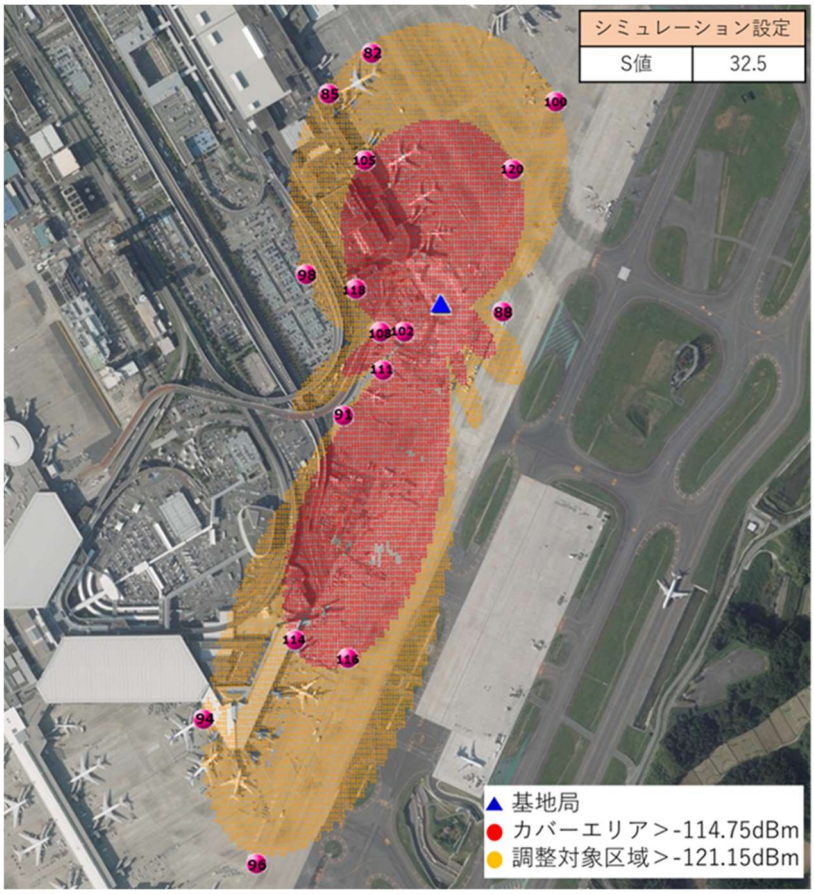


図 3.3.1-31　基地局 Site6 算出法エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

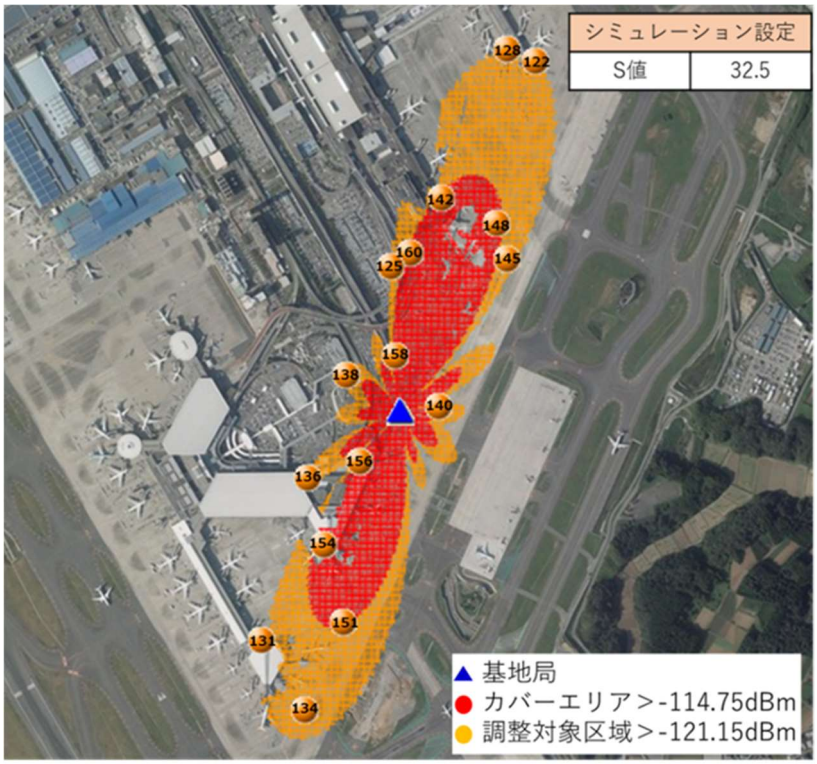


図 3.3.1-32　基地局 Site7 算出法エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

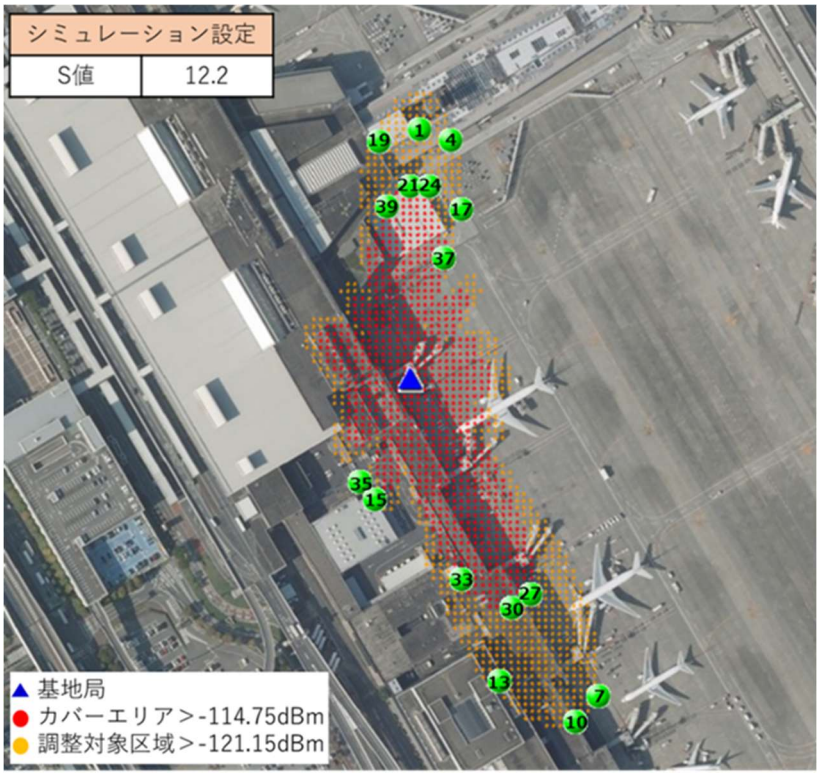


図 3.3.1-33　基地局 Site4 仮説エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

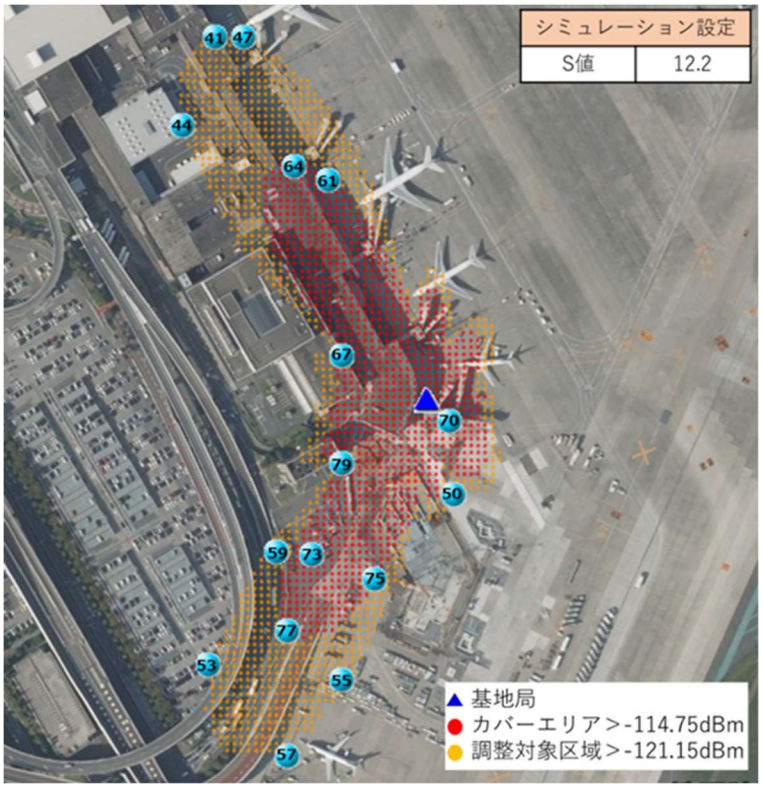


図 3.3.1-34　基地局 Site5 仮説エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

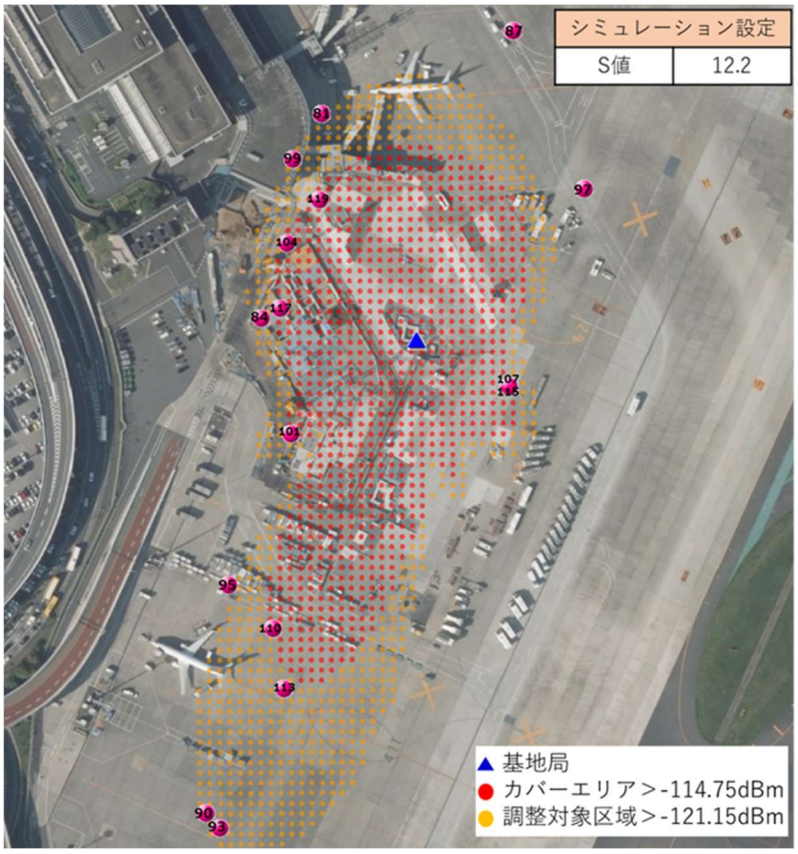


図 3.3.1-35　基地局 Site6 仮説エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

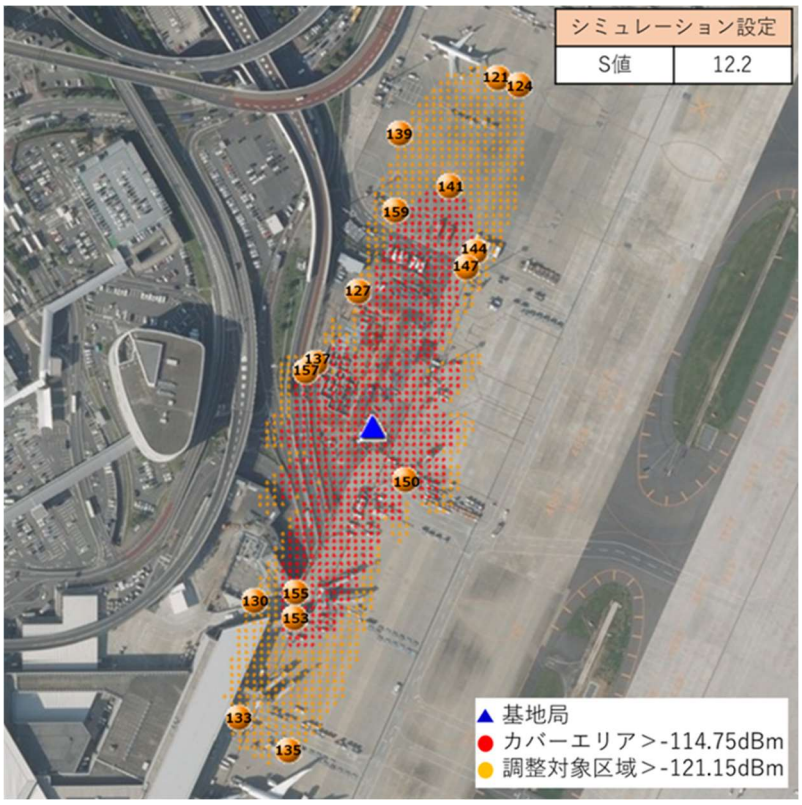


図 3.3.1-36　基地局 Site7 仮説エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

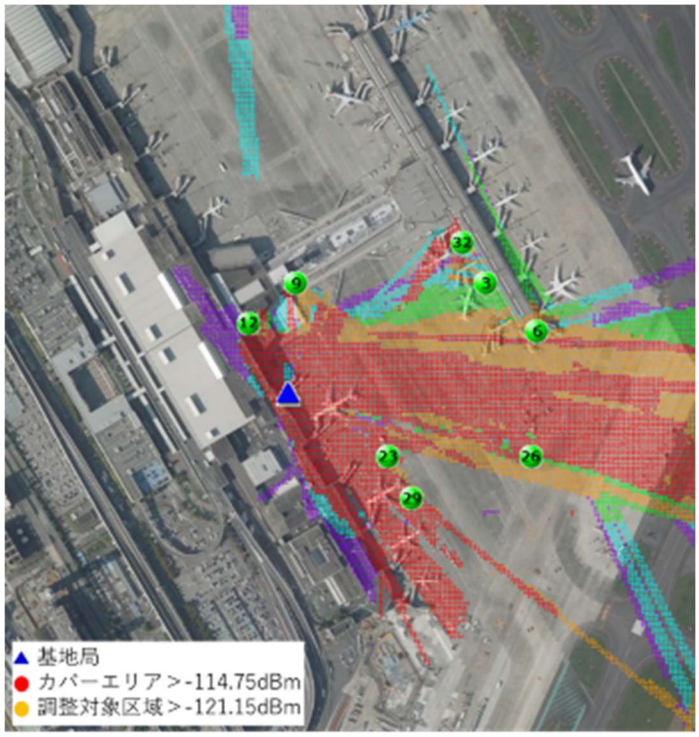


図 3.3.1-37　基地局 Site4 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

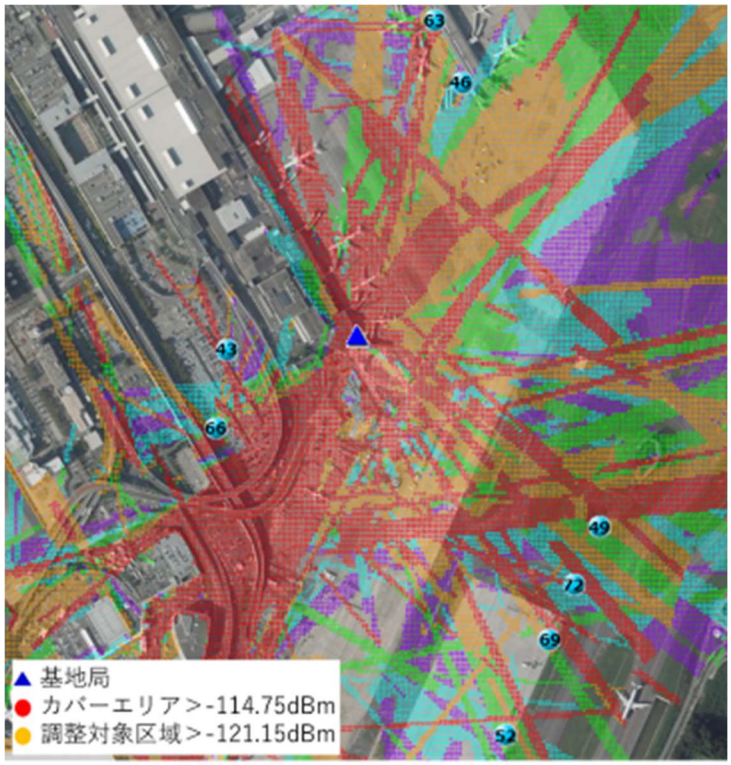


図 3.3.1-38　基地局 Site5 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

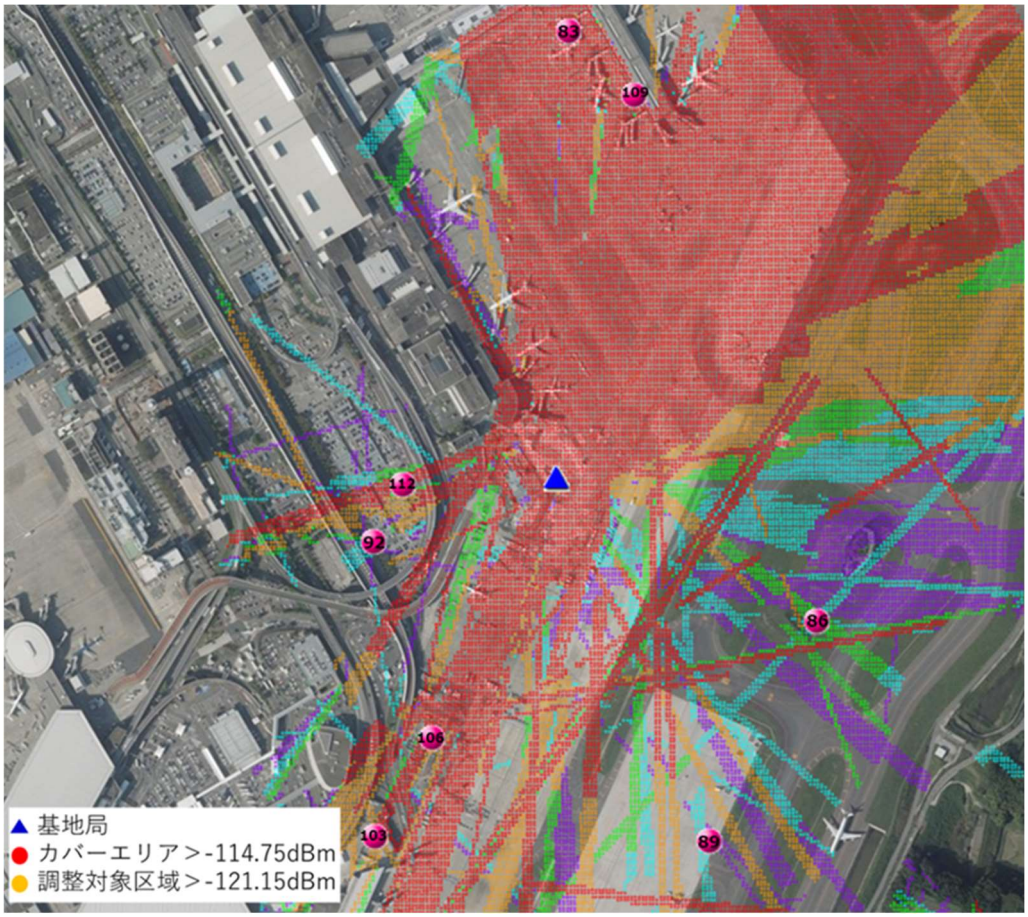


図 3.3.1-39　基地局 Site6 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

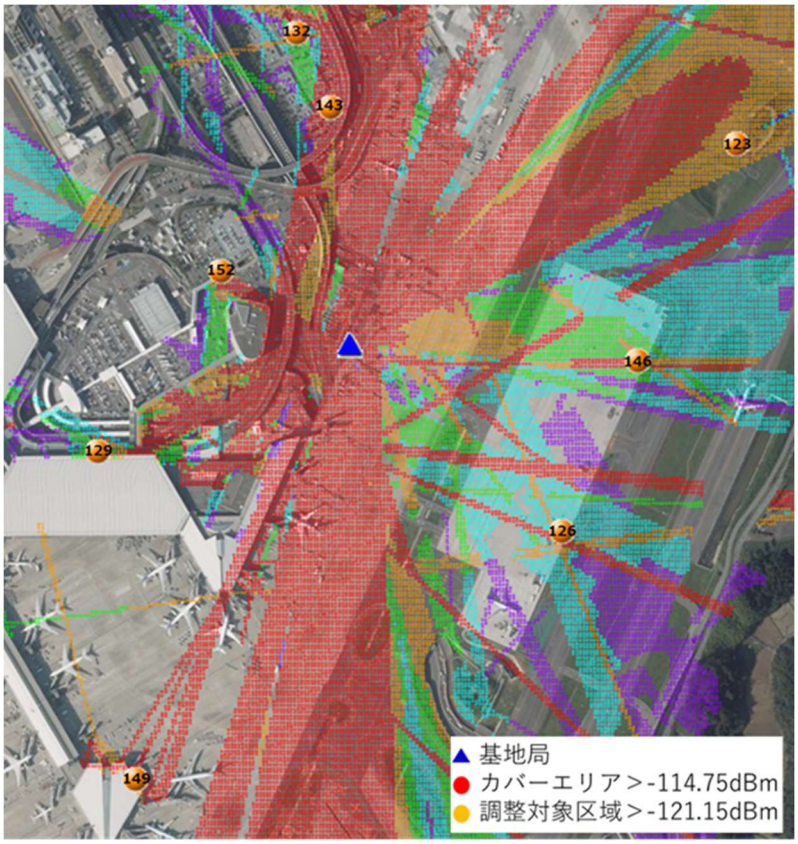


図 3.3.1-40　基地局 Site7 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

上記「図 3.3.1-29　基地局 Site4 算出法エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」～「図 3.3.1-40　基地局 Site7 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」で選定した測定点で実測値を測定しました。測定点では測定点情報として LOS/NLOS、基地局との水平・3D 距離、実測受信電力値を計測しエリア算出法で算出した受信電力と実測値の差分をまとめました。

「表 3.3.1-5　マルチパスの試験手順」に従い、マルチパス測定点の選定を行いました。基地局から異なる方向かつ見通し等電波伝搬の環境が異なる複数の測定点を選定しました。



図 3.3.1-41　マルチパス測定点
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

（5） 実証結果及び考察

1） S の精緻化

(4)評価・検証方法で定義した測定点「図 3.3.1-29　基地局 Site4 算出法エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」～「図 3.3.1-40　基地局 Site7 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」で定点測定を行いました。測定点では測定情報として LOS/NLOS、基地局との 3D・水平距離、実測 SS-RSRP 値を計測しエリア算出法で算出した SS-RSRP 値と実測値の差分をまとめました。

※下記の表の「測定不可」については測定器の受信限界値以下、又は電波が測定点まで届いていなかった場合となります。

表 3.3.1-6　算出法エリア図におけるカバーエリアでの閾値と各測定ポイントでの実測値の比較

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離[m]	基地局との水平距離[m]	エリア算出法での閾値 SS-RSRP (dBm)	実測値 SS-RSRP 中央値 (dBm)	差分 (dB)	実測値 σ	実測値 上位10% [dBm]	実測値 下位10% [dBm]	基地局番号
22	1	266.11	266.1	-102.9	-135.5	-32.6	6.9	-121.0	-144.0	4
25	0	210.25	210.2	-105.0	-94.1	10.9	8.6	-90.8	-100.5	4
28	0	123.44	123.4	-100.3	-93.7	6.6	7.5	-90.8	-102.2	4
31	1	570.53	570.5	-112.1	測定不可	-	-	-	-	4
34	1	188.98	189.0	-114.2	-127.2	-13.0	2.8	-125.5	-130.1	4
36	1	94.82	94.8	-109.4	-126.5	-17.1	3.3	-122.6	-131.7	4
38	1	109.37	109.3	-117.6	-115.3	2.3	5.5	-111.7	-122.3	4
40	1	123.83	123.8	-114.1	-106.1	8.0	5.8	-100.4	-111.2	4
62	1	567.32	567.3	-109.4	測定不可	-	-	-	-	5
65	1	552.22	552.2	-110.1	測定不可	-	-	-	-	5
68	0	495.86	495.9	-110.1	-123.4	-13.3	5.7	-117.1	-134.6	5
71	1	149.53	149.5	-114.3	-117.0	-2.7	3.0	-113.0	-122.0	5
74	1	361.34	361.3	-114.2	測定不可	-	-	-	-	5
76	1	186.34	186.3	-106.6	測定不可	-	-	-	-	5
78	1	649.60	649.6	-104.7	測定不可	-	-	-	-	5
80	0	150.58	150.6	-106.2	-105.9	0.3	5.3	-103.3	-112.4	5
102	1	76.21	76.2	-97.3	測定不可	-	-	-	-	6
105	1	279.53	279.5	-111.6	測定不可	-	-	-	-	6
108	1	113.04	113.0	-107.3	-110.5	-3.2	4.7	-104.6	-118.0	6
111	1	149.73	149.7	-103.0	-112.7	-9.7	5.2	-109.1	-116.3	6
114	1	625.80	625.8	-113.6	測定不可	-	-	-	-	6
116	1	625.83	625.8	-113.5	-111.2	2.3	16.4	-108.0	-146.0	6
118	1	146.82	146.8	-113.0	-131.4	-18.4	8.8	-124.0	-151.0	6
120	0	263.17	263.2	-111.5	-106.1	5.4	6.4	-101.0	-111.9	6
142	1	567.19	567.2	-110.3	測定不可	-	-	-	-	7
145	1	484.37	484.4	-111.5	-136.8	-25.3	2.3	-134.0	-139.0	7
148	0	551.01	551.0	-109.1	測定不可	-	-	-	-	7
151	1	564.95	564.9	-113.9	-121.3	-7.4	5.1	-114.5	-127.7	7
154	1	398.70	398.7	-109.3	-109.6	-0.3	5.6	-106.1	-116.6	7
156	1	166.47	166.5	-106.4	-102.3	4.1	8.2	-94.5	-108.9	7
158	1	149.29	149.3	-112.1	-109.5	2.6	6.5	-104.2	-117.1	7
160	1	414.58	414.6	-110.5	-122.6	-12.1	5.6	-119.4	-129.3	7

表 3.3.1-7　算出法エリア図における調整対象区域での閾値と各測定ポイントでの実測値の比較

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離[m]	基地局との水平距離[m]	エリア算出法での閾値 SS-RSRP (dBm)	実測値 SS-RSRP 中央値 (dBm)	差分 (dB)	実測値 σ	実測値 上位10% [dBm]	実測値 下位10% [dBm]	基地局番号
2	1	321.06	321.1	-123.6	測定不可	-	-	-	-	4
5	1	252.88	252.9	-101.5	-132.5	-31.0	7.7	-115.4	-142.5	4
8	1	891.20	891.2	-120.3	測定不可	-	-	-	-	4
11	1	1011.83	1011.8	-122.6	測定不可	-	-	-	-	4
14	1	303.45	303.4	-120.5	測定不可	-	-	-	-	4
16	1	140.02	140.0	-115.5	-122.0	-6.5	4.5	-117.8	-128.5	4
18	1	167.03	167.0	-123.8	-124.0	-0.2	4.3	-119.7	-131.1	4
20	1	190.97	191.0	-120.9	-120.1	0.8	4.8	-112.6	-123.7	4
42	1	562.31	562.3	-114.6	測定不可	-	-	-	-	5
45	1	504.15	504.1	-115.5	測定不可	-	-	-	-	5
48	1	236.29	236.3	-126.7	-124.0	2.7	2.6	-121.8	-128.7	5
51	1	187.71	187.7	-121.5	-126.3	-4.8	7.3	-107.0	-135.2	5
54	1	877.03	877.0	-120.8	測定不可	-	-	-	-	5
56	1	267.05	267.0	-112.3	測定不可	-	-	-	-	5
58	1	962.13	962.1	-120.4	測定不可	-	-	-	-	5
60	1	201.57	201.6	-119.7	測定不可	-	-	-	-	5
82	1	446.26	446.3	-117.7	測定不可	-	-	-	-	6
85	1	409.15	409.1	-116.9	測定不可	-	-	-	-	6
88	0	108.01	108.0	-120.8	-101.7	19.1	6.5	-98.6	-107.8	6
91	1	252.44	252.4	-111.2	-130.1	-18.9	8.9	-117.8	-144.2	6
94	1	817.94	817.9	-119.9	測定不可	-	-	-	-	6
96	1	1006.57	1006.6	-122.0	-125.1	-3.1	6.0	-122.8	-139.5	6
98	1	236.08	236.1	-120.7	-127.2	-6.5	2.4	-124.6	-130.9	6
100	1	400.99	401.0	-118.1	-106.6	11.5	5.9	-103.7	-113.2	6
122	1	978.34	978.3	-116.1	測定不可	-	-	-	-	7
125	1	381.30	381.3	-122.3	-121.5	0.8	10.5	-115.8	-146.8	7
128	1	982.78	982.8	-116.9	測定不可	-	-	-	-	7
131	1	690.95	690.9	-118.9	-120.2	-1.3	4.6	-118.7	-129.6	7
134	1	810.80	810.8	-122.3	-126.7	-4.4	4.0	-122.6	-132.2	7
136	1	296.52	296.5	-120.7	-124.5	-3.8	3.5	-121.5	-130.5	7
138	1	172.48	172.4	-113.2	-124.7	-11.5	3.4	-122.7	-131.0	7
140	0	100.65	100.6	-112.5	-101.3	11.2	7.2	-97.8	-110.0	7

続いて仮説エリア図「図 3.3.1-33　基地局 Site4 仮説エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」～「図 3.3.1-36　基地局 Site7 仮説エリア図におけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」におけるカバーエリア/調整対象区域端での実測結果を以下に示します。

表 3.3.1-8　仮説エリア図におけるカバーエリアでの閾値と各測定ポイントでの実測値の比較

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離[m]	基地局との水平距離[m]	エリア算出法での閾値 SS-RSRP (dBm)	実測値 SS-RSRP 中央値 (dBm)	差分 (dB)	実測値 σ	実測値 上位10% [dBm]	実測値 下位10% [dBm]	基地局番号
21	0	137.72	137.7	-92.8	-80.9	11.9	9.8	-78.8	-88.0	4
24	0	138.72	138.7	-92.2	-88.5	3.7	8.8	-83.5	-96.4	4
27	1	175.75	175.7	-91.7	-107.1	-15.4	5.1	-97.8	-114.9	4
30	0	178.71	178.7	-91.9	-88.7	3.2	9.2	-84.5	-97.7	4
33	1	147.12	147.1	-91.6	-109.8	-18.2	6.1	-104.6	-117.1	4
35	1	80.86	80.8	-114.7	-110.4	4.3	6.1	-107.1	-117.4	4
37	0	90.18	90.1	-88.3	-92.0	-3.7	8.7	-87.9	-103.3	4
39	1	124.26	124.2	-95.7	-99.3	-3.6	9.7	-91.0	-110.8	4
61	0	171.52	171.5	-89.7	-98.0	-8.3	8.5	-90.7	-109.8	5
64	1	191.32	191.3	-90.8	-111.7	-20.9	6.3	-99.8	-119.9	5
67	1	67.23	67.2	-103.3	測定不可	-	-	-	-	5
70	1	22.90	22.8	-92.9	-91.9	1.0	8.7	-86.1	-101.0	5
73	1	134.40	134.4	-87.5	-120.1	-32.6	4.8	-109.5	-126.8	5
75	1	130.68	130.7	-90.4	-102.5	-12.1	5.2	-98.2	-106.1	5
77	0	189.63	189.6	-91.8	-99.1	-7.3	6.0	-96.6	-102.1	5
79	1	73.08	73.1	-97.7	-105.3	-7.6	5.8	-101.3	-113.1	5
101	1	76.42	76.4	-97.0	-118.5	-21.5	4.8	-115.2	-124.4	6
104	0	79.44	79.4	-96.7	-126.3	-29.6	5.9	-119.7	-138.3	6
107	0	50.64	50.6	-101.5	-87.8	13.7	9.4	-84.1	-96.2	6
110	1	157.27	157.3	-90.4	-101.3	-10.9	6.8	-96.9	-107.0	6
113	0	182.00	182.0	-92.0	-93.8	-1.8	10.0	-87.9	-106.7	6
115	0	50.64	50.6	-101.5	-87.8	13.7	9.4	-84.1	-96.2	6
117	1	68.93	68.9	-100.0	-124.7	-24.7	6.3	-112.7	-136.2	6
119	0	84.08	84.0	-93.8	-102.9	-9.1	5.5	-93.4	-108.8	6
141	0	172.04	172.0	-90.0	-94.0	-4.0	10.6	-92.7	-115.9	7
144	1	138.25	138.2	-89.7	-103.0	-13.3	4.6	-100.9	-107.1	7
147	1	126.25	126.2	-88.6	-109.3	-20.7	6.0	-103.2	-115.5	7
150	0	42.05	42.0	-104.9	-96.0	8.9	8.3	-92.6	-104.1	7
153	1	139.23	139.2	-89.9	-98.4	-8.5	8.9	-88.3	-105.8	7
155	1	122.98	123.0	-88.8	-90.8	-2.0	9.3	-83.1	-102.1	7
157	1	59.34	59.2	-98.5	-108.6	-10.1	6.1	-104.4	-112.8	7
159	1	148.64	148.6	-92.2	-96.5	-4.3	7.6	-93.7	-103.0	7

表 3.3.1-9　仮説エリア図における調整対象区域での閾値と各測定ポイントでの実測値の比較

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離 [m]	基地局との水平距離[m]	エリア算出法での閾値 SS-RSRP (dBm)	実測値 SS-RSRP 中央値 (dBm)	差分 (dB)	実測値 σ	実測値 上位10% [dBm]	実測値 下位10% [dBm]	基地局番号
1	1	178.59	178.6	-96.7	-125.7	-29.0	13.5	-101.6	-136.7	4
4	0	173.43	173.4	-96.1	-86.5	9.6	9.5	-81.6	-91.3	4
7	1	262.82	262.8	-98.0	-123.2	-25.2	6.9	-102.8	-129.7	4
10	1	271.03	271.0	-98.3	-139.7	-41.4	6.3	-124.5	-150.9	4
13	1	223.79	223.8	-96.4	-125.5	-29.1	4.4	-122.5	-132.9	4
15	1	89.24	89.2	-100.9	-116.6	-15.7	4.9	-111.6	-121.2	4
17	0	127.16	127.1	-94.6	-92.7	1.9	7.5	-90.6	-101.5	4
19	1	170.50	170.5	-100.6	-106.2	-5.6	10.8	-100.1	-129.8	4
41	1	298.21	298.2	-97.6	-133.1	-35.5	4.8	-127.2	-143.2	5
44	1	261.05	261.0	-98.6	-138.3	-39.7	9.2	-114.8	-149.7	5
47	1	289.57	289.6	-97.0	-126.5	-29.5	4.0	-124.0	-135.0	5
50	1	68.77	68.7	-111.6	-114.0	-2.4	5.1	-101.4	-120.5	5
53	1	241.93	241.9	-97.4	-120.9	-23.5	3.8	-116.9	-125.8	5
55	1	206.23	206.2	-97.2	-114.6	-17.4	5.1	-111.7	-123.7	5
57	0	269.33	269.3	-98.3	-99.8	-1.5	6.8	-95.3	-105.7	5
59	1	149.81	149.8	-94.9	-117.3	-22.4	4.8	-114.3	-125.8	5
81	1	120.75	120.7	-97.8	-124.7	-26.9	7.8	-120.0	-142.0	6
84	1	77.02	77.0	-103.0	-132.0	-29.0	8.9	-111.2	-142.4	6
87	0	158.79	158.8	-101.9	-91.8	10.1	8.4	-86.6	-100.6	6
90	0	252.96	253.0	-97.6	-88.4	9.2	9.2	-84.4	-94.3	6
93	0	256.96	257.0	-97.8	-102.6	-4.8	16.1	-89.1	-132.1	6
95	1	150.70	150.7	-96.9	-111.6	-14.7	6.0	-108.4	-120.1	6
97	0	111.34	111.3	-103.6	-102.3	1.3	9.7	-95.5	-121.9	6
99	0	107.64	107.6	-97.5	-123.4	-25.9	4.0	-116.2	-129.6	6
121	0	252.54	252.5	-95.8	-115.9	-20.1	9.7	-98.2	-129.7	7
124	0	253.62	253.6	-96.6	-112.9	-16.3	4.8	-100.7	-119.3	7
127	1	93.26	93.2	-106.0	-107.3	-1.3	7.1	-100.4	-113.2	7
130	1	142.33	142.3	-96.1	-98.8	-2.7	6.8	-96.2	-102.1	7
133	1	216.09	216.1	-97.4	-97.9	-0.5	8.8	-91.0	-107.7	7
135	1	225.86	225.9	-98.5	-109.8	-11.3	6.1	-102.5	-115.8	7
137	1	58.86	58.8	-100.2	-113.5	-13.3	4.7	-110.7	-119.2	7
139	1	200.40	200.4	-97.3	-111.1	-13.8	6.3	-105.7	-120.1	7

続いてレイトレースシミュレーション図「図 3.3.1-37　基地局 Site4 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」～「図 3.3.1-40　基地局 Site7 レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアおよび調整対象区域と測定ポイント」におけるカバーエリア/調整対象区域端での実測結果を以下に示します。

表 3.3.1-10　レイトレースシミュレーションにおけるカバーエリアでの閾値と各測定ポイントでの実測値の比較

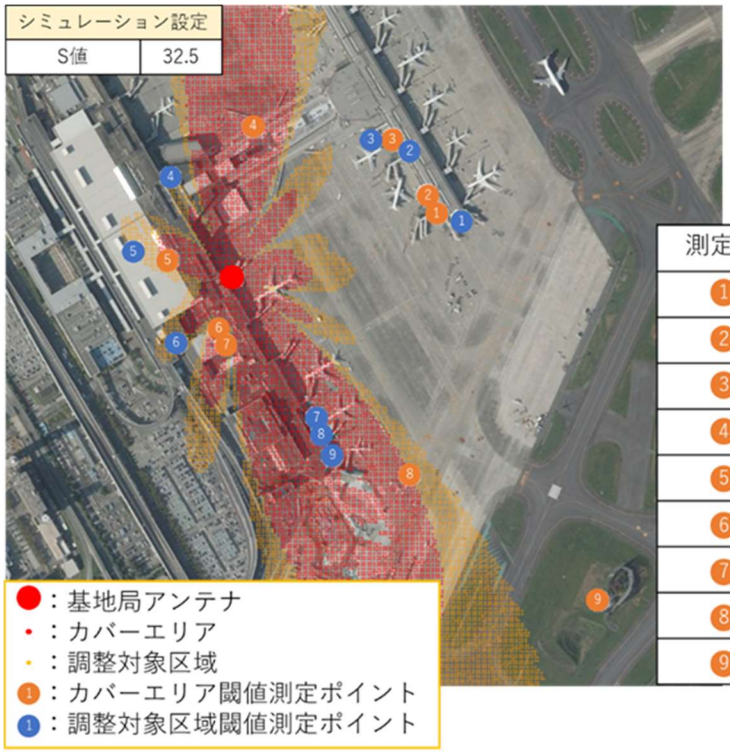
測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離[m]	基地局との水平距離[m]	エリア算出法での閾値 SS-RSRP (dBm)	実測値 SS-RSRP 中央値 (dBm)	差分 (dB)	実測値 σ	実測値 上位10% [dBm]	実測値 下位10% [dBm]	基地局番号
23	0	175.48	175.5	-116.7	-98.6	18.1	6.3	-95.6	-104.3	4
26	0	374.37	374.4	-145.3	-101.9	43.4	14.1	-94.6	-132.9	4
29	0	241.51	241.5	-115.6	-106.9	8.7	9.1	-103.6	-130.6	4
32	0	342.25	342.2	-129.7	-114.8	14.9	5.0	-111.1	-121.1	4
63	0	523.39	523.4	-128.7	-121.0	7.7	7.0	-116.9	-139.2	5
66	1	268.93	268.9	-128.4	-122.0	6.4	2.6	-119.7	-127.4	5
69	1	576.84	576.8	-136.6	-136.6	0.0	9.0	-114.6	-145.7	5
72	1	530.45	530.5	-136.4	-119.2	17.2	7.5	-116.8	-137.2	5
103	1	556.28	556.3	-113.1	測定不可	-	-	-	-	6
106	1	398.68	398.7	-105.6	-136.4	-30.8	3.3	-132.0	-142.0	6
109	1	543.58	543.6	-119.7	-130.6	-10.9	10.7	-111.6	-141.7	6
112	1	212.06	212.1	-122.3	-125.2	-2.9	3.2	-122.4	-128.0	6
143	1	341.50	341.5	-123.4	-122.3	1.1	7.6	-119.3	-141.9	7
146	0	414.09	414.1	-133.1	-105.9	27.2	6.0	-103.6	-113.1	7
149	1	690.10	690.1	-116.8	-109.5	7.3	5.3	-105.7	-115.3	7
152	1	213.54	213.5	-117.2	-129.6	-12.4	2.3	-127.3	-133.3	7

表 3.3.1-11　レイトレースシミュレーションにおける調整対象区域での閾値と各測定ポイントでの実測値の比較

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離[m]	基地局との水平距離[m]	エリア算出法での閾値 SS-RSRP (dBm)	実測値 SS-RSRP 中央値 (dBm)	差分 (dB)	実測値 σ	実測値 上位10% [dBm]	実測値 下位10% [dBm]	基地局番号
3	0	336.37	336.4	-135.8	-109.1	26.7	4.9	-106.5	-119.3	4
6	0	380.20	380.2	-130.9	-118.6	12.3	4.5	-107.9	-122.6	4
9	0	164.93	164.9	-94.9	-100.6	-5.7	8.9	-96.4	-119.3	4
12	1	120.29	120.3	-113.6	-104.1	9.5	6.1	-99.5	-109.9	4
43	1	209.85	209.8	-119.6	-124.4	-4.8	3.1	-121.6	-128.3	5
46	0	442.34	442.3	-141.6	-118.5	23.1	7.1	-107.7	-128.1	5
49	0	496.95	496.9	-131.0	-123.0	8.0	11.5	-107.6	-137.5	5
52	1	683.06	683.1	-152.2	-138.1	14.1	6.3	-134.0	-155.0	5
83	1	622.95	623.0	-121.3	-115.4	5.9	6.5	-109.7	-124.7	6
86	0	413.73	413.7	-129.7	-107.7	22.0	6.2	-105.8	-111.6	6
89	0	546.24	546.2	-139.6	-115.2	24.4	9.9	-111.2	-139.7	6
92	1	268.32	268.3	-128.1	-127.5	0.6	2.6	-125.6	-132.6	6
123	0	625.18	625.2	-132.7	-123.7	9.0	9.0	-116.0	-141.6	7
126	0	403.44	403.4	-133.4	-114.0	19.4	4.8	-109.5	-118.5	7
129	1	391.74	391.7	-131.7	-129.5	2.2	2.5	-126.7	-132.9	7
132	1	452.90	452.9	-137.7	-124.4	13.3	9.8	-120.1	-147.8	7

続いて基地局ごとでカバーエリア/調整対象区域の閾値が実測された地点の実測結果と、基地局からの距離について以下の「図 3.3.1-42　基地局 Site4 カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離」～「図 3.3.1-45　基地局 Site7 カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離」に示します。

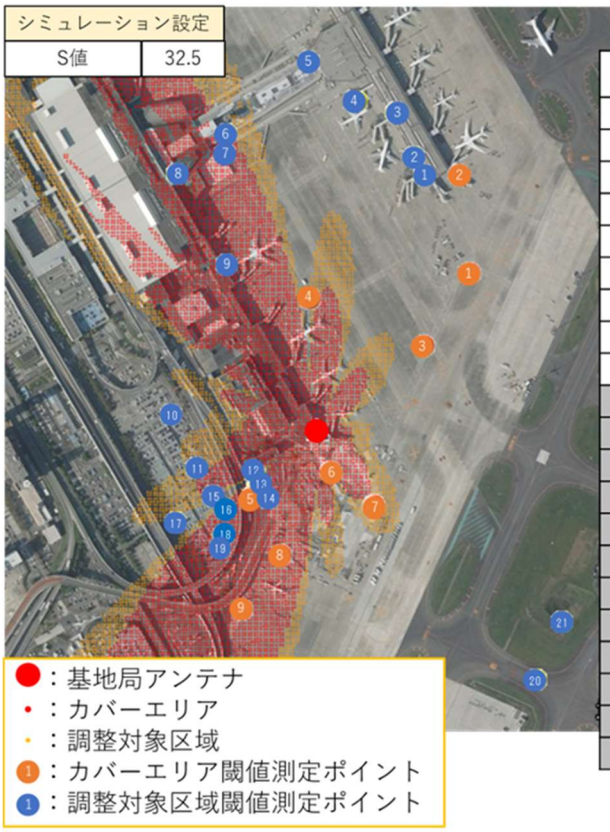
※制限エリア内のため、閾値実測地点を自由に探し回ることが困難です。そのため、レイトレースシミュレーションでのカバーエリア/調整対象区域端における測定ポイントも増やし、より多くの測定ポイントで測定することで複数の閾値実測ポイントを得ました。



アンテナ（Site4）～測定点距離

測定点	距離[m]	測定点	距離[m]
1	347.11	1	380.19
2	341.40	2	351.46
3	342.24	3	316.17
4	245.04	4	190.95
5	109.34	5	167.01
6	89.21	6	140.00
7	109.08	7	262.81
8	428.71	8	291.20
9	789.78	9	330.13

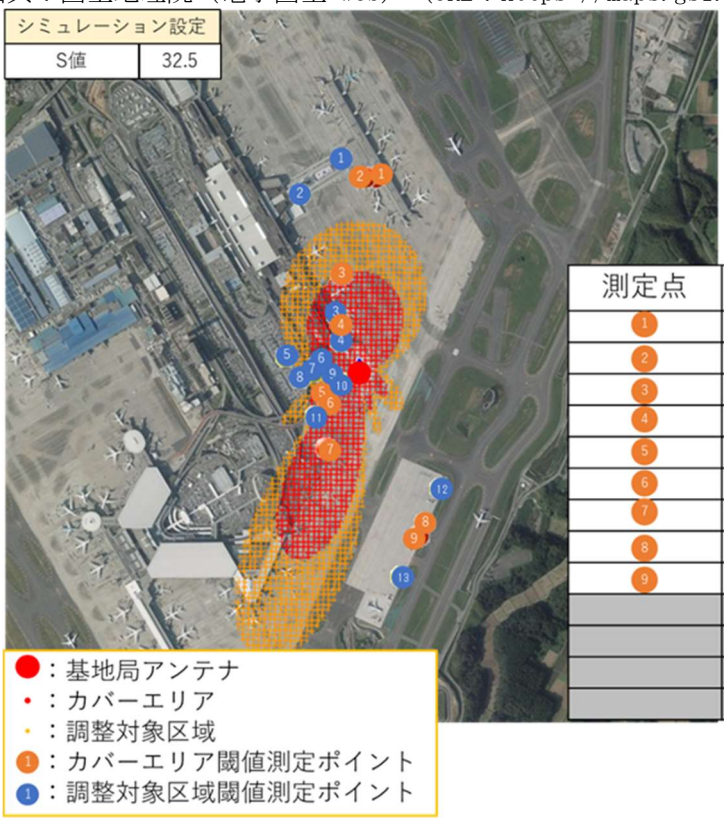
図 3.3.1-42　基地局 Site4 カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成



アンテナ（Site5）～測定点距離

測定点	距離[m]	測定点	距離[m]
1	351.50	1	442.34
2	466.72	2	463.36
3	218.71	3	523.38
4	210.86	4	530.77
5	149.81	5	589.93
6	68.73	6	495.85
7	149.52	7	466.19
8	206.21	8	467.59
9	310.06	9	302.83
		10	236.29
		11	206.98
		12	119.88
		13	133.30
		14	134.38
		15	195.06
		16	193.72
		17	268.92
		18	223.26
		19	241.92
		20	530.45
		21	496.92

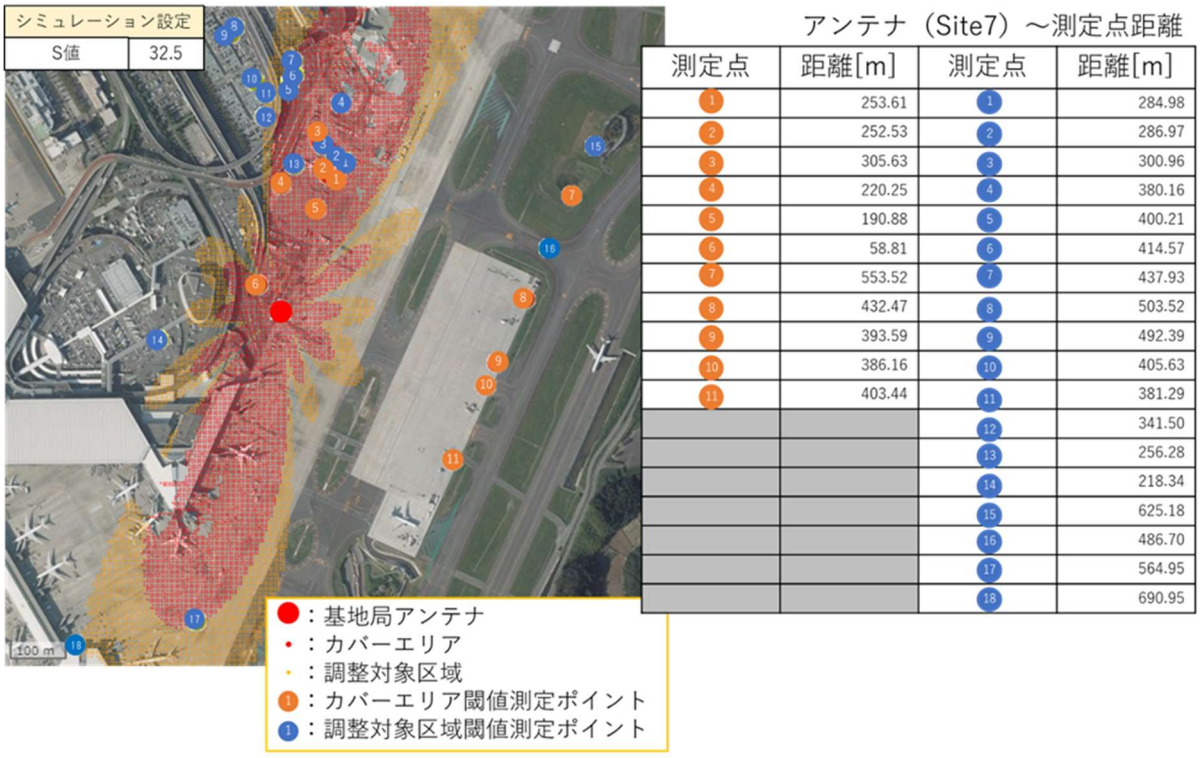
図 3.3.1-43　基地局 Site5 カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成出典：



アンテナ（Site6）～測定点距離

測定点	距離[m]	測定点	距離[m]
1	625.73	1	688.19
2	622.95	2	601.27
3	311.84	3	188.76
4	159.79	4	107.62
5	146.22	5	241.95
6	149.72	6	142.31
7	281.57	7	152.12
8	546.24	8	195.90
9	577.14	9	87.47
		10	76.39
		11	211.44
		12	471.32
		13	688.41

図 3.3.1-44　基地局 Site6 カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成



アンテナ（Site7）～測定点距離

測定点	距離[m]	測定点	距離[m]
1	253.61	1	284.98
2	252.53	2	286.97
3	305.63	3	300.96
4	220.25	4	380.16
5	190.88	5	400.21
6	58.81	6	414.57
7	553.52	7	437.93
8	432.47	8	503.52
9	393.59	9	492.39
10	386.16	10	405.63
11	403.44	11	381.29
		12	341.50
		13	256.28
		14	218.34
		15	625.18
		16	486.70
		17	564.95
		18	690.95

図 3.3.1-45　基地局 Site7 カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

表 3.3.1-12　基地局 Site4 カバーエリアの閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	1	347.12	347.11	-117.37	6.81	-110.32	-130.57
2	0	341.41	341.4	-112.19	5.26	-109.32	-116.75
3	0	342.25	342.24	-114.79	4.99	-111.07	-121.14
4	1	245.06	245.04	-116.06	10.89	-110.94	-141.69
5	1	109.38	109.34	-115.25	5.48	-111.67	-122.34
6	1	89.25	89.21	-116.65	4.93	-111.60	-121.20
7	1	109.12	109.08	-114.93	5.08	-110.83	-119.43
8	1	428.72	428.71	-117.56	12.30	-95.40	-125.67
9	0	789.78	789.78	-117.51	7.76	-115.00	-137.00

表 3.3.1-13　基地局 Site4 調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	0	380.20	380.19	-118.55	4.46	-107.89	-122.61
2	1	351.47	351.46	-119.20	4.00	-110.91	-122.93
3	1	316.18	316.17	-123.88	5.46	-121.60	-131.22
4	1	190.97	190.95	-120.10	4.81	-112.65	-123.73
5	1	167.03	167.01	-123.98	4.29	-119.67	-131.12

6	1	140.03	140	-121.99	4.46	-117.80	-128.49
7	1	262.82	262.81	-123.20	6.88	-102.76	-129.71
8	0	291.21	291.2	-119.82	5.43	-105.87	-130.34
9	0	330.14	330.13	-118.28	15.55	-90.47	-131.07

表 3.3.1-14　基地局 Site5 カバーエリアの閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	1	351.51	351.5	-115.35	6.64	-108.85	-128.17
2	1	466.73	466.72	-116.64	5.74	-114.31	-130.77
3	0	218.73	218.71	-112.00	4.03	-106.96	-118.66
4	0	210.88	210.86	-111.83	4.34	-105.44	-120.29
5	1	149.84	149.81	-117.32	4.78	-114.28	-125.79
6	1	68.79	68.73	-114.00	5.10	-101.40	-120.48
7	1	149.55	149.52	-117.02	3.03	-113.00	-122.00
8	1	206.23	206.21	-114.60	5.11	-111.72	-123.66
9	1	310.07	310.06	-113.33	11.71	-100.81	-136.17

表 3.3.1-15　基地局 Site5 調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	0	442.35	442.34	-118.46	7.10	-107.65	-128.09
2	1	463.37	463.36	-122.48	4.59	-120.00	-132.00
3	0	523.39	523.38	-121.03	7.02	-116.92	-139.15
4	1	530.78	530.77	-123.96	1.75	-120.69	-125.15
5	1	589.94	589.93	-122.71	2.16	-119.64	-126.30
6	0	495.86	495.85	-123.38	5.74	-117.12	-134.65
7	0	466.20	466.19	-121.76	4.70	-110.54	-130.06
8	1	467.60	467.59	-124.02	10.55	-103.54	-134.48
9	1	302.84	302.83	-122.63	4.41	-118.00	-134.00
10	1	236.31	236.29	-124.00	2.57	-121.77	-128.71
11	1	207.00	206.98	-121.59	1.18	-119.64	-123.13
12	0	119.91	119.88	-119.20	4.61	-114.22	-124.87
13	1	133.33	133.3	-118.64	4.65	-115.72	-125.66
14	1	134.41	134.38	-120.11	4.84	-109.54	-126.84
15	1	195.08	195.06	-122.60	3.74	-120.59	-129.57
16	1	193.74	193.72	-118.54	9.44	-115.28	-141.53
17	1	268.93	268.92	-121.98	2.62	-119.66	-127.38
18	1	223.28	223.26	-119.37	3.76	-116.49	-124.86
19	1	241.94	241.92	-120.94	3.83	-116.88	-125.81
20	1	530.46	530.45	-119.25	7.48	-116.78	-137.23
21	0	496.93	496.92	-122.98	11.52	-107.57	-137.54

表 3.3.1-16　基地局 Site6 カバーエリアの閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	1	625.73	625.73	-112.55	10.42	-108.77	-139.50
2	1	622.95	622.95	-115.45	6.47	-109.74	-124.66
3	1	311.85	311.84	-112.47	9.17	-107.51	-134.59
4	1	159.80	159.79	-112.15	5.39	-108.68	-126.08
5	1	146.23	146.22	-111.88	5.81	-109.73	-118.69
6	1	149.73	149.72	-112.66	5.19	-109.15	-116.35
7	1	281.58	281.57	-116.73	10.64	-95.09	-128.92
8	0	546.24	546.24	-115.21	9.89	-111.19	-139.65
9	0	577.14	577.14	-117.58	11.44	-113.07	-143.86

表 3.3.1-17　基地局 Site6 調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	1	688.19	688.19	-120.10	4.22	-116.63	-124.52
2	1	601.27	601.27	-122.06	3.66	-121.00	-131.00
3	1	188.77	188.76	-119.52	3.03	-115.21	-125.64
4	0	107.64	107.62	-123.44	3.98	-116.19	-129.56
5	1	241.96	241.95	-122.86	4.32	-119.35	-127.75
6	1	142.32	142.31	-122.29	6.75	-118.75	-138.89
7	1	152.13	152.12	-123.29	7.91	-117.85	-140.60
8	1	195.91	195.9	-119.62	4.35	-116.53	-124.79
9	1	87.49	87.47	-120.95	4.98	-115.99	-131.44
10	1	76.42	76.39	-118.47	4.77	-115.18	-124.38
11	1	211.45	211.44	-121.02	5.82	-117.50	-136.14
12	0	471.32	471.32	-119.56	7.91	-113.99	-136.63
13	0	688.41	688.41	-118.51	12.03	-114.62	-146.03

表 3.3.1-18　基地局 Site7 カバーエリアの閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	0	253.62	253.61	-112.93	4.80	-100.65	-119.31
2	0	252.54	252.53	-115.85	9.71	-98.21	-129.65
3	1	305.64	305.63	-112.64	7.76	-109.45	-131.43
4	1	220.26	220.25	-117.43	5.29	-110.78	-123.62
5	0	190.89	190.88	-114.96	6.76	-96.91	-121.86
6	1	58.84	58.81	-113.46	4.75	-110.65	-119.22
7	0	553.52	553.52	-112.05	9.85	-109.57	-138.04
8	0	432.47	432.47	-112.31	5.69	-108.54	-119.36
9	0	393.60	393.59	-115.41	6.32	-111.20	-129.77
10	0	386.17	386.16	-115.96	4.38	-112.60	-123.15

11	0	403.44	403.44	-114.04	4.79	-109.55	-118.53

表 3.3.1-19　基地局 Site7 調整対象区域の閾値が実測された基地局からの距離

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離[m]	実測値 SS-RSRP 中央値 [dBm]	実測値 σ	実測値 上位 10% [dBm]	実測値 下位 10% [dBm]
1	0	284.99	284.98	-122.78	4.41	-114.04	-129.97
2	1	286.98	286.97	-120.75	14.12	-96.14	-135.46
3	1	300.97	300.96	-119.51	11.01	-110.48	-139.52
4	1	380.17	380.16	-118.58	8.06	-115.52	-140.65
5	1	400.21	400.21	-123.71	10.39	-119.26	-147.17
6	1	414.57	414.57	-122.60	5.61	-119.39	-129.26
7	1	437.93	437.93	-121.20	4.01	-118.57	-127.22
8	1	503.52	503.52	-122.07	3.88	-119.37	-128.16
9	1	492.39	492.39	-123.28	2.81	-120.69	-127.96
10	0	405.63	405.63	-122.64	4.40	-119.64	-128.73
11	0	381.30	381.29	-121.48	10.54	-115.79	-146.78
12	1	341.51	341.5	-122.25	7.55	-119.34	-141.87
13	1	256.29	256.28	-120.06	4.14	-114.84	-126.63
14	1	218.35	218.34	-119.68	4.34	-117.52	-124.57
15	0	625.18	625.18	-123.73	9.04	-115.98	-141.61
16	0	486.70	486.7	-122.67	9.76	-107.45	-135.98
17	1	564.95	564.95	-121.29	5.13	-114.54	-127.72
18	1	690.95	690.95	-120.15	4.56	-118.67	-129.62

上記の実測結果より本実証における精緻化後 S 値を導出します。解析分布グラフを図示し、本実証環境における最適な S 値を導出します。基地局から 100m 以上の地点で取得した定点測定とヒートマップの実測結果から実測伝搬損失カーブを作成しました。

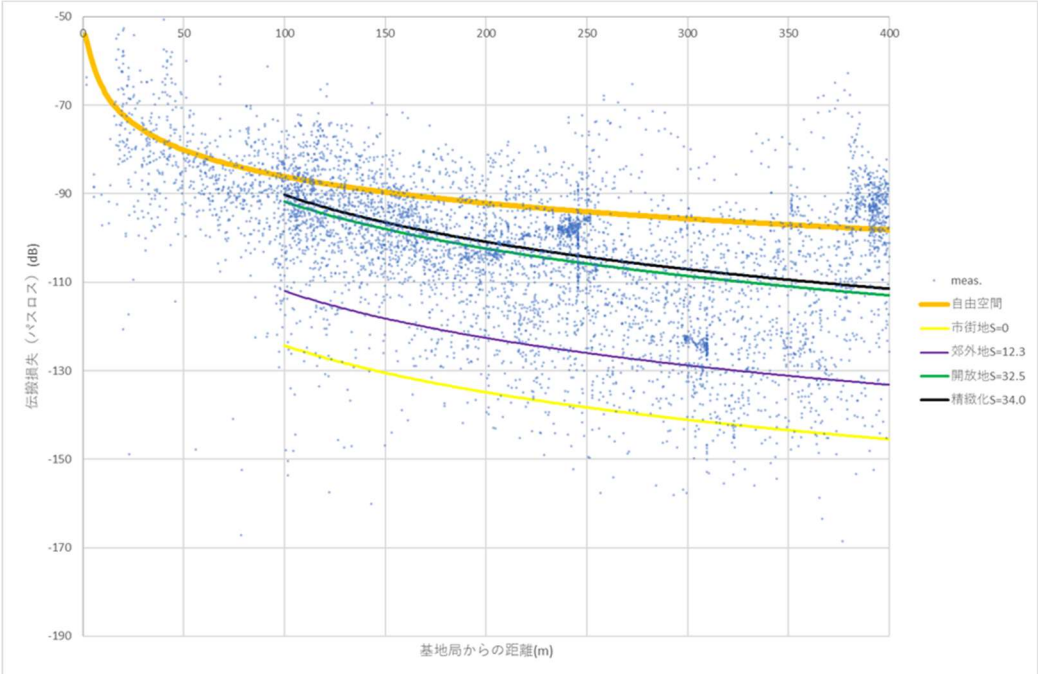


図 3.3.1-46　実測伝搬損失カーブ

エリア算出法伝搬損失カーブ(S=32.5)と実測伝搬損失カーブの差(ΔS)より、精緻化後のS=32.5-ΔSによって導出し、空港環境における精緻化後のSはS=34.0という結果を導出しました。

精緻化後の S 値を用いたエリア算出法に基づくカバーエリア及び調整対象区域を算出し、図示します。

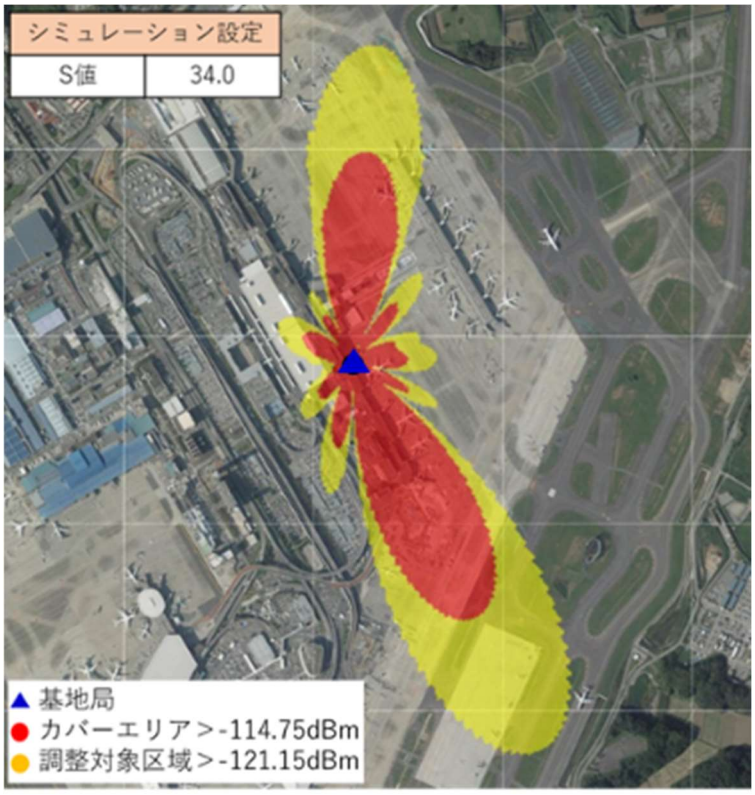


図 3.3.1-47　基地局 Site4　精緻化 S=34.0 におけるカバーエリアおよび調整対象区域
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

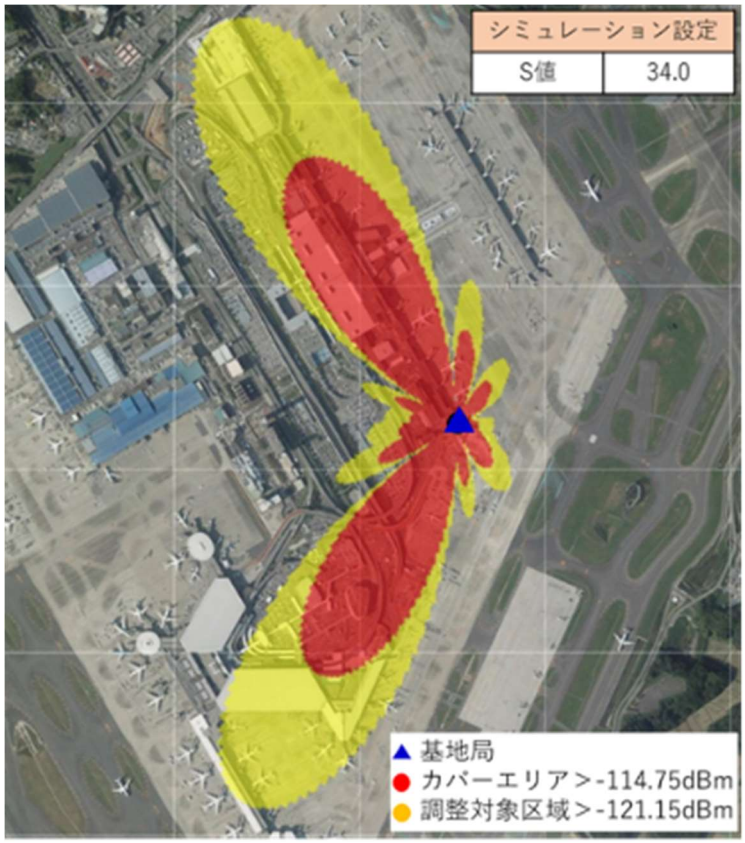


図 3.3.1-48　基地局 Site5　精緻化 S=34.0 におけるカバーエリアおよび調整対象区域
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

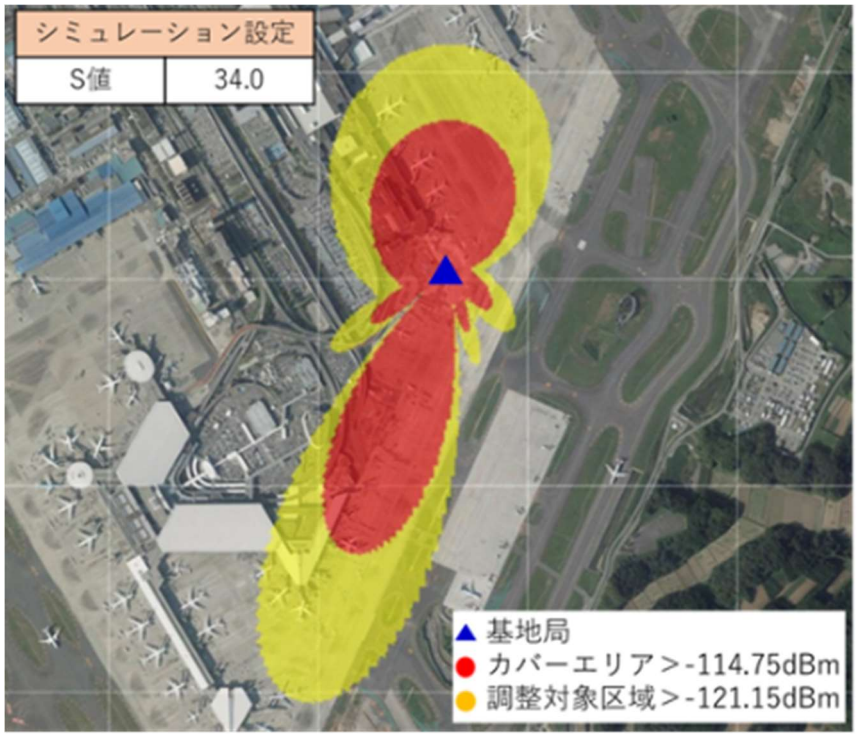


図 3.3.1-49　基地局 Site6　精緻化 S=34.0 におけるカバーエリアおよび調整対象区域
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

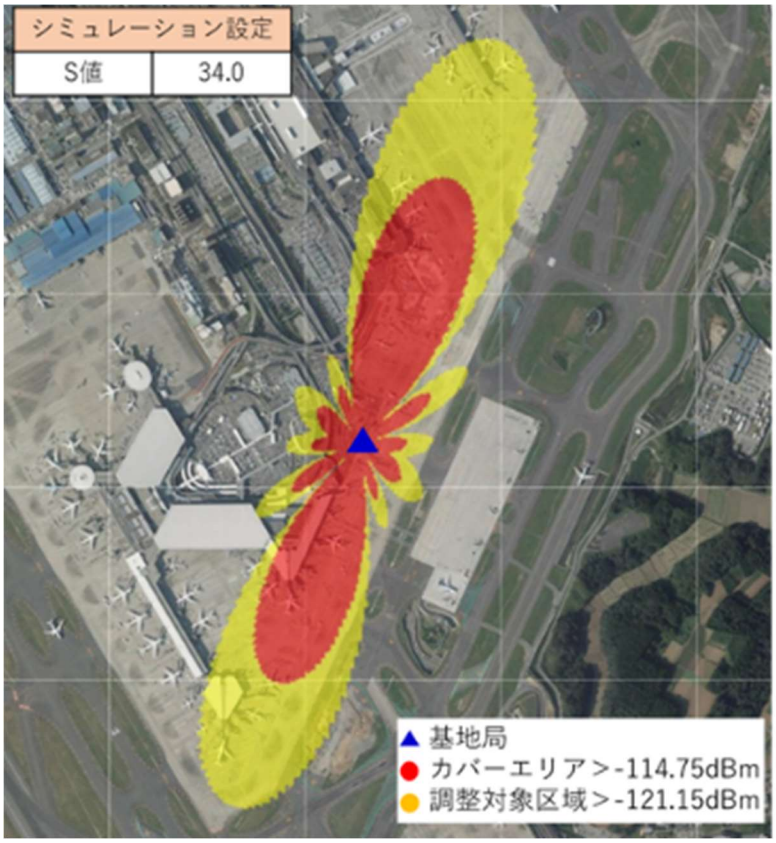


図 3.3.1-50　基地局 Site7　精緻化 S=34.0 におけるカバーエリアおよび調整対象区域
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

精緻化後 S＝34.0 と開放地 S＝32.5 については、1.5dB と乖離が小さい値となりました。上記の結果だけを見ると空港環境は開放地と同等の見方も可能です。しかしながら、「図 3.3.1-46　実測伝搬損失カーブ」を確認すると距離と伝搬損失に対して分布率が局所的ではなく、全体的にまばらな分布となっています。これは「3.2 実証環境」でも述べたように空港には複数の環境が混在しており、伝搬損失が小さい分布は主に航空機駐機エリア等の開けたエリア、伝搬損失が大きい分布は主に建物に遮蔽されたエリア、伝搬損失が大きい分布と小さい分布の中間にあたるエリアは主に遮蔽物等が密集しているエリアであると想定されます。そのため、空港環境に存在するそれぞれの環境ごとにも S の精緻化を行いエリア特性に応じた S 値の適用が必要だと考察します。

「3.2 実証環境」の環境分類を参考に以下の 3 つに環境を分類し、精緻化 S を導出しました。

環境ⅰ)開空間(空港機駐機エリア、バス走行路)
環境ⅱ)閉空間、あるいは遮蔽物が密集しているエリア
環境ⅲ)建物を介したエリア、あるいは同等のエリア

「図 3.3.1-51　基地局 Site4 測定ポイント環境分け」～「図 3.3.1-54　基地局 Site7 測定ポイント環境分け」は基地局ごとに測定点を環境分けした図です。

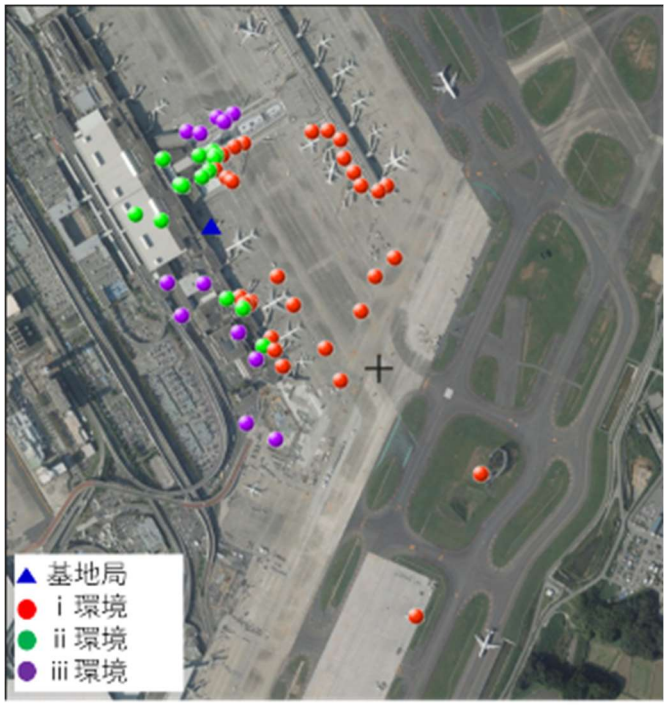


図 3.3.1-51　基地局 Site4 測定ポイント環境分け
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

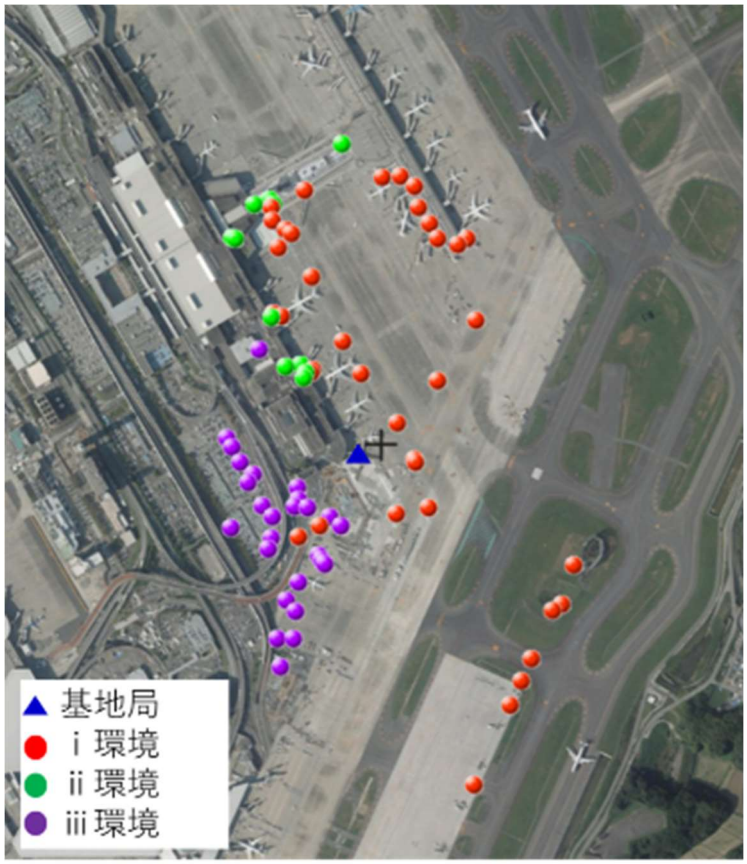


図 3.3.1-52　基地局 Site5 測定ポイント環境分け
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

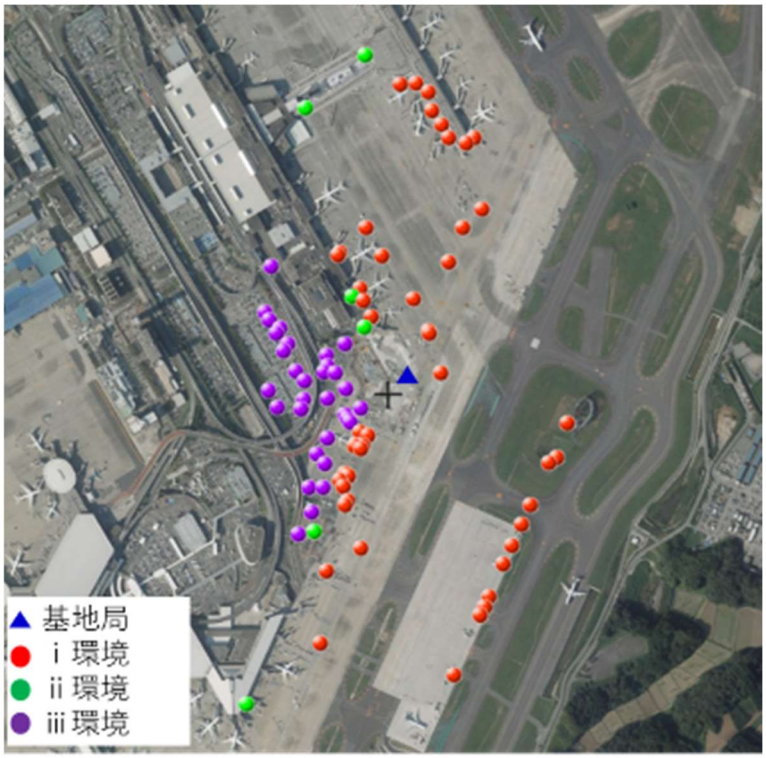


図 3.3.1-53　基地局 Site6 測定ポイント環境分け
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

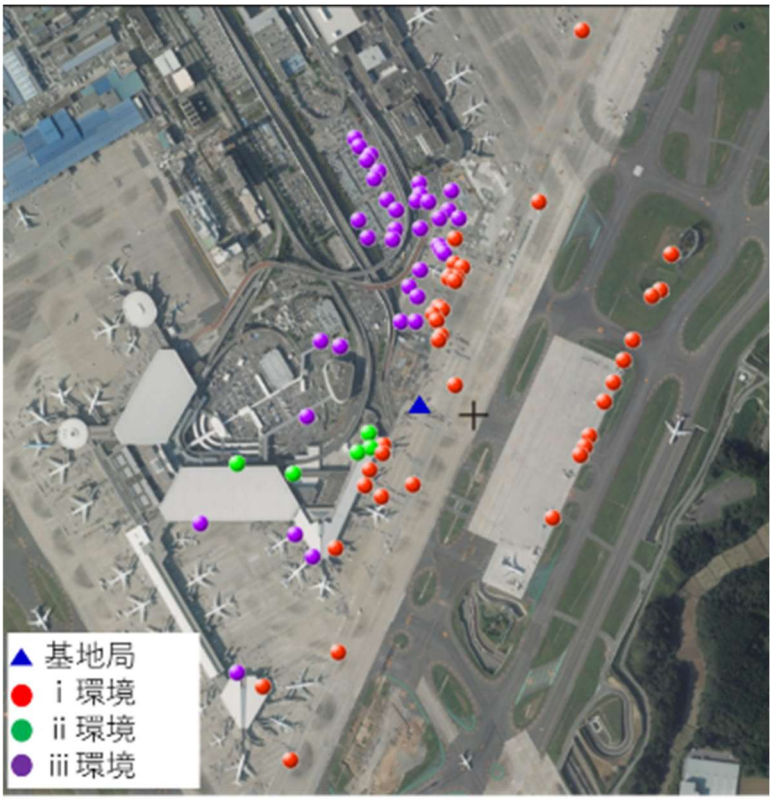


図 3.3.1-54　基地局 Site7 測定ポイント環境分け
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

続いて、空港環境全体の精緻化後 S の導出の手順と同様にそれぞれの環境ごとに基地局から100m以上の地点で取得した定点測定の実測結果から実測伝搬損失カーブを作成しました。

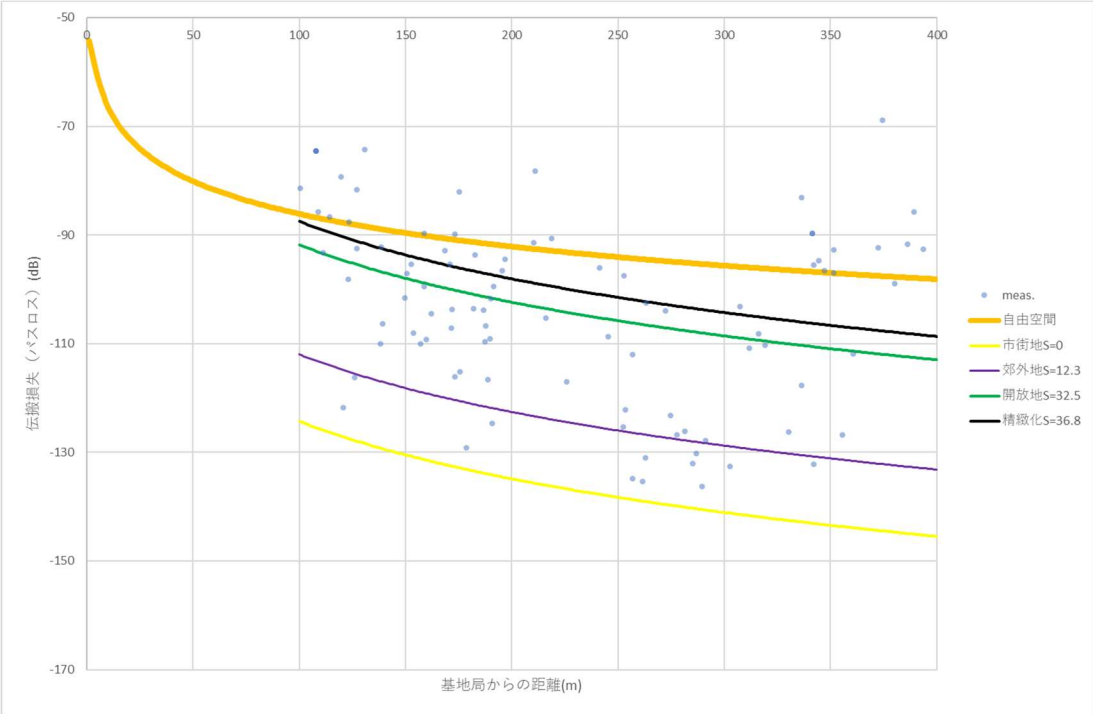


図 3.3.1-55　環境 i 実測伝搬損失カーブ

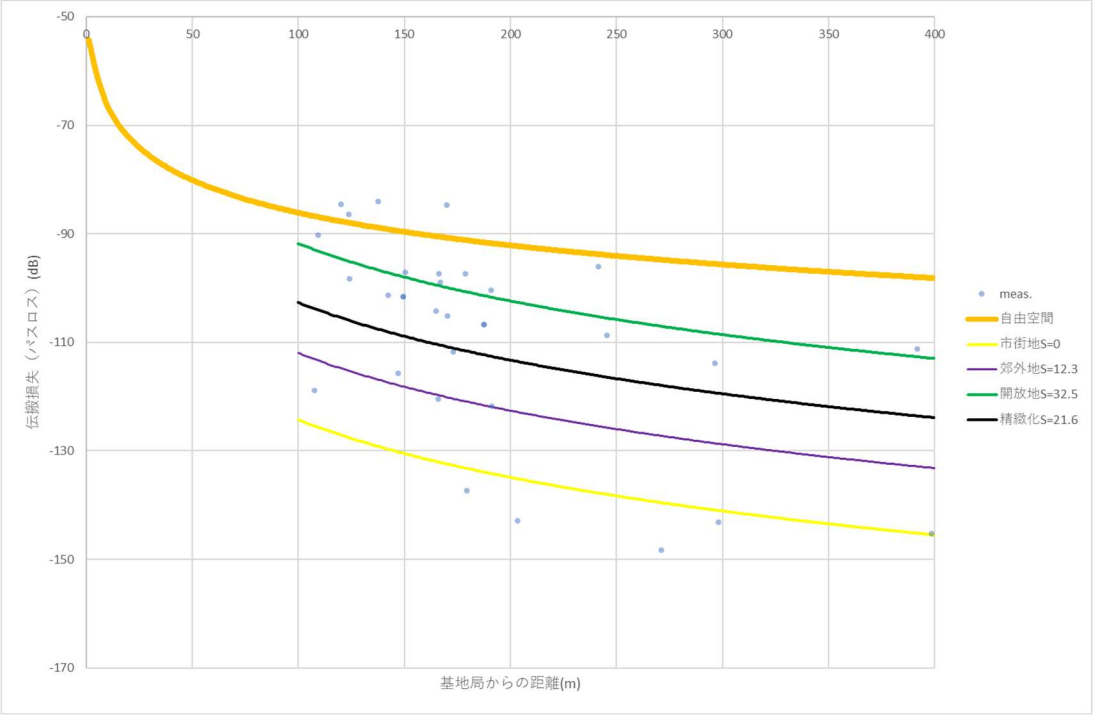


図 3.3.1-56　環境 ii 実測伝搬損失カーブ

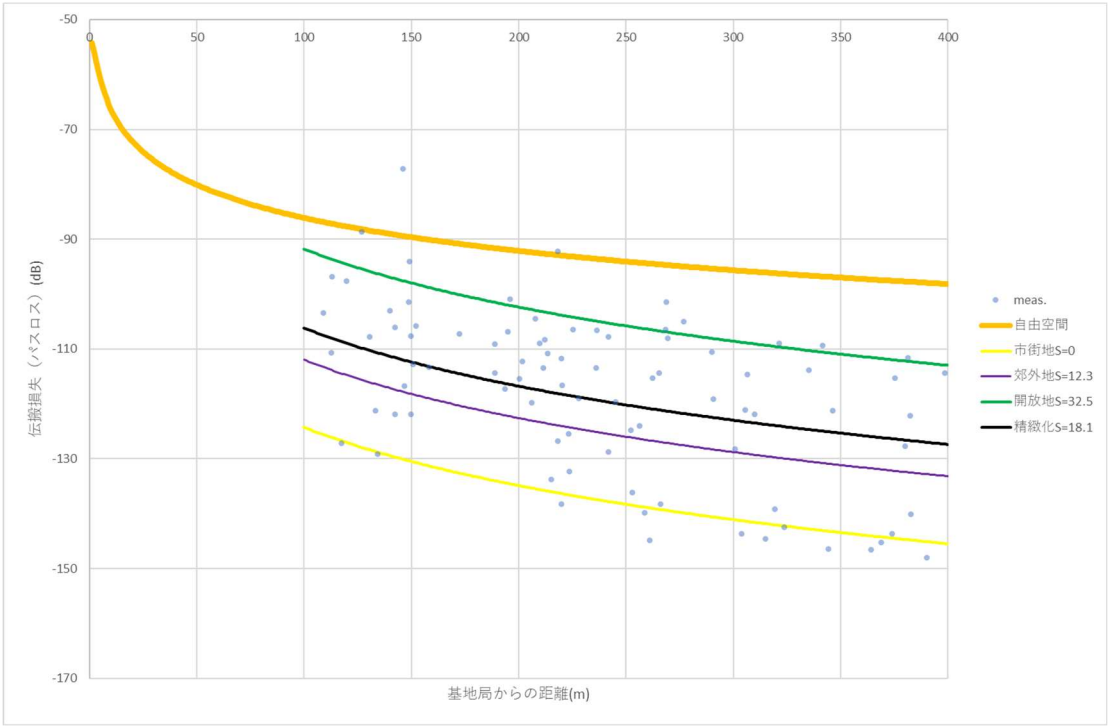


図 3.3.1-57　環境ⅲ実測損失カーブ

エリア算出法伝搬損失カーブ(S=32.5)と実測伝搬損失カーブの差(ΔS)より、精緻化後のS=32.5-ΔSによって導出し、空港環境における環境ごとの精緻化後Sを「表 3.3.1-20　環境別精緻化後S値」にまとめます。

表 3.3.1-20　環境別精緻化後S値

環境	精緻化後S
空港環境	34.0
ⅰ)開空間 (空港機駐機エリア、バス走行路)	36.8
ⅱ)閉空間 遮蔽物が密集エリア	21.6
ⅲ)建物を介したエリア	18.1

「表 3.3.1-21　空港環境精緻化後のシミュレーション値と実測比較」～「表 3.3.1-24　環境ⅲ精緻化後シミュレーション値と実測比較」は空港環境、環境ごとの精緻化後 S 値と本実証で測定した実測値との比較です。

表 3.3.1-21　空港環境精緻化後のシミュレーション値と実測比較

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離 [m]	実測値の受信電力 SS-RSRP [dBm]	精緻化後のエリア算出式による受信電力 SS-RSRP [dBm]	差分 [dB]
1	1	178.59	178.6	-125.7	-95.2	-30.5
2	1	321.06	321.1	測定不可	-122.1	-
3	0	336.37	336.4	-109.1	-134.3	25.2
4	0	173.43	173.4	-86.5	-94.6	8.1
5	1	252.88	252.9	-132.5	-100.0	-32.5
6	0	380.2	380.2	-118.6	-129.4	10.8
7	1	262.82	262.8	-123.2	-96.5	-26.7
8	1	891.2	891.2	測定不可	-118.8	-
9	0	164.93	164.9	-100.6	-93.4	-7.2
10	1	271.03	271	-139.7	-96.8	-42.9
11	1	1011.83	1011.8	測定不可	-121.1	-
12	1	120.29	120.3	-104.1	-112.1	8.0
13	1	223.79	223.8	-125.5	-94.9	-30.6
14	1	303.45	303.4	測定不可	-119.0	-
15	1	89.24	89.2	-116.6	-99.6	-17.0
16	1	140.02	140	-122	-114.0	-8.0
17	0	127.16	127.1	-92.7	-93.1	0.4
18	1	167.03	167	-124	-122.3	-1.7
19	1	170.5	170.5	-106.2	-99.1	-7.1
20	1	190.97	191	-120.1	-119.4	-0.7
21	0	137.72	137.7	-80.9	-91.3	10.4
22	1	266.11	266.1	-135.5	-101.4	-34.1
23	0	175.48	175.5	-98.6	-115.2	16.6
24	0	138.72	138.7	-88.5	-90.7	2.2
25	0	210.25	210.2	-94.1	-103.5	9.4
26	0	374.37	374.4	-101.9	-143.8	41.9
27	1	175.75	175.7	-107.1	-90.2	-16.9
28	0	123.44	123.4	-93.7	-98.8	5.1
29	0	241.51	241.5	-106.9	-114.1	7.2
30	0	178.71	178.7	-88.7	-90.4	1.7
31	1	570.53	570.5	測定不可	-110.6	-
32	0	342.25	342.2	-114.8	-128.2	13.4
33	1	147.12	147.1	-109.8	-90.1	-19.7
34	1	188.98	189	-127.2	-112.7	-14.5
35	1	80.86	80.8	-110.4	-113.5	3.1
36	1	94.82	94.8	-126.5	-108.0	-18.5
37	0	90.18	90.1	-92	-86.9	-5.1
38	1	109.37	109.3	-115.3	-116.1	0.8
39	1	124.26	124.2	-99.3	-94.2	-5.1
40	1	123.83	123.8	-106.1	-112.6	6.5
41	1	298.21	298.2	-133.1	-96.1	-37.0

42	1	562.31	562.3	測定不可	-113.1	-
43	1	209.85	209.8	-124.4	-118.1	-6.3
44	1	261.05	261	-138.3	-97.1	-41.2
45	1	504.15	504.1	測定不可	-114.0	-
46	0	442.34	442.3	-118.5	-140.1	21.6
47	1	289.57	289.6	-126.5	-95.5	-31.0
48	1	236.29	236.3	-124	-125.2	1.2
49	0	496.95	496.9	-123	-129.5	6.5
50	1	68.77	68.7	-114	-110.7	-3.3
51	1	187.71	187.7	-126.3	-120.0	-6.3
52	1	683.06	683.1	-138.1	-150.7	12.6
53	1	241.93	241.9	-120.9	-95.9	-25.0
54	1	877.03	877	測定不可	-119.3	-
55	1	206.23	206.2	-114.6	-95.7	-18.9
56	1	267.05	267	測定不可	-110.8	-
57	0	269.33	269.3	-99.8	-96.8	-3.0
58	1	962.13	962.1	測定不可	-118.9	-
59	1	149.81	149.8	-117.3	-93.4	-23.9
60	1	201.57	201.6	測定不可	-118.2	-
61	0	171.52	171.5	-98	-88.2	-9.8
62	1	567.32	567.3	測定不可	-107.9	-
63	0	523.39	523.4	-121	-127.2	6.2
64	1	191.32	191.3	-111.7	-89.3	-22.4
65	1	552.22	552.2	測定不可	-108.6	-
66	1	268.93	268.9	-122	-126.9	4.9
67	1	67.23	67.2	測定不可	-102.5	-
68	0	495.86	495.9	-123.4	-108.6	-14.8
69	1	576.84	576.8	-136.6	-135.1	-1.5
70	1	22.9	22.8	-91.9	-92.9	1.0
71	1	149.53	149.5	-117	-112.8	-4.2
72	1	530.45	530.5	-119.2	-134.9	15.7
73	1	134.4	134.4	-120.1	-86.0	-34.1
74	1	361.34	361.3	測定不可	-112.7	-
75	1	130.68	130.7	-102.5	-88.9	-13.6
76	1	186.34	186.3	測定不可	-105.1	-
77	0	189.63	189.6	-99.1	-90.3	-8.8
78	1	649.6	649.6	測定不可	-103.2	-
79	1	73.08	73.1	-105.3	-96.7	-8.6
80	0	150.58	150.6	-105.9	-104.7	-1.2
81	1	120.75	120.7	-124.7	-96.3	-28.4
82	1	446.26	446.3	測定不可	-116.2	-
83	1	622.95	623	-115.4	-119.8	4.4
84	1	77.02	77	-132	-101.9	-30.1
85	1	409.15	409.1	測定不可	-115.4	-
86	0	413.73	413.7	-107.7	-128.2	20.5
87	0	158.79	158.8	-91.8	-100.4	8.6
88	0	108.01	108	-101.7	-119.3	17.6

89	0	546.24	546.2	-115.2	-138.1	22.9
90	0	252.96	253	-88.4	-96.1	7.7
91	1	252.44	252.4	-130.1	-109.7	-20.4
92	1	268.32	268.3	-127.5	-126.6	-0.9
93	0	256.96	257	-102.6	-96.3	-6.3
94	1	817.94	817.9	測定不可	-118.4	-
95	1	150.7	150.7	-111.6	-95.4	-16.2
96	1	1006.57	1006.6	-125.1	-120.5	-4.6
97	0	111.34	111.3	-102.3	-102.1	-0.2
98	1	236.08	236.1	-127.2	-119.2	-8.0
99	0	107.64	107.6	-123.4	-96.0	-27.4
100	1	400.99	401	-106.6	-116.6	10.0
101	1	76.42	76.4	-118.5	-95.9	-22.6
102	1	76.21	76.2	測定不可	-96.3	-
103	1	556.28	556.3	測定不可	-111.6	-
104	0	79.44	79.4	-126.3	-95.5	-30.8
105	1	279.53	279.5	測定不可	-110.1	-
106	1	398.68	398.7	-136.4	-104.1	-32.3
107	0	50.64	50.6	-87.8	-101.1	13.3
108	1	113.04	113	-110.5	-105.8	-4.7
109	1	543.58	543.6	-130.6	-118.2	-12.4
110	1	157.27	157.3	-101.3	-88.9	-12.4
111	1	149.73	149.7	-112.7	-101.5	-11.2
112	1	212.06	212.1	-125.2	-120.8	-4.4
113	0	182	182	-93.8	-90.5	-3.3
114	1	625.8	625.8	測定不可	-112.1	-
115	0	50.64	50.6	-87.8	-101.1	13.3
116	1	625.83	625.8	-111.2	-112.0	0.8
117	1	68.93	68.9	-124.7	-99.1	-25.6
118	1	146.82	146.8	-131.4	-111.5	-19.9
119	0	84.08	84	-102.9	-92.6	-10.3
120	0	263.17	263.2	-106.1	-110.0	3.9
121	0	252.54	252.5	-115.9	-94.3	-21.6
122	1	978.34	978.3	測定不可	-114.6	-
123	0	625.18	625.2	-123.7	-131.2	7.5
124	0	253.62	253.6	-112.9	-95.1	-17.8
125	1	381.3	381.3	-121.5	-120.8	-0.7
126	0	403.44	403.4	-114	-131.9	17.9
127	1	93.26	93.2	-107.3	-104.6	-2.7
128	1	982.78	982.8	測定不可	-115.4	-
129	1	391.74	391.7	-129.5	-130.2	0.7
130	1	142.33	142.3	-98.8	-94.6	-4.2
131	1	690.95	690.9	-120.2	-117.4	-2.8
132	1	452.9	452.9	-124.4	-136.2	11.8
133	1	216.09	216.1	-97.9	-95.9	-2.0
134	1	810.8	810.8	-126.7	-120.8	-5.9
135	1	225.86	225.9	-109.8	-97.0	-12.8

136	1	296.52	296.5	-124.5	-119.2	-5.3
137	1	58.86	58.8	-113.5	-99.5	-14.0
138	1	172.48	172.4	-124.7	-111.7	-13.0
139	1	200.4	200.4	-111.1	-95.8	-15.3
140	0	100.65	100.6	-101.3	-111.0	9.7
141	0	172.04	172	-94	-88.5	-5.5
142	1	567.19	567.2	測定不可	-108.8	-
143	1	341.5	341.5	-122.3	-121.9	-0.4
144	1	138.25	138.2	-103	-88.2	-14.8
145	1	484.37	484.4	-136.8	-110.0	-26.8
146	0	414.09	414.1	-105.9	-131.6	25.7
147	1	126.25	126.2	-109.3	-87.1	-22.2
148	0	551.01	551	測定不可	-107.6	-
149	1	690.1	690.1	-109.5	-115.3	5.8
150	0	42.05	42	-96	-104.9	8.9
151	1	564.95	564.9	-121.3	-112.4	-8.9
152	1	213.54	213.5	-129.6	-115.7	-13.9
153	1	139.23	139.2	-98.4	-88.4	-10.0
154	1	398.7	398.7	-109.6	-107.8	-1.8
155	1	122.98	123	-90.8	-87.3	-3.5
156	1	166.47	166.5	-102.3	-104.9	2.6
157	1	59.34	59.2	-108.6	-97.9	-10.7
158	1	149.29	149.3	-109.5	-110.6	1.1
159	1	148.64	148.6	-96.5	-90.7	-5.8
160	1	414.58	414.6	-122.6	-109.0	-13.6

表 3.3.1-22　環境ｉ精緻化後シミュレーション値と実測比較

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離 [m]	実測値の受信電力 SS-RSRP [dBm]	精緻化後のエリア算出式による受信電力 SS-RSRP [dBm]	差分 [dB]
1	1	178.59	178.6	-125.7	-92.4	-33.3
3	0	336.37	336.4	-109.1	-131.5	22.4
4	0	173.43	173.4	-86.5	-91.8	5.3
6	0	380.2	380.2	-118.6	-126.6	8.0
7	1	262.82	262.8	-123.2	-93.7	-29.5
15	1	89.24	89.2	-116.6	-97.1	-19.5
17	0	127.16	127.1	-92.7	-90.3	-2.4
23	0	175.48	175.5	-98.6	-112.4	13.8
24	0	138.72	138.7	-88.5	-87.9	-0.6
25	0	210.25	210.2	-94.1	-100.7	6.6
26	0	374.37	374.4	-101.9	-141.0	39.1
27	1	175.75	175.7	-107.1	-87.4	-19.7
28	0	123.44	123.4	-93.7	-96.0	2.3
32	0	342.25	342.2	-114.8	-125.4	10.6
35	1	80.86	80.8	-110.4	-111.4	1.0
36	1	94.82	94.8	-126.5	-105.3	-21.2
37	0	90.18	90.1	-92	-84.4	-7.6
46	0	442.34	442.3	-118.5	-137.3	18.8
47	1	289.57	289.6	-126.5	-92.7	-33.8
49	0	496.95	496.9	-123	-126.7	3.7
50	1	68.77	68.7	-114	-109.1	-4.9
52	1	683.06	683.1	-138.1	-147.9	9.8
61	0	171.52	171.5	-98	-85.4	-12.6
63	0	523.39	523.4	-121	-124.4	3.4
69	1	576.84	576.8	-136.6	-132.3	-4.3
70	1	22.9	22.8	-91.9	-92.9	1.0
72	1	530.45	530.5	-119.2	-132.1	12.9
77	0	189.63	189.6	-99.1	-87.5	-11.6
79	1	73.08	73.1	-105.3	-94.8	-10.5
80	0	150.58	150.6	-105.9	-101.9	-4.0
81	1	120.75	120.7	-124.7	-93.5	-31.2
83	1	622.95	623	-115.4	-117.0	1.6
84	1	77.02	77	-132	-99.9	-32.1
86	0	413.73	413.7	-107.7	-125.4	17.7
87	0	158.79	158.8	-91.8	-97.6	5.8
88	0	108.01	108	-101.7	-116.5	14.8
89	0	546.24	546.2	-115.2	-135.3	20.1
90	0	252.96	253	-88.4	-93.3	4.9
93	0	256.96	257	-102.6	-93.5	-9.1
97	0	111.34	111.3	-102.3	-99.3	-3.0
100	1	400.99	401	-106.6	-113.8	7.2

101	1	76.42	76.4	-118.5	-93.9	-24.6
104	0	79.44	79.4	-126.3	-93.4	-32.9
107	0	50.64	50.6	-87.8	-100.4	12.6
110	1	157.27	157.3	-101.3	-86.1	-15.2
113	0	182	182	-93.8	-87.7	-6.1
115	0	50.64	50.6	-87.8	-100.4	12.6
116	1	625.83	625.8	-111.2	-109.2	-2.0
117	1	68.93	68.9	-124.7	-97.5	-27.2
119	0	84.08	84	-102.9	-90.3	-12.6
120	0	263.17	263.2	-106.1	-107.2	1.1
121	0	252.54	252.5	-115.9	-91.5	-24.4
123	0	625.18	625.2	-123.7	-128.4	4.7
124	0	253.62	253.6	-112.9	-92.3	-20.6
126	0	403.44	403.4	-114	-129.1	15.1
127	1	93.26	93.2	-107.3	-102.1	-5.2
133	1	216.09	216.1	-97.9	-93.1	-4.8
134	1	810.8	810.8	-126.7	-118.0	-8.7
135	1	225.86	225.9	-109.8	-94.2	-15.6
137	1	58.86	58.8	-113.5	-98.4	-15.1
140	0	100.65	100.6	-101.3	-108.2	6.9
141	0	172.04	172	-94	-85.7	-8.3
144	1	138.25	138.2	-103	-85.4	-17.6
145	1	484.37	484.4	-136.8	-107.2	-29.6
146	0	414.09	414.1	-105.9	-128.8	22.9
147	1	126.25	126.2	-109.3	-84.3	-25.0
149	1	690.1	690.1	-109.5	-112.5	3.0
150	0	42.05	42	-96	-104.7	8.7
151	1	564.95	564.9	-121.3	-109.6	-11.7
153	1	139.23	139.2	-98.4	-85.6	-12.8
155	1	122.98	123	-90.8	-84.5	-6.3
157	1	59.34	59.2	-108.6	-96.7	-11.9

表 3.3.1-23　環境 ii 精緻化後シミュレーション値と実測比較

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離 [m]	実測値の 受信電力 SS-RSRP [dBm]	精緻化後の エリア算出式による受信電力 SS-RSRP [dBm]	差分 [dB]
9	0	164.93	164.9	-100.6	-105.8	5.2
10	1	271.03	271	-139.7	-109.2	-30.5
12	1	120.29	120.3	-104.1	-124.5	20.4
18	1	167.03	167	-124	-134.7	10.7
19	1	170.5	170.5	-106.2	-111.5	5.3
20	1	190.97	191	-120.1	-131.8	11.7
21	0	137.72	137.7	-80.9	-103.7	22.8
29	0	241.51	241.5	-106.9	-126.5	19.6
30	0	178.71	178.7	-88.7	-102.8	14.1
33	1	147.12	147.1	-109.8	-102.5	-7.3
38	1	109.37	109.3	-115.3	-128.5	13.2
39	1	124.26	124.2	-99.3	-106.6	7.3
40	1	123.83	123.8	-106.1	-125.0	18.9
41	1	298.21	298.2	-133.1	-108.5	-24.6
51	1	187.71	187.7	-126.3	-132.4	6.1
64	1	191.32	191.3	-111.7	-101.7	-10.0
68	0	495.86	495.9	-123.4	-121.0	-2.4
71	1	149.53	149.5	-117	-125.2	8.2
96	1	1006.57	1006.6	-125.1	-132.9	7.8
99	0	107.64	107.6	-123.4	-108.4	-15.0
106	1	398.68	398.7	-136.4	-116.5	-19.9
129	1	391.74	391.7	-129.5	-142.6	13.1
130	1	142.33	142.3	-98.8	-107.0	8.2
136	1	296.52	296.5	-124.5	-131.6	7.1
156	1	166.47	166.5	-102.3	-117.3	15.0

表 3.3.1-24　環境iii精緻化後シミュレーション値と実測比較

測定ポイント	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離 [m]	実測値の受信電力 SS-RSRP [dBm]	精緻化後のエリア算出式による受信電力 SS-RSRP [dBm]	差分 [dB]
5	1	252.88	252.9	-132.5	-115.9	-16.6
13	1	223.79	223.8	-125.5	-110.8	-14.7
16	1	140.02	140	-122	-129.9	7.9
22	1	266.11	266.1	-135.5	-117.3	-18.2
34	1	188.98	189	-127.2	-128.6	1.4
43	1	209.85	209.8	-124.4	-134.0	9.6
44	1	261.05	261	-138.3	-113.0	-25.3
48	1	236.29	236.3	-124	-141.1	17.1
53	1	241.93	241.9	-120.9	-111.8	-9.1
55	1	206.23	206.2	-114.6	-111.6	-3.0
57	0	269.33	269.3	-99.8	-112.7	12.9
59	1	149.81	149.8	-117.3	-109.3	-8.0
66	1	268.93	268.9	-122	-142.8	20.8
73	1	134.4	134.4	-120.1	-101.9	-18.2
75	1	130.68	130.7	-102.5	-104.8	2.3
91	1	252.44	252.4	-130.1	-125.6	-4.5
92	1	268.32	268.3	-127.5	-142.5	15.0
95	1	150.7	150.7	-111.6	-111.3	-0.3
98	1	236.08	236.1	-127.2	-135.1	7.9
108	1	113.04	113	-110.5	-121.7	11.2
109	1	543.58	543.6	-130.6	-134.1	3.5
111	1	149.73	149.7	-112.7	-117.4	4.7
112	1	212.06	212.1	-125.2	-136.7	11.5
118	1	146.82	146.8	-131.4	-127.4	-4.0
125	1	381.3	381.3	-121.5	-136.7	15.2
131	1	690.95	690.9	-120.2	-133.3	13.1
132	1	452.9	452.9	-124.4	-152.1	27.7
138	1	172.48	172.4	-124.7	-127.6	2.9
139	1	200.4	200.4	-111.1	-111.7	0.6
143	1	341.5	341.5	-122.3	-137.8	15.5
152	1	213.54	213.5	-129.6	-131.6	2.0
154	1	398.7	398.7	-109.6	-123.7	14.1
158	1	149.29	149.3	-109.5	-126.5	17.0
159	1	148.64	148.6	-96.5	-106.6	10.1
160	1	414.58	414.6	-122.6	-124.9	2.3

測定実測値と精緻化後 S とのエリア算出式の SS-RSRP を比較し、空港全体 S、環境ごと S のそれぞれの平均差分を以下の通り算出しました。

表 3.3.1-25　各精緻化後 S 値の平均差分比較

環境	精緻化後 S	実測値と精緻化後 S の平均差分
空港環境	34.0	13.8dB
ⅰ)開空間 (空港機駐機エリア、バス走行路)	36.8	12.9dB
ⅱ)閉空間 遮蔽物が密集エリア	21.6	13.4dB
ⅲ)建物を介したエリア	18.1	11.7dB

それぞれの導出した S 値について平均差分が均一な値となりました。異なる S 値の中で平均差分が均一になったということは、異なる環境ごとのエリア特性に合った補正値 S を導出できたと考察します。

以上の結果から、空港環境および類似環境においては次の値を補正値 S として提案いたします。また、カバレッジする環境下に複数の環境が混在する場合はそれぞれの環境にあわせて補足的に環境ごとの S 値も適用することでより実態に近しいシミュレーションができます。

空港環境全体：34.0

※補足補正値 S

開空間エリア：36.8

閉空間、遮蔽物が多いエリア：21.6

建物を介したエリア：18.1

2)　マルチパス

(4)評価・検証方法で定義し「図 3.3.1-41　マルチパス測定点」で選定した測定点でマルチパス測定を行いました。マルチパスの要因となる遮蔽物の位置関係や測定点周辺環境等を考察するため、基地局方向のみなし直接波と 360 度方向で測定して最も強いマルチパス波について電波測定を実施しました。測定点では測定情報として LOS/NLOS、基地局との 3D 距離、みなし直接波、マルチパス波、マルチパス波方向遮蔽物を確認し、みなし直接波とマルチパス波の差分をまとめました(※みなし直接波とマルチパス波の差分についてはマルチパス波の強度と表現します)。

マルチパス波について環境ⅰと環境ⅲにて検証を行いますが、特に昨年度の実証環境でもある環境ⅰの開空間におけるマルチパス波の有無を確認し、マルチパス波が有の場合はどういった要因においてマルチパスが発生しやすいのかを分析考察しました。環境ⅱは半屋外環境が主であり、ベルトコンベアや遮蔽物が多くマルチパスルート等が予測できないため、検証対象外とします。

表 3.3.1-26　環境 i におけるマルチパス測定結果

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離[m]	みなし直接波(dBm)	みなし直接波の方位角(真北0度)	マルチパス波(dBm)	マルチパス波の方位角(真北0度)	差分(マルチパス波の強度)(dB)	マルチパス波方向反射物	基地局-測定点間の遮蔽物	測定点付近の環境
A	0	336.64	-109.91	255	-103.54	240	6.37	建物	車両(測定点より)	後ろが建物
B	0	109.81	-86.03	190	-80.88	195	5.15	建物	なし	右に建物
C	1	541.41	-108.89	200	-104.64	170	4.25	車両	ボーディングブリッジ(測定点より)	比較的遮蔽物が多い
D	0	451.13	-104.81	235	-100.85	265	3.96	航空機	ボーディングブリッジ(基地局より)	開放的
E	1	576.32	-116.09	10	-112.36	35	3.72	ボーディングブリッジ航空機	同様(基地局より)	開放的

環境 i は見通しのよい開空間となっていますが、ボーディングブリッジや航空機等の移動遮蔽物が点在しており、場合により見通しが悪くもなる場所もあります。

環境 i でマルチパスが発生しやすい環境の傾向について分析・考察を行います。

マルチパスが強い傾向を示した測定点の共通点として、測定点－基地局間の遮蔽物の有無について必ず遮蔽物(車両等の移動遮蔽物および航空機、ボーディングブリッジ等の部分遮蔽物)の存在が見られました。

※LOS 環境における遮蔽物ありについては「図 3.3.1-59　LOS 環境における基地局-測定ポイント間遮蔽物イメージ」にて説明します。



図 3.3.1-58　部分遮蔽物の例



図 3.3.1-59　LOS 環境における基地局-測定ポイント間遮蔽物イメージ

この測定点のみなし直接波については基地局－測定点間に遮蔽物が存在することで地面に反射した電波が遮蔽物に反射・回折することで弱まったと想定されます。比べて、マルチパス波方向については基地局－遮蔽物－測定点間の直線ライン上に遮蔽物が少ないことで距離と反射以外の伝搬ロス要因がみなし直接波に比べて少ないため、マルチパス波が大きくなったと想定します。この事象は基地局－測定点間の遮蔽物が基地局側に密集、あるいは測定点側に密集、かつマルチパス波方向の反射物はコンクリート製、あるいは鉄製の反射物となっている場合に発生する傾向が強いです。

環境 i の測定点ではみなし直接波に比べ、平均 4.80dB マルチパス波が強い傾向にあります。

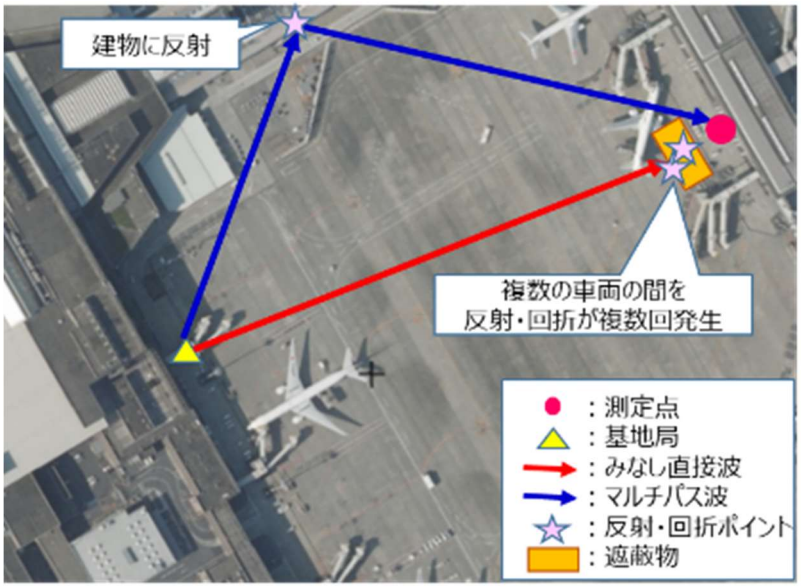


図 3.3.1-60　測定 ID：A 電波伝搬予測
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

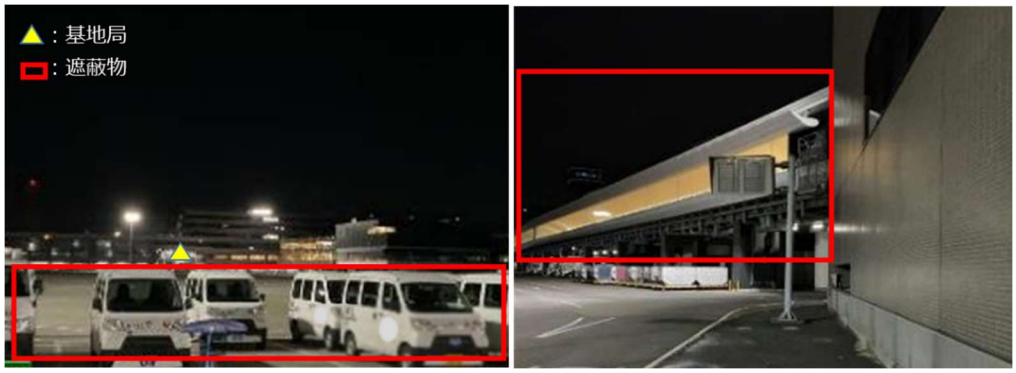


図 3.3.1-61　測定 ID：A 各方向写真　左図：みなし直接波方向　右図：マルチパス波方向

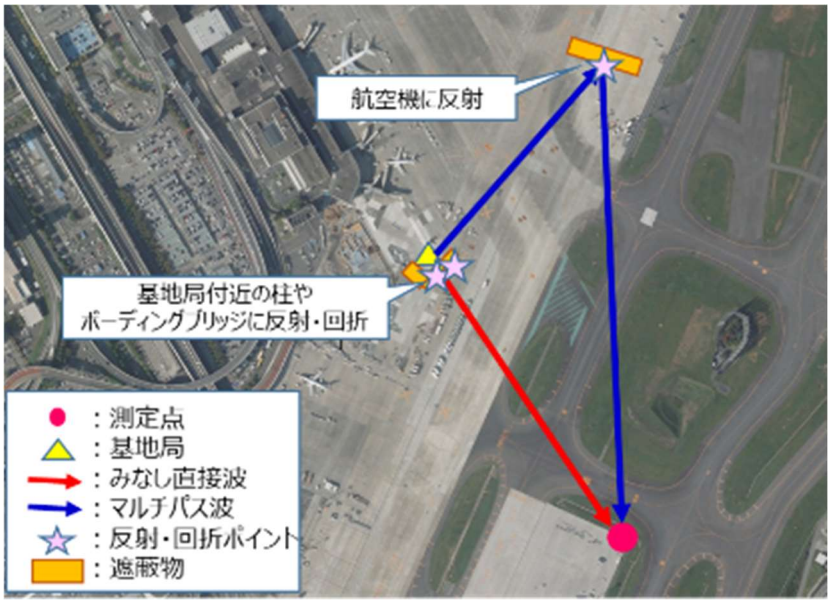


図 3.3.1-62　測定 ID：D 電波伝搬予測
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成



図 3.3.1-63　測定 ID：D 各方向写真　左図：みなし直接波方向　右図：マルチパス波方向

「図 3.3.1-64　環境 i 抜粋図」は環境 i を抜粋した図となります。本実証で設置した基地局周辺、主に青色枠エリアは、頻繁に車両や航空機が移動や駐機します。一方で、黄色枠エリアは車両や航空機の移動はあるものの、青枠エリアのように遮蔽物が密集するタイミングが極めて少ないです。そのため、環境 i で考察したマルチパス波が強い環境が発生しやすいと考えます。

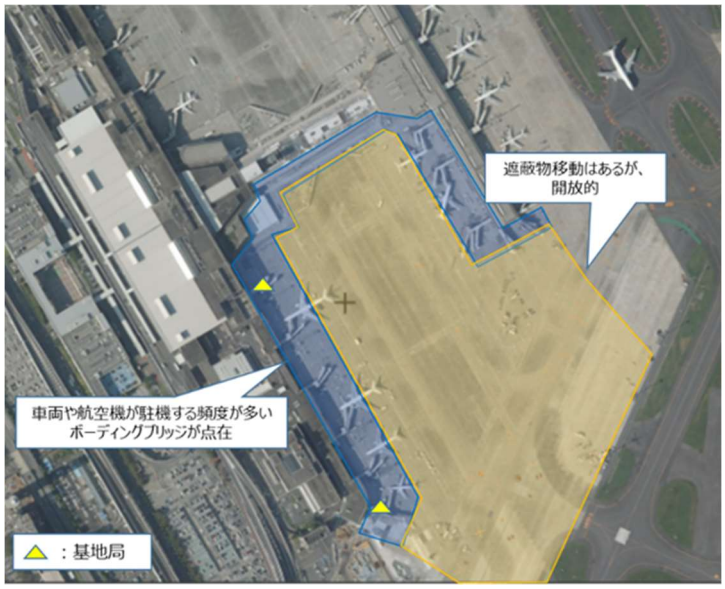


図 3.3.1-64　環境 i 抜粋図

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

次に環境 iii におけるマルチパスの分析考察を行います。

表 3.3.1-27　環境iiiにおけるマルチパス測定結果

測定ID	LOS (0:LOS 1:NLOS)	基地局との3D距離 [m]	みなし直接波 (dBm)	みなし直接波の方位角 (真北0度)	マルチパス波 (dBm)	マルチパス波の方位角 (真北0度)	差分 (マルチパス波の強度) (dB)	マルチパス波方向反射物	基地局-測定点間の遮蔽物	測定点付近の環境
F	1	65.80	-108.28	190	-96.76	300	11.52	建物屋根・壁	建物	遮蔽的
G	1	303.56	-124.40	110	-118.66	142	5.75	陸橋	建物、陸橋	開放的
H	1	252.92	-128.17	85	-123.34	130	4.83	道路	建物、陸橋	開放的
I	1	212.32	-118.10	25	-115.14	120	2.96	建物	建物、立体駐車場	開放的
J	1	223.97	-121.07	70	-120.77	130	0.30	陸橋	建物、陸橋	開放的

環境iiiは建物を介したエリアであり、基地局－測定点間には様々な遮蔽物が存在しています。そのため、伝搬ルートに規則性はないと考えられ、2-3 回程度の反射・回折を繰り返すことで、測定点へ到達していると考察できます。また、マルチパス波方向の反射物は環境 i と同様にコンクリート製、あるいは鉄製の遮蔽物となります。

環境iiiの測定点ではみなし直接波に比べ、平均 6.82dB マルチパス波が強い傾向にあります。

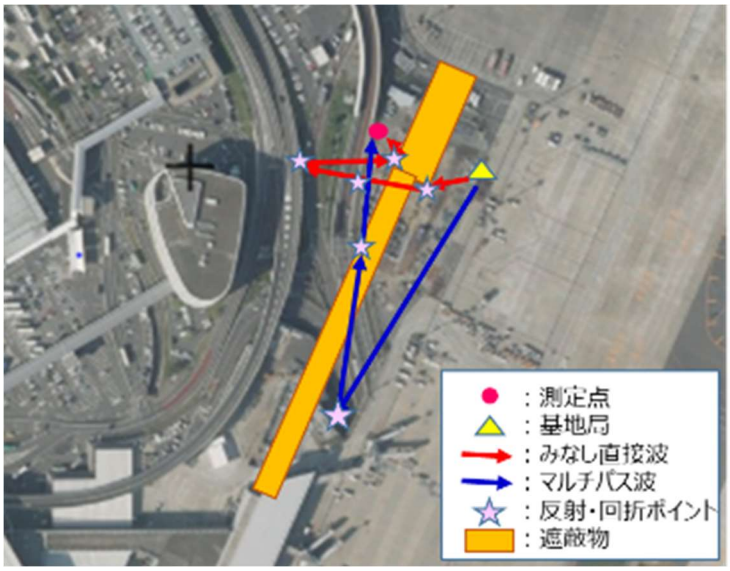


図 3.3.1-65　測定 ID：F 電波伝搬予測

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成



図 3.3.1-66　測定 ID：F 各方向写真

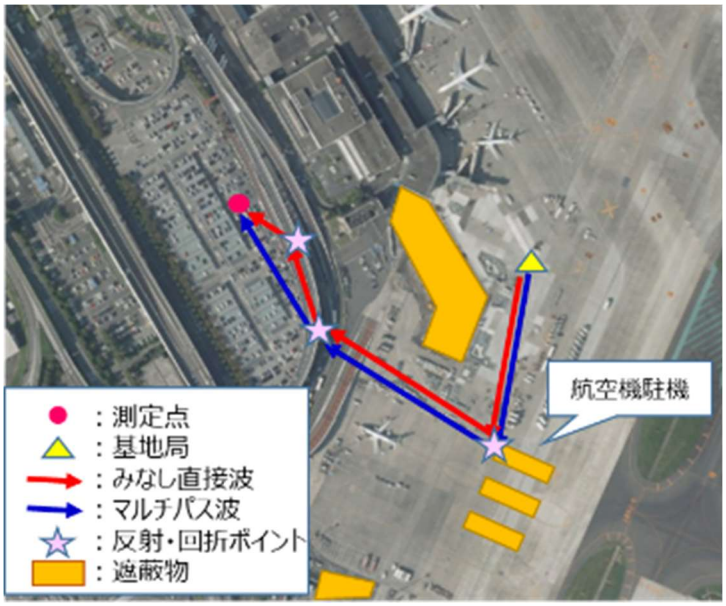


図 3.3.1-67　測定 ID：G 電波伝搬予測
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成



図 3.3.1-68　測定 ID：G 各方向写真　左図：みなし直接波方向　右図：マルチパス波方向

続いて、マルチパス波方向の反射物や強度について分析・考察を行うため、それぞれを「表 3.3.1-28　マルチパス波方向の反射物一覧とそれぞれのマルチパス波の強度」にまとめました。

表 3.3.1-28　マルチパス波方向の反射物一覧とそれぞれのマルチパス波の強度

測定ID	マルチパス波方向の反射物	材質	差分（マルチパス波の強度）
A	建物	コンクリート製	6.37
B	建物	コンクリート製	5.15
C	車両	鉄製	4.25
D	航空機	鉄製	3.96
E	ボーディングブリッジ航空機	鉄製	3.72
F	建物屋根・壁	コンクリート製	11.52
G	陸橋	コンクリート製	5.75
H	道路	コンクリート製	4.83
I	建物	コンクリート製	2.96
J	陸橋	コンクリート製	0.30

マルチパス波の強度が強い測定点では「図 3.3.1-69　マルチパス波方向の遮蔽物(測定点 A)」、「図 3.3.1-70　マルチパス波方向の遮蔽物(測定点 B)」、「図 3.3.1-71　マルチパス波方向の遮蔽物(測定点 F)」のように特に反射物の面積が広いことがわかりました。



図 3.3.1-69　マルチパス波方向の遮蔽物(測定点 A)

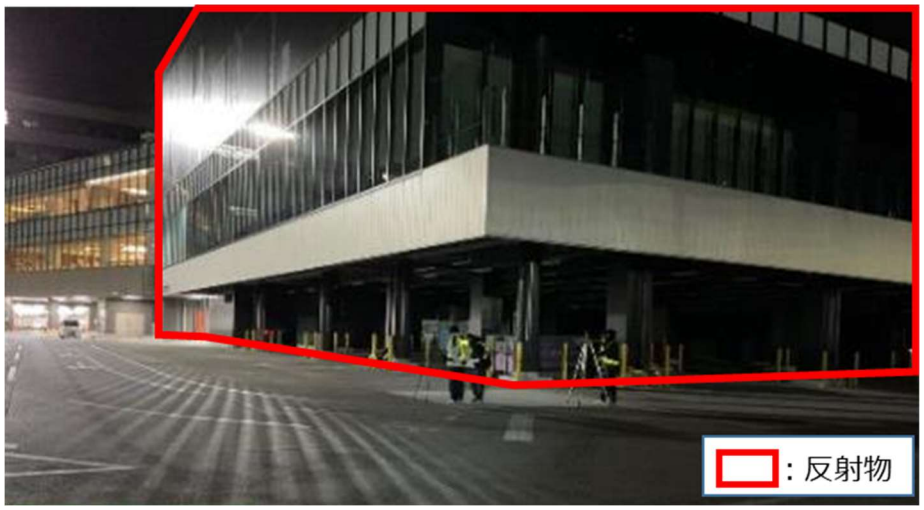


図 3.3.1-70　マルチパス波方向の遮蔽物(測定点 B)



図 3.3.1-71　マルチパス波方向の遮蔽物(測定点 F)

特に空港環境ではこのように面積率が高い反射物が多いため、全体的にマルチパスの影響が強くなっていると考察できます。一方で反射物の材質について分析すると平均差分は鉄製が平均 3.98dB、コンクリート製が平均 6.55dB みなし直接波よりマルチパス波が強い値となりました。この結果からは鉄製に比べ、コンクリート製の反射物の方がみなし直接波と比較してマルチパス波の強度が高いといえます。一般的には鉄製の方が電波の反射性能は高いと想定されるものの、今回測定できたコンクリート製の反射物の面積が大きいため、一般的に想定される結果とは逆の結果となったと考察します。

次に、NLOS/LOS 環境、基地局との 3D 距離におけるマルチパスの強度の傾向を確認します。

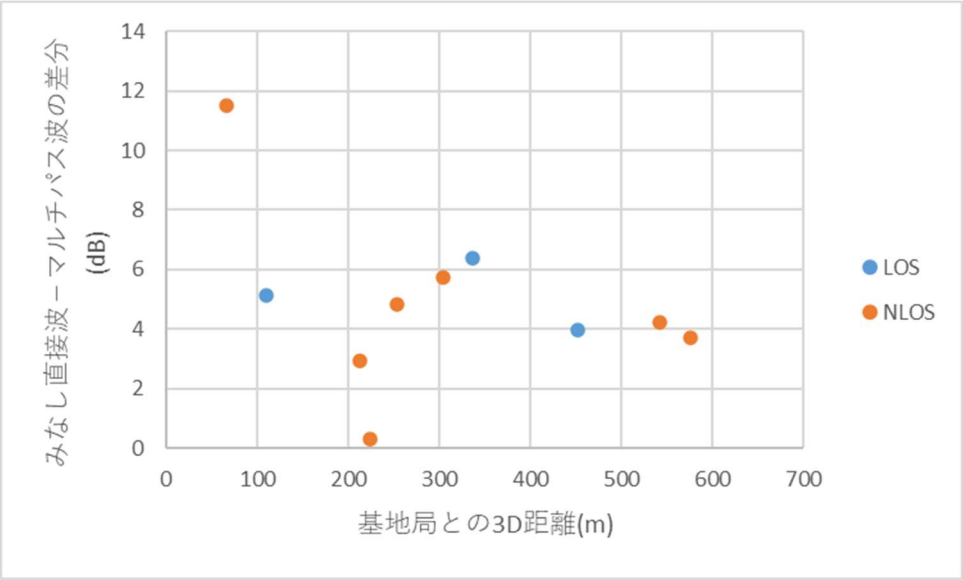


図 3.3.1-72　基地局との 3D 距離におけるマルチパス分布図

LOS/NLOS 環境、基地局との 3D 距離におけるマルチパスの強度については「図 3.3.1-72　基地局との 3D 距離におけるマルチパス分布図」からもわかる通りそれぞれに共通した傾向はなく、LOS/NLOS 環境、基地局との 3D 距離とマルチパス強度については関連性が低いと考えます。

上記の結果より、みなし直接波と比較して環境 i では平均 4.80dB、環境 iii では平均 6.82dB マルチパス波が強いことがわかり、空港環境全体では平均 5.93dB マルチパス波が強いことがわかりました。また、マルチパス波の強度について、反射物の面積率が高いものの強度が高い結果となり、本実証環境において最もマルチパス波の強度に影響していると考察します。反射物として、鉄製とコンクリート製の 2 種類が存在し、それぞれのみなし直接波と比較したマルチパス波の強さは、鉄製が平均 3.98dB、コンクリート製が 6.55dB となり、コンクリート製の反射物の方がマルチパスの強さは高い傾向にあることがわかりました。一般的には鉄製の反射物の方がマルチパス波の強度が高くなると想定されますが、前述した反射物の面積率が高いコンクリート製の反射物が空港環境には多いため、コンクリート製の反射物のマルチパス波の強度が高くなったと考察します。一方で、LOS/NLOS 環境、基地局との 3D 距離におけるマルチパスの傾向については、バラつきがある結果となり、マルチパスとの関連性は低いと考えます。

空港環境で高いマルチパス波が測定できた要因として、空港特有の環境要因が絡んでいます。空港環境には連続したコンクリートでできたターミナルビルの連なり、航空機等の鉄でできた大型の移動遮蔽物、特殊な形状のボーディングブリッジ等の遮蔽物あるいは移動遮蔽物が多く存在します。更にターミナルビルやターミナル同士を接続する陸橋等見通しを大きく遮蔽する構造物も存在します。これ等の遮蔽物が空港環境全体に点在し、反射・回折をすることで直接波に加え複数のマルチパス波による合成電力となり、空港環境の精緻化後の S が開放地と比べて高い数値になったと考察します。

昨年度実証では空港環境での一部の実測値が自由空間伝搬損失値以上となる要因としてマルチパス波による影響の可能性を考察しています。本実証でも実測値が自由空間伝搬損失値以上となった測定点は存在しているため、「表 3.3.1-29　自由空間伝搬損失値以上の受信電力を実測した測定点」に示

します。

表 3.3.1-29　自由空間伝搬損失値以上の受信電力を実測した測定点

測定ID	LOS (0:LOS, 1:NLOS)	基地局との 3D 距離 [m]	基地局との 水平距離 [m]	実測値の 受信電力 SS-RSRP [dBm]	自由空間伝搬損失式による伝搬損失での SS-RSRP [dB]	差分 [dB]	環境
3	0	336.37	336.4	-109.1	-122.6	13.5	開空間
4	0	173.43	173.4	-86.5	-87.6	1.1	開空間
12	1	120.29	120.3	-104.1	-107.3	3.2	閉空間
21	0	137.72	137.7	-80.9	-85.7	4.8	閉空間
23	0	175.48	175.5	-98.6	-107.6	9.0	開空間
25	0	210.25	210.2	-94.1	-95.3	1.2	開空間
26	0	374.37	374.4	-101.9	-130.6	28.7	開空間
28	0	123.44	123.4	-93.7	-94.0	0.3	開空間
32	0	342.25	342.2	-114.8	-116.1	1.3	開空間
35	1	80.86	80.8	-110.4	-110.6	0.2	開空間
40	1	123.83	123.8	-106.1	-107.7	1.6	閉空間
46	0	442.34	442.3	-118.5	-125.9	7.4	開空間
70	1	22.9	22.8	-91.9	-92.9	1.0	開空間
86	0	413.73	413.7	-107.7	-117.7	10.0	開空間
87	0	158.79	158.8	-91.8	-92.2	0.4	開空間
88	0	108.01	108	-101.7	-113.9	12.2	開空間
89	0	546.24	546.2	-115.2	-118.0	2.8	開空間
107	0	50.64	50.6	-87.8	-99.7	11.9	開空間
115	0	50.64	50.6	-87.8	-99.7	11.9	開空間
126	0	403.44	403.4	-114	-116.1	2.1	開空間
140	0	100.65	100.6	-101.3	-106.0	4.7	開空間
146	0	414.09	414.1	-105.9	-116.8	10.9	開空間
150	0	42.05	42	-96	-104.6	8.6	開空間

本実証で測定できた実測値が自由空間伝搬損失値以上となる測定点は 23 ポイントとなります。実測値と自由空間伝搬損失値の平均差分は 6.5dB です。これは空港環境におけるマルチパス波の強度である平均 5.93dB と非常に近しい数値となっており、空港環境において一部の実測値が自由空間伝搬損失以上となる要因としてマルチパス波が影響していると推察します。

3)　テーマⅠに対する提案

本実証では 1 つの補正値 S ではカバーしきれない複数の環境が混在しました。そのため、環境ごとにも精緻化を実施し、補正値 S を導出しました。空港環境においては本実証環境である成田国際空港のような複数の環境が混在することが想定されます。本実証では、開空間の走行ルートカバー目的で基地局を設置しましたが、基地局設置位置および環境によって適正なエリアの S 値を利用することで他の無線局への干渉等を検討することが望ましいです。

本実証で導出した S 値を空港環境、あるいは類似環境に適用を検討の際には遮蔽物占有面積率を参考にすることが望ましいです。空港環境全体遮蔽物占有率 20%前後であれば S=34.0、環境ごとには 0-10%程度であれば S=36.8、屋外に面しているが閉空間あるいは前後左右に遮蔽物が多く存在する場合は S=21.6、50%程度であれば S=18.1 を選択し、簡易的に S の選択を行うことが可能であると考えます。今後は遮蔽物面積率と S 値の相関性を示すため、様々な実証環境で遮蔽物の種類、面積率を割り出し実測結果と比較することで補正値の精度向上を図る必要があると考えます。

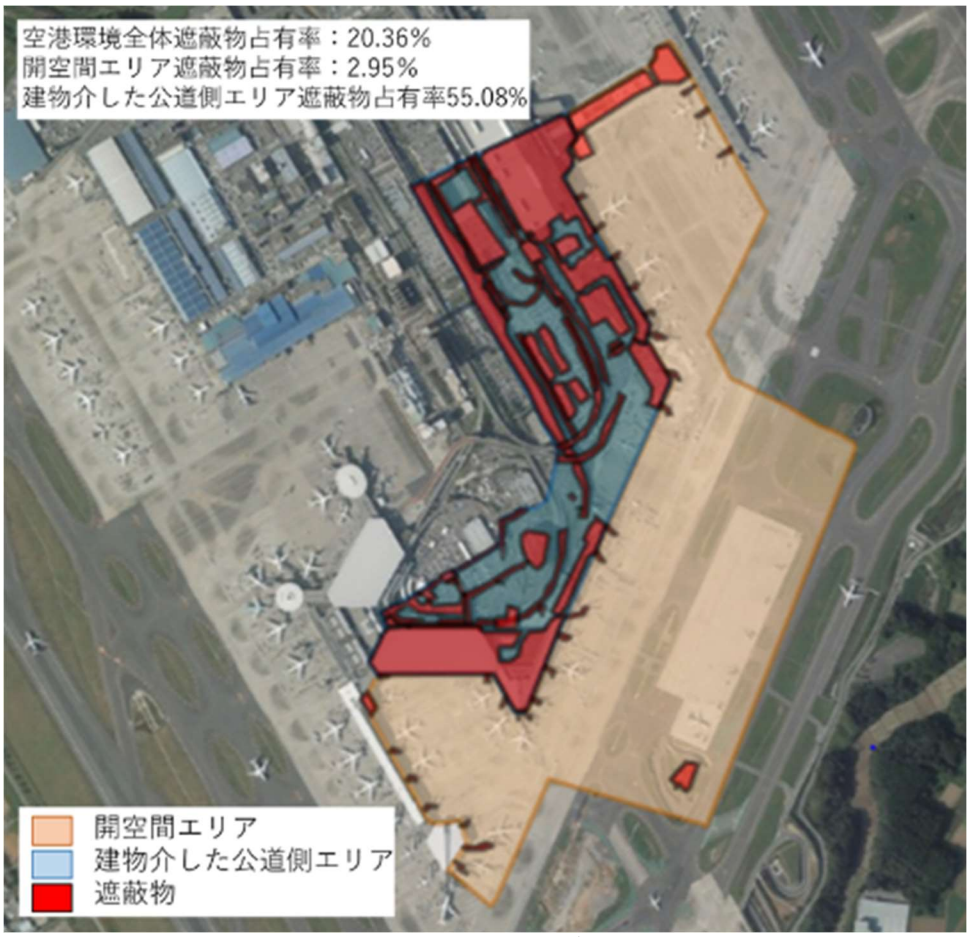


図 3.3.1-73　空港環境の遮蔽物面積率

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

また、空港のように全方位的に電波を反射しやすい遮蔽物が存在する特殊な環境の場合、特に環境 i のような環境の場合は、実際の電波伝搬はマルチパスの影響が想定されるため、類似の環境下では受信電力 5.9dB 程度の増加を見込んで設計することが望ましいです。

補正値 S の活用については、現在の 3 つの S 値だけではなく、より条件を細分化したパターンの補正値 S を設け、最適な条件を定義づけられることで実測に近しい結果を得ることは可能であると考えます。

本実証では屋外環境ユースケースを想定した実証を実施しましたが、空港ターミナル等の屋内での利用も想定されるため、建物侵入損 R の精緻化を行うことで空港環境における網羅的な電波伝搬特性を明らかにすることが今後の課題です。

最後に本実証で用いたレイトレースシミュレーションの結果と定点測定の実測値を比較分析し、その適合率を求めることでシミュレーションソフトの有用性についても言及します。

まず、レイトレースシミュレーション結果から導出した仮説 S=12.2 と精緻化後 S=34.0 の差分は 21.8dB と乖離が大きく見られました。

レイトレースシミュレーションから導出した S 値の乖離要因を確認するため、レイトレースシミュレーション結果と実測値を比較し、差分が±6dB 以内であれば適合、それ以外であれば不適合としてレイトレースシミュレーションと実測値の適合率を下記の通り割り出しました（測定不能実測ポイントは適合率割り出し対象外)。

・成田空港：16.67%（22/132 ポイント適合）　平均差分 15.3dB

上記の通り適合率は 16.67%と低い値でした。適合率が低い理由を分析するため、基地局ごとにレイトレースシミュレーション結果と実測値の平均差分を算出しました。

各 Site の算出結果は下記の通りです。

・Site4： 43.94dB
・Site5： 3.20dB
・Site6： 0.69dB
・Site7： -0.88dB

各 Site の平均差分から、建造物に囲まれている Site4 周辺ではそれぞれの測定ポイントのレイトレースシミュレーション値と比較して SS-RSRP は実測値の方が高い傾向でした。そのため、実際の建造物の伝搬損失値が想定値(レイトレースシミュレーション値)より小さかったことが要因と推察できます。また、建造物が比較的少なく、航空機駐機数が多い Site7 では想定値(レイトレースシミュレーション)と比較して SS-RSRP は実測値の方が小さい傾向でした。これは、実際の航空機の損失が想定値(レイトレースシミュレーション値)より大きいと推察できます。

そのため、実測値から空港環境の航空機、建造物に関連する 3D モデル「コンクリート」「ガラス」「アルミニウム」等の損失値を修正し、計算メッシュを 5m から 2m に変更することで適合率は 6 割以上に向上しました。この結果より類似環境でレイトレースシミュレーションを実施する際は現地の遮蔽物を再現し、モデリングすることが重要であると考えます。

再レイトレースシミュレーション後の適合率は下記の通りとなり、適合率が増加しました。

・成田空港：61.36%（81/132 ポイント適合）　平均差分：9.5dB

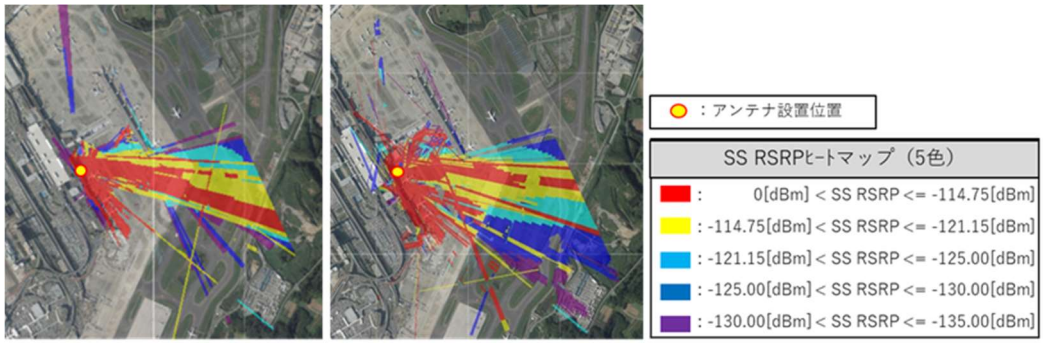


図 3.3.1-74　基地局 Site4　環境パラメータ修正前後のレイトレースシミュレーション結果　（左図：修正前　右図：修正後）

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

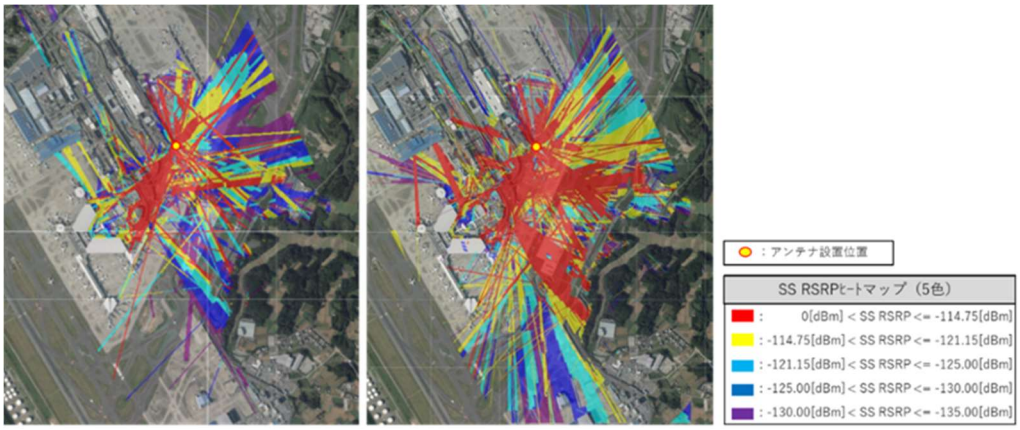


図 3.3.1-75　基地局 Site5　環境パラメータ修正前後のレイトレースシミュレーション結果　（左図：修正前　右図：修正後）

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

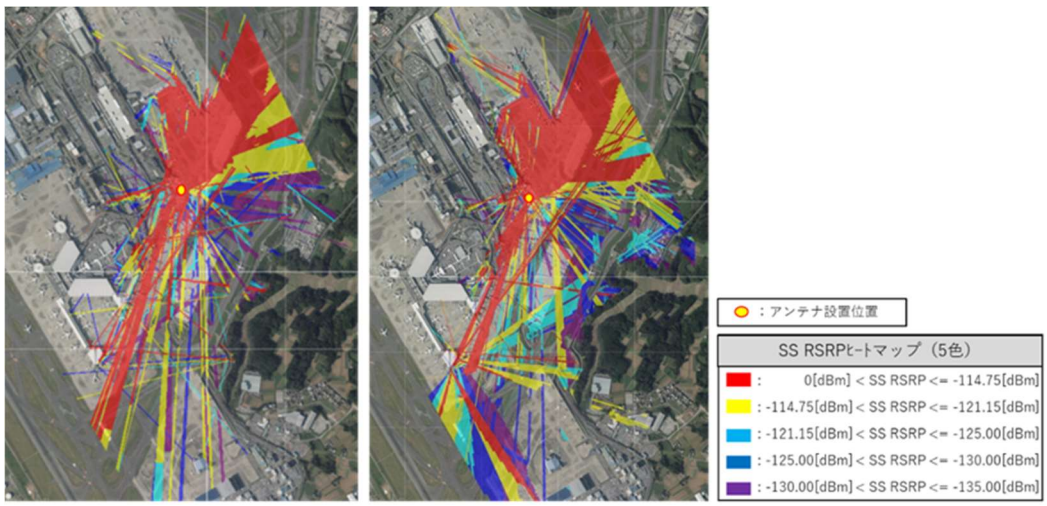


図 3.3.1-76　基地局 Site6　環境パラメータ修正前後のレイトレースシミュレーション結果　（左図：修正前　右図：修正後）

出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

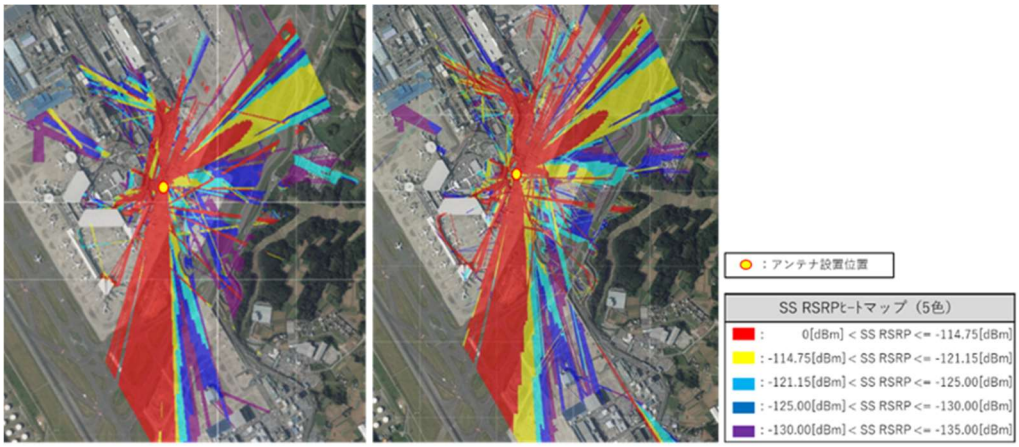


図 3.3.1-77　基地局 Site7　環境パラメータ修正前後のレイトレースシミュレーション結果　（左図：修正前　右図：修正後）
出典：国土地理院（電子国土 Web）（URL：https://maps.gsi.go.jp/）のデータを使用して作成

本実証結果より、環境を分けて補足の S を導出することでそれぞれの環境に一致する率は高くなるものの、エリア算出法のように一概に一括りのパラメータ S を使用しても実測とは乖離が生じてしまうことが懸念されます。より詳細に方位ごとに遮蔽物を考慮し机上検討を行う場合にはレイトレースシミュレーションが有用ですが、レイトレースシミュレーションの活用には技術面・費用面の課題があります。本実証で得た知見からレイトレースシミュレーションの普及・活用促進に向けた今後の課題について記します。

まず技術面については、本実証環境においてレイトレースシミュレーションを実施する際には、実際の電波環境を再現するために現地調査を事前に実施し、空港独特な特殊な建造物の 3D マップの作りこみや、反射物などの損失値を考慮する必要があり、3D モデリング技術や環境パラメータについての知見も必要となります。これにはレイトレースシミュレーションの精度向上のために様々な環境下の実証等を通じてパラメータ自体の精度を高めることが重要です。また、このような環境下では環境パラメータを X から Y に変更し近似した、といった検証結果から得た知見を蓄積・共有する仕組みの整備が期待されます。

費用面に関しては、シミュレーションソフト・地図データは一事業者が用意するには高額でありサブスクリプション型のサービス等を利用する場合でも、本実証で想定される農業従事者等、1 免許主体がシミュレーションのために費用を負担することは現実的に困難です。今後エリア算出法以上に精緻にシミュレーションを実施するためには、専門組織によるシミュレーション代行やシミュレーションツールの提供、それに準じた干渉影響の判断手法の明示化等、普及に向けた支援体制の充足が望まれます。

3.3.2　　エリア構築の柔軟性向上

このテーマには取り組まなかった

3.3.3　　準同期 TDD の追加パターンの開発

このテーマには取り組まなかった

4. ローカル 5G 活用モデルに関する検討（課題実証）

4.1 実証概要

4.1.1 背景となる課題

少子高齢化により、労働人口減少が本格化する中で、バス・トラックなどの運行台数に対し、各産業で要するドライバが生産年齢人口の減少、厳しい労務環境、労務単価の上昇により確保し難くなってきています。例えば、国際空港であれば早朝から夜間まで現地在住の連絡バス及びトーイングトラクターのドライバを、航空機の発着枠に応じて柔軟に確保する必要がありますが、需要の先読みが難しい中で、安定した受け入れ態勢を確保し難い状況が続いていくことが予想されます。

成田国際空港始め各空港において、アフターコロナのインバウンド等の需要増加について予測するとドライバの確保が必要不可欠です。

また他業種においても、工場や物流、農業など広大な敷地を有し、人やモノを短距離でも移動させるため、モビリティに頼らざる得ない地域産業におけるドライバ等の担い手の確保は当該産業を維持し、人々にとって不可欠なサービス・商品を提供する上で欠かすことができません。

半面、自動運転技術の適用において、他車両や歩行者、特殊車両、航空機等が混在する環境下で、自動運転車のみ一気通貫での対応が困難な場合（事故時における駆け付け対応等）があり運行管理者による遠隔監視が求められています。

上述の課題と課題解決の方向性、及び本実証との関連を下図イシューツリーに示します。

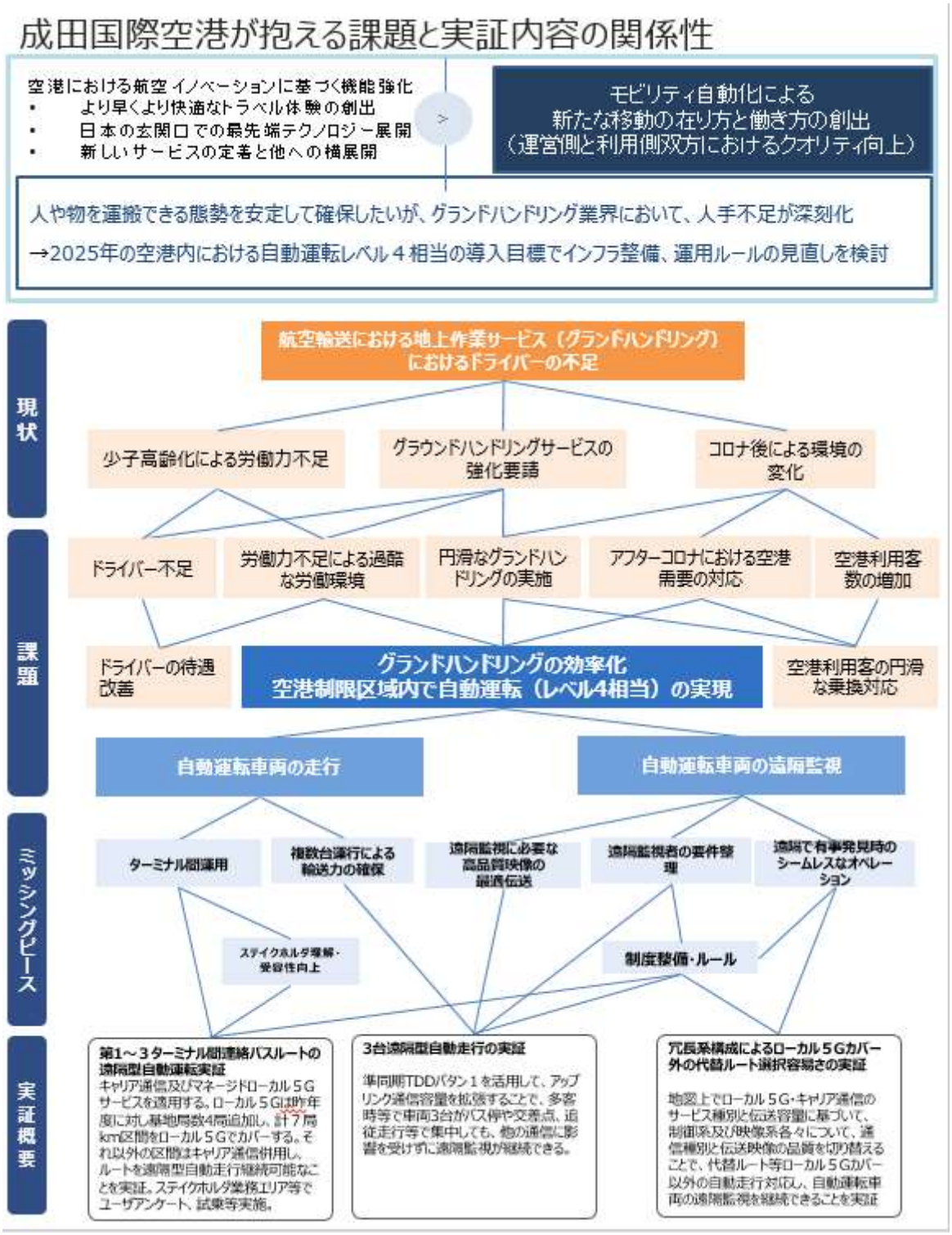


図 4.1.1-1 イシューツリー

（1） 少子高齢化による労働人口減少の本格化

内閣府によると、2010 年頃から日本の人口は減少局面に入っており、特に労働生産人口（15-64 歳）については、2010 年には 8103 万人だったところ、2030 年には 7000 万人を、2040 年には 6000 万人をそれぞれ切る水準まで減少することが見込まれています。

このことは、あらゆる産業における労働力不足につながると考えられますが、サービスレベルや国際競争力の維持のためにも、各産業において生産性の向上を図る必要があります。

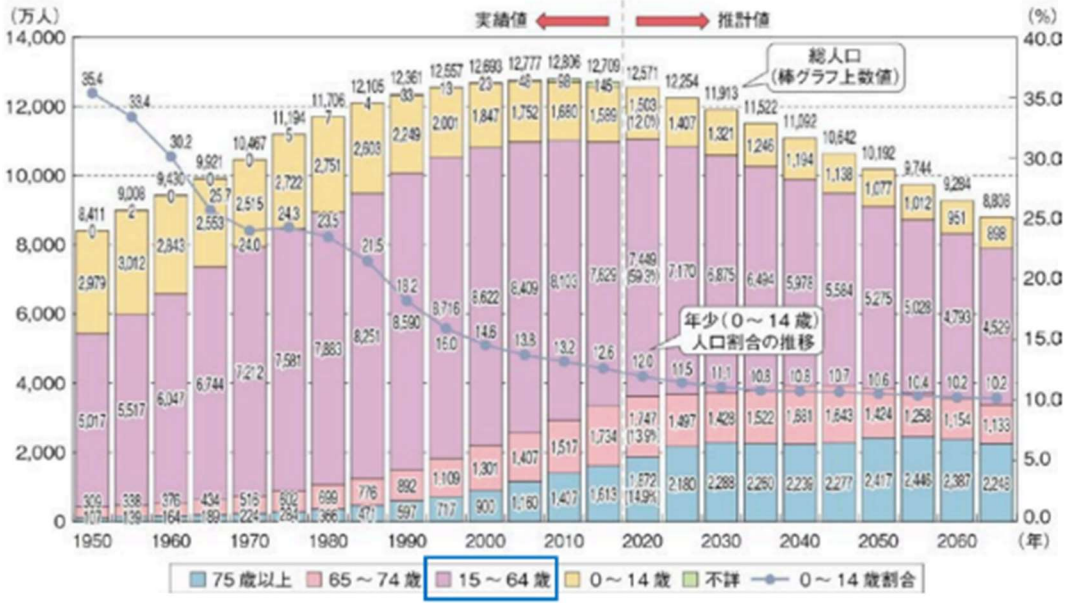


図 4.1.1-2 我が国の生産人口の推移
出典：内閣府「令和 4 年版　少子化社会対策白書」）
https://www8.cao.go.jp/shoushi/shoushika/whitepaper/measures/w-2022/r04pdfhonpen/pdf/s1-1.pdf

（2） バス・トラックなどのドライバが不足

例えば、乗合バスの運転者は昭和 50 年以降、長期的に減少しており、平成 23 年にはピーク時の 25%減となっており、その後も横ばいとなっています（2018 年度版 日本バス協会「日本のバス事業」）。

また、自動車運転事業の運転業務に係る有効求人倍率を見ると、全職業平均の 2 倍となっており、全国的に、求人に対して、ドライバの担い手が不足している現状が顕著となっています（下図参照）。

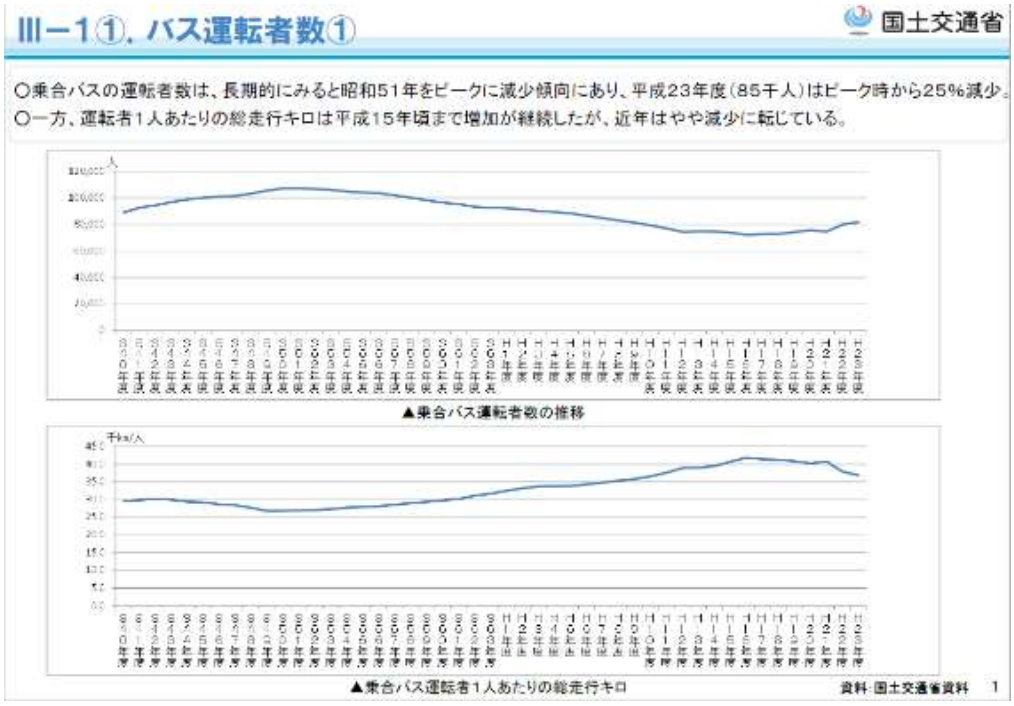


図 4.1.1-3（1）バス運転者を巡る現状について(国土交通省　平成 26 年 4 月 25 日)

出典：https://www.mlit.go.jp/common/001038072.pdf

バス事業の従業員総数と走行キロ当たりの従業員数

(乗合バス)

区分／年度	従業員総数	運転者	走行キロ(10万キロ)当たり	
			従業員数	運転者数
	(人)	(人)	(人)	(人)
40	240,312	89,118	9.1	3.4
45	207,675	100,312	7.1	3.4
50	176,137	107,225	6.1	3.7
55	155,191	104,145	5.3	3.6
60	134,116	96,564	4.7	3.4
2	123,134	91,501	4.1	3.0
7	111,866	84,847	3.8	2.9
8	109,028	83,017	3.7	2.8
9	106,487	81,439	3.7	2.8
10	103,604	79,409	3.6	2.7
11	100,464	77,046	3.5	2.7
12	97,006	74,420	3.3	2.6
13	97,455	74,883	3.3	2.6
14	98,123	74,720	3.3	2.5
15	96,853	73,926	3.2	2.5
16	94,512	72,303	3.1	2.4
17	93,868	72,833	3.2	2.5
18	93,231	72,978	3.1	2.4
19	95,423	74,160	3.1	2.5
20	102,583	78,218	3.4	2.6
21	97,363	74,644	3.2	2.5
22	103,299	80,073	3.4	2.6
23	106,492	81,811	3.5	2.7
24	107,343	82,634	3.5	2.7
25	108,253	83,199	3.5	2.7
26	108,263	83,255	3.5	2.7
27	110,128	83,537	3.5	2.7
28	117,811	83,880	3.8	2.7
29	125,611	84,224	4.0	2.7
30	124,675	84,020	4.0	2.7
令和元	123,677	83,834	4.0	2.7
2	117,984	80,980	3.8	2.6

(貸切バス)

区分／年度	従業員総数	運転者	走行キロ(10万キロ)当たり	
			従業員数	運転者数
	(人)	(人)	(人)	(人)
40	47,921	16,374	9.4	3.2
45	47,906	18,009	6.5	2.4
50	47,497	19,338	6.4	2.6
55	52,030	21,479	5.3	2.2
60	57,951	24,258	4.7	2.0
2	63,486	28,972	4.0	1.8
7	64,585	30,923	4.1	2.0
8	63,811	30,992	4.0	2.0
9	62,129	31,038	3.9	2.0
10	58,732	30,405	3.7	1.9
11	63,262	32,646	3.9	2.0
12	64,971	36,241	4.0	2.2
13	65,663	37,817	4.0	2.3
14	65,116	39,434	3.9	2.4
15	67,427	41,544	4.0	2.5
16	67,212	41,898	4.0	2.5
17	58,010	36,996	3.4	2.1
18	64,546	42,420	3.8	2.5
19	65,411	41,890	3.8	2.5
20	64,490	42,323	3.8	2.5
21	67,908	41,173	4.0	2.5
22	64,171	45,392	3.9	2.7
23	65,378	45,504	4.2	2.9
24	67,613	46,653	4.4	2.9
25	68,168	47,581	4.4	3.1
26	71,361	48,314	4.9	3.3
27	73,253	49,348	5.5	3.7
28	70,967	49,068	4.9	3.4
29	68,697	48,772	5.1	3.7
30	68,295	48,112	5.3	3.7
令和元	67,885	47,678	5.4	3.8
2	61,775	44,340	4.9	3.6

（注）平成18年10月に施行された改正道路運送法に伴い、乗合バスとみなされた事業者を除く。

図 4.1.1-4（2）バス運転者を巡る現状について　・上段データの R2 年度公開版

出典：数字で見る自動車 2022 バス事業の従業員総数と走行キロあたりの従業員数の推移(乗合・貸切)

https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001484018.pdf

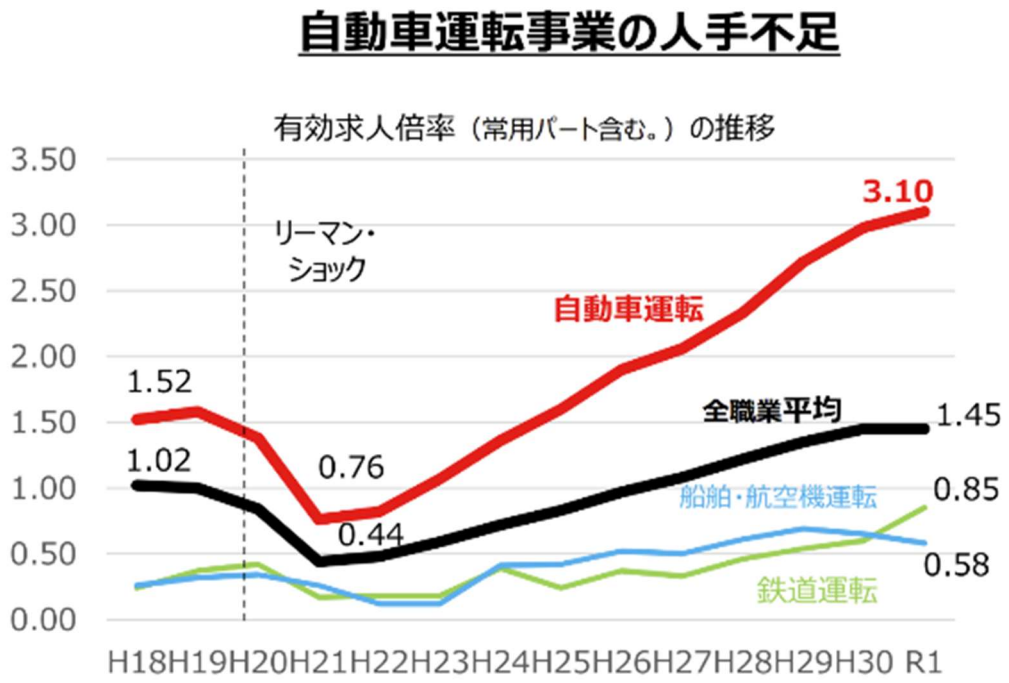


図 4.1.1-5　出典：国土交通省「改正地域公共交通活性化再生法の制度と運用について」
https://web.pref.hyogo.lg.jp/ks05/documents/siryou1.pdf

（3） 空港における人材不足

国際空港であれば早朝から夜間まで現地在住の連絡バス及びトーイングトラクターのドライバを、航空機の発着枠に応じて柔軟に確保する必要がありますが、需要の先読みが難しい中で、安定した受け入れ態勢を確保し難い状況が続いていくことが予想されます。また、厳しい労務環境も人材不足の要因の 1 つとなっています。成田国際空港始め各空港において、アフターコロナのインバウンド等の需要増加について予測するとドライバの確保が必要不可欠です。

なお、このようなグランドハンドリング等における人材不足を踏まえ、国土交通省は 2020 年 1 月に「グランドハンドリングアクションプラン」を取りまとめ、自動運転ランプバス等を含めた先進機器の導入による生産性の向上が必要ですと提言しています。



図 4.1.1-6（出典）第１回国土交通省航空局「空港制限区域内の自動走行に係る実証実験検討委員会」（平成 30 年 6 月 22 日）
https://www.mlit.go.jp/common/001240284.pdf

（4） 他業種における人材の確保

工場や物流施設、農業など広大な敷地を有し、人やモノを短距離でも移動させるため、モビリティに頼らざる得ない産業の施設におけるドライバの確保は製造物流ラインの効率化に欠かすことができませんが、生産年齢人口の減少とともにこの確保は困難となっており、省人化等で生産性向上の必要性が叫ばれています。一方で、どれだけ省人化を行ったとしても、人手が完全に不要になるわけではなく、事故や異常がないかを確認するため、遠隔地からの工程監視等が必要になります。この監視には安定し、遅延の少ない通信が必要であり、多数の車両を同時に監視する場合においては通信容量の確保も必要です。このような観点からこれ等の他産業の環境は、空港における課題と共通の課題を持つ面があり、本実証で得られた成果は、広大私有地でのモビリティの自動化についても横展開することができます。

4.1.2 本実証におけるローカル 5G 活用モデル

（1） ローカル 5G を用いたソリューション

完全自動運転に向けたステップとして遠隔監視を前提とした自動運転システムの社会実装が進んでいます。本実証では、通信安定性を持ったローカル 5G とキャリア通信を組み合わせ、通信システム冗長系による映像監視を実現します。本遠隔システムをもとに複数の遠隔監視型自動運転車両を運用した際の通信部分の技術要件明確化を行いました。

具体的には、ローカル 5G による遠隔監視を用いた複数の自動運転システムが安定運用できることを確認するため、次のことに取り組みました。通信帯域の安定性と独自システムの構築可能なローカル 5G システムを敷設し、キャリア通信を併用した冗長系による通信環境を構築しました。その上で、成田国際空港ターミナル連絡バスルートの第 1 ターミナルから第 3 ターミナルのバス停留場区間（走行距離　最長 6.3km 区間）にて、自動走行しました。うち一部区間において、3 台の遠隔監視実験車両(2 台は自動運転レベル 4 相当の車両とし、1 台は手動運転車両，最短 20 分に 1 本ダイヤを想定)と遠隔監視システムを用い、適用効果の測定を行いました。

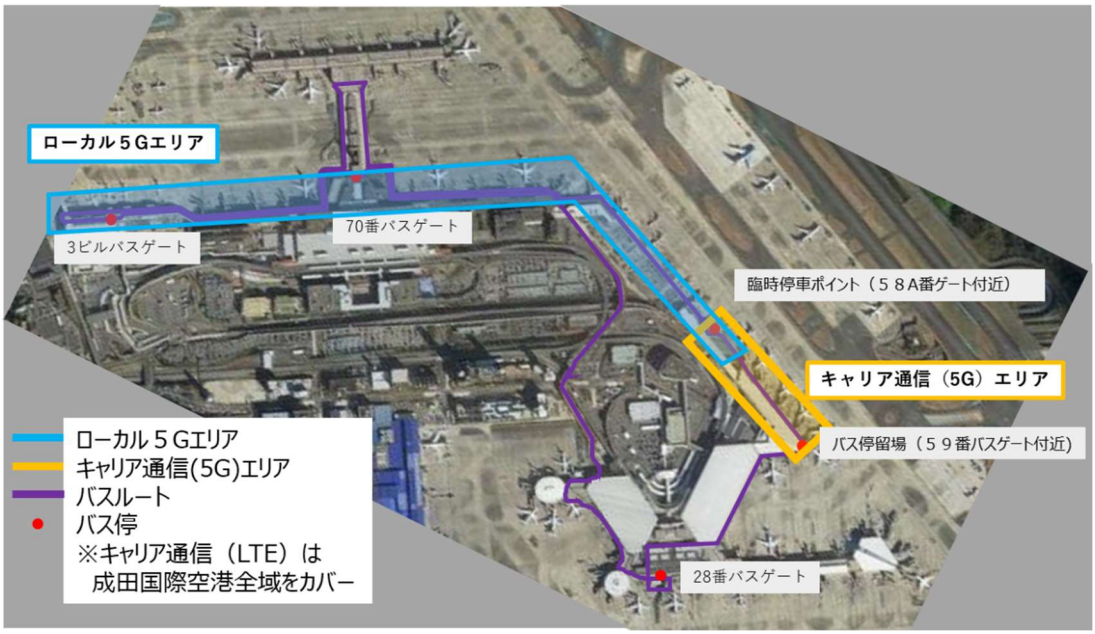


図 4.1.2-1 成田国際空港ターミナル間連絡バスの遠隔型自動運転（レベル 4）実証エリア
出典：国土地理院ウェブサイト（https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685108）

1)　ターミナル間連絡バスの遠隔型自動運転車（レベル 4 相当)を規定ルートで走行

見通しの悪いカーブ等を含むターミナル沿い通路において遠隔監視の映像伝送を含めて安定した遠隔監視映像の遠隔監視室でのモニタリングが必要とされます。このため、第 1～3 ターミナルの所定区間（走行距離約 4.8km）をローカル 5G（第 2 章記載の範囲）及びキャリア通信（第 1 ターミナル内 1 部区間 5G と全走行区間 LTE）の冗長系を実装した遠隔型自動運転システムで走行しました。

2)　複数台の遠隔型自動運転車両の同時運行

実運用を考慮すると現行のダイヤ運行のために複数台の同時運行が必要になります。最短 20 分に 1 本の運行を実施するためには、2 台の自動運転車の同時走行が必要となります。故に、3 台の遠隔型実験車両(2 台は自動運転レベル 4 相当の車両とし、1 台は手動運転車両を想定)を用い、各々の遠隔監視機能・性能の評価及び課題出しを行いました。本実証は成田国際空港ターミナル連絡バスルートの距離約 1.6km 区間（第 2～3 ターミナル）にて実施しました。

3)　ローカル 5G 網とキャリア通信による冗長通信の実現とルート柔軟性の確保

ローカル 5G 網とキャリア通信による、無線通信の冗長構成を構築し、不測な事態が生じた際でも遠隔監視型自動運転の遠隔監視システムを維持できることを実証しました。このため、下記内容で成田国際空港ターミナル連絡バスルートの走行距離約 6.3km の区間において遠隔監視機能・性能の評価を行いました。

・ローカル 5G とキャリア通信（LTE/5G）の両通信端末を同時に車載し、各々の遠隔監視機能・性能の評価。

・ローカル 5G とキャリア通信（LTE/5G）を併用する処理実装を行うことで、万が一ローカル 5G 通信品質が要件を満たさなくなった際も、速やかにキャリア通信へ人手を介さず切り替えることで、遠隔型自動運転（レベル 4 相当）の遠隔監視機能継続性を評価。ローカル 5G とキャリア通信(LTE)の通信帯域の大きく異なるネットワークの切り替えが発生した際に遠隔監視機能・性能の評価（代替・延長ルート等が必要なケースを想定）

(2)　ローカル 5G 活用モデル（当初仮説）

本実証において検証するローカル 5G 活用モデルは「ターミナル間連絡バス（ローカル 5G・冗長系を用いた遠隔型自動運転（レベル 4 相当））」です。

・想定するターゲット

想定するターゲットは以下の通りとなります。

・ランプエリア利用事業者：
　エアライン
　グランドハンドリング会社
　旅客（バス乗客）
・関係省庁(航空局)
　現連絡バス運用事業者
　本コンソーシアム構成者
・ターゲット
　地域：成田国際空港
　ユーザ：航空利用者、空港スタッフ

・ソリューションの提供・利用方法

本ソリューションは、主に空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスにおいて、自動運転車両及び、自動運転システムにおける遠隔監視システム、ローカル 5G システム、キャリア通信システムをパッケージ化し、旅客を始めとするターミナル間連絡バスの利用者に対して提供するものとなります。

なお、利用方法については、現状の制限区域内ターミナル間連絡バスの運用を踏襲したダイヤ走行を想定しておりますが、本実証における各種検証結果を踏まえ、本ソリューションに適した

利用方法について検討しました。

・運用に係る体制・事業スキーム

運用に係る体制・事業スキームとしては、自動運転については、自動運転車両の提供・メンテナンス等（株式会社ティアフォー）と運行（バス運行事業者）の切り分け（役割分担）を行い、得意分野を活かしたオペレーションを行いました。

また、ローカル 5G システムについてもローカル 5G システム提供事業者及び保守事業者（東日本電信電話株式会社等）と成田国際空港における各種システム・設備保守を行っている事業者、成田国際空港株式会社等との切り分けを行うなどにより、保守性・経済性の向上を目指しました。加えて、ローカル 5G システムについては本用途に留まらず、他用途においても活用する事業スキームを検討することで、空港内におけるローカル 5G システムの利活用促進及び経済性を高めました。

・導入効果

本ソリューションを活用することで、人材不足が懸念されているバス業界及びグランドハンドリング業界の人手不足解消に今後も寄与していきます。

・横展開の在り方

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における実装の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られるため、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考えています。更に空港以外の大規模施設（公園、テーマパーク等）への横展開も考えられるものの、これ等は走行環境や個別性が強く、個別の施設ごとに慎重な検討を要すると考えられるため、本実証では成田国際空港への実装及びこれをモデルとした他空港の制限区域内への展開を今後も検討していくこととします。

（3） ローカル 5G の必然性・必要性

遠隔型自動運転車両の遠隔監視時は多くのネットワーク帯域を要します。故に、下記のような課題が発生する場合があります。

・複数台の遠隔型自動運転車両が同一基地局内に存在した場合にネットワークの帯域が不足し、一部の映像配信が困難となる可能性有

・空港やテーマパークなど、人が多くいる場所ではユーザのネットワークの利用状況により、基地局の帯域が足りなくなり、遠隔型自動運転車両の映像配信が困難となる可能性有

空港という専用区域内における将来のレベル 4 相当を目指した遠隔型自動運転の実現に向けては、ローカル 5G の特徴です利用者を限定し安定した通信を確保することが重要な要件となります。ローカル 5G は、敷地内走行経路に沿ってエリア化することができ、キャリア通信と異なり利用者を限定し、同一周波数を用いて遠隔監視を行うことで、高速広帯域な高品質の通信をいつでも確保することができます。このため、旅客や他空港利用事業者が無線通信を利用する影響を受けず、運行管理者による遠隔監視の継続することを可能とします。

1） 無線区間性能

a. 映像遅延

遅延時間に対する要求事項です。車載カメラから遠隔監視室に設置したディスプレイへ表示されるまでの遅延値となりますが、経路全体のうちローカル 5G システム内の遅延値の目標値を「50msec」と設定し、目標を達成しました。

b. 画質

上りスループットに対する要求事項です。HD（1080p）カメラ 1 台あたり 5Mbps が所要となり、HD7 台全てを HD（1080p）カメラとする想定では計 35Mbps となるため、ローカル 5G システム内のスループットの目標値を「上り 35Mbps」とします。ただし現時点では複数台で同時に走行する場合など状況により目標値以上の要求が想定されるため、その場合は画質に影響がでないようシステム側での対応を実施しました。

c. フレームレート

1 秒あたりのフレーム数に対する要求事項です。スループットおよび遅延時間が上記目標値を充足することにより、達成を確認しました。

d. エリア

カバレッジエリアに対する要求事項です。走行エリア全域をカバーするものとして構築しました。また複数の基地局でカバーするため、基地局複数でエリア構成する場合には、基地局間をまたいでも上記 1)映像遅延、2)画質、3)フレームレートの要求仕様を満たしつつづける必要があることから、ハンドオーバー機能を実装しています。

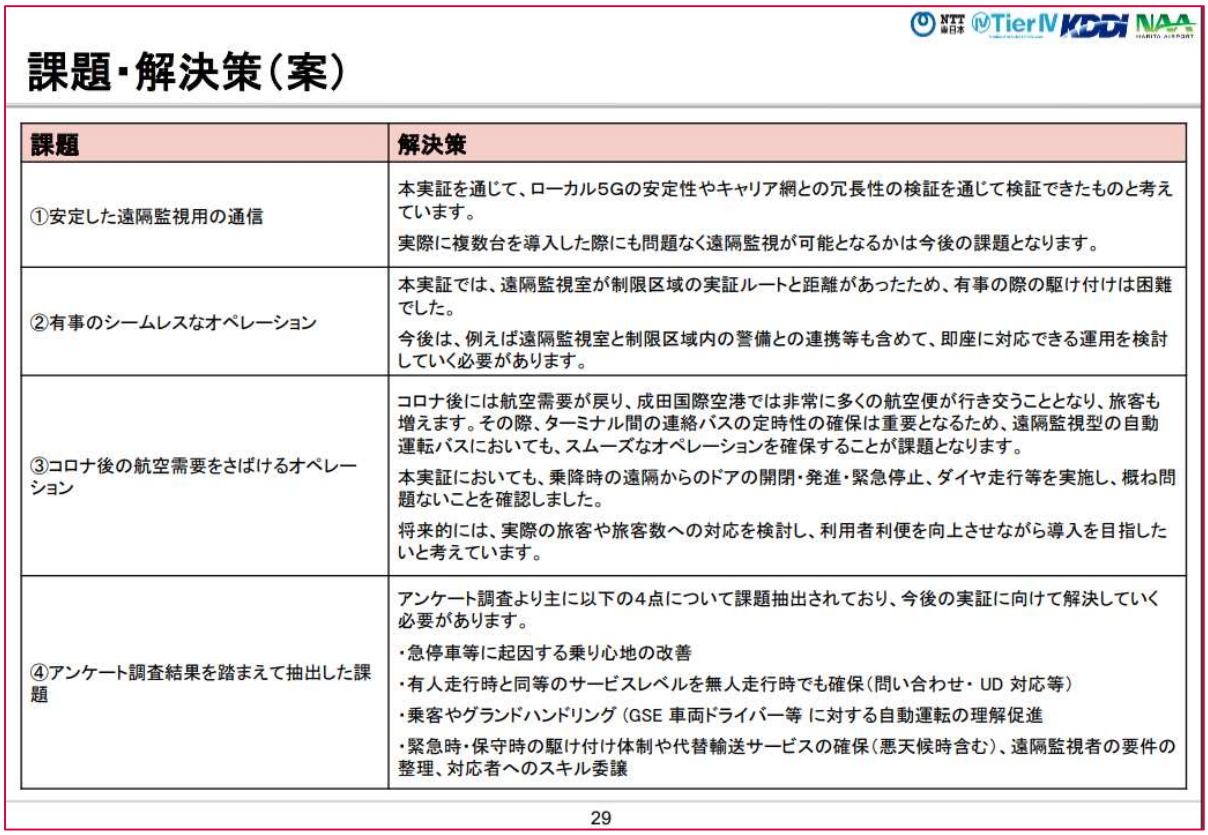
4.1.3 実証内容の新規性・妥当性

（1） 実証内容の新規性

令和 3 年度実証では空港制限区域内という特殊環境下におけるローカル 5G 等を活用した自動運転車両の走行としては国内空港初の事例であり、課題実証においてローカル 5G 等を活用した遠隔監視システムによる遠隔監視者によるドア開閉、発車指示、緊急停止において、ローカル 5G を起因とする問題は生じなかった点を確認することができました。

また、「通信冗長系による自動走行緊急停止の抑制」「無線品質劣化による映像品質低下の抑制」も運用に耐えうる性能を確認しました。結果として、ローカル 5G の復旧に要する時間の方が、駆け付けに要する時間よりも十分早いことを確認できました。

一方で、昨年度の実証を通じて得た知見として、今度の実装を見据えた課題及びその解決策として、以下の点を列挙しております。



課題・解決策（案）

課題	解決策
①安定した遠隔監視用の通信	本実証を通じて、ローカル5Gの安定性やキャリア網との冗長性の検証を通じて検証できたものと考えています。 実際に複数台を導入した際にも問題なく遠隔監視が可能となるかは今後の課題となります。
②有事のシームレスなオペレーション	本実証では、遠隔監視室が制限区域の実証ルートと距離があったため、有事の際の駆け付けは困難でした。 今後は、例えば遠隔監視室と制限区域内の警備との連携等も含めて、即座に対応できる運用を検討していく必要があります。
③コロナ後の航空需要をさばけるオペレーション	コロナ後には航空需要が戻り、成田国際空港では非常に多くの航空便が行き交うこととなり、旅客も増えます。その際、ターミナル間の連絡バスの定時性の確保は重要となるため、遠隔監視型の自動運転バスにおいても、スムーズなオペレーションを確保することが課題となります。 本実証においても、乗降時の遠隔からのドアの開閉・発進・緊急停止、ダイヤ走行等を実施し、概ね問題ないことを確認しました。 将来的には、実際の旅客や旅客数への対応を検討し、利用者利便を向上させながら導入を目指したいと考えています。
④アンケート調査結果を踏まえて抽出した課題	アンケート調査より主に以下の4点について課題抽出されており、今後の実証に向けて解決していく必要があります。 ・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

29

図 4.1.3-1 令和 3 年度成田実証における抽出課題

出典：令和 3 年度ローカル 5G 開発実証報告書
https://go5g.go.jp/carrier/%e4%bb%a4%e5%92%8c%ef%bc%93%e5%b9%b4%e5%ba%a6%e3%83%ad%e3%83%bc%e3%82%ab%e3%83%ab%ef%bc%95%ef%bd%87%e9%96%8b%e7%99%ba%e5%ae%9f%e8%a8%bc%e5%a0%b1%e5%91%8a%e6%9b%b8/

本年度は令和 3 年度の考察結果を踏まえ、更なる実装に向けて、以下の点が課題でした。

・現行の運用と同等のダイヤを自動運転走行で運行できること

令和 3 年度の実証においては自動運転車両 1 台を用いて実証実験を行いました。現在、成田国際空港制限区域ターミナル連絡バスは、最短 20 分に 1 本のダイヤ運行をしており、最大 2 台が制限区域内を同時走行しています。そのため自動運転化後もダイヤを維持するため複数台走行の実現が必要でした。

・令和 3 年度の本実証では検証しきれなかったエリア（第 1～3 ターミナル間）のローカル 5G 等の通信影響の確認

昨年度の実証実験において、国際空港という特殊環境において、自動運転車両の遠隔監視におけるローカル 5G の有用性を確認することができました。現在連絡バスが走行しているエリアは昨年度の走行エリアの特性に加えて、複数台の遠隔型自動運転車のアップロードに対応すること、カーブで見通しが取れない環境を走行するエリアがあること、代替ルート等を想定してローカル 5G エリア外を含む自動走行区間を対象とすることなど、遠隔監視を行うための通信環境としては、昨年度では十分に検証しきれなかったエリアが存在しました。また、本走行ルートは非常に広域に渡ることから、実装を見据えると、いかに導入コストを抑止してローカル 5G 等のエリアを構築

する必要がありました。

制限区域内におけるターミナル間連絡バスにおいて、本ローカル 5G 活用モデルを用いて実装するためには、本エリアにおける通信環境の検証や自動走行を行い、技術的に走行可能性やその走行条件を明確にする必要がありました。

・自動運転のレベル 4 相当による自動走行の実現

昨年度の実証実験においては国土交通省航空局が策定している空港における制限区域内の自動運転走行ガイドラインに基づき、実際にドライバを乗車させて実証（レベル 3 相当）を行いました。

本モデルが、自動化・省力化に資するためには無人走行（自動運転レベル 4 相当）の実現が必須であります。実装に向けて、国土交通省交通省の最新のガイドラインに基づき、昨年度より更に踏み込み、レベル 4 相当の実装、実現化を進めました。

・ローカル 5G を活用した自動走行における運用方法の策定

技術的な検証に基づく安全性等の担保が取れている前提で、技術的な制約事項（走行条件等）と現行の運用との乖離を勘定し、自動運転走行ならではの実際の運用方法の検討を行いました。

・現運用と同等又はそれ以上の経済性又は便益の実現

実装にあたっては現行の制限区域内ターミナル間連絡バスと同等又はそれ以上の経済性がないと現行の運用からの切り替えるハードルが非常に高いことが想定されるため、費用対便益などの観点で検討を行いました。また、経済性を高める工夫についても検討します。具体的には本ローカル 5G 活用モデル以外の用途でも今回構築するローカル 5G を併用することにより本活用モデルにおける費用負担の低減の可能性を確認しました。一方で、経済性では図りきれない本モデルを導入することで得られる新たな便益（カーボンニュートラルへの寄与等）がある場合は、それを勘定し、総合的な観点を踏まえた実装性の検討を行いました。

1） 実装時の姿や方向性、又は実装に向けた道筋やステップ

実装時に目指す姿は現行の制限区域内ターミナル間連絡バスの全て又は一部を自動運転車両に代替する、又は今までカバーしきれていなかった顧客ニーズを満たすものとして活用するなどです。それに向けたステップとしては以下の通りです。

- 自動運転やローカル 5G 等の本ビジネスモデルを構成する各要素の技術的な面で、運用上問題ないレベルに達していること
- 上記の上で、空港におけるレベル 4 相当の自動運転の運用ルールや実際の走行ルール、運用方法が確立され、その運用方法を行う体制が確立していること
- 更に、実際の利用者（旅客等）への理解促進が進み、自動運転車両を用いたターミナル間移動への心理的な障害がないこと

2） 実装に向けた本実証の位置づけ

本実証においては上記 1）における課題を洗い出し、実装に向けた解決策を方策することです。昨年度の取り組みを踏まえて更なる発展的な内容の実証を行うことで、より実装に近づけていく

ことが本実証の位置づけです。

3） 実証及びその後の自主的検討等によりどのようなステップで解決の方向性を導き出すのか

本実証において洗い出した課題をもとに立案した解決策に関して、本コンソーシアムメンバーや関係するステイクホルダと連携し確実に遂行することで、実装につなげていくことを目指しました。

実証実施後の本件実装・横展開を担う具体的な主体及びそのターゲット

本件の実装に向けては、関係するステイクホルダと連携し、本コンソーシアムにて実装を目指しました。

実証実施後の免許人やその他役割分担の在り方、連携等に向けた調整状況

検証結果を踏まえて、今年度構築したコンソーシアムとローカル 5G 環境等を維持できるよう検討します。免許に関しては、昨年度整備したローカル 5G 敷設エリア（第 2～3 ターミナル間）においては、2022 年 6 月 1 日より成田国際空港株式会社にて無線局免許取得済です。新たに本実証で敷設するローカル 5G に関しても実装時においては成田国際空港を免許人とすることを想定し、検討を行います。現時点での空港制限区域内自動走行レベル 4 相当ガイドライン制定及び空港運用ルール案制定を想定した役割分担案の想定を下表に示します。本実証等を通じ新たな役割の設定を要する場合は適時その対応を検討しました。

表 4.1.3-1　役割分担案（現時点の実装時の想定）

役割	名称
免許人	成田国際空港株式会社
ローカル 5G 設備	本実証レンタル会社継続及び一部機材(5GC)については東日本電信電話株式会社クラウドサービス「ギガらく 5G」の活用を想定
ローカル 5G 運用保守	東日本電信電話株式会社
遠隔監視自動運転	株式会社ティアフォー
キャリア通信	KDDI 株式会社

空港における担い手不足については、国土交通省航空局が策定した「グランドハンドリングアクションプラン」（令和 2 年 1 月）にあるように、各空港共通の課題であり、政府としても対応が必要と認識している重要な課題です。また、空港は、規模の違いこそあれ、国際的に航空機が離着陸することから、国際規格も踏まえた空港の設置基準が定められているなど、いずれも制限区域内における走行環境は似通っており、その中でも、成田国際空港は我が国第 2 位の乗降客数を誇る大規模空港です。そのような成田国際空港において自動運転バスを導入することができれば、他空港における導入は技術的も環境的にも難しくはないと考えます。最も、実際に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おり、これ等のうち、複数の空港の管理者や関係者にはアプローチを始めており、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つ今後進むものと考えております。（なお、この中で制限区域内における自動運転実証実験を実施している空港は、現状、成田国際空港、羽田国際空港、中部国際空港のみで、まだ検討できていない空港も多いことから、今後の本コンソーシアム（又はその一部）による横展開の余地は大きいものと考えます。）。

順位（前年度順位）	空港名	旅客数	2020年度比	2019年度比
1 (1)	東京国際(羽田)	29,211,630	+48%	-64%
2 (3)	福岡	9,466,321	+46%	-59%
3 (4)	新千歳	9,226,851	+43%	-60%
4 (2)	那覇	8,001,255	+21%	-61%
5 (5)	大阪国際(伊丹)	7,498,237	+29%	-52%
6 (6)	成田国際	5,930,637	+94%	-85%
7 (7)	関西国際	3,586,017	+61%	-87%
8 (8)	中部国際	2,826,591	+40%	-78%
9 (9)	鹿児島	2,677,331	+46%	-54%
10 (11)	神戸	1,752,629	+44%	-47%

図 4.1.3-2 令和 3 年度の国内空港乗降客数ランキング（注：コロナ禍における順位）

出典：神戸空港ウェブサイト

https://www.kobeairport.jp/statistics/6720/#:~:text=2021%E5%B9%B4%E5%BA%A6%EF%BC%88%E4%BB%A4%E5%92%8C3,%E4%BA%BA%EF%BC%89%E3%81%A8%E7%B6%9A%E3%81%84%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82

こうした空港においては、施設の拡張計画や構想があるものも多く、増加する航空需要を受け入れるためには、施設の拡張等と並行して、担い手不足が進む中において効率的にオペレーションを実施する必要があり、こうしたバスの自動運転化へのニーズは今後ますます強まってくるものと思われます。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図ります。

同時に、「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」における議論への参加を通じて、通信とりわけローカル 5G の有用性等についても報告・発信し、空港において共通して必要となるインフラとしての検討が進むよう、貢献をしていきます。これまでの議論においては、通信インフラは重要な検討事項とされつつも、「3D マップ」及び「磁気マーカ」が優先検討事項とされていますが、空港制限区域内の実証実験の参加者へのアンケートによれば、通信インフラも重要視されていることがわかります。

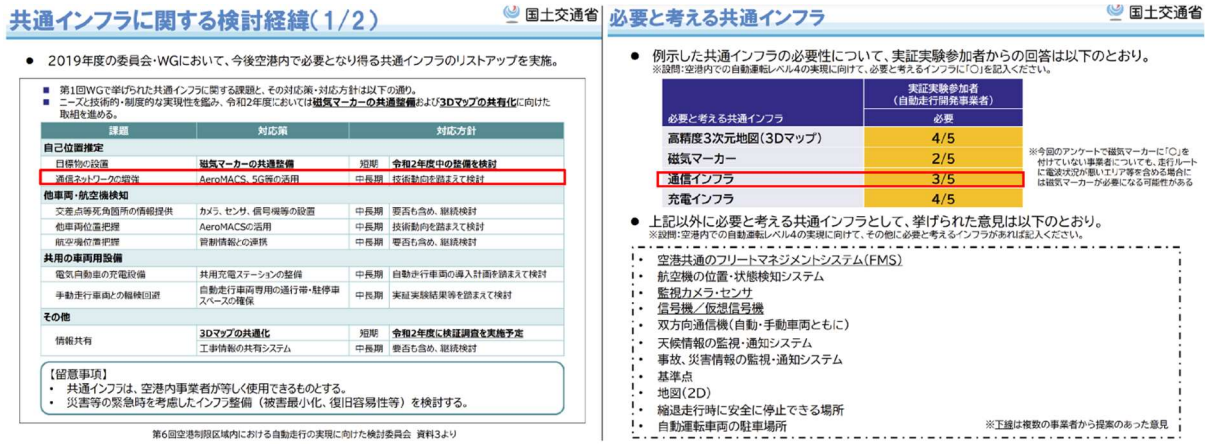


図 4.1.3-3 空港制限区域内における共通インフラの検討経緯等

出典：第 10 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」資料 2-1
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001445876.pdf

WG 等を含めたこうした議論を踏まえ、令和 3 年度末に開催された第 11 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」においては各インフラに関する検討の進め方が示され、「3D マップ」、「磁気マーカ」に次いで、通信インフラは「今後、実証実験の結果等を踏まえ整備方法等の検討を進める」とされています。

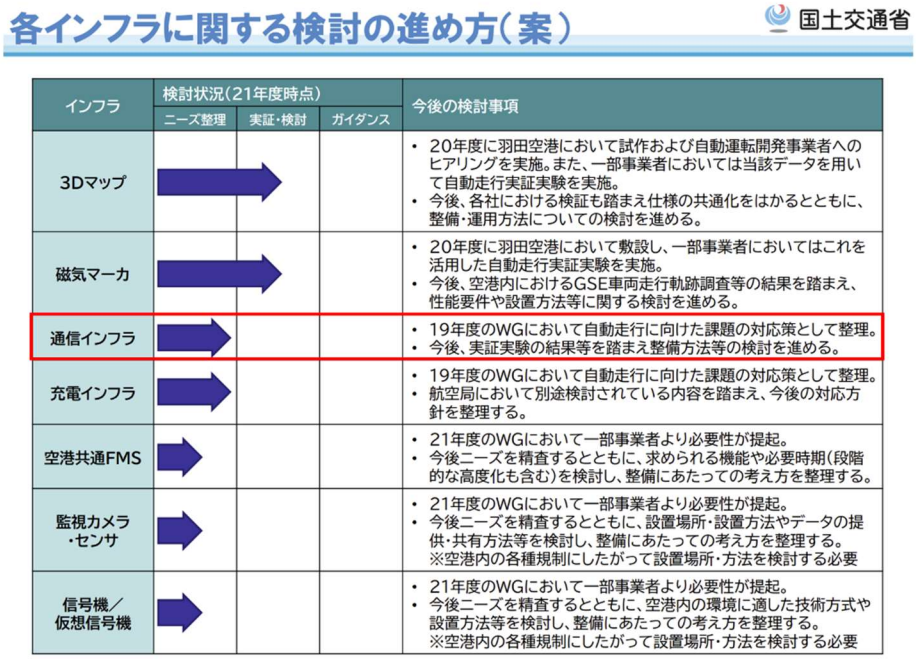


図 4.1.3-4　空港制限区域内における共通インフラの検討の進め方（案）

出典：第 11 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」資料 2-1
https://www.mlit.go.jp/common/001470067.pdf

今年度も実証実験の結果を検討委員会や（検討会の正式会合以外でも）国土交通省に報告し、共通インフラとしてのローカル 5G の有用性に対する理解を醸成してきました。今後も他空港におけるローカル 5G を活用した遠隔監視型自動運転の横展開を図ります。

（2） 過年度実証事業との関連性

以下、過年度実証との関連性について示します。

表 4.1.3-2　過年度案件に対する新規性の整理表

項目	R3 成田実証(no.9)	R4 成田実証の新規性
分野	空港	空港 （変更なし）
ユースケース	ターミナル間連絡バス自動運転	ターミナル間連絡バス自動運転（変更なし）
ソリューション	・ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転(レベル 4 相当) 1) 第 2～3 ターミナル自動走行(1.4km 区間) 2)機器失陥時を模擬したキャリア・ローカル 5G の冗長系切替	ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転（レベル 4 相当） 1)4.0km 区間経路における連続したローカル 5G 遠隔型自動運転の実証 2)ローカル 5G 区間を超えた場合にキャリア通信へ切り替える手法実装 3)準同期 TDD パターン 1 を適用し、3 台分の遠隔監視に対応

（3） 提案内容の新規性

以下、新規性について示します。

表 4.1.3-3　過年度案件に対する新規性の整理表

項目	R3 成田実証(no.9)	R4 成田実証の新規性
分野	空港	空港 （変更なし）
ユースケース	ターミナル間連絡バス自動運転	ターミナル間連絡バス自動運転（変更なし）
ソリューション	・ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転(レベル 4 相当) 1) 第 2～3 ターミナル自動走行(1.4km 区間) 2)機器失陥時を模擬したキャリア・ローカル 5G の冗長系切替	ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転（レベル 4 相当） 1)4.0km 区間経路における連続したローカル 5G 遠隔型自動運転の実証 2)ローカル 5G 区間を超えた場合にキャリア通信へ切り替える手法実装 3)準同期 TDD パターン 1 を適用し、3 台分の遠隔監視に対応

（4） 過年度実証事業への応募内容との関連性

以下、昨年度実績との差異を示します。

表 4.1.3-4　新規性の整理表

項目	R3 成田実証(no.9)	R4 成田実証の新規性
分野	空港	空港 （変更なし）
ユースケース	ターミナル間連絡バス自動運転	ターミナル間連絡バス自動運転（レベル 4 相当）（変更なし）
ソリューション	・ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転(レベル 4 相当) 1) 第 2～3 ターミナル自動走行(1.4km 区間) 2)機器失陥時を模擬したキャリア・ローカル 5G の冗長系切替 3)1 台自動走行	ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転 1)4.0km 区間経路における連続したローカル 5G 遠隔型自動運転の実証 2)ローカル 5G 区間を超えた場合にキャリア通信へ切り替える手法実装 3)準同期 TDD パターン 1 を適用し、3 台分の遠隔監視に対応

表 4.1.3-5　他実証案件との差異（R2 岩見沢、R3 群馬実証）

項目	R2 岩見沢実証 (no.1)	R3 群馬実証(no.17)	R4 成田実証の新規性
分野	農業	モビリティ	空港
ユースケース	農機自動運転	路線バス自動運転（レベル 2 相当）	ターミナル間連絡バス自動運転(レベル 4 相当)
ソリューション	見通しのよい広大な圃場で自動制御している自動運転トラクター(車速:～8 km/h)を遠隔監視	・ローカル 5G とキャリア通信の切り替えによる遠隔型自動運転 ・バスロータリー内での遠隔型自動運転のローカル 5G 活用と、バスロータリー外でのキャリア LTE による遠隔型自動運転（エリアカバー80m）	ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転(車速:～20km/h) 1)4.0km 区間経路における連続したローカル 5G 遠隔型自動運転の実証 2)ローカル 5G 区間を超えた場合にキャリア通信へ切り替える手法実装(帯域が太いローカル 5G もしくはキャリア 5G からキャリア LTE に切り替わった際に、切断なく回線の切り替えができることを確認等) 3)準同期 TDD パターン 1 を適用し、3 台分の遠隔監視に対応
関係するステイ	自治体 農林水産省	自治体 警察	国土交通省航空局 空港運営会社

クホルダ	北海道大学 農業機械会社 自動運転システム会社 農場、農園会社 農業協同組合 キャリア通信事業者 ローカル 5G 通信事業者等	バス会社 自動運転システム会社	空港内事業者 現在制限区域内ターミナル連絡間バスを運行している事業者 自動運転システム会社 キャリア通信事業者 ローカル 5G 通信事業者　等

表 4.1.3-6　今年度本実証での取り組み項目

R3 年度抽出課題	概要	本実証提案スコープと記載箇所
①　安定した遠隔監視用通信		
ローカル 5G の安定性	昨年度実証済(700m 区間での実証)	―
キャリア通信との冗長性	昨年度実証済（異常時を模擬した切替試験）	―
3 台運用時の安定性	遠隔監視映像のアップロードが 3 台分となり、1 か所集中しても問題ないこと(準同期パターン 1 適用)	○ (4.3.1 章)
第 1～3 ターミナルまでの運用	マネージド・ローカル 5G サービスを適用して昨年度に対し基地局数 4 局追加して計 7 局往復 4.0km 区間をローカル 5G でカバーし、他区間のキャリア通信と併用して第 1～3 ターミナル間で走行継続可能なこと。	○ (2 章、3 章、4.3.1 章)
②　有事のシームレスなオペレーション		
駆け付けの対応方法確立	模擬実験による遠隔監視の結果車両トラブルが発生したと判別できたときの運用課題抽出と対策の試行	○ (4.3.2 章)
③　コロナ後の航空需要をさばけるオペレーション	定時ダイヤ運行ができること。 複数台・3 つのターミナル間停留所でダイヤ走行し、遠隔だけで維持できること	○ (4.3.2 章)
④　乗り心地改善	昨年度実証済（ローカル 5G 課題なし）	―
⑤　有人走行時と同等のサービスレベルを無人走行時に確保	無人走行実証を通じ、車内乗客対応についての要件検討とローカル 5G への新たな要求有無の確認を実施	○ (4.3.4 章)
⑥　乗客やグランドハンドリング（GSE 車両ドライバ等）への理解促進	関係者に対する理解促進のためのアンケート、試乗等の実施	○ (4.3.3 章)
⑦　代替ルート、輸送サービス	規定のローカル 5G ルートに加え別ルートを運用	○

の確保(悪天候時等)	要する場合に、キャリア通信とローカル 5G 通信をシームレスに切り替えられること(キャリア通信とローカル 5G の冗長系機能拡張)	(4.3.1 章)
⑧ 遠隔監視者の要件整理	空港制限区域内における自動運転車両のレベル 4 の実現に向けては、国土交通省航空局「空港制限区域内の自動走行に係る実証実験検討委員会」において、通信インフラに限らず幅広い観点で、検討が進んでいるところであります。本実証においてはローカル 5G 等の通信インフラに留まらず、本モデルの実装に向けた幅広い課題抽出を行い、本委員会において提言を行うなどにより、更なる実装性を高めていきます。	○ (4.3.2 章、4.3.4 章)

4.1.4 実証目標

本実証では、連絡バスの自動走行レベル 4 相当の走行の実現に向けて、実際の運用を想定した運行経路で、複数台運行した際の課題を洗い出し、要素技術であるローカル 5G の空港内実装と遠隔監視の有効性を検証しました。

「官民 ITS 構想・ロードマップ」(2021 年 6 月 15 日高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・ 官民データ活用推進戦略会議）において、自動走行レベル 3 相当はシステムが全ての動的タスクを限定領域において実行しますが、作業継続が困難な場合にはシステムの介入要求等に運転者が適切に応答し、引き継ぐものとされています。一方、自動走行レベル 4 相当はシステムが全ての動的タスクを限定領域において実行し、作業継続が困難な場合への応答もシステムが行うこととされています。すなわち、自動走行レベル 3 相当においては、システム以外に自然人たる運転者による介入が一定の場合に前提とされているのに対し、自動走行レベル 4 相当においては運転者の介入が前提とされておらず、限定領域においてはシステムが全ての運転タスクを実施するものです。もっとも、運転者の必要性はなくとも、サービスとして提供する以上は運行状況をモニタリングし、必要に応じて人間が現場に駆け付けることができるようにする必要があり、遠隔監視の必要性があります。

従って、本実証においては、運行状況のモニタリングを限定領域内に敷設したローカル 5G を介した遠隔監視映像の伝送を実現し、自動走行中において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、視認できることを目標としました。結果系の目標値としては、2023 年 2 月迄に成田国際空港内の走行エリア約 4.8km 区間(4.2 章記載ルート 1)、車速 20ｋｍ/h 以下における自動走行レベル 4 相当の自動走行を実験完了としました。

表4：運転自動化レベルの定義、対応する車両の呼称

レベル	概要	操縦※の主体	対応する車両の呼称
運転者が一部又は全ての動的運転タスクを実行			
レベル0	• 運転者が全ての動的運転タスクを実行	運転者	ー
レベル1	• システムが縦方向又は横方向のいずれかの車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行	運転者	運転支援車
レベル2	• システムが縦方向及び横方向両方の車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行	運転者	
自動運転システムが（作動時は）全ての動的運転タスクを実行			
レベル3	• システムが全ての動的運転タスクを限定領域において実行 • 作動継続が困難な場合は、システムの介入要求等に適切に応答	システム（作動継続が困難な場合は運転者）	条件付自動運転車（限定領域）
レベル4	• システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を限定領域において実行	システム	自動運転車（限定領域）
レベル5	• システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を無制限に（すなわち、限定領域内ではない）実行	システム	完全自動運転車

※ 認知、予測、判断及び操作の行為を行うこと

図 4.1.4-1　官民 ITS 構想・ロードマップにおける自動運転レベルの定義

出典：官民 ITS 構想・ロードマップ
https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12187388/www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210615/roadmap.pdf）

（1） 実現時期の想定

・2022 年度　：

実運用を想定した経路（第 1～3 ターミナル）で自動走行レベル 4 相当に向けた走行（「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」が今後確定するレベル 4 相当の実験要件や車両の機材繰り・開発状況次第では、運転者不在のレベル 4 相当の実証実験を実施することも検討）。

実運用を想定した複数台の遠隔型自動運転車両の走行。

・2023 年度（案）：

国土交通省航空局と連携した、インフラや運用ルールの検討、レベル 4 相当実装に向けたお客様対応や運用、他用途検討。

・2024 年度（案）：

最終確認、検証（試験運用等）。

・2025 年（案）：

実装（実際にお客様を乗せて稼働）。

本実証を通じて更なる実装計画の精緻化を図りました。

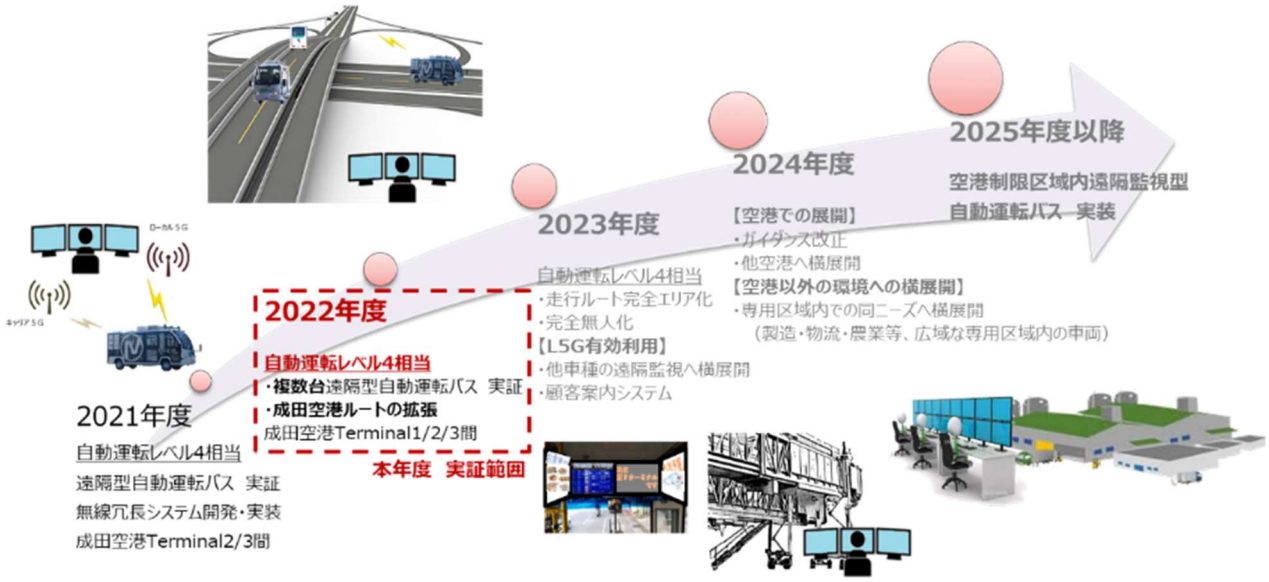


図 4.1.4-2　実現時期想定

4.2　実証環境

4.2.1　成田国際空港　概要

本実証における実証フィールドは以下の通りです。

成田国際空港では、広大な敷地に 3 つのターミナルを有しており、お客様が成田国際空港に到着後に異なるターミナルの別便に乗り継ぐ場合、徒歩での移動は大変難しいことから、ターミナル間移動を伴う乗継便をご利用されるお客様のための連絡バスを定期運行しており、自動運転技術導入において本連絡バスに着目しました。

我が国には 100 近い空港が存在しますが、これ等は空港法（昭和 31 年法律第 80 号）や航空法（昭和 27 年法律第 231 号）という空港運営の基本法を通じて統一的な規制が敷かれており、制限区域内における運用については空港の規模の違いはあっても、その業態・運用実務に大差はなく、走行環境は共通する部分が多いです。自動走行に係る共通ルールについても、国土交通省航空局主催「空港制限区域における自動走行の実現に向けた検討会」において策定しており、また、空港が抱える 4.2.3 章に記載した課題についても共通していることから、成田国際空港における実証実験・実装の結果は他空港への展開にあたっては十分に参考とすることができるものと考えられます。

とりわけ、多くの旅客等が利用する大規模空港においては、自動運転車両が増えるにつれ専用帯域の確保が重要な課題となるとの仮説のもと、ローカル 5G を活用したモデルが展開できるのではないかと考えます。

このため、まずは我が国最大の空港の 1 つです成田国際空港において実証実験を行うことで、他空港に展開する際にも共通する課題を抽出することもでき、展開性を高めることができると考えます。

・開港：1978 年 5 月 20 日

・施設レイアウト
滑走路 2 本（4,000m、2500 m）
第 1・2・3 ターミナル
貨物地区
整備地区
ビジネスジェット専用ターミナル
面積 1,198ha

・アクセス
都心から約 57km（直線）
京成スカイライナー
成田エクスプレス（JR）
リムジンバス
エアポートバス東京・成田

また、今後の成田国際空港の施設計画（機能強化）として、成田国際空港株式会社は「滑走路の夜間飛行制限の緩和」「B 滑走路の延伸」「C 滑走路の新設」を目指しています。これ等により発着便数や旅客数の増大を見据えており、連絡バスや GSE 車両のニーズが高まり、将来的なドライバ不足が想定されます。そのため、これ等を解決する方策として、遠隔監視型自動運転を検討しています。

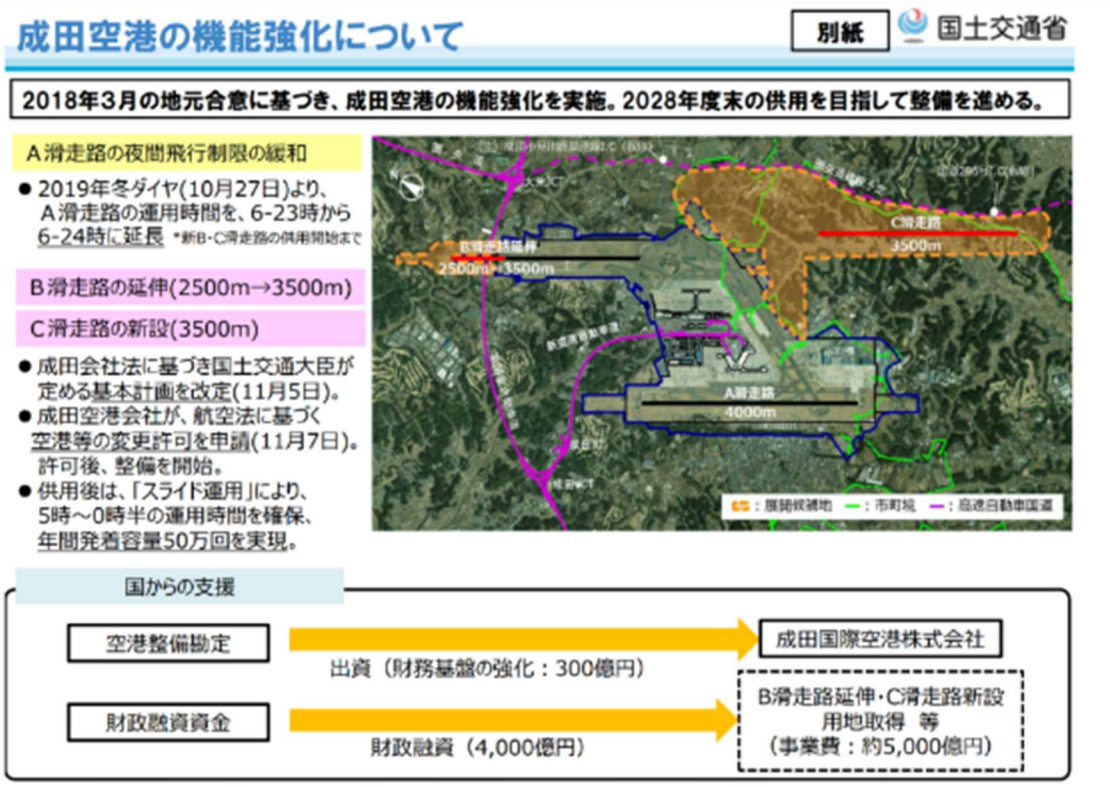


図 4.2.1-1　　成田国際空港の機能強化（国土交通省報道発表資料）
出典：国土交通省（報道発表）,成田国際空港の施設変更許可について～成田国際空港の更なる機能強化に向けて～,令和 2 年 1 月 31 日　https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001326961.pdf

4.2.2　　自動運転車両の走行エリア

以下、3 種ルートで試験を実施しました。ただし、実際の走行ルートや走行方法詳細は電波測定及び遠隔型自動運転（レベル 4 相当）の要件達成を予備実験結果等に基づいて、停車位置や走行経路を決定しました。



出典：国土地理院ウェブサイト（https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685108 https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685109 ）をもとに東日本電信電話（株）で作成

図 4.2.2-1　走行エリアにおける 5G エリア化領域（キャリア通信（LTE/5G）・ローカル 5G）



図 4.2.2-2　第 3 ターミナル～第 1 ターミナル間走行試験ルート、制御系含む切替試験（ルート①）



図 4.2.2-3　第 3 ターミナル～第 2 ターミナル間走行試験ルート、複数台試験利用（ルート②）



図 4.2.2-4　第 3 ターミナル～第 1 ターミナル間走行試験ルート、映像系のみ冗長系切替試験（ルート③）



図 4.2.2-5　　現在運用中の制限区域内ターミナル間連絡バス

また、本ターミナル間連絡バスは、定期運行しています。実施計画策定時点では、新型コロナウイルスの影響により一部減便をしていましたが、2022 年 12 月から新型コロナウイルス感染拡大前と同等の最短 20 分で当該走行ルートを一巡しています。平常時（新型コロナウイルス感染拡大前）乗客の乗降時間で当該走行ルートを一巡しています。

第 2 ターミナル～第 1 ターミナル間の 58A 付近において 5G 車載基地局を設置。走行ルート脇のスペースに設置することにより見通しを確保、より広いエリアへ 5G の通信がつながるように設置を行いました。



図 4.2.2-6 成田空港内に設置したキャリア通信用 5G 車載基地局



図 4.2.2-7 成田空港内に設置したキャリア 5G 車載型基地局（アンテナ部分）

表 4.2.2-1　制限区域内ターミナル間連絡バスの運行ダイヤ（2023.2 月現在）

	第2ターミナル 70番バスゲート	第2ターミナル 80番バスゲート	第1ターミナル 28番バスゲート	第1ターミナル 59番バスゲート	第2ターミナル 70番バスゲート	第3ターミナル
30分/1本	7:00 (始)	7:03	7:12	7:20		
	7:30	7:33	7:42	7:50		
	8:00	8:03	8:12	8:20		
	8:30	8:33	8:42	8:50		
	9:00	9:03	9:12	9:20		
	9:30	9:33	9:42	9:50		
	10:00	10:03	10:12	10:20		
	10:30	10:33	10:42	10:50		
	11:00	11:03	11:12	11:20		
	11:30	11:33	11:42	11:50		
	12:00	12:03	12:12	12:20		
	12:30	12:33	12:42	12:50		
	13:00	13:03	13:12	13:20		
	13:30	13:33	13:42	13:50		
	14:00	14:03	14:12	14:20		
	14:30	14:33	14:42	14:50		
	15:00	15:03	15:12	15:20		
	15:30	15:33	15:42	15:50		
20分/2本	16:00	16:03	16:12	16:16	16:24	16:28
	16:20	16:23	16:32	16:36	16:44	16:48
	16:40	16:43	16:52	16:56	17:04	17:08
	17:00	17:03	17:12	17:16	17:24	17:28
	17:20	17:23	17:32	17:36	17:44	17:48
	17:40	17:43	17:52	17:56	18:04	18:08
	18:00	18:03	18:12	18:16	18:24	18:28
	18:20	18:23	18:32	18:36	18:44	18:48
	18:40	18:43	18:52	18:56	19:04	19:08
	19:00	19:03	19:12	19:16	19:24	19:28
40分/1本	19:40	19:43	19:52	19:56	20:04	20:08
	20:20	20:23	20:32	20:36	20:44	20:48
	21:00	21:03	21:12	21:16	21:24	21:28
	21:40	21:43	21:52	21:56	22:04	22:08
	22:20	22:23	22:32	22:36	22:44	22:48
	23:00		23:12 ⇒隆車のみ	23:16 ⇒隆車のみ		

今回選定している実験エリアの特徴として、複数台自動運転を要することと、カーブ等見通しが取れない電波環境の中を走行する必要あるエリアがあること、ローカル 5G エリア以外に代替ルート等有事にオペレーション可能な自動走行区間がありキャリア通信との冗長系もシームレスな遠隔映像伝送とともに求められています。加えて、本走行エリアの特性は成田国際空港内の他エリアや他の空港においても類似性があることから、本実証の知見はこれ等への活用可能性が高いと考えました。

また、本走行ルートの制度的な特徴として、国土交通省航空局「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」やその中での検討を踏まえ、国土交通省航空局が策定する自動運転車両の走行に関する国内空港共通のガイドラインを遵守した走行が求められている点があげられました。

空港制限区域内の運転ルールや上記ガイドラインに則ることは当然のこととして、今般の実証実験のルートは特別複雑なものではないですが、多くの特殊車両、バス、作業員等が混在することから、これ等と進路が交差等する場合における適切な対応が必要となります。空港管理者である成田国際空港株式会社との間では、空港の円滑な運用を妨げないよう、運用ルールを綿密に設定する必要がありました。

また、走路上に路駐車や障害物が存在することは基本的に想定されないものの、万が一走路に障害物がはみ出ているようなケースにおいて、これを回避して走行を続けてよいか否かの判断をシステムが遠隔監視者に確認するといった場面はあり得るため、そのような場合には、遠隔監視

者が状況を確認し、システムの判断を承認すること等が考えます。その他、空港の円滑な運営を考えると、万が一の車両トラブル時においてすぐに遠隔監視者による乗客への呼びかけ、案内及び人間が駆け付けて対処することができるよう、リアルタイムな状況のモニタリングが必要でした（今般の実証実験においては、国土交通省航空局の求めに応じて、万が一の場合に備えて車内にドライバを配置するものの、今後自動走行レベル 4 相当等での実装を見据えると、遠隔監視者による対応が必要となりました)。

更に、本実証実験においては、ローカル 5G 及びキャリア通信による冗長性を確保することとしていますが、仮にこれ等がいずれも途絶した場合においては、車両が安全に停止することで安全性を確保する必要がありました。

自動運転車両については、3 台使用し、うち 2 台は電動小型バスタイプの車両、1 台はタクシータイプの車両を使用しました（タクシータイプの車両は、本実証では手動運転で走行します)。同車両は、既存車両を自動運転車両に改造したものであり、主として LiDAR 取得情報と 3 次元高精度地図を用いて自己位置推定し、自動運転を実現しています。自動運転ソフトウェアとしては株式会社ティアフォーも開発を行っているオープンソースソフトウェアである Autoware を使用し、本車両の仕様に基づきチューニングを行っています。同ソフトウェアを用いた実証実験は、これまで、国内では公道を含め 80 か所あまりで実施されており、本案件を遂行するために十分な実績がございます。

以下に、主要諸元及び車両イメージを示します。

表 4.2.2-2　自動運転車両　主要諸元　（電動小型バスタイプ）

車種	元車体	タジマモーター社製 GSM8 ベース
仕様	LWH(mm)	4,840×1,510×2,125
	車両重量(空車)(kg)	1,350
	軸間距離(mm)	2,835
	乗車定員	8-10 名（当初はオペレーター1 名、乗客 9 名）
リチウムイオンバッテリー	充電容量(kWh)	22.6
	充電時間	普通充電(コンセント)で 8-10 時間
駆動	駆動方式	モーター
走行	走行速度(km/j)	0～19
	最小回転半径	5.4m
	登板能力	20%(10m 前進し 2m の高さに達する傾斜)
	航続距離/日	100km/日(当初。5 年後でも 80km/日の前提)
その他	エアコン、手動車椅子用スロープあり。手動小窓(顔、手がでない程度)。社内スクリーン設置予定。	

表 4.2.2-3 自動運転車両　主要諸元　（タクシータイプ）

車種	元車体	トヨタ JPN TAXI 匠
仕様	LWH(mm)	4,400×1,695×2,276
	車両重量(空車)(kg)	1,410
	軸間距離(mm)	2,750
	乗車定員	5 名

駆動	駆動方式	前輪駆動、LPG ハイブリッド



図 4.2.2-8　　自動運転車両（電動小型バスタイプ）



図 4.2.2-9　自動運転車両（タクシータイプ・フロント）



図 4.2.2-10　自動運転車両（タクシータイプ・リア）

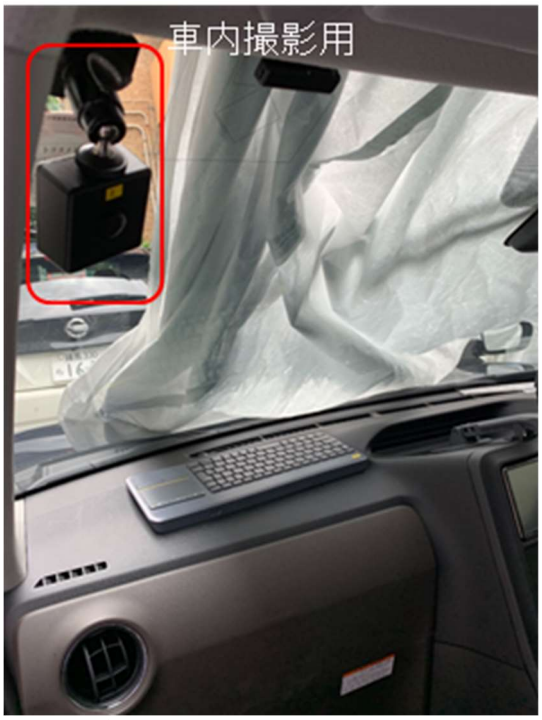
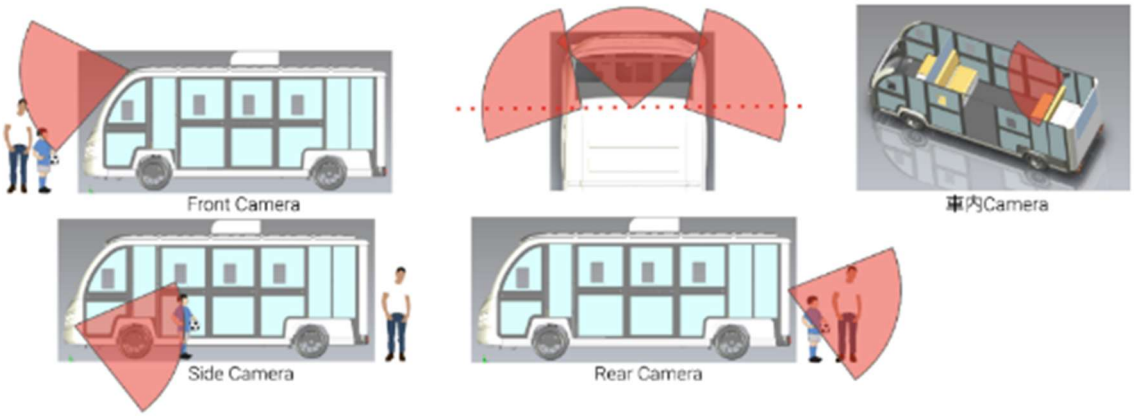


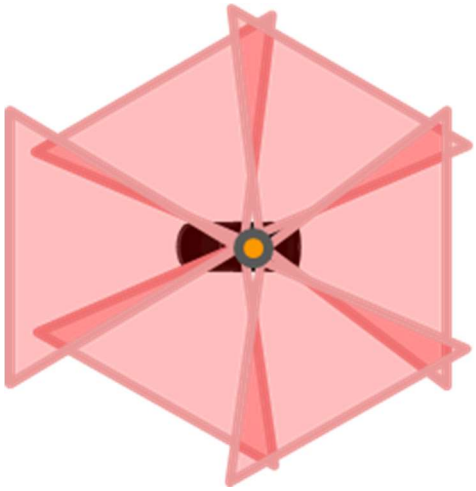
図 4.2.2-11　自動運転車両（タクシータイプ・車室内）



図 4.2.2-12　遠隔監視用カメラの視野範囲イメージ・カメラ設置箇所
（電動小型バスタイプ）



（a）電動小型バスタイプ



（b）タクシータイプ
図 4.2.2-13　遠隔監視用カメラの視野範囲イメージ

4.3　実施事項

4.3.1　ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する検証

（1） 機能検証

本実証では、成田空港の制限区域内の連絡バスが走行する経路上で、遠隔型自動運転車両の遠隔監視システムが運用上の要件を満たしているか検証しました。

1） 検証項目

a. 自動運転車両の走行が最大約 6km の規定ルートで行えること

・ 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ているか（車線内を正しく走行できているか、速度制限を守れているか、停止位置で問題なく停止できているかを確認しました）

・ 誤検知等に起因する緊急停止の回数（ただし、実証実験で保守的に運用）等を検証 （検証フローを以下に示します）

・

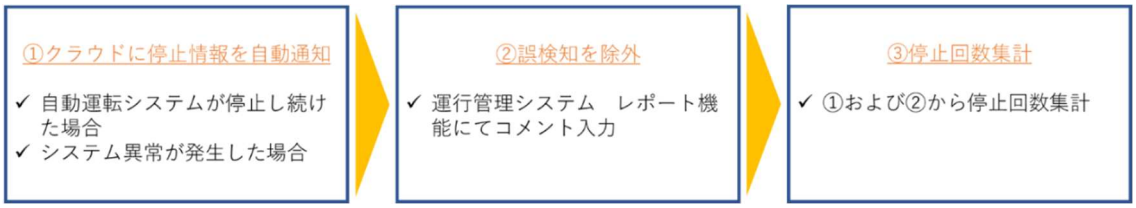


図 4.3.1-1　検証フロー

b. 複数台の遠隔型自動運転車両が走行した場合にも遠隔監視機能が動作すること

・ 複数台(本実証では 3 台を想定)の遠隔監視機能を有した車両が同一エリア内に存在した場合に問題なく動作するかを確認しました。

・ ネットワークの帯域が足りない場合に、負荷分散できるかを確認しました。

c. 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

・ 表 4.3.1-1　映像配信の KPI を満たしているかを確認しました。

・ ローカル 5G の電波が届かない、通信状況が悪い場合はキャリア通信に切り替わるかを確認しました。

・ 帯域の太い回線と細い回線間で切り替わった際に切断や映像のカクつきが発生しないかを確認しました（太い回線：ローカル 5G or キャリア 5G、細い回線：キャリア 4G)。

表 4.3.1-1　映像配信の KPI

項目	要求仕様
映像遅延	400msec 以内
カメラ台数	7 台
画質	フロント画面 HD 画質、 その他 VGA 以上
フレームレート	9fps 以上

回線切り替え	切断されないこと

本実証は遠隔操縦ではなく、あくまで自動運転システムが主体である遠隔支援であるためシビアなレイテンシーは求められません。制限速度 15km/h 以下のフィールドにおいて 400ms のカメラ映像の遅延では車両は最大 2.2m ほど進みますが、発進時の安全確認であれば安全マージンを置いて発進指示を出せば許容範囲だと考えました。

2） 検証方法

ローカル 5G を導入することにより、今年度実証で走行するルート・台数環境において、通信の安定性・帯域などのパフォーマンスがどれだけ向上するか評価を行います。

更に本実証においては、

a. 航空局による走行性能審査

制限区域内での走行に先立って、最低限の走行性能を有することを航空局がチェックリストに基づいて審査。今年度実証で使用する車両は昨年度既に審査に合格。

b. 損保会社による事前のリスクアセスメント

事故データ等を豊富に有する損害保険会社により、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。

c. 自動運転ソフトウェア用のシミュレーションを活用した事前の走行リスクの検証

実車走行の前に、仮想空間でのシミュレーションを実施し、問題なく走行できるかを確認。

d. 空港という環境におけるリスクのあるユースケースの抽出・対応

a～b を経て、空港制限区域内で実車を走行させ、発生するリスク事象等に応じて対応策を検討する。複数日数走行することで、様々なケースを抽出。

e. 車内外における安全を確保するための遠隔監視オペレーションの検討

車内安全や車両周囲の状況を確認しながら必要な対応を人間が実施する必要のある場面を想定し、そのための確認・連絡フロー等のオペレーション。

f. 安全確保に必要な機能開発

自動運転システム自体に不足があり、機能開発が必要と判断した場合には、開発へフィードバック。

等により安全性を検証・確保します。

加えて、ティアフォーは、国土交通省「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」における制限区域内の安全性・ルール作りへの参画や、経済産業省・国土交通省「自動走行ビジネス検討会」等における公道での安全性評価・安全設計のガイドライン策定の議論にも参画し、自動運転車一般の安全性を確保するための検討を業界と一体となって実施しているところです。そうした知見も活用しながら、空港内における安全性を確保していきます。

ア）　自動運転車両の走行が最大約 6㎞ の規定ルートで行えること

①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ているかを確認（車線内を正しく走行できているか、速度制限を守れているか、停止位置で問題なく停止できているかを確認）。

【実施方法】

・自動運転システムの自己位置推定機能を実行し、マニュアル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か、事故位置推定のマッチングスコアを確認。

・Simulator 車両が走行できるのか、地図が正しく作成されているか走行して確認。

・自動運転による実車評価にて Simulator と同様の確認。特に実世界と地図の位置があっているかを目視による確認。

・走行予定経路を複数回走行し、エラーや想定外のことが発生しないか走行試験を行い確認。

②誤検知等に起因する緊急停止の回数（ただし、実証実験で保守的に運用）等を検証。

【実施方法】

走行予定経路を自動運転で一定期間走行し、エラーによる緊急停止が発生しないか、もしくは発生頻度を確認。

イ）　複数台の遠隔型自動運転車両が走行した場合にも遠隔監視機能が動作すること

①複数台(本実証では 3 台を想定)の遠隔監視機能を有した車両が同一エリア内に存在した場合に問題なく動作するか確認

【実施方法】

・3 台の遠隔監視システムを起動し、走行を開始。(うち 2 台は自動運転システムも起動)

・外部ネットワークに自動運転車両がつながっているか疎通確認。

・走行予定経路を自動運転で走行。

・3 台が隣接する場所を目指し、走行。

・3 台が近づいた際に、遠隔監視画面にて映像が出力されていることを確認し、通信が切断もしくはカクつきが発生しないか確認。

②ネットワークの帯域が足りない場合に、負荷分散できるか確認

【実施方法】

・3 台の遠隔監視システムを起動し、走行を開始。（うち 2 台は自動運転システムも起動）

・外部ネットワークに自動運転車両がつながっているか疎通確認。

・走行予定経路を自動運転で走行。

・3 台が隣接する場所を目指し、走行。

・3 台が近づいた際に、遠隔監視画面にて映像が出力されていることを確認し、通信が切断もしくはカクつきが発生しないか確認。

ウ）　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

①ローカル 5G の電波が届かない、通信状況が悪い場合はキャリア通信に切り替わるか

【実施方法】

自動運転システム及び遠隔監視システムを起動し、自動運転の走行を開始。

外部ネットワークに自動運転車両がつながっているか疎通確認。

走行予定経路を自動運転で走行。

ローカル 5G のネットワークが途絶える、もしくは電波が弱い位置まで走行。

回線が切り替わった際に遠隔監視画面にて継続して映像が出力されていることを確認。

②帯域の太い回線から細い回線に切り替わった際に切断や映像のカクつきが発生しないか確認

【実施方法】

・自動運転システム及び遠隔監視システムを起動し、自動運転の走行を開始。

・外部ネットワークに自動運転車両がつながっているか疎通確認。

・走行予定経路を自動運転で走行。

・ローカル 5G のネットワークが途絶える、もしくは電波が弱い位置かつキャリア通信の 5G が届かない位置まで走行。ローカル 5G からキャリア 4G へ回線が切り替わった際に遠隔監視画面にて映像が出力されていることを確認し、通信が切断もしくはカクつきが発生しないか確認。

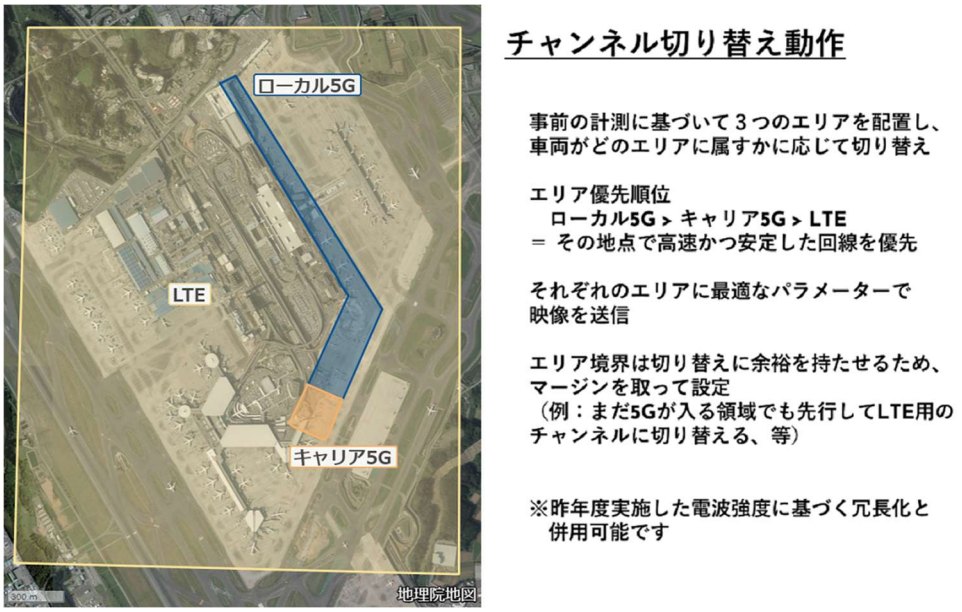


図 4.3.1-2　切り替えロジック

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

エ）　電波品質

【実施方法】

・走行ルートにおける電波品質・強度の調査を実施。
・現地環境下において、遠隔監視システムとの通信の接続試験を実施。
・遠隔監視システムにおける映像品質の目視確認等の実施。
・必要に応じて電波の品質改善を実施。

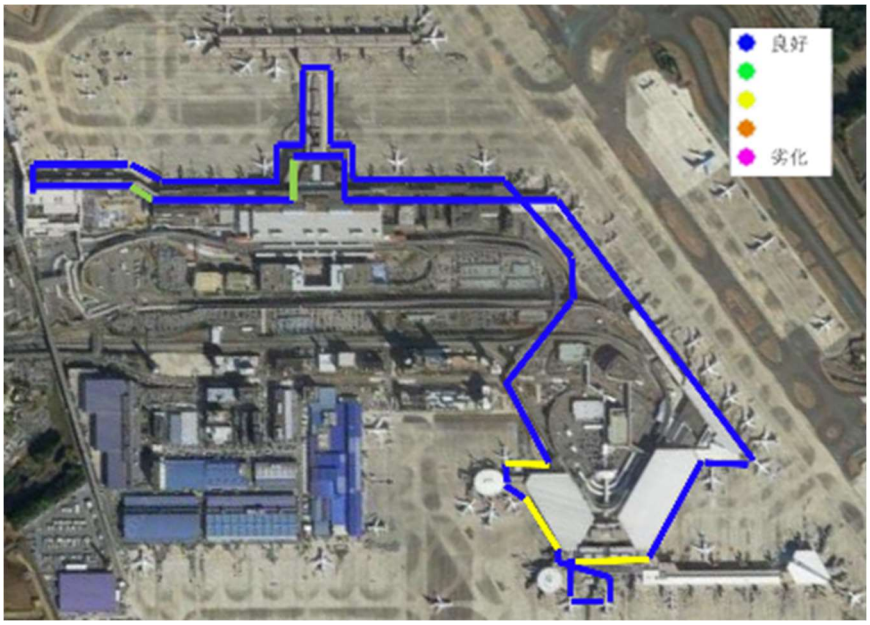


図 4.3.1-3　走行ルート上の電波調査測定イメージ

出典：国土地理院ウェブサイト（https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685108 https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685109 ）をもとに東日本電信電話（株）で作成

3） 検証結果及び考察

a. 自動運転車両の走行が最大約 6㎞ の規定ルートで行えること

・ルートに沿った走行・車両挙動の確認

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ているかを確認します（車線内を正しく走行できているか、速度制限を守れているか、停止位置で問題なく停止できているかを確認）。自己位置推定のスコア値が 3.0 以上であれば自己位置推定は破綻しません。本実証の走行ルートにおいてほとんどの箇所でスコア 3.0 以上の結果を確認することができました。一部陸橋部分のみ、自己位置推定に必要な周辺の特徴となる地物が存在しなくなるためスコアが 2.0 付近まで低下することが確認できました。しかし、本自動運転車両は点群ベースの自己位置推定だけでなく車両のステア角、車輪速をもとに補正する機能を備えており、実際の自動運転車両による走行を通して問題なく全ルートの走行が確認できました。

・誤検知等に起因する緊急停止の回数（ただし、実証実験で保守的に運用）等を検証

図 4.3.1-4　エラーによる緊急停止回数（2023/2)に誤検知やシステム異常による緊急停止回数の結果を示します。自動運転システムが接続されている運行管理システムにおいて、エラーや介入ログを集計しており、それをもとに緊急停止の回数を算出することが可能です。緊急停止は 6 件でした。加えて、誤検知による瞬間的な制動は数件発生しました。誤検知の内容としては下記が発生しました。

・雨粒による誤検知

・センサー（LiDAR）の地面への照射点の除去の失敗による誤検知

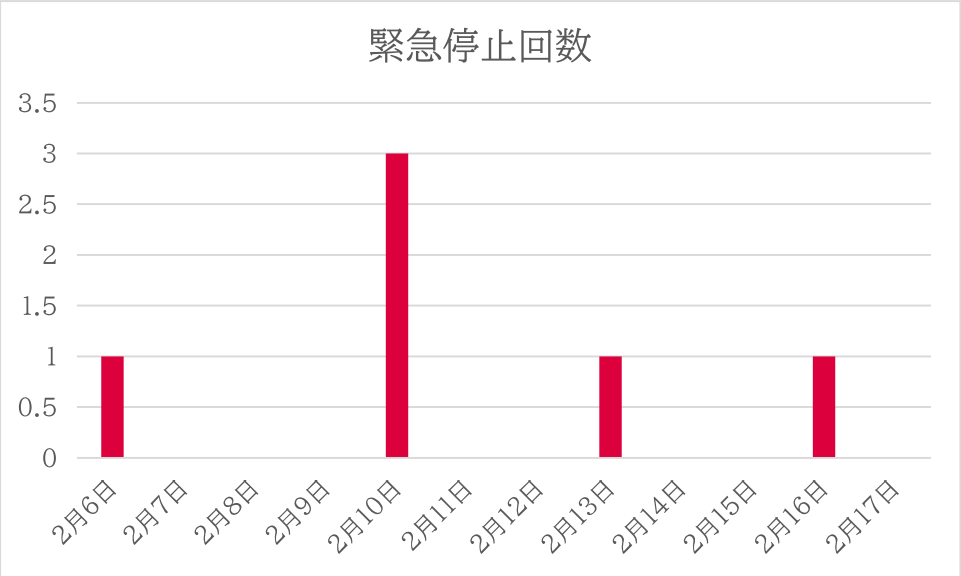


図 4.3.1-4　エラーによる緊急停止回数（2023/2)

b. 複数台の遠隔型自動運転車両が走行した場合にも遠隔監視機能が動作すること

表 4.3.1-2　複数台試験表に、複数台試験表に検証結果を示します。3 台の映像配信を行う車両を利用し、遠隔監視機能の動作を検証しました。すれ違い走行では、画質、フレームレート、通信の切断なく走行することができ、KPI を満たしていることを確認しました。追従走行では、一部 fps が満たせない区間がありました。こちらの原因を解析したところ通信ではなく映像配信システムの不具合であることがわかりました。来期以降、映像配信システムの品質向上に向けて改善する必要があることがわかりました。

表 4.3.1-2　複数台試験表

シナリオ	画質(フロント HD, その他 VGA 以上)	最低フレームレート(fps)	切断されないこと
すれ違い	○	15	○
追従走行	○	16 ※71 地点で fps1 に落ちる不具合あり	○

ア）　すれ違い走行

基準車両を第 3 ターミナル（3 ビル）から第 2 ターミナルへ自動走行させ、対向車 2 台を第 2 ターミナルから第 3 ターミナルへ自動走行させたところすれ違う地点付近 3 点やその周辺で映像評価 KPI に影響がないことを確認しました。

※本測定においては、後続車 2 台目は遠隔監視試験のカメラ送信負荷を掛けるための専用車で位置情報と時刻情報を同時収集する環境を備えていないこととフレームレート計測は簡易としているため、後続車 1 台目と同時刻の測定結果とし、後続車 2 台目は参考として掲載します。

表 4.3.1-3　すれ違い走行での測定結果（ローカル 5G）

自動運転バス 2号車

				基準車（自動運転バス）							
				測定環境				測定結果			
地点番号	ランドマーク	緯度	経度	すれ違い評価地点（O2か所）	時刻(2023/2/2)	ロ-カル5GRTT[msec] Round Trip Time	遠隔監視映像表示設定	最低フレームレート [fps], 9fps以上	画質 (VGA以上)	判定
1	3ビルバス停	35.7790036085099	140.3853882573070							
17	3ビルバス停Uターン	35.7794473292306	140.3851533768420							
2	151	35.7791513354395	140.3854398952700							
3	152	35.7788911594690	140.3856247048200							
4	153	35.7785516064980	140.3858720234830							
5	154	35.7780951920918	140.3862144647160							
6	75交差点	35.7774138729502	140.3865813660500							
7	75	35.7769508372088	140.3867471510860							
8	74	35.7765090402937	140.3871177083470							
9	73	35.7758562890012	140.3875599654290							
10	72	35.7752746175316	140.3879810817720							
11	71	35.7746451092616	140.3884179899700							
12	70交差点	35.7748535223197	140.3893707656840							
13	2ビル進入時	35.7744682993927	140.3897455592220							
14	61交差点	35.7736337856669	140.3903382804700							
15	2ビルバス停	35.7742692810490	140.3898708413390		11:34:02	23	ローカル5G	19	HD	OK
13	2ビル進入時	35.7744682993927	140.3897455592220		11:34:13	22	ローカル5G	17	HD	OK
12	70交差点	35.7748535223197	140.3893707656840		11:34:29	18	ローカル5G	16	HD	OK
11	71	35.7746451092616	140.3884179899700		11:34:58	19	ローカル5G	20	HD	OK
10	72	35.7752746175316	140.3879810817720		11:35:20	137	ローカル5G	21	HD	OK
9	73	35.7758562890012	140.3875599654290		11:35:41	22	ローカル5G	19	HD	OK
8	74	35.7765090402937	140.3871177083470		11:36:04	25	ローカル5G	18	HD	OK
7	75	35.7769508372088	140.3867471510860		11:36:20	19	ローカル5G	20	HD	OK
6	75交差点	35.7774138729502	140.3865813660500		11:36:38	23	ローカル5G	22	HD	OK
5	154	35.7780951920918	140.3862144647160	O	**11:37:06**	**23**	**ローカル5G**	**18**	**HD**	**OK**
4	153	35.7785516064980	140.3858720234830		11:37:23	26	ローカル5G	18	HD	OK
16	3ビル進入時	35.7786932579878	140.3856808842790		11:37:33	17	ローカル5G	18	HD	OK
1	3ビルバス停	35.7790036085099	140.3853882573070		11:43:28	23	ローカル5G	19	HD	OK
17	3ビルバス停Uターン	35.7794473292306	140.3851533768420		11:43:57	18	ローカル5G	18	HD	OK
2	151	35.7791513354395	140.3854398952700		11:45:15	25	ローカル5G	18	HD	OK
3	152	35.7788911594690	140.3856247048200		11:45:23	20	ローカル5G	18	HD	OK
4	153	35.7785516064980	140.3858720234830		11:45:33	21	ローカル5G	18	HD	OK
5	154	35.7780951920918	140.3862144647160	O	**11:45:48**	**17**	**ローカル5G**	**17**	**HD**	**OK**
6	75交差点	35.7774138729502	140.3865813660500	O	**11:46:20**	**20**	**ローカル5G**	**19**	**HD**	**OK**
7	75	35.7769508372088	140.3867471510860		11:46:34	36	ローカル5G	18	HD	OK
8	74	35.7765090402937	140.3871177083470		11:46:48	24	ローカル5G	21	HD	OK
9	73	35.7758562890012	140.3875599654290		11:47:07	18	ローカル5G	19	HD	OK
10	72	35.7752746175316	140.3879810817720		11:47:26	19	ローカル5G	17	HD	OK
11	71	35.7746451092616	140.3884179899700		11:47:47	28	ローカル5G	19	HD	OK
12	70交差点	35.7748535223197	140.3893707656840		11:48:18	26	ローカル5G	17	HD	OK
13	2ビル進入時	35.7744682993927	140.3897455592220		11:48:42	19	ローカル5G	19	HD	OK
14	61交差点	35.7736337856669	140.3903382804700		11:49:08	19	ローカル5G	18	HD	OK
15	2ビルバス停	35.7742692810490	140.3898708413390		11:51:28	19	ローカル5G	19	HD	OK

自動運転バス 5号車

	対向車（自動運転バス）						
	測定環境				測定結果		
すれ違い評価地点（O2か所）	時刻(2023/2/2)	ロ-カル5GRTT[msec] Round Trip Time	遠隔監視映像表示設定	最低フレームレート [fps], 9fps以上	画質 (VGA以上)	判定
	11:34:08	22	ローカル5G	18	HD	OK
	11:34:32	24	ローカル5G	17	HD	OK
	11:36:34	24	ローカル5G	18	HD	OK
	11:36:42	21	ローカル5G	18	HD	OK
	11:36:52	21	ローカル5G	18	HD	OK
○	**11:37:07**	**24**	**ローカル5G**	**16**	**HD**	**OK**
	11:37:48	21	ローカル5G	16	HD	OK
	11:38:01	18	ローカル5G	17	HD	OK
	11:38:15	22	ローカル5G	16	HD	OK
	11:38:36	16	ローカル5G	16	HD	OK
	11:38:53	19	ローカル5G	17	HD	OK
	11:39:14	27	ローカル5G	15	HD	OK
	11:40:10	24	ローカル5G	18	HD	OK
	11:40:26	35	ローカル5G	18	HD	OK
	11:40:52	21	ローカル5G	18	HD	OK
	11:43:52	23	ローカル5G	19	HD	OK
	11:43:58	21	ローカル5G	16	HD	OK
	11:44:11	23	ローカル5G	17	HD	OK
	11:44:35	20	ローカル5G	16	HD	OK
	11:44:54	29	ローカル5G	17	HD	OK
	11:45:12	25	ローカル5G	17	HD	OK
	11:45:32	21	ローカル5G	17	HD	OK
O	**11:45:47**	**18**	**ローカル5G**	**16**	**HD**	**OK**
O	**11:46:01**	**23**	**ローカル5G**	**17**	**HD**	**OK**
	11:46:36	24	ローカル5G	19	HD	OK
	11:46:50	23	ローカル5G	17	HD	OK
	11:46:56	21	ローカル5G	18	HD	OK
	11:47:15	23	ローカル5G	19	HD	OK

タクシー車両

	対向車・2台目（遠隔監視試験車両（負荷車両））					
	測定環境				測定結果	
すれ違い評価地点（O2か所）	時刻(2023/2/2)	ロ-カル5GRTT[msec] Round Trip Time	遠隔監視映像表示設定	最低フレームレート [fps], 9fps以上	画質 (VGA以上)	判定
	11:34:08	21	ローカル5G	13	HD	対象外
	11:34:32	15	ローカル5G	21	HD	対象外
	11:36:34	16	ローカル5G	23	HD	対象外
	11:36:42	15	ローカル5G	21	HD	対象外
	11:36:52	19	ローカル5G	9	HD	対象外
○	**11:37:07**	**18**	**ローカル5G**	**16**	**HD**	対象外
	11:37:48	18	ローカル5G	11	HD	対象外
	11:38:01	21	ローカル5G	8	HD	対象外
	11:38:15	22	ローカル5G	6	HD	対象外
	11:38:36	22	ローカル5G	8	HD	対象外
	11:38:53	26	ローカル5G	12	HD	対象外
	11:39:14	23	ローカル5G	9	HD	対象外
	11:40:10	23	ローカル5G	25	HD	対象外
	11:40:26	25	ローカル5G	14	HD	対象外
	11:40:52	15	ローカル5G	11	HD	対象外
	11:43:52	17	ローカル5G	12	HD	対象外
	11:43:58	23	ローカル5G	13	HD	対象外
	11:44:11	19	ローカル5G	10	HD	対象外
	11:44:35	21	ローカル5G	12	HD	対象外
	11:44:54	18	ローカル5G	7	HD	対象外
	11:45:12	18	ローカル5G	11	HD	対象外
	11:45:32	22	ローカル5G	10	HD	対象外
O	**11:45:47**	**23**	**ローカル5G**	**9**	**HD**	対象外
O	**11:46:01**	**21**	**ローカル5G**	**10**	**HD**	対象外
	11:46:36	22	ローカル5G	8	HD	対象外
	11:46:50	20	ローカル5G	12	HD	対象外
	11:46:56	18	ローカル5G	10	HD	対象外
	11:47:15	20	ローカル5G	13	HD	対象外

イ）　追従走行

追従走行において、評価対象の全天で基準達成していることを確認しました。残り 1 点については一時的にフレームレートが低下する事象が確認しました。本事象が再現性し難かったこととすぐに復旧したので遠隔型自動運転を行った場合に緊急停止に至る可能性は低いと想定していますが、車載機又はクラウド側遠隔監視試験システムのコンピュータリソースが一時的に不足した等によるものと考えています。来期以降、キャリア通信とローカル 5G の配信処理に対応した品質向上に向けて改善する必要があることがわかりました。

※なお本測定もおいても①と同様に、後続車 2 台目は遠隔監視試験のカメラ送信負荷を掛けるための専用車で位置情報と時刻情報を同時収集する環境を備えていないこととフレームレート計測は簡易としているため、後続車 1 台目と同時刻の測定結果としています。

表 4.3.1-4 追従走行の測定結果

				先頭車（自動運転バス）						後続車（1台目 自動運転バス）						後続車(2台目 遠隔監視試験車両)					
				測定環境			測定結果			測定環境			測定結果			測定環境			測定結果		
地点番号	ランドマーク	緯度	経度	時刻(2023/2/2)	ﾛｰｶﾙ5GRTT[msec] Round Trip Time	遠隔監視映像表示設定	最低フレームレート[fps], 9fps以上	画質(VGA以上)	判定	時刻(2023/2/2)	ﾛｰｶﾙ5GRTT[msec] Round Trip Time	遠隔監視映像表示設定	最低フレームレート[fps], 9fps以上	画質(VGA以上)	判定	時刻(2023/2/2)	ﾛｰｶﾙ5GRTT[msec] Round Trip Time	遠隔監視映像表示設定	最低フレームレート[fps], 9fps以上	画質(VGA以上)	判定
1	3ビルバス停	35.7790036085099	140.3853882573070	15:21:03	21	ローカル5G	20	HD	OK	15:22:54	22	ローカル5G	19	HD	OK	15:22:54	19	ローカル5G	8	HD	対象外
17	3ビルバス停Uターン	35.7794473292306	140.3851533768420	15:21:40	16	ローカル5G	18	HD	OK	15:23:26	22	ローカル5G	18	HD	OK	15:23:26	26	ローカル5G	13	HD	対象外
2	151	35.7791513354395	140.3854398952700	15:25:20	20	ローカル5G	19	HD	OK	15:25:49	18	ローカル5G	17	HD	OK	15:25:49	20	ローカル5G	20	HD	対象外
3	152	35.7788911594690	140.3856247048200	15:25:32	22	ローカル5G	18	HD	OK	15:26:09	24	ローカル5G	20	HD	OK	15:26:09	19	ローカル5G	21	HD	対象外
4	153	35.7785516064980	140.3858720234830	15:26:15	21	ローカル5G	19	HD	OK	15:26:22	20	ローカル5G	18	HD	OK	15:26:22	24	ローカル5G	11	HD	対象外
5	154	35.7780951920918	140.3862144647160	15:26:30	21	ローカル5G	19	HD	OK	15:26:37	19	ローカル5G	18	HD	OK	15:26:37	19	ローカル5G	14	HD	対象外
6	75交差点	35.7774138729502	140.3865813660500	15:27:03	23	ローカル5G	19	HD	OK	15:27:18	18	ローカル5G	18	HD	OK	15:27:18	27	ローカル5G	13	HD	対象外
7	75	35.7769508372088	140.3867471510860	15:27:16	20	ローカル5G	19	HD	OK	15:27:31	25	ローカル5G	17	HD	OK	15:27:31	34	ローカル5G	15	HD	対象外
8	74	35.7765090402937	140.3871177083470	15:27:31	17	ローカル5G	19	HD	OK	15:27:44	24	ローカル5G	17	HD	OK	15:27:44	18	ローカル5G	7	HD	対象外
9	73	35.7758562890012	140.3875599654290	15:27:54	18	ローカル5G	19	HD	OK	15:28:06	23	ローカル5G	17	HD	OK	15:28:06	24	ローカル5G	10	HD	対象外
10	72	35.7752746175316	140.3879810817720	15:28:12	19	ローカル5G	19	HD	OK	15:28:23	21	ローカル5G	17	HD	OK	15:28:23	18	ローカル5G	9	HD	対象外
11	71	35.7746451092616	140.3884179899700	15:28:34	19	ローカル5G	20	HD	OK	15:28:43	19	ローカル5G	19	HD	OK	15:28:43	18	ローカル5G	9	HD	対象外
12	70交差点	35.7748535223197	140.3893707656840	15:29:16	26	ローカル5G	20	HD	OK	15:29:47	20	ローカル5G	18	HD	OK	15:29:47	23	ローカル5G	21	HD	対象外
13	2ビル進入時	35.7744682993927	140.3897455592220	15:29:47	27	ローカル5G	19	HD	OK	15:30:02	18	ローカル5G	17	HD	OK	15:30:02	19	ローカル5G	21	HD	対象外
14	61交差点	35.7736337856669	140.3903382804700	15:30:17	19	ローカル5G	19	HD	OK	15:30:28	22	ローカル5G	18	HD	OK	15:30:28	15	ローカル5G	10	HD	対象外
15	2ビルバス停	35.7742692810490	140.3898708413390	15:32:32	18	ローカル5G	19	HD	OK	15:33:17	25	ローカル5G	18	HD	OK	15:33:17	23	ローカル5G	12	HD	対象外
13	2ビル進入時	35.7744682993927	140.3897455592220	15:32:46	23	ローカル5G	17	HD	OK	15:33:24	19	ローカル5G	17	HD	OK	15:33:24	28	ローカル5G	12	HD	対象外
12	70交差点	35.7748535223197	140.3893707656840	15:33:00	24	ローカル5G	20	HD	OK	15:33:37	24	ローカル5G	16	HD	OK	15:33:37	21	ローカル5G	12	HD	対象外
11	71	35.7746451092616	140.3884179899700	15:33:24	23	ローカル5G	19	HD	OK	15:34:00	21	ローカル5G	1	HD	OK	15:34:00	23	ローカル5G	10	HD	対象外
10	72	35.7752746175316	140.3879810817720	15:33:45	23	ローカル5G	20	HD	OK	15:34:20	20	ローカル5G	18	HD	OK	15:34:20	20	ローカル5G	6	quarter HD	対象外
9	73	35.7758562890012	140.3875599654290	15:34:04	20	ローカル5G	15	HD	OK	15:34:39	22	ローカル5G	16	HD	OK	15:34:39	29	ローカル5G	9	quarter HD	対象外
8	74	35.7765090402937	140.3871177083470	15:34:23	25	ローカル5G	19	HD	OK	15:34:58	25	ローカル5G	17	HD	OK	15:34:58	22	ローカル5G	9	quarter HD	対象外
7	75	35.7769508372088	140.3867471510860	15:34:40	31	ローカル5G	17	HD	OK	15:35:12	19	ローカル5G	18	HD	OK	15:35:12	26	ローカル5G	7	quarter HD	対象外
6	75交差点	35.7774138729502	140.3865813660500	15:34:55	21	ローカル5G	18	HD	OK	15:35:26	22	ローカル5G	18	HD	OK	15:35:26	20	ローカル5G	12	quarter HD	対象外
5	154	35.7780951920918	140.3862144647160	15:35:31	26	ローカル5G	20	HD	OK	15:35:56	19	ローカル5G	18	HD	OK	15:35:56	20	ローカル5G	9	quarter HD	対象外
4	153	35.7785516064980	140.3858720234830	15:35:45	25	ローカル5G	21	HD	OK	15:36:12	21	ローカル5G	20	HD	OK	15:36:12	23	ローカル5G	21	quarter HD	対象外
16	3ビル進入時	35.7786932579878	140.3856808842790	15:35:53	23	ローカル5G	16	HD	OK	15:36:20	24	ローカル5G	18	HD	OK	15:36:20	21	ローカル5G	13	quarter HD	対象外
1	3ビルバス停	35.7790036085099	140.3853882573070	15:36:26	28	ローカル5G	17	HD	OK	15:36:49	21	ローカル5G	19	HD	OK	15:36:49	22	ローカル5G	12	HD	対象外

c. 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

表 4.3.1-5 映像配信の KPI の達成表に映像配信の KPI の達成表に検証結果を記載します。本実証の運行想定経路を通して、遠隔監視・支援に必要な映像配信の品質が担保されているかを確認しました。ローカル 5G、キャリア 5G の区間においては KPI を満たしていることは確認できました。NG 箇所*1 点がありました。本実証で複数回試乗会など走行を行った際は大きなカクつきなどの再現はありませんでした。本事象が再現性し難かったこととすぐに復旧したので遠隔型自動運転を行った場合に緊急停止に至る可能性は低いと想定していますが、車載機又はクラウド側遠隔監視試験システムのコンピュータリソースが一時的に不足した等によるものと考えています。来期以降、キャリア通信とローカル 5G の配信処理に対応した品質向上に向けて改善する必要があることがわかりました。今回キャリア通信は本 KPI の判定対象外としていますが、ローカル 5G 冗長系として映像疎通し続けることのみを確認しました。次期以降ルート確定に応じ必要箇所などを対策していくことを想定しました。

表 4.3.1-5 映像配信の KPI の達成表

Spot	映像配信設定	映像遅延(ms)	画質(フロントHD, その他VGA以上)	フレームレート(FPS)	切断されないこと	判定
3ビルバス停	ローカル５G	214	○	18	○	OK
3ビルUターン	ローカル５G	197	○	22	○	OK
151spot	ローカル５G	213	○	16	○	OK
152spot	ローカル５G	229	○	17	○	OK
153spot	ローカル５G	227	○	18	○	OK
154spot	ローカル５G	172	○	17	○	OK
155spot	ローカル５G	188	○	16	○	OK
75spot	ローカル５G	220	○	15	○	OK
74spot	ローカル５G	184	○	17	○	OK
73spot	ローカル５G	184	○	17	○	OK
72spot	ローカル５G	216	○	16	○	OK
71spot	ローカル５G	212	○	16	○	OK
71spot横交差点	ローカル５G	216	○	16	○	OK
80Spot入口交差点北側	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
80Spotバス停	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
80Spot入口交差点南側	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
61spot横交差点	ローカル５G	177	○	16	○	OK(切替含)
61spot	ローカル５G	220	○	17	○	OK
62spot	ローカル５G	212	○	16	○	OK
63spot	ローカル５G	234	○	14	○	OK
64spot	ローカル５G	204	○	17	○	OK
65spot	ローカル５G	240	○	16	○	OK
66spot	ローカル５G	180	○	16	○	OK
2ビル側陸橋合流点	キャリアLTE	-	-	-	○	対象外
陸橋管制塔付近合流点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
1ビル側陸橋交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
11Spot付近交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
18Spot付近交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
21Spot-18Spot中間点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
21Spot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
1ビル第2サテライト交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
28Spotバス停	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
26Spot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
1ビル中央ビルトンネル内交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
32Spot交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
51Spot-32Spot間交差点	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
51Spot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
59spotバス停	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
54spot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
55spot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
56spot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
57Aspot	キャリアLTE	-	○	-	○	対象外
57Bspot	キャリア５G	221	○	16	○	OK
58Aspot	キャリア５G	217	○	14	○	OK
58Bspot	キャリア５G	213	○	16	○	OK
412spot	ローカル５G	209	○	18	○	OK(切替含)
411spot	ローカル５G	204	○	15	○	OK
68spot	ローカル５G	215	○	15	○	OK
67spot	ローカル５G	216	○	16	○	OK
66spot	ローカル５G	206	○	15	○	OK
65spot	ローカル５G	192	○	14	○	OK
64spot	ローカル５G	242	○	15	○	OK
63spot	ローカル５G	264	○	15	○	OK
62spot	ローカル５G	224	○	14	○	OK
61spot	ローカル５G	188	○	16	○	OK
61spot横交差点	ローカル５G	208	○	2	○	NG*
2ビルバス停	ローカル５G	209	○	18	○	OK
71spot横交差点	ローカル５G	207	○	16	○	OK
71spot	ローカル５G	221	○	16	○	OK
72spot	ローカル５G	217	○	16	○	OK
73spot	ローカル５G	261	○	14	○	OK
74spot	ローカル５G	215	○	15	○	OK
75spot	ローカル５G	213	○	16	○	OK
155spot	ローカル５G	213	○	10	○	OK
154spot	ローカル５G	217	○	18	○	OK
153spot	ローカル５G	217	○	18	○	OK
152spot	ローカル５G	213	○	15	○	OK
3ビルバス停	ローカル５G	213	○	15	○	OK

d. 帯域の太い回線から細い回線に切り替わった際に切断や映像のカクつきが発生しないか

表 4.3.1-6　回線切替試験表に検証結果を示します。帯域が太いローカル 5G からキャリア 5G に切り替わった際に、切断なく回線の切り替えができることを確認しました。ローカル 5G からキャリア LTE への切り替えにおいては、一部 KPI を満たしていない項目がありました。回線切り替えにおいて帯域変動が大きい場合においては、変動後の帯域に映像ビットレートを合わせる等システム側での対応が必要なことがわかりました。

表 4.3.1-6　回線切替試験表

切替元	切替先	切替地点	切り替え遅延(ms)	切替後の映像遅延(ms)	切替後の画質(フロントHD, その他VGA以上)	切替後のフレームレート(fps)
ローカル 5G	キャリア 5G	68 ゲート	60	358	○	14
キャリア 5G	ローカル 5G	58B ゲート	142	213	○	16
キャリア 5G	キャリア LTE	57A ゲート	106	517	○	8
キャリア LTE	キャリア 5G	57A ゲート	36	197	○	21
キャリア LTE	ローカル 5G	57A ゲート	88	190	○	20
ローカル 5G	キャリア LTE	57A ゲート	122	480	○	9

e. 電波品質

ローカル 5G 単体計測の電波品質について、以下を実施しました。

・走行ルートにおける電波品質・強度の調査を実施。

・現地環境下において、遠隔監視システムとの通信の接続試験を実施。

・遠隔監視システムにおける映像品質の目視確認等の実施。

・必要に応じて電波の品質改善を実施。

ローカル 5G について、本実証のために主に以下機能改善を昨年度に対し実施しました。

・準同期 TDD1 運用への変更（従前は同期運用）

・基地局の新設（第 2 ターミナル南側～第 1 ターミナル南ウイング間）

このため、KPI 項目に従い以下走行評価を手動運転で実施した。走行ルートは、上記改善を評価可能なルート 1 としました。結果は以下になります。

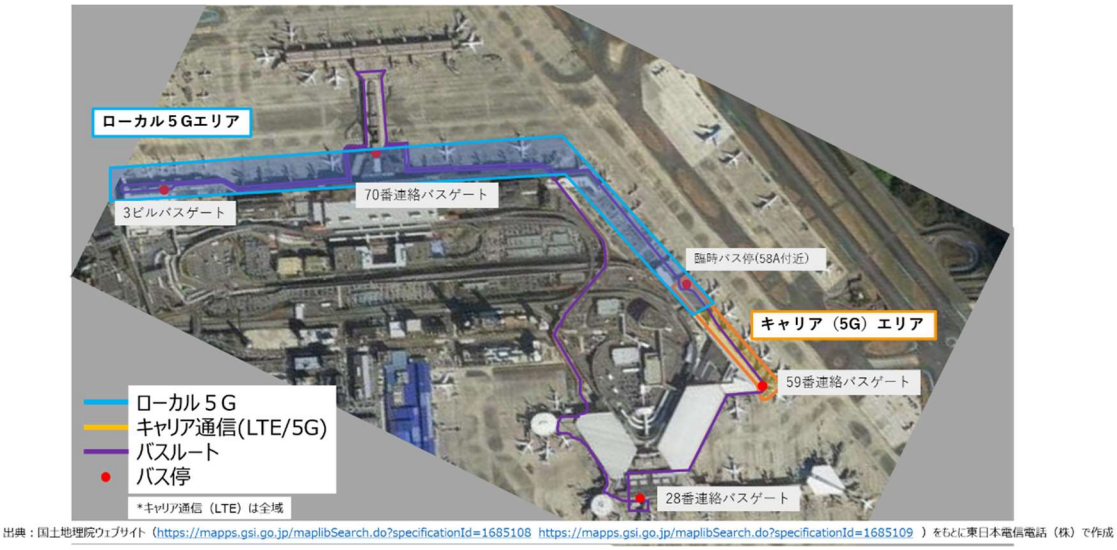


図 4.3.1-5　走行エリア

ア）　結果一覧表

表 4.3.1-7　ローカル 5G 単体計測結果

項目	要求仕様	達成
映像遅延	400msec 以内	○
カメラ台数	7 台	○
画質	フロント画面 HD 画質（1280x720）、 その他 VGA 画質(640x480)以上	○
フレームレート	9fps 以上	○
走行パターン	・車両 1 台 ・車両 3 台（追従走行） ・車両 3 台（すれ違い走行）	○ ○ ○

試験環境は、インターネット網内での伝送環境依存をなくすため、ローカル 5G 網内に設置した WebRTC 方式オンプレ環境映像配信試験用 WebRTC サーバを用いて評価し、遠隔型自動運転車でのローカル 5G 接続を行いました。

イ）　システム構成

実験機材構成

NTT 東日本保有 WebRTC 方式オンプレ環境映像配信装置を用いて、オンプレミスでインターネット等の影響を排除したデータ計測を行い、ローカル 5G による映像送受信の単体疎通試験と簡易的な特性計測を行いました。

WebRTC サーバを構築し、自動運転車内に設置した NTT 東日本の 7 台カメラ映像アップロード環境を、映像受信用 WebRTC サーバで受信してローカル 5G 単体での映像転送を確認しました。

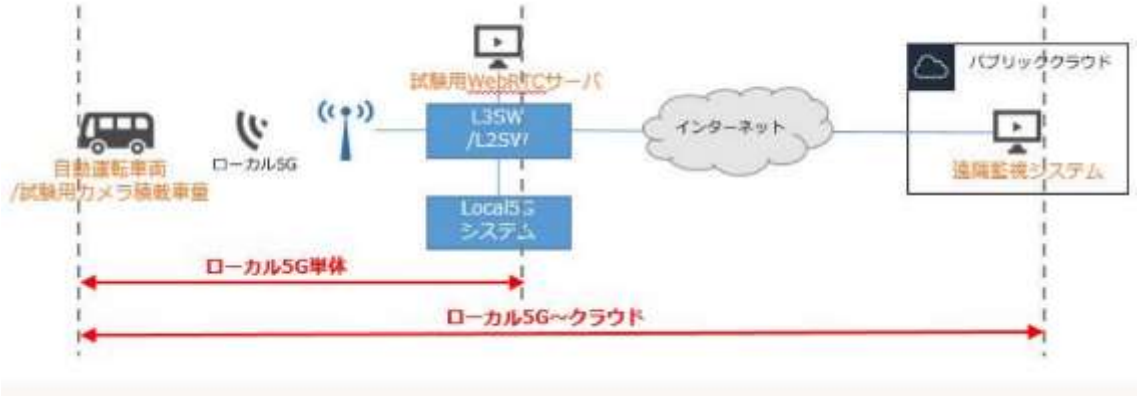


図 4.3.1-6　システム構成図

上記環境のうち、ローカル 5G 網内に WebRTC サーバ（オレンジ色部分）のみ、試験用で接続しています。

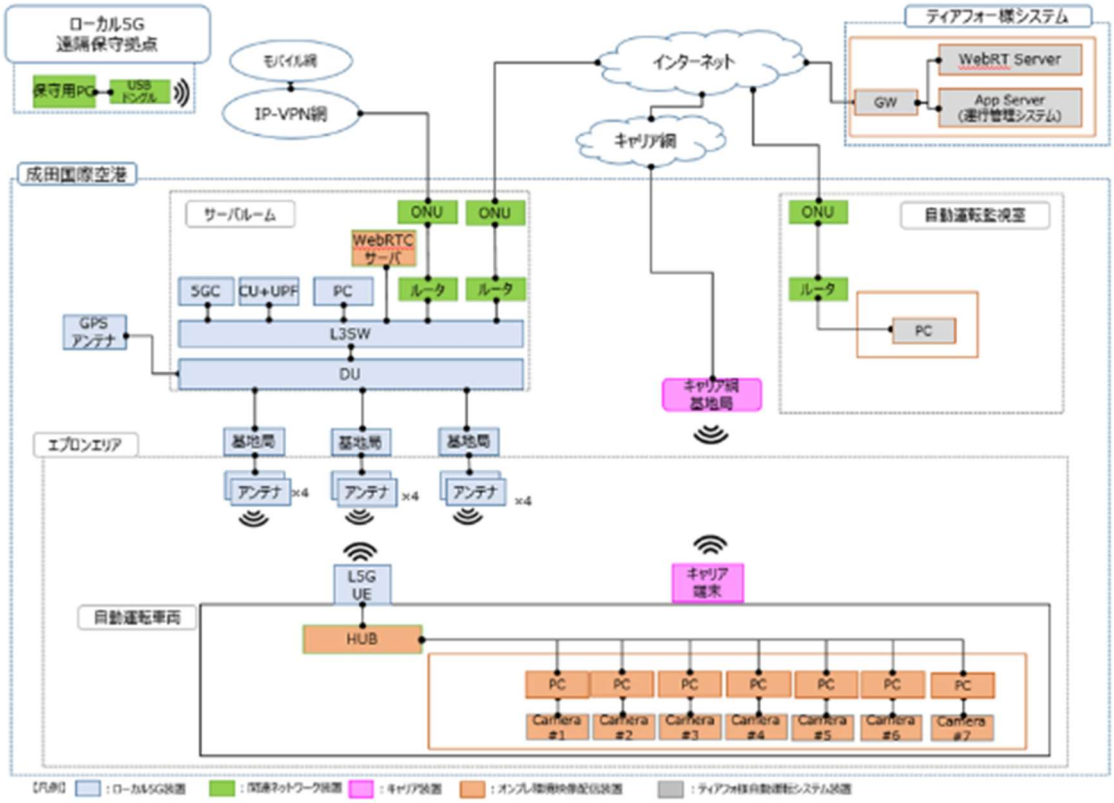


図 4.3.1-7　全体構成図と NTT 東日本保有オンプレ環境映像配信装置（オレンジ色）

本実証において構築したローカル 5G システムの構成製品概要を以下に示します。

ハード構成

■ローカル 5G 接続ルータ



図 4.3.1-8　ハイテクインター社外観図

表 4.3.1-8　ハイテクインターハードウェア諸元

No.	項目	諸元
1	メーカ名	ハイテクインター
2	製品名	HW5G-3200-V2
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)

■UE 用アンテナ
UE 用アンテナのハードウェア諸元を以下に示します。



図 4.3.1-9　UE 用アンテナ外観図

表 4.3.1-9　UE 用アンテナハードウェア諸元

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

UE アンテナの自動運転バスおよび試験用レンタカーの車体上部について下記の位置に設置しました。



図 4.3.1-10　UE 用設置状況（左図　自動運転バス　右図　試験用レンタカー）

■スイッチ
スイッチのハードウェア諸元を以下に示します。



図 4.3.1-11 スイッチ外観図

表 4.3.1-10　スイッチ ハードウェア諸元

No.	項目	諸元
1	メーカ名	エレコム
2	製品名	EHC-G16MN-HJW
3	インタフェース	16ポート 1000Mbps、100Mbps、10Mbps

■映像配信用 PC
映像配信用 PC のハードウェア諸元を以下に示します。



図 4.3.1-12　映像配信用 PC 外観図

表 4.3.1-11　映像配信用 PC ハードウェア諸元

No.	項目	諸元
1	メーカ名	CHUWI
2	製品名	AMD Ryzen ミニPC RZBox
3	プロセッサ	AMD Ryzen 7 5800H
4	グラフィックス	AMD Radeon グラフィックス
5	ストレージ	SSD/512 G
6	メモリ	DDR4/16 G
7	OS	Windows11

■USB カメラ
USB カメラのハードウェア諸元を以下に示します。



図 4.3.1-13　USB カメラ外観図

表 4.3.1-12　USB カメラハードウェア諸元

No.	項目	諸元
1	メーカ名	BUFFALO
2	製品名	BSW500MBK
3	電源	USBバスパワー
4	インタフェース	USB 2.0 Type-A
5	最大フレームレート	30fps
6	最大解像度	最大1920×1080

■映像配信サーバ主要構成
NTT 東日本保有オンプレ環境映像配信装置のうちの WebRTC サーバは以下構成にて実現しています。

表 4.3.1-13　映像配信サーバ主要構成

機能	仕様
Sever OS	Ubuntu server 20.04 LTS
映像配信システムアプリ (WebRTC)	Janus WebRTC server (© meetecho 2014-2022)

■計測試験構成

・実施概要
画質の評価を実施するために WebRTC サーバにフレームレートのログを残し、以下の要求仕様について基準値より超えていることを確認しました。

・実験方法
ローカル 5G 網内に NTT 東日本保有オンプレ環境映像配信装置を用い、事前実験においてはレンタカー（日産ノート）と端末に接続した外部アンテナを車体上部に設置し、自動運転車内に設置した 7 台のカメラカメラからの映像のアップロードを映像受信試験用 WebRTC サーバで受信しローカル 5G 単体での映像転送の特性を確認しました。

・計測地点
自動運転車の走行ルートでの 3 ルートの中でルートごとに計測地点を設定しました。

（ルート①）　第 3 ターミナル～第 1 ターミナル間走行試験ルート
自動運転車の走行ルートに 34 地点の測定ポイントを設け、時系列に第 3 ターミナルから第 1 ターミナルの 1 往復分の 61 回、計 34 地点で測定しました。以下に測定地点と詳細情報を示します。



図 4.3.1-14　走行ルートの映像遅延測定地点（ターミナル位置を追記）
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

表 4.3.1-14　地点番号の詳細情報

地点番号	ランドマーク	緯度	経度	ローカル5G対象エリア
1	3ビルバス停	35.77903579	140.3854149	対象エリア
2	3ビルUターン	35.77982238	140.3849125	対象エリア
3	151spot	35.7792321	140.3854258	対象エリア
4	152spot	35.77890952	140.3856787	対象エリア
5	153spot	35.77858166	140.3859045	対象エリア
6	154spot	35.77827106	140.3860893	対象エリア
7	155spot	35.77789465	140.3863592	対象エリア
8	75spot	35.77702002	140.3867334	対象エリア
9	74spot	35.7765447	140.3870609	対象エリア
10	73spot	35.77590963	140.387542	対象エリア
11	72spot	35.77532334	140.3879699	対象エリア
12	71spot	35.77467744	140.3884196	対象エリア
13	71spot横交差点	35.77486784	140.3892747	対象エリア
14	2ビルバス停	35.7742364	140.3897466	対象エリア
15	61spot横交差点	35.77361002	140.3903032	対象エリア
16	61spot	35.77282426	140.3897753	対象エリア
17	62spot	35.7721636	140.390243	対象エリア
18	63spot	35.77154647	140.3906939	対象エリア
19	64spot	35.77093928	140.3911382	対象エリア
20	65spot	35.77040572	140.3915147	対象エリア
21	66spot	35.76991752	140.3916679	対象エリア
22	67spot	35.76917595	140.3920234	対象エリア
23	68spot	35.76843146	140.3919657	対象エリア
24	411spot	35.76748733	140.3914107	対象エリア
25	412spot	35.76673017	140.3910047	対象エリア
26	58Bspot	35.76599349	140.3905958	対象エリア
27	58Aspot	35.76543768	140.3902762	対象エリア
28	57Bspot	35.76429476	140.3898445	評価対象外エリア*1
29	57Aspot	35.76379249	140.3894361	評価対象外エリア*1
30	56spot	35.76314375	140.3890635	評価対象外エリア*1
31	55spot	35.76251698	140.3887098	評価対象外エリア*1
32	54spot	35.76220755	140.3884896	評価対象外エリア*1
33	52spotUターン	35.76225	140.38814	評価対象外エリア*1
34	59spotバス停	35.76228355	140.3883299	評価対象外エリア*1

※1 評価対象外区域はキャリア通信（LTE/5G）を主とするため
評価対象から外し、参考値と記載

（ルート②）

自動運転車の走行ルートに 15 地点の測定ポイントを設け、時系列に第 3 ターミナルから 1 往復分の 25 回、15 地点で測定しました。以下に測定地点と詳細情報を示します。



図 4.3.1-15　走行ルートの映像遅延測定地点（ルート 2）

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

表 4.3.1-15 地点番号の詳細情報

地点番号	ランドマーク	緯度	経度	ローカル5G対象エリア
1	3ビルバス停	35.77903579	140.3854149	対象エリア
2	3ビルUターン	35.77982238	140.3849125	対象エリア
3	151spot	35.7792321	140.3854258	対象エリア
4	152spot	35.77890952	140.3856787	対象エリア
5	153spot	35.77858166	140.3859045	対象エリア
6	154spot	35.77827106	140.3860893	対象エリア
7	155spot	35.77789465	140.3863592	対象エリア
8	75spot	35.77702002	140.3867334	対象エリア
9	74spot	35.7765447	140.3870609	対象エリア
10	73spot	35.77590963	140.387542	対象エリア
11	72spot	35.77532334	140.3879699	対象エリア
12	71spot	35.77467744	140.3884196	対象エリア
13	71spot横交差点	35.77486784	140.3892747	対象エリア
14	2ビルバス停	35.7742364	140.3897466	対象エリア
15	61spot横交差点	35.77361002	140.3903032	対象エリア

（ルート③）

自動運転車の走行ルートに 38 地点の測定ポイントを設け、時系列に第 3 ターミナルから 1 往復分の 54 回、38 地点で測定しました。以下に測定地点と詳細情報を示します。

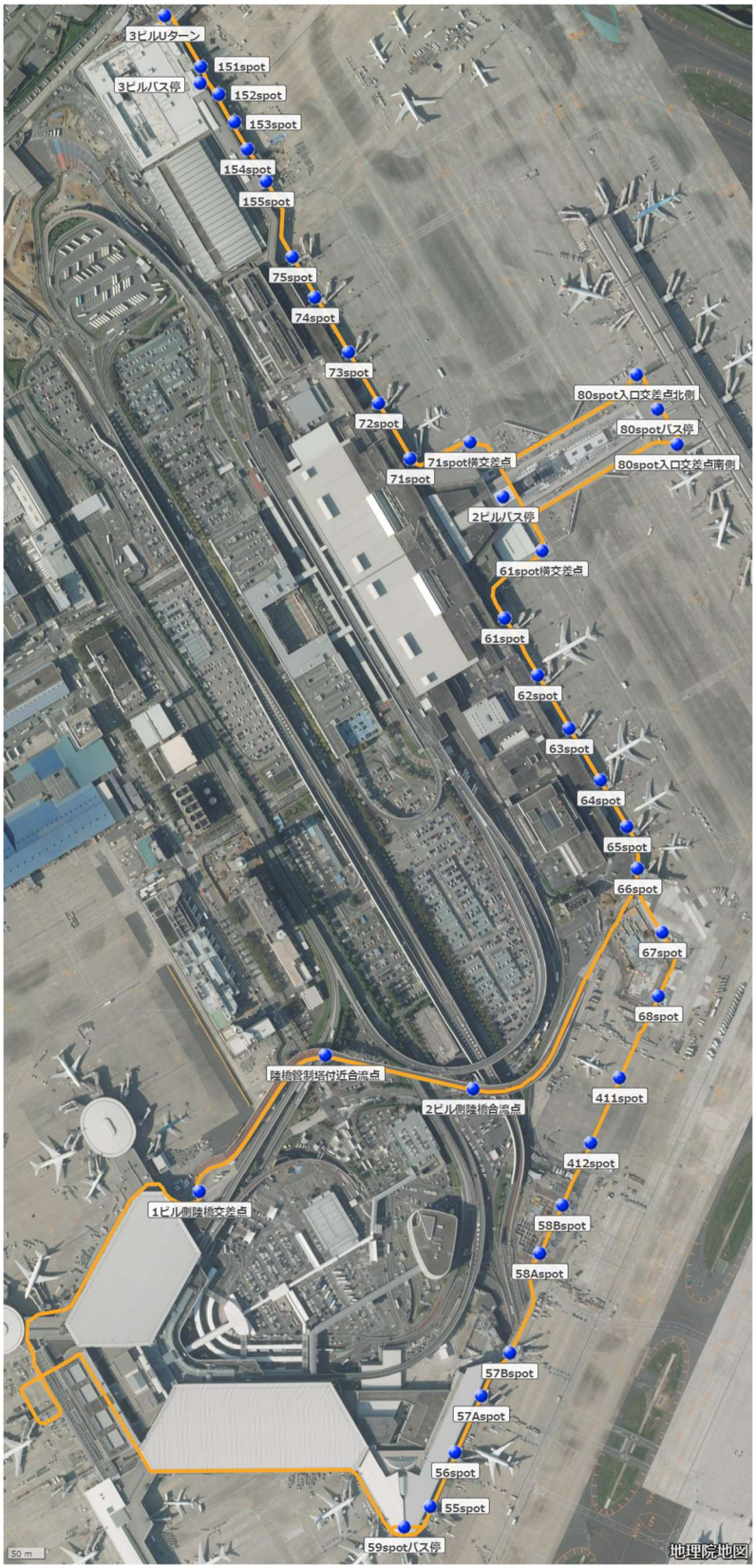


図 4.3.1-16　走行ルートの映像遅延測定地点（ルート 3）

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

表 4.3.1-16　地点番号の詳細情報

地点番号	ランドマーク	緯度	経度	ローカル5G対象エリア
1	3ビルバス停	35.77903579	140.3854149	対象エリア
2	3ビルUターン	35.77982238	140.3849125	対象エリア
3	151spot	35.7792321	140.3854258	対象エリア
4	152spot	35.77890952	140.3856787	対象エリア
5	153spot	35.77858166	140.3859045	対象エリア
6	154spot	35.77827106	140.3860893	対象エリア
7	155spot	35.77789465	140.3863592	対象エリア
8	75spot	35.77702002	140.3867334	対象エリア
9	74spot	35.7765447	140.3870609	対象エリア
10	73spot	35.77590963	140.387542	対象エリア
11	72spot	35.77532334	140.3879699	対象エリア
12	71spot	35.77467744	140.3884196	対象エリア
13	71spot横交差点	35.77486784	140.3892747	対象エリア
14	2ビルバス停	35.7742364	140.3897466	対象エリア
15	80spot入口交差点北側	35.77564707	140.3916619	評価対象外エリア*1
16	80spotバス停	35.775249	140.3919593	評価対象外エリア*1
17	80spot入口交差点南側	35.77484133	140.3922404	評価対象外エリア*1
18	61spot横交差点	35.77361002	140.3903032	対象エリア
19	61spot	35.77282426	140.3897753	対象エリア
20	62spot	35.7721636	140.390243	対象エリア
21	63spot	35.77154647	140.3906939	対象エリア
22	64spot	35.77093928	140.3911382	対象エリア
23	65spot	35.77040572	140.3915147	対象エリア
24	66spot	35.76991752	140.3916679	対象エリア
25	2ビル側陸橋合流点	35.76735344	140.3893247	評価対象外エリア*1
26	陸橋管制塔付近合流点	35.7677463	140.3872063	評価対象外エリア*1
27	1ビル側陸橋交差点	35.76615325	140.3854008	評価対象外エリア*1
28	67spot	35.76917595	140.3920234	対象エリア
29	68spot	35.76843146	140.3919657	対象エリア
30	411spot	35.76748733	140.3914107	対象エリア
31	412spot	35.76673017	140.3910047	対象エリア
32	58Bspot	35.76599349	140.3905958	対象エリア
33	58Aspot	35.76543768	140.3902762	対象エリア
34	57Bspot	35.76429476	140.3898445	評価対象外エリア*1
35	57Aspot	35.76379249	140.3894361	評価対象外エリア*1
36	56spot	35.76314375	140.3890635	評価対象外エリア*1
37	55spot	35.76251698	140.3887098	評価対象外エリア*1
38	59spotバス停	35.76228355	140.3883299	評価対象外エリア*1

※1 評価対象外区域はキャリア通信（LTE/5G）を主とするため
評価対象から外し、参考値と記載

・走行ルートにおける電波品質・強度の調査を実施

各走行ルートにおいて、安定した電波品質・強度がルート環境で構築できているかを確認するために UDP プロトコルを用いた IPerf を実行し、アップロードのスループットを計測し、遠隔監視システムとの通信の接続試験に十分耐えうるスループット結果になっていることを計測結果から確認しました。各ルートのスループット結果は以下に示します。

ルート①

実験実施日時：2023/1/16 16:18～16:41

天候：雨

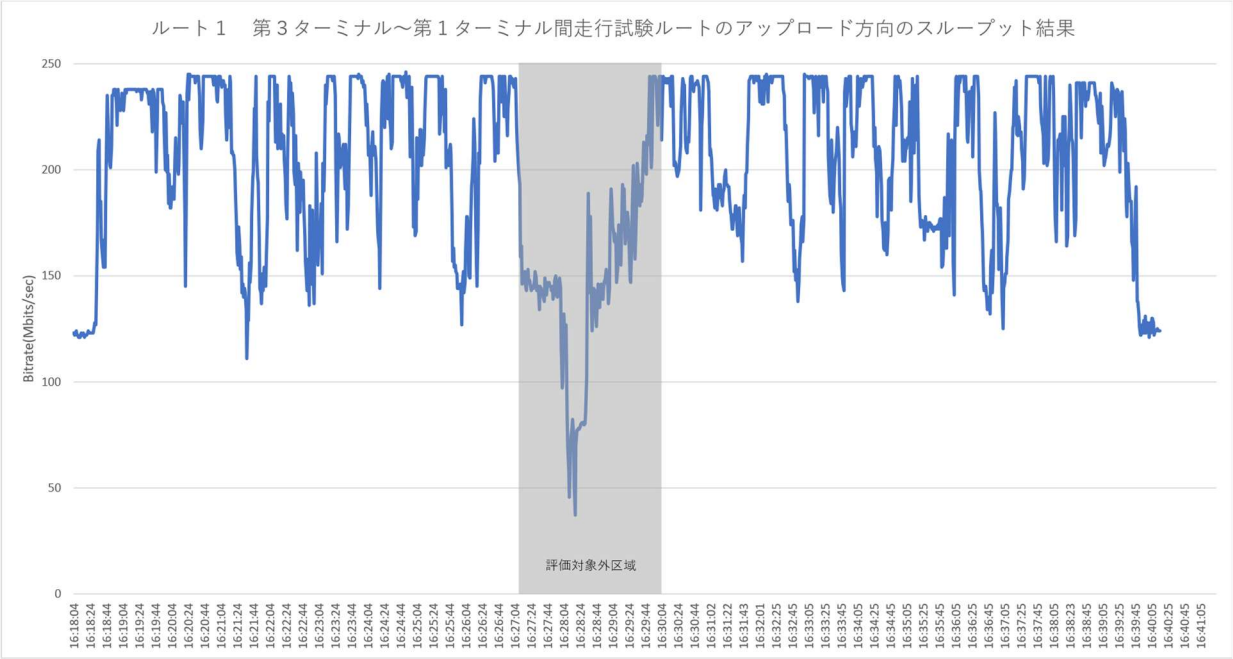


図 4.3.1-17　ルート１　第３ターミナル～第１ターミナル間走行試験ルートの
アップロード方向のスループット結果

※1 評価対象外区域はキャリア通信（LTE/5G）を主とするため評価対象から外し、参考値と記載

ルート②

実験実施日時：2022/11/28 12:06～12:14

天候：曇り

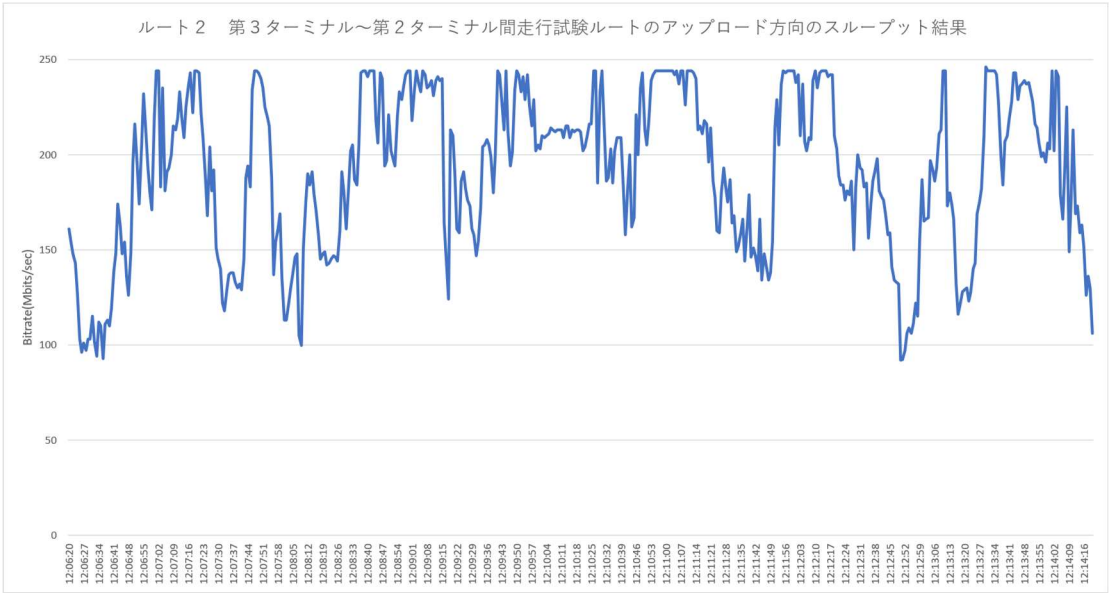


図 4.3.1-18 ルート２ 第３ターミナル～第２ターミナル間走行試験ルートの
アップロード方向のスループット結果

ルート③

実験実施日時：2023/1/30 10:51～11:36

天候：曇り

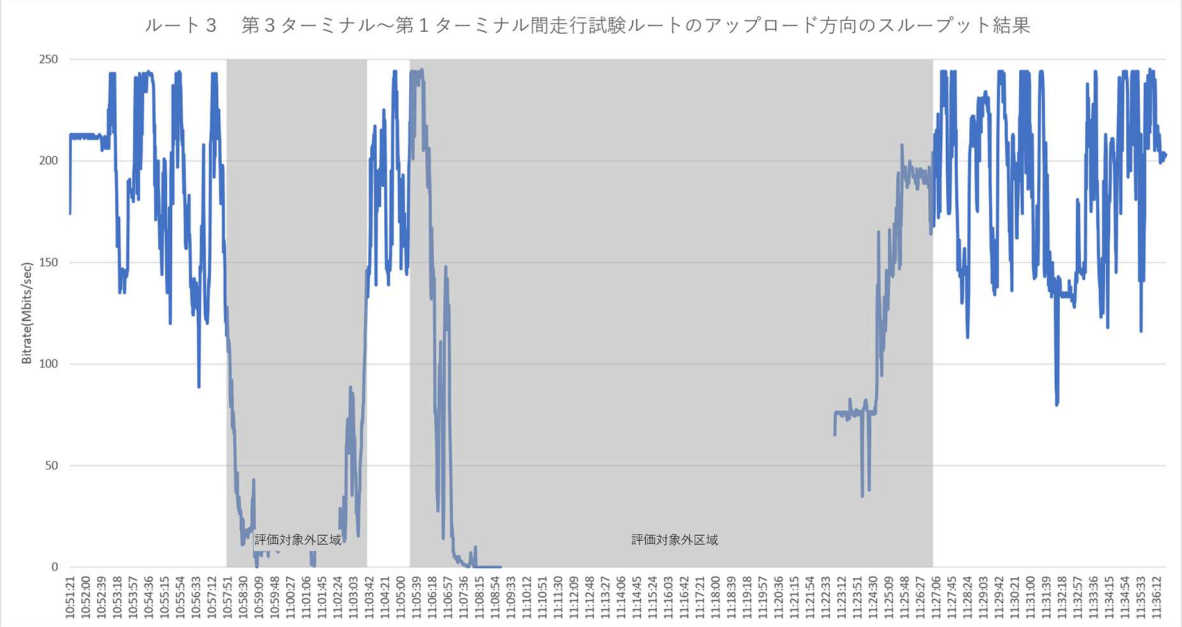


図 4.3.1-19 ルート 3 第 3 ターミナル～第 2 ターミナル間走行試験ルート
のアップロード方向のスループット結果

※1 評価対象外区域はキャリア通信（LTE/5G）を主とするため評価対象から外し、参考値と記載

ウ）　KPI

本実証に定める遠隔型自動運転の映像伝送品質と同じ基準で評価しました。

表 4.3.1-17　KPI 一覧表

項目	要求仕様
映像遅延	400msec 以内
カメラ台数	7 台
画質	フロント画面（1280x900 画素)画質、 その他 VGA（640x480 画素)画質以上
フレームレート	9fps 以上

エ）　画質評価・フレームレート評価法

a)ローカル 5G 単体　フレームレート評価

要求仕様のフロント HD 画質（1280x720）、周囲・車室内画質(640x480)について、ローカル 5G 網内に設置した MEC 型映像配信試験用 WebRTC サーバを用いて評価し、全てのルート上地点で下表にて充足することを確認しました。自動運転車実験を開始する前に、弊社にて実験車両試作し、ルート内 6 km 区間で手動運転にて確認いたしております。ローカル 5G エリア構築、システム及び提供端末で、定量的な評価を完了しました。

b)評価・検証方法

映像遅延は、走行経路上に置いた計測地点ごとに評価を行います。計測方法は、カメラに時計(msec 以上の表示された時計)を向け、映像の元となる時計と配信された状態の映像に映る時計の時刻を比較し、配信されたことによる遅延を確認します。

画質の評価は、計測地点ごとに要求している画質を超えたかどうかを、実際にシステムを動作し、ログを残す形で評価します。

フレームレートに関しても画質と同様に、計測地点ごとに映像配信した際のフレームレートのログを残し、それをもとに要求仕様と比較し超えたかどうかを判断しました。

オ）　映像遅延評価法

・ローカル 5G 単体評価　映像遅延評価

ローカル 5G 実証実験として、自動運転用遠隔監視映像で初めて実施するため、ローカル 5G 網内に映像受信用サーバを設け、7 つのカメラ駆動した状態で、動作確認を実施しました。

・実験方法

今回のローカル 5G で映像遅延を評価するにあたってオンプレミスで成田空港に WebRTC Server を設置し、映像遅延評価を行った。映像遅延の評価方法は、自動運転車と同じ 7 台のカメラで映像配信を行い、自動運転車両内での送信側映像と受信側映像の差を映像遅延とする。具体的には。NTT 東日本保有オンプレ環境映像配信装置における WebRTC サーバと、自動運転車両に搭載した PC（Cam7 接続）間を計測しました。

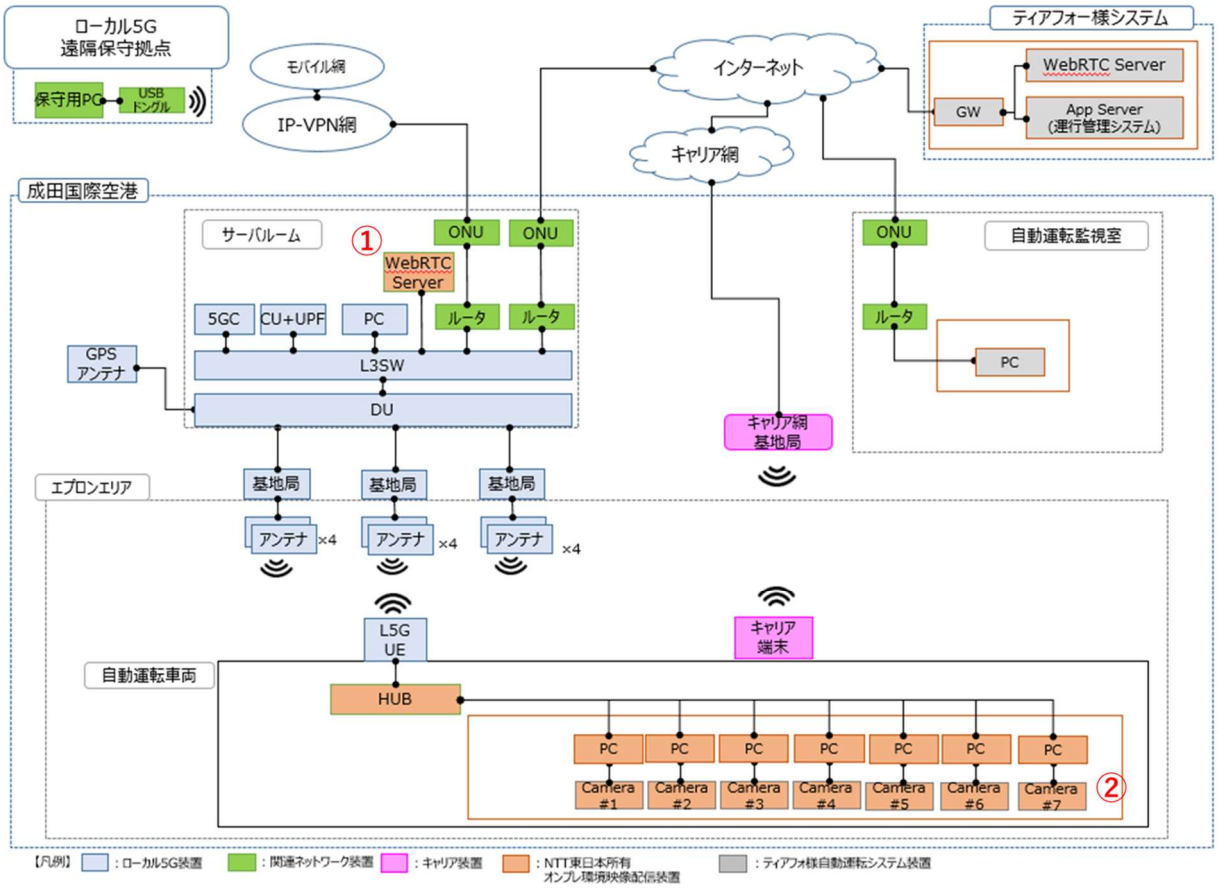


図 4.3.1-20　計測試験構成図

また、映像時間計測については、①サーバを用い、以下に、送受信間の映像遅延計測方法を実施しました。

今回の各端末の NTP サーバは独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の日本標示時に直結した時刻サーバ（NICT 公開 NTP サービス：ntp.nict.jp）の提供する時刻を全ての PC およびサーバで共通化する。 独立行政法人情報通信研究機構ホームページによれば、インターネット環境に応じ数ミリ秒～数百ミリ秒まで変動することがある旨を考慮し、実験します。

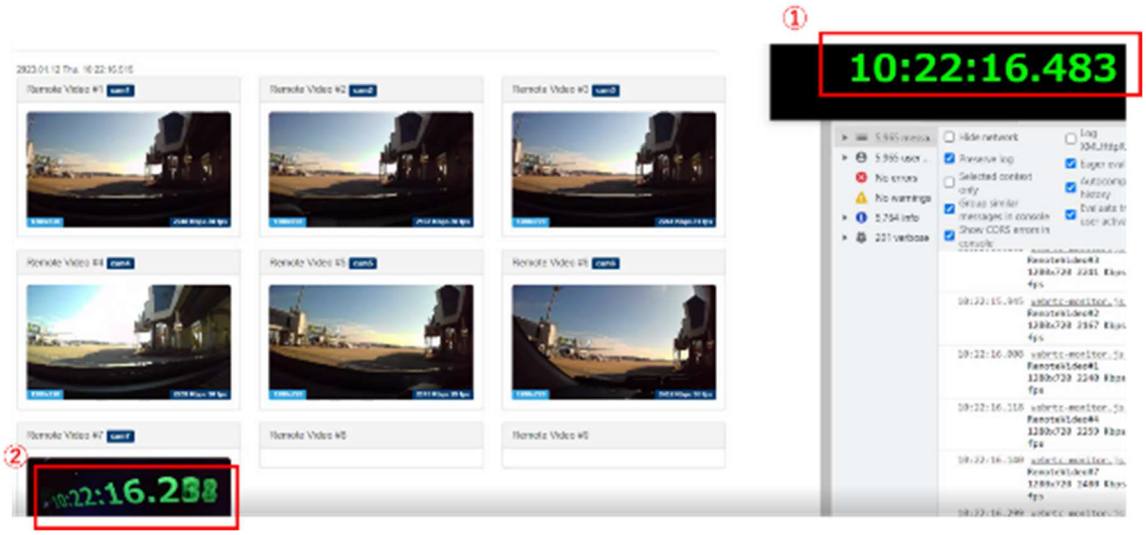


図 4.3.1-21　受信側映像表示画面

以下に、本項における映像遅延の計測時間を示すタイミングチャート概念図を示します。

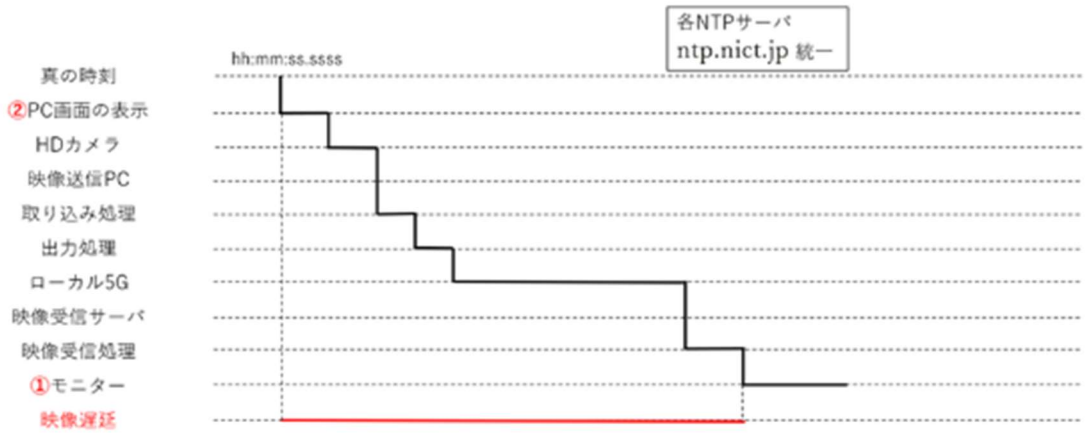


図 4.3.1-22　ローカル 5G 区間を含む映像遅延時間の計測区間

カ）　評価結果（ルート①）第 3 ターミナル～第 1 ターミナル間走行試験での評価

ルート 1 区間において映像評価車については 1 台と設定し、走行ルート区間の 6 kmにおいて要求仕様のフロント HD 画質（1280x720)、周囲・車室内画質(640x480)について、ローカル 5G 網内に設置した MEC 型映像配信試験用 WebRTC サーバを用いて評価し、全てのルート上地点で下表にて充足することを確認しました。

あわせてローカル 5G で映像遅延を評価するにあたってオンプレミスで成田空港に WebRTC Server を設置し、映像遅延評価を行った。映像遅延の評価方法は、自動運転車と同じ 7 台のカメラで映像配信を行い、自動運転車両内での送信側映像と受信側映像の差を映像遅延としました。

・第 3 ターミナルから第 1 ターミナル間の 1 台走行
実験実施日時：2023/1/16 14:44:19～15:04:19
天候　曇りときどき雨

1.　フレームレート評価
フレームレート評価結果を以下に示します。
障害物や交差点、バス停ポイントに対し、フレームレートの KPI 充足をカメラ台数 7 個について確認しました。

表 4.3.1-18　ローカル 5G フレームレート評価

				Frrame rate【fps】						
項番	地点番号	ランドマーク	方向	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7
	基準値（KPI）			9	9	9	9	9	9	9
	判定			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	31	30	30	30	30	30	31
2	3	151spot	南行	31	30	30	30	30	31	30
3	4	152spot	南行	27	30	28	30	27	31	29
4	5	153spot	南行	29	30	28	28	27	31	28
5	6	154spot	南行	27	28	29	27	29	29	28
6	7	155spot	南行	28	31	28	30	28	30	29
7	8	75spot	南行	27	27	28	29	25	25	28
8	9	74spot	南行	25	30	28	27	26	29	29
9	10	73spot	南行	24	30	26	28	30	27	25
10	11	72spot	南行	26	30	26	27	27	30	27
11	12	71spot	南行	27	29	29	27	26	25	25
12	13	71spot横交差点	南行	30	30	30	30	30	31	29
13	14	2ビルバス停	南行	27	26	29	29	27	28	29
14	15	61spot横交差点	南行	31	30	29	30	30	30	30
15	16	61spot	南行	27	30	28	27	26	31	26
16	17	62spot	南行	27	30	29	30	26	26	30
17	18	63spot	南行	29	28	28	29	28	24	25
18	19	64spot	南行	27	31	30	29	25	24	27
19	20	65spot	南行	26	30	26	30	28	26	29
20	21	66spot	南行	28	26	30	29	28	26	25
21	22	67spot	南行	27	30	29	30	27	30	28
22	23	68spot	南行	28	30	30	27	29	31	30
23	24	411spot	南行	29	30	31	31	30	29	30
24	25	412spot	南行	31	29	32	32	29	30	30
25	26	58Bspot	南行	28	29	24	29	26	29	27
26	27	58Aspot	南行	29	28	28	30	28	31	30
27	28	57Bspot	南行	26	29	30	29	28	27	26
28	29	57Aspot	南行	28	30	29	27	26	29	28
29	30	56spot	南行	26	28	28	29	25	27	28
30	31	55spot	南行	27	29	27	25	27	29	27
31	32	54spot	南行	28	30	29	23	27	27	26
32	33	52spotUターン	北行	23	23	27	28	27	25	24
33	34	59spotバス停	北行	15	23	30	31	31	30	30
34	31	55spot	北行	24	30	30	29	23	27	26
35	30	56spot	北行	26	29	28	29	28	29	29
36	29	57Aspot	北行	30	31	30	30	29	29	29
37	28	57Bspot	北行	30	30	30	29	29	29	28
38	27	58Aspot	北行	25	28	29	29	28	27	24
39	26	58Bspot	北行	28	29	29	30	26	29	29
40	25	412spot	北行	30	30	31	30	30	30	30
41	24	411spot	北行	30	30	30	30	29	30	30
42	23	68spot	北行	28	29	24	30	25	27	27
43	22	67spot	北行	22	28	22	27	20	25	25
44	21	66spot	北行	28	30	28	31	26	30	29
45	20	65spot	北行	26	29	28	29	28	30	29
46	19	64spot	北行	25	30	28	30	28	30	25
47	18	63spot	北行	29	30	28	29	28	29	25
48	17	62spot	北行	23	31	27	28	30	29	26
49	16	61spot	北行	27	28	28	30	27	28	27
50	15	61spot横交差点	北行	30	30	30	30	30	29	30
51	14	2ビルバス停	北行	24	23	22	23	20	24	27
52	13	71spot横交差点	北行	30	30	31	30	30	30	30
53	12	71spot	北行	26	26	28	27	26	18	27
54	11	72spot	北行	27	28	28	30	27	31	28
55	10	73spot	北行	27	29	26	27	28	31	25
56	9	74spot	北行	26	28	28	28	28	28	27
57	8	75spot	北行	25	28	27	28	27	30	25
58	7	155spot	北行	28	31	29	28	25	30	29
59	6	154spot	北行	27	30	29	30	29	28	26
60	5	153spot	北行	28	30	30	30	26	30	29
61	1	3ビルバス停	北行	18	19	19	20	20	20	19

・時系列データにおける定量評価

走行区間の全てにおいて、赤線を全てのカメラについて上回っている。KPI 目標値を上回っていることを確認しました。

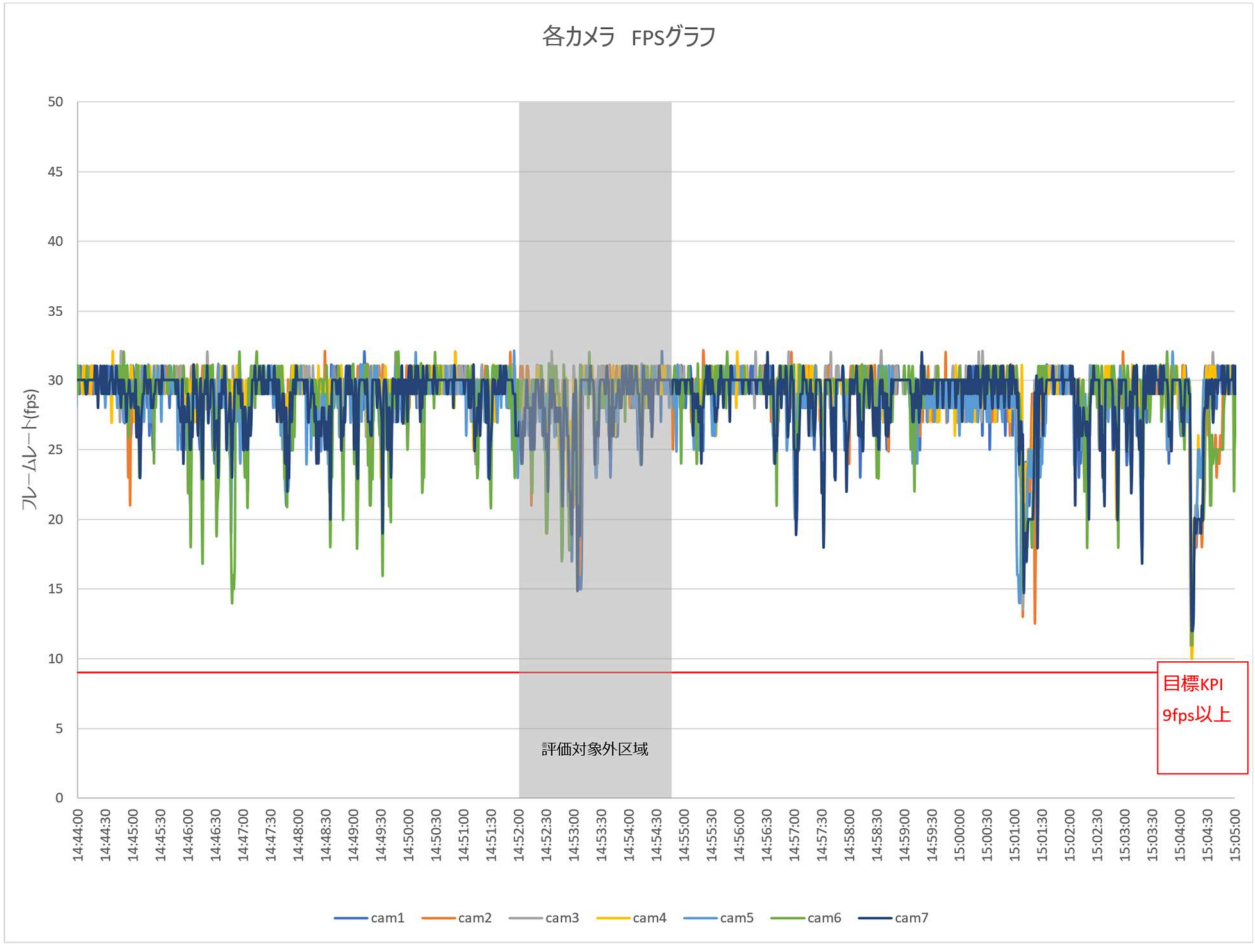


図 4.3.1-23　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

スループットは、各カメラで約 2.5Mbps を実測し、車両 1 台あたり 17.5Mbps の負荷がかかってもローカル 5G で無線伝送可能であることを実測で確かめました。

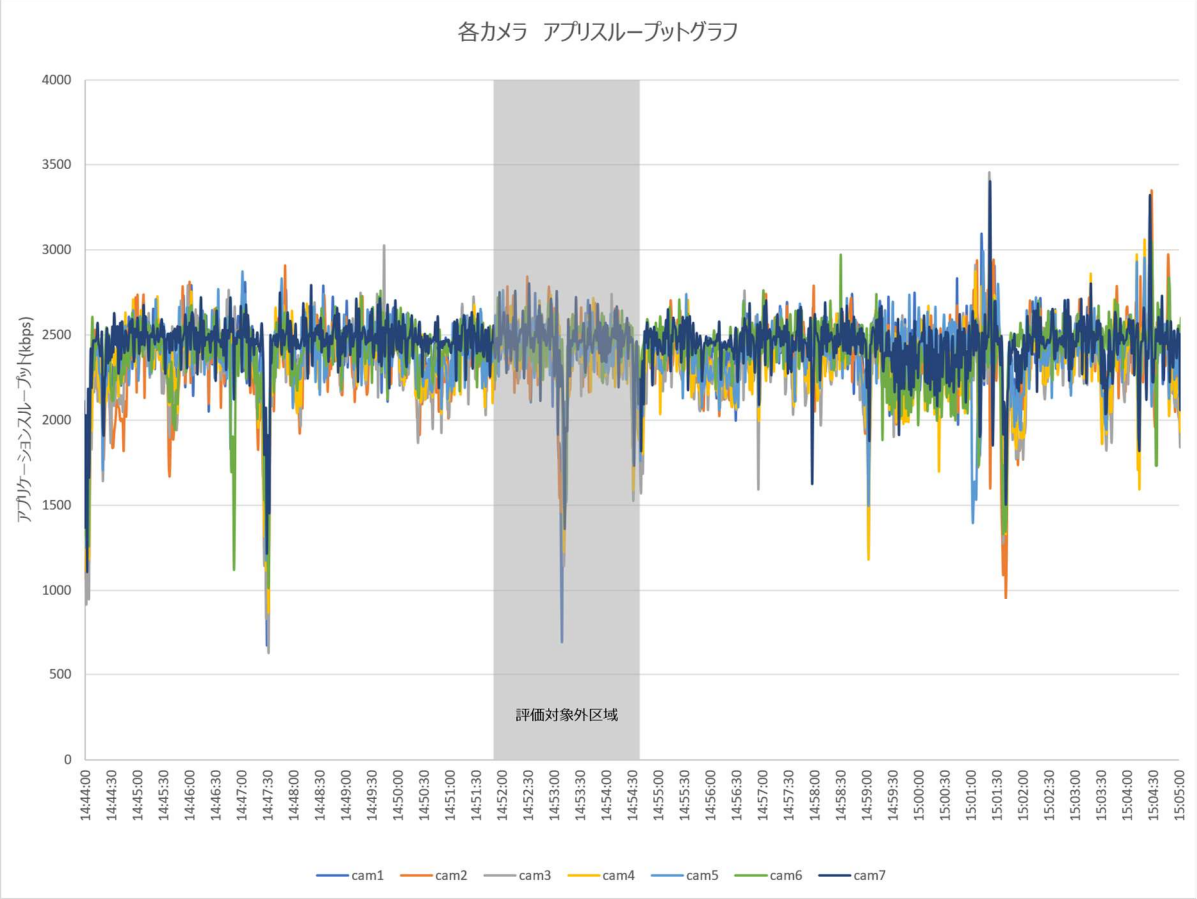


図 4.3.1-24　各カメラのスループット

2.　各カメラの画質・フレームレート・電界強度計測結果

Cam1 に対し、電波測定を行いました。本実験結果より、以下電波強度においても KPI 充足していることを実測で確認しました。　以下同様に Cam7 まで確認結果を示します。Cam1 と同様の結果で KPI 判定 OK の実測結果を得ました。

表 4.3.1-19　フレームレート充足確認結果(Cam1)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam1）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	31	OK	2288	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	31	OK	2423	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	27	OK	2564	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	29	OK	2699	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	27	OK	2415	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	28	OK	2564	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	27	OK	2793	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	25	OK	2523	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	24	OK	2535	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	26	OK	2684	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	27	OK	2292	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	30	OK	2318	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	27	OK	2340	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	31	OK	2203	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	27	OK	2499	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	27	OK	2348	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	29	OK	2311	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	27	OK	2519	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	26	OK	2573	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	28	OK	2521	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	27	OK	2424	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	28	OK	2381	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	29	OK	2306	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	31	OK	2325	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	28	OK	2668	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	29	OK	2324	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	26	OK	2404	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	28	OK	2605	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	26	OK	2581	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	27	OK	2569	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	28	OK	2763	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	23	OK	2298	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	15	OK	721	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	24	OK	2352	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	26	OK	2652	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	30	OK	2414	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	30	OK	2369	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	25	OK	2567	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	28	OK	2503	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	30	OK	2418	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	30	OK	2406	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	28	OK	2578	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	22	OK	2500	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	28	OK	2395	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	26	OK	2305	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	25	OK	2669	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	29	OK	2607	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	23	OK	2314	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	27	OK	2541	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	30	OK	1906	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	24	OK	2561	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	30	OK	2099	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	26	OK	2714	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	27	OK	2354	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	27	OK	2506	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	26	OK	2557	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	25	OK	2444	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	28	OK	2464	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	27	OK	2548	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	28	OK	2554	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	18	OK	2579	-76	対象エリア	HD

表 4.3.1-20　フレームレート充足確認結果(Cam2)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam2）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	30	OK	2095	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	30	OK	2539	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	30	OK	2528	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	30	OK	2730	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	28	OK	2506	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	31	OK	2377	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	27	OK	2526	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	30	OK	2500	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	30	OK	2453	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	30	OK	2568	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	29	OK	2550	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	30	OK	2052	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	26	OK	2547	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	30	OK	1929	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	30	OK	2485	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	30	OK	2559	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	28	OK	2550	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	31	OK	2468	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	30	OK	2587	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	26	OK	2462	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	30	OK	2415	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	30	OK	2510	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	30	OK	2191	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	29	OK	2329	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	29	OK	2568	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	28	OK	2485	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	29	OK	2442	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	30	OK	2637	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	28	OK	2841	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	29	OK	2492	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	30	OK	2775	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	23	OK	2658	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	23	OK	1640	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	30	OK	2470	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	29	OK	2518	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	31	OK	2378	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	30	OK	2358	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	28	OK	2490	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	29	OK	2486	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	30	OK	2246	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	30	OK	2118	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	29	OK	2417	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	28	OK	2466	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	30	OK	2508	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	29	OK	2373	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	30	OK	2492	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	30	OK	2774	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	31	OK	2392	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	28	OK	2611	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	30	OK	1591	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	23	OK	1732	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	30	OK	2221	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	26	OK	2655	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	28	OK	2450	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	29	OK	2478	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	28	OK	2473	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	28	OK	2475	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	31	OK	2786	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	30	OK	2462	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	30	OK	2286	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	19	OK	2418	-76	対象エリア	HD

表 4.3.1-21　フレームレート充足確認結果(Cam3)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam3）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	30	OK	2101	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	30	OK	2402	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	28	OK	2515	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	28	OK	2469	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	29	OK	2557	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	28	OK	2519	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	28	OK	2534	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	28	OK	2553	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	26	OK	2497	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	26	OK	2765	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	29	OK	2331	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	30	OK	1713	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	29	OK	2495	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	29	OK	2053	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	28	OK	2460	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	29	OK	2522	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	28	OK	2481	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	30	OK	2742	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	26	OK	2560	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	30	OK	2517	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	29	OK	2448	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	30	OK	2475	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	31	OK	2274	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	32	OK	2283	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	24	OK	2683	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	28	OK	2725	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	30	OK	2523	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	29	OK	2361	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	28	OK	2565	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	27	OK	2448	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	29	OK	2581	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	27	OK	2480	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	30	OK	2044	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	30	OK	2429	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	28	OK	2550	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	30	OK	2299	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	30	OK	2532	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	29	OK	2518	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	29	OK	2642	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	31	OK	2212	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	30	OK	2311	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	24	OK	2753	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	22	OK	2576	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	28	OK	2591	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	28	OK	2500	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	28	OK	2441	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	28	OK	2372	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	27	OK	2513	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	28	OK	2564	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	30	OK	1204	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	22	OK	2447	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	31	OK	1979	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	28	OK	2604	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	28	OK	2538	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	26	OK	2603	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	28	OK	2529	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	27	OK	2597	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	29	OK	2522	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	29	OK	2469	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	30	OK	2480	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	19	OK	2474	-76	対象エリア	HD

表 4.3.1-22　フレームレート充足確認結果(Cam4)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam4）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	30	OK	2153	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	30	OK	2457	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	30	OK	2710	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	28	OK	2495	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	27	OK	2599	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	30	OK	2354	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	29	OK	2754	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	27	OK	2529	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	28	OK	2469	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	27	OK	2490	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	27	OK	2481	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	30	OK	1927	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	29	OK	2494	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	30	OK	2083	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	27	OK	2590	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	30	OK	2619	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	29	OK	2393	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	29	OK	2712	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	30	OK	2557	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	29	OK	2527	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	30	OK	2482	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	27	OK	2464	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	31	OK	2300	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	32	OK	2367	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	29	OK	2477	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	30	OK	2544	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	29	OK	2419	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	27	OK	2518	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	29	OK	2515	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	25	OK	2531	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	23	OK	2618	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	28	OK	2410	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	31	OK	2104	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	29	OK	2480	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	29	OK	2407	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	30	OK	2375	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	29	OK	2498	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	29	OK	2502	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	30	OK	2707	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	30	OK	2297	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	30	OK	2295	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	30	OK	2554	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	27	OK	2595	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	31	OK	2494	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	29	OK	2582	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	30	OK	2598	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	29	OK	2528	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	28	OK	2458	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	30	OK	2620	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	30	OK	1180	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	23	OK	2390	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	30	OK	1898	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	27	OK	2427	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	30	OK	2396	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	27	OK	2341	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	28	OK	2604	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	28	OK	2509	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	28	OK	2288	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	30	OK	2498	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	30	OK	2425	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	20	OK	2747	-76	対象エリア	HD

表 4.3.1-23　フレームレート充足確認結果(Cam5)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam5）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	30	OK	2087	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	30	OK	2370	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	27	OK	2645	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	27	OK	2578	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	29	OK	2429	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	28	OK	2487	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	25	OK	2498	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	26	OK	2547	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	30	OK	2495	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	27	OK	2592	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	26	OK	2323	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	30	OK	2173	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	27	OK	2536	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	30	OK	2240	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	26	OK	2626	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	26	OK	2529	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	28	OK	2440	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	25	OK	2447	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	28	OK	2538	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	28	OK	2511	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	27	OK	2474	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	29	OK	2395	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	30	OK	2359	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	29	OK	2380	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	26	OK	2384	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	28	OK	2576	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	28	OK	2517	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	26	OK	2531	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	25	OK	2536	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	27	OK	2440	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	27	OK	2650	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	27	OK	2374	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	31	OK	2294	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	23	OK	2484	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	28	OK	2419	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	29	OK	2505	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	29	OK	2238	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	28	OK	2522	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	26	OK	2566	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	30	OK	2239	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	29	OK	2304	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	25	OK	2620	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	20	OK	2483	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	26	OK	2655	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	28	OK	2552	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	28	OK	2684	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	28	OK	2545	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	30	OK	2378	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	27	OK	2505	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	30	OK	1497	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	20	OK	2046	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	30	OK	2116	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	26	OK	2288	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	27	OK	2547	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	28	OK	2510	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	28	OK	2599	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	27	OK	2529	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	25	OK	2597	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	29	OK	2366	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	26	OK	2491	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	20	OK	2739	-76	対象エリア	HD

表 4.3.1-24　フレームレート充足確認結果(Cam6)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam6）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	30	OK	2439	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	31	OK	2325	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	31	OK	2378	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	31	OK	2537	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	29	OK	2589	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	30	OK	2410	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	25	OK	2676	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	29	OK	2497	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	27	OK	2617	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	30	OK	2491	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	25	OK	2637	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	31	OK	2023	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	28	OK	2498	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	30	OK	2360	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	31	OK	2658	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	26	OK	2488	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	24	OK	2516	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	24	OK	2587	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	26	OK	2219	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	26	OK	2352	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	30	OK	2467	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	31	OK	2551	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	29	OK	2471	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	30	OK	2378	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	29	OK	2527	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	31	OK	2582	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	27	OK	2498	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	29	OK	2518	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	27	OK	2549	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	29	OK	2623	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	27	OK	2664	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	25	OK	2627	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	30	OK	2474	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	27	OK	2454	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	29	OK	2517	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	29	OK	2539	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	29	OK	2483	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	27	OK	2495	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	29	OK	2623	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	30	OK	2465	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	30	OK	2450	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	27	OK	2439	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	25	OK	2398	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	30	OK	2558	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	30	OK	2409	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	30	OK	2464	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	29	OK	2458	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	29	OK	2419	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	28	OK	2972	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	29	OK	2070	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	24	OK	2099	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	30	OK	2479	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	18	OK	2364	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	31	OK	2501	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	31	OK	2629	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	28	OK	2550	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	30	OK	2460	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	30	OK	2451	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	28	OK	2487	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	30	OK	2560	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	20	OK	2496	-76	対象エリア	HD

表 4.3.1-25　フレームレート充足確認結果(Cam7)

4-19 フレームレート充足確認結果（cam7）

項番	地点番号	ランドマーク	方向	frame rate [fps]	判定	bit rate [kbps]	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G 対象エリア	画質
		基準値(KPI)		9		-		-	
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	31	OK	2508	-85	対象エリア	HD
2	3	151spot	南行	30	OK	2408	-60	対象エリア	HD
3	4	152spot	南行	29	OK	2431	-64	対象エリア	HD
4	5	153spot	南行	28	OK	2676	-72	対象エリア	HD
5	6	154spot	南行	28	OK	2476	-72	対象エリア	HD
6	7	155spot	南行	29	OK	2489	-71	対象エリア	HD
7	8	75spot	南行	28	OK	2601	-75	対象エリア	HD
8	9	74spot	南行	29	OK	2533	-68	対象エリア	HD
9	10	73spot	南行	25	OK	2231	-80	対象エリア	HD
10	11	72spot	南行	27	OK	2480	-84	対象エリア	HD
11	12	71spot	南行	25	OK	2512	-72	対象エリア	HD
12	13	71spot横交差点	南行	29	OK	2472	-77	対象エリア	HD
13	14	2ビルバス停	南行	29	OK	2538	-87	対象エリア	HD
14	15	61spot横交差点	南行	30	OK	2422	-88	対象エリア	HD
15	16	61spot	南行	26	OK	2399	-80	対象エリア	HD
16	17	62spot	南行	30	OK	2616	-82	対象エリア	HD
17	18	63spot	南行	25	OK	2553	-88	対象エリア	HD
18	19	64spot	南行	27	OK	2509	-79	対象エリア	HD
19	20	65spot	南行	29	OK	2654	-83	対象エリア	HD
20	21	66spot	南行	25	OK	2708	-58	対象エリア	HD
21	22	67spot	南行	28	OK	2501	-84	対象エリア	HD
22	23	68spot	南行	30	OK	2551	-73	対象エリア	HD
23	24	411spot	南行	30	OK	2391	-88	対象エリア	HD
24	25	412spot	南行	30	OK	2465	-89	対象エリア	HD
25	26	58Bspot	南行	27	OK	2556	-78	対象エリア	HD
26	27	58Aspot	南行	30	OK	2551	-79	対象エリア	HD
27	28	57Bspot	南行	26	OK	2491	-76	評価対象外区域	HD
28	29	57Aspot	南行	28	OK	2510	-91	評価対象外区域	HD
29	30	56spot	南行	28	OK	2493	-90	評価対象外区域	HD
30	31	55spot	南行	27	OK	2604	-93	評価対象外区域	HD
31	32	54spot	南行	26	OK	2592	-95	評価対象外区域	HD
32	33	52spotUターン	北行	24	OK	2261	-103	評価対象外区域	HD
33	34	59番バス停	北行	30	OK	2289	-100	評価対象外区域	HD
34	31	55spot	北行	26	OK	2484	-89	評価対象外区域	HD
35	30	56spot	北行	29	OK	2472	-90	評価対象外区域	HD
36	29	57Aspot	北行	29	OK	2486	-84	評価対象外区域	HD
37	28	57Bspot	北行	28	OK	2547	-84	評価対象外区域	HD
38	27	58Aspot	北行	24	OK	2525	-82	対象エリア	HD
39	26	58Bspot	北行	29	OK	2179	-78	対象エリア	HD
40	25	412spot	北行	30	OK	2454	-92	対象エリア	HD
41	24	411spot	北行	30	OK	2430	-88	対象エリア	HD
42	23	68spot	北行	27	OK	2592	-82	対象エリア	HD
43	22	67spot	北行	25	OK	2668	-74	対象エリア	HD
44	21	66spot	北行	29	OK	2434	-74	対象エリア	HD
45	20	65spot	北行	29	OK	2516	-72	対象エリア	HD
46	19	64spot	北行	25	OK	2464	-88	対象エリア	HD
47	18	63spot	北行	25	OK	2305	-84	対象エリア	HD
48	17	62spot	北行	26	OK	2468	-79	対象エリア	HD
49	16	61spot	北行	27	OK	2524	-83	対象エリア	HD
50	15	61spot横交差点	北行	30	OK	2133	-84	対象エリア	HD
51	14	2ビルバス停	北行	27	OK	2501	-80	対象エリア	HD
52	13	71spot横交差点	北行	30	OK	2218	-77	対象エリア	HD
53	12	71spot	北行	27	OK	2603	-92	対象エリア	HD
54	11	72spot	北行	28	OK	2359	-83	対象エリア	HD
55	10	73spot	北行	25	OK	2365	-79	対象エリア	HD
56	9	74spot	北行	27	OK	2527	-80	対象エリア	HD
57	8	75spot	北行	25	OK	2508	-82	対象エリア	HD
58	7	155spot	北行	29	OK	2402	-77	対象エリア	HD
59	6	154spot	北行	26	OK	2450	-75	対象エリア	HD
60	5	153spot	北行	29	OK	2594	-75	対象エリア	HD
61	1	3ビルバス停	北行	19	OK	2660	-76	対象エリア	HD

3. 遅延計測

実験結果(ルート①：第 3 ターミナルから第 1 ターミナル間の 1 台往復)

横軸をランドマーク、縦軸を映像遅延とした際、目標値の KPI に対し、ローカル 5G 区間遅延を含む映像遅延で必要な 400msec 以下を観測しており、測定誤差等を考慮してもローカル 5G とインターネット・クラウド区間を除いた映像送受信においては 100msec 以上のマージンを有していることがわかりました。

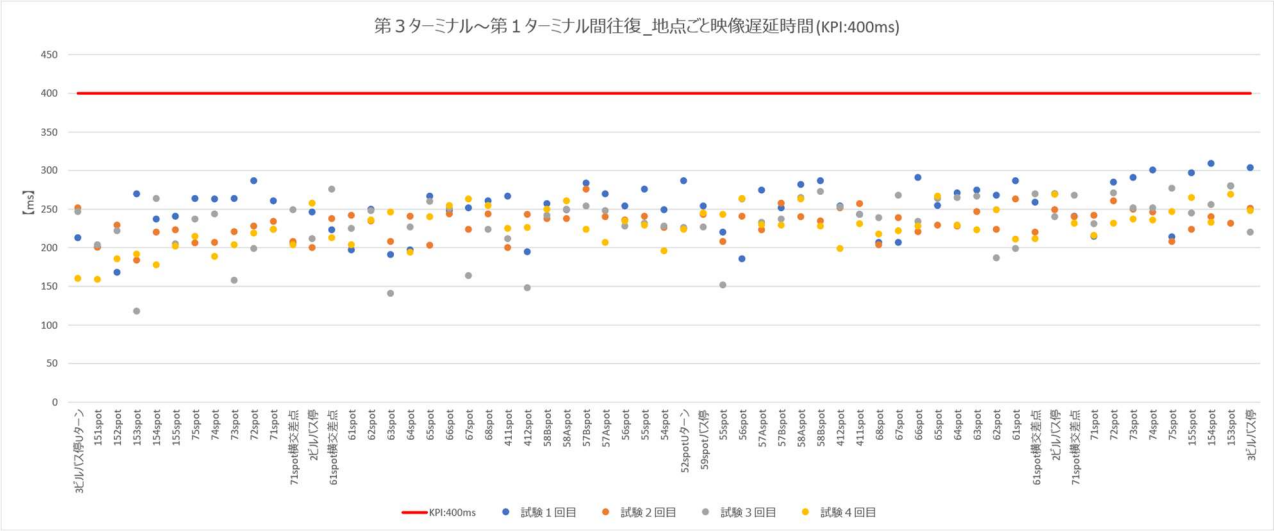


図 4.3.1-25 計測地点ごとの映像遅延結果

（ルート 1：第 3 ターミナルから第 1 ターミナル間の 1 台往復）

・試験 4 回目-2023 年 1 月 12 日 10:09:30～10:34:12

天候：晴れ

表 4.3.1-26 測定結果(地点番号 2)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
1	2	3ビルバス停Uターン	160	合格	16	対象



図 4.3.1-26 測定地点(地点番号 2)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

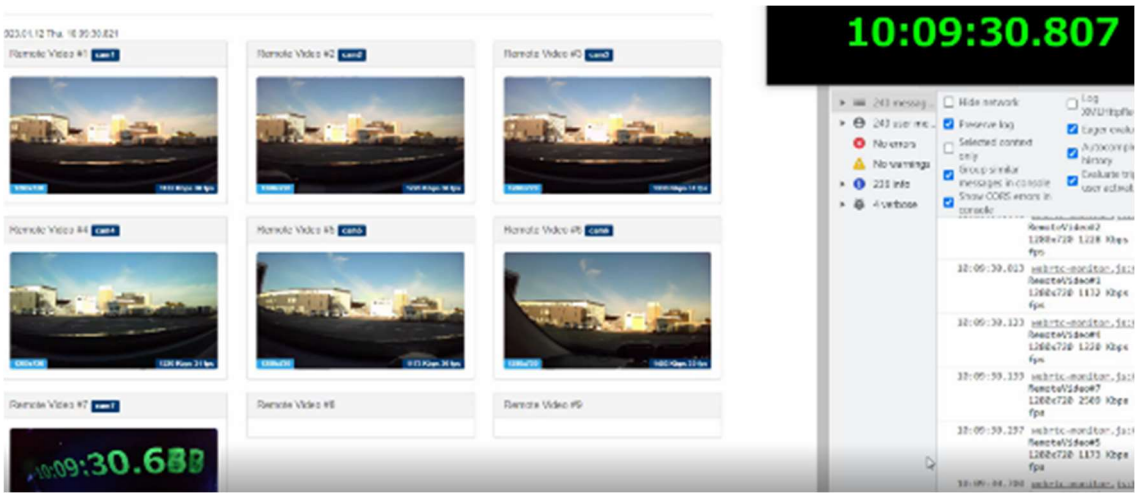


図 4.3.1-27 左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映

像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-27　測定結果(地点番号 3)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
2	3	151spot	159	合格	20	対象

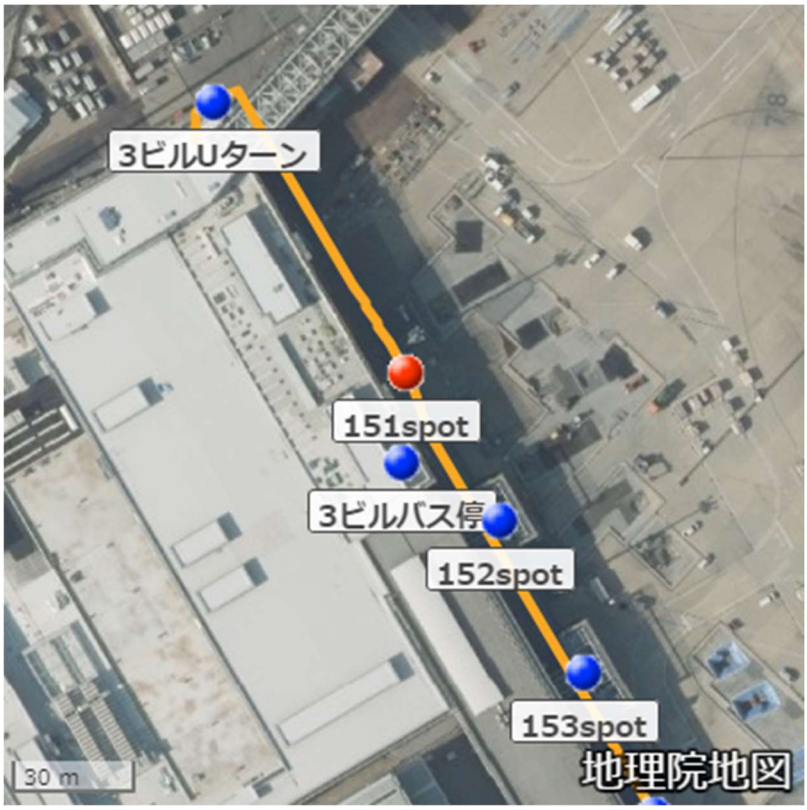


図 4.3.1-28　　測定地点(地点番号 3)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

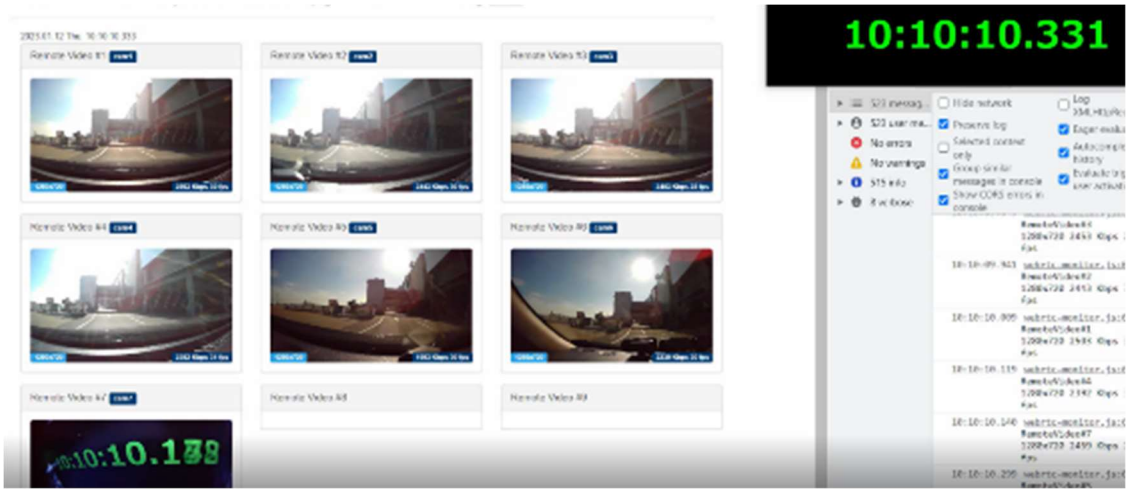


図 4.3.1-29　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-28　測定結果(地点番号 4)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
3	4	152spot	186	合格	14	対象

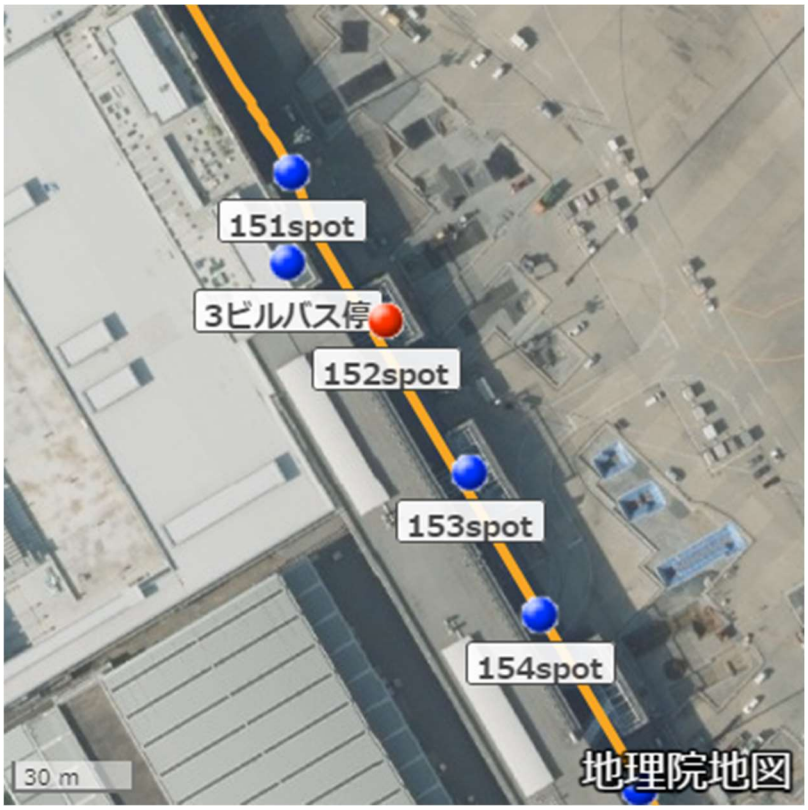


図 4.3.1-30　　測定地点(地点番号 4)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

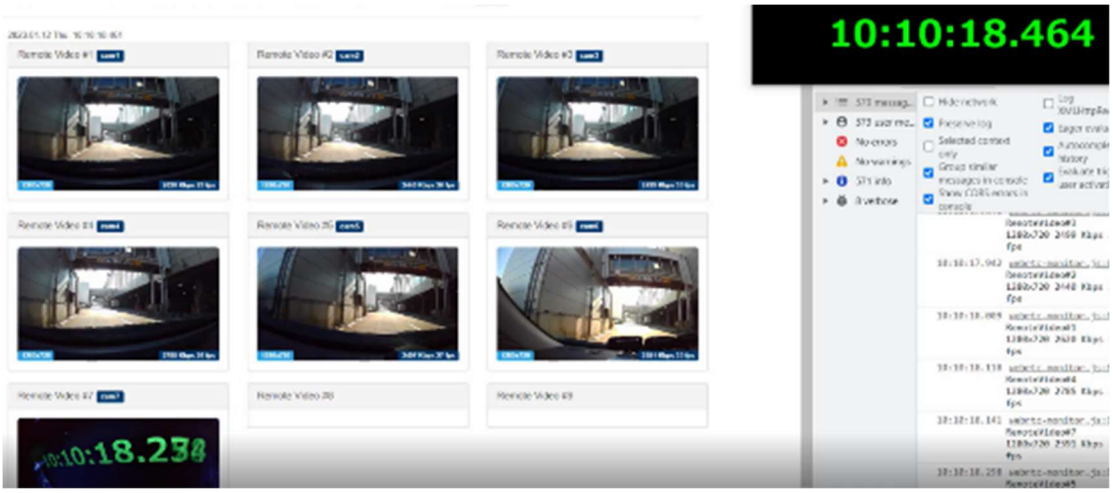


図 4.3.1-31　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-29　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
4	5	153spot	192	合格	9	対象

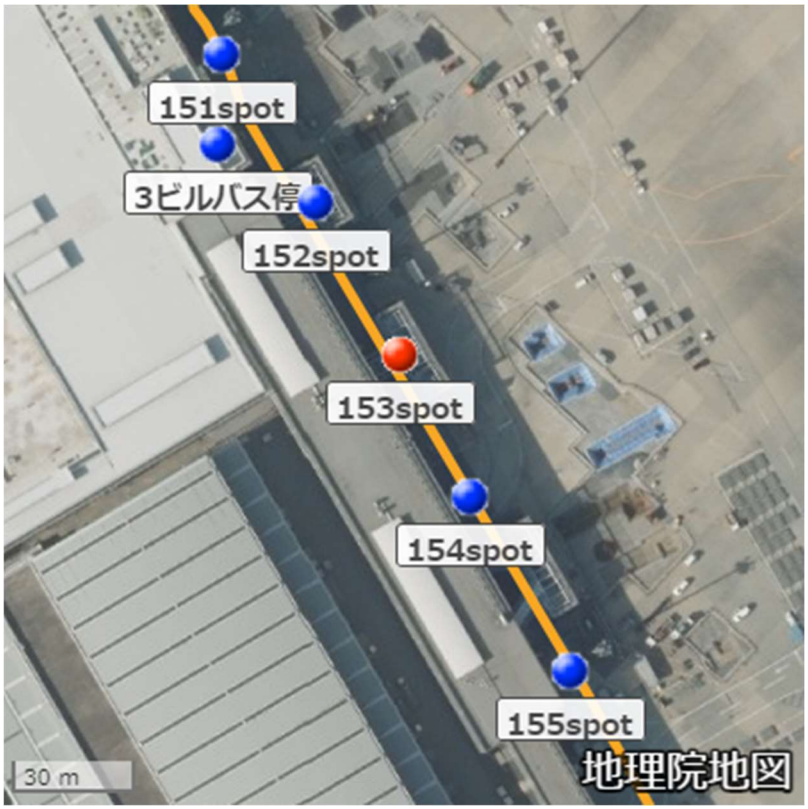


図 4.3.1-32　　測定地点(地点番号 5)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

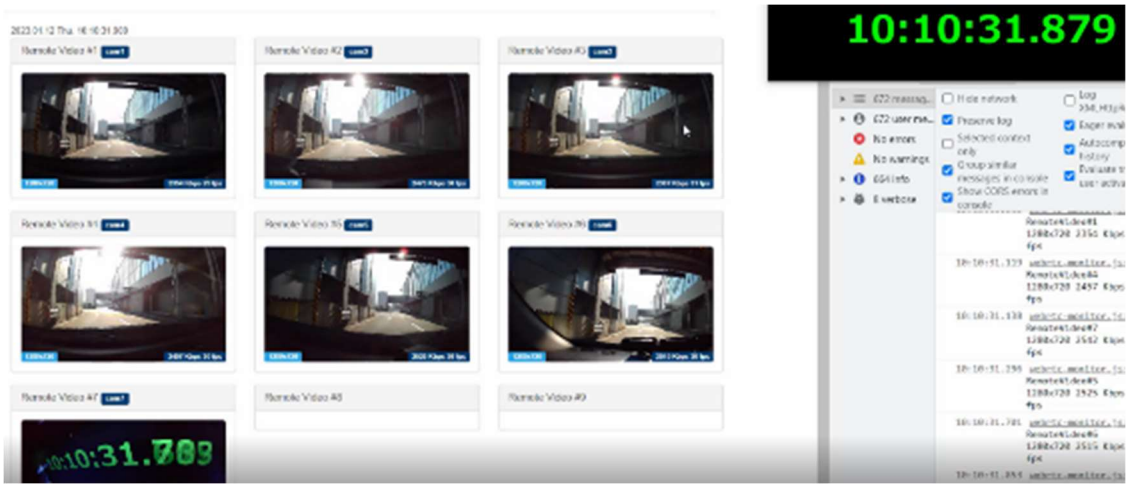


図 4.3.1-33　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-30　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
5	6	154spot	178	合格	20	対象



図 4.3.1-34　　測定地点(地点番号 6)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

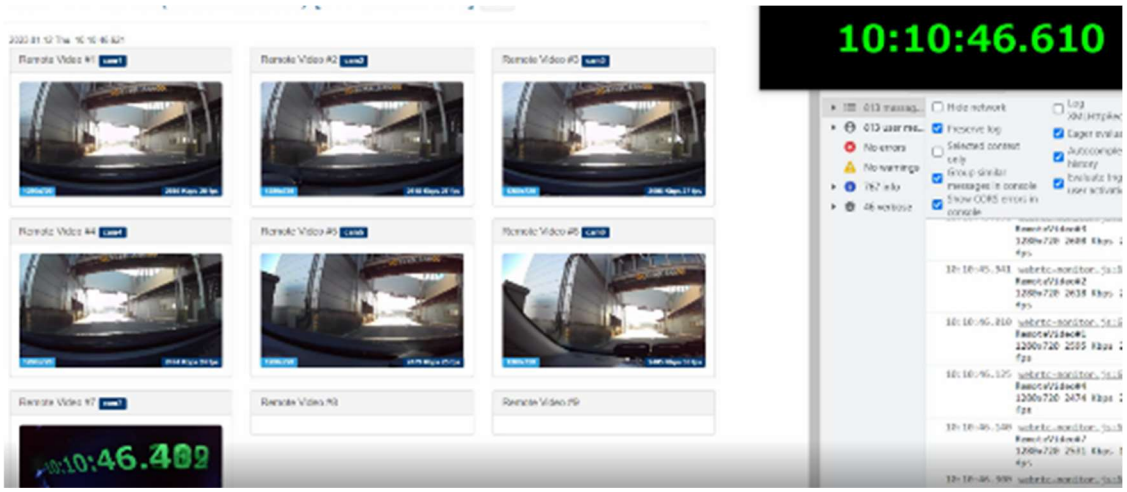


図 4.3.1-35　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-31　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
6	7	155spot	202	合格	12	対象



図 4.3.1-36　　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

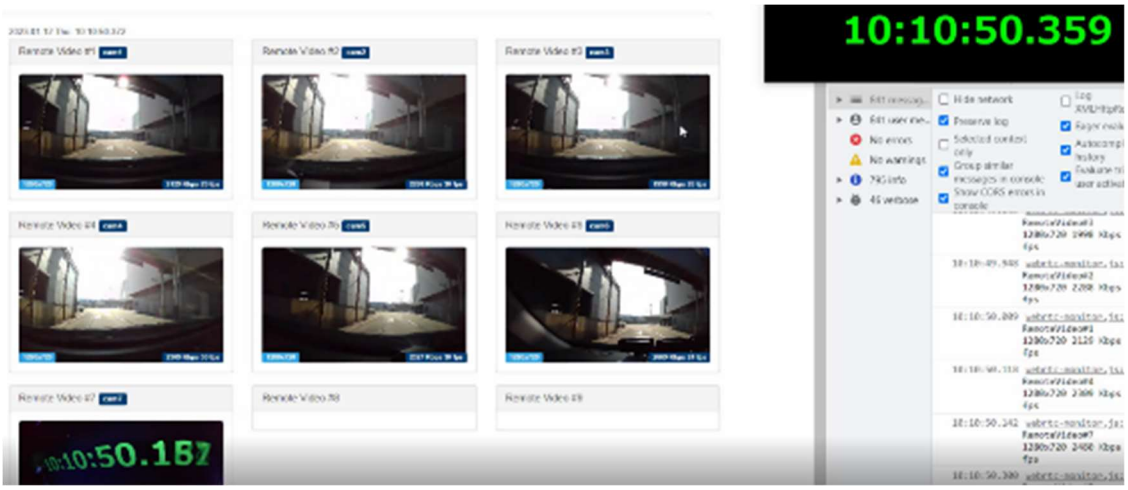


図 4.3.1-37　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-32　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
7	8	75spot	215	合格	15	対象



図 4.3.1-38　　測定地点(地点番号 8)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

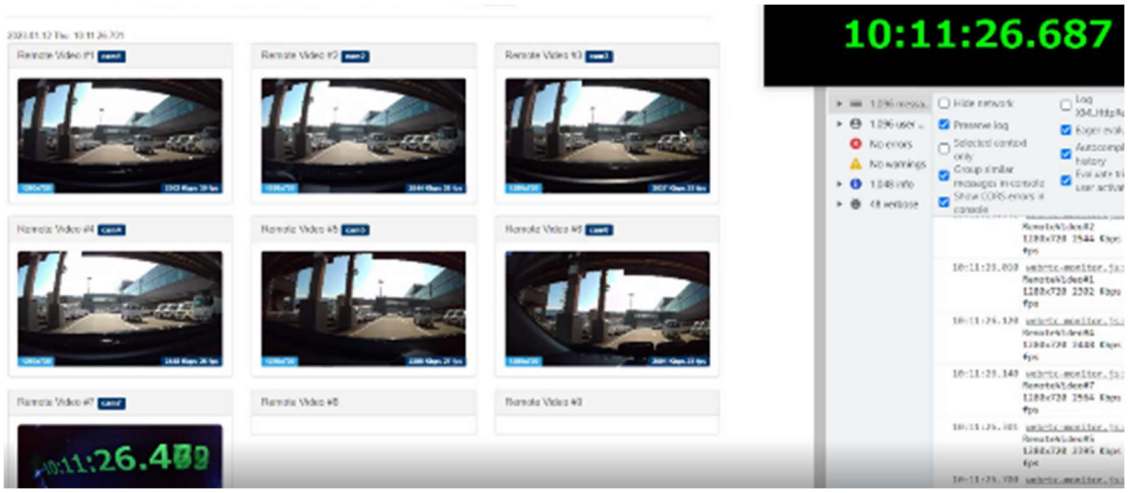


図 4.3.1-39　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-33　　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
8	9	74spot	189	合格	15	対象



図 4.3.1-40　　測定地点(地点番号 9)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

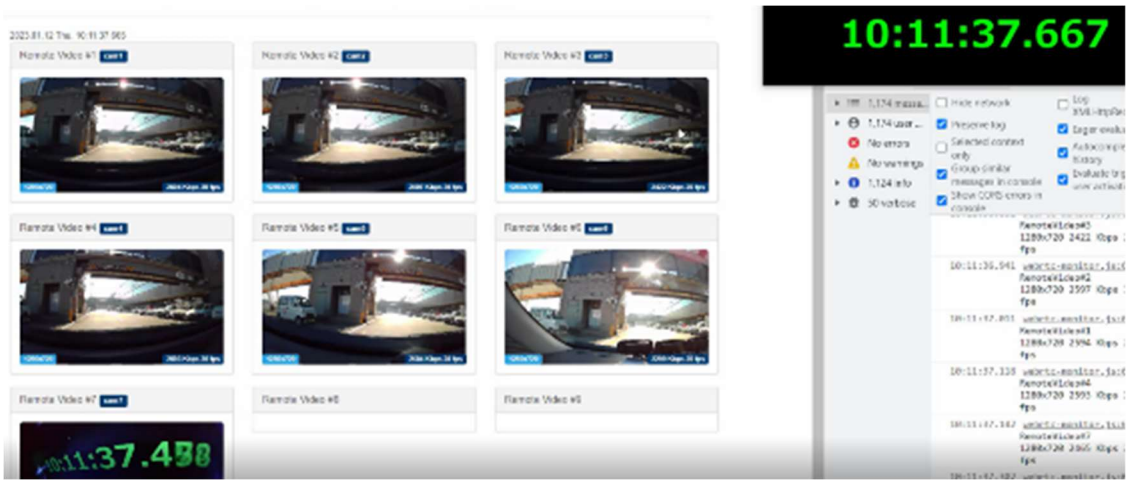


図 4.3.1-41　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-34　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
9	10	73spot	204	合格	13	対象



図 4.3.1-42　測定地点(地点番号 10)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

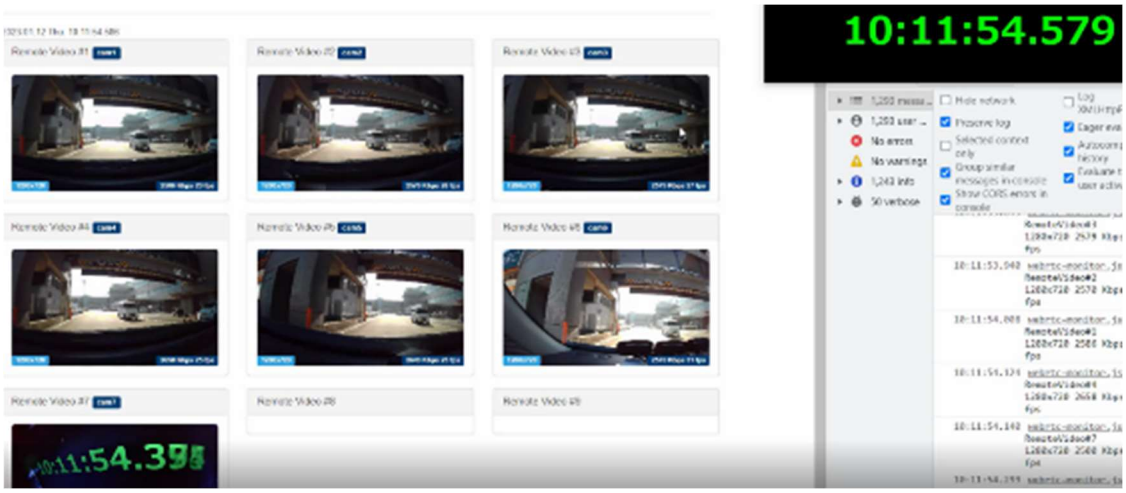


図 4.3.1-43　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-35　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
10	11	72spot	219	合格	10	対象



図 4.3.1-44　測定地点(地点番号 11)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

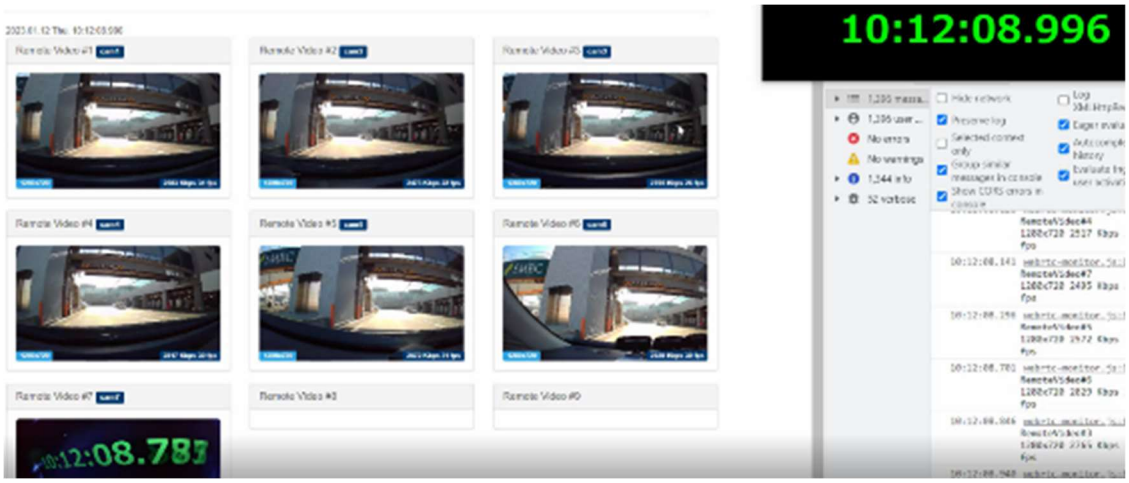


図 4.3.1-45　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-36　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
11	12	71spot	224	合格	12	対象



図 4.3.1-46　測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

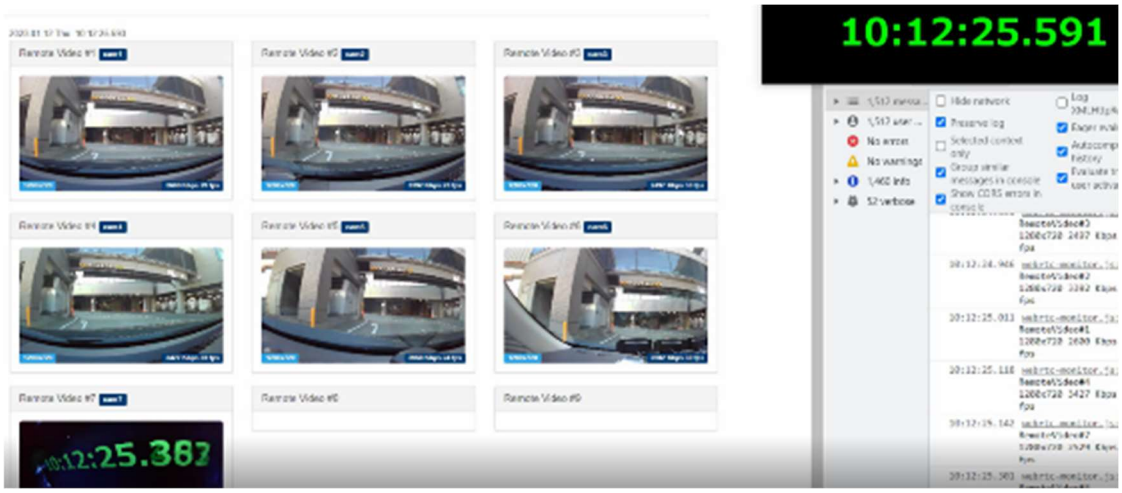


図 4.3.1-47　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-37　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
12	13	71spot横交差点	204	合格	15	対象



図 4.3.1-48　測定地点(地点番号 13)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

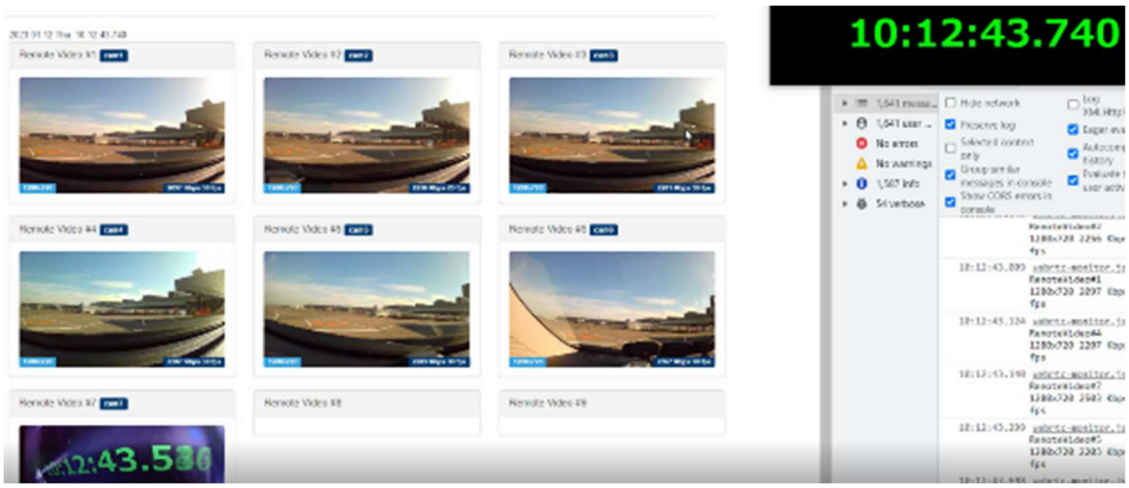


図 4.3.1-49　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-38　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
13	14	2ビルバス停	258	合格	11	対象



図 4.3.1-50　　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

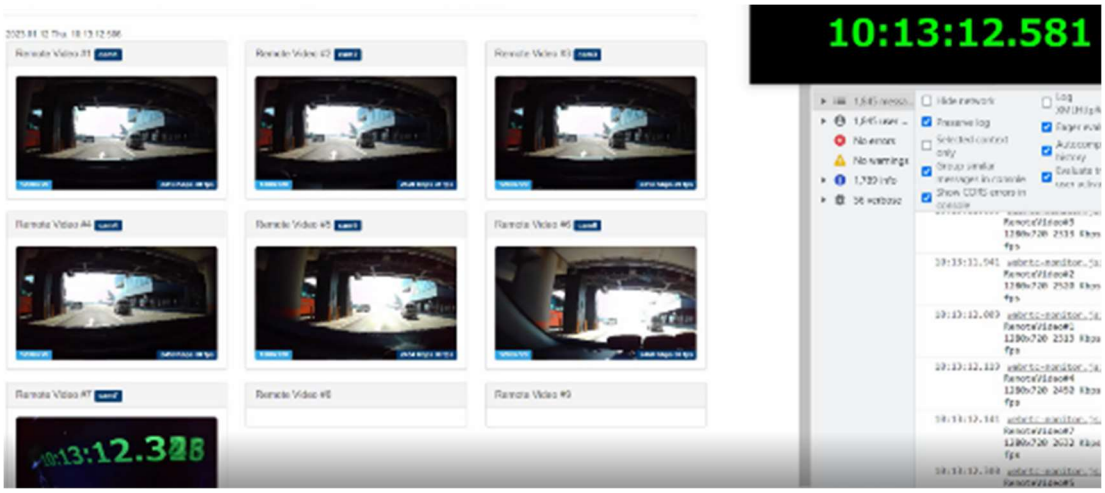


図 4.3.1-51　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-39　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
14	15	61spot横交差点	213	合格	19	対象



図 4.3.1-52　測定地点(地点番号 15)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

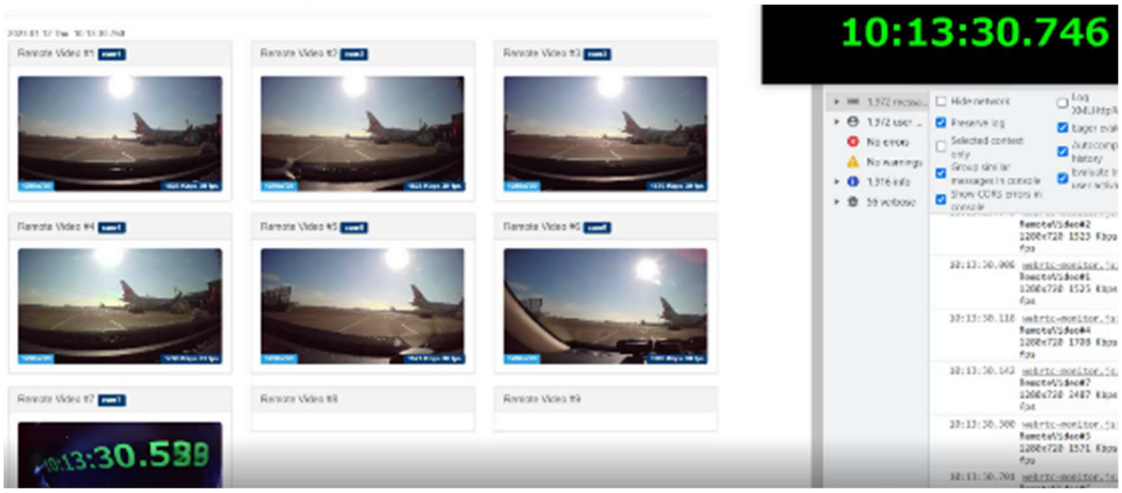


図 4.3.1-53　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-40　測定結果(地点番号 16)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
15	16	61spot	204	合格	11	対象



図 4.3.1-54　測定地点(地点番号 16)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

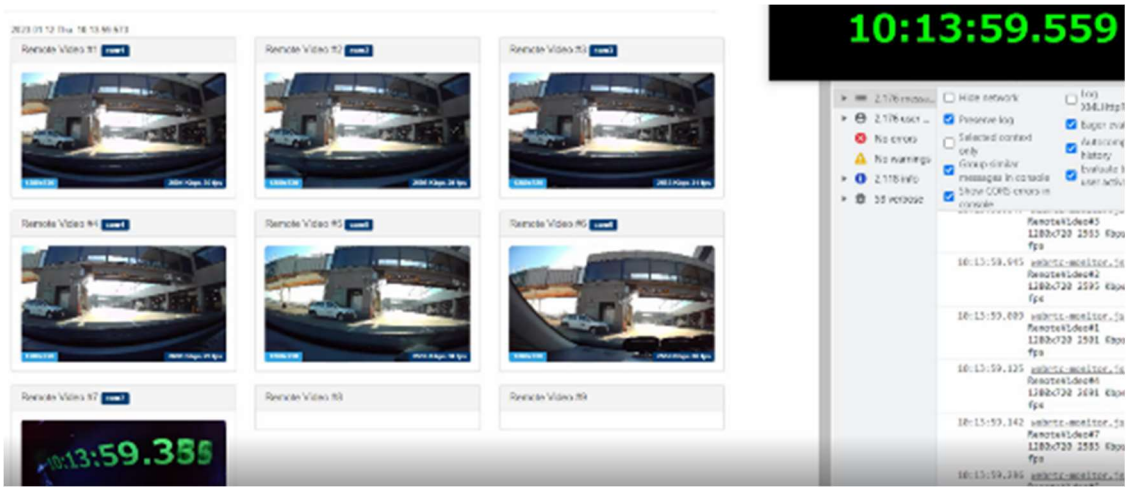


図 4.3.1-55　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-41　測定結果(地点番号 17)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
16	17	62spot	236	合格	14	対象



図 4.3.1-56　測定地点(地点番号 17)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

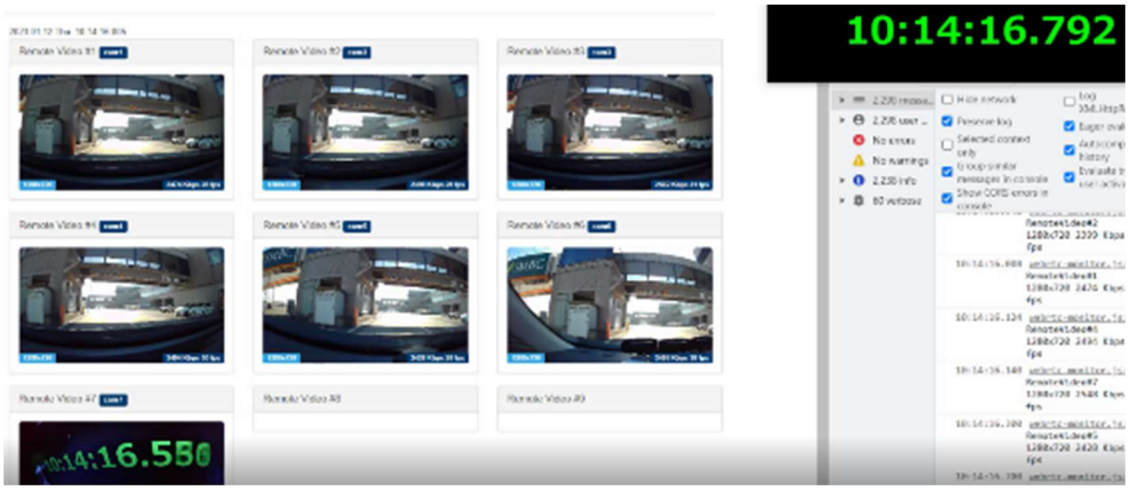


図 4.3.1-57　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-42　測定結果(地点番号 18)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
17	18	63spot	246	合格	18	対象



図 4.3.1-58　測定地点(地点番号 18)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

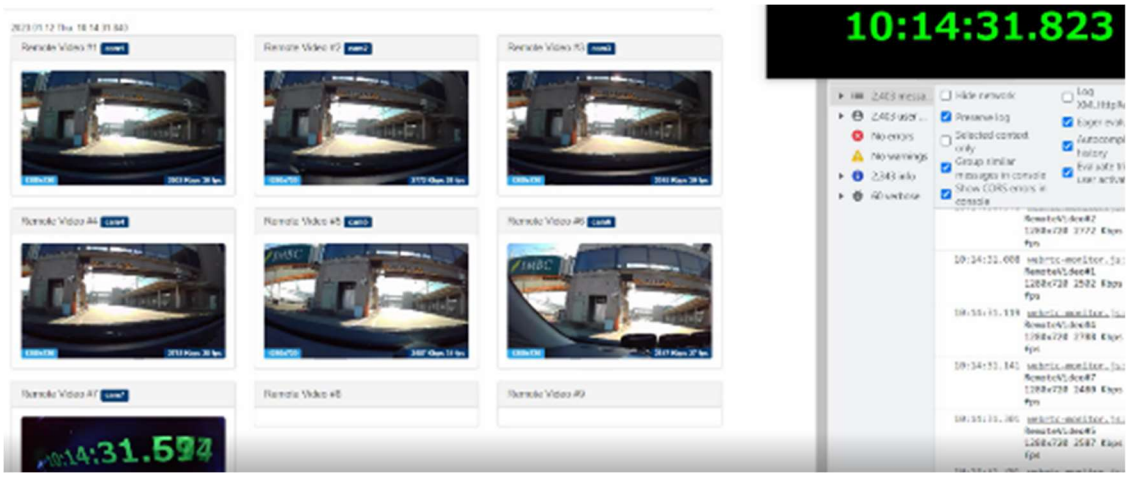


図 4.3.1-59　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-43　測定結果(地点番号 19)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
18	19	64spot	194	合格	21	対象



図 4.3.1-60　測定地点(地点番号 19)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

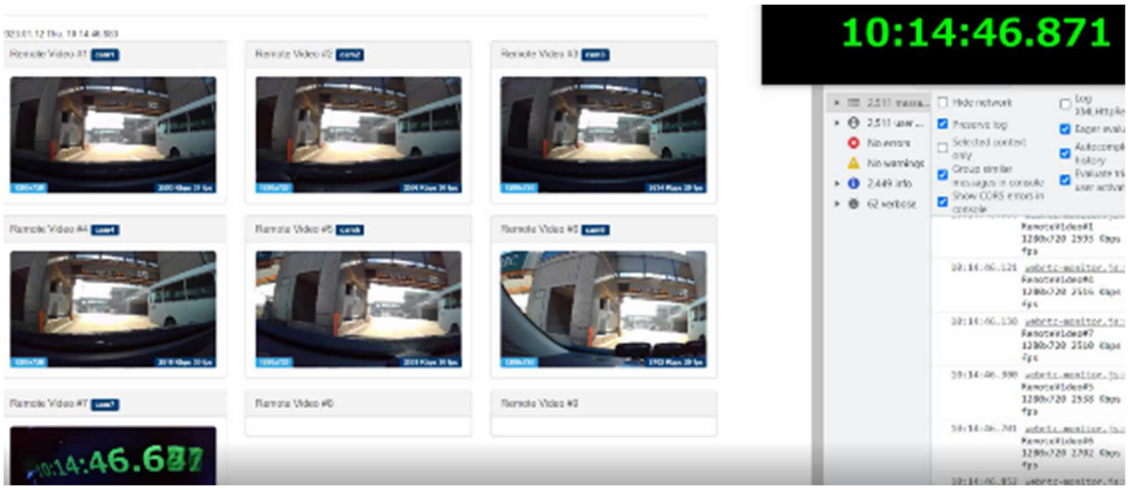


図 4.3.1-61　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-44　測定結果(地点番号 20)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
19	20	65spot	240	合格	11	対象



図 4.3.1-62　測定地点(地点番号 20)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

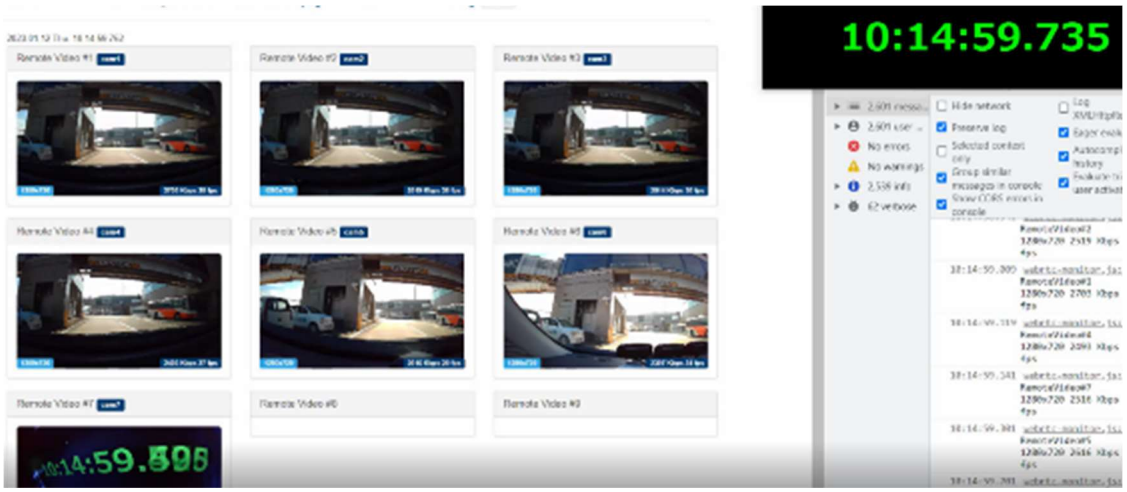


図 4.3.1-63　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-45　測定結果(地点番号 21)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
20	21	66spot	255	合格	10	対象



図 4.3.1-64　測定地点(地点番号 21)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

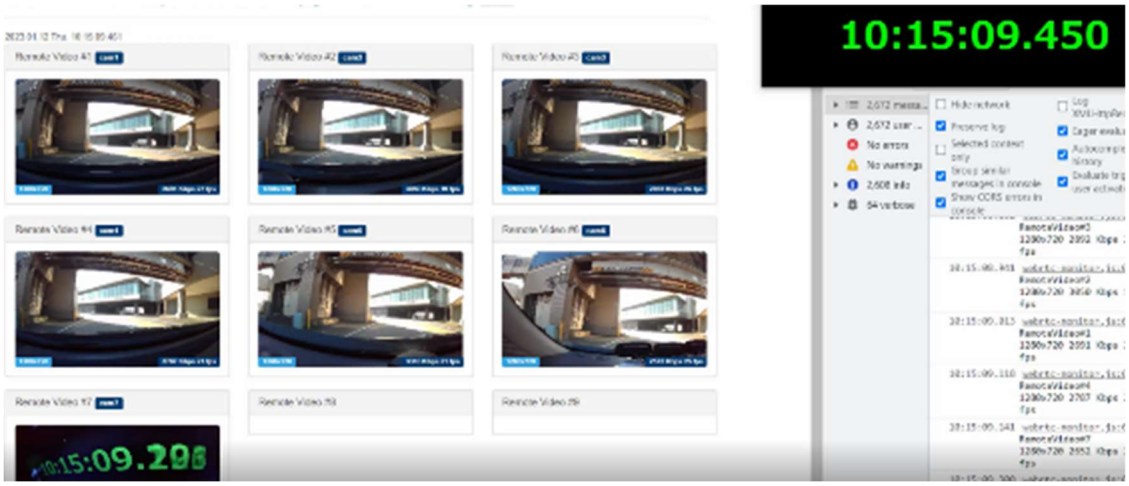


図 4.3.1-65　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-46　測定結果(地点番号 22)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
21	22	67spot	263	合格	13	対象



図 4.3.1-66　測定地点(地点番号 22)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

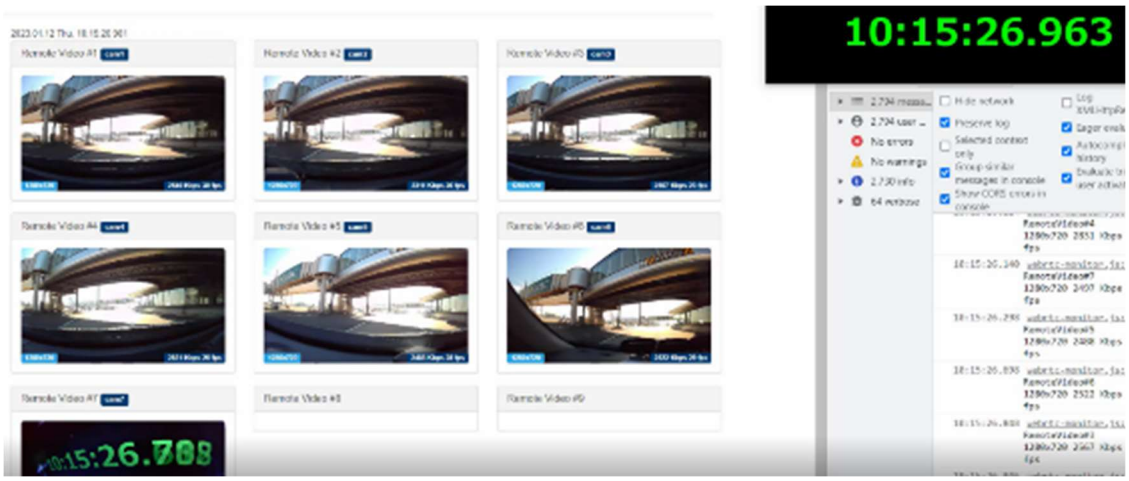


図 4.3.1-67　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-47　測定結果(地点番号 23)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
22	23	68spot	255	合格	9	対象



図 4.3.1-68　　測定地点(地点番号 23)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

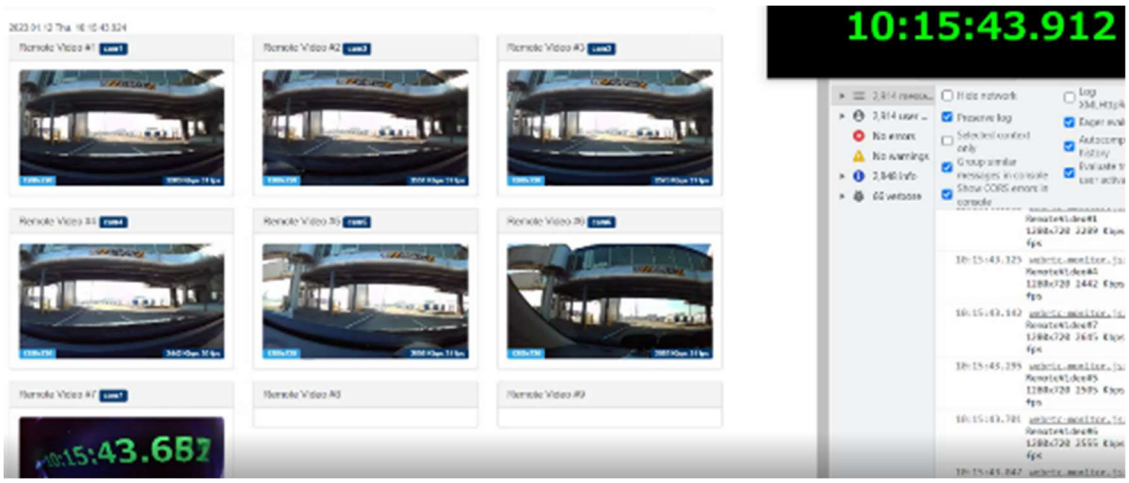


図 4.3.1-69　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-48　測定結果(地点番号 24)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
23	24	411spot	225	合格	15	対象



図 4.3.1-70　測定地点(地点番号 24)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

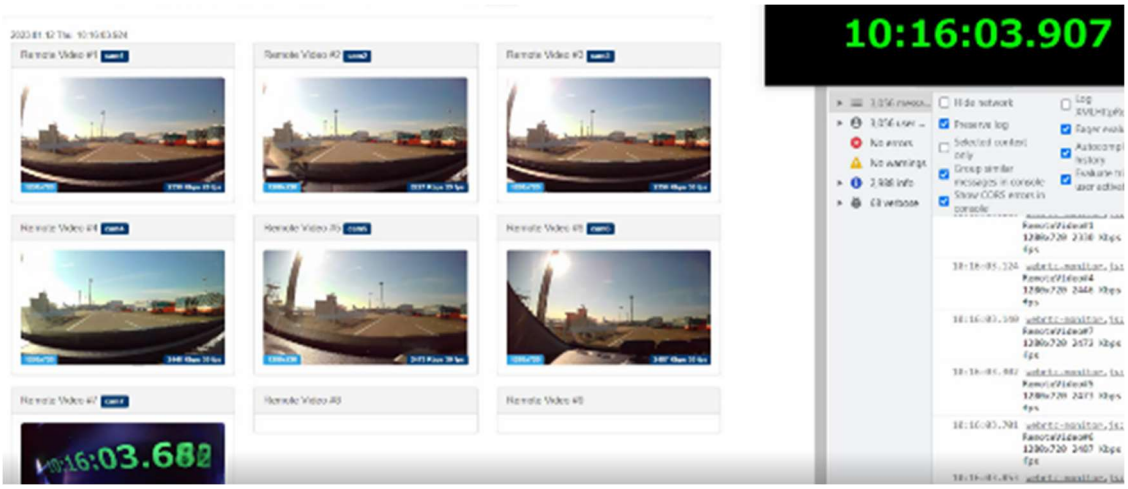


図 4.3.1-71　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-49　測定結果(地点番号 25)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
24	25	412spot	226	合格	18	対象



図 4.3.1-72　測定地点(地点番号 25)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

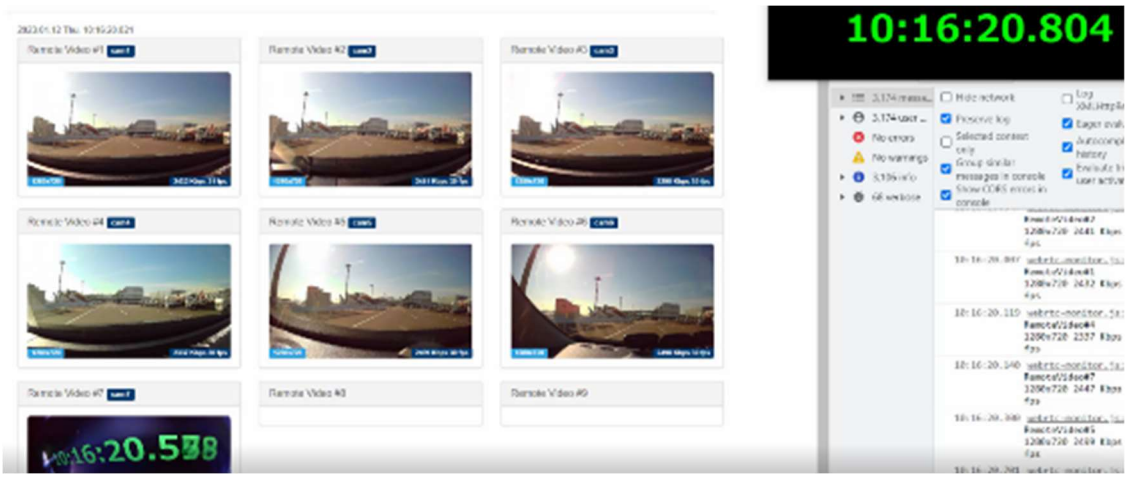


図 4.3.1-73　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-50　測定結果(地点番号 26)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
25	26	58Bspot	250	合格	13	対象外



図 4.3.1-74　測定地点(地点番号 26)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

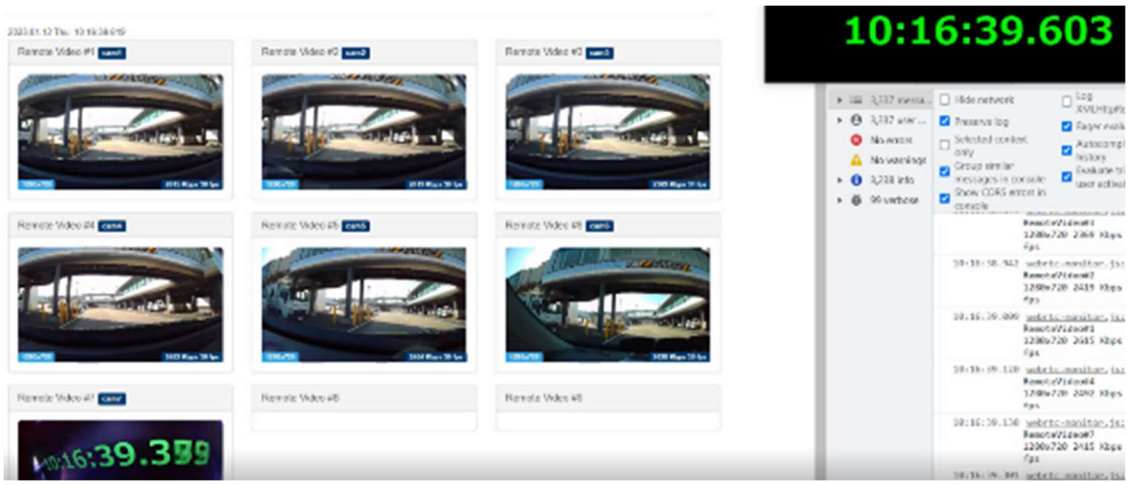


図 4.3.1-75　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-51　測定結果(地点番号 27)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
26	27	58Aspot	261	合格	14	対象外



図 4.3.1-76　測定地点(地点番号 27)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

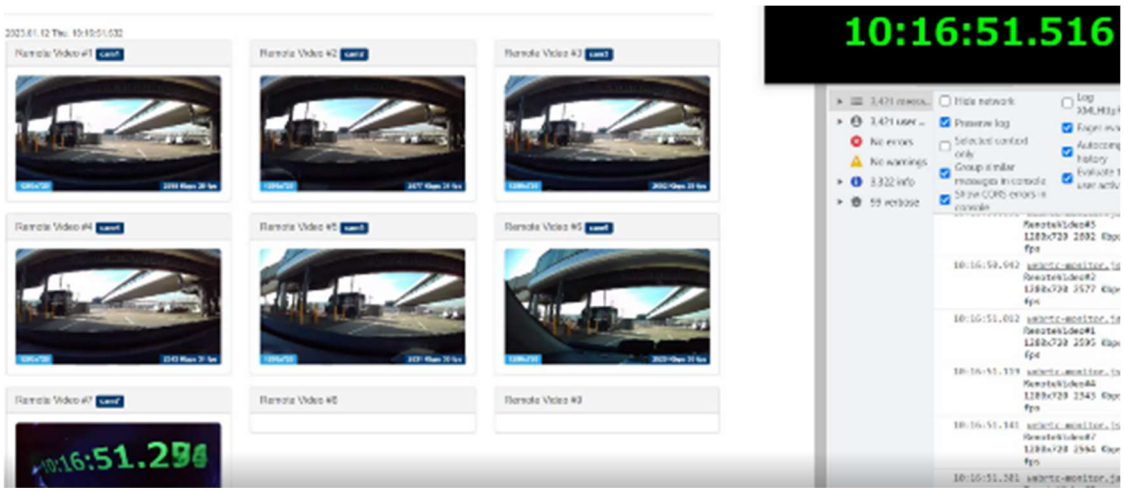


図 4.3.1-77　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-52　測定結果(地点番号 28)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
27	28	57Bspot	224	合格	11	対象外



図 4.3.1-78　測定地点(地点番号 28)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

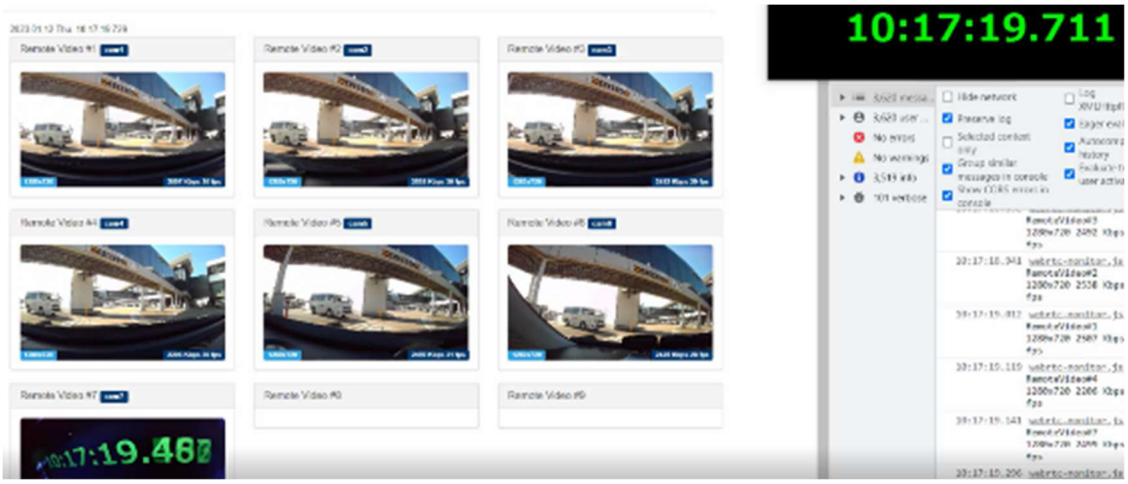


図 4.3.1-79　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-53　測定結果(地点番号 29)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
28	29	57Aspot	207	合格	18	対象外



図 4.3.1-80　測定地点(地点番号 29)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

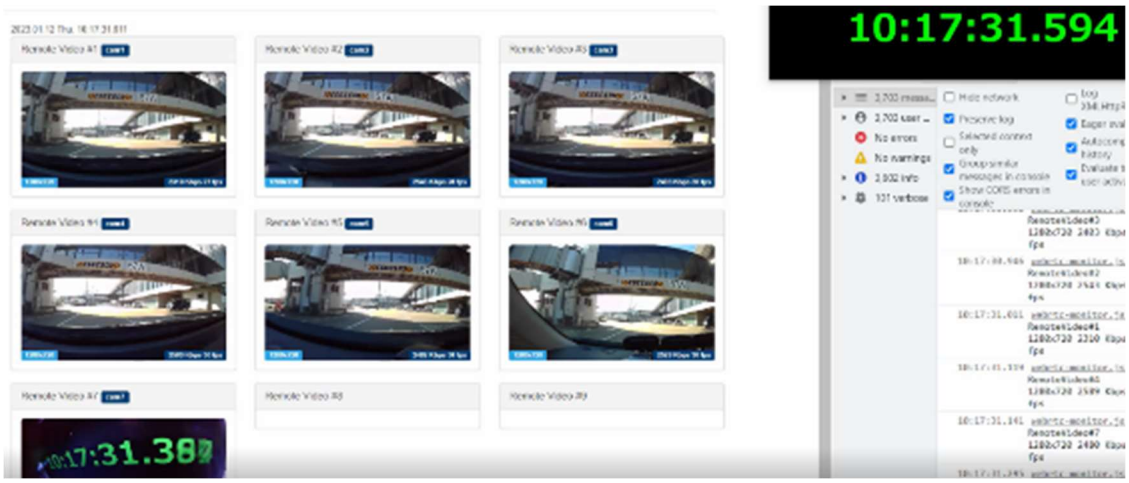


図 4.3.1-81　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-54　測定結果(地点番号 30)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
29	30	56spot	235	合格	13	対象外



図 4.3.1-82　測定地点(地点番号 30)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

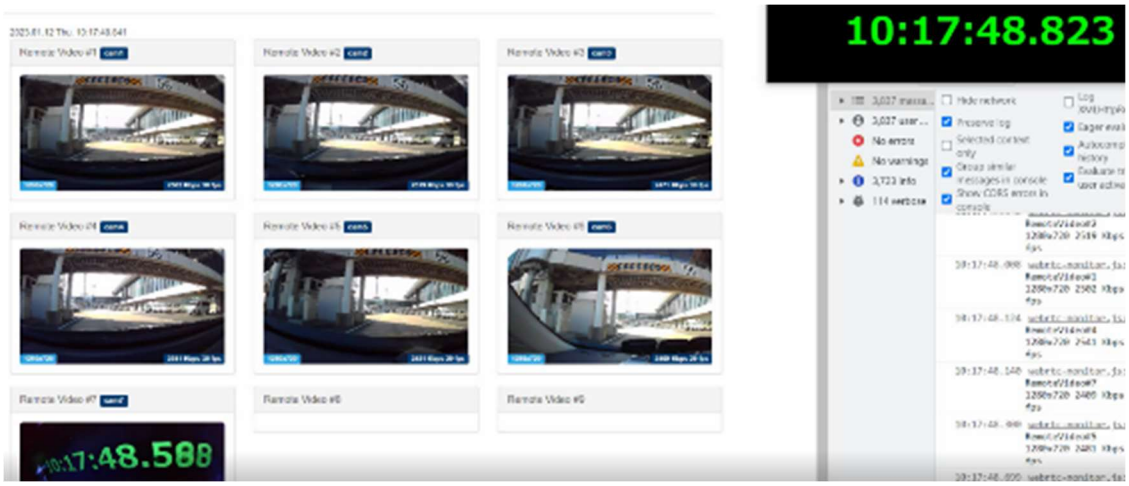


図 4.3.1-83　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-55　測定結果(地点番号 31)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
30	31	55spot	229	合格	14	対象外



図 4.3.1-84　測定地点(地点番号 31)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

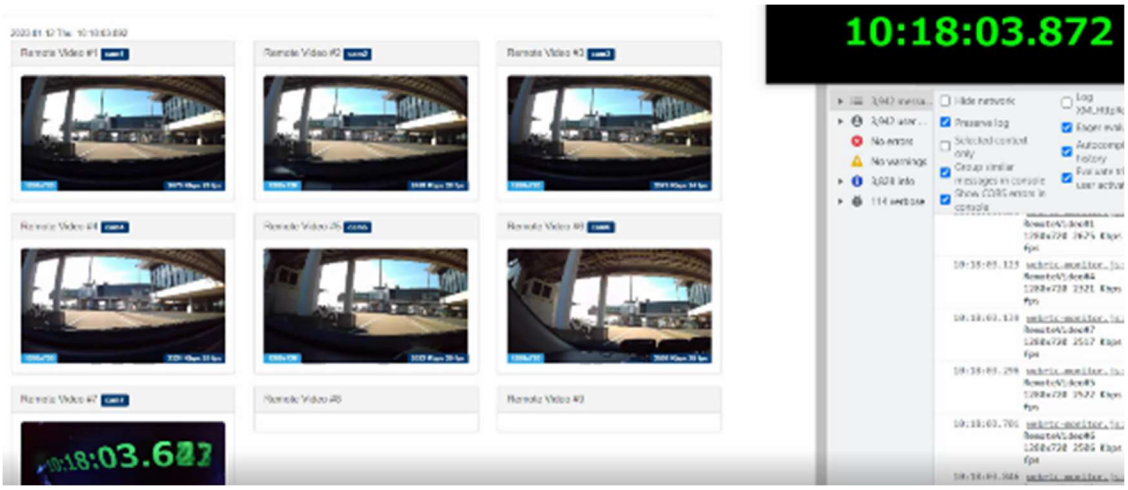


図 4.3.1-85　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-56　測定結果(地点番号 32)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
31	32	54spot	196	合格	18	対象外



図 4.3.1-86　測定地点(地点番号 32)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

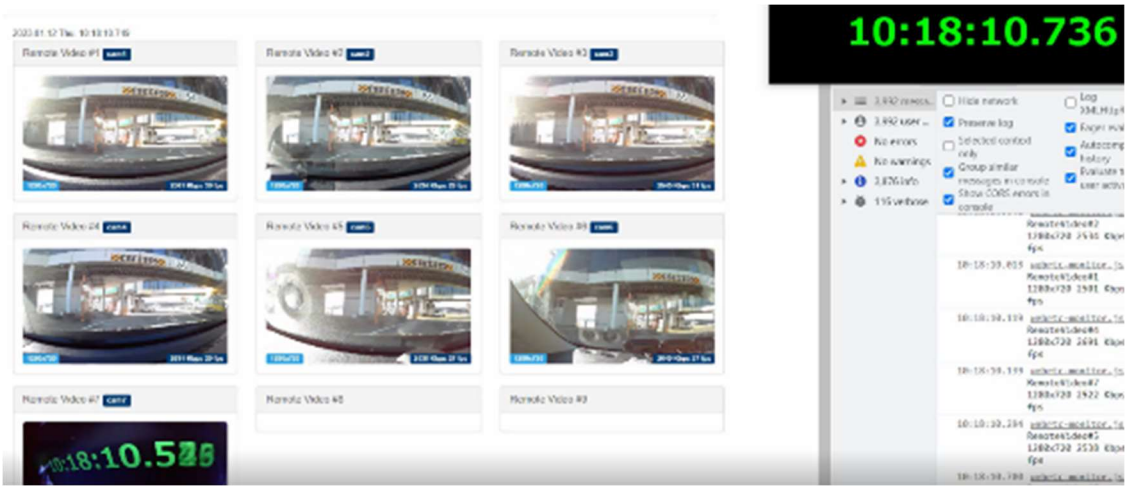


図 4.3.1-87　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-57　測定結果(地点番号 33)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
32	33	52spotUターン	224	合格	12	対象外



図 4.3.1-88　測定地点(地点番号 33)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

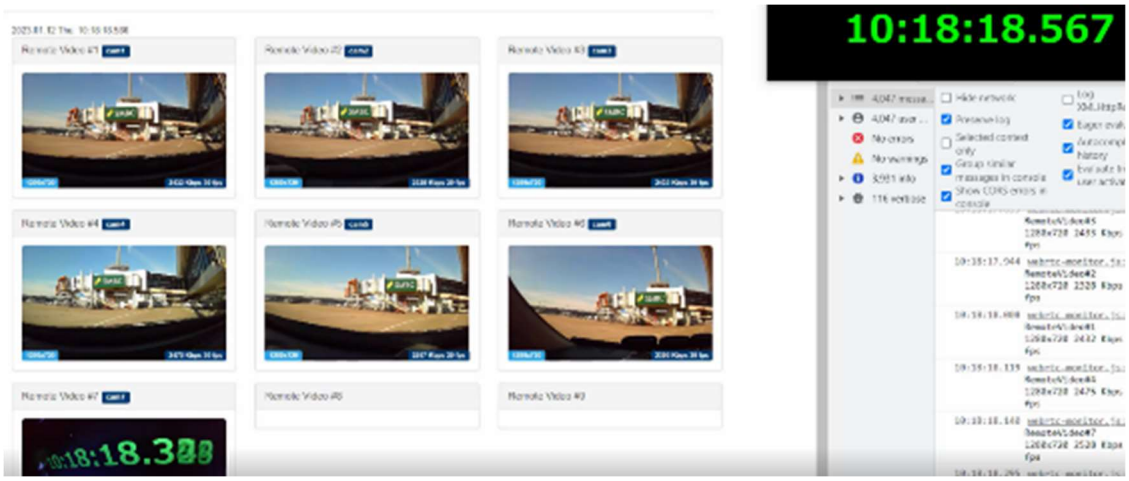


図 4.3.1-89　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-58　測定結果(地点番号 34)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
33	34	1ビルバス停	245	合格	14	対象外



図 4.3.1-90　測定地点(地点番号 34)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

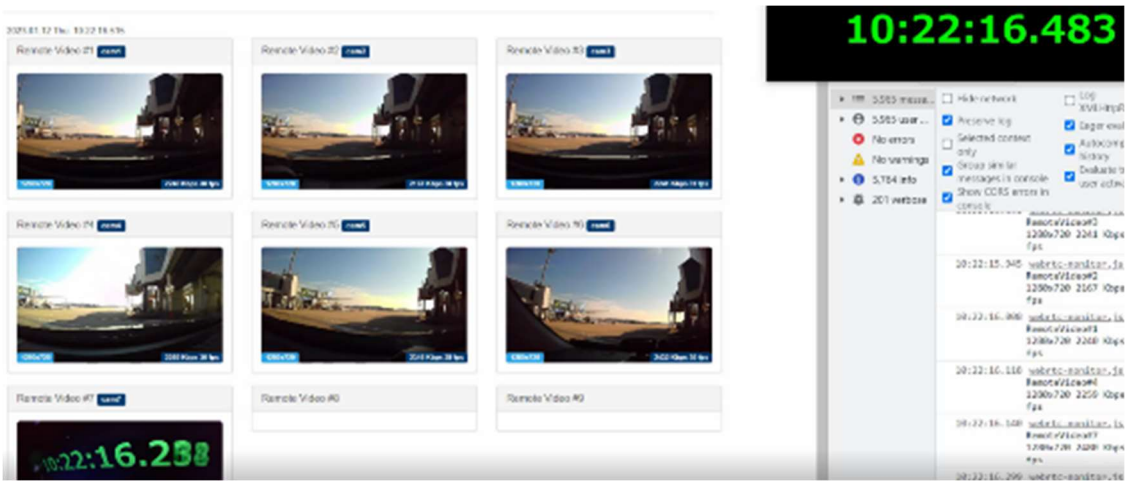


図 4.3.1-91　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-59　測定結果(地点番号 31)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
34	31	55spot	243	合格	11	対象外



図 4.3.1-92　　測定地点(地点番号 31)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

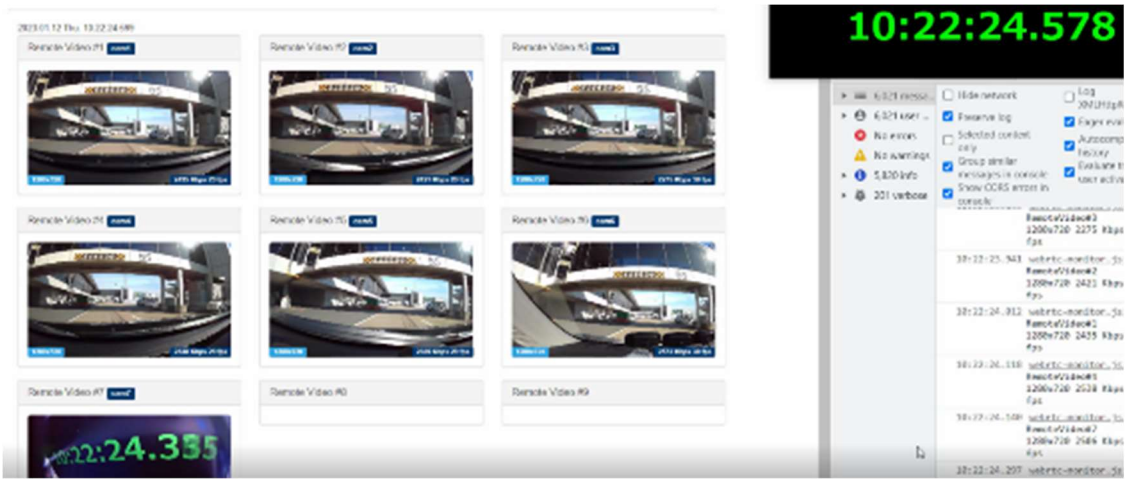


図 4.3.1-93　　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-60　測定結果(地点番号 30)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
35	30	56spot	264	合格	12	対象外



図 4.3.1-94　測定地点(地点番号 30)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

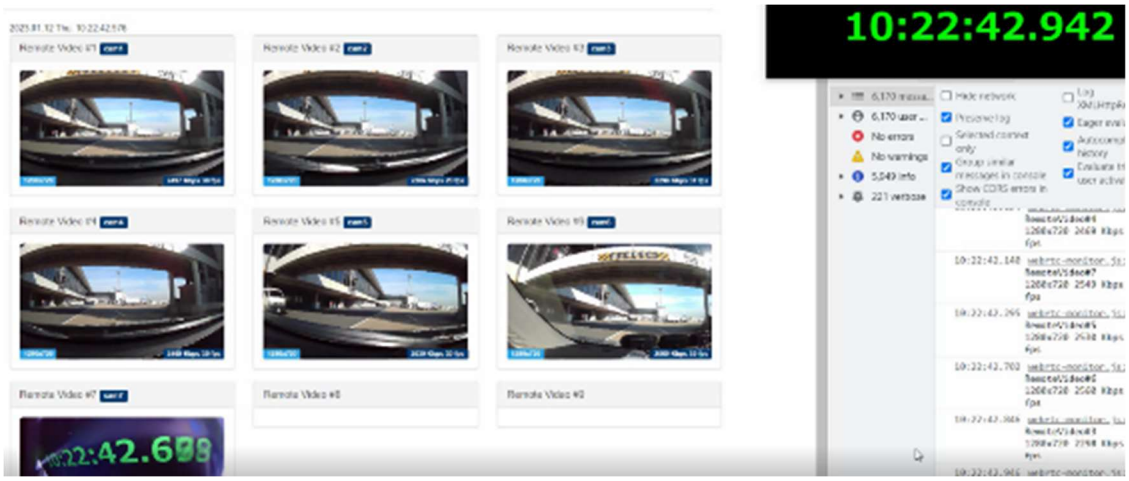


図 4.3.1-95　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-61　測定結果(地点番号 29)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
36	29	57Aspot	230	合格	18	対象外



図 4.3.1-96　測定地点(地点番号 29)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

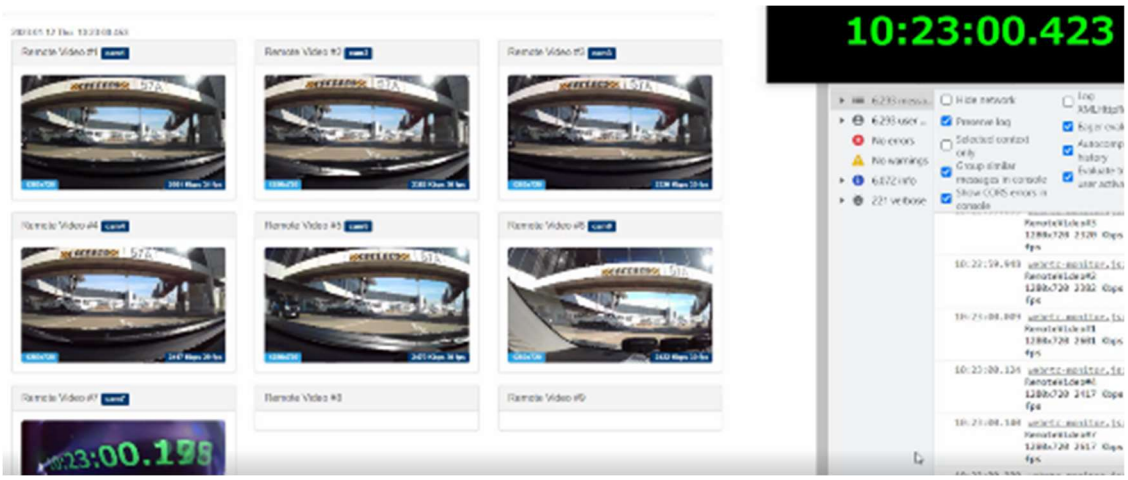


図 4.3.1-97　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-62　測定結果(地点番号 28)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
37	28	57Bspot	229	合格	11	対象外



図 4.3.1-98　測定地点(地点番号 28)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

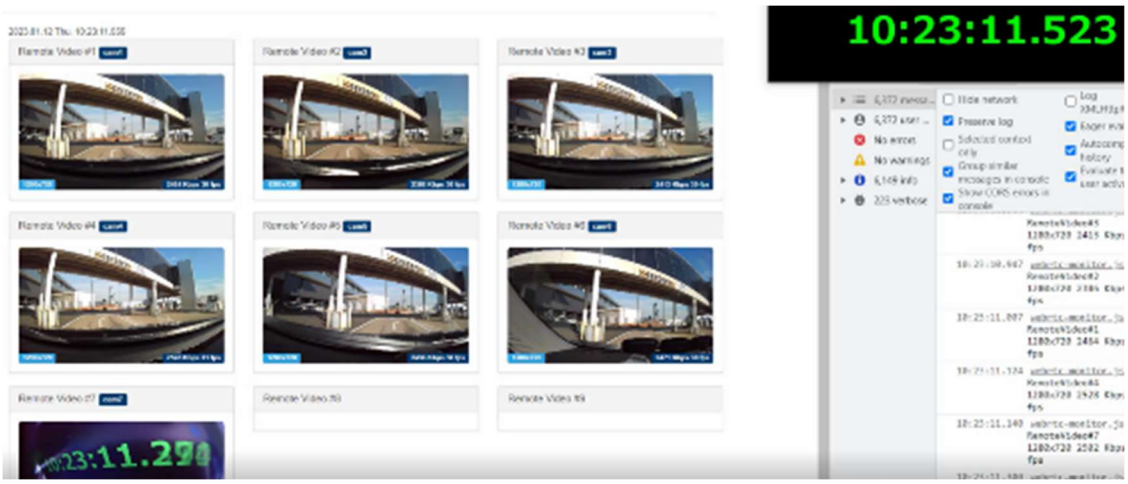


図 4.3.1-99　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-63　測定結果(地点番号 27)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
38	27	58Aspot	263	合格	13	対象外



図 4.3.1-100　　測定地点(地点番号 27)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

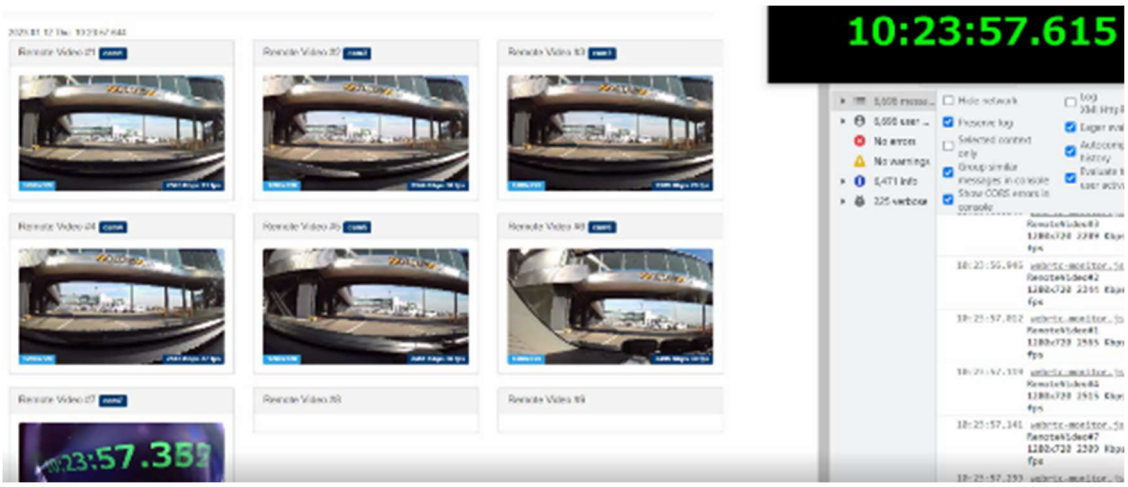


図 4.3.1-101　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-64　測定結果(地点番号 26)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
39	26	58Bspot	228	合格	20	対象外



図 4.3.1-102　　測定地点(地点番号 26)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

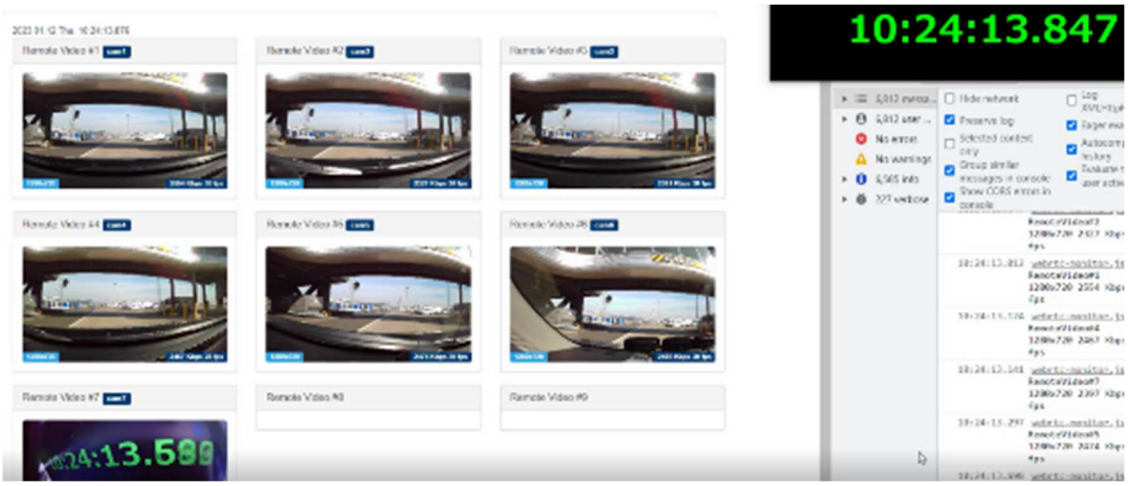


図 4.3.1-103　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-65　測定結果(地点番号 25)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
40	25	412spot	199	合格	16	対象



図 4.3.1-104　　測定地点(地点番号 25)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

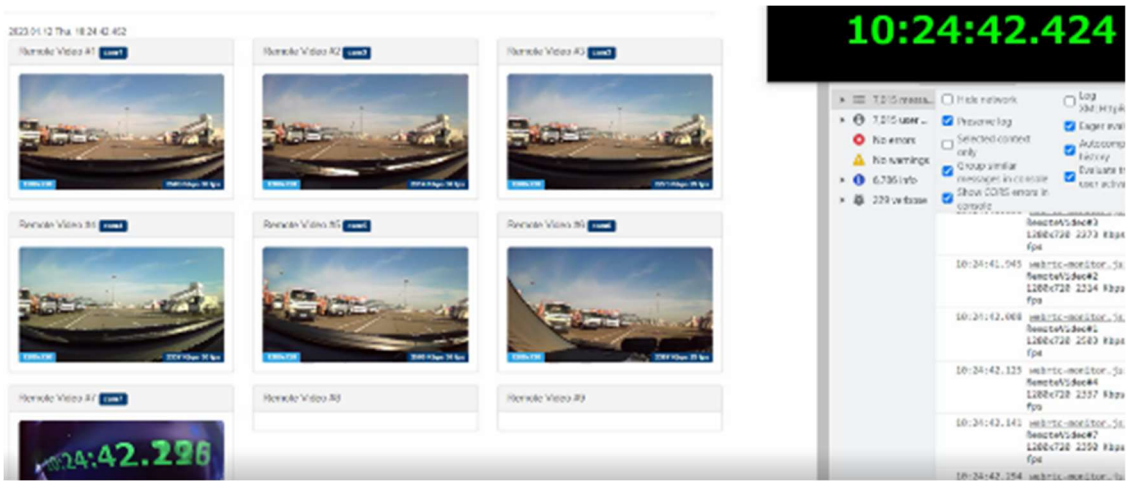


図 4.3.1-105　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-66　測定結果(地点番号 24)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
41	24	411spot	231	合格	10	対象



図 4.3.1-106　　測定地点(地点番号 24)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

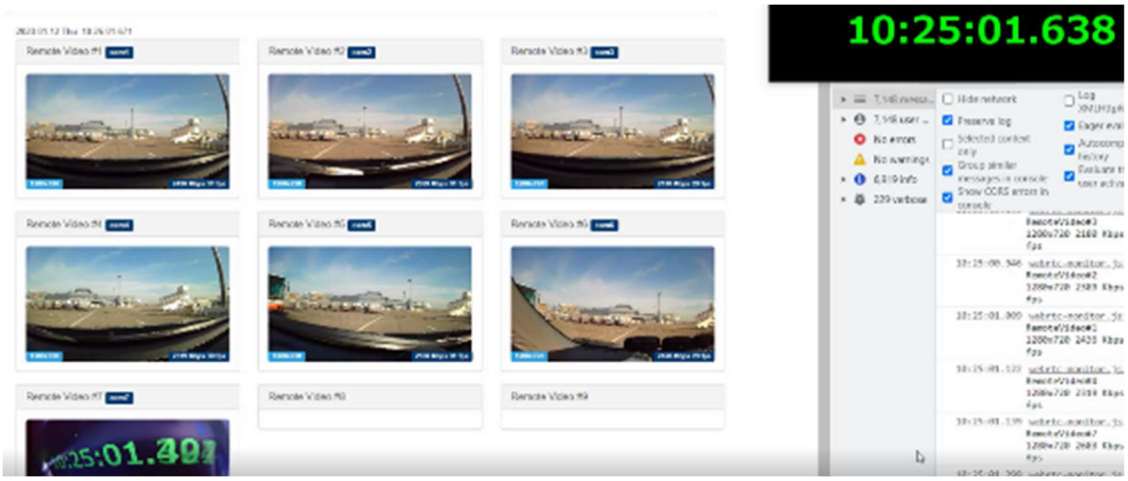


図 4.3.1-107　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-67　測定結果(地点番号 23)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
42	23	68spot	218	合格	14	対象



図 4.3.1-108　　測定地点(地点番号 23)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

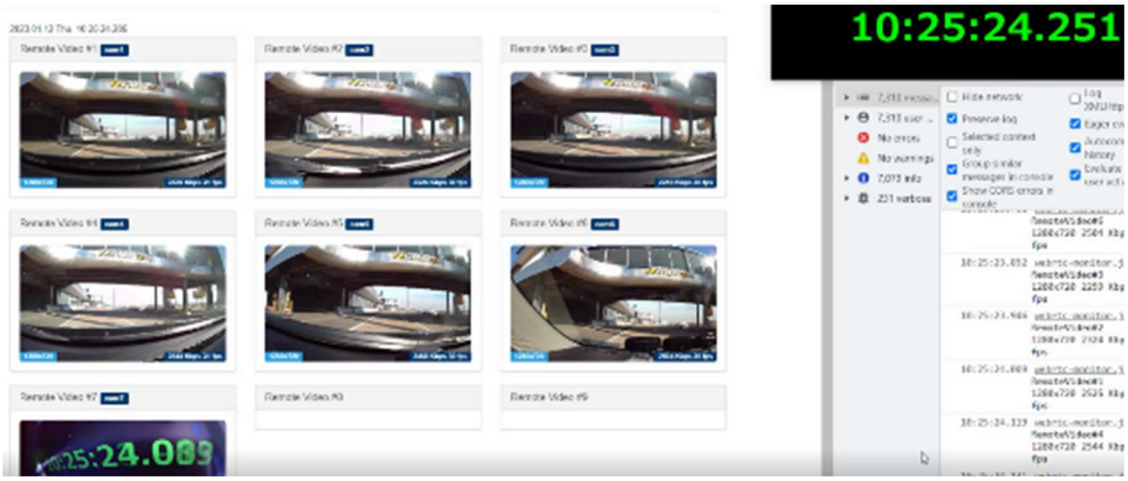


図 4.3.1-109　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-68　測定結果(地点番号 22)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
43	22	67spot	222	合格	9	対象



図 4.3.1-110　　測定地点(地点番号 22)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

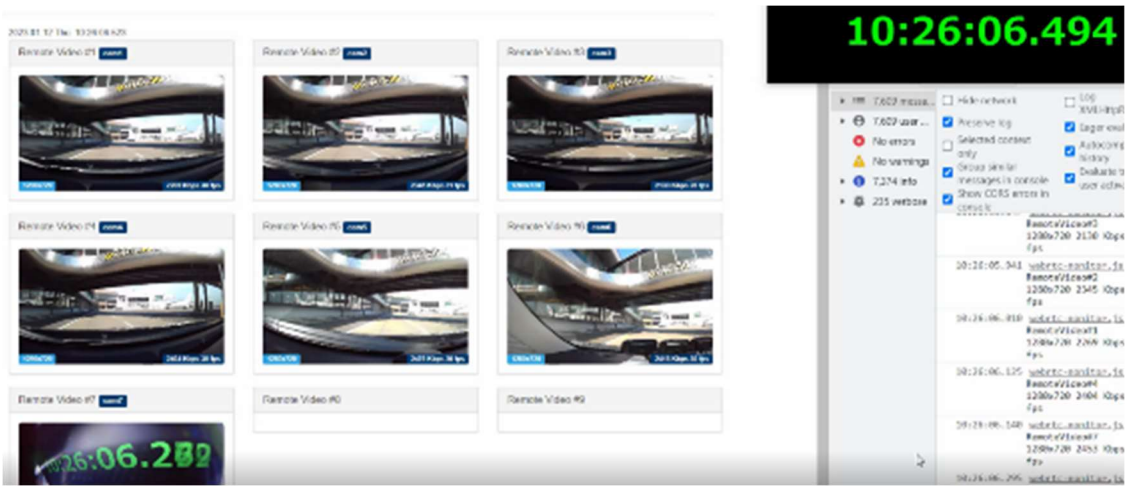


図 4.3.1-111　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-69　測定結果(地点番号 21)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
44	21	66spot	228	合格	10	対象



図 4.3.1-112　　測定地点(地点番号 21)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

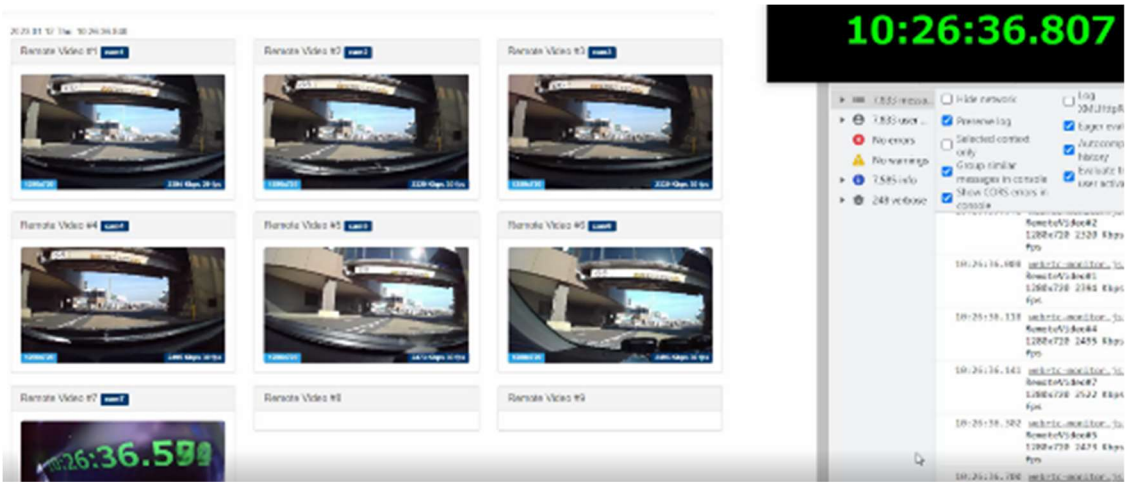


図 4.3.1-113　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-70　測定結果(地点番号 20)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
45	20	65spot	267	合格	13	対象



図 4.3.1-114　　測定地点(地点番号 20)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

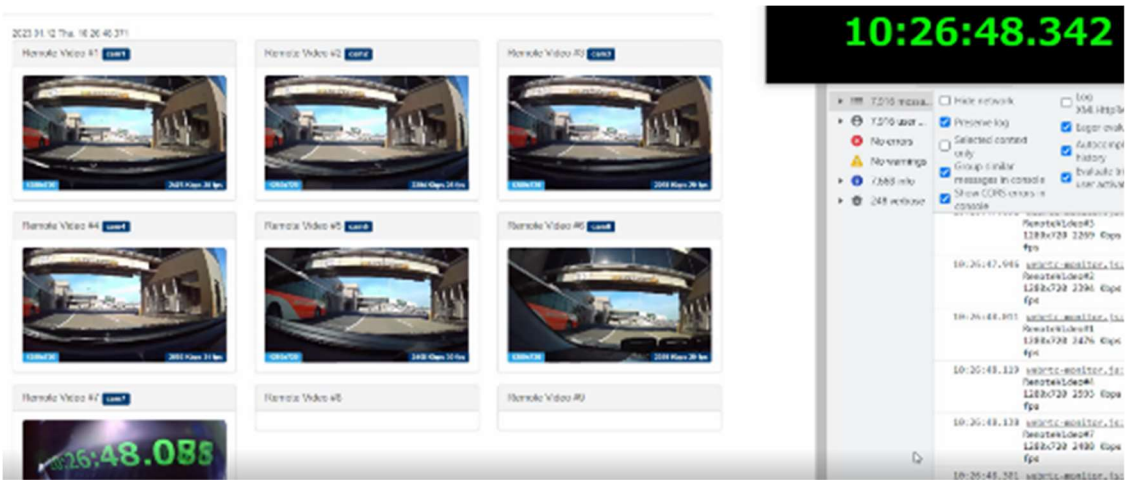


図 4.3.1-115　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-71　測定結果(地点番号 19)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
46	19	64spot	229	合格	21	対象



図 4.3.1-116　測定地点(地点番号 19)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

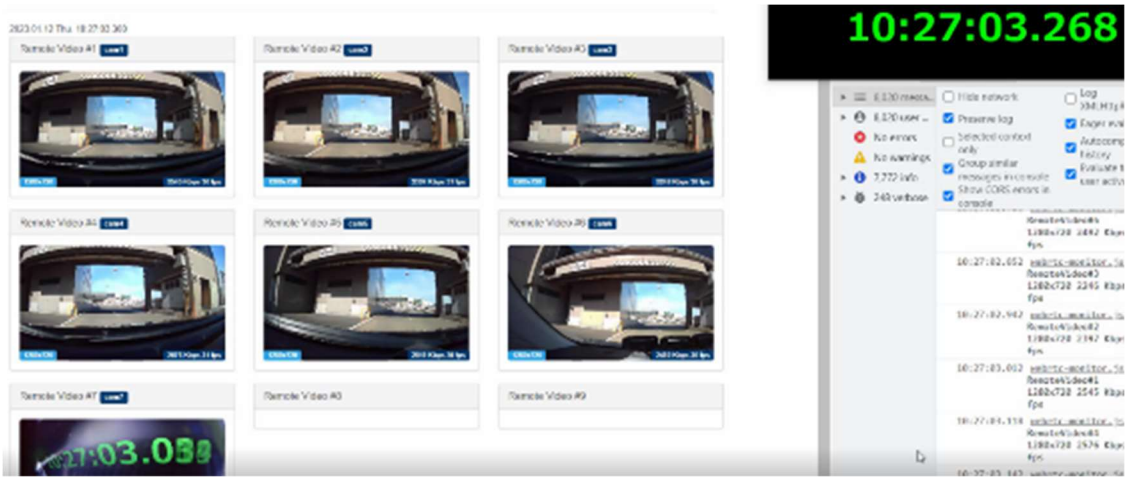


図 4.3.1-117　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-72　測定結果(地点番号 18)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
47	18	63spot	223	合格	11	対象



図 4.3.1-118　　測定地点(地点番号 18)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

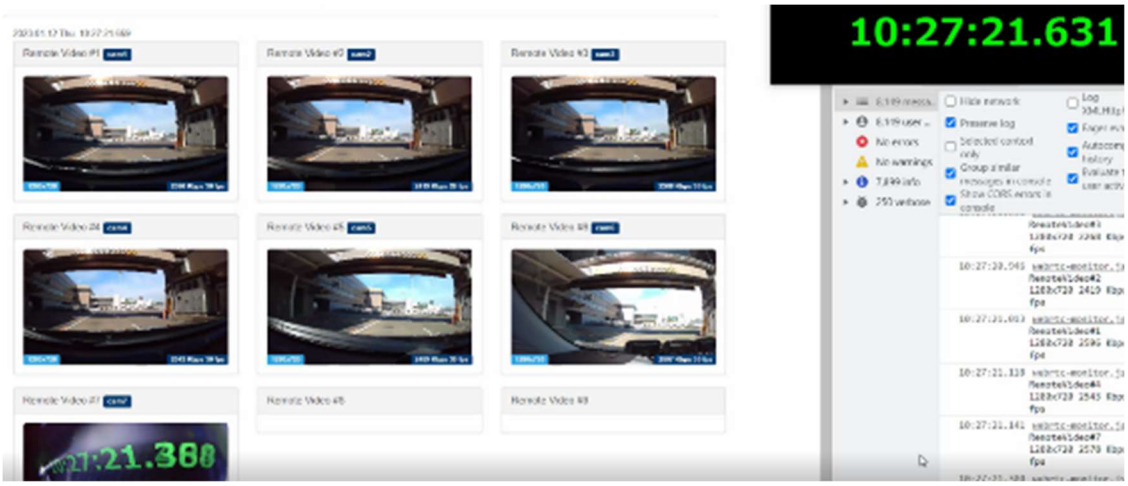


図 4.3.1-119　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-73　測定結果(地点番号 17)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
48	17	62spot	249	合格	15	対象



図 4.3.1-120　　測定地点(地点番号 17)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

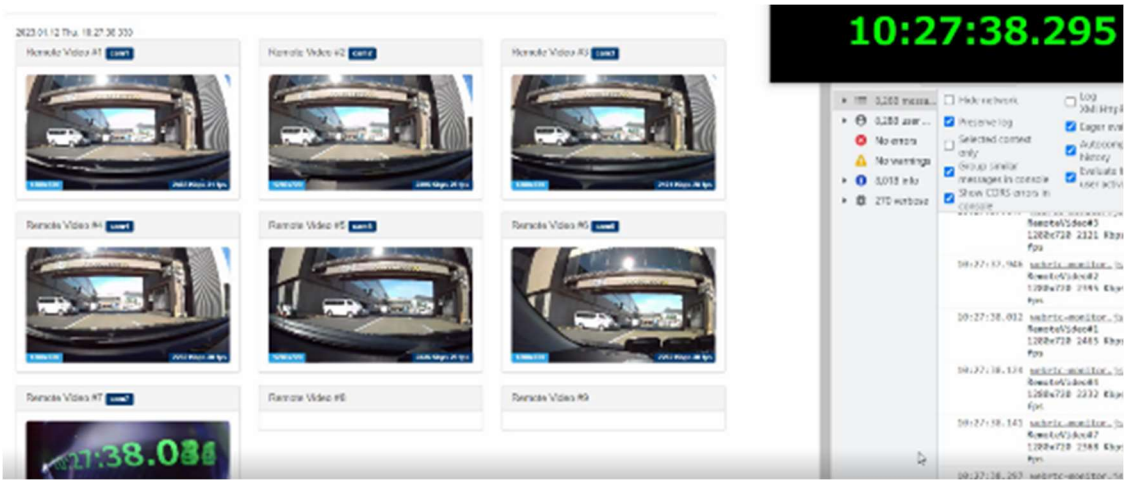


図 4.3.1-121　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-74　測定結果(地点番号 16)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
49	16	61spot	211	合格	9	対象



図 4.3.1-122　　測定地点(地点番号 16)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

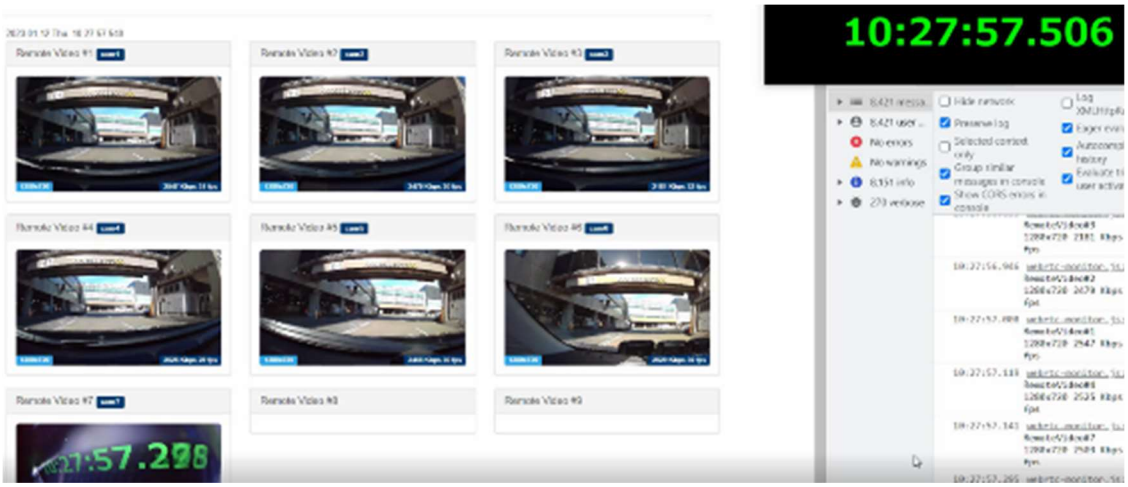


図 4.3.1-123　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-75　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
50	15	61spot横交差点	212	合格	9	対象



図 4.3.1-124　　測定地点(地点番号 15)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

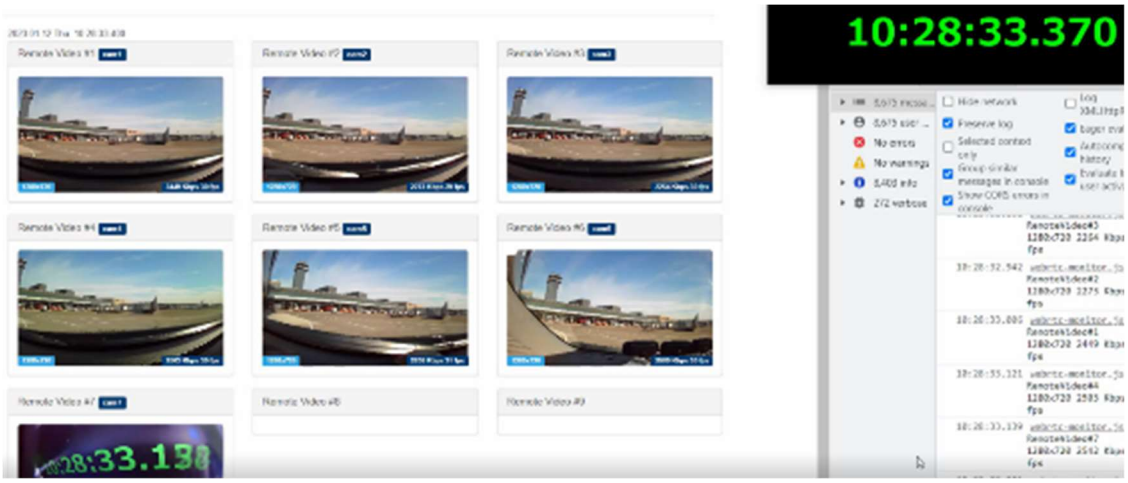


図 4.3.1-125　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-76　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
51	14	2ビルバス停	269	合格	17	対象



図 4.3.1-126　　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

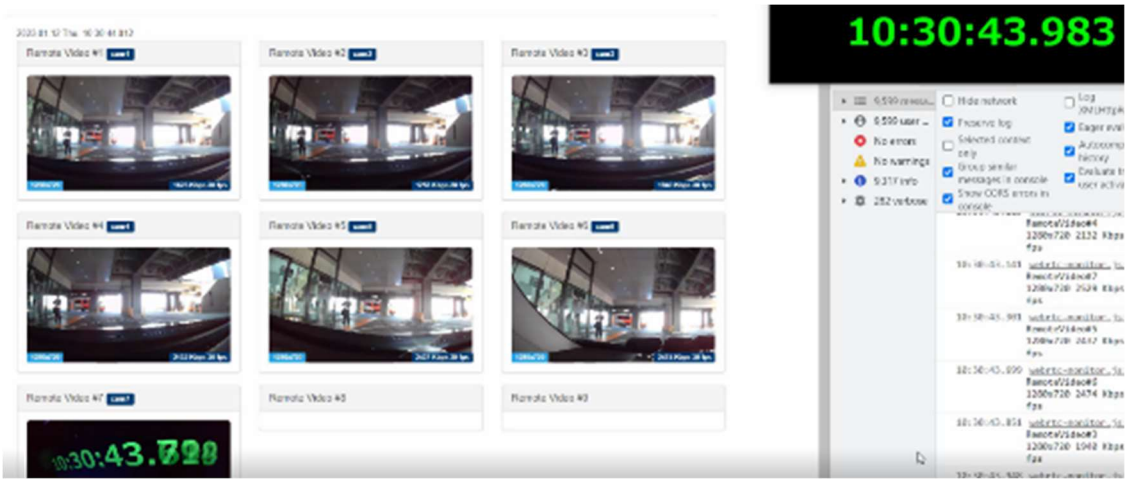


図 4.3.1-127　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-77　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
52	13	71spot横交差点	232	合格	13	対象



図 4.3.1-128　　測定地点(地点番号 13)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

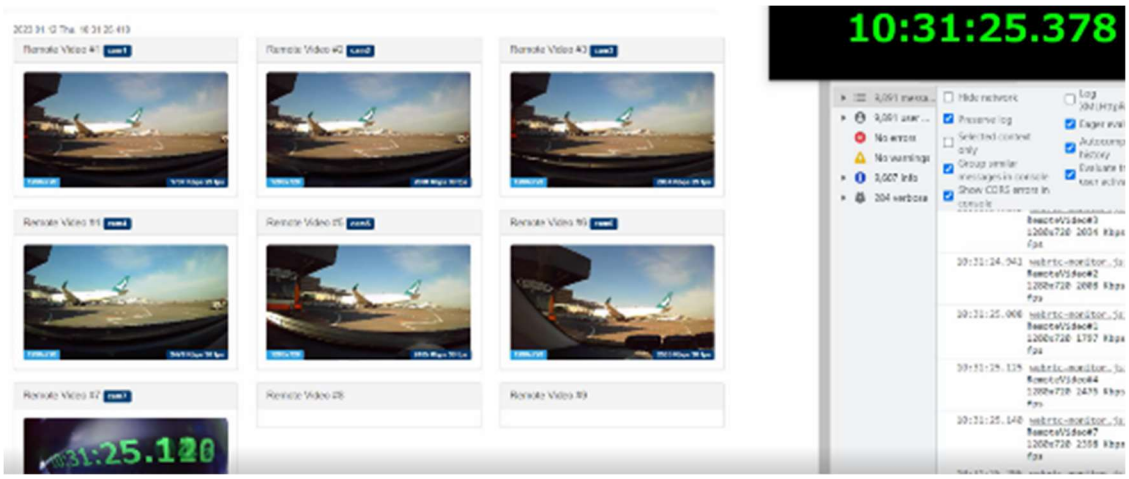


図 4.3.1-129　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-78　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
53	12	71spot	216	合格	12	対象



図 4.3.1-130　　測定地点(地点番号 12)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

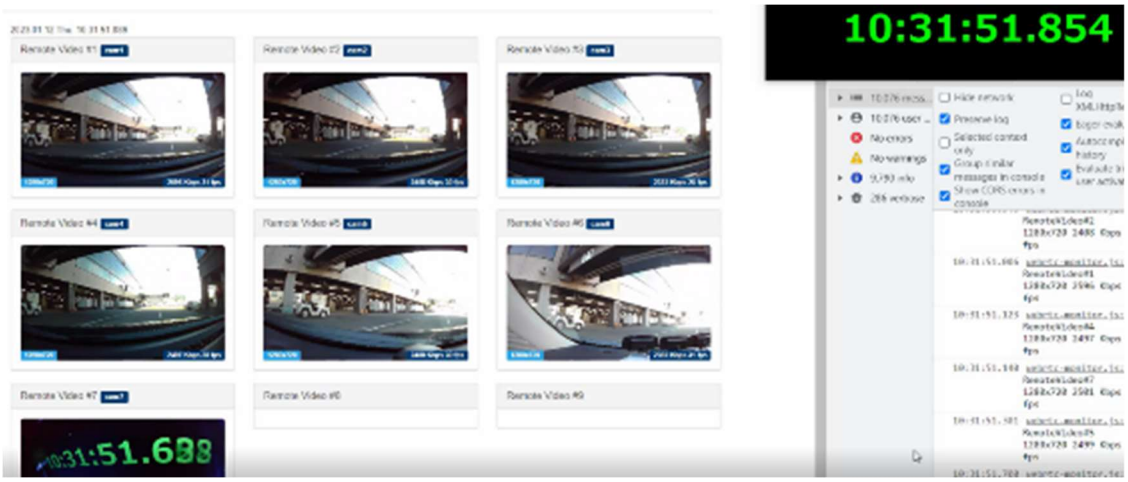


図 4.3.1-131　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-79　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
54	11	72spot	232	合格	12	対象



図 4.3.1-132　　測定地点(地点番号 11)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

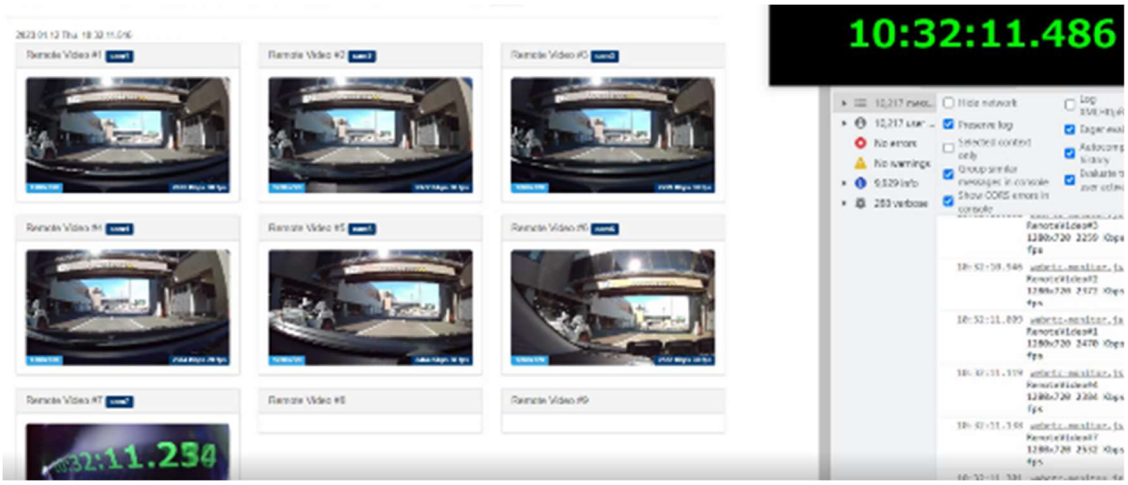


図 4.3.1-133　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-80　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
55	10	73spot	237	合格	16	対象



図 4.3.1-134　　測定地点(地点番号 10)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

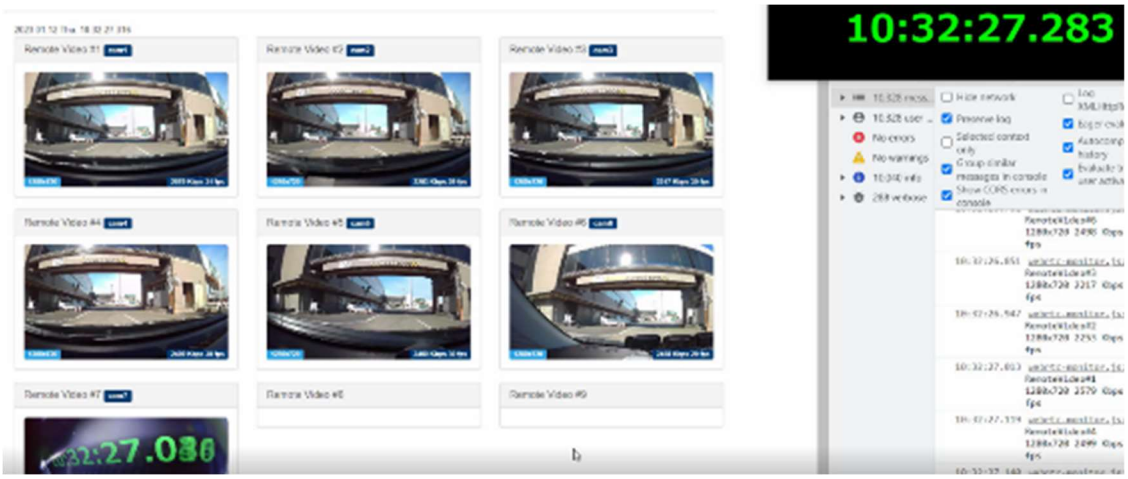


図 4.3.1-135　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-81　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
56	9	74spot	236	合格	15	対象



図 4.3.1-136　測定地点(地点番号 9)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

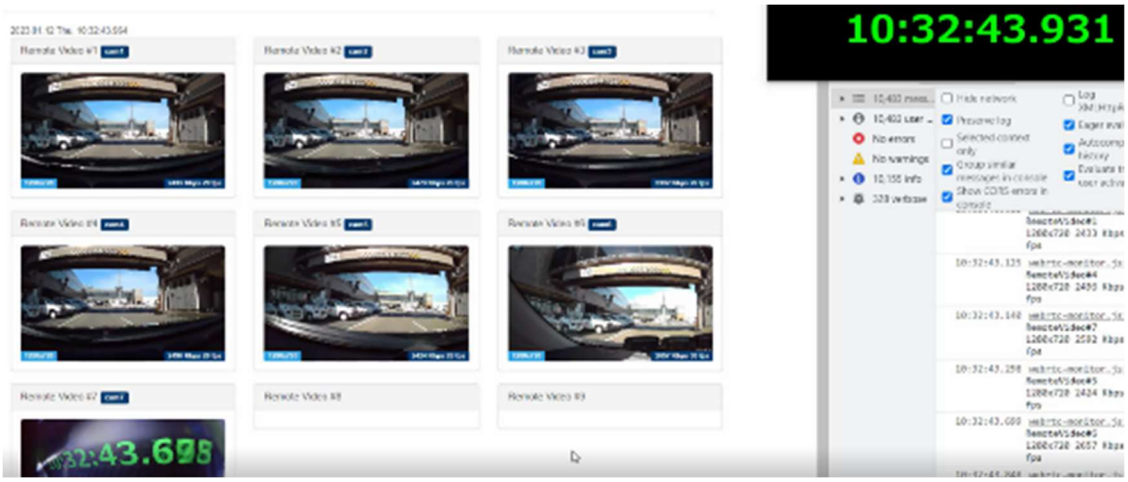


図 4.3.1-137　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-82　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
57	8	75spot	247	合格	15	対象



図 4.3.1-138　　測定地点(地点番号 8)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

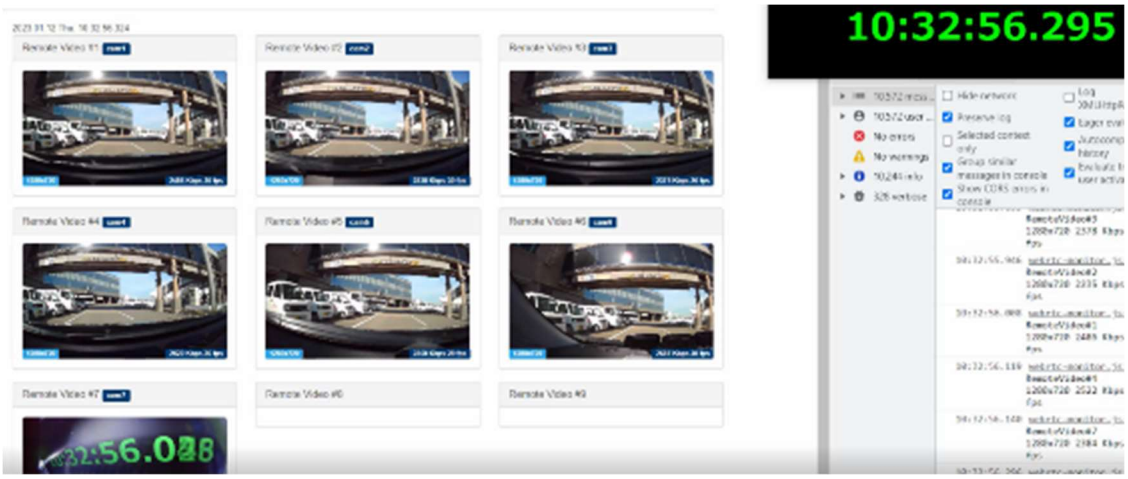


図 4.3.1-139　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-83　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
58	7	155spot	265	合格	19	対象



図 4.3.1-140　　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

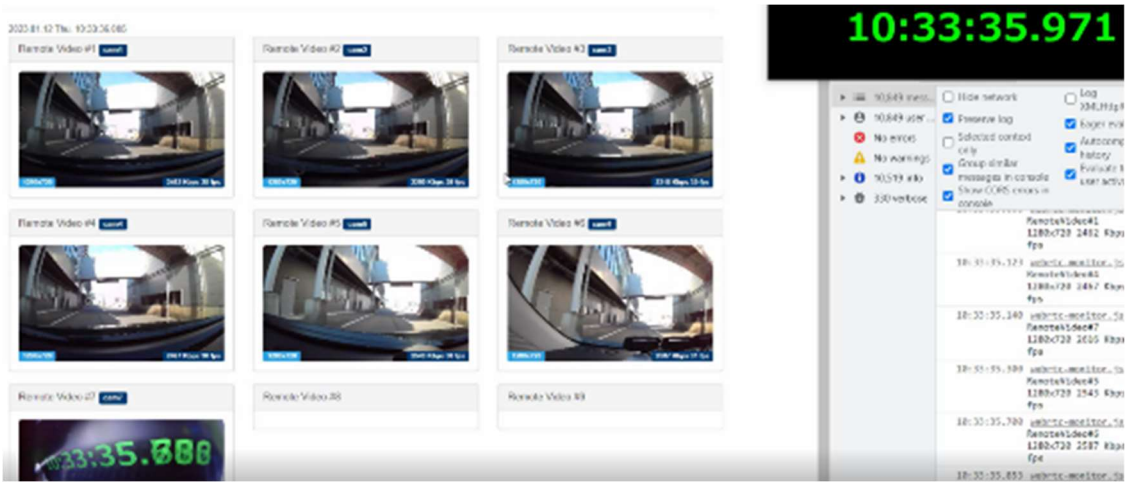


図 4.3.1-141　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-84　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
59	6	154spot	233	合格	13	対象



図 4.3.1-142　　測定地点(地点番号 6)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

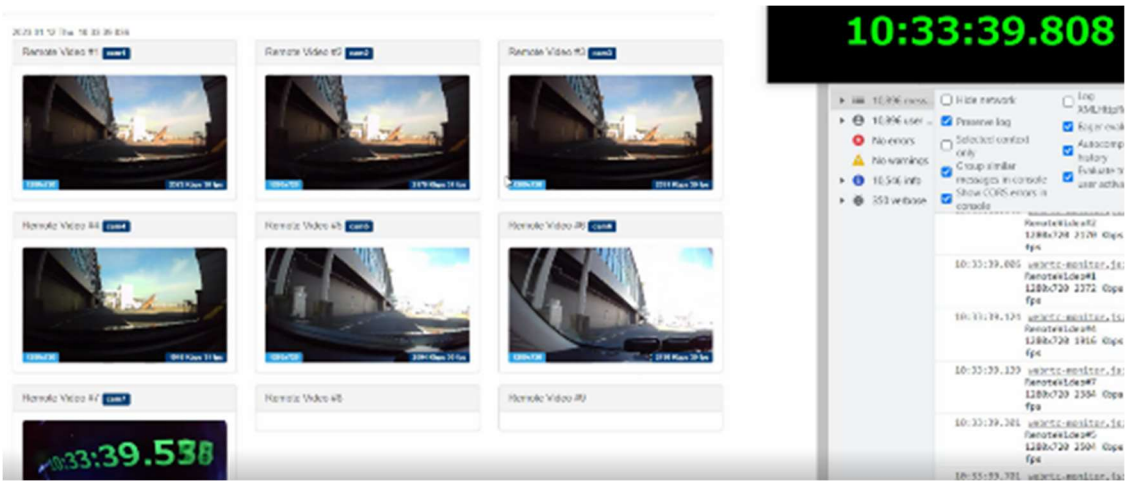


図 4.3.1-143　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-85　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
60	5	153spot	269	合格	11	対象

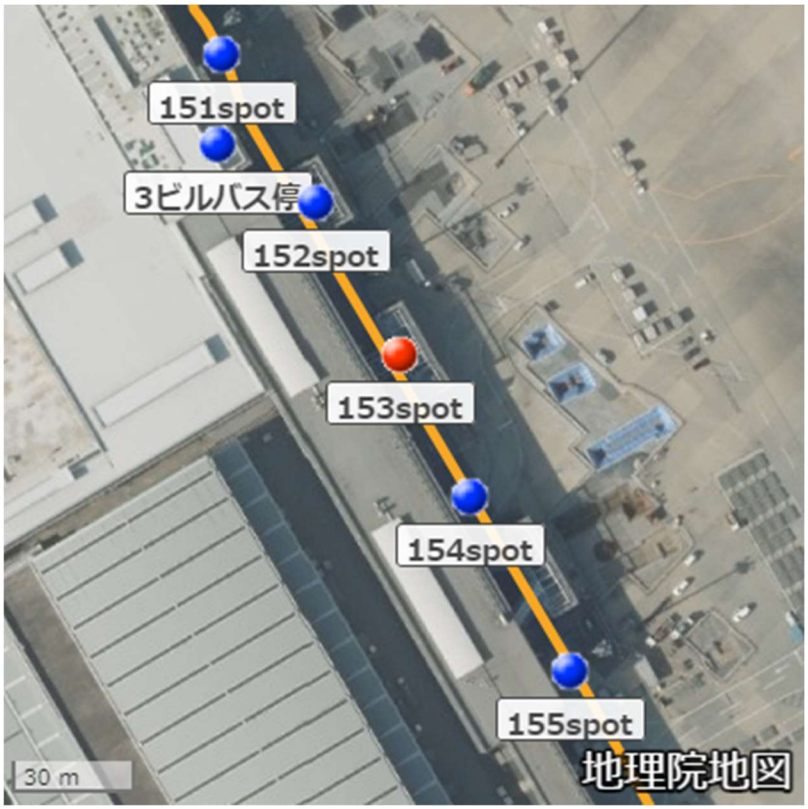


図 4.3.1-144　　測定地点(地点番号 5)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

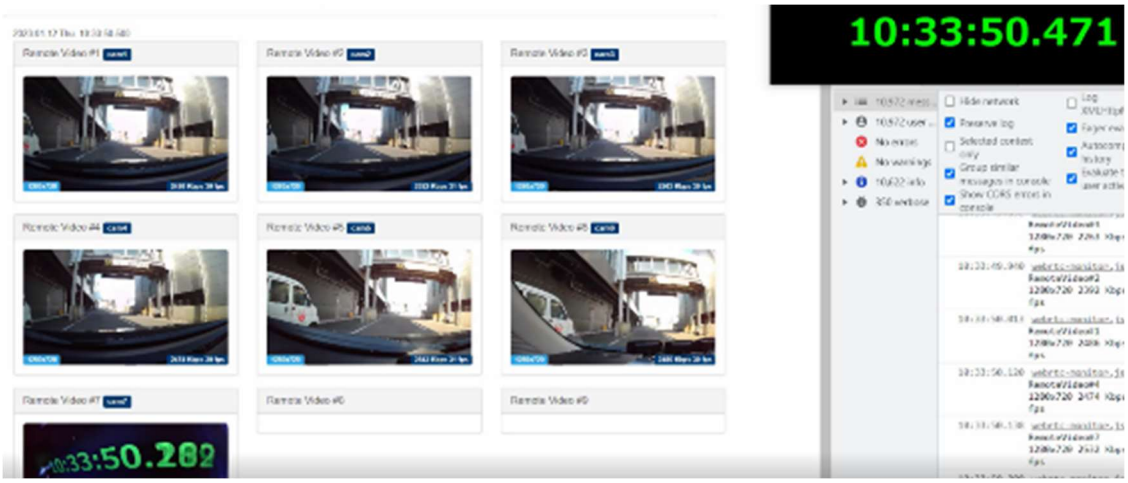


図 4.3.1-145　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-86　測定結果(地点番号 1)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT	エリア対象
61	1	3ビルバス停	248	合格	21	対象

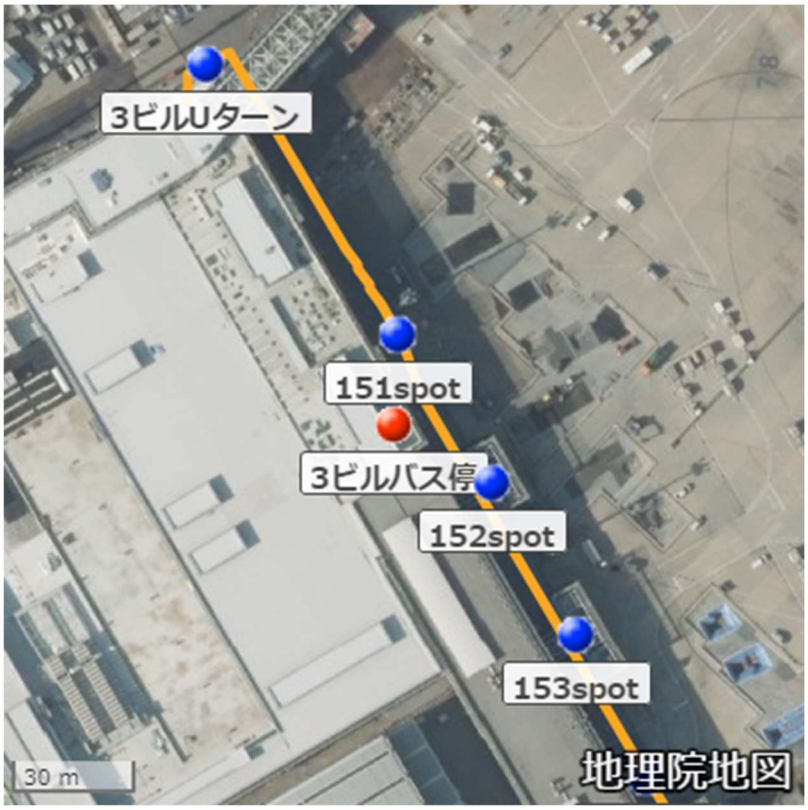


図 4.3.1-146　　測定地点(地点番号 1)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

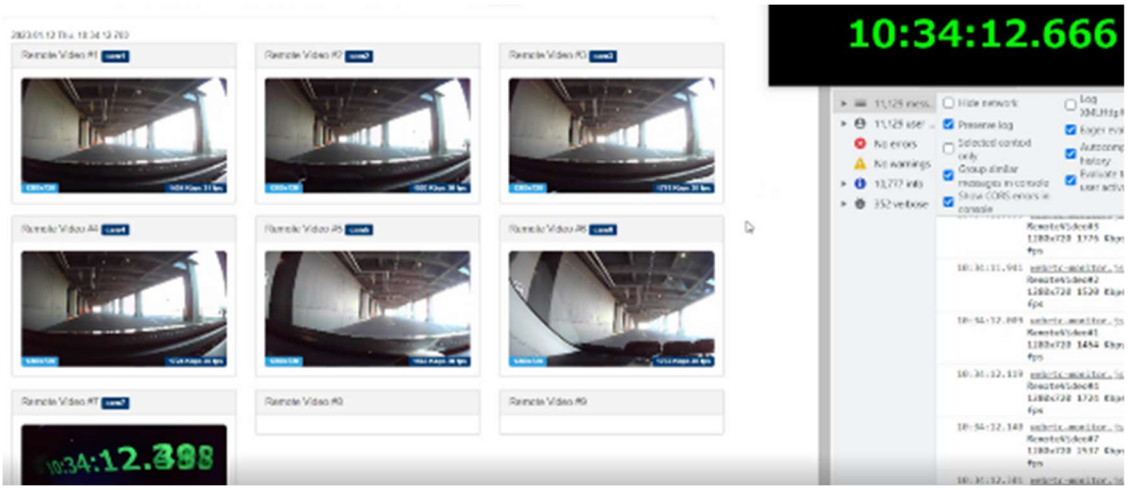


図 4.3.1-147　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

キ）　評価結果（ルート②）第 3 ターミナルから第 2 ターミナル間の 3 台追従走行

ルート 2 間において映像評価車については 3 台（複数台での走行）と設定し、走行ルート区間の 6 kmにおいて要求仕様のフロント HD 画質（1280x720）、周囲・車室内画質(640x480)について、ローカル 5G 網内に設置した MEC 型映像配信試験用 WebRTC サーバを用いて評価し、全てのルート上地点で下表にて充足することを確認しました。

あわせてローカル 5G で映像遅延を評価するにあたってオンプレミスで成田空港に WebRTC Server を設置し、映像遅延評価を行った。映像遅延の評価方法は、自動運転車と同じ 7 台のカメラで映像配信を行い、自動運転車両内での送信側映像と受信側映像の差を映像遅延としました。

複数台の走行イメージをしては以下に示します。

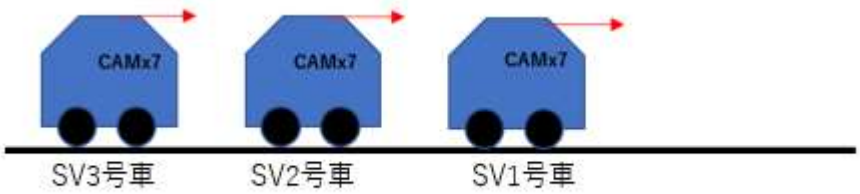


図 4.3.1-148 ：3 台追従走行のイメージ

実験実施日時：2023/1/17 10:50～11:05

天候：曇り

1.フレームレート・画質評価

表 4.3.1-87 ローカル 5G 映像伝送評価

				Frame rate[fps]																				
				SV1							SV2							SV3						
項番	地点番号	ランドマーク	方向	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7
		基準値(KPI)		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		判定		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	30	30	30	30	29	30	30	29	30	29	30	30	30	30	29	30	31	31	30	30	30
2	3	151spot	南行	30	31	31	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	31	31	30	30	30	30	31
3	4	152spot	南行	31	29	26	30	30	30	29	26	29	29	30	29	28	28	30	30	30	30	30	30	30
4	5	153spot	南行	30	30	28	30	30	30	29	31	31	31	30	30	30	28	30	30	30	30	31	30	30
5	6	154spot	南行	30	30	30	32	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	31	30	30	29	30
6	7	155spot	南行	29	30	30	30	31	30	30	30	30	30	29	30	31	29	31	30	30	30	29	30	31
7	8	75spot	南行	31	29	30	30	30	30	29	30	30	30	30	29	31	30	29	30	31	31	30	30	30
8	9	74spot	南行	30	29	29	30	30	31	29	29	30	30	29	29	30	30	30	30	30	31	30	30	31
9	10	73spot	南行	30	30	30	30	30	31	30	31	31	31	30	30	30	30	30	29	29	29	30	31	30
10	11	72spot	南行	30	30	31	30	29	29	31	30	30	31	30	30	29	30	30	30	29	30	30	31	30
11	12	71spot	南行	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	29	30	30	29	30	30	30	30	30	31
12	13	71spot横交差点	南行	30	30	30	30	30	29	30	30	31	31	29	30	30	30	30	30	30	30	29	29	30
13	14	2ビルバス停	南行	29	30	29	30	30	31	30	30	31	30	30	30	30	31	31	31	30	29	30	30	30
14	15	61spot横交差点	南行	29	29	31	31	30	30	31	30	30	29	29	30	30	30	30	30	30	29	30	30	31
15	15	61spot横交差点	北行	30	30	30	30	29	30	30	30	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29	31	30
16	14	2ビルバス停	北行	30	30	30	30	31	30	30	30	30	30	30	30	30	31	30	30	30	31	30	30	30
17	13	71spot横交差点	北行	30	30	30	30	30	29	30	30	30	31	30	31	30	30	30	31	30	30	29	30	30
18	12	71spot	北行	30	30	29	30	30	31	28	27	30	29	30	30	30	30	27	30	31	30	29	28	31
19	11	72spot	北行	29	30	26	30	29	30	27	30	29	30	30	30	30	19	30	31	31	30	31	29	30
20	10	73spot	北行	31	30	28	30	30	30	23	24	30	30	28	29	30	25	30	30	30	30	31	30	30
21	9	74spot	北行	30	30	30	29	30	31	29	30	30	30	31	30	27	29	29	30	30	30	30	30	30
22	8	75spot	北行	30	30	30	30	30	30	30	26	30	30	30	29	24	30	30	30	30	30	30	29	30
23	7	155spot	北行	30	31	32	32	32	32	32	31	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30
24	6	154spot	北行	30	31	29	30	31	30	30	29	29	30	30	30	29	29	31	30	30	30	30	30	30
25	5	153spot	北行	29	30	29	31	30	30	31	30	29	30	30	30	30	31	30	30	30	30	30	29	29
26	1	3ビルバス停	北行	30	30	30	30	30	29	24	30	32	31	29	30	31	31	23	30	31	32	30	30	29

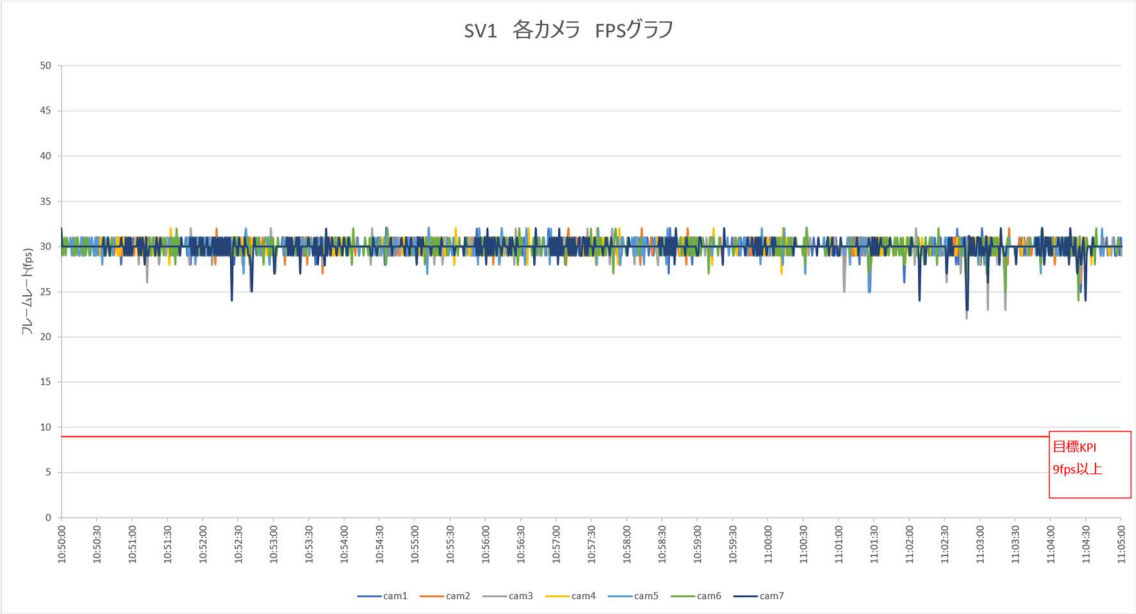


図 4.3.1-149　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

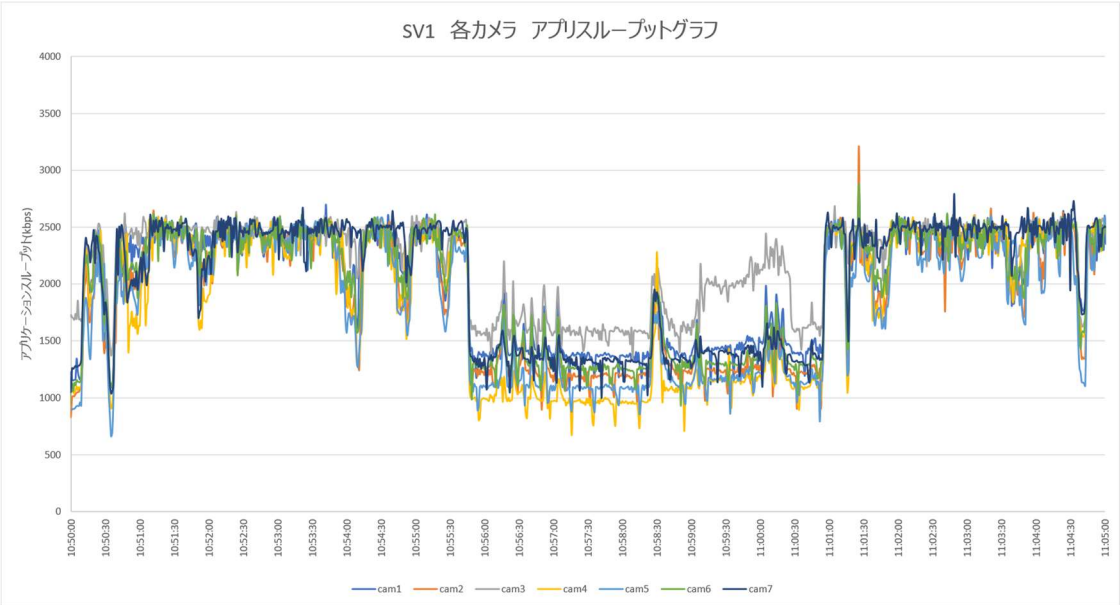


図 4.3.1-150　各カメラのスループット

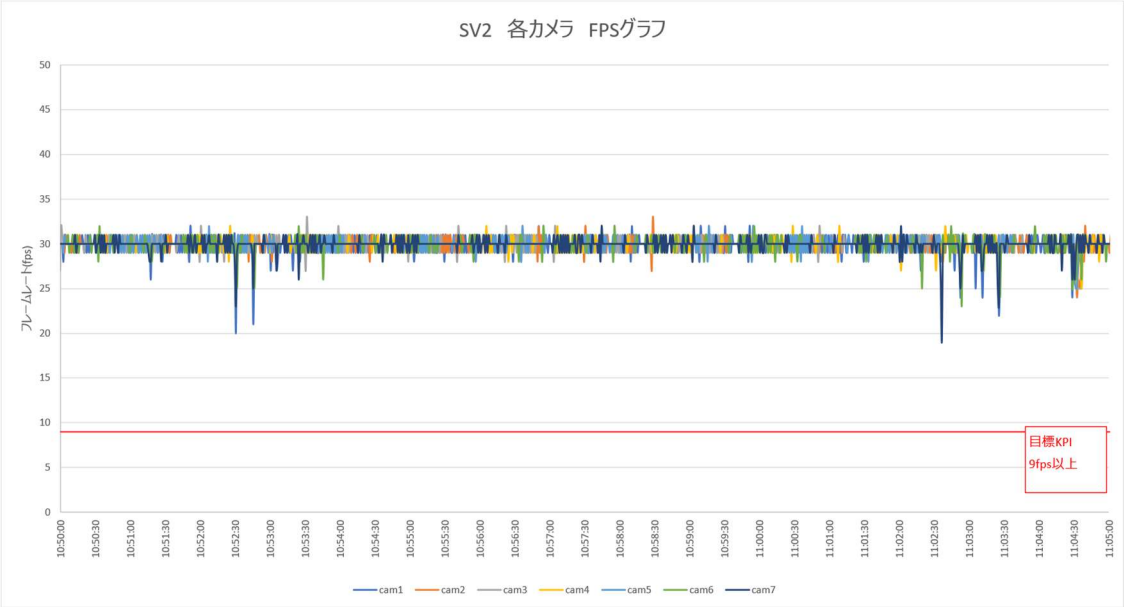


図 4.3.1-151　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

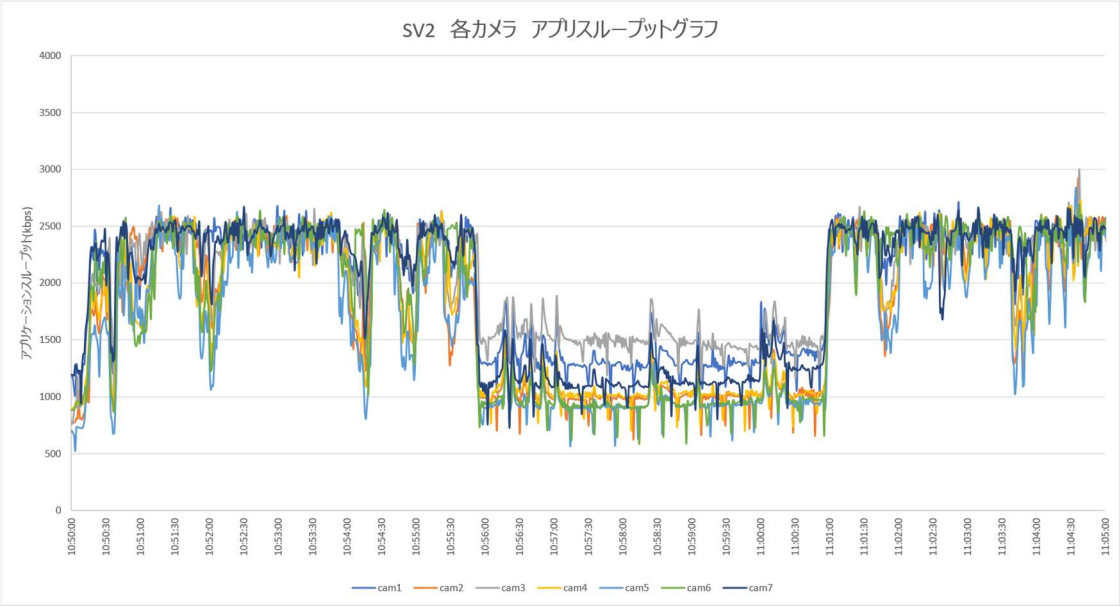


図 4.3.1-152　各カメラのスループット

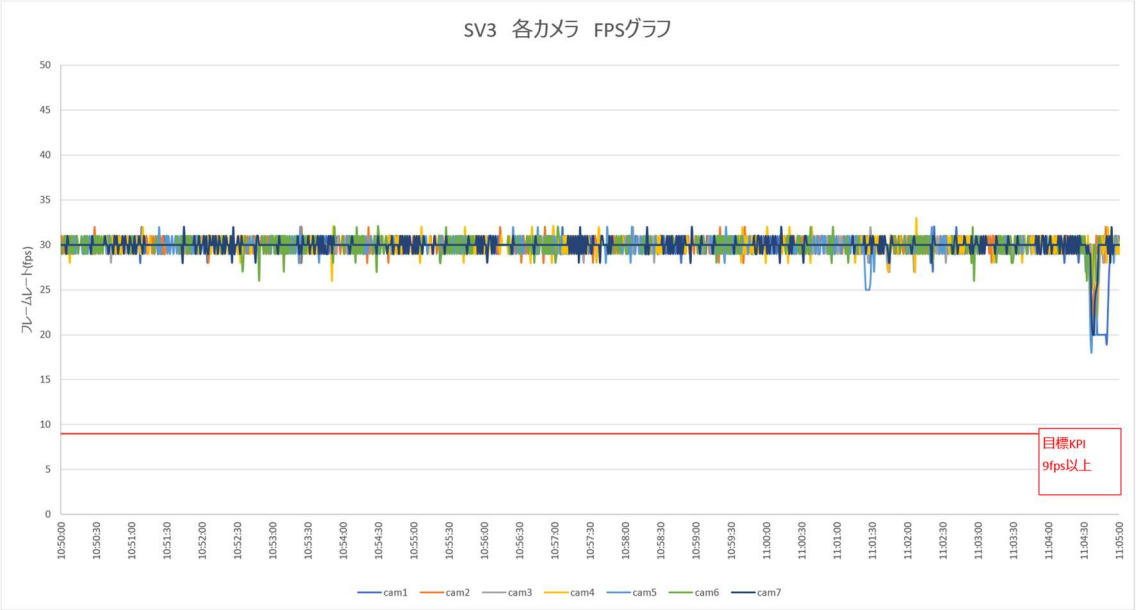


図 4.3.1-153　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

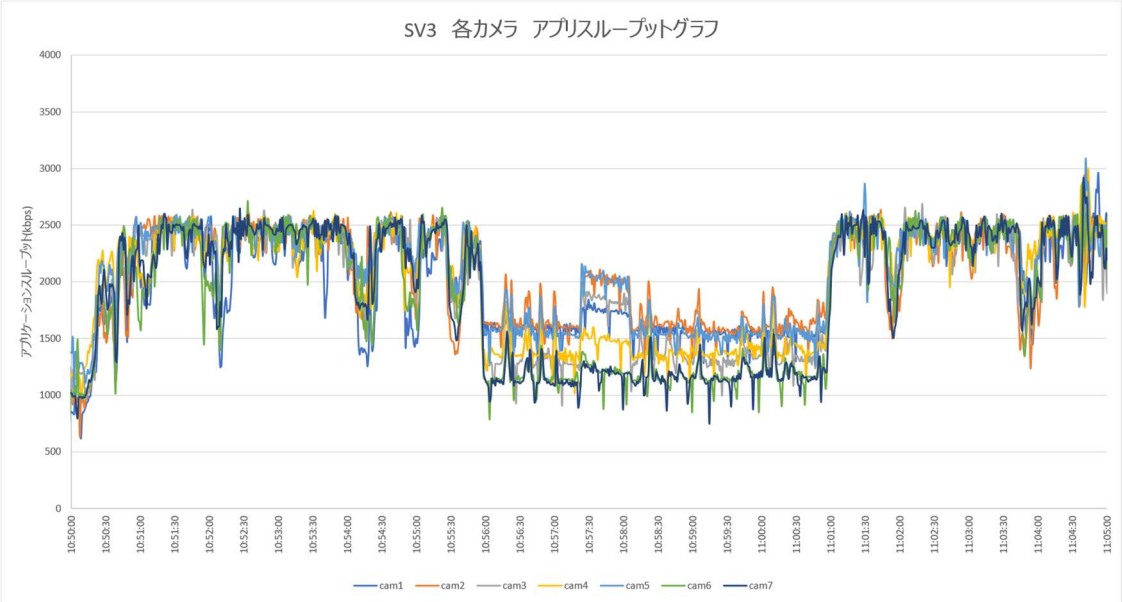


図 4.3.1-154　各カメラのスループット

2.　各カメラの画質・フレームレート・電界強度計測結果

7 つのカメラともに、HD 画質設定でフレームレート要求を満たしました。また電界強度についても十分な強度が得られました。

表 4.3.1-88 フレームレート充足確認結果(Cam1)

フレームレート充足確認結果(Cam1)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1976	30	2220	29	2424	29	OK	-83
2	3	151spot	南行	2409	30	2397	30	2455	31	OK	-79
3	4	152spot	南行	2365	31	2372	26	2498	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2492	30	2660	31	2500	30	OK	-75
5	6	154spot	南行	2416	30	2485	30	2229	30	OK	-79
6	7	155spot	南行	2358	29	2197	30	2574	31	OK	-82
7	8	75spot	南行	2578	31	2545	30	2380	29	OK	-56
8	9	74spot	南行	2483	30	2540	29	2228	30	OK	-68
9	10	73spot	南行	2495	30	2350	31	2498	30	OK	-86
10	11	72spot	南行	2465	30	2474	30	2498	30	OK	-92
11	12	71spot	南行	2445	29	2491	30	2445	29	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	1946	30	2239	30	1418	30	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2419	29	2576	30	2573	31	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	1975	29	1983	30	1457	30	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	2056	30	2126	30	1840	30	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2494	30	2466	30	2104	30	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	2200	30	2235	30	2466	30	OK	-78
18	12	71spot	北行	2527	30	2584	27	2443	27	OK	-87
19	11	72spot	北行	2421	29	2514	30	2565	30	OK	-87
20	10	73spot	北行	2480	31	2714	24	2534	30	OK	-77
21	9	74spot	北行	2401	30	2461	30	2453	29	OK	-80
22	8	75spot	北行	2471	30	2378	26	2490	30	OK	-74
23	7	155spot	北行	2301	30	2338	31	2156	30	OK	-85
24	6	154spot	北行	2331	30	2402	29	2445	31	OK	-72
25	5	153spot	北行	2595	29	2542	30	2503	30	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	2506	30	2509	30	2813	23	OK	-80

表 4.3.1-89 フレームレート充足確認結果(Cam2)

フレームレート充足確認結果(Cam2)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1641	30	2339	30	1889	30	OK	-83
2	3	151spot	南行	2326	31	2425	30	2388	31	OK	-79
3	4	152spot	南行	2440	29	2460	29	2545	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2480	30	2575	31	2524	30	OK	-75
5	6	154spot	南行	2509	30	2470	30	2527	31	OK	-79
6	7	155spot	南行	2263	30	1836	30	2493	30	OK	-82
7	8	75spot	南行	2435	29	2484	30	2504	30	OK	-56
8	9	74spot	南行	2435	29	2249	30	2530	30	OK	-68
9	10	73spot	南行	2505	30	2371	31	2418	29	OK	-86
10	11	72spot	南行	2507	30	2495	30	2508	30	OK	-92
11	12	71spot	南行	2539	30	2475	30	2512	30	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	1876	30	1650	31	1668	30	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2494	30	2551	31	2426	31	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	1675	29	1487	30	1926	30	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	1973	30	1467	29	1733	30	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2465	30	2520	30	2288	30	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	2036	30	1866	30	1860	31	OK	-78
18	12	71spot	北行	2470	30	2419	30	2494	30	OK	-87
19	11	72spot	北行	2462	30	1981	29	2569	31	OK	-87
20	10	73spot	北行	2424	30	2509	30	2498	30	OK	-77
21	9	74spot	北行	2383	30	2522	30	2500	30	OK	-80
22	8	75spot	北行	2469	30	2500	30	2593	30	OK	-74
23	7	155spot	北行	2046	31	1943	30	2451	30	OK	-85
24	6	154spot	北行	2190	31	2381	29	1945	30	OK	-72
25	5	153spot	北行	2498	30	2477	29	2492	30	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	2512	30	2211	32	2503	30	OK	-80

表 4.3.1-90 フレームレート充足確認結果(Cam3)

フレームレート充足確認結果(Cam3)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2339	30	2305	29	2082	31	OK	-83
2	3	151spot	南行	2588	31	2371	30	2389	30	OK	-79
3	4	152spot	南行	2467	26	2524	29	2559	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2597	28	2593	31	2495	30	OK	-75
5	6	154spot	南行	2504	30	2495	30	2557	31	OK	-79
6	7	155spot	南行	2512	30	2153	30	2364	30	OK	-82
7	8	75spot	南行	2518	30	2446	30	2366	31	OK	-56
8	9	74spot	南行	2401	29	2464	30	2489	30	OK	-68
9	10	73spot	南行	2498	30	2481	31	2541	29	OK	-86
10	11	72spot	南行	2252	31	2294	31	2511	29	OK	-92
11	12	71spot	南行	2524	30	2480	30	2532	30	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	2488	30	2097	31	1883	30	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2502	29	2610	30	2508	30	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	2222	31	1997	29	2175	30	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	2402	30	1897	30	1885	30	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2505	30	2468	30	2306	30	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	2419	30	2173	31	2131	30	OK	-78
18	12	71spot	北行	2442	29	2389	29	2504	31	OK	-87
19	11	72spot	北行	2588	26	2470	30	2577	31	OK	-87
20	10	73spot	北行	2315	28	2518	30	2422	30	OK	-77
21	9	74spot	北行	2486	30	2416	30	2450	30	OK	-80
22	8	75spot	北行	2473	30	2499	30	2467	30	OK	-74
23	7	155spot	北行	2649	32	2300	30	1828	30	OK	-85
24	6	154spot	北行	2335	29	2579	30	2251	30	OK	-72
25	5	153spot	北行	2630	29	2492	30	2519	30	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	2526	30	2526	31	2577	31	OK	-80

表 4.3.1-91 フレームレート充足確認結果(Cam4)

フレームレート充足確認結果(Cam4)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1877	30	1933	30	2456	31	OK	-83
2	3	151spot	南行	2162	30	1922	30	2249	30	OK	-79
3	4	152spot	南行	2496	30	2446	30	2496	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2467	30	2584	30	2494	30	OK	-75
5	6	154spot	南行	2402	32	2247	30	2414	30	OK	-79
6	7	155spot	南行	2244	30	1565	29	2312	30	OK	-82
7	8	75spot	南行	2428	30	2454	30	2566	31	OK	-56
8	9	74spot	南行	2462	30	2424	29	2573	31	OK	-68
9	10	73spot	南行	2486	30	2503	30	2536	29	OK	-86
10	11	72spot	南行	2505	30	2483	30	2473	30	OK	-92
11	12	71spot	南行	2526	30	2556	31	2556	30	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	1983	30	1776	29	1862	30	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2551	30	2515	30	2400	29	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	1637	31	1487	29	1961	29	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	2275	30	1760	30	2107	30	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2460	30	2404	30	2364	31	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	2157	30	1891	30	2391	30	OK	-78
18	12	71spot	北行	2442	30	2618	30	2481	30	OK	-87
19	11	72spot	北行	2481	30	2532	30	2444	30	OK	-87
20	10	73spot	北行	2426	30	2562	28	2405	30	OK	-77
21	9	74spot	北行	2374	29	2492	31	2454	30	OK	-80
22	8	75spot	北行	2499	30	2395	30	2459	30	OK	-74
23	7	155spot	北行	2505	32	1544	30	2348	29	OK	-85
24	6	154spot	北行	2377	30	2448	30	2512	30	OK	-72
25	5	153spot	北行	2576	31	2497	30	2478	30	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	2514	30	2559	29	2395	32	OK	-80

表 4.3.1-92 フレームレート充足確認結果(Cam5)

フレームレート充足確認結果(Cam5)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1503	29	2309	30	2254	30	OK	-83
2	3	151spot	南行	2163	30	1915	29	2486	30	OK	-79
3	4	152spot	南行	2449	30	2309	29	2602	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2490	30	2494	30	2593	31	OK	-75
5	6	154spot	南行	2514	29	2495	30	2557	30	OK	-79
6	7	155spot	南行	2307	31	1334	30	2460	29	OK	-82
7	8	75spot	南行	2473	30	2377	29	2491	30	OK	-56
8	9	74spot	南行	2492	30	2532	29	2498	30	OK	-68
9	10	73spot	南行	2467	30	2478	30	2502	30	OK	-86
10	11	72spot	南行	2422	29	2276	30	2502	30	OK	-92
11	12	71spot	南行	2505	30	2469	29	2492	30	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	1744	30	1499	30	2061	29	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2584	30	2557	30	2550	30	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	1548	30	1367	30	2213	30	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	1803	29	1529	30	2029	29	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2568	31	2384	30	2031	30	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	1886	30	1718	31	2382	29	OK	-78
18	12	71spot	北行	2487	30	2478	30	2408	29	OK	-87
19	11	72spot	北行	2390	29	2500	30	2530	31	OK	-87
20	10	73spot	北行	2302	30	2513	29	2275	31	OK	-77
21	9	74spot	北行	2310	30	2339	30	2498	30	OK	-80
22	8	75spot	北行	2509	30	2468	29	2483	30	OK	-74
23	7	155spot	北行	1983	32	1950	30	2453	30	OK	-85
24	6	154spot	北行	1940	31	2109	30	2347	30	OK	-72
25	5	153spot	北行	2512	30	2498	30	2468	30	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	2503	30	2473	30	2527	30	OK	-80

表 4.3.1-93 フレームレート充足確認結果(Cam6)

フレームレート充足確認結果(Cam6)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2076	30	2168	30	2447	30	OK	-83
2	3	151spot	南行	2280	30	1907	30	2152	30	OK	-79
3	4	152spot	南行	2492	30	2545	28	2511	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2548	30	2594	30	2458	30	OK	-75
5	6	154spot	南行	2408	29	2273	30	2417	29	OK	-79
6	7	155spot	南行	2387	30	1603	31	1993	30	OK	-82
7	8	75spot	南行	2479	30	2287	31	2534	30	OK	-56
8	9	74spot	南行	2569	31	2540	30	2505	30	OK	-68
9	10	73spot	南行	2584	31	2551	30	2593	31	OK	-86
10	11	72spot	南行	2398	29	2536	29	2586	31	OK	-92
11	12	71spot	南行	2465	30	2503	30	2528	30	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	2013	29	1696	30	2220	29	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2316	31	2552	30	2505	30	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	1869	30	1760	30	1573	30	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	2063	30	2483	30	1917	31	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2510	30	2217	30	1926	30	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	2169	29	2425	30	1934	30	OK	-78
18	12	71spot	北行	2518	31	2518	30	2490	28	OK	-87
19	11	72spot	北行	2439	30	2523	30	2493	29	OK	-87
20	10	73spot	北行	2445	30	2613	30	2438	30	OK	-77
21	9	74spot	北行	2445	31	2396	27	2467	30	OK	-80
22	8	75spot	北行	2518	30	2565	24	2373	29	OK	-74
23	7	155spot	北行	2380	32	1982	30	2401	30	OK	-85
24	6	154spot	北行	2388	30	2364	29	2301	30	OK	-72
25	5	153spot	北行	2618	30	2449	30	2475	29	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	2443	29	2601	31	2503	30	OK	-80

表 4.3.1-94 フレームレート充足確認結果(Cam7)

フレームレート充足確認結果(Cam7)				sv1		sv2		sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1899	30	2277	30	2386	30	OK	-83
2	3	151spot	南行	2274	30	2332	30	2194	31	OK	-79
3	4	152spot	南行	2458	29	2458	28	2571	30	OK	-67
4	5	153spot	南行	2487	29	2532	28	2510	30	OK	-75
5	6	154spot	南行	2544	30	2500	30	2360	30	OK	-79
6	7	155spot	南行	2272	30	2057	29	2341	31	OK	-82
7	8	75spot	南行	2403	29	2511	30	2468	30	OK	-56
8	9	74spot	南行	2552	29	2502	30	2282	31	OK	-68
9	10	73spot	南行	2569	30	2502	30	2494	30	OK	-86
10	11	72spot	南行	2548	31	2456	30	2501	30	OK	-92
11	12	71spot	南行	2449	30	2487	30	2358	31	OK	-86
12	13	71spot横交差点	南行	2547	30	2233	30	1809	30	OK	-77
13	14	2ビルバス停	南行	2518	30	2619	31	2515	30	OK	-84
14	15	61spot横交差点	南行	2243	31	2042	30	2020	31	OK	-80
15	15	61spot横交差点	北行	2427	30	2155	30	1719	30	OK	-83
16	14	2ビルバス停	北行	2477	30	2253	31	1982	30	OK	-95
17	13	71spot横交差点	北行	2393	30	2314	30	2124	30	OK	-78
18	12	71spot	北行	2553	28	2315	30	2490	31	OK	-87
19	11	72spot	北行	2618	27	1740	19	2445	30	OK	-87
20	10	73spot	北行	2240	23	2637	25	2280	30	OK	-77
21	9	74spot	北行	2400	29	2478	29	2481	30	OK	-80
22	8	75spot	北行	2500	30	2474	30	2521	30	OK	-74
23	7	155spot	北行	2670	32	2368	30	2515	30	OK	-85
24	6	154spot	北行	2477	30	2474	29	2483	30	OK	-72
25	5	153spot	北行	2621	31	2587	31	2414	29	OK	-74
26	1	3ビルバス停	北行	1943	24	2555	31	2502	29	OK	-80

3.　遅延計測

・実験結果(パターンｂ：第 3 ターミナルから第 2 ターミナル間の 3 台追従走行)

横軸をランドマーク、縦軸を映像遅延とした際、目標値の KPI に対し、ローカル 5G 区間遅延を含む映像遅延で必要な 350msec 以下を基本的には観測しており、測定誤差等を考慮してもローカル 5G とインターネット・クラウド区間を除いた映像送受信においては 50msec 以上のマージンを有していることがわかりました。

試験実施日時：1 月 17 日　11:17:47～11:26:17

天候：曇り

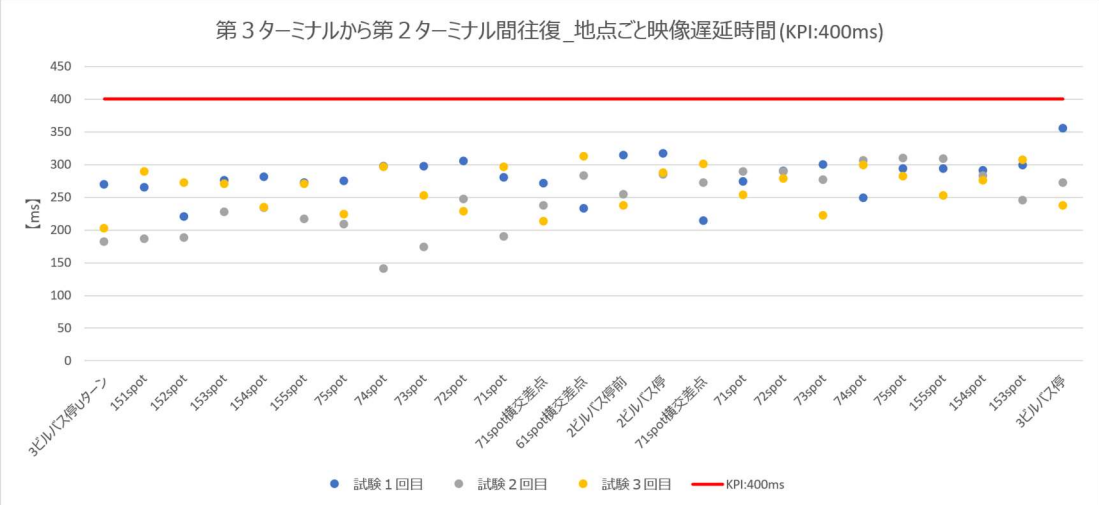


図 4.3.1-155　計測地点ごとの映像遅延結果

※自動運転車の走行ルートに 15 地点の測定ポイントを設け、時系列に第 3 ターミナルから 1 往復分の 25 回、15 地点で映像遅延を測定しました。以下に映像遅延結果の表を示します。

詳細部分については、試験 2 回目のデータを詳細に記載します。

試験実施日時：2023/1/17　11:34～11:47

天候：曇り

詳細情報　SV1 号車

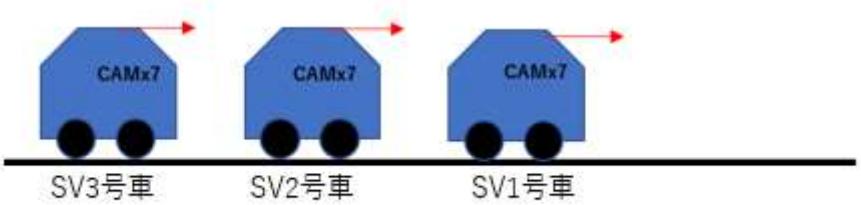


図 4.3.1-156　3 台追従走行のイメージ

表 4.3.1-95　測定結果(地点番号 2)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
1	2	3ビルバス停Uターン	182	合格	9	対象



図 4.3.1-157　測定地点(地点番号 2)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

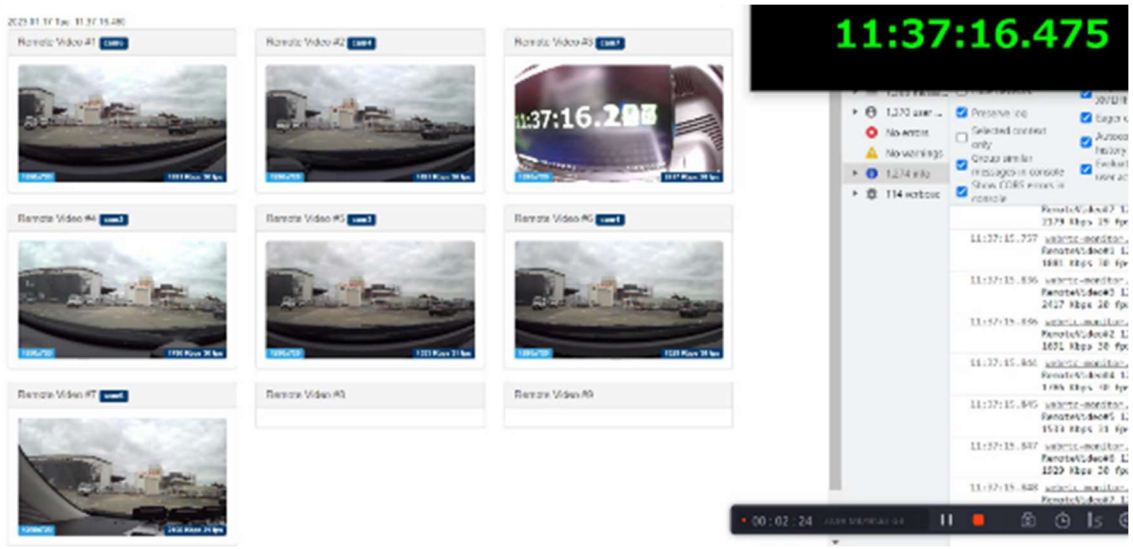


図 4.3.1-158　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-96　測定結果(地点番号 3)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
2	3	151spot	186	合格	9	対象

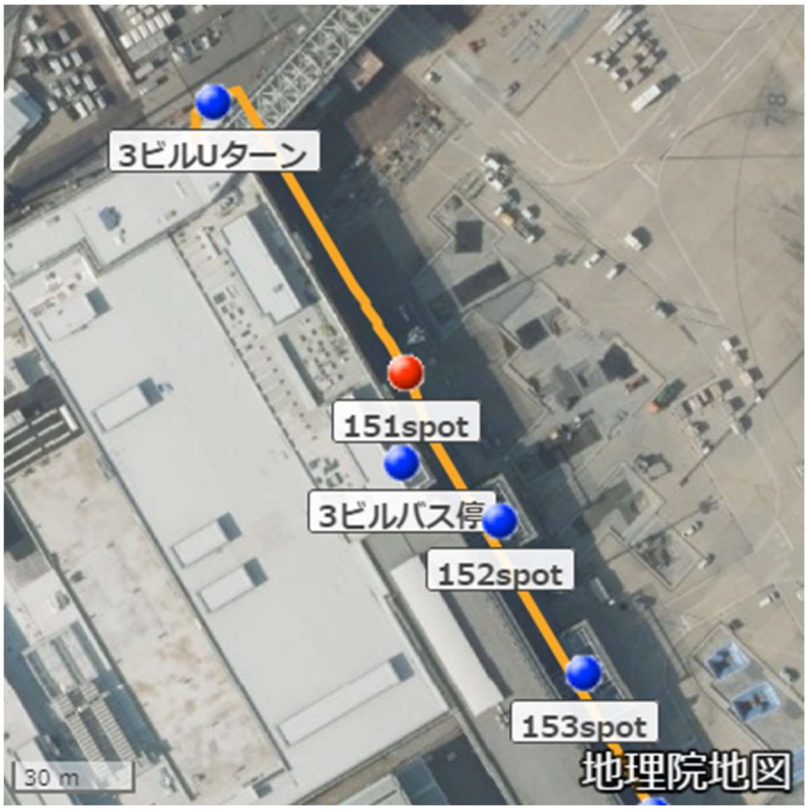


図 4.3.1-159　　測定地点(地点番号 3)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

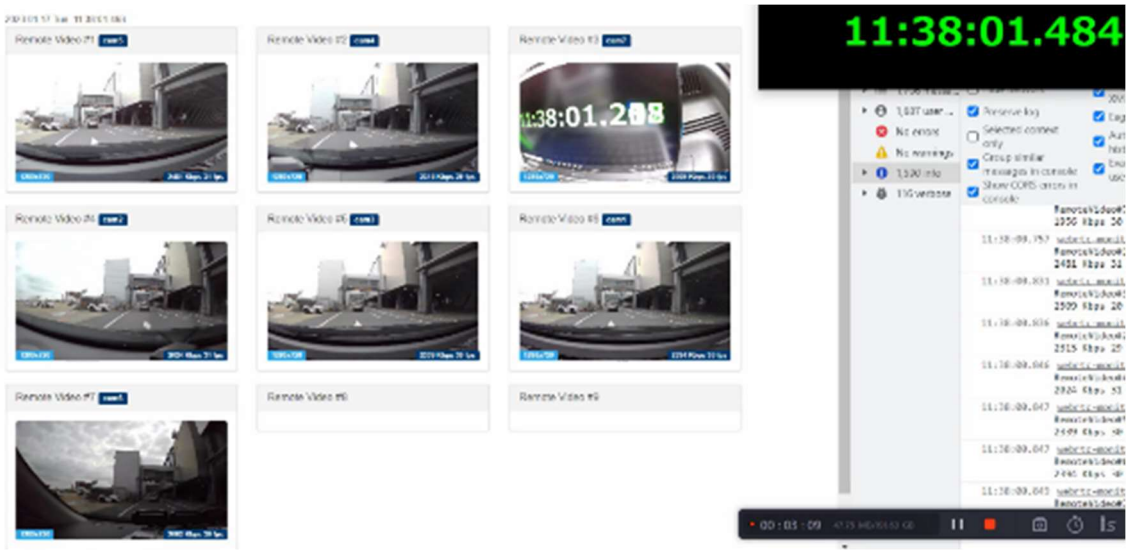


図 4.3.1-160　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-97　測定結果(地点番号 4)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
3	4	152spot	188	合格	27	対象



図 4.3.1-161　　測定地点(地点番号 4)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

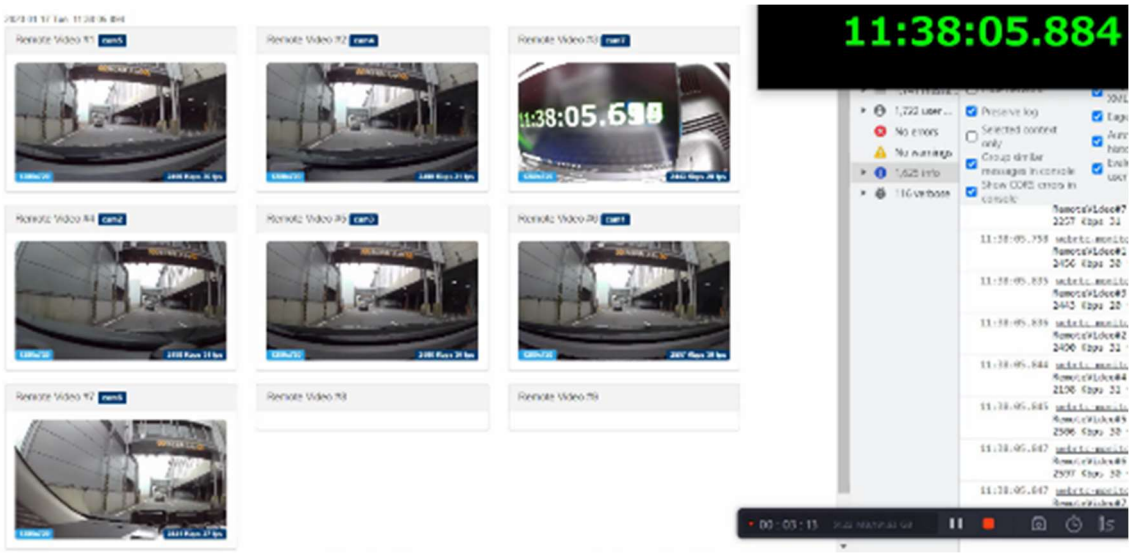


図 4.3.1-162　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-98　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
4	5	153spot	227	合格	9	対象

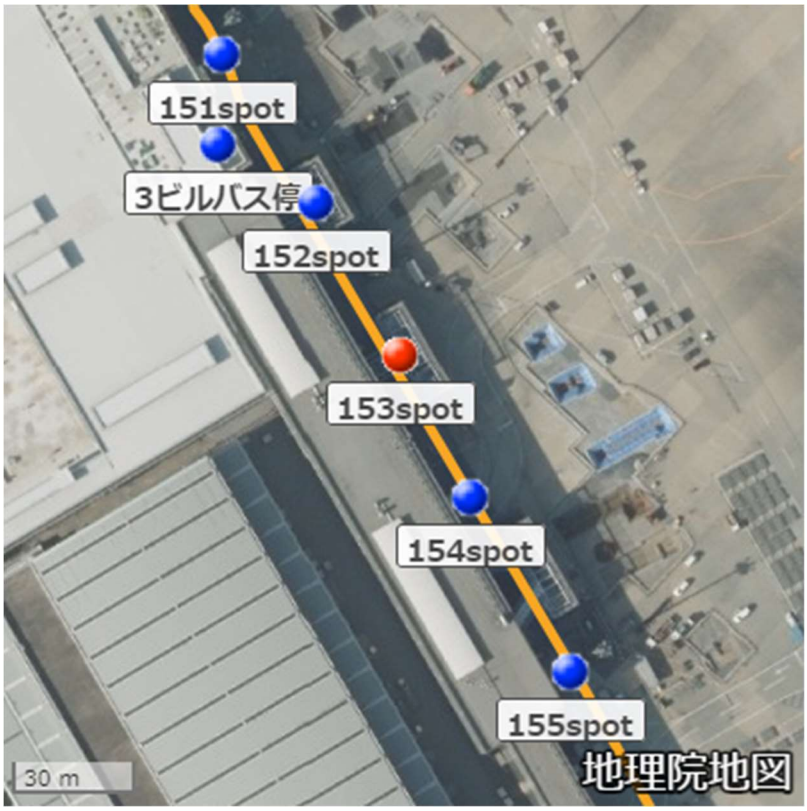


図 4.3.1-163　　測定地点(地点番号 5)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

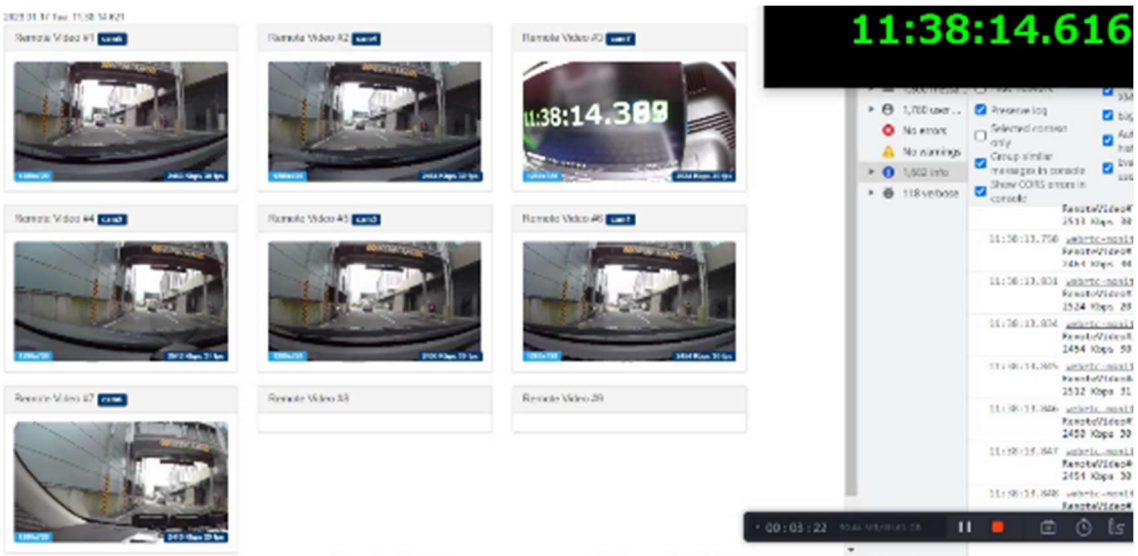


図 4.3.1-164　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-99　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
5	6	154spot	234	合格	12	対象



図 4.3.1-165　　測定地点(地点番号 6)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

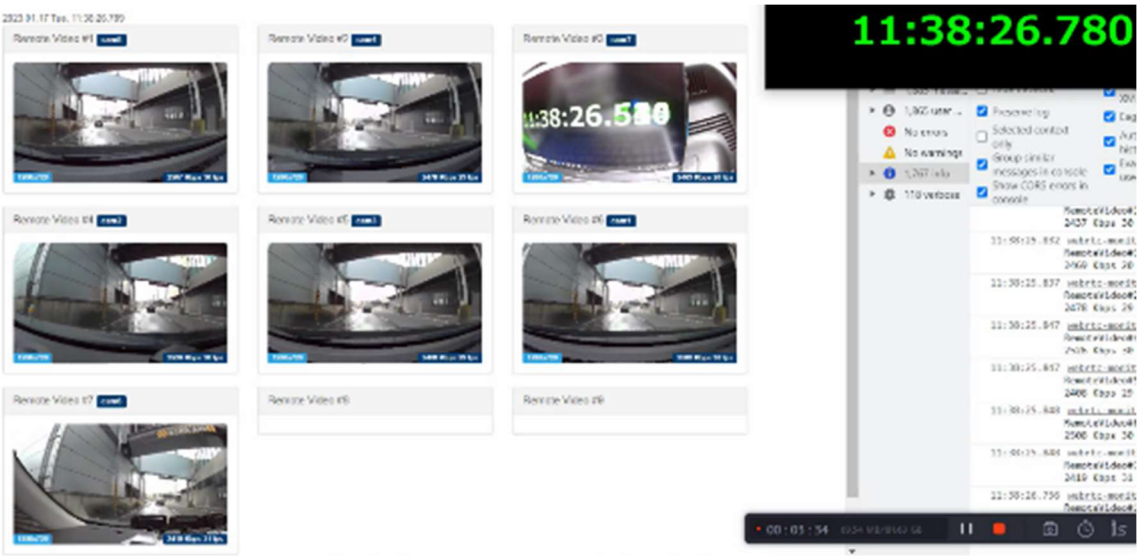


図 4.3.1-166　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-100　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
6	7	155spot	217	合格	14	対象



図 4.3.1-167　　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

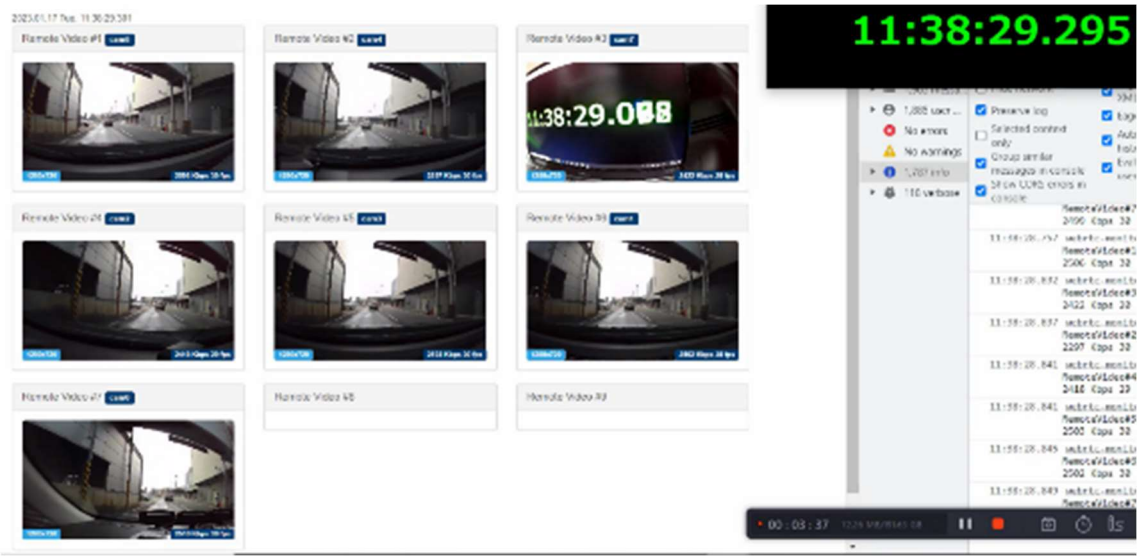


図 4.3.1-168　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-101　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
7	8	75spot	209	合格	55	対象



図 4.3.1-169　測定地点(地点番号 8)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

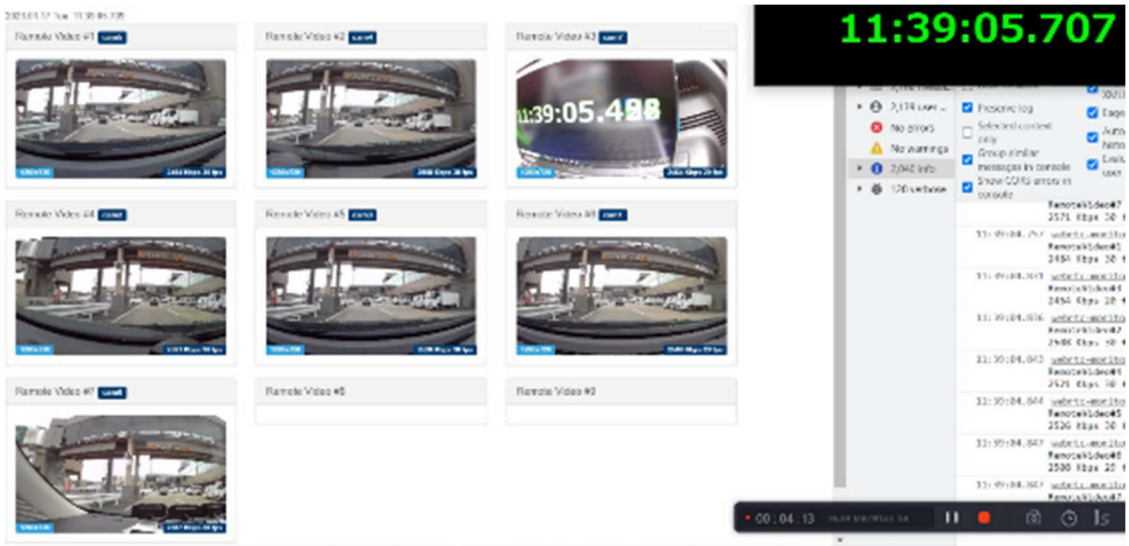


図 4.3.1-170　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-102　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
8	9	74spot	141	合格	12	対象



図 4.3.1-171　測定地点(地点番号 9)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

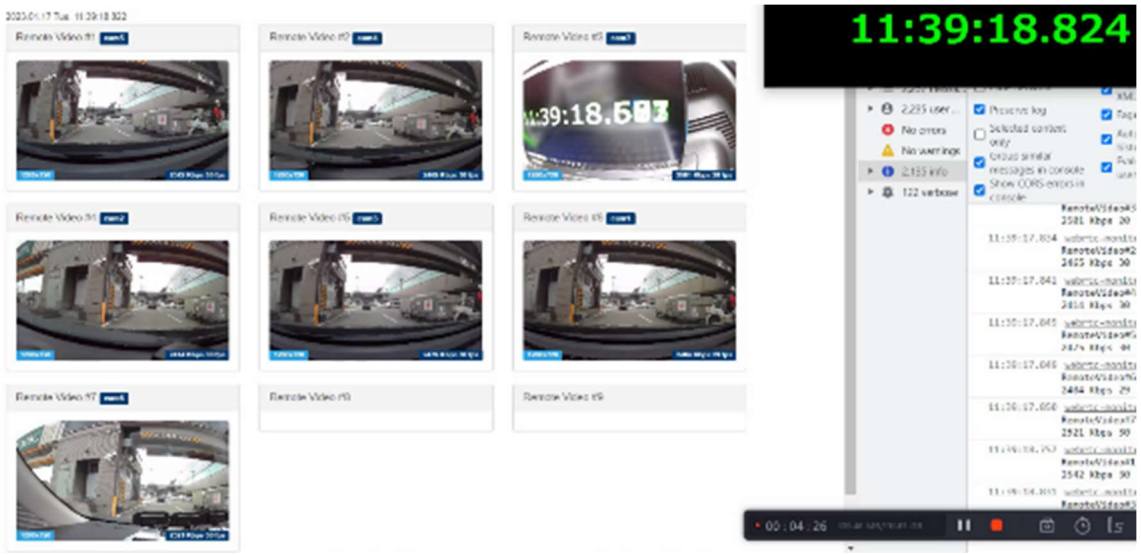


図 4.3.1-172　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-103　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
9	10	73spot	174	合格	10	対象

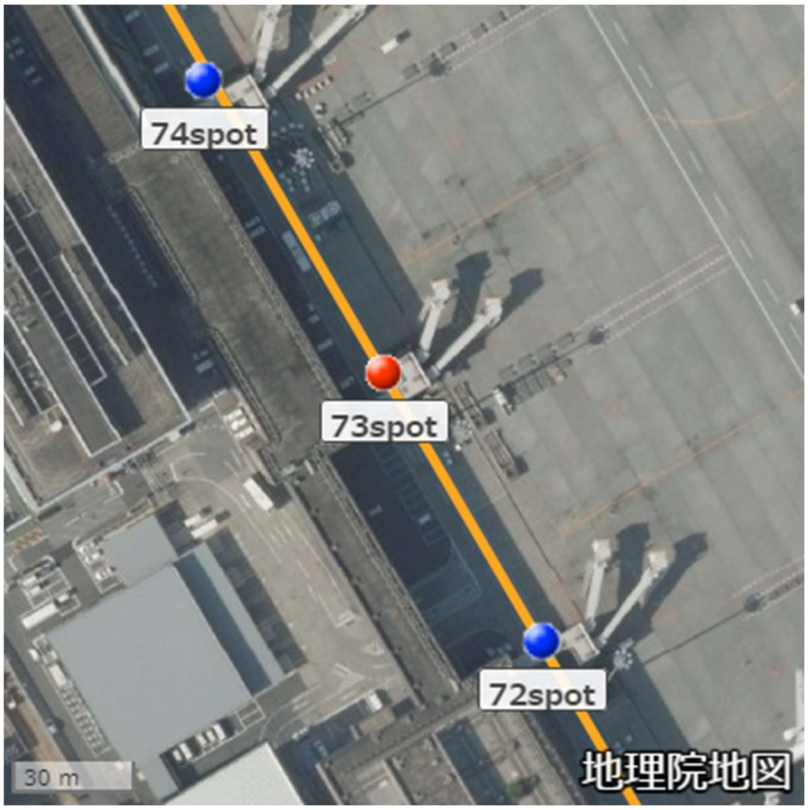


図 4.3.1-173　　測定地点(地点番号 10)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

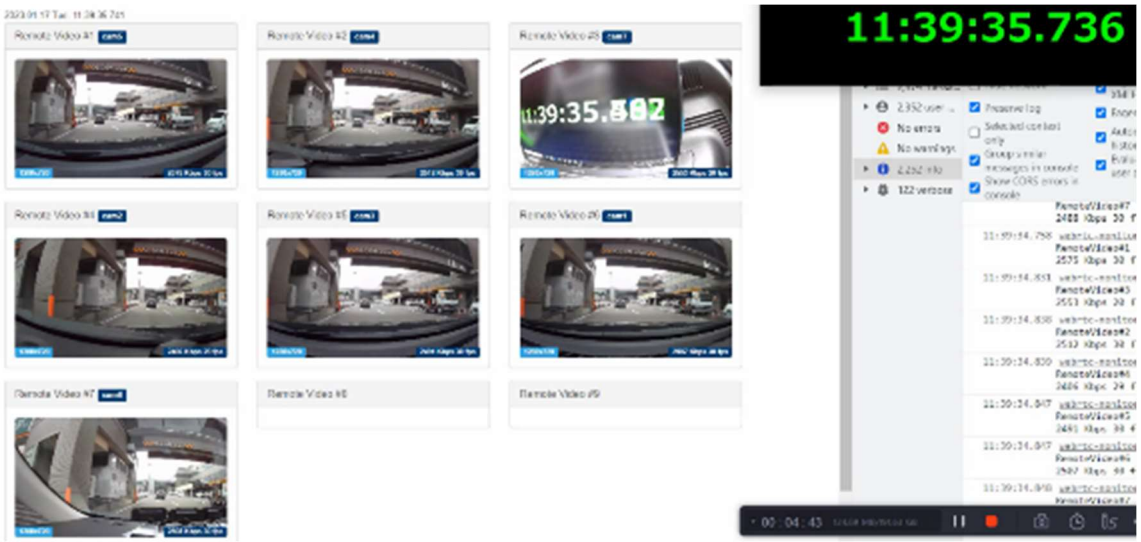


図 4.3.1-174　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-104　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
10	11	72spot	247	合格	11	対象



図 4.3.1-175　　測定地点(地点番号 11)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

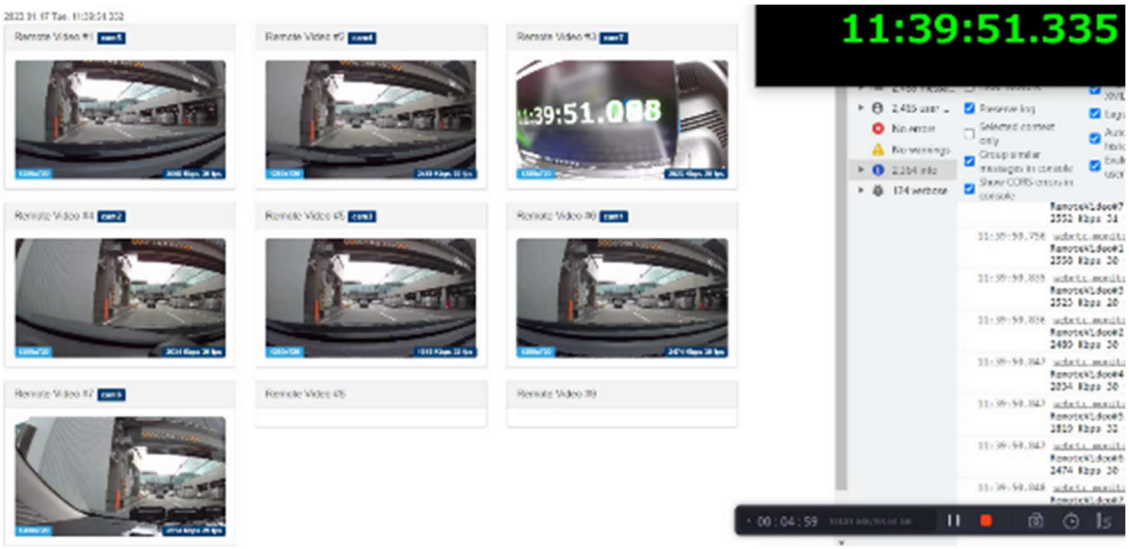


図 4.3.1-176　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-105　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
11	12	71spot	190	合格	11	対象



図 4.3.1-177　　測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

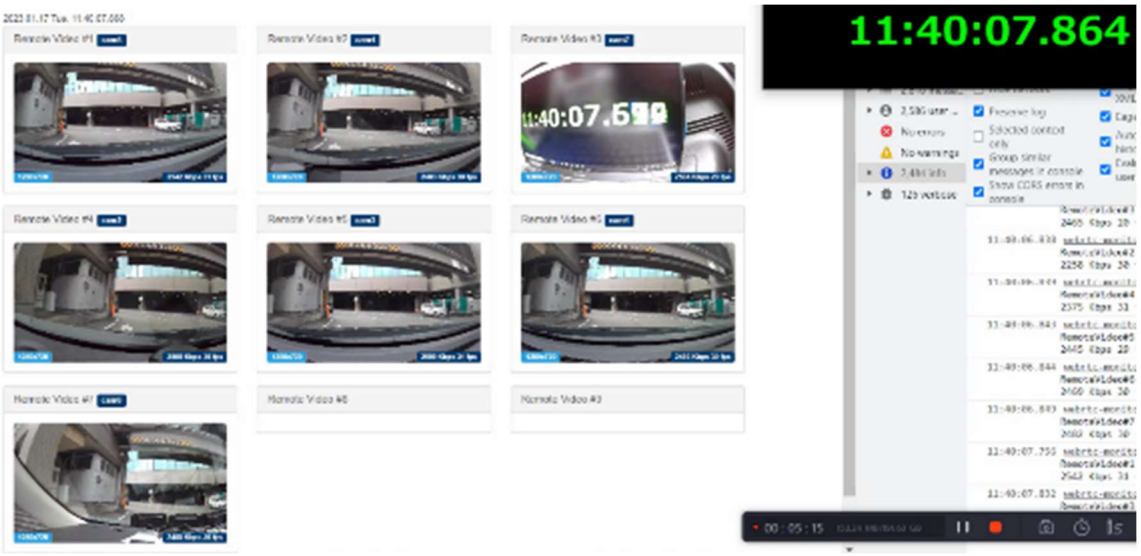


図 4.3.1-178　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-106　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
12	13	71spot横交差点	237	合格	8	対象



図 4.3.1-179　　測定地点(地点番号 13)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

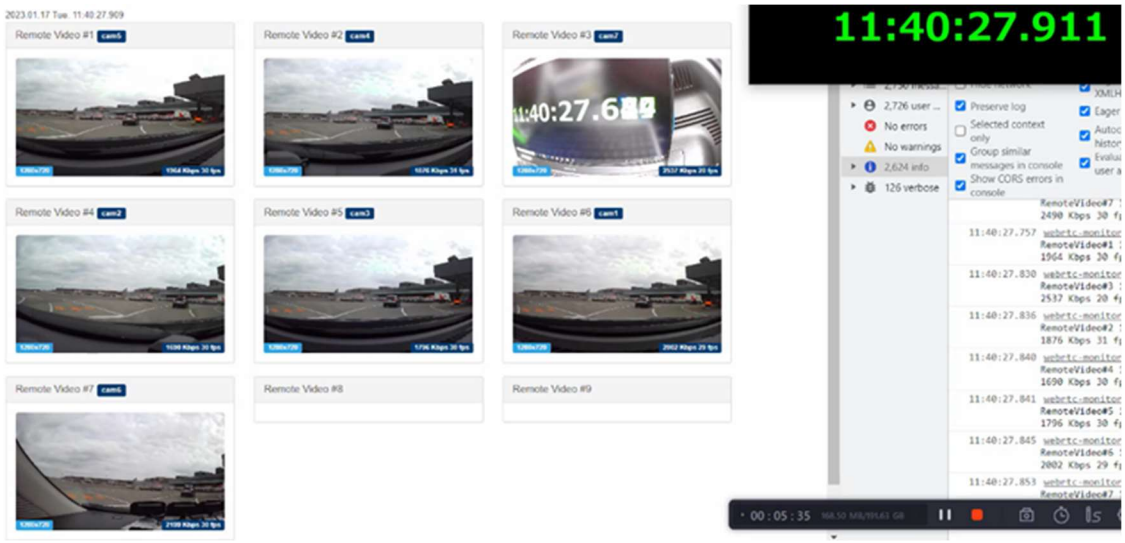


図 4.3.1-180　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-107　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
13	14	2ビルバス停	283	合格	15	対象



図 4.3.1-181　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成



図 4.3.1-182　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-108　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
14	15	61spot横交差点	254	合格	11	対象



図 4.3.1-183　　測定地点(地点番号 15)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

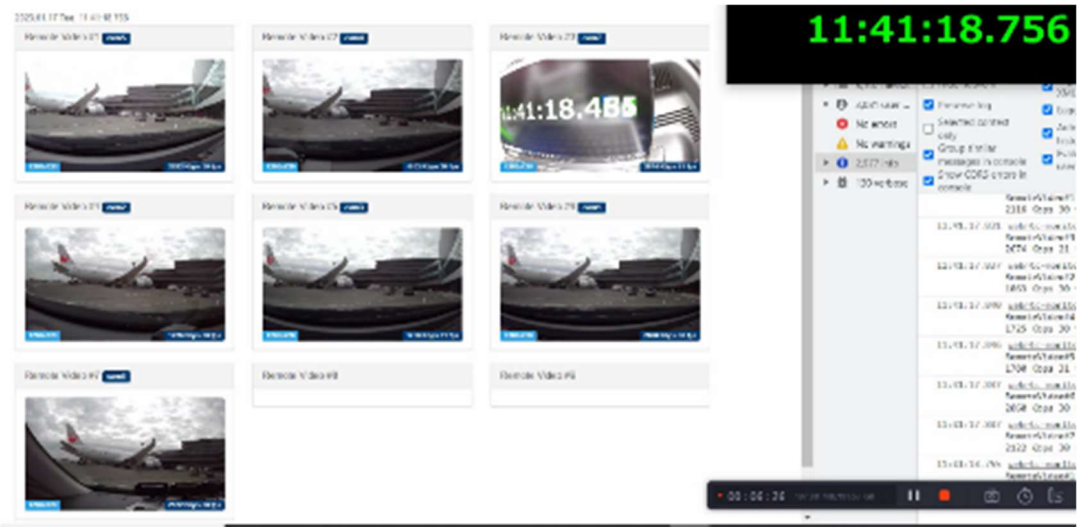


図 4.3.1-184　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-109　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
15	14	2ビルバス停	285	合格	11	対象



図 4.3.1-185　　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

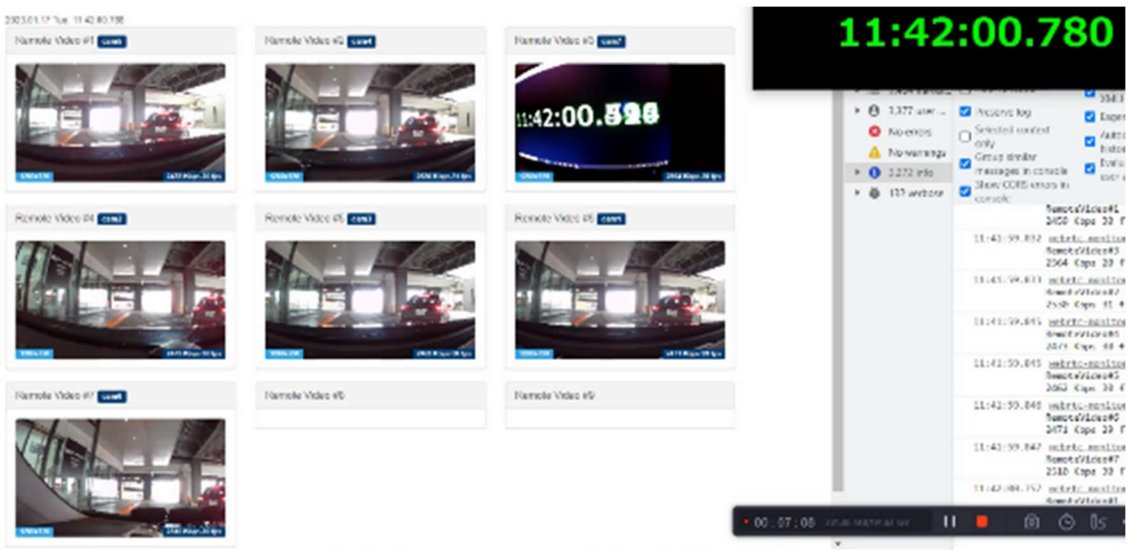


図 4.3.1-186　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-110　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
16	13	71spot横交差点	272	合格	14	対象



図 4.3.1-187　　測定地点(地点番号 13)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

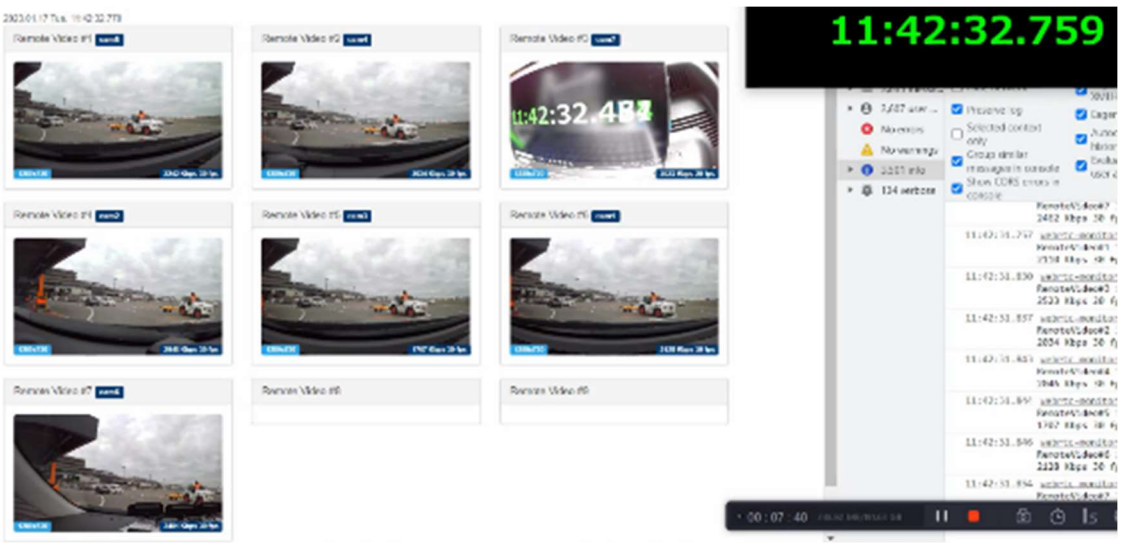


図 4.3.1-188　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-111　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
17	12	71spot	289	合格	16	対象



図 4.3.1-189　測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

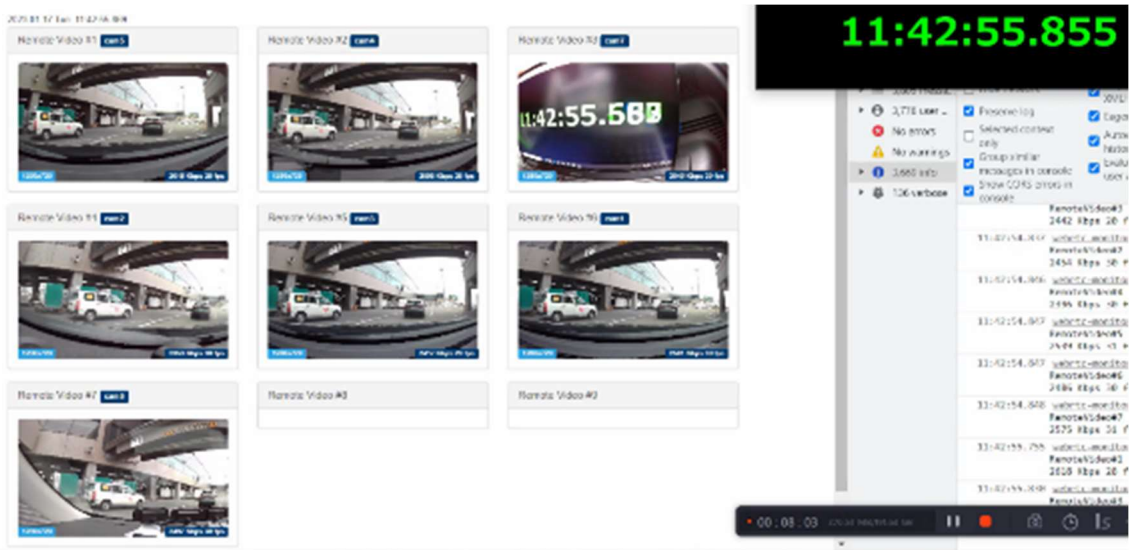


図 4.3.1-190　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-112　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
18	11	72spot	289	合格	18	対象



図 4.3.1-191　　測定地点(地点番号 11)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

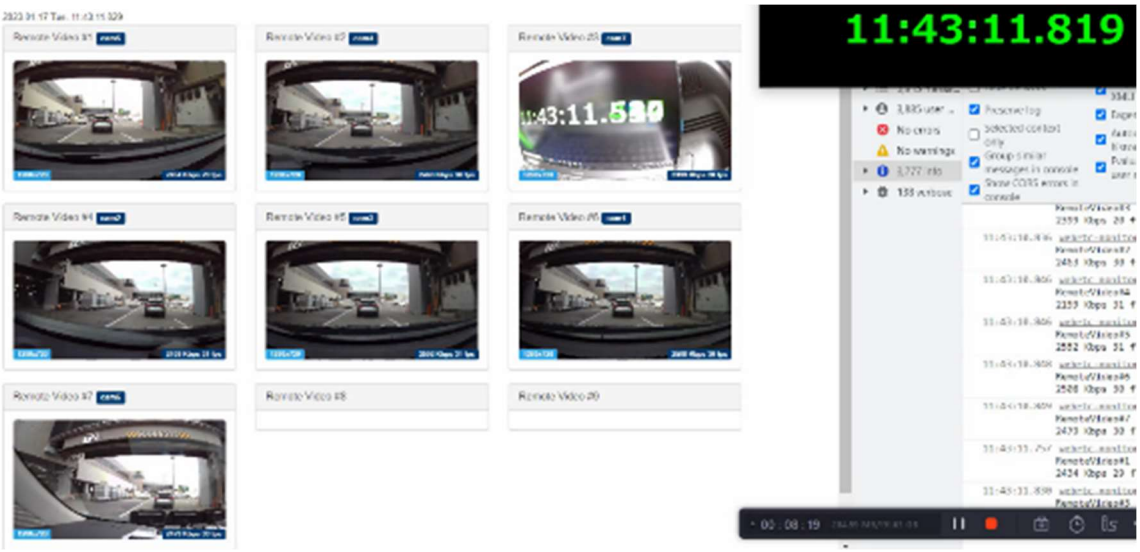


図 4.3.1-192　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-113　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
19	10	73spot	277	合格	12	対象



図 4.3.1-193　　測定地点(地点番号 10)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

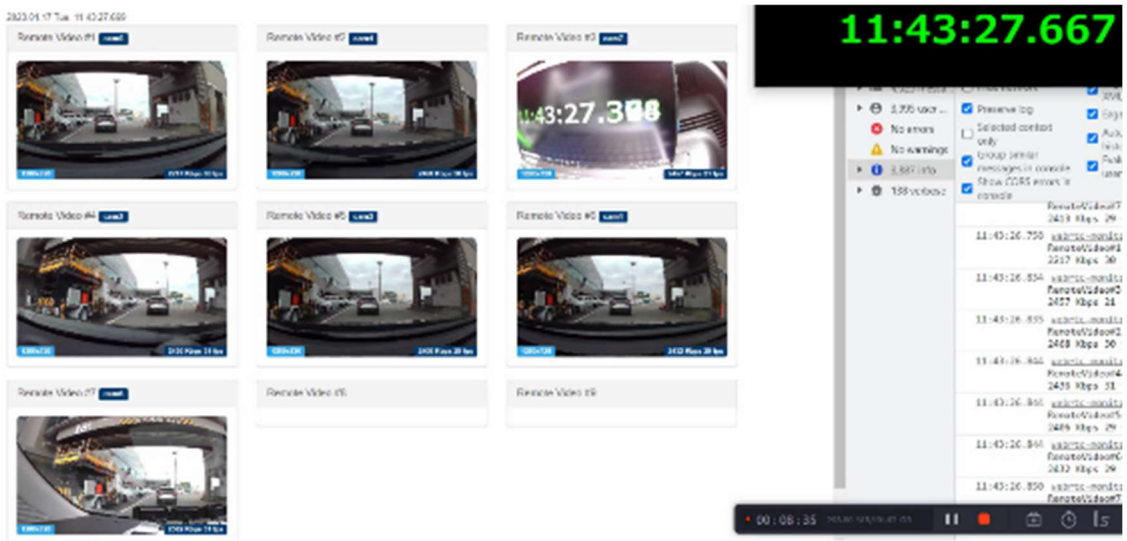


図 4.3.1-194　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-114　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
20	9	74spot	306	合格	11	対象

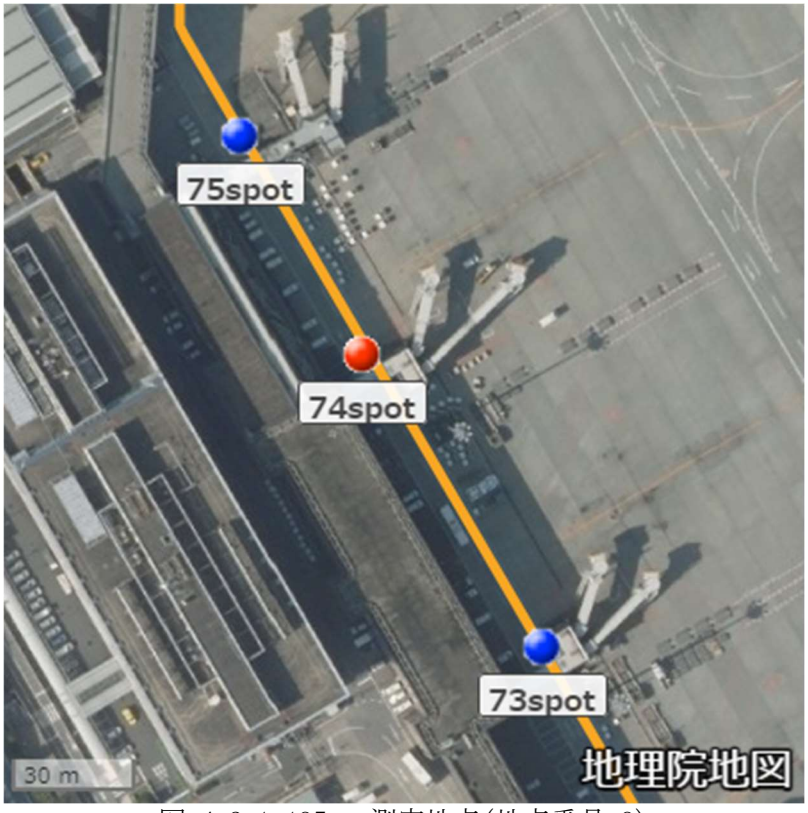


図 4.3.1-195　測定地点(地点番号 9)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

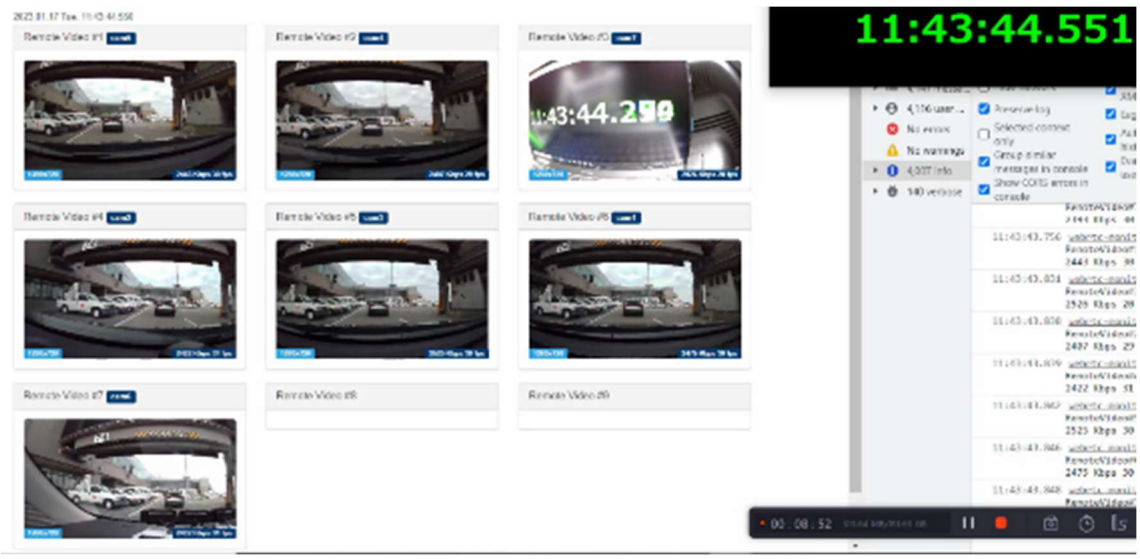


図 4.3.1-196　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-115　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
21	8	75spot	310	合格	10	対象



図 4.3.1-197　測定地点(地点番号 8)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

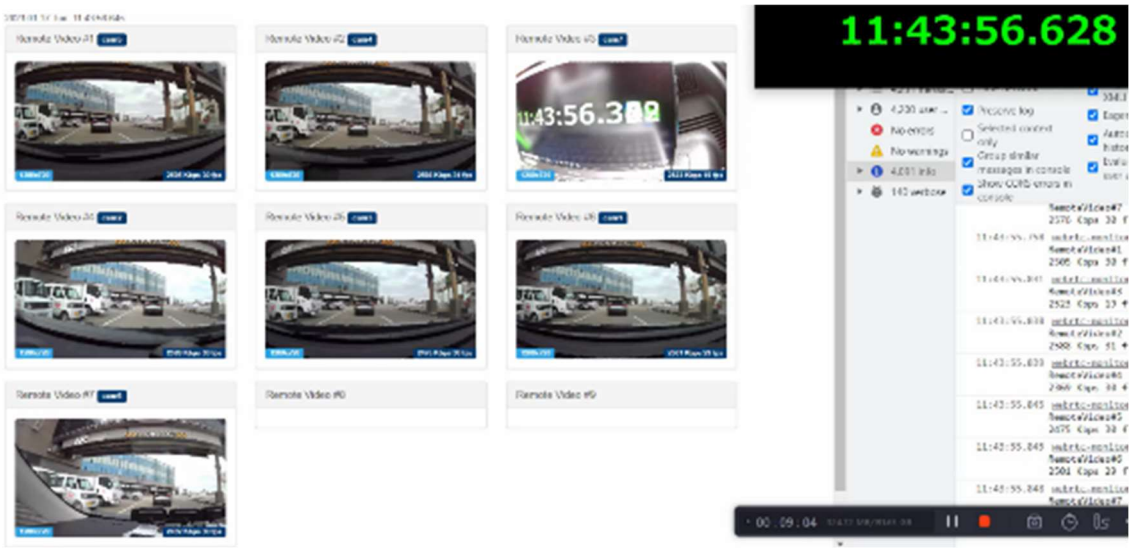


図 4.3.1-198　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-116　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
22	7	155spot	309	合格	13	対象



図 4.3.1-199　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

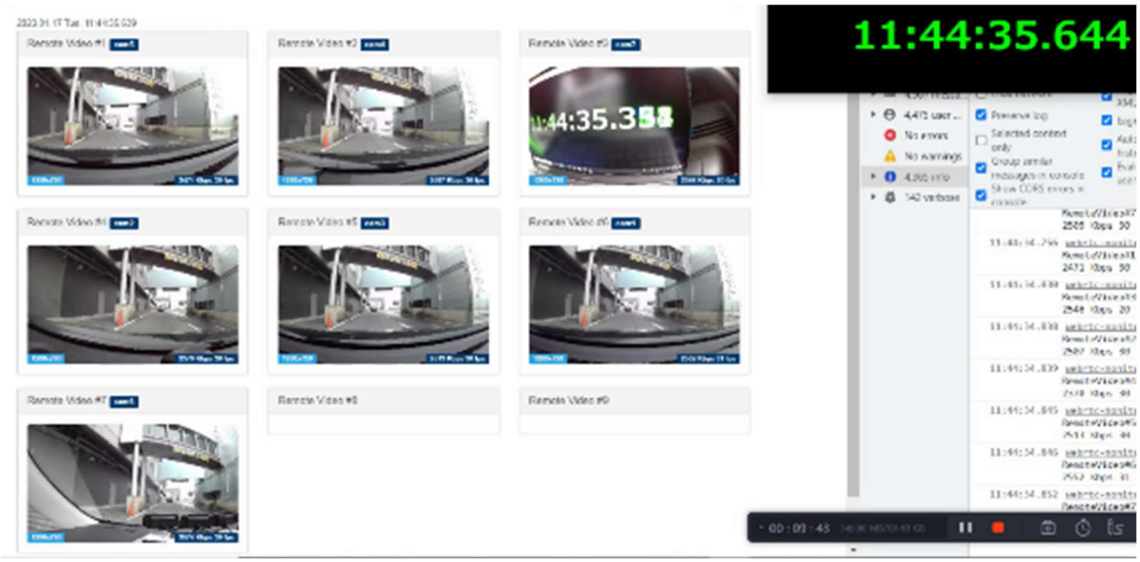


図 4.3.1-200　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-117　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
23	6	154spot	283	合格	16	対象



図 4.3.1-201　　測定地点(地点番号 6)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

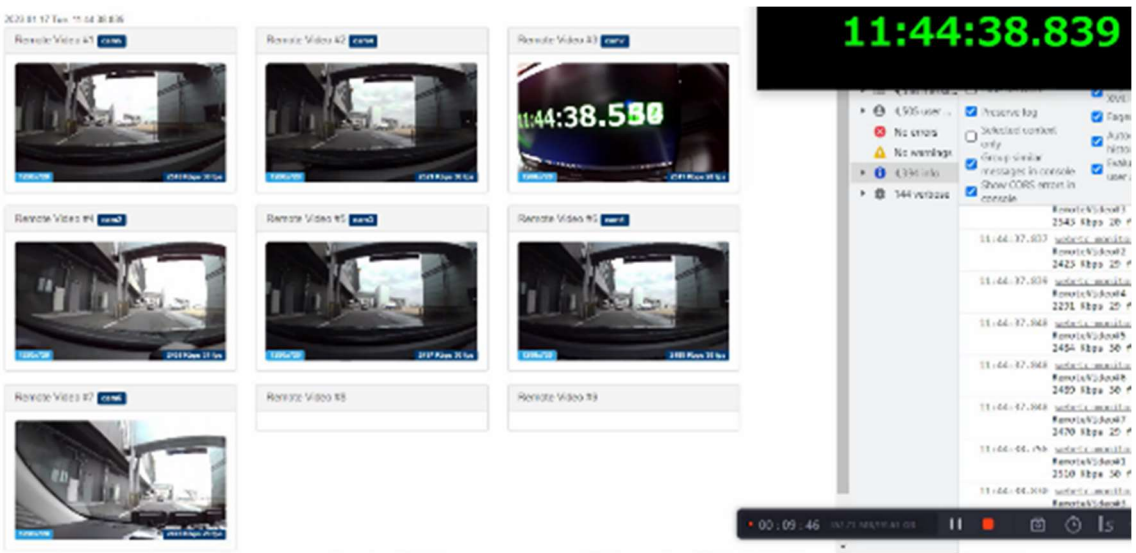


図 4.3.1-202　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-118　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
24	5	153spot	245	合格	16	対象

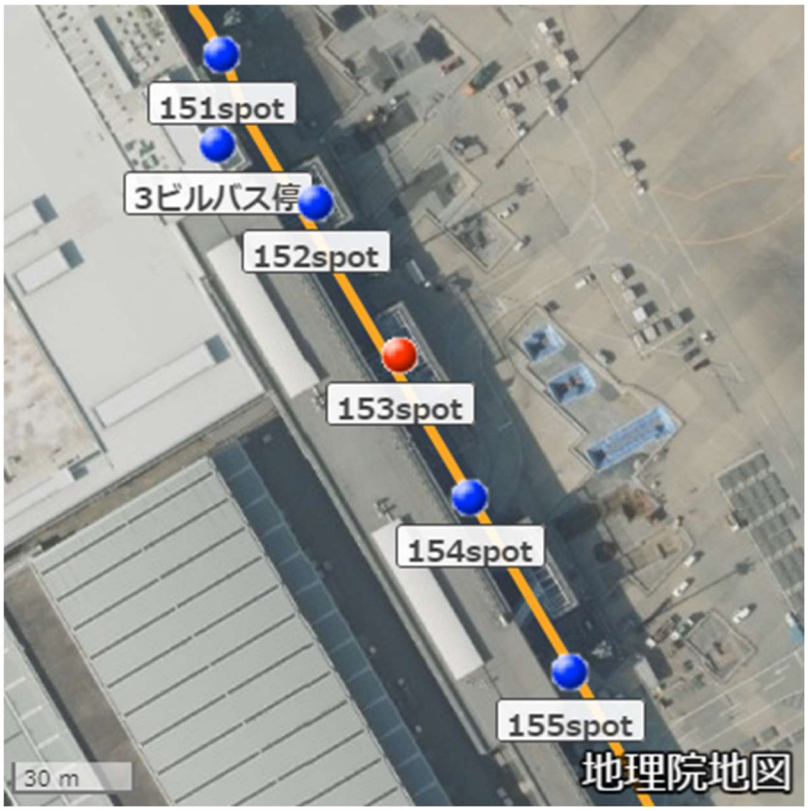


図 4.3.1-203　測定地点(地点番号 5)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

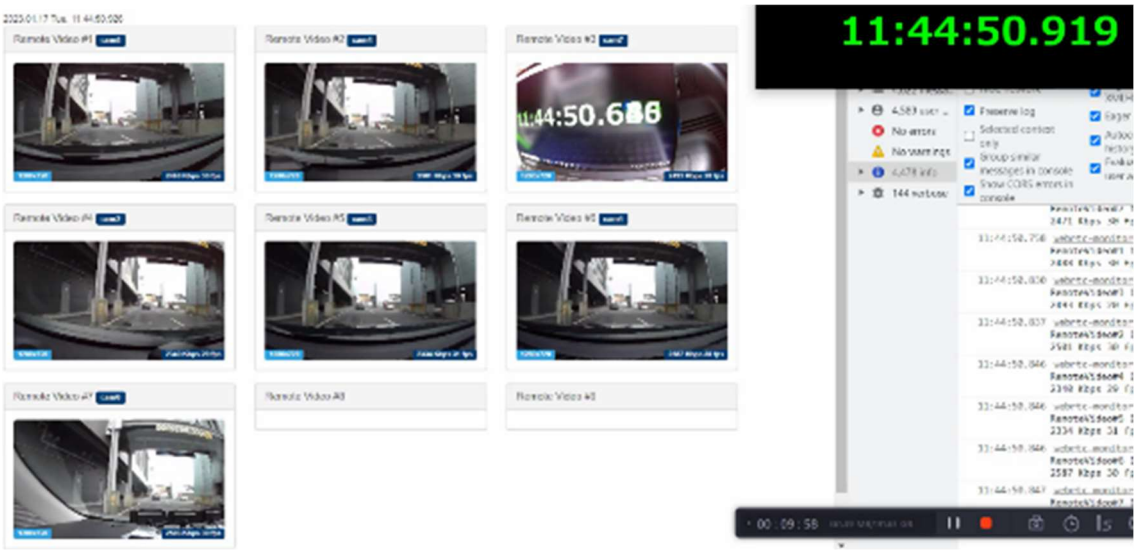


図 4.3.1-204　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-119　測定結果(地点番号 1)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
25	1	3ビルバス停	272	合格	10	対象

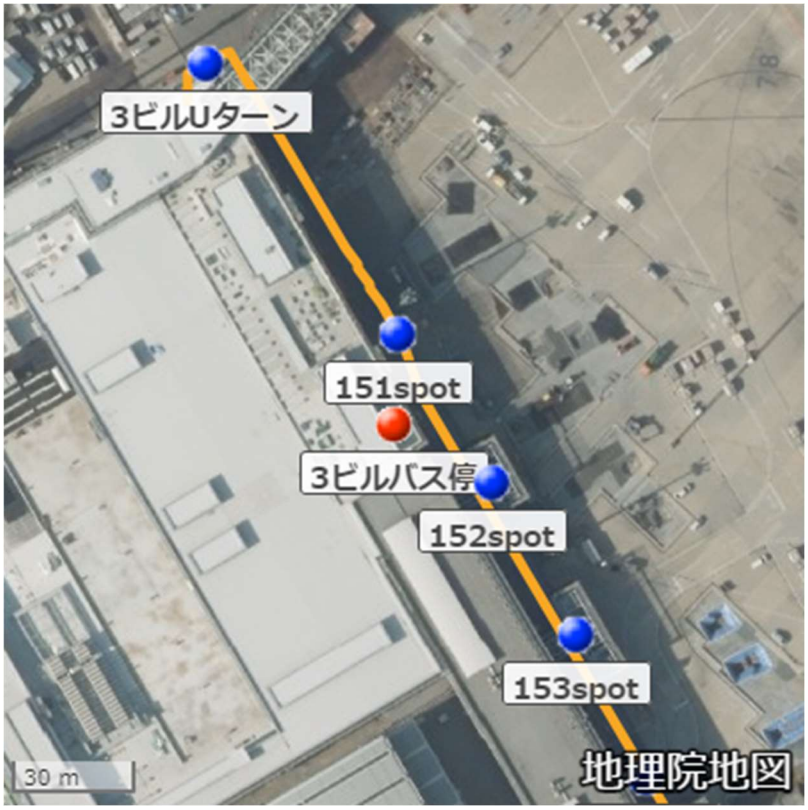


図 4.3.1-205　測定地点(地点番号 1)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

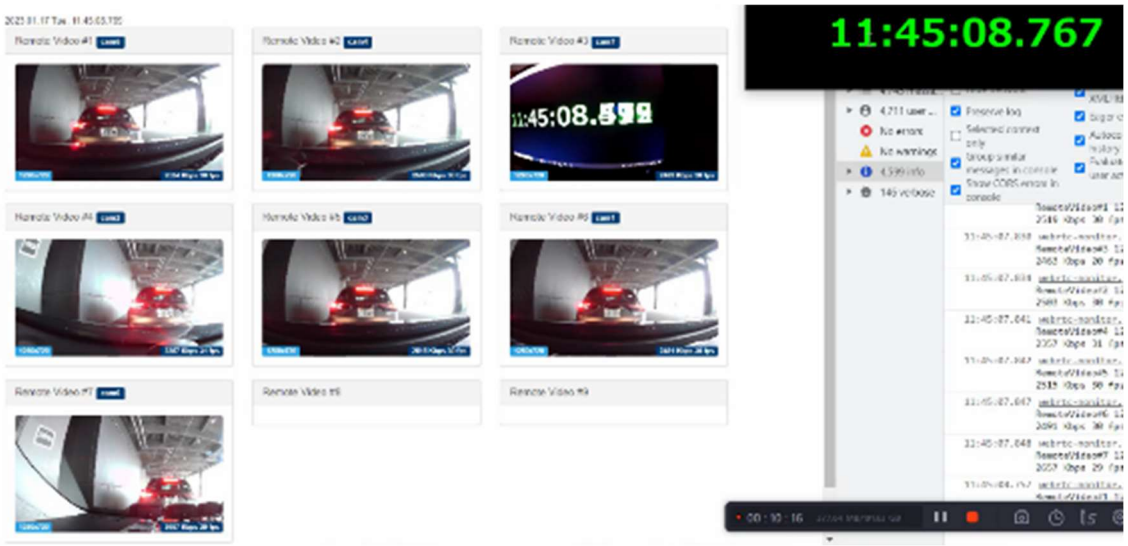


図 4.3.1-206　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

ク）　評価結果（ルート②）　第 3 ターミナルから第 2 ターミナル間の 3 台すれ違い走行

ルート 2 間において映像評価車については 3 台（複数台でのすれ違い走行）と設定し、走行ルート区間の 6 kmにおいて要求仕様のフロント HD 画質（1280x720）、周囲・車室内画質(640x480)について、ローカル 5G 網内に設置した MEC 型映像配信試験用 WebRTC サーバを用いて評価し、全てのルート上地点で下表にて充足することを確認しました。

あわせてローカル 5G で映像遅延を評価するにあたってオンプレミスで成田空港に WebRTC Server を設置し、映像遅延評価を行った。映像遅延の評価方法は、自動運転車と同じ 7 台のカメラで映像配信を行い、自動運転車両内での送信側映像と受信側映像の差を映像遅延としました。

実験実施日時：2023/1/17 14:09～14:22
天候：晴れ

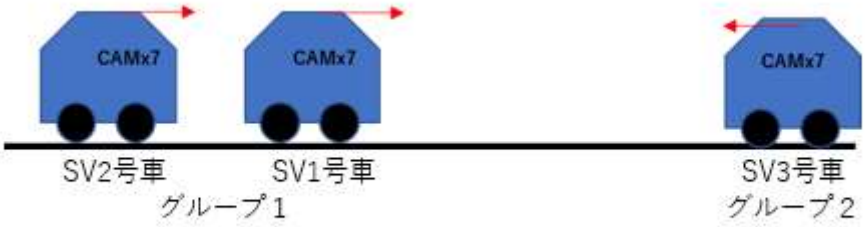


図 4.3.1-207 ：3 台すれ違い走行のイメージ

・2 台追従側の試験結果(グループ 1　SV1 号車、SV2 号車)

・フレームレート評価

表 4.3.1-120 ローカル 5G の映像伝送フレームレート評価

				Frame rate[fps]													
				SV1							SV2						
項番	地点番号	ランドマーク	方向	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7
		基準値(KPI)		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		判定		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	31	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	30	31	30
2	3	151spot	南行	30	30	30	30	29	29	30	30	30	30	30	30	31	30
3	4	152spot	南行	30	30	30	30	31	28	30	30	28	30	28	28	28	29
4	5	153spot	南行	30	30	30	30	31	31	30	30	31	30	30	30	30	29
5	6	154spot	南行	29	30	30	30	30	30	30	29	30	30	30	31	30	31
6	7	155spot	南行	30	30	31	30	30	30	30	30	30	31	30	31	29	30
7	8	75spot	南行	29	31	30	30	31	31	30	30	29	30	30	30	30	30
8	9	74spot	南行	30	29	30	30	30	30	30	31	30	30	30	30	30	30
9	10	73spot	南行	30	31	31	30	30	31	27	31	29	30	30	30	30	30
10	11	72spot	南行	30	29	31	30	30	29	29	30	29	30	30	30	30	30
11	12	71spot	南行	30	31	30	30	31	31	30	30	30	29	30	30	30	30
12	13	71spot横交差点	南行	30	30	30	30	29	29	31	31	30	30	29	30	30	30
13	14	2ビルバス停	南行	29	30	31	30	30	31	29	31	29	31	30	30	30	30
14	15	61spot横交差点	南行	31	30	30	29	30	30	30	30	28	30	29	30	31	30
15	15	61spot横交差点	北行	30	30	30	29	29	30	30	31	30	30	30	31	30	30
16	14	2ビルバス停	北行	30	29	30	29	29	29	30	29	30	30	31	31	30	30
17	13	71spot横交差点	北行	31	30	30	30	30	30	30	30	29	31	30	30	30	30
18	12	71spot	北行	28	31	31	30	30	30	27	30	29	29	30	30	30	30
19	11	72spot	北行	32	30	30	31	31	30	29	29	30	29	31	30	29	30
20	10	73spot	北行	29	30	30	30	30	22	30	31	29	30	31	30	30	28
21	9	74spot	北行	29	30	31	30	30	30	30	31	30	30	30	29	30	31
22	8	75spot	北行	29	30	29	30	30	30	30	31	30	31	30	30	30	30
23	7	155spot	北行	30	30	30	29	29	30	29	30	30	30	31	30	30	30
24	6	154spot	北行	30	30	30	30	30	31	30	29	30	30	30	30	30	31
25	5	153spot	北行	29	30	30	31	30	31	29	29	30	31	30	30	30	30
26	1	3ビルバス停	北行	30	30	30	31	30	31	30	30	29	30	31	30	31	29

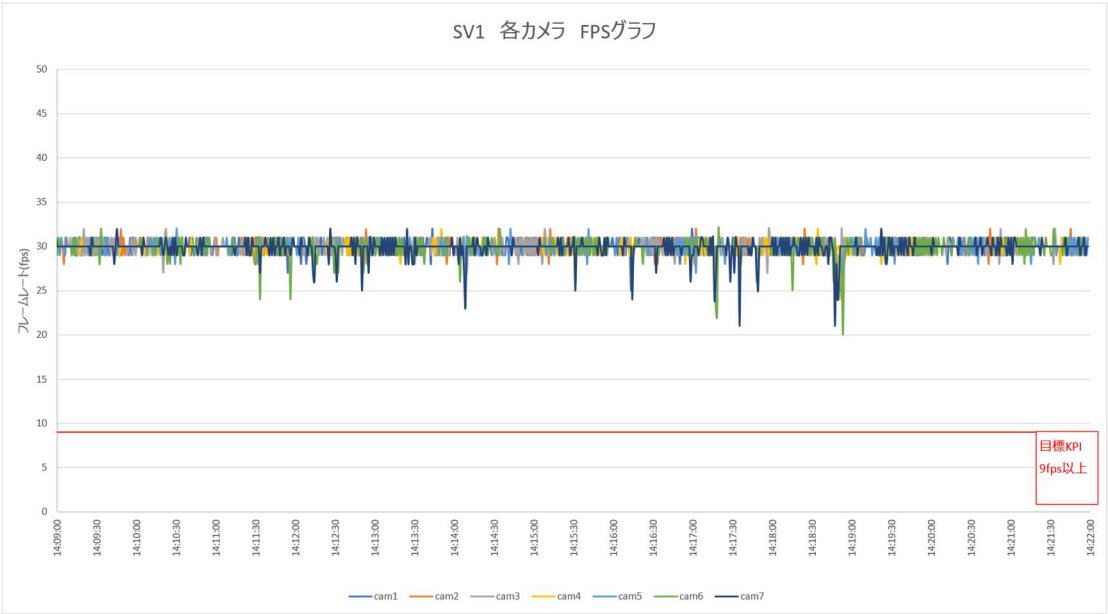


図 4.3.1-208　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

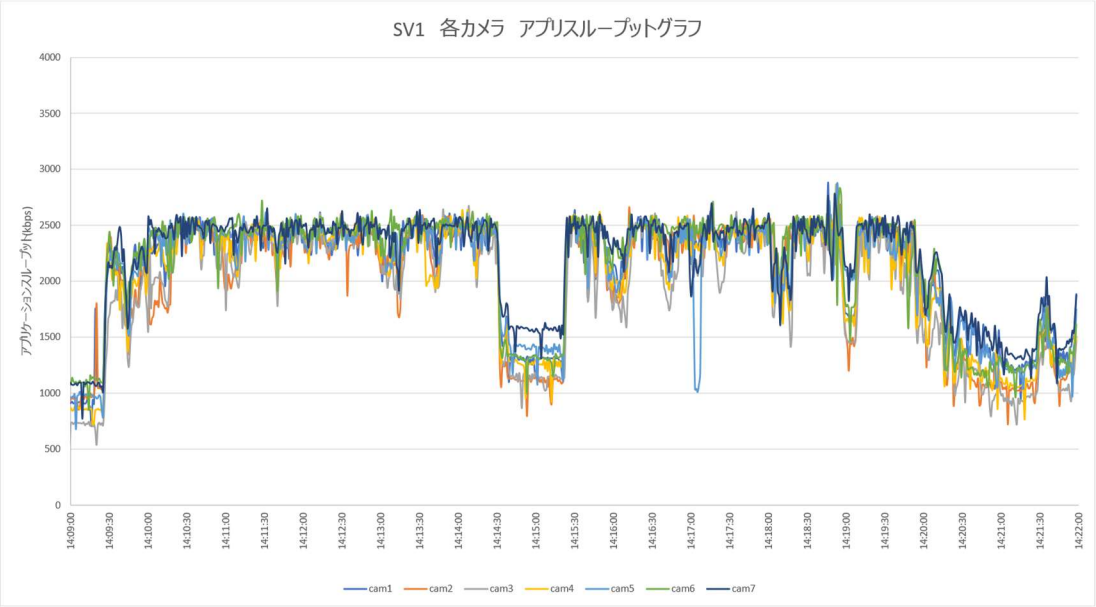


図 4.3.1-209　各カメラのスループット

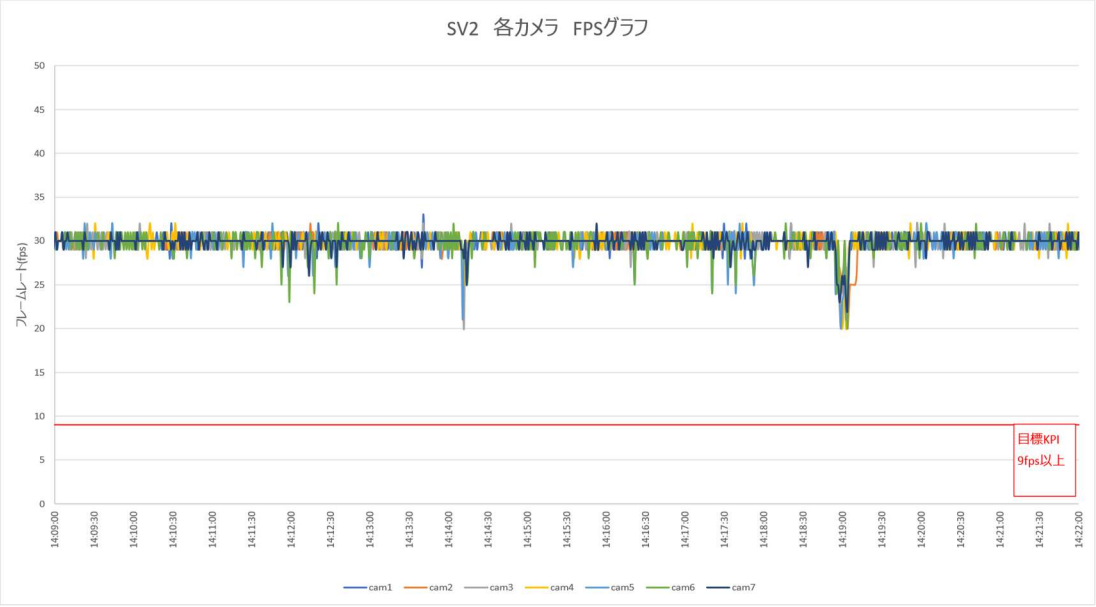


図 4.3.1-210　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

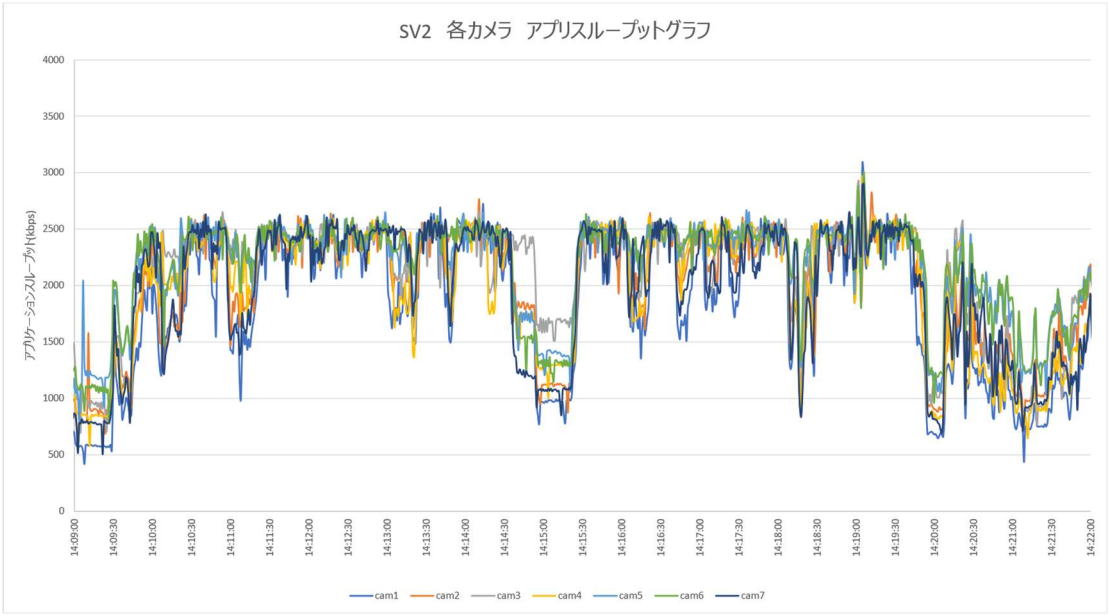


図 4.3.1-211　各カメラのスループット

各カメラの画質・フレームレート・電界強度計測結果

グループ 1（SV1 号車、SV2 号車）について、7 つのカメラともに、HD 画質設定でフレームレート要求を満たしました。また電界強度についても十分な強度が得られました。

表 4.3.1-121 フレームレート充足確認結果(Cam1)

フレームレート充足確認結果(Cam1)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2136	31	1784	30	OK	-85
2	3	151spot	南行	2136	30	1501	30	OK	-78
3	4	152spot	南行	2419	30	2475	30	OK	-60
4	5	153spot	南行	2530	30	2465	30	OK	-73
5	6	154spot	南行	2424	29	1562	29	OK	-77
6	7	155spot	南行	2383	30	1398	30	OK	-83
7	8	75spot	南行	2525	29	2482	30	OK	-79
8	9	74spot	南行	2497	30	2573	31	OK	-77
9	10	73spot	南行	2614	30	2582	31	OK	-84
10	11	72spot	南行	2534	30	2494	30	OK	-95
11	12	71spot	南行	2499	30	2497	30	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2281	30	1978	31	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2432	29	2631	31	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2586	31	2577	30	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2539	30	2477	31	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2477	30	2357	29	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	2249	31	1560	30	OK	-77
18	12	71spot	北行	2484	28	2496	30	OK	-85
19	11	72spot	北行	2542	32	1928	29	OK	-87
20	10	73spot	北行	2478	29	2453	31	OK	-81
21	9	74spot	北行	2339	29	2411	31	OK	-81
22	8	75spot	北行	2489	29	2548	31	OK	-80
23	7	155spot	北行	2469	30	2265	30	OK	-79
24	6	154spot	北行	2399	30	2129	29	OK	-76
25	5	153spot	北行	2437	29	2263	29	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2368	30	2513	30	OK	-85

表 4.3.1-122 フレームレート充足確認結果(Cam2)

フレームレート充足確認結果(Cam2)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2071	30	2119	30	OK	-85
2	3	151spot	南行	1761	30	1534	30	OK	-78
3	4	152spot	南行	2477	30	2426	28	OK	-60
4	5	153spot	南行	2509	30	2616	31	OK	-73
5	6	154spot	南行	2327	30	2157	30	OK	-77
6	7	155spot	南行	2275	30	1857	30	OK	-83
7	8	75spot	南行	2268	31	2526	29	OK	-79
8	9	74spot	南行	2390	29	2478	30	OK	-77
9	10	73spot	南行	2292	31	2381	29	OK	-84
10	11	72spot	南行	2533	29	2561	29	OK	-95
11	12	71spot	南行	2543	31	2510	30	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2325	30	2491	30	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2506	30	2420	29	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2470	30	2462	28	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2233	30	2440	30	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2375	29	2468	30	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	2212	30	1618	29	OK	-77
18	12	71spot	北行	2390	31	2471	29	OK	-85
19	11	72spot	北行	2438	30	2372	30	OK	-87
20	10	73spot	北行	2433	30	2377	29	OK	-81
21	9	74spot	北行	2432	30	2352	30	OK	-81
22	8	75spot	北行	2474	30	2550	30	OK	-80
23	7	155spot	北行	2404	30	2478	30	OK	-79
24	6	154spot	北行	2420	30	2370	30	OK	-76
25	5	153spot	北行	2548	30	2524	30	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2516	30	2411	29	OK	-85

表 4.3.1-123 フレームレート充足確認結果(Cam3)

フレームレート充足確認結果(Cam3)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1815	30	2342	30	OK	-85
2	3	151spot	南行	1814	30	2162	30	OK	-78
3	4	152spot	南行	2495	30	2497	30	OK	-60
4	5	153spot	南行	2491	30	2502	30	OK	-73
5	6	154spot	南行	2229	30	2336	30	OK	-77
6	7	155spot	南行	2148	31	2410	31	OK	-83
7	8	75spot	南行	2500	30	2474	30	OK	-79
8	9	74spot	南行	2538	30	2487	30	OK	-77
9	10	73spot	南行	2602	31	2499	30	OK	-84
10	11	72spot	南行	2532	31	2493	30	OK	-95
11	12	71spot	南行	2520	30	2441	29	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2212	30	2109	30	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2338	31	2575	31	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2503	30	2501	30	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2455	30	2014	30	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2455	30	2562	30	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	1595	30	2396	31	OK	-77
18	12	71spot	北行	2608	31	2416	29	OK	-85
19	11	72spot	北行	2464	30	2509	29	OK	-87
20	10	73spot	北行	2382	30	2558	30	OK	-81
21	9	74spot	北行	2456	31	2473	30	OK	-81
22	8	75spot	北行	2350	29	2545	31	OK	-80
23	7	155spot	北行	2207	30	2447	30	OK	-79
24	6	154spot	北行	2052	30	2432	30	OK	-76
25	5	153spot	北行	2490	30	2261	31	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2122	30	2494	30	OK	-85

表 4.3.1-124 フレームレート充足確認結果(Cam4)

フレームレート充足確認結果(Cam4)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	1742	30	2322	31	OK	-85
2	3	151spot	南行	2090	30	1983	30	OK	-78
3	4	152spot	南行	2472	30	2471	28	OK	-60
4	5	153spot	南行	2550	30	2533	30	OK	-73
5	6	154spot	南行	2447	30	2101	30	OK	-77
6	7	155spot	南行	2269	30	1947	30	OK	-83
7	8	75spot	南行	2496	30	2490	30	OK	-79
8	9	74spot	南行	2445	30	2497	30	OK	-77
9	10	73spot	南行	2546	30	2492	30	OK	-84
10	11	72spot	南行	2503	30	2504	30	OK	-95
11	12	71spot	南行	2529	30	2471	30	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2169	30	1836	29	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2458	30	2509	30	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2440	29	2515	29	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2383	29	1858	30	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2372	29	2500	31	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	1989	30	1869	30	OK	-77
18	12	71spot	北行	2197	30	2479	30	OK	-85
19	11	72spot	北行	2523	31	2574	31	OK	-87
20	10	73spot	北行	2381	30	2578	31	OK	-81
21	9	74spot	北行	2378	30	2519	30	OK	-81
22	8	75spot	北行	2559	30	2483	30	OK	-80
23	7	155spot	北行	2319	29	2551	31	OK	-79
24	6	154spot	北行	2223	30	2449	30	OK	-76
25	5	153spot	北行	2530	31	2505	30	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2360	31	2620	31	OK	-85

表 4.3.1-125 フレームレート充足確認結果(Cam5)

フレームレート充足確認結果(Cam5)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2174	30	2320	30	OK	-85
2	3	151spot	南行	2233	29	2236	30	OK	-78
3	4	152spot	南行	2568	31	2420	28	OK	-60
4	5	153spot	南行	2550	31	2567	30	OK	-73
5	6	154spot	南行	2412	30	2568	31	OK	-77
6	7	155spot	南行	2412	30	2324	31	OK	-83
7	8	75spot	南行	2617	31	2503	30	OK	-79
8	9	74spot	南行	2407	30	2500	30	OK	-77
9	10	73spot	南行	2525	30	2528	30	OK	-84
10	11	72spot	南行	2541	30	2491	30	OK	-95
11	12	71spot	南行	2553	31	2485	30	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2218	29	2402	30	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2585	30	2527	30	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2488	30	2517	30	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2401	29	2314	31	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2398	29	2291	31	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	2125	30	2307	30	OK	-77
18	12	71spot	北行	2457	30	2594	30	OK	-85
19	11	72spot	北行	2553	31	2410	30	OK	-87
20	10	73spot	北行	2432	30	2452	30	OK	-81
21	9	74spot	北行	2410	30	2369	29	OK	-81
22	8	75spot	北行	2450	30	2460	30	OK	-80
23	7	155spot	北行	2350	29	2487	30	OK	-79
24	6	154spot	北行	2383	30	2514	30	OK	-76
25	5	153spot	北行	2504	30	2522	30	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2381	30	2506	30	OK	-85

表 4.3.1-126 フレームレート充足確認結果(Cam6)

フレームレート充足確認結果(Cam6)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2158	30	2459	31	OK	-85
2	3	151spot	南行	2397	29	2056	31	OK	-78
3	4	152spot	南行	2465	28	2311	28	OK	-60
4	5	153spot	南行	2379	31	2475	30	OK	-73
5	6	154spot	南行	2409	30	2468	30	OK	-77
6	7	155spot	南行	2321	30	2190	29	OK	-83
7	8	75spot	南行	2455	31	2501	30	OK	-79
8	9	74spot	南行	2478	30	2471	30	OK	-77
9	10	73spot	南行	2576	31	2481	30	OK	-84
10	11	72spot	南行	2375	29	2553	30	OK	-95
11	12	71spot	南行	2558	31	2465	30	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2220	29	2416	30	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2358	31	2496	30	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2473	30	2450	31	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2490	30	2450	30	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2477	29	2426	30	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	2257	30	2332	30	OK	-77
18	12	71spot	北行	2567	30	2535	30	OK	-85
19	11	72spot	北行	2517	30	2376	29	OK	-87
20	10	73spot	北行	2290	22	2388	30	OK	-81
21	9	74spot	北行	2446	30	2421	30	OK	-81
22	8	75spot	北行	2493	30	2463	30	OK	-80
23	7	155spot	北行	2537	30	2437	30	OK	-79
24	6	154spot	北行	2560	31	2465	30	OK	-76
25	5	153spot	北行	2586	31	2534	30	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2778	31	2576	31	OK	-85

表 4.3.1-127 フレームレート充足確認結果(Cam7)

フレームレート充足確認結果(Cam7)				sv1		sv2			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9	-	9		
1	2	3ビルバス停Uターン	南行	2486	30	2259	30	OK	-85
2	3	151spot	南行	2384	30	1597	30	OK	-78
3	4	152spot	南行	2572	30	2537	29	OK	-60
4	5	153spot	南行	2571	30	2429	29	OK	-73
5	6	154spot	南行	2386	30	2355	31	OK	-77
6	7	155spot	南行	2453	30	1587	30	OK	-83
7	8	75spot	南行	2501	30	2507	30	OK	-79
8	9	74spot	南行	2509	30	2508	30	OK	-77
9	10	73spot	南行	2554	27	2542	30	OK	-84
10	11	72spot	南行	2627	29	2510	30	OK	-95
11	12	71spot	南行	2482	30	2482	30	OK	-79
12	13	71spot横交差点	南行	2436	31	2499	30	OK	-81
13	14	2ビルバス停	南行	2423	29	2511	30	OK	-87
14	15	61spot横交差点	南行	2493	30	2303	30	OK	-85
15	15	61spot横交差点	北行	2421	30	2530	30	OK	-81
16	14	2ビルバス停	北行	2495	30	2485	30	OK	-93
17	13	71spot横交差点	北行	2338	30	2033	30	OK	-77
18	12	71spot	北行	2549	27	2558	30	OK	-85
19	11	72spot	北行	2043	29	2476	30	OK	-87
20	10	73spot	北行	2419	30	2480	28	OK	-81
21	9	74spot	北行	2453	30	2130	31	OK	-81
22	8	75spot	北行	2485	30	2428	30	OK	-80
23	7	155spot	北行	2534	29	1908	30	OK	-79
24	6	154spot	北行	2399	30	2428	31	OK	-76
25	5	153spot	北行	2573	29	2529	30	OK	-81
26	1	3ビルバス停	北行	2462	30	2429	29	OK	-85

(ア)1 台対向車の試験結果(グループ 2　SV3 号車)

グループ 2（SV3 号車）について、7 つのカメラともに、HD 画質設定でフレームレート要求を満たしました。また電界強度についても十分な強度が得られました。

1. フレームレート評価

表 4.3.1-128 ローカル 5G 画質伝送評価

				Frame rate[fps]						
				SV3						
項番	地点番号	ランドマーク	方向	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7
		基準値(KPI)		9	9	9	9	9	9	9
		判定		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	14	2ビルバス停	北行	30	30	30	31	30	31	30
2	13	71spot横交差点	北行	30	30	30	30	29	30	30
3	12	71spot	北行	31	29	30	30	31	31	30
4	11	72spot	北行	31	30	30	30	30	31	28
5	10	73spot	北行	30	30	30	26	30	21	29
6	9	74spot	北行	30	30	29	26	30	27	31
7	8	75spot	北行	30	30	30	30	28	30	31
8	7	155spot	北行	29	31	30	31	30	29	30
9	6	154spot	北行	29	30	30	30	30	30	30
10	5	153spot	北行	30	30	30	31	30	30	30
11	1	3ビルバス停	北行	26	29	30	30	31	30	31
12	2	3ビルバス停Uタ	南行	30	30	30	31	29	30	31
13	3	151spot	南行	30	30	30	30	31	30	30
14	4	152spot	南行	30	30	30	30	30	29	31
15	5	153spot	南行	29	29	30	30	30	31	31
16	6	154spot	南行	31	29	31	30	30	31	30
17	7	155spot	南行	30	29	30	29	30	30	30
18	8	75spot	南行	30	30	31	30	31	29	30
19	9	74spot	南行	30	30	30	31	30	30	30
20	10	73spot	南行	30	30	30	30	30	30	29
21	11	72spot	南行	30	30	30	30	30	31	28
22	12	71spot	南行	31	30	29	30	30	29	30
23	13	71spot横交差点	南行	30	30	31	31	29	30	30
24	14	2ビルバス停	南行	31	27	28	29	27	30	29
25	15	61spot横交差点	南行	30	30	30	30	30	31	30
26	15	61spot横交差点	北行	30	31	30	30	30	29	30

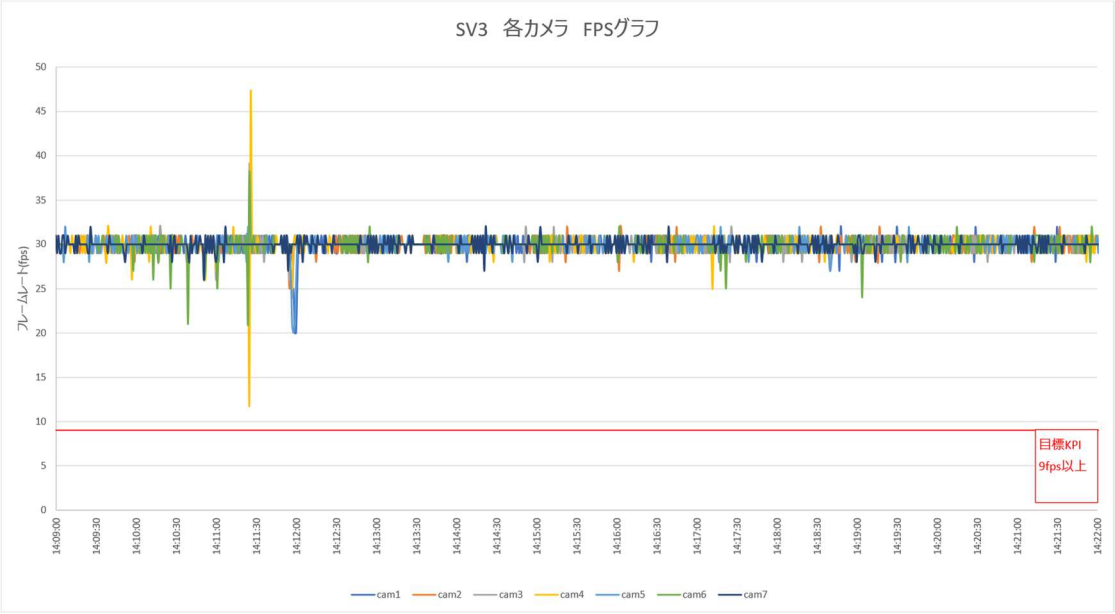


図 4.3.1-212　走行中全ての時間でフレームレート KPI 達成

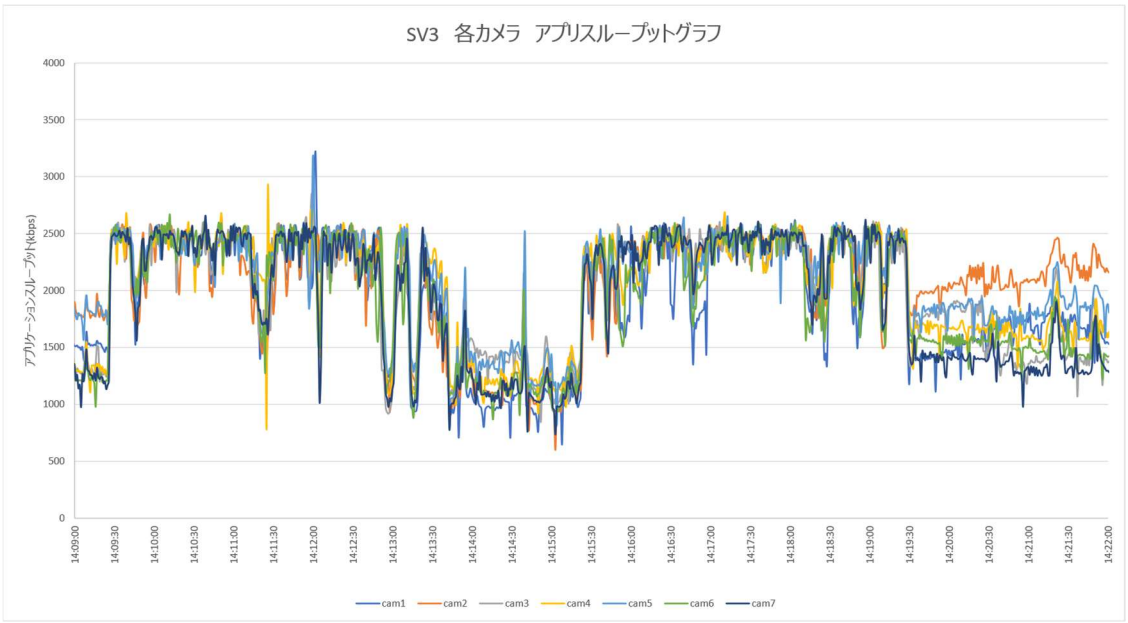


図 4.3.1-213　各カメラのスループット

表 4.3.1-129 フレームレート充足確認結果(Cam1)

フレームレート充足確認結果(Cam1)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2447	30	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	2325	30	OK	-76
3	12	71spot	北行	2575	31	OK	-86
4	11	72spot	北行	2519	31	OK	-89
5	10	73spot	北行	2612	30	OK	-75
6	9	74spot	北行	2467	30	OK	-82
7	8	75spot	北行	2476	30	OK	-84
8	7	155spot	北行	1919	29	OK	-88
9	6	154spot	北行	2244	29	OK	-75
10	5	153spot	北行	2458	30	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	3076	26	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	2141	30	OK	-81
13	3	151spot	南行	1962	30	OK	-80
14	4	152spot	南行	2490	30	OK	-66
15	5	153spot	南行	2510	29	OK	-75
16	6	154spot	南行	1866	31	OK	-73
17	7	155spot	南行	2361	30	OK	-80
18	8	75spot	南行	2517	30	OK	-72
19	9	74spot	南行	2512	30	OK	-68
20	10	73spot	南行	2473	30	OK	-81
21	11	72spot	南行	2489	30	OK	-92
22	12	71spot	南行	2588	31	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	1742	30	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2596	31	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	1726	30	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	1947	30	OK	-71

表 4.3.1-130 フレームレート充足確認結果(Cam2)

フレームレート充足確認結果(Cam2)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2496	30	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	1933	30	OK	-76
3	12	71spot	北行	2430	29	OK	-86
4	11	72spot	北行	2491	30	OK	-89
5	10	73spot	北行	2583	30	OK	-75
6	9	74spot	北行	2422	30	OK	-82
7	8	75spot	北行	2507	30	OK	-84
8	7	155spot	北行	1942	31	OK	-88
9	6	154spot	北行	2282	30	OK	-75
10	5	153spot	北行	2510	30	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	2506	29	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	1981	30	OK	-81
13	3	151spot	南行	2257	30	OK	-80
14	4	152spot	南行	2498	30	OK	-66
15	5	153spot	南行	2556	29	OK	-75
16	6	154spot	南行	2287	29	OK	-73
17	7	155spot	南行	2388	29	OK	-80
18	8	75spot	南行	2497	30	OK	-72
19	9	74spot	南行	2500	30	OK	-68
20	10	73spot	南行	2492	30	OK	-81
21	11	72spot	南行	2582	30	OK	-92
22	12	71spot	南行	2504	30	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	1758	30	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2499	27	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	1972	30	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	1494	31	OK	-71

表 4.3.1-131 フレームレート充足確認結果(Cam3)

フレームレート充足確認結果(Cam3)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2548	30	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	2267	30	OK	-76
3	12	71spot	北行	2400	30	OK	-86
4	11	72spot	北行	2489	30	OK	-89
5	10	73spot	北行	2314	30	OK	-75
6	9	74spot	北行	2337	29	OK	-82
7	8	75spot	北行	2465	30	OK	-84
8	7	155spot	北行	2099	30	OK	-88
9	6	154spot	北行	2272	30	OK	-75
10	5	153spot	北行	2482	30	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	2433	30	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	2014	30	OK	-81
13	3	151spot	南行	2303	30	OK	-80
14	4	152spot	南行	2485	30	OK	-66
15	5	153spot	南行	2497	30	OK	-75
16	6	154spot	南行	2260	31	OK	-73
17	7	155spot	南行	2337	30	OK	-80
18	8	75spot	南行	2341	31	OK	-72
19	9	74spot	南行	2537	30	OK	-68
20	10	73spot	南行	2469	30	OK	-81
21	11	72spot	南行	2479	30	OK	-92
22	12	71spot	南行	2408	29	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	1926	31	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2441	28	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	2143	30	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	1773	30	OK	-71

表 4.3.1-132 フレームレート充足確認結果(Cam4)

フレームレート充足確認結果(Cam4)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2543	31	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	2349	30	OK	-76
3	12	71spot	北行	2477	30	OK	-86
4	11	72spot	北行	2439	30	OK	-89
5	10	73spot	北行	2544	26	OK	-75
6	9	74spot	北行	2146	26	OK	-82
7	8	75spot	北行	2478	30	OK	-84
8	7	155spot	北行	2521	31	OK	-88
9	6	154spot	北行	2481	30	OK	-75
10	5	153spot	北行	2337	31	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	2450	30	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	2464	31	OK	-81
13	3	151spot	南行	2140	30	OK	-80
14	4	152spot	南行	2504	30	OK	-66
15	5	153spot	南行	2490	30	OK	-75
16	6	154spot	南行	2505	30	OK	-73
17	7	155spot	南行	2278	29	OK	-80
18	8	75spot	南行	2463	30	OK	-72
19	9	74spot	南行	2547	31	OK	-68
20	10	73spot	南行	2489	30	OK	-81
21	11	72spot	南行	2576	30	OK	-92
22	12	71spot	南行	2525	30	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	2135	31	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2474	29	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	1943	30	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	1938	30	OK	-71

表 4.3.1-133 フレームレート充足確認結果(Cam5)

フレームレート充足確認結果(Cam5)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2434	30	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	2279	29	OK	-76
3	12	71spot	北行	2497	31	OK	-86
4	11	72spot	北行	2477	30	OK	-89
5	10	73spot	北行	2549	30	OK	-75
6	9	74spot	北行	2440	30	OK	-82
7	8	75spot	北行	2442	28	OK	-84
8	7	155spot	北行	2334	30	OK	-88
9	6	154spot	北行	2475	30	OK	-75
10	5	153spot	北行	2490	30	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	2710	31	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	2310	29	OK	-81
13	3	151spot	南行	2078	31	OK	-80
14	4	152spot	南行	2479	30	OK	-66
15	5	153spot	南行	2493	30	OK	-75
16	6	154spot	南行	2378	30	OK	-73
17	7	155spot	南行	2372	30	OK	-80
18	8	75spot	南行	2549	31	OK	-72
19	9	74spot	南行	2510	30	OK	-68
20	10	73spot	南行	2560	30	OK	-81
21	11	72spot	南行	2512	30	OK	-92
22	12	71spot	南行	2505	30	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	2045	29	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2577	27	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	2288	30	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	2129	30	OK	-71

表 4.3.1-134 フレームレート充足確認結果(Cam6)

フレームレート充足確認結果(Cam6)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2419	31	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	2253	30	OK	-76
3	12	71spot	北行	2667	31	OK	-86
4	11	72spot	北行	2521	31	OK	-89
5	10	73spot	北行	2448	21	OK	-75
6	9	74spot	北行	2221	27	OK	-82
7	8	75spot	北行	2438	30	OK	-84
8	7	155spot	北行	2343	29	OK	-88
9	6	154spot	北行	2311	30	OK	-75
10	5	153spot	北行	2519	30	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	2475	30	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	2226	30	OK	-81
13	3	151spot	南行	1921	30	OK	-80
14	4	152spot	南行	2485	29	OK	-66
15	5	153spot	南行	2278	31	OK	-75
16	6	154spot	南行	2479	31	OK	-73
17	7	155spot	南行	2110	30	OK	-80
18	8	75spot	南行	2554	29	OK	-72
19	9	74spot	南行	2522	30	OK	-68
20	10	73spot	南行	2494	30	OK	-81
21	11	72spot	南行	2556	31	OK	-92
22	12	71spot	南行	2425	29	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	1933	30	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2499	30	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	1959	31	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	1637	29	OK	-71

表 4.3.1-135 フレームレート充足確認結果(Cam7)

フレームレート充足確認結果(Cam7)				sv3			
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]
		基準値(KPI)		-	9		
1	14	2ビルバス停	北行	2463	30	OK	-81
2	13	71spot横交差点	北行	2176	30	OK	-76
3	12	71spot	北行	2524	30	OK	-86
4	11	72spot	北行	2496	28	OK	-89
5	10	73spot	北行	2655	29	OK	-75
6	9	74spot	北行	2517	31	OK	-82
7	8	75spot	北行	2552	31	OK	-84
8	7	155spot	北行	2266	30	OK	-88
9	6	154spot	北行	2437	30	OK	-75
10	5	153spot	北行	2266	30	OK	-75
11	1	3ビルバス停	北行	2562	31	OK	-78
12	2	3ビルバス停Uターン	南行	2200	31	OK	-81
13	3	151spot	南行	2240	30	OK	-80
14	4	152spot	南行	2552	31	OK	-66
15	5	153spot	南行	2570	31	OK	-75
16	6	154spot	南行	2379	30	OK	-73
17	7	155spot	南行	2405	30	OK	-80
18	8	75spot	南行	2509	30	OK	-72
19	9	74spot	南行	2493	30	OK	-68
20	10	73spot	南行	2482	29	OK	-81
21	11	72spot	南行	2524	28	OK	-92
22	12	71spot	南行	2512	30	OK	-82
23	13	71spot横交差点	南行	1898	30	OK	-80
24	14	2ビルバス停	南行	2289	29	OK	-77
25	15	61spot横交差点	南行	1905	30	OK	-87
26	15	61spot横交差点	北行	1656	30	OK	-71

遅延計測

・実験結果(パターンｃ：第 3 ターミナルから第 2 ターミナル間の 3 台すれ違い走行)

横軸をランドマーク、縦軸を映像遅延とした際、目標値の KPI に対し、ローカル 5G 区間遅延を含む映像遅延で必要な 350msec 以下を基本的には観測しており、測定誤差等を考慮してもローカル 5G とインターネット・クラウド区間を除いた映像送受信においては 50msec 以上のマージンを有していることがわかりました。

グループ 1（SV1 号車）

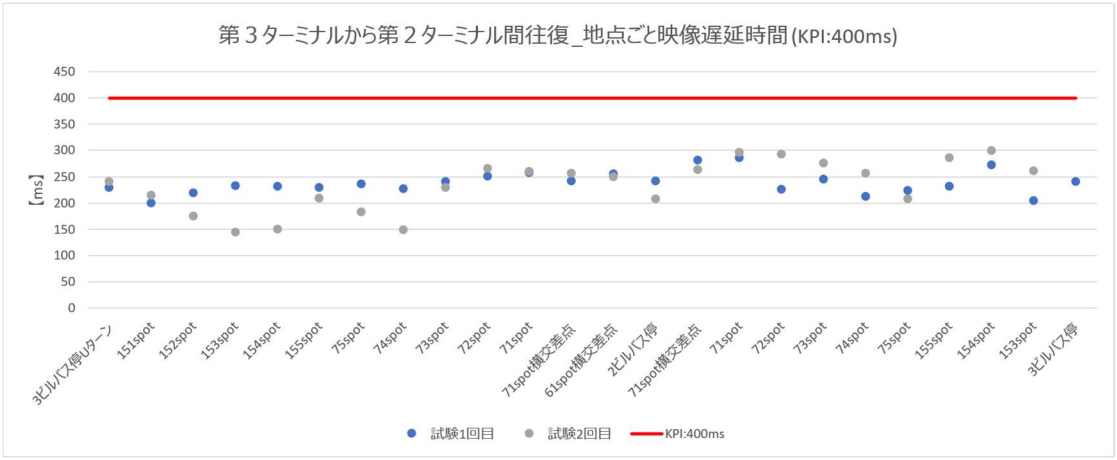


図 4.3.1-214 計測地点ごとの映像遅延結果

※自動運転車の走行ルートに 15 地点の測定ポイントを設け、時系列に第 3 ターミナルから 1 往復分の 25 回、15 地点で映像遅延を測定しました。以下に映像遅延結果の表を示します。

詳細部分については、試験 1 回目のデータのグループ 1（SV1 号車）詳細に記載します。
実験実施日時：2023/1/17 15:15～15:26
天候：曇り

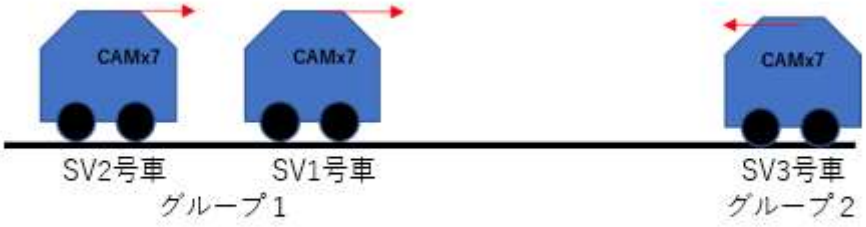


図 4.3.1-215　3 台すれ違い走行のイメージ

表 4.3.1-136　測定結果(地点番号 2)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
1	2	3ビルバス停Uターン	229	合格	13	対象



図 4.3.1-216　測定地点(地点番号 2)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

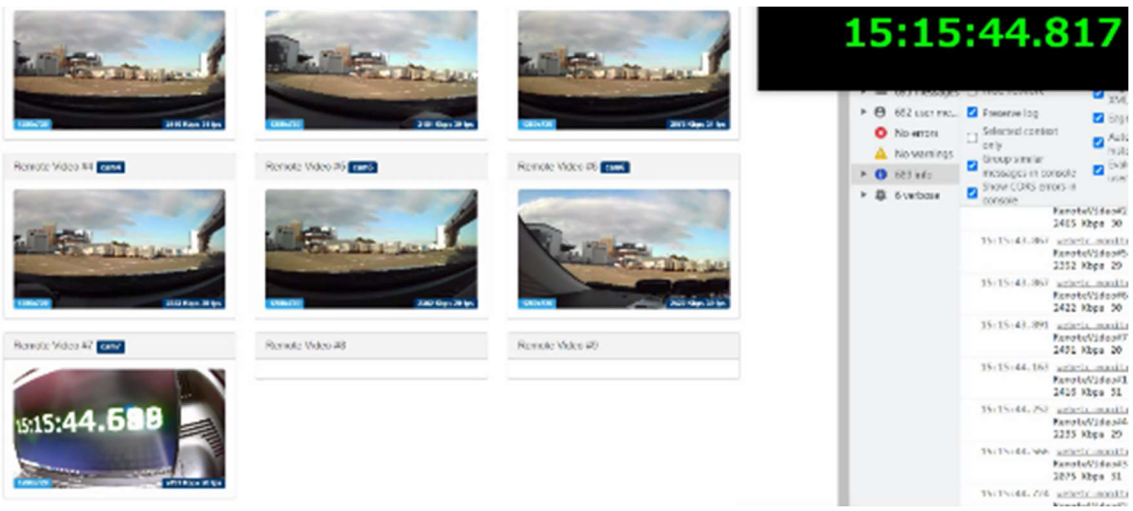


図 4.3.1-217　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-137　測定結果(地点番号 3)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
2	3	151spot	200	合格	10	対象



図 4.3.1-218　測定地点(地点番号 3)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

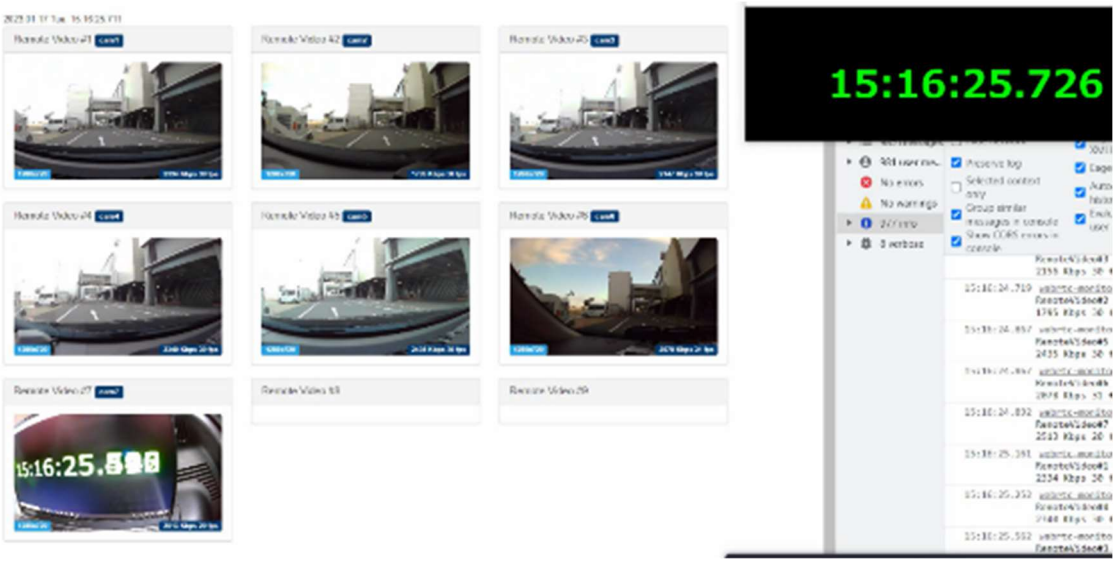


図 4.3.1-219　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-138　測定結果(地点番号 4)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
3	4	152spot	219	合格	11	対象

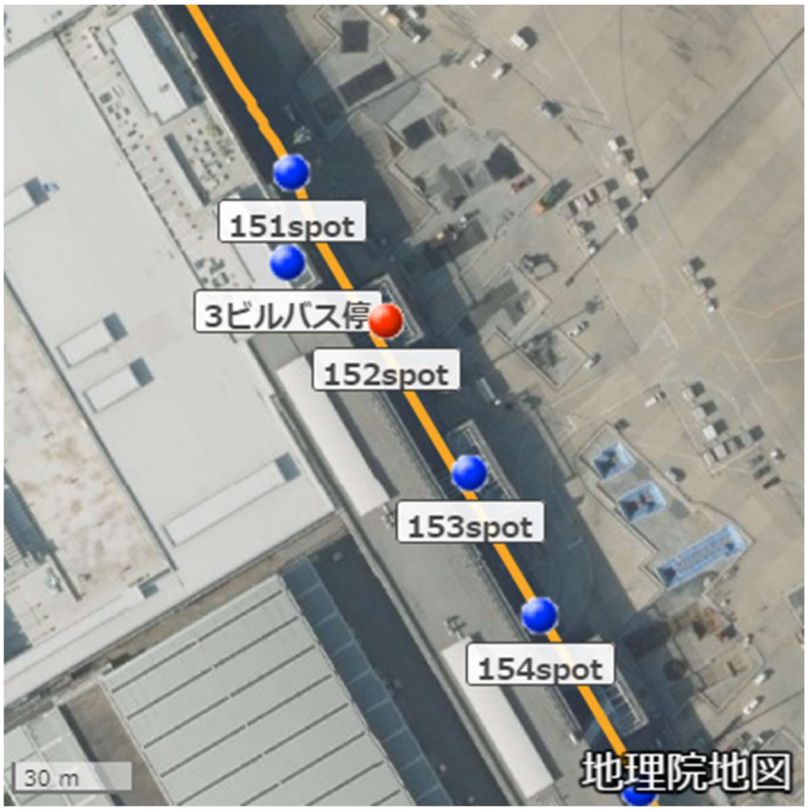


図 4.3.1-220　測定地点(地点番号 4)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

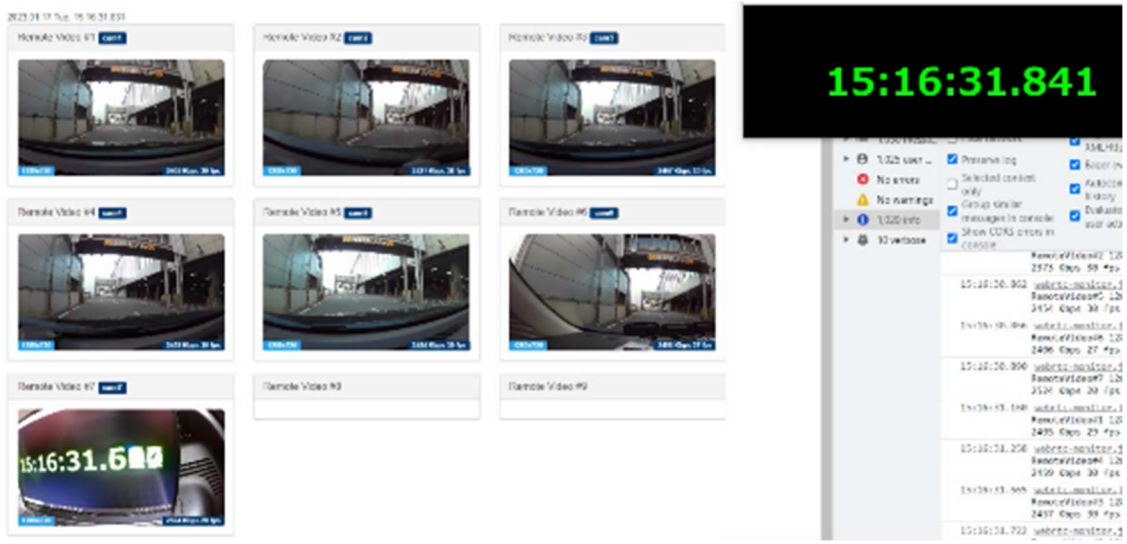


図 4.3.1-221　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-139　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
4	5	153spot	233	合格	12	対象

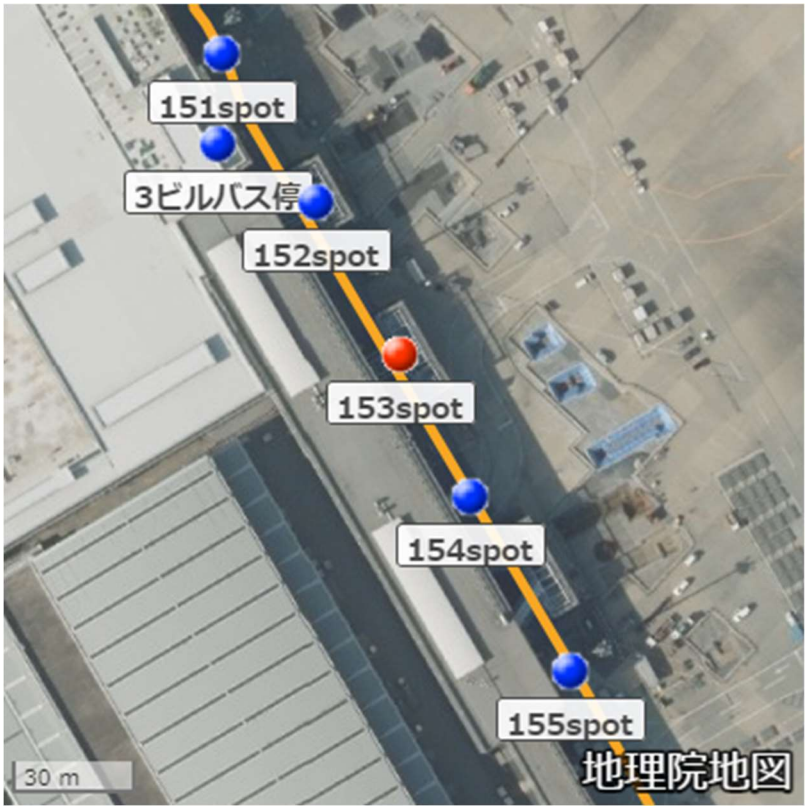


図 4.3.1-222　　測定地点(地点番号 5)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

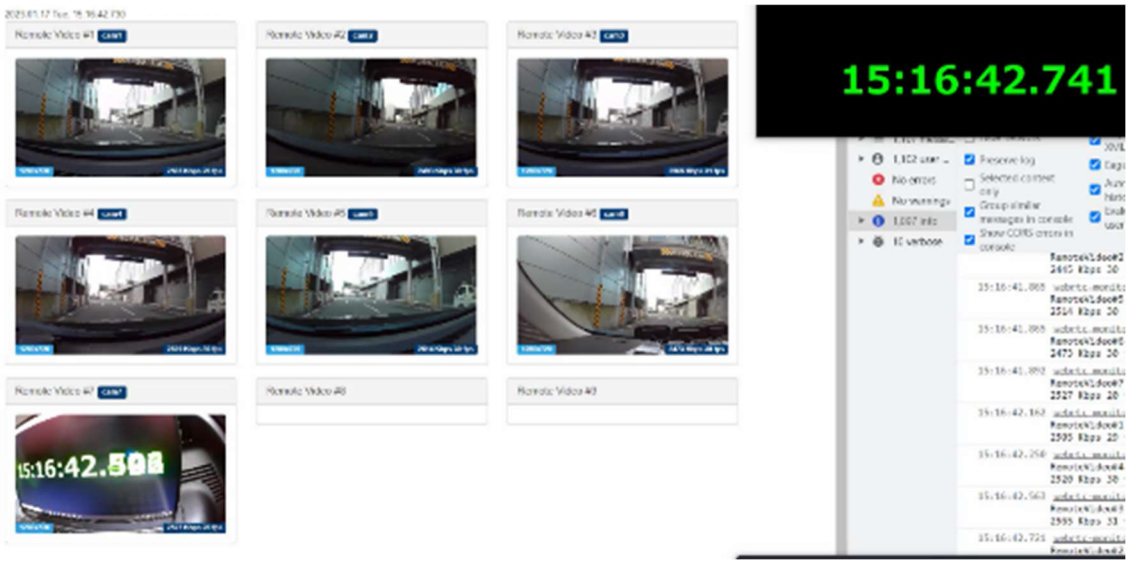


図 4.3.1-223　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-140　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
5	6	154spot	232	合格	14	対象



図 4.3.1-224　測定地点(地点番号 6)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

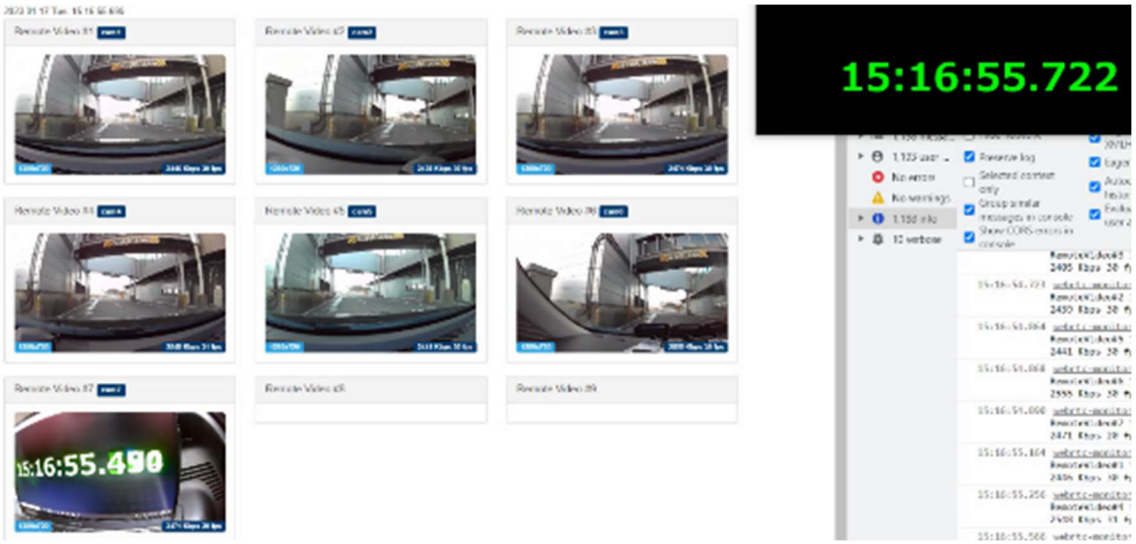


図 4.3.1-225　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-141　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
6	7	155spot	229	合格	20	対象



図 4.3.1-226　測定地点(地点番号 7)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

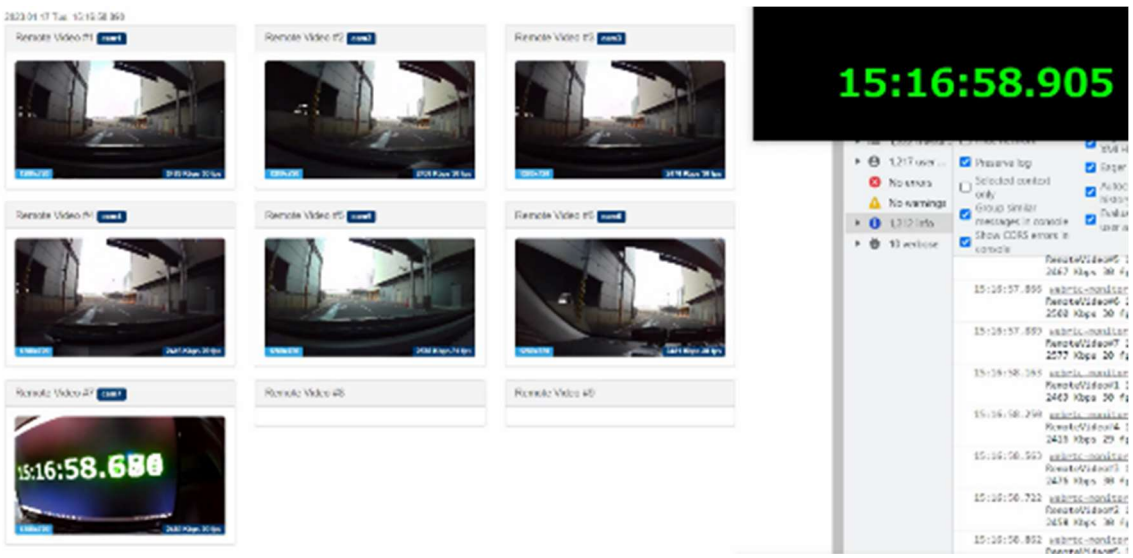


図 4.3.1-227　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-142　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
7	8	75spot	236	合格	11	対象



図 4.3.1-228　測定地点(地点番号 8)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

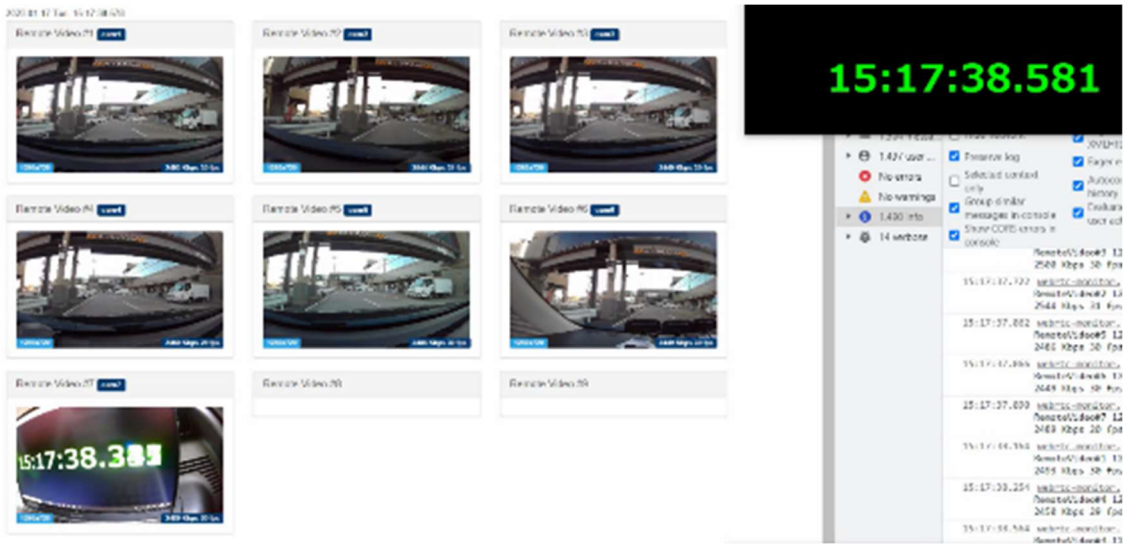


図 4.3.1-229　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-143　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
8	9	74spot	227	合格	9	対象



図 4.3.1-230　測定地点(地点番号 9)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

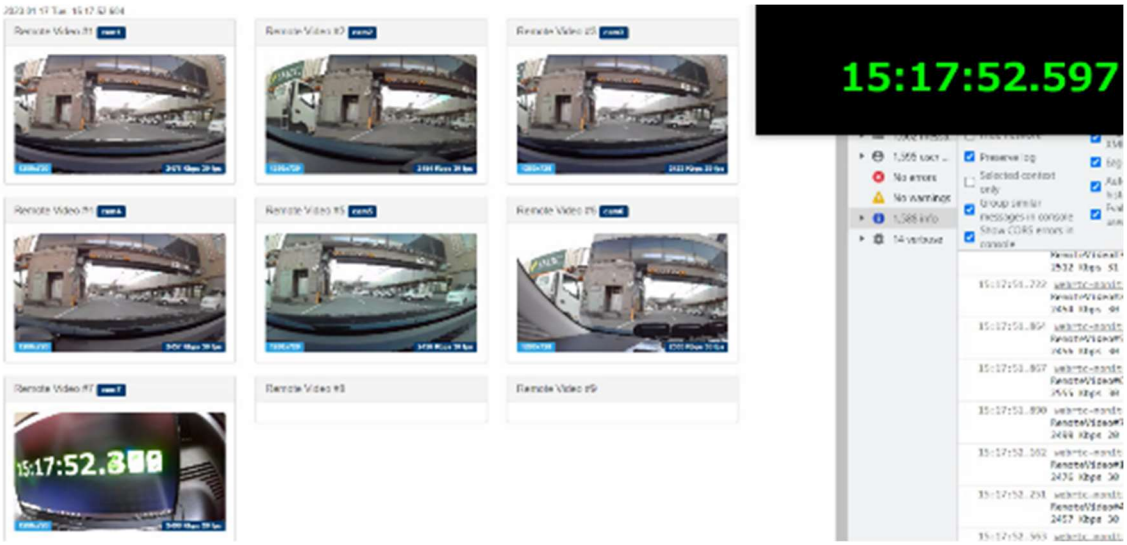


図 4.3.1-231　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-144　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
9	10	73spot	241	合格	10	対象



図 4.3.1-232　測定地点(地点番号 10)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

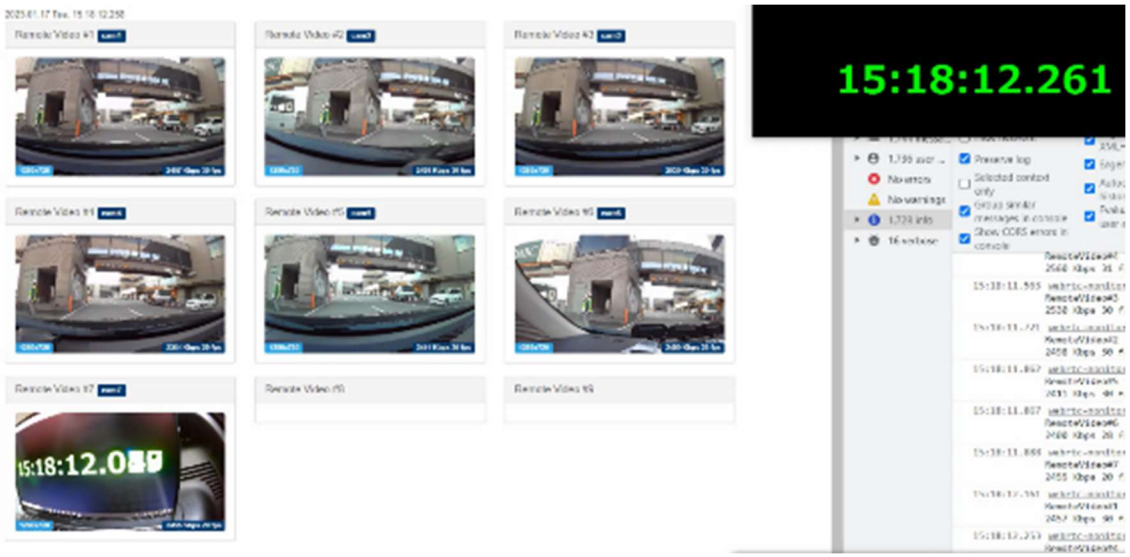


図 4.3.1-233　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-145　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
10	11	72spot	251	合格	12	対象



図 4.3.1-234　測定地点(地点番号 11)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

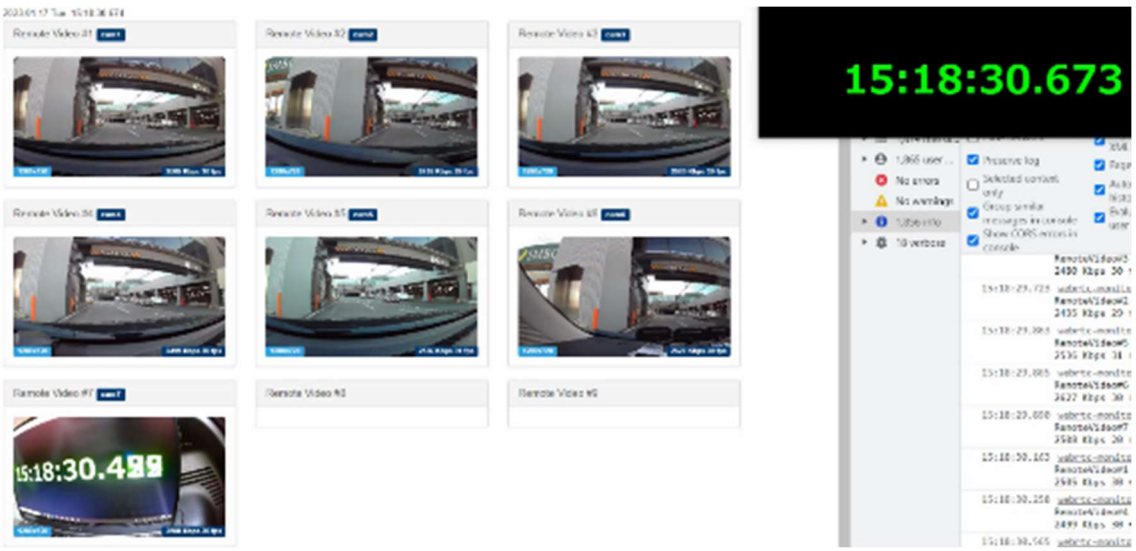


図 4.3.1-235　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-146　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
11	12	71spot	258	合格	11	対象



図 4.3.1-236　測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

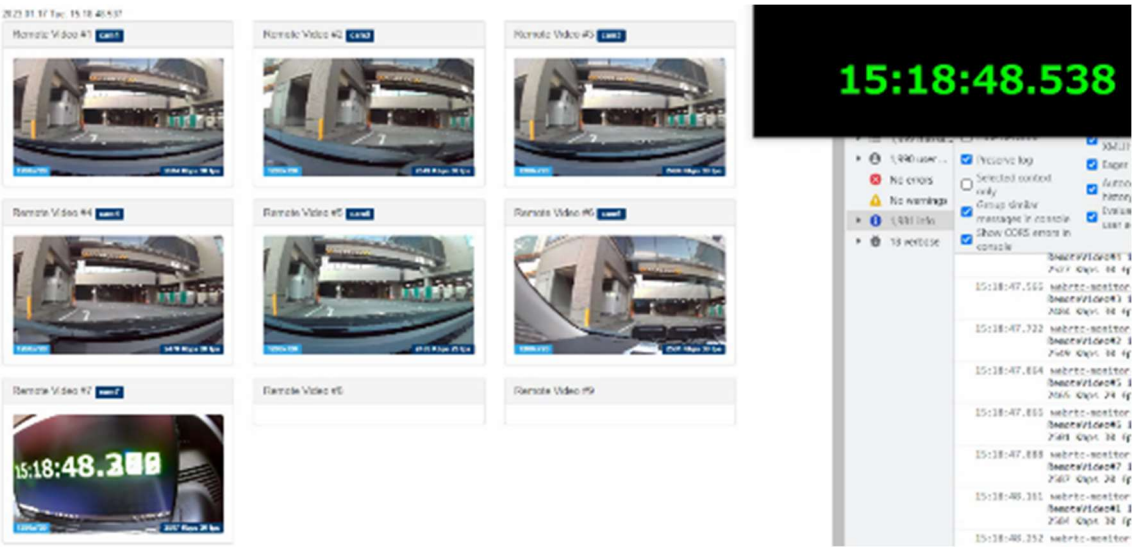


図 4.3.1-237　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-147　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
12	13	71spot横交差点	242	合格	15	対象



図 4.3.1-238　　測定地点(地点番号 13)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

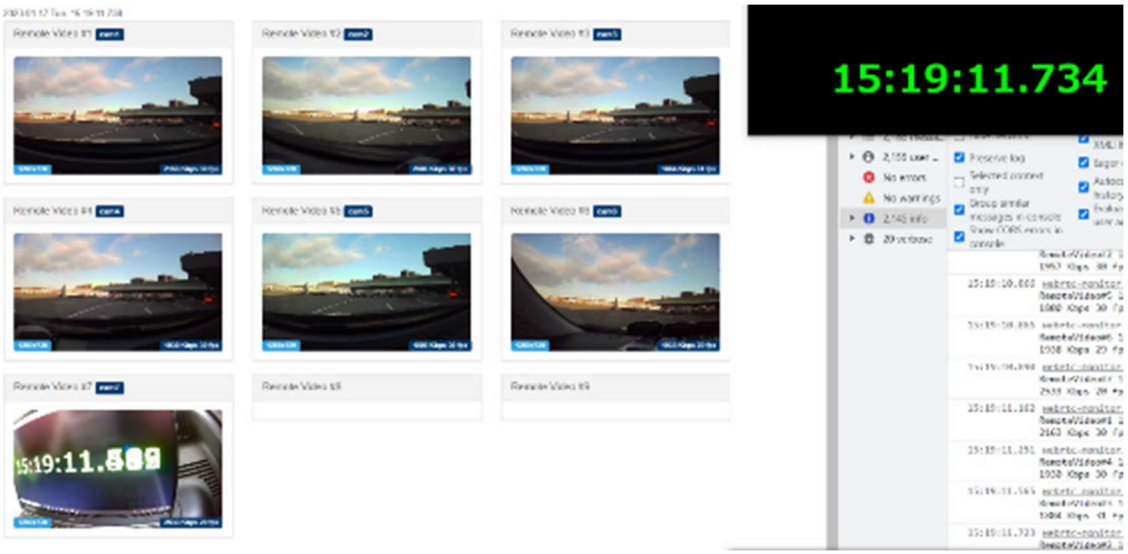


図 4.3.1-239　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-148　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
13	14	2ビルバス停	255	合格	11	対象



図 4.3.1-240　　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

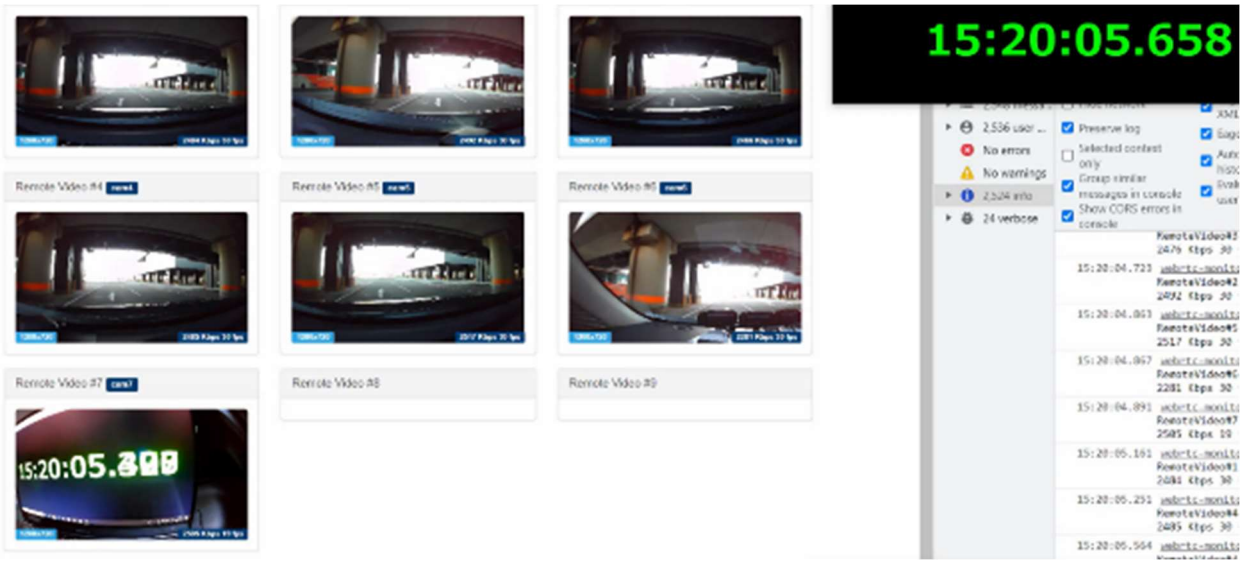


図 4.3.1-241　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-149　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
14	15	61spot横交差点	242	合格	15	対象



図 4.3.1-242　　測定地点(地点番号 15)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

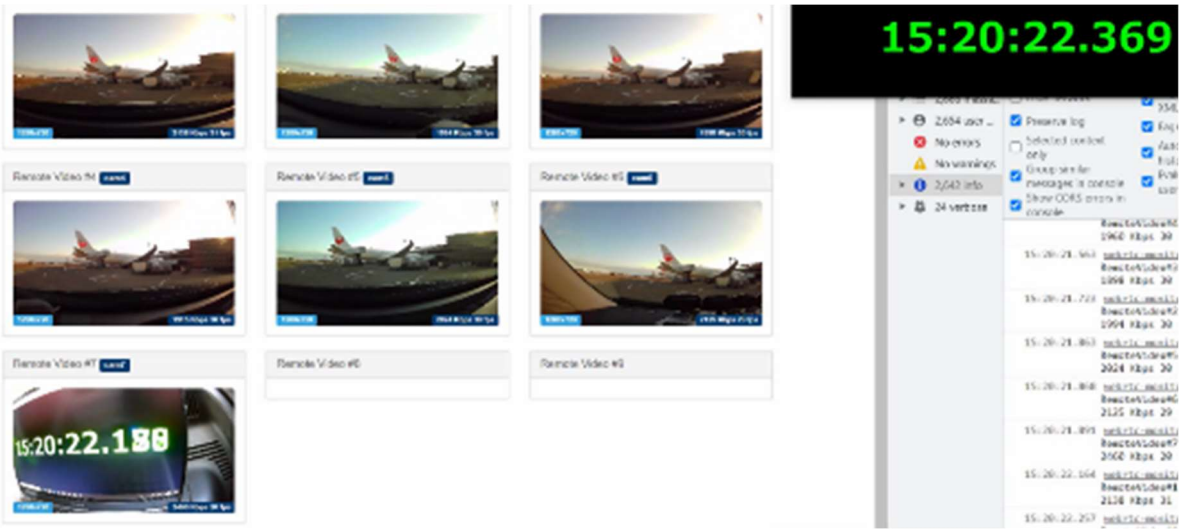


図 4.3.1-243　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-150　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
15	14	2ビルバス停	281	合格	10	対象



図 4.3.1-244　　測定地点(地点番号 14)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

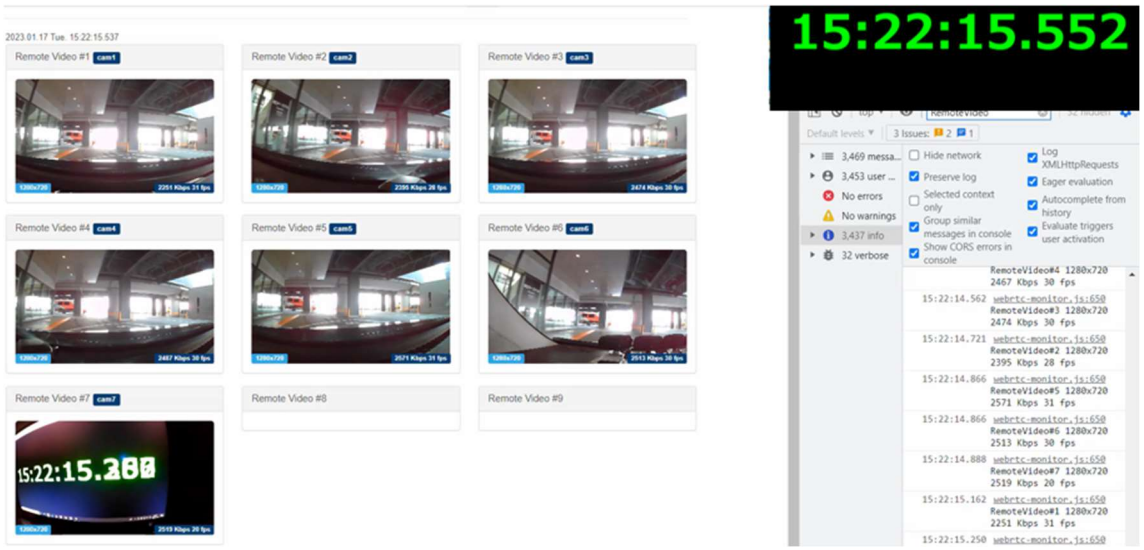


図 4.3.1-245　　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-151　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
16	13	71spot横交差点	286	合格	11	対象



図 4.3.1-246　測定地点(地点番号 13)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

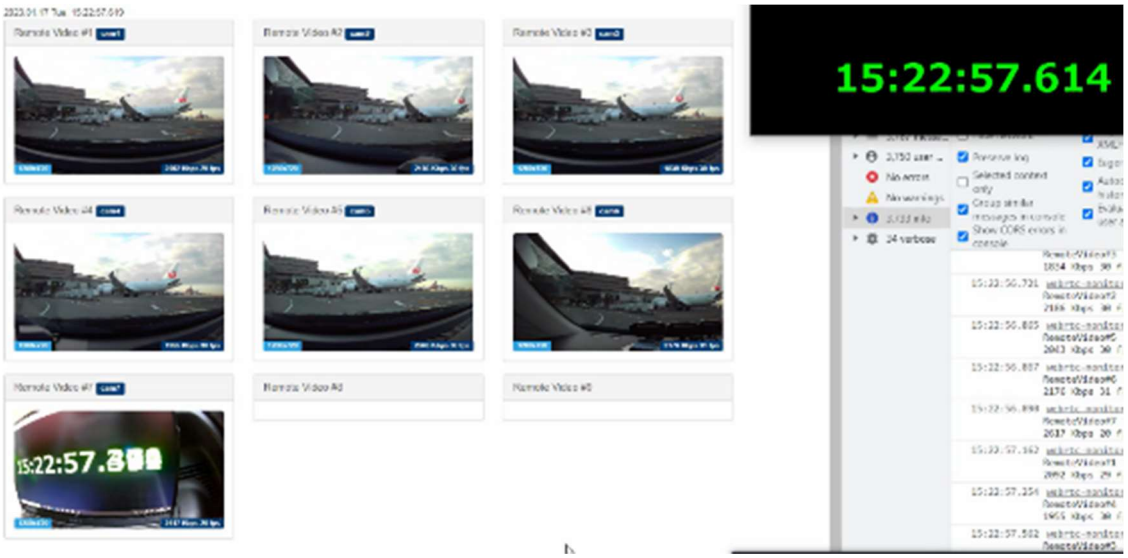


図 4.3.1-247　左下：送信側時刻 右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-152　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
17	12	71spot	226	合格	11	対象



図 4.3.1-248　測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

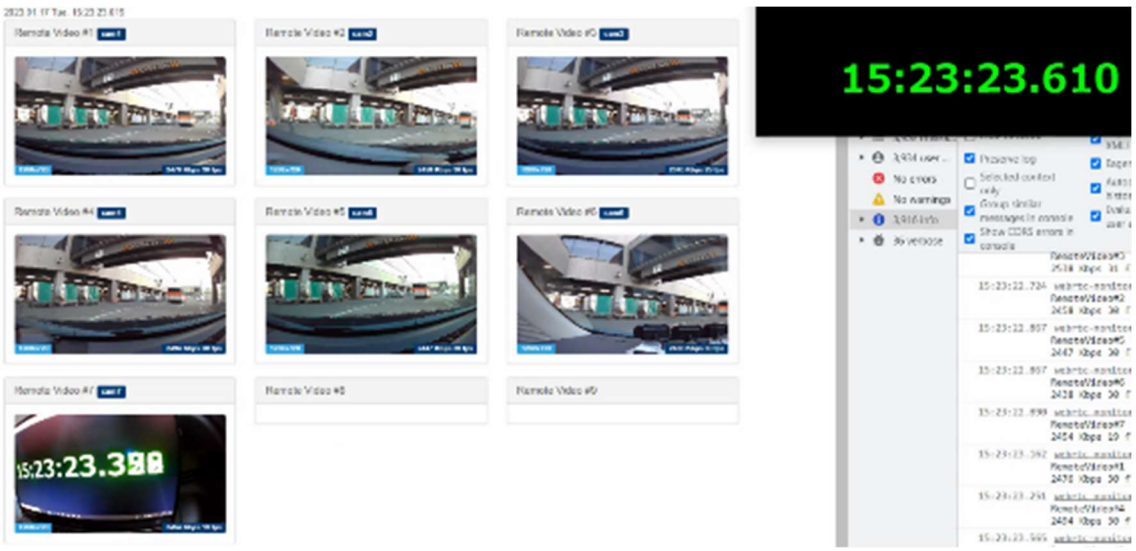


図 4.3.1-249　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-153　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
18	11	72spot	245	合格	16	対象



図 4.3.1-250　測定地点(地点番号 11)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

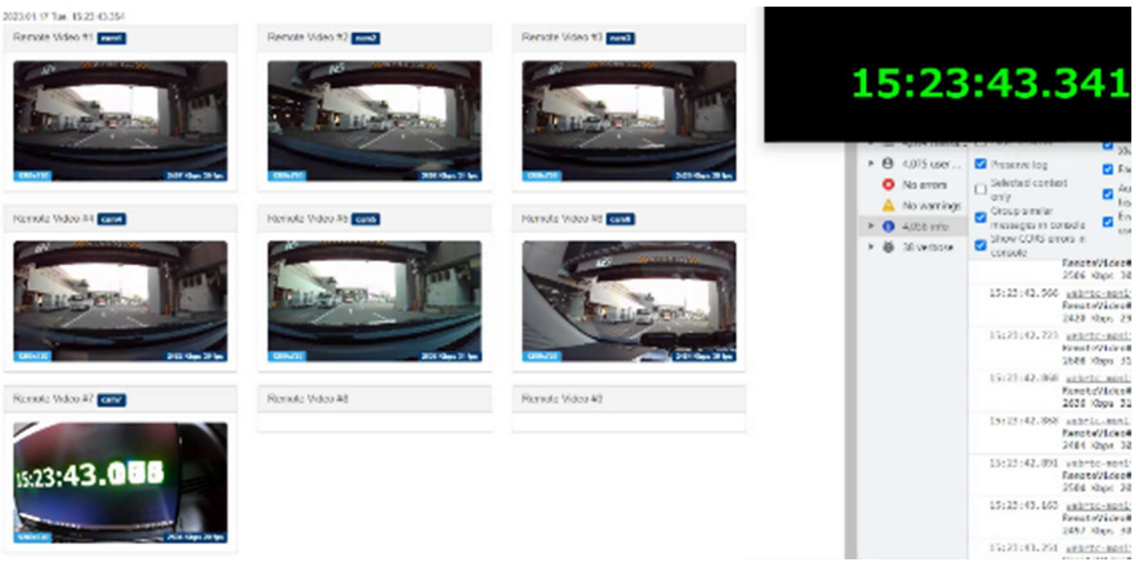


図 4.3.1-251　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-154　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
19	10	73spot	212	合格	11	対象



図 4.3.1-252　測定地点(地点番号 10)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

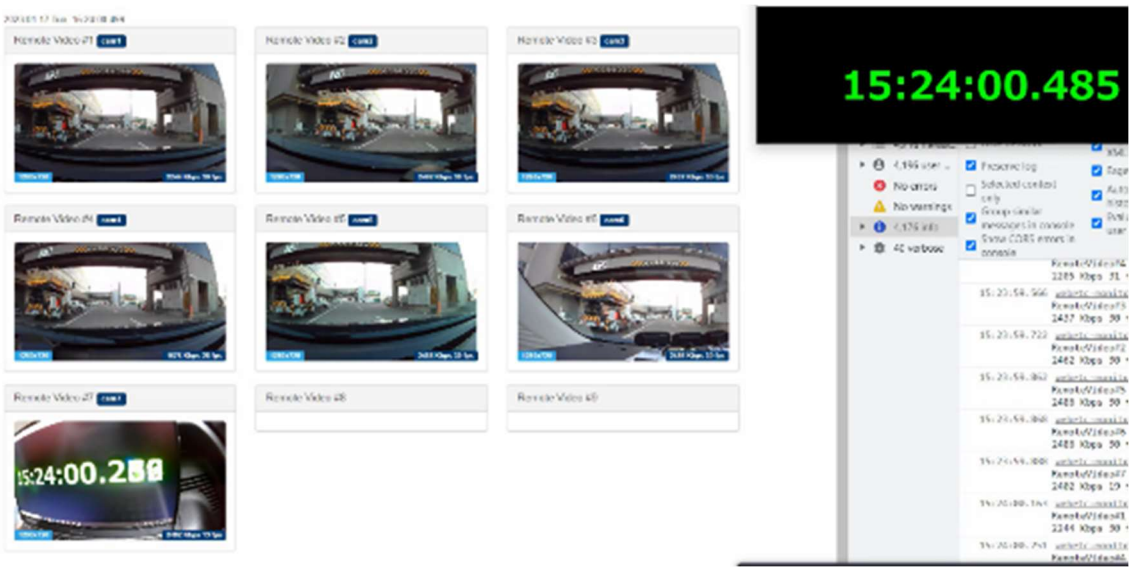


図 4.3.1-253　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-155　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
20	9	74spot	223	合格	13	対象



図 4.3.1-254　測定地点(地点番号 9)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

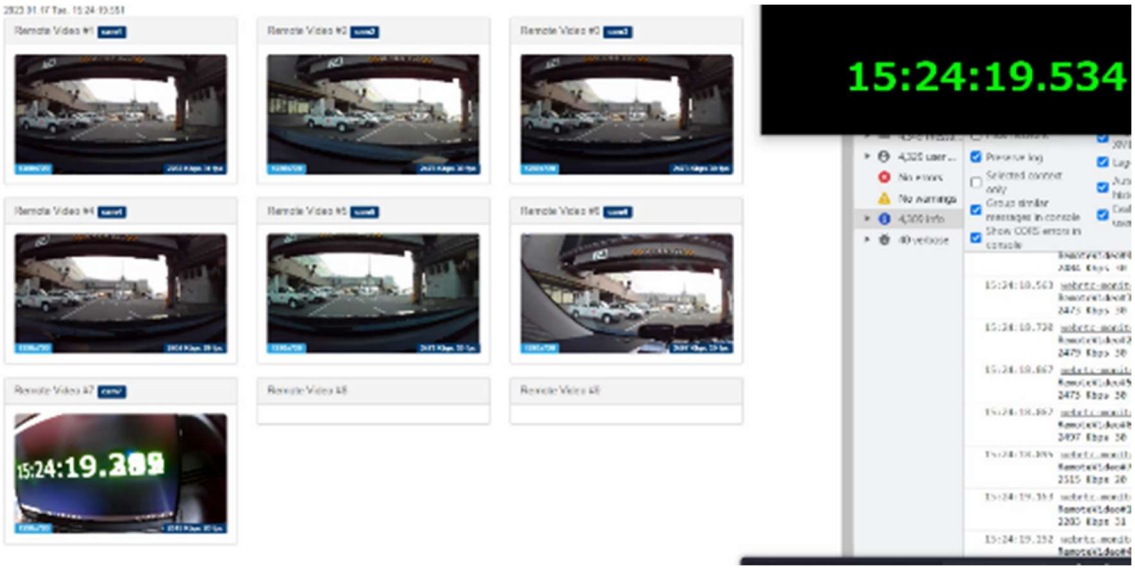


図 4.3.1-255　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-156　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
21	8	75spot	232	合格	13	対象



図 4.3.1-256　測定地点(地点番号 8)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

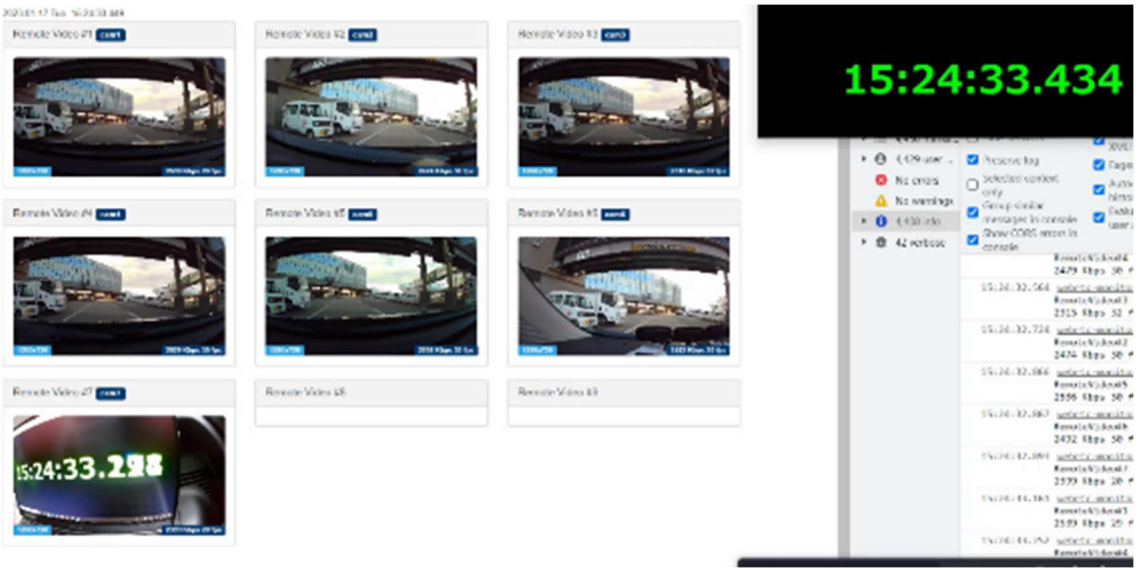


図 4.3.1-257　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-157　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
22	7	155spot	272	合格	9	対象



図 4.3.1-258　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

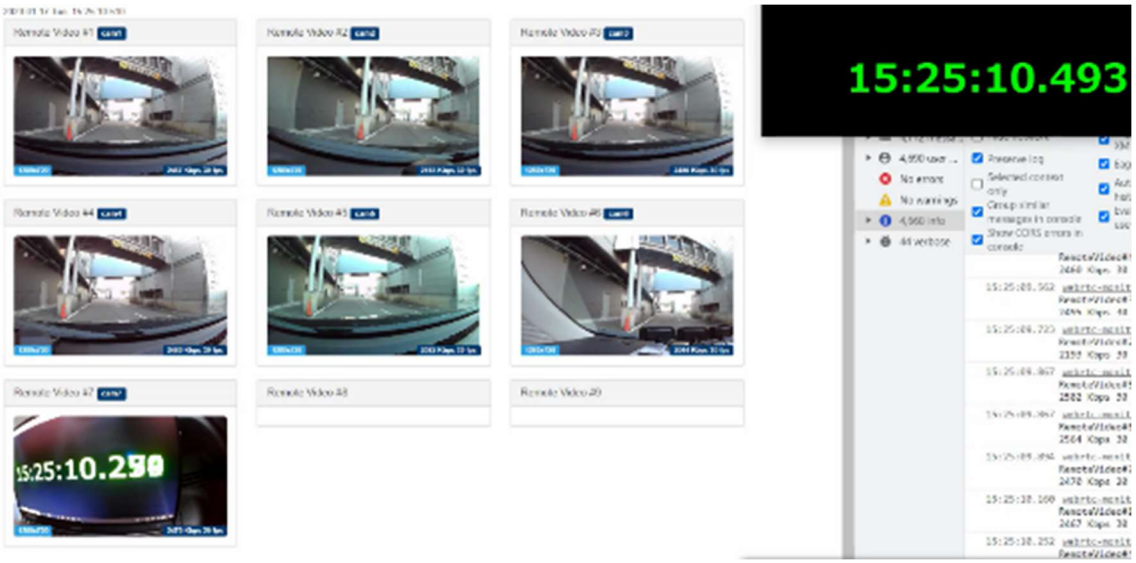


図 4.3.1-259　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-158　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
23	6	154spot	204	合格	9	対象



図 4.3.1-260　測定地点(地点番号 6)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

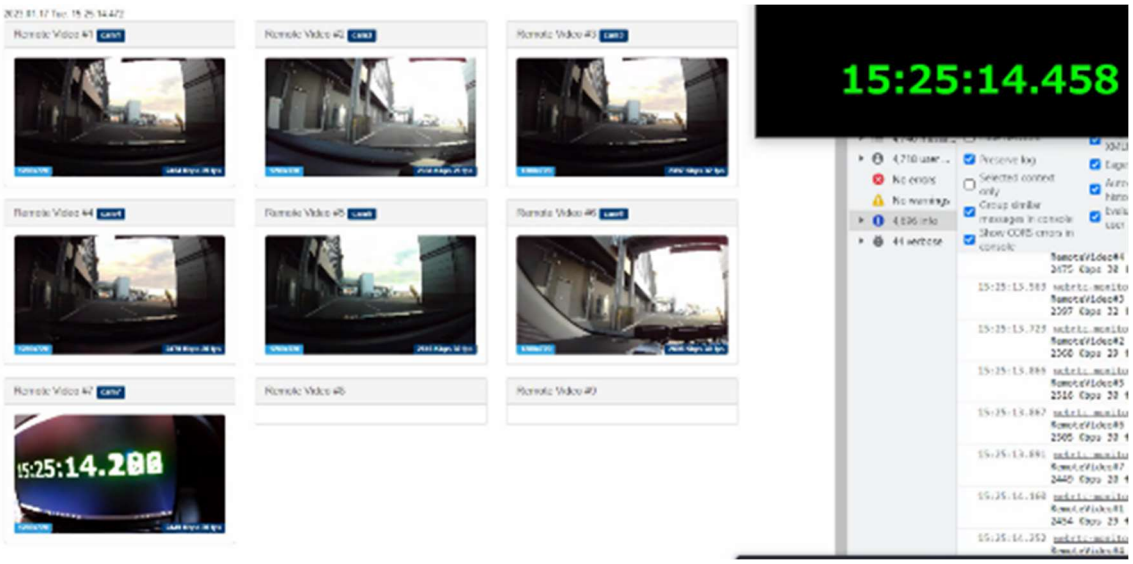


図 4.3.1-261　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-159　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
24	5	153spot	240	合格	9	対象

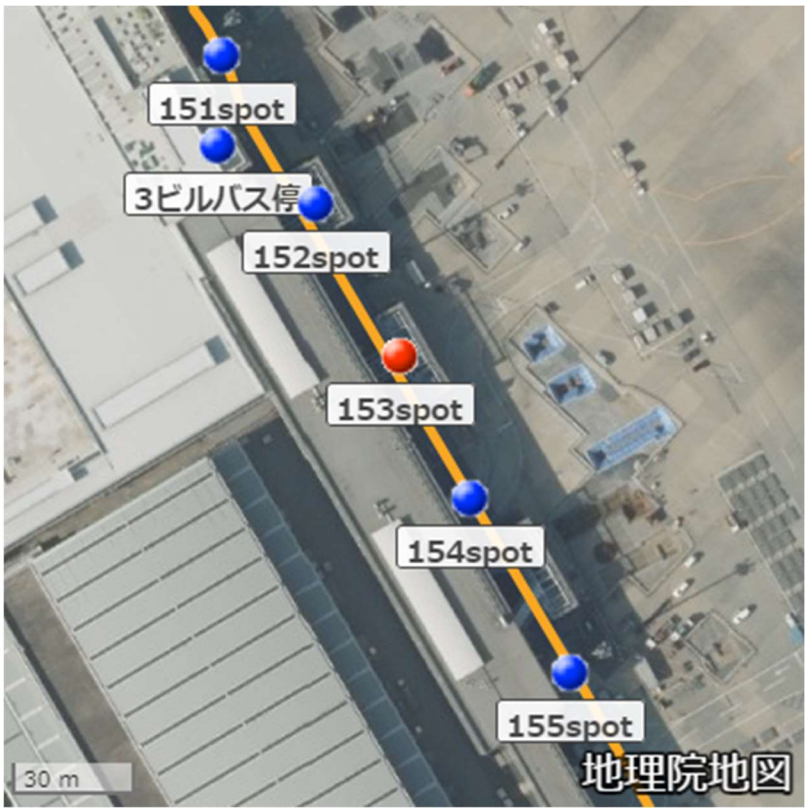


図 4.3.1-262　測定地点(地点番号 5)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

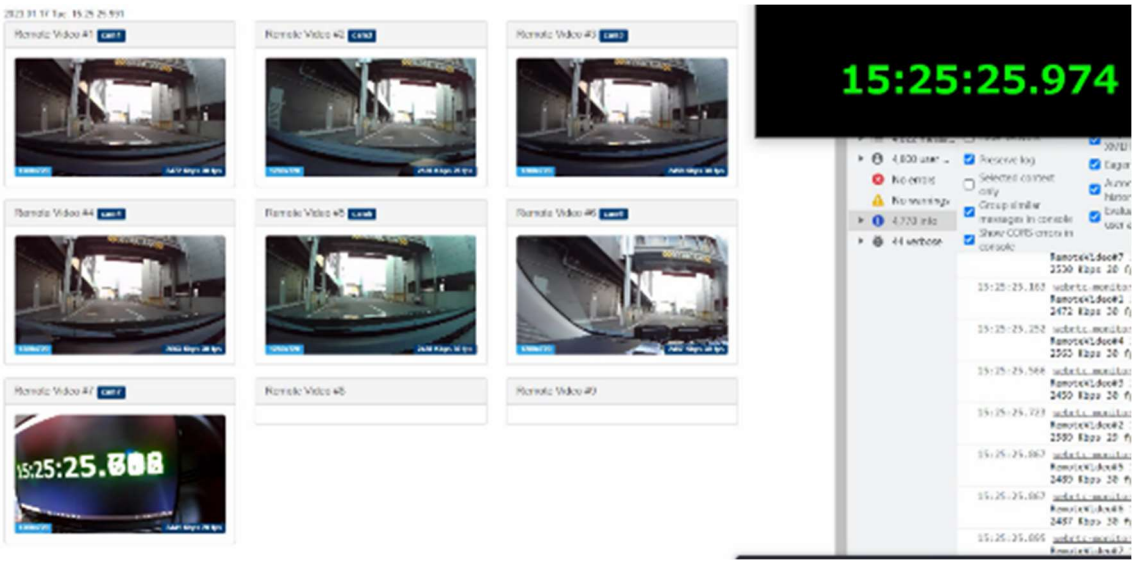


図 4.3.1-263　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-160　測定結果(地点番号 1)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延（ms）	KPI合否	RTT(msec)	エリア対象
25	1	3ビルバス停	237	合格	10	対象

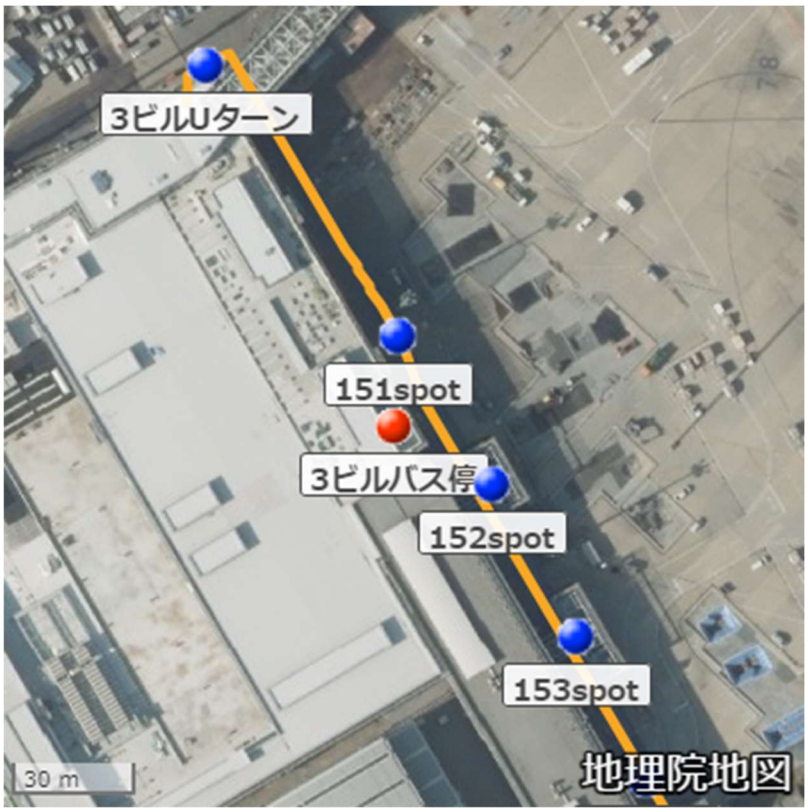


図 4.3.1-264　測定地点(地点番号 1)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

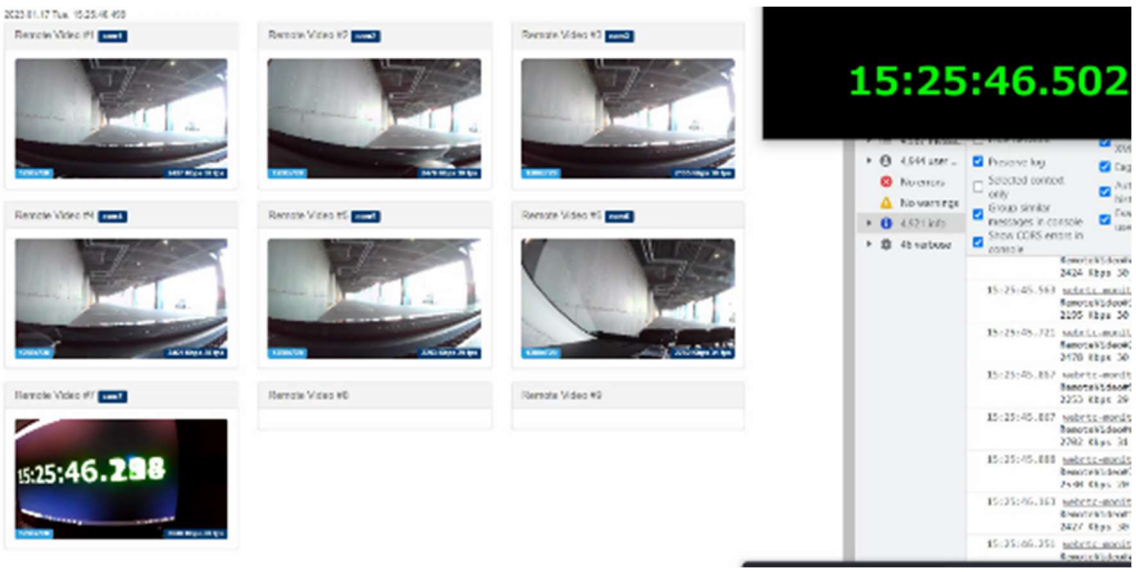


図 4.3.1-265　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

グループ 2(SV3 号車)

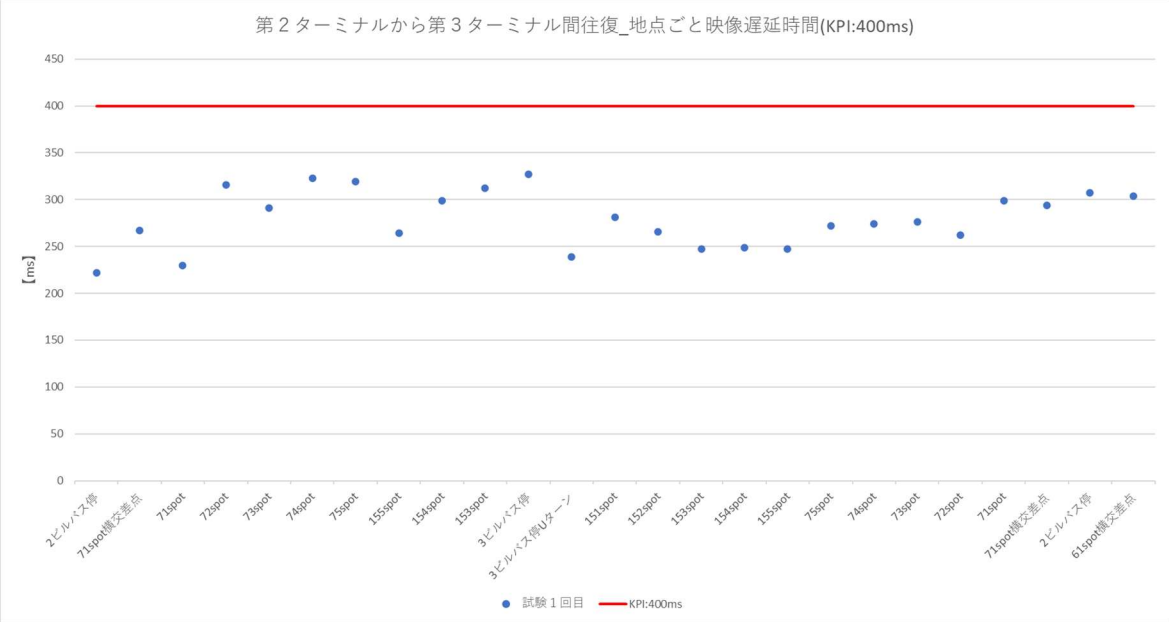


図 4.3.1-266　計測地点ごとの映像遅延結果

※自動運転車の走行ルートに 15 地点の測定ポイントを設け、時系列に第 3 ターミナルから 1 往復分の 25 回、15 地点で映像遅延を測定しました。以下に映像遅延結果の表を示します。

詳細部分については、試験 1 回目のデータのグループ 2（SV3 号車）詳細に記載します。

実験実施日時：2023/1/19 10:08～10:16
天候：曇り

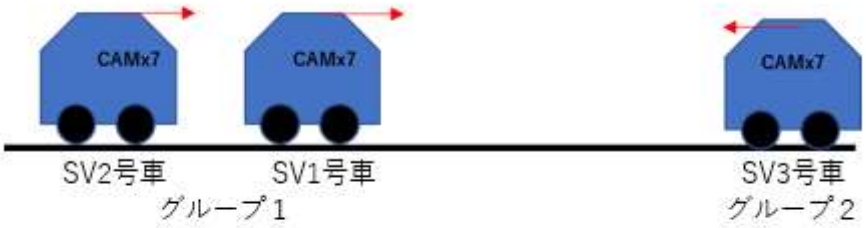


図 4.3.1-267　3 台すれ違い走行のイメージ

表 4.3.1-161　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
1	14	2ビルバス停	222	合格	16	対象



図 4.3.1-268　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

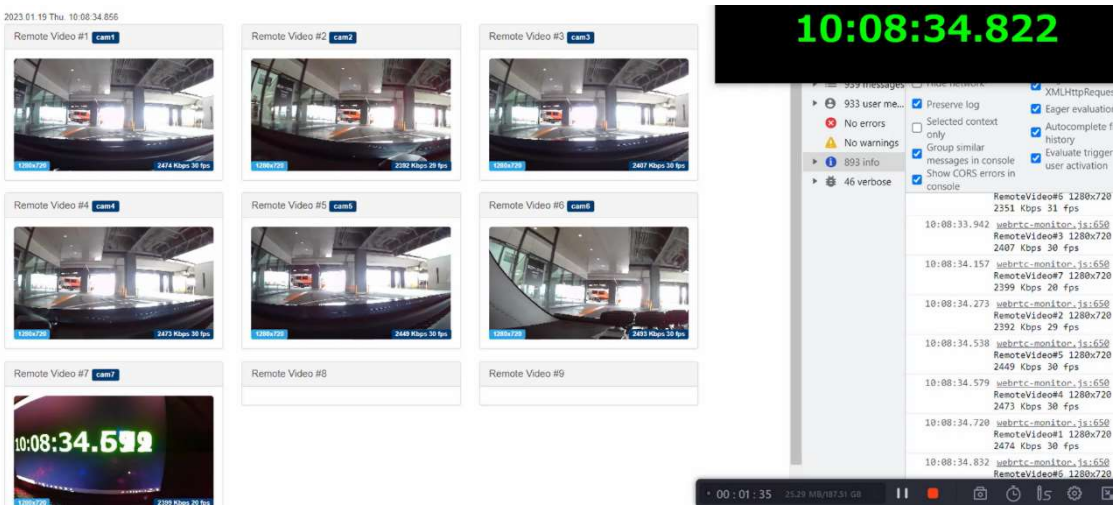


図 4.3.1-269　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-162　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
2	13	71spot横交差点	267	合格	11	対象



図 4.3.1-270　測定地点(地点番号 13)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

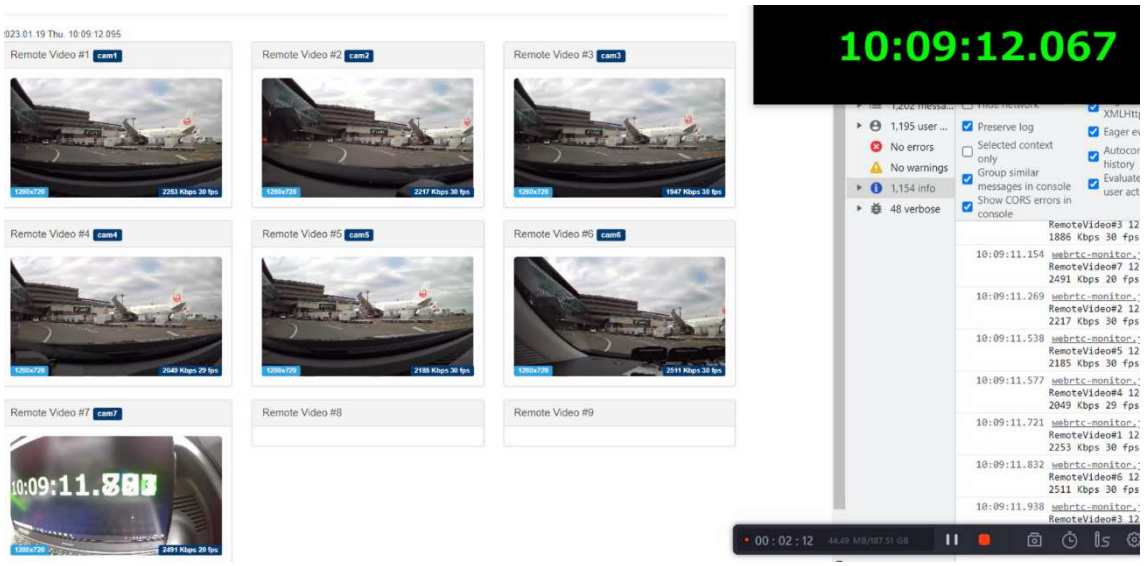


図 4.3.1-271　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-163　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
3	12	71spot	230	合格	15	対象



図 4.3.1-272　測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

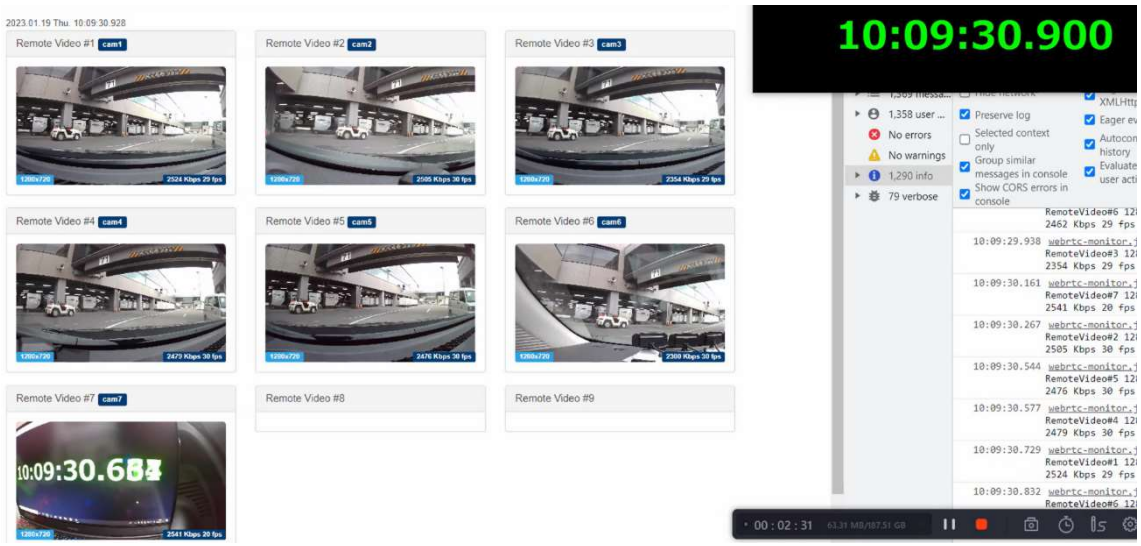


図 4.3.1-273　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-164　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
4	11	72spot	316	合格	13	対象



図 4.3.1-274　測定地点(地点番号 11)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

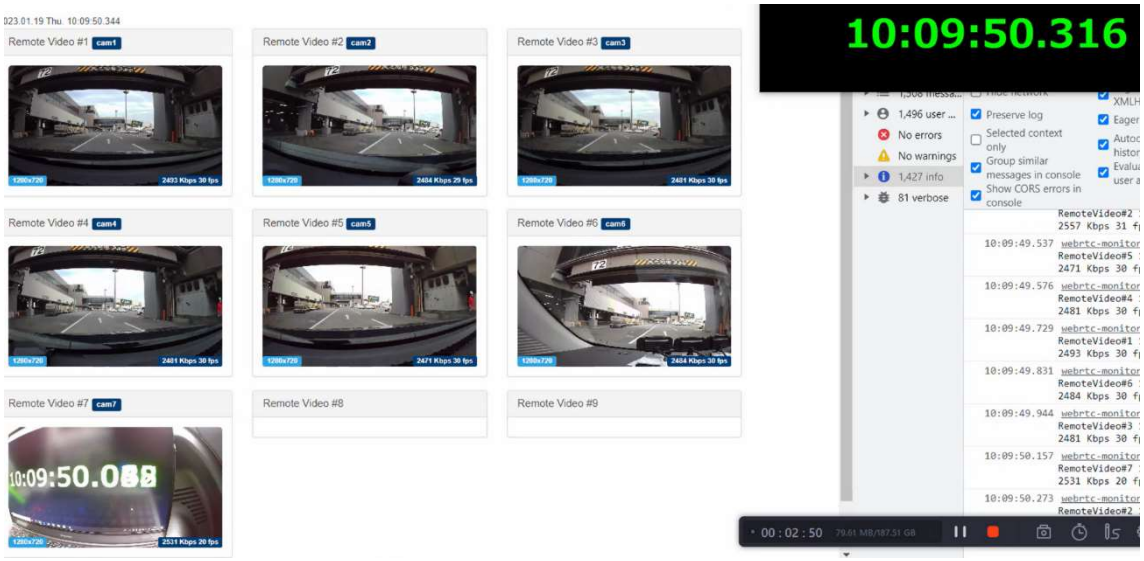


図 4.3.1-275　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-165　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
5	10	73spot	291	合格	17	対象

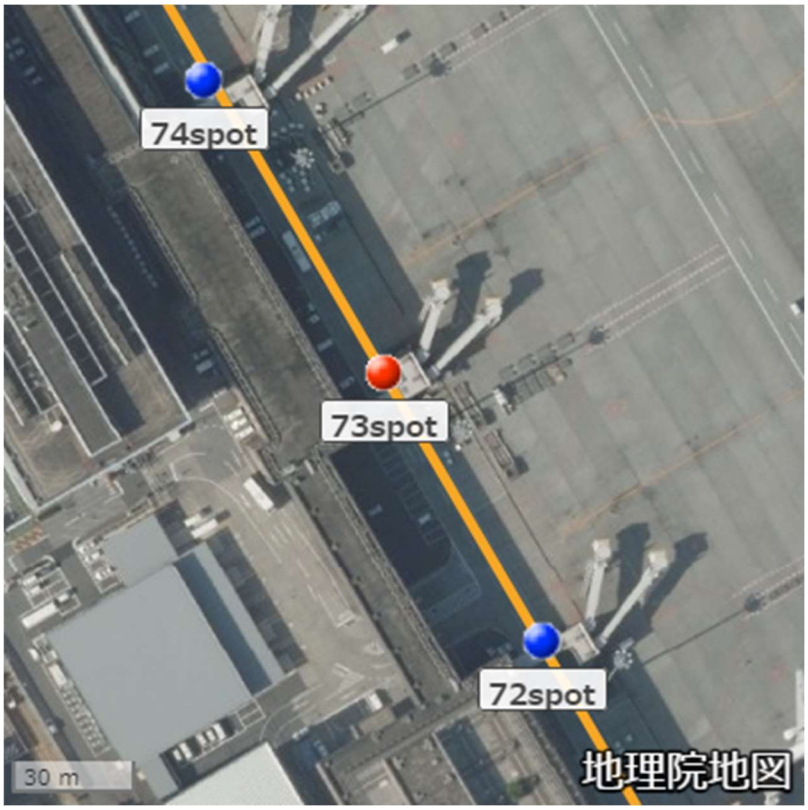


図 4.3.1-276　測定地点(地点番号 10)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

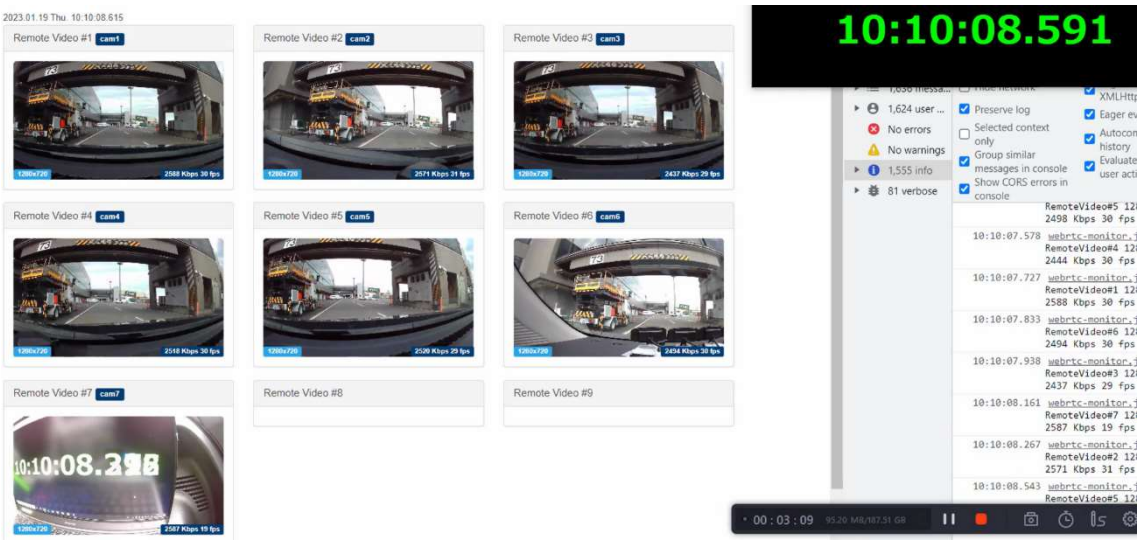


図 4.3.1-277　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-166　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
6	9	74spot	323	合格	13	対象



図 4.3.1-278　測定地点(地点番号 9)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

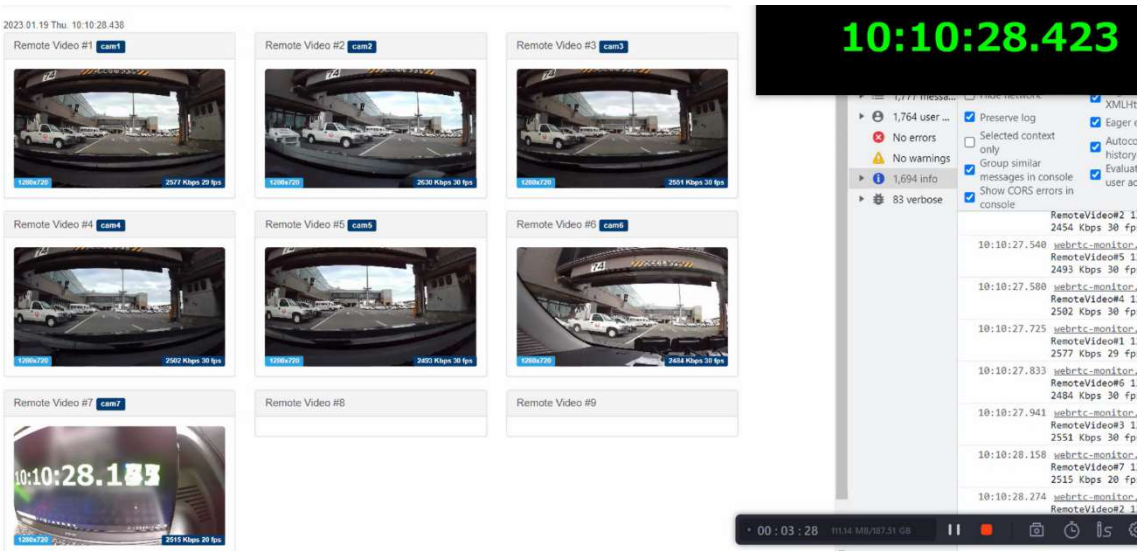


図 4.3.1-279　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-167　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
7	8	75spot	319	合格	13	対象



図 4.3.1-280　測定地点(地点番号 8)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

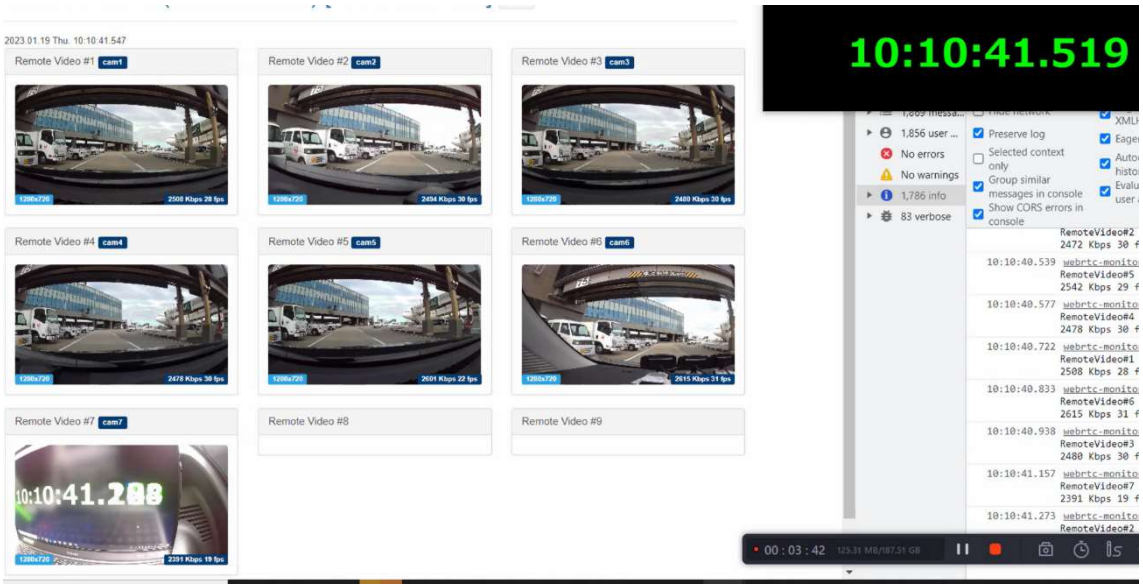


図 4.3.1-281　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-168　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
8	7	155spot	264	合格	17	対象



図 4.3.1-282　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

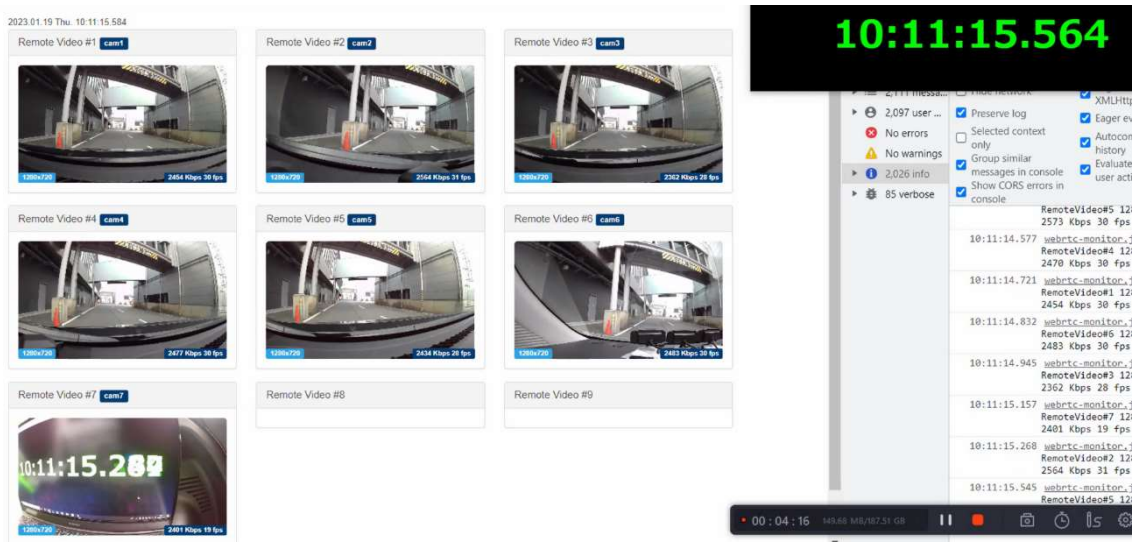


図 4.3.1-283　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-169　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
9	6	154spot	299	合格	9	対象



図 4.3.1-284　測定地点(地点番号 6)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

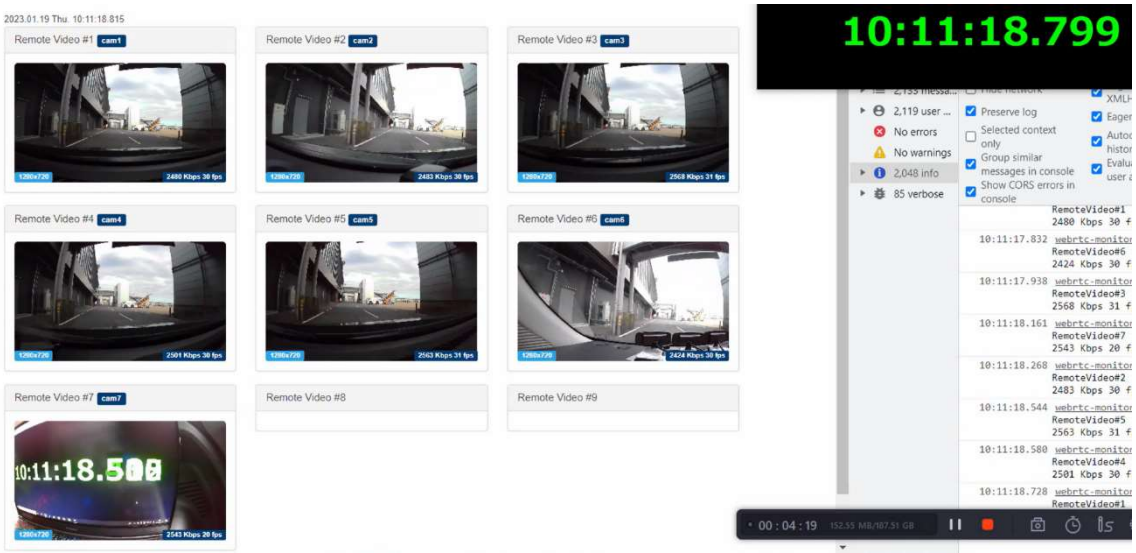


図 4.3.1-285　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-170　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
10	5	153spot	312	合格	16	対象

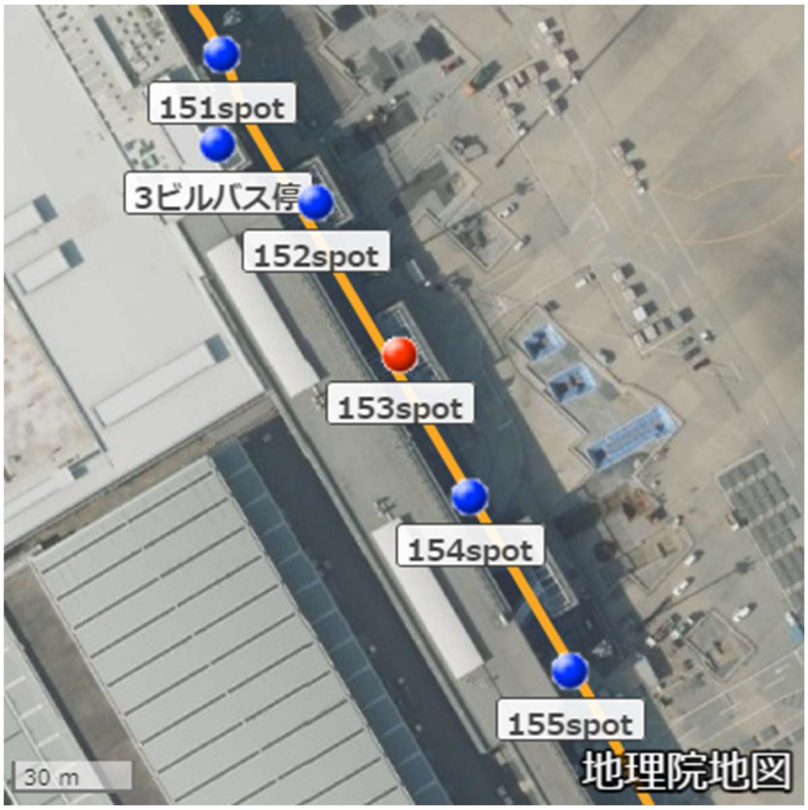


図 4.3.1-286　測定地点(地点番号 5)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

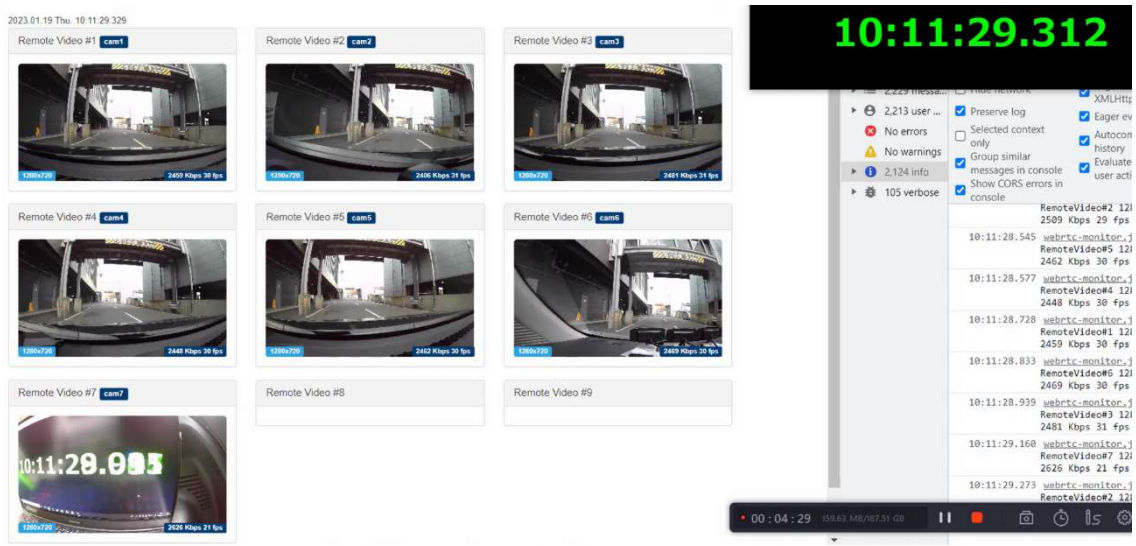


図 4.3.1-287　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-171　測定結果(地点番号 1)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
11	1	3ビルバス停	327	合格	15	対象

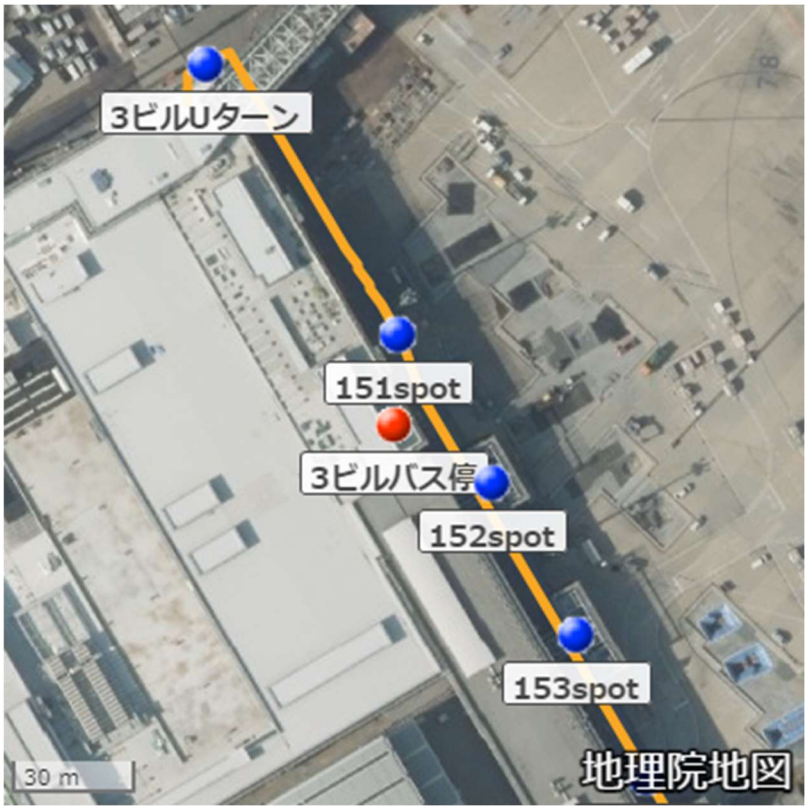


図 4.3.1-288　測定地点(地点番号 1)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

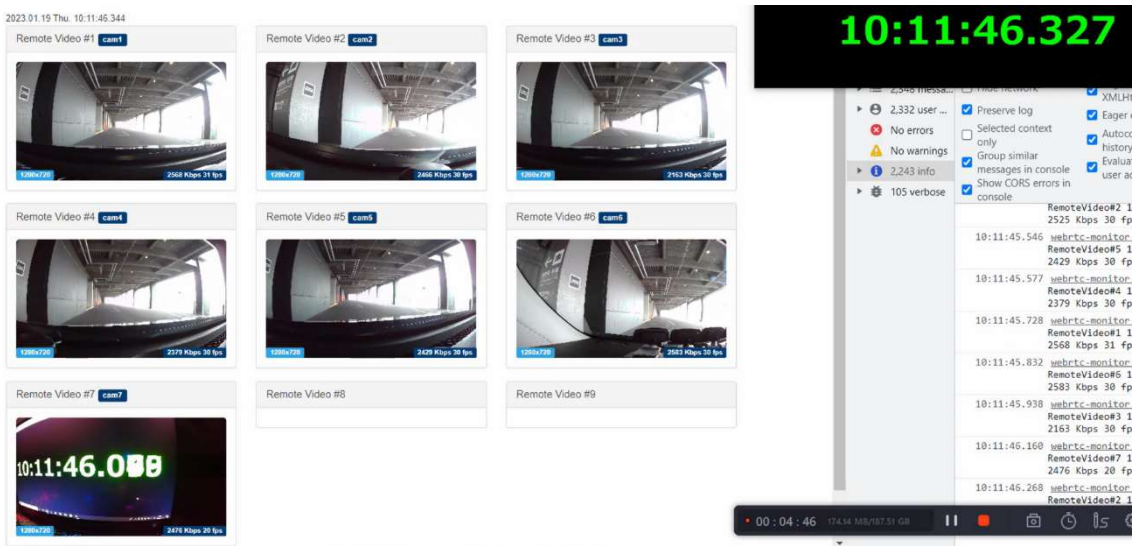


図 4.3.1-289　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-172　測定結果(地点番号 2)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
12	2	3ビルバス停Uターン	239	合格	14	対象



図 4.3.1-290　測定地点(地点番号 2)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

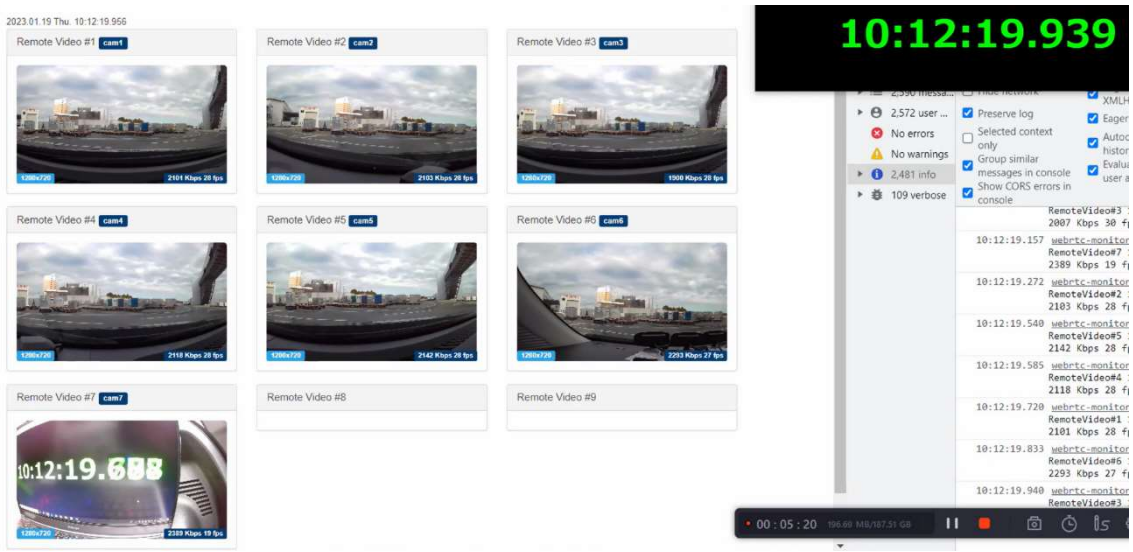


図 4.3.1-291　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-173　測定結果(地点番号 3)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
13	3	151spot	281	合格	16	対象

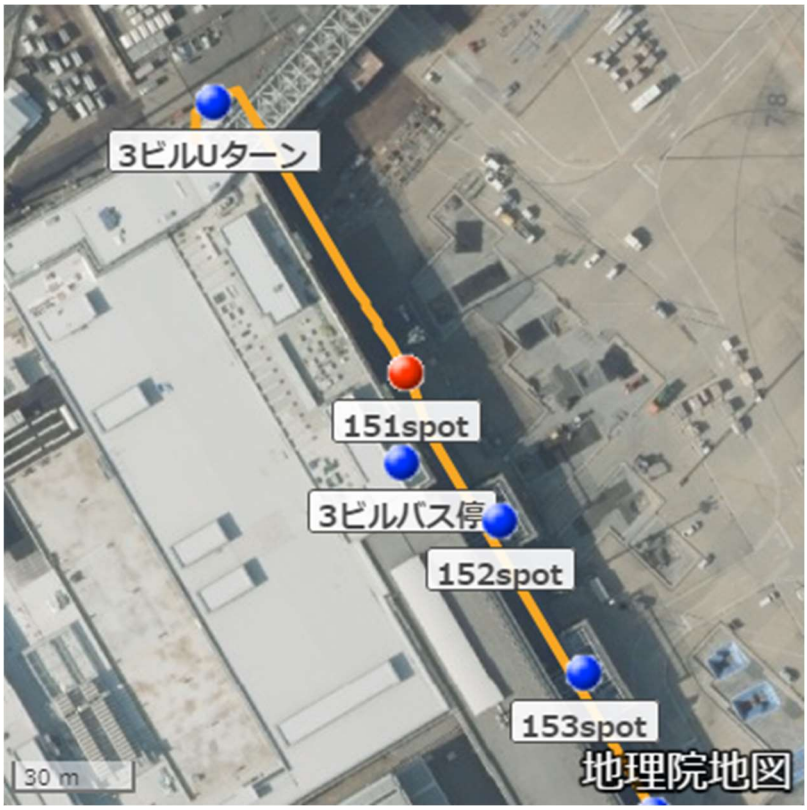


図 4.3.1-292　測定地点(地点番号 3)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

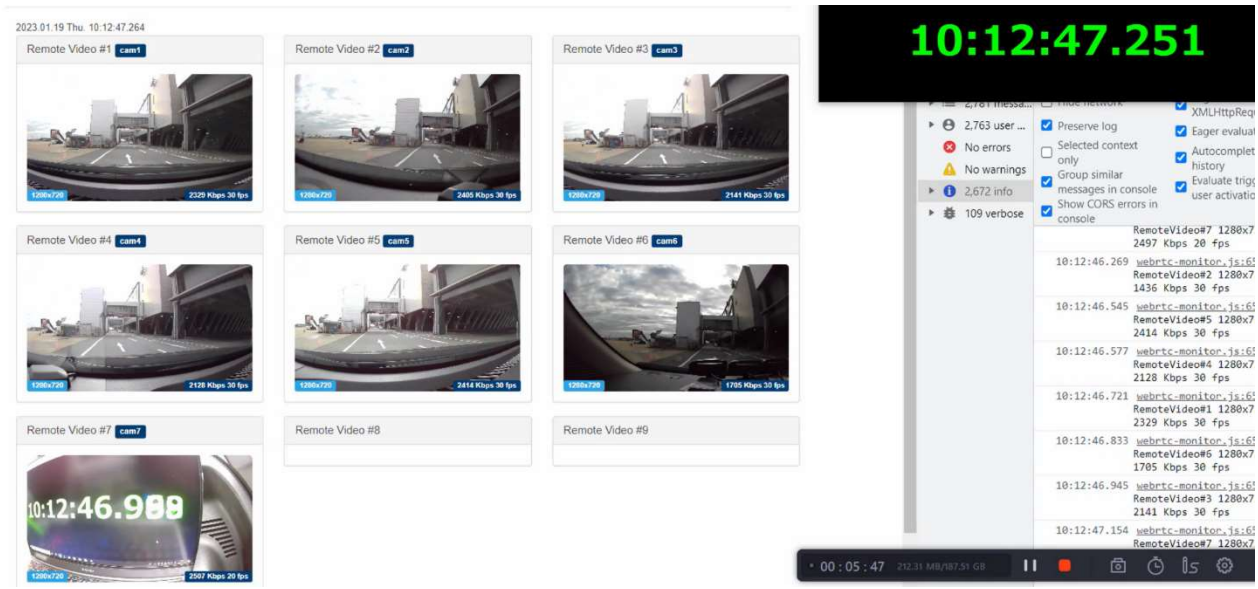


図 4.3.1-293　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します

表 4.3.1-174　測定結果(地点番号 4)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
14	4	152spot	266	合格	15	対象

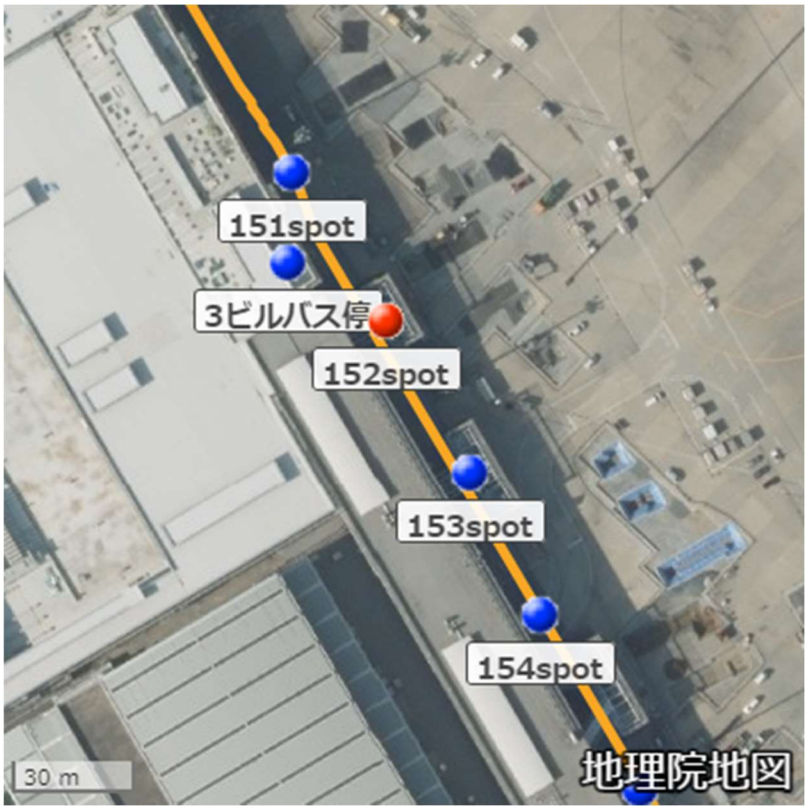


図 4.3.1-294　測定地点(地点番号 4)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

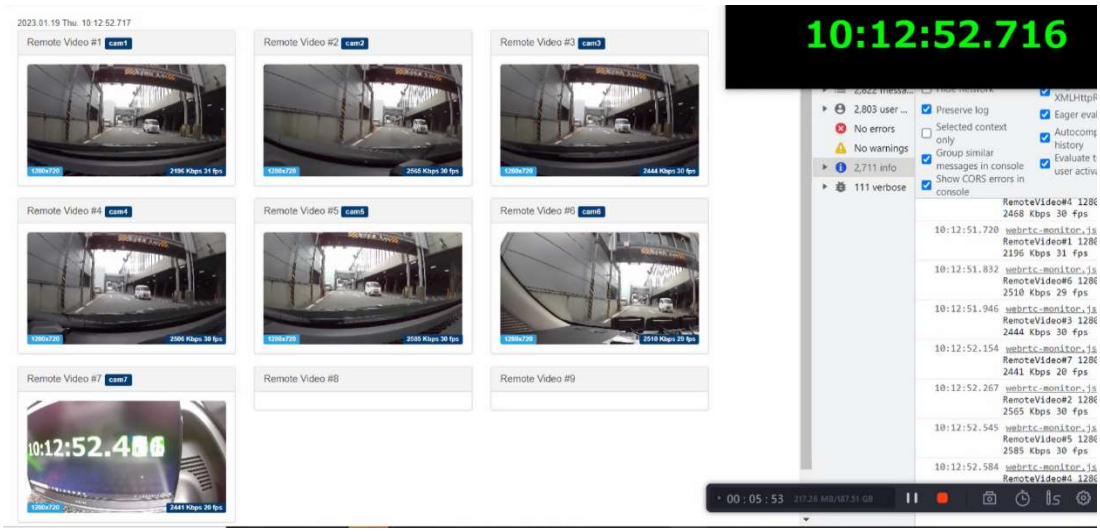


図 4.3.1-295　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-175　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
15	5	153spot	247	合格	21	対象

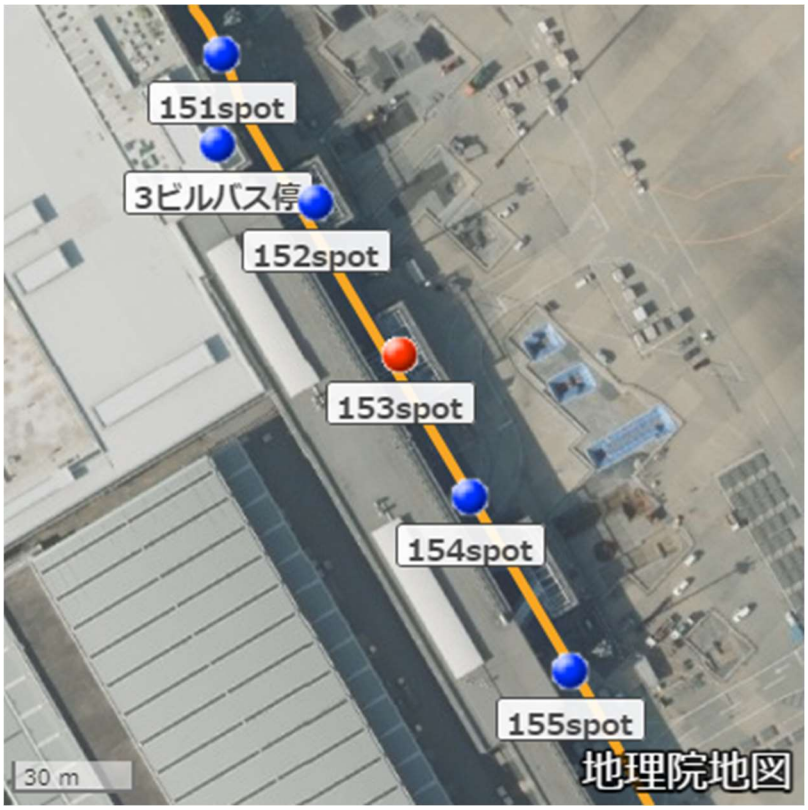


図 4.3.1-296　測定地点(地点番号 5)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

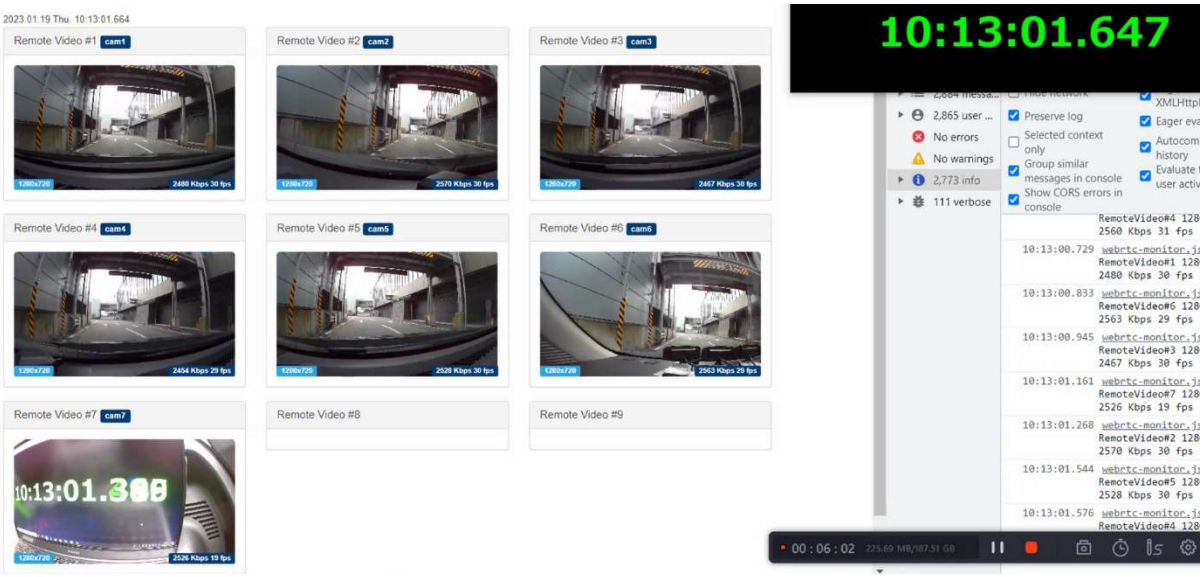


図 4.3.1-297　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-176　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
16	6	154spot	249	合格	17	対象



図 4.3.1-298　測定地点(地点番号 6)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

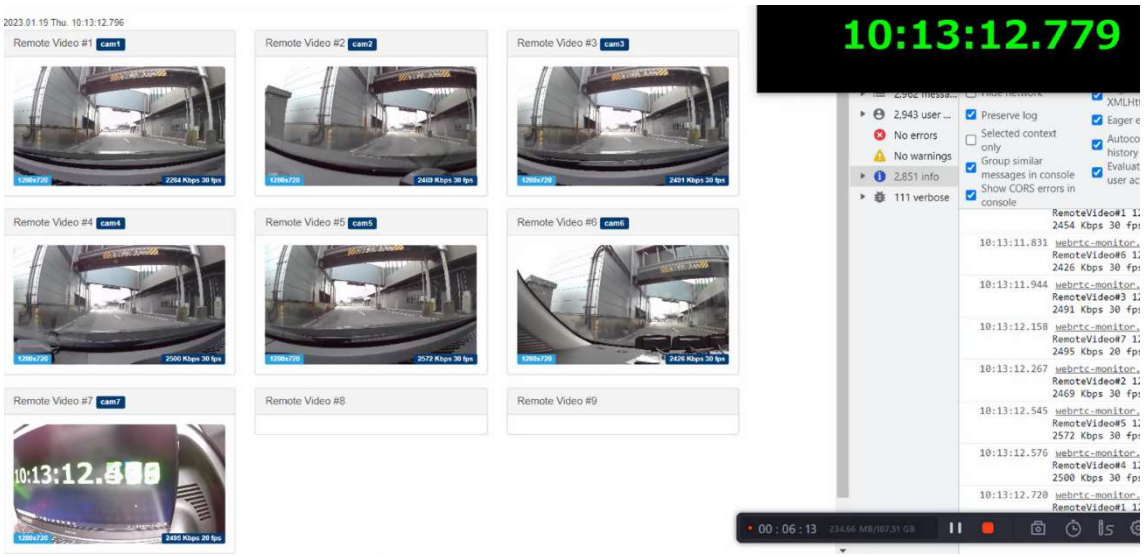


図 4.3.1-299　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-177　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
17	7	155spot	247	合格	20	対象



図 4.3.1-300　測定地点(地点番号 7)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

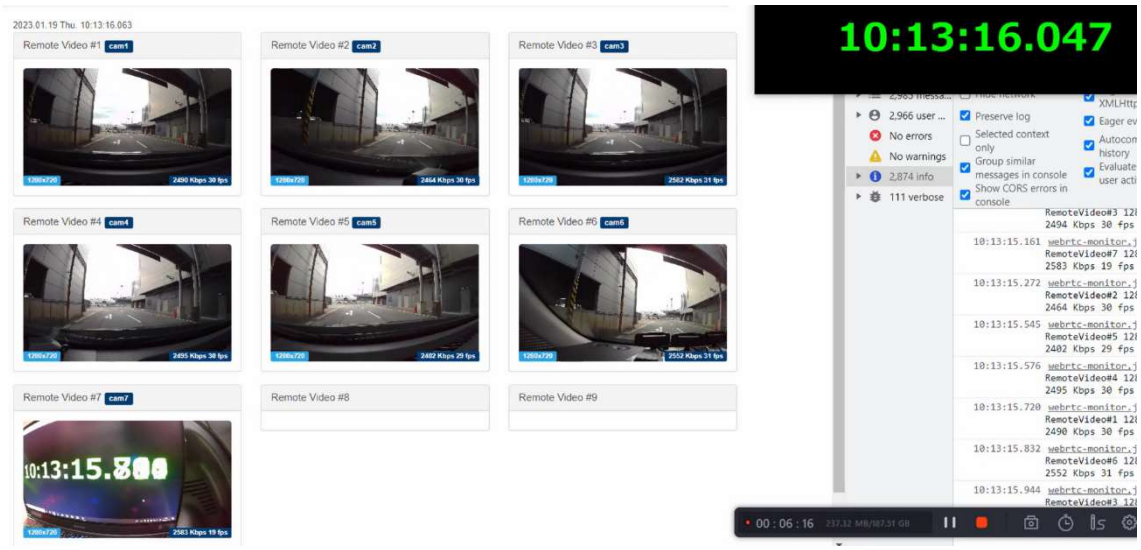


図 4.3.1-301　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-178　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
18	8	75spot	272	合格	13	対象



図 4.3.1-302　測定地点(地点番号 8)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

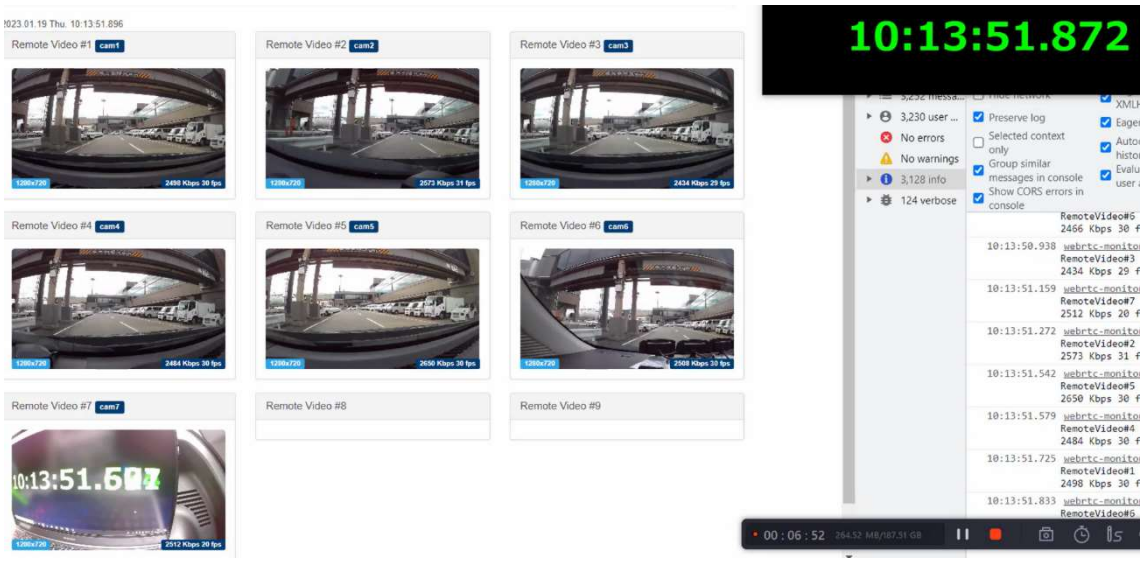


図 4.3.1-303　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-179　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
19	9	74spot	274	合格	16	対象



図 4.3.1-304　測定地点(地点番号 9)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

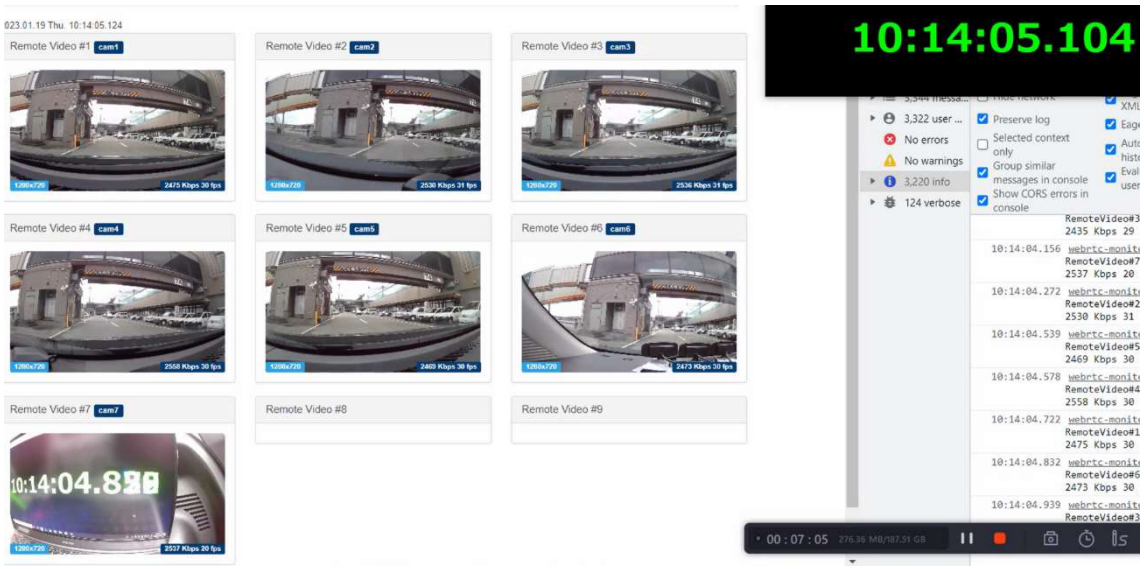


図 4.3.1-305　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-180　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
20	10	73spot	276	合格	13	対象

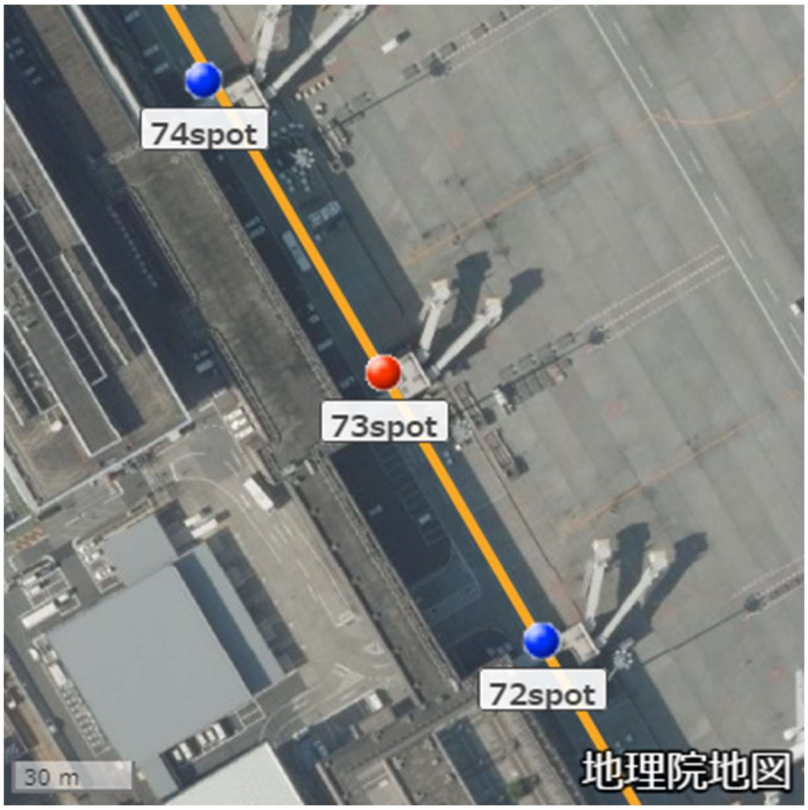


図 4.3.1-306　測定地点(地点番号 10)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

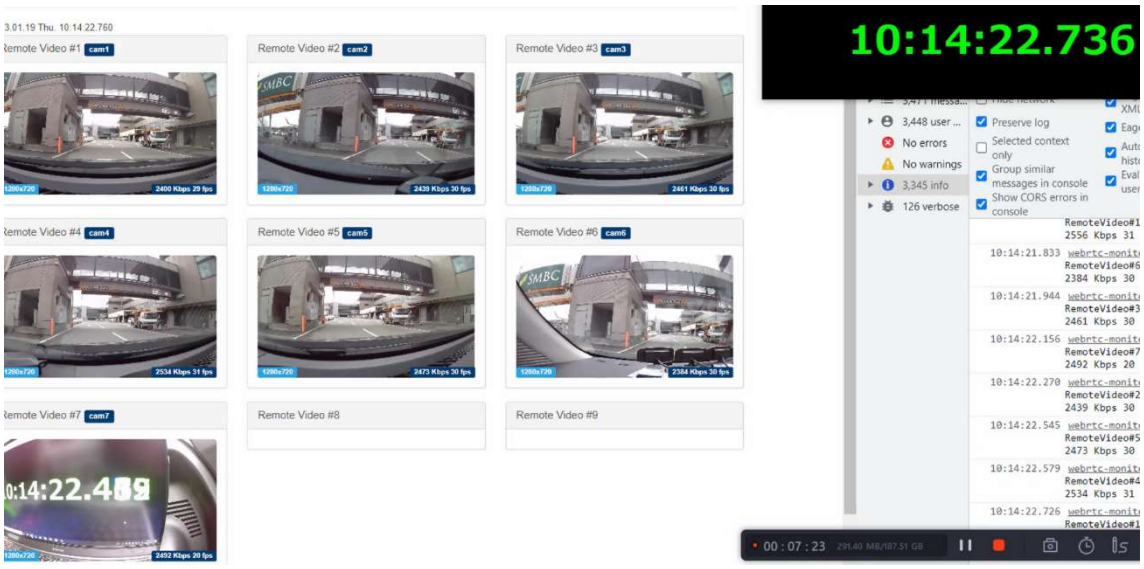


図 4.3.1-307　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-181　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
21	11	72spot	262	合格	14	対象



図 4.3.1-308　測定地点(地点番号 11)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

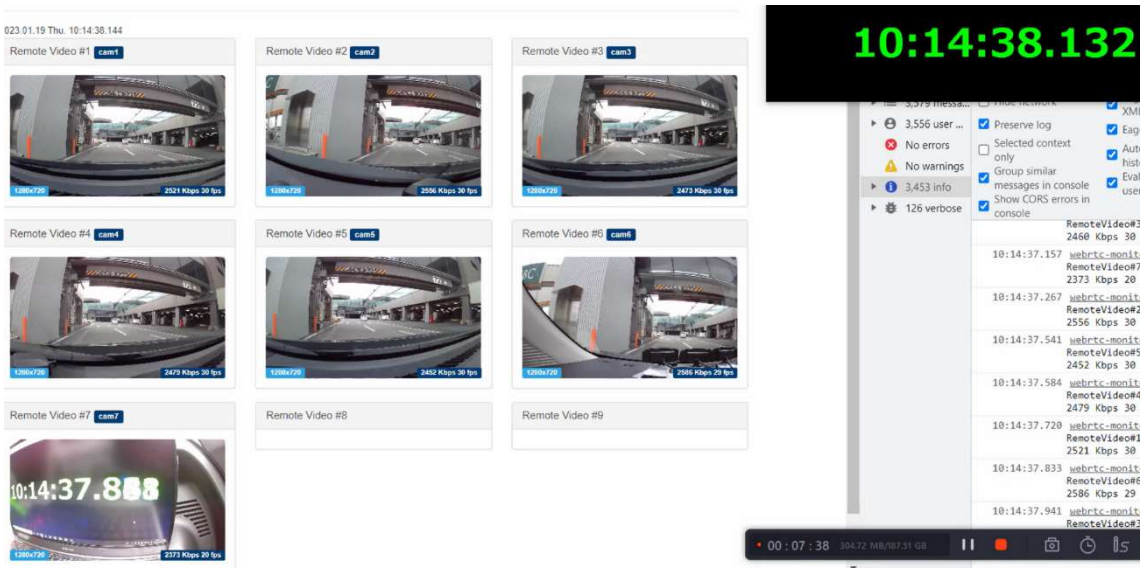


図 4.3.1-309　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-182　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
22	12	71spot	299	合格	10	対象



図 4.3.1-310　測定地点(地点番号 12)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

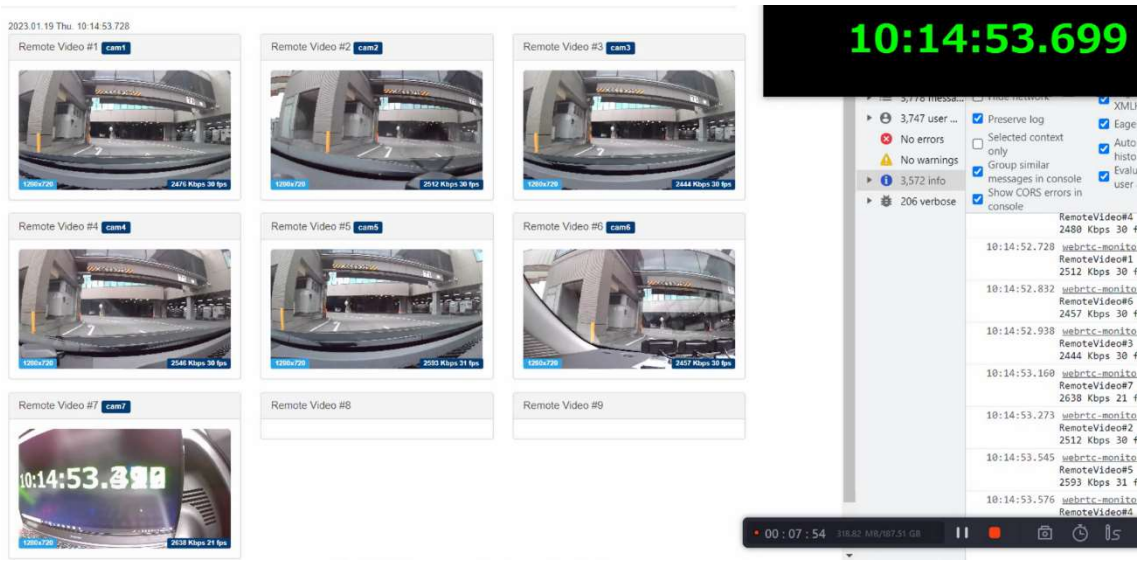


図 4.3.1-311　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-183　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
23	13	71spot横交差点	294	合格	11	対象



図 4.3.1-312　測定地点(地点番号 13)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

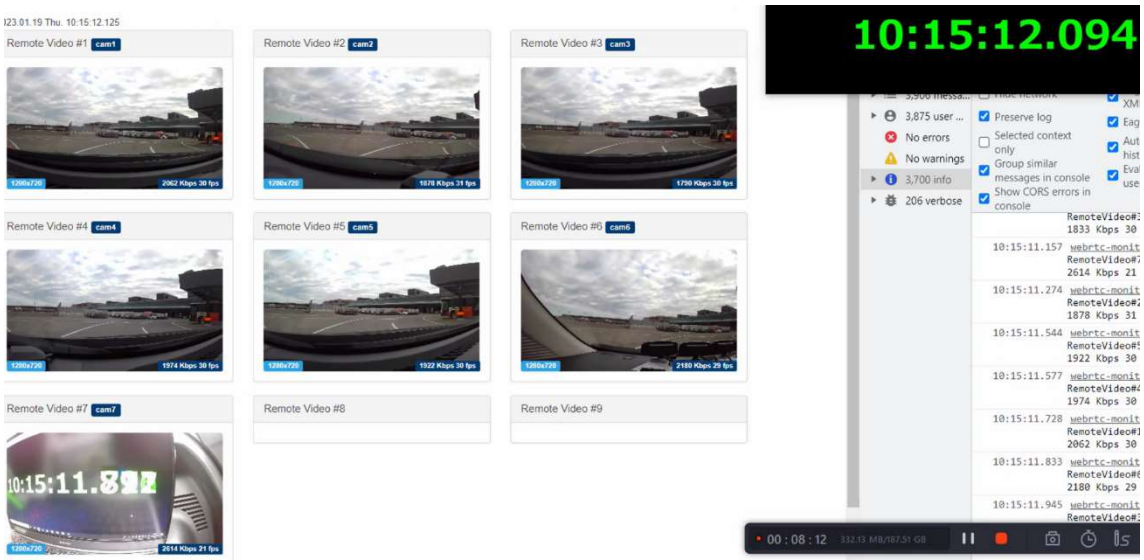


図 4.3.1-313　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-184　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
24	14	2ビルバス停	307	合格	10	対象



図 4.3.1-314　測定地点(地点番号 14)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

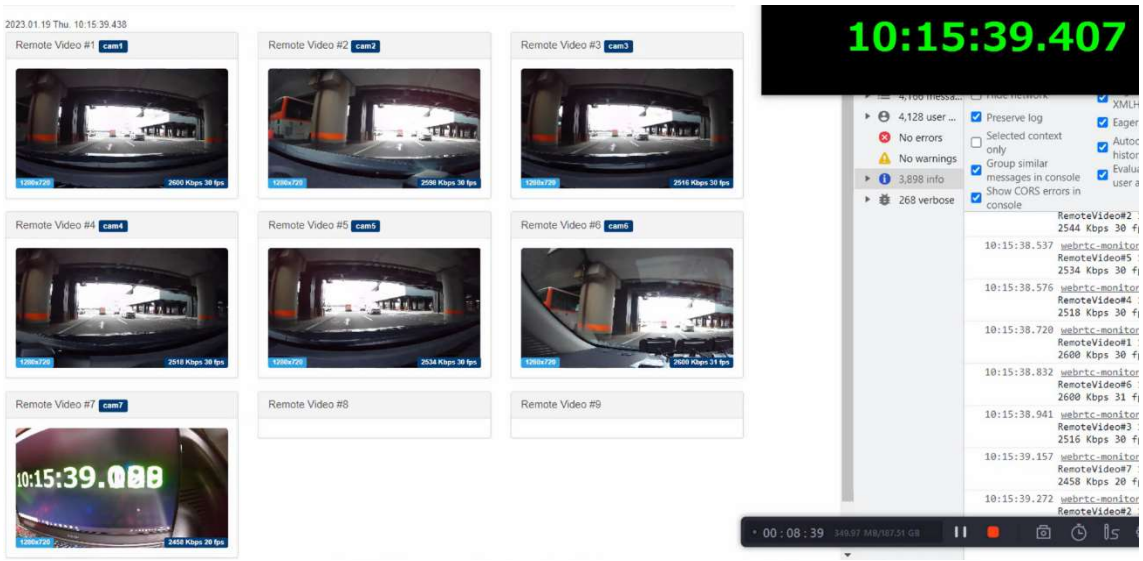


図 4.3.1-315　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-185　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
25	15	61spot横交差点	304	合格	19	対象



図 4.3.1-316　測定地点(地点番号 15)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

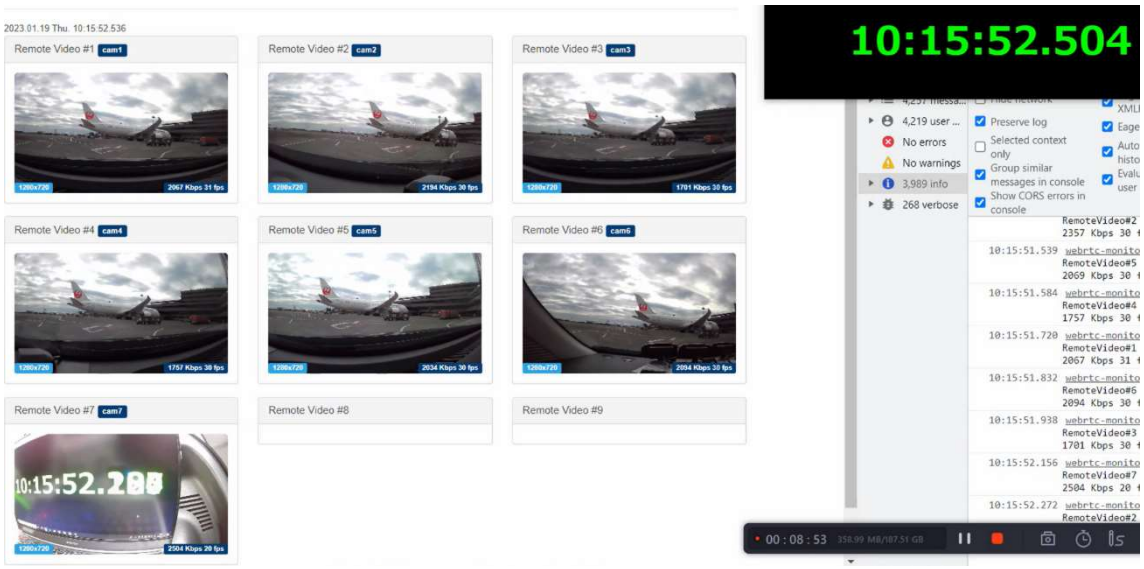


図 4.3.1-317　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、
本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。
従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

ケ）　評価結果（ルート③）第 3 ターミナルから第 1 ターミナル間の 1 台走行

ルート 3 代替区間において映像評価車については 1 台と設定し、走行ルート区間において要求仕様のフロント HD 画質（1280x720)、周囲・車室内画質(640x480)について、ローカル 5G 網内に設置した MEC 型映像配信試験用 WebRTC サーバを用いて評価し、評価対象内区域のルート上地点で下表にて充足することを確認しました。

あわせてローカル 5G で映像遅延を評価するにあたってオンプレミスで成田空港に WebRTC Server を設置し、映像遅延評価を行った。映像遅延の評価方法は、自動運転車と同じ 7 台のカメラで映像配信を行い、自動運転車両内での送信側映像と受信側映像の差を映像遅延としました。

実験実施日時：2023/1/12 14:39～15:08
天候：晴れ

フレームレート評価

表 4.3.1-186　ローカル 5G 映像伝送評価

				Frame rate[fps]							
項番	地点番号	ランドマーク	方向	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	cam6	cam7	ローカル5G対象エリア
	基準値(KPI)			9	9	9	9	9	9	9	
	判定			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	30	30	30	30	31	29	31	対象エリア
2	2	151spot	南行	30	30	30	30	30	31	30	対象エリア
3	3	152spot	南行	29	29	29	30	30	30	30	対象エリア
4	4	153spot	南行	30	30	30	30	30	30	30	対象エリア
5	5	154spot	南行	30	29	30	30	29	31	29	対象エリア
6	6	155spot	南行	30	30	30	30	28	30	29	対象エリア
7	7	75spot	南行	30	30	29	29	30	30	30	対象エリア
8	8	74spot	南行	30	28	30	31	30	30	30	対象エリア
9	9	73spot	南行	30	29	30	30	30	30	30	対象エリア
10	10	72spot	南行	31	31	30	30	30	31	30	対象エリア
11	11	71spot	南行	30	31	30	30	30	30	30	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	30	30	30	30	30	30	30	対象エリア
13	13	80spot入口交差点	南行	3	2	15	15	31	27	2	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	0	0	0	0	0	0	0	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点	南行	1	1	1	1	2	1	1	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	30	31	30	29	30	30	28	対象エリア
17	17	61spot	南行	30	29	30	29	29	30	30	対象エリア
18	18	62spot	南行	30	25	31	29	30	30	30	対象エリア
19	19	63spot	南行	30	29	31	30	30	30	30	対象エリア
20	20	64spot	南行	30	29	30	30	30	30	29	対象エリア
21	21	65spot	南行	29	30	31	30	30	29	31	対象エリア
22	22	66spot	南行	31	30	29	30	32	31	30	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	24	22	19	25	23	25	27	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流	南行	2	1	1	5	17	6	1	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	0	0	0	0	0	評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	30	29	28	31	29	30	29	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	30	30	30	29	32	29	32	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	31	30	31	30	30	30	31	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	30	29	30	30	29	30	30	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	30	30	29	30	30	30	29	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	30	29	30	30	30	30	30	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	30	31	30	31	30	30	30	対象エリア
33	33	412spot	北行	30	30	30	30	30	28	30	対象エリア
34	34	411spot	北行	31	30	30	30	30	31	30	対象エリア
35	35	68spot	北行	31	31	30	30	30	27	29	対象エリア
36	36	67spot	北行	30	30	30	31	30	29	28	対象エリア
37	22	66spot	北行	30	30	29	29	28	30	30	対象エリア
38	21	65spot	北行	29	30	31	30	30	30	30	対象エリア
39	20	64spot	北行	30	29	29	30	29	30	30	対象エリア
40	19	63spot	北行	30	31	30	30	30	31	30	対象エリア
41	18	62spot	北行	30	30	30	29	30	30	28	対象エリア
42	17	61spot	北行	30	27	30	27	29	25	28	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	30	30	31	30	30	31	30	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	30	31	30	30	29	30	29	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	29	30	30	31	30	30	30	対象エリア
46	11	71spot	北行	31	31	31	30	30	30	29	対象エリア
47	10	72spot	北行	30	29	30	30	30	30	27	対象エリア
48	9	73spot	北行	30	28	26	28	30	25	25	対象エリア
49	8	74spot	北行	30	30	30	30	30	28	27	対象エリア
50	7	75spot	北行	27	26	24	22	29	28	27	対象エリア
51	6	155spot	北行	30	30	30	29	31	29	30	対象エリア
52	5	154spot	北行	30	30	32	29	31	30	30	対象エリア
53	4	153spot	北行	30	30	30	30	30	30	30	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	29	30	29	30	30	30	30	対象エリア

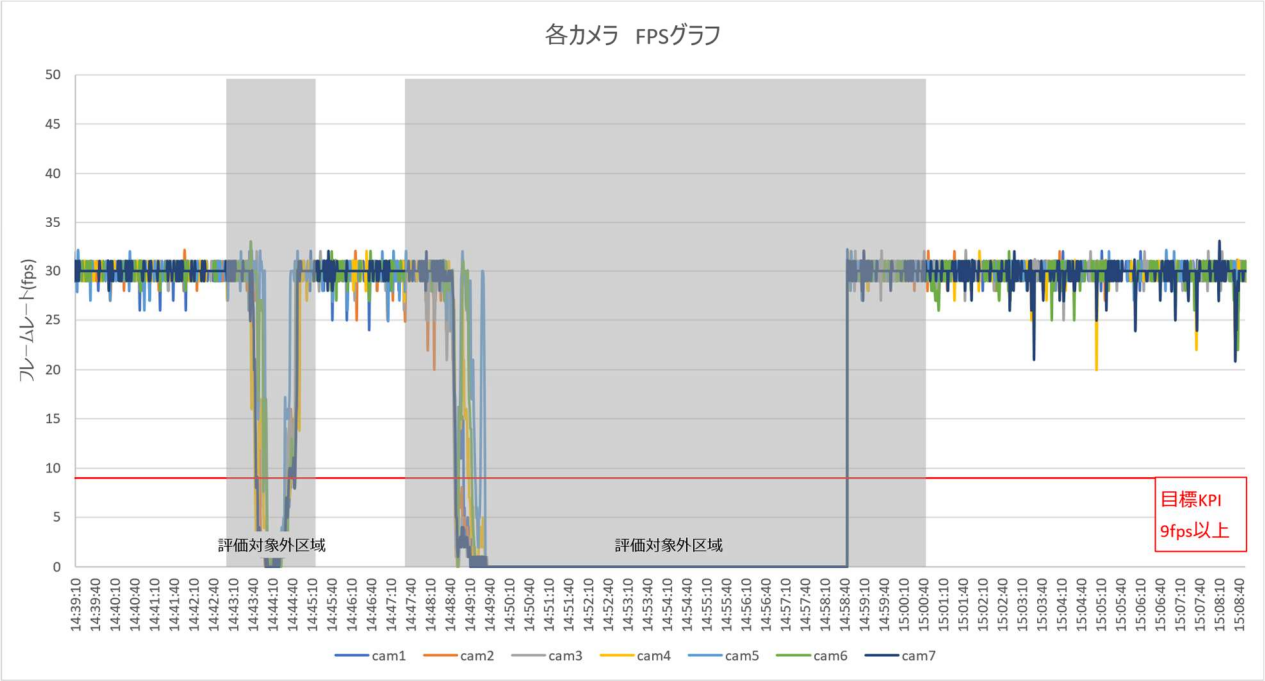


図 4.3.1-318　走行中評価対象内区域全ての時間でフレームレート・KPI・達成

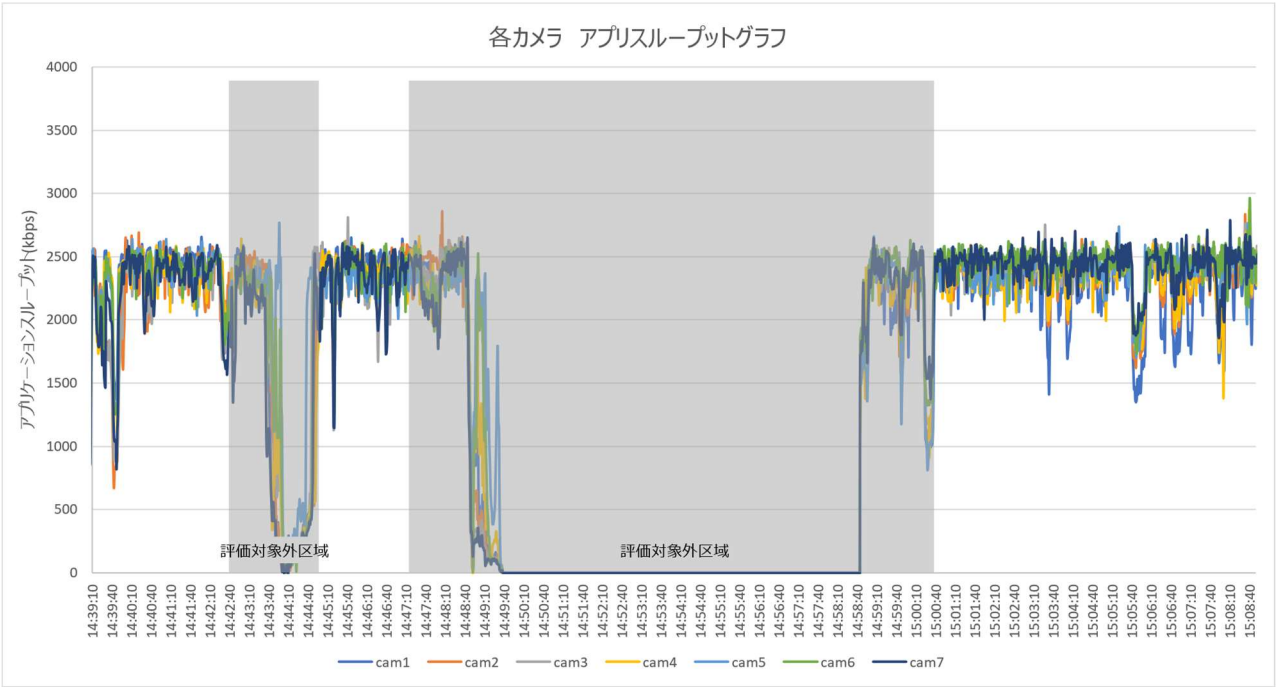


図 4.3.1-319　各カメラのスループット

各カメラの画質・フレームレート・電界強度計測結果

7 つのカメラともに、評価対象内区域において HD 画質設定でフレームレート要求を満たしました。また電界強度についても評価対象内区域で十分な強度を得られました。

表 4.3.1-187　フレームレート充足確認結果(Cam1)

フレームレート充足確認結果(Cam1)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2400	30	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	2393	30	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2450	29	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2532	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2518	30	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2452	30	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2483	30	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2497	30	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2506	30	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2655	31	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2493	30	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	2250	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	395	3	NG	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	63	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	148	1	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2517	30	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2413	30	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2466	30	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2495	30	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2499	30	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2426	29	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2575	31	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	1672	24	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	310	2	NG	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	1484	30	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2456	30	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2413	31	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2419	30	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2499	30	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2317	30	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2320	30	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2552	30	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2246	31	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2553	31	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2452	30	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2488	30	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2284	29	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2405	30	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2383	30	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2401	30	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2627	30	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2106	30	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2507	30	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	1609	29	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2539	31	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2447	30	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2471	30	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2416	30	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2445	27	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2350	30	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2270	30	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2450	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2509	29	OK	-80	対象エリア

表 4.3.1-188　フレームレート充足確認結果(Cam2)

フレームレート充足確認結果(Cam2)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2474	30	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	2227	30	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2220	29	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2360	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2202	29	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2094	30	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2530	30	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2436	28	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2501	29	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2556	31	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2526	31	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	2367	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	291	2	NG	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	54	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	143	1	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2596	31	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2312	29	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2416	25	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2468	29	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2531	29	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2572	30	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2230	30	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	2088	22	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	163	1	NG	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	1733	29	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2496	30	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2371	30	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2425	29	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2526	30	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2349	29	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2591	31	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2464	30	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2387	30	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2511	31	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2454	30	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2478	30	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2339	30	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2481	29	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2542	31	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2417	30	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2469	27	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2379	30	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2511	31	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	1760	30	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2519	31	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2364	29	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2258	28	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2447	30	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2561	26	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2419	30	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2408	30	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2497	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2584	30	OK	-80	対象エリア

表 4.3.1-189　フレームレート充足確認結果(Cam3)

フレームレート充足確認結果(Cam3)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2420	30	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	1872	30	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2374	29	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2186	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2467	30	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2307	30	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2392	29	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2495	30	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2532	30	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2484	30	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2496	30	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	2016	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	661	15	OK	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	0	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	149	1	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2486	30	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2399	30	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2502	31	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2517	31	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2455	30	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2321	31	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2499	29	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	2010	19	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	120	1	NG	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	1491	28	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2470	30	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2463	31	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2465	30	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2360	29	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2515	30	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2487	30	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2429	30	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2314	30	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2465	30	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2408	30	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2564	29	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2535	31	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2384	29	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2446	30	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2459	30	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2636	30	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2331	31	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2479	30	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	1942	30	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2592	31	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2438	30	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2415	26	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2450	30	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2315	24	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2352	30	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2374	32	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2493	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2424	29	OK	-80	対象エリア

表 4.3.1-190　フレームレート充足確認結果(Cam4)

フレームレート充足確認結果(Cam4)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2431	30	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	2416	30	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2465	30	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2541	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2412	30	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2440	30	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2348	29	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2480	31	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2500	30	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2503	30	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2469	30	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	2079	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	861	15	OK	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	0	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	136	1	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2462	29	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2284	29	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2363	29	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2431	30	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2494	30	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2403	30	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2486	30	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	1793	25	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	376	5	NG	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	2020	31	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2446	29	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2428	30	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2487	30	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2423	30	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2411	30	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2567	31	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2490	30	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2332	30	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2500	30	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2474	31	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2540	29	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2442	30	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2456	30	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2529	30	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2445	29	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2436	27	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2260	30	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2478	30	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	1808	31	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2465	30	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2466	30	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2485	28	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2446	30	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2471	22	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2283	29	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2400	29	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2513	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2720	30	OK	-80	対象エリア

表 4.3.1-191　フレームレート充足確認結果(Cam5)

フレームレート充足確認結果(Cam5)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2562	31	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	2347	30	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2507	30	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2638	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2365	29	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2347	28	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2417	30	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2463	30	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2463	30	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2504	30	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2458	30	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	2156	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	2248	31	OK	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	0	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	237	2	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2380	30	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2241	29	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2352	30	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2315	30	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2313	30	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2324	30	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2233	32	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	1648	23	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	1138	17	OK	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	1358	29	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2296	32	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2459	30	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2463	29	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2464	30	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2460	30	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2492	30	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2475	30	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2315	30	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2485	30	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2418	30	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2565	28	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2418	30	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2472	29	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2432	30	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2458	30	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2592	29	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2154	30	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2393	29	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	1971	30	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2482	30	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2442	30	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2518	30	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2437	30	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2561	29	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2505	31	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2536	31	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2507	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2662	30	OK	-80	対象エリア

表 4.3.1-192　フレームレート充足確認結果(Cam6)

フレームレート充足確認結果(Cam6)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2286	29	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	2175	31	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2452	30	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2557	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2512	31	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2346	30	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2475	30	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2462	30	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2523	30	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2521	31	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2460	30	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	2128	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	1068	27	OK	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	0	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	9	1	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2474	30	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2437	30	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2448	30	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2446	30	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2435	30	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2382	29	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2529	31	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	2069	25	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	539	6	NG	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	1888	30	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2589	29	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2512	30	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2486	30	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2483	30	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2457	30	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2482	30	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2428	28	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2533	31	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2413	27	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2397	29	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2506	30	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2461	30	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2542	30	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2526	31	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2510	30	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2616	25	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2505	31	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2483	30	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	2116	30	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2542	30	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2433	30	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2512	25	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2409	28	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2559	28	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2463	29	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2491	30	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2648	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2960	30	OK	-80	対象エリア

2

表 4.3.1-193　フレームレート充足確認結果(Cam7)

フレームレート充足確認結果(Cam7)								
項番	地点番号	ランドマーク	方向	bitrate [Kbps]	framerate [fps]	判定	SS-RSRP [dBm]	ローカル5G対象エリア
		基準値(KPI)		-	9			
1	1	3ビルバス停Uターン	南行	2507	31	OK	-91	対象エリア
2	2	151spot	南行	2187	30	OK	-79	対象エリア
3	3	152spot	南行	2410	30	OK	-60	対象エリア
4	4	153spot	南行	2514	30	OK	-69	対象エリア
5	5	154spot	南行	2333	29	OK	-72	対象エリア
6	6	155spot	南行	2070	29	OK	-86	対象エリア
7	7	75spot	南行	2454	30	OK	-58	対象エリア
8	8	74spot	南行	2485	30	OK	-71	対象エリア
9	9	73spot	南行	2261	30	OK	-80	対象エリア
10	10	72spot	南行	2523	30	OK	-89	対象エリア
11	11	71spot	南行	2477	30	OK	-88	対象エリア
12	12	71spot横交差点	南行	1886	30	OK	-78	対象エリア
13	13	80spot入口交差点北側	南行	240	2	NG	-110	評価対象外区域
14	14	80spotバス停	南行	9	0	NG	-120	評価対象外区域
15	15	80spot入口交差点南側	南行	136	1	NG	-109	評価対象外区域
16	16	61spot横交差点	南行	2422	28	OK	-78	対象エリア
17	17	61spot	南行	2422	30	OK	-85	対象エリア
18	18	62spot	南行	2204	30	OK	-82	対象エリア
19	19	63spot	南行	2508	30	OK	-88	対象エリア
20	20	64spot	南行	2408	29	OK	-77	対象エリア
21	21	65spot	南行	2530	31	OK	-79	対象エリア
22	22	66spot	南行	2463	30	OK	-59	対象エリア
23	23	2ビル側陸橋合流点	南行	1820	27	OK	-104	評価対象外区域
24	24	陸橋管制塔付近合流点	南行	103	1	NG	-112	評価対象外区域
25	25	1ビル側陸橋交差点	南行	0	0	NG		評価対象外区域
26	26	59spotバス停	北行	1660	29	OK	-99	評価対象外区域
27	27	55spot	北行	2368	32	OK	-96	評価対象外区域
28	28	56spot	北行	2335	31	OK	-85	評価対象外区域
29	29	57Aspot	北行	2405	30	OK	-88	評価対象外区域
30	30	57Bspot	北行	2382	29	OK	-85	評価対象外区域
31	31	58Aspot	北行	2470	30	OK	-83	対象エリア
32	32	58Bspot	北行	2486	30	OK	-75	対象エリア
33	33	412spot	北行	2499	30	OK	-86	対象エリア
34	34	411spot	北行	2482	30	OK	-89	対象エリア
35	35	68spot	北行	2537	29	OK	-77	対象エリア
36	36	67spot	北行	2444	28	OK	-86	対象エリア
37	22	66spot	北行	2696	30	OK	-67	対象エリア
38	21	65spot	北行	2447	30	OK	-80	対象エリア
39	20	64spot	北行	2505	30	OK	-89	対象エリア
40	19	63spot	北行	2274	30	OK	-84	対象エリア
41	18	62spot	北行	2430	28	OK	-77	対象エリア
42	17	61spot	北行	2640	28	OK	-83	対象エリア
43	16	61spot横交差点	北行	2386	30	OK	-80	対象エリア
44	37	2ビルバス停	北行	2391	29	OK	-98	対象エリア
45	12	71spot横交差点	北行	2061	30	OK	-78	対象エリア
46	11	71spot	北行	2315	29	OK	-87	対象エリア
47	10	72spot	北行	2211	27	OK	-75	対象エリア
48	9	73spot	北行	2671	25	OK	-78	対象エリア
49	8	74spot	北行	2412	27	OK	-78	対象エリア
50	7	75spot	北行	2710	27	OK	-81	対象エリア
51	6	155spot	北行	2157	30	OK	-83	対象エリア
52	5	154spot	北行	2548	30	OK	-75	対象エリア
53	4	153spot	北行	2509	30	OK	-82	対象エリア
54	38	3ビルバス停	北行	2658	30	OK	-80	対象エリア

映像遅延計測

・実験結果(ルート③：第 3 ターミナルから第 1 ターミナル間代替えルートの 1 台往復)

横軸をランドマーク、縦軸を映像遅延とした際、目標値の KPI に対し、ローカル 5G 区間遅延を含む映像遅延で必要な 400msec 以下を観測しており、測定誤差等を考慮してもローカル 5G とインターネット・クラウド区間を除いた映像送受信においては 25msec 以上のマージンを有していることがわかりました。

試験実施日時：2023/1/12 11:08～11:46

天候：晴れ

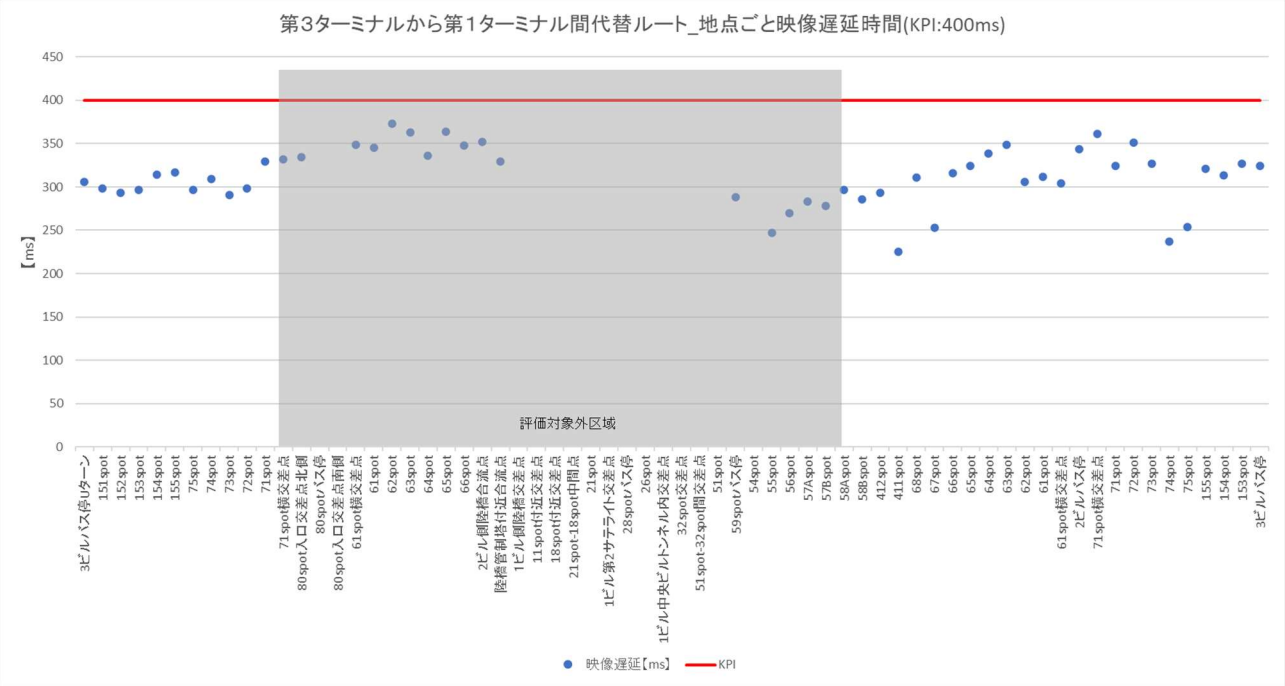


図 4.3.1-320　計測地点ごとの映像遅延結果

表 4.3.1-194　測定結果(地点番号 2)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
1	2	3ビルバス停Uターン	306	合格	17	対象



図 4.3.1-321　測定地点(地点番号 2)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

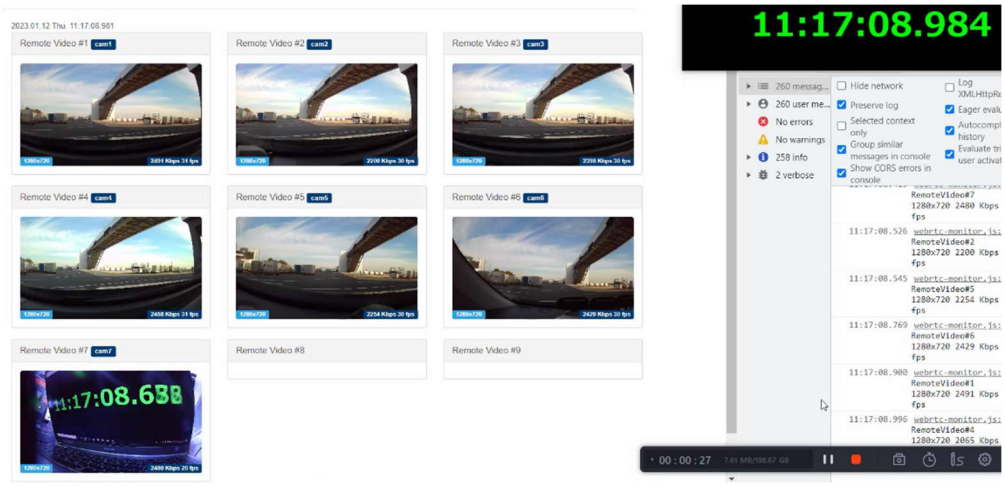


図 4.3.1-322　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-195　測定結果(地点番号 3)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
2	3	151spot	298	合格	16	対象

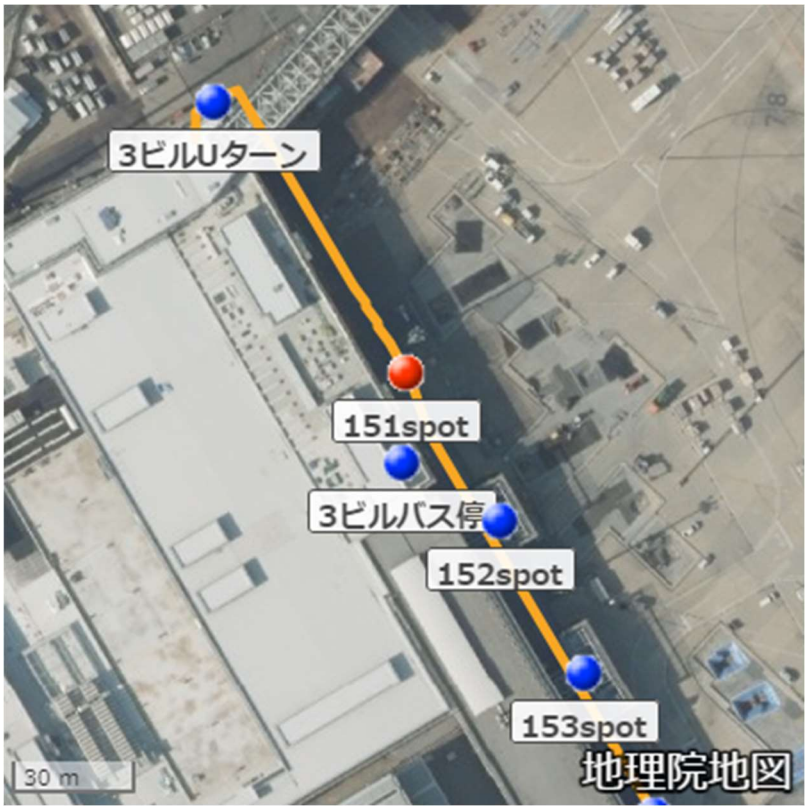


図 4.3.1-323　測定地点(地点番号 3)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

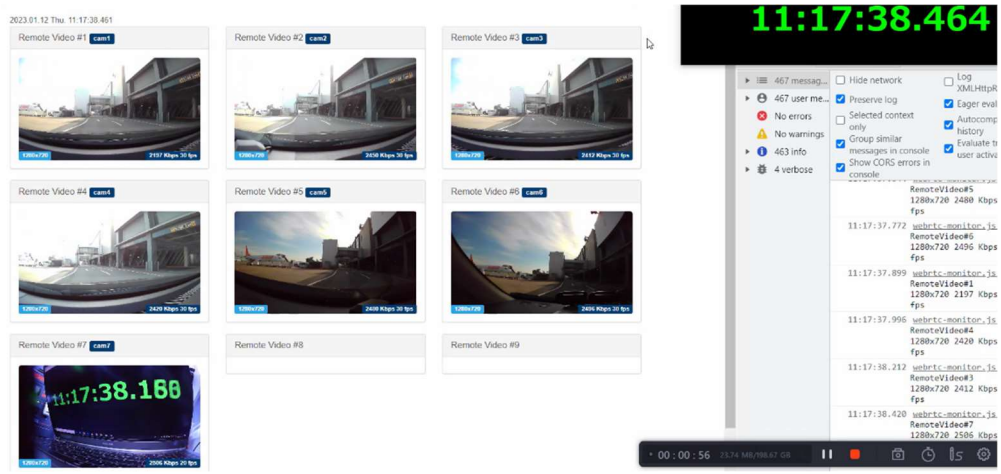


図 4.3.1-324　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-196　測定結果(地点番号 4)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
3	4	152spot	293	合格	10	対象

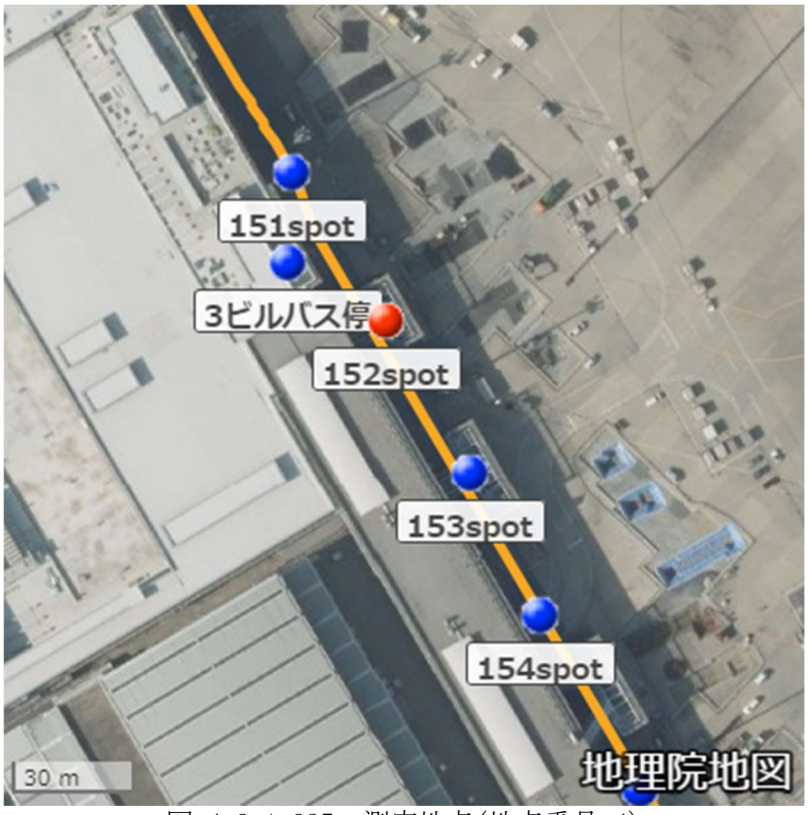


図 4.3.1-325　測定地点(地点番号 4)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

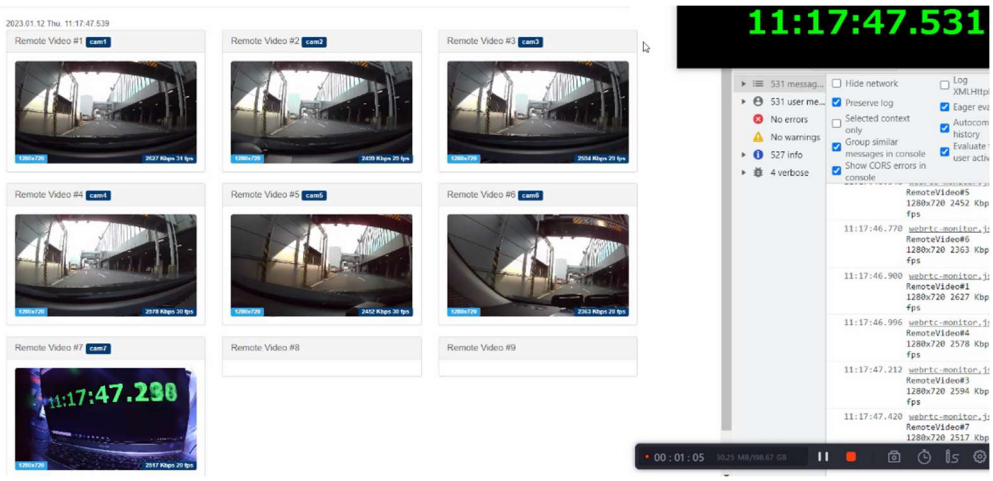


図 4.3.1-326　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-197　測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
4	5	153spot	297	合格	13	対象

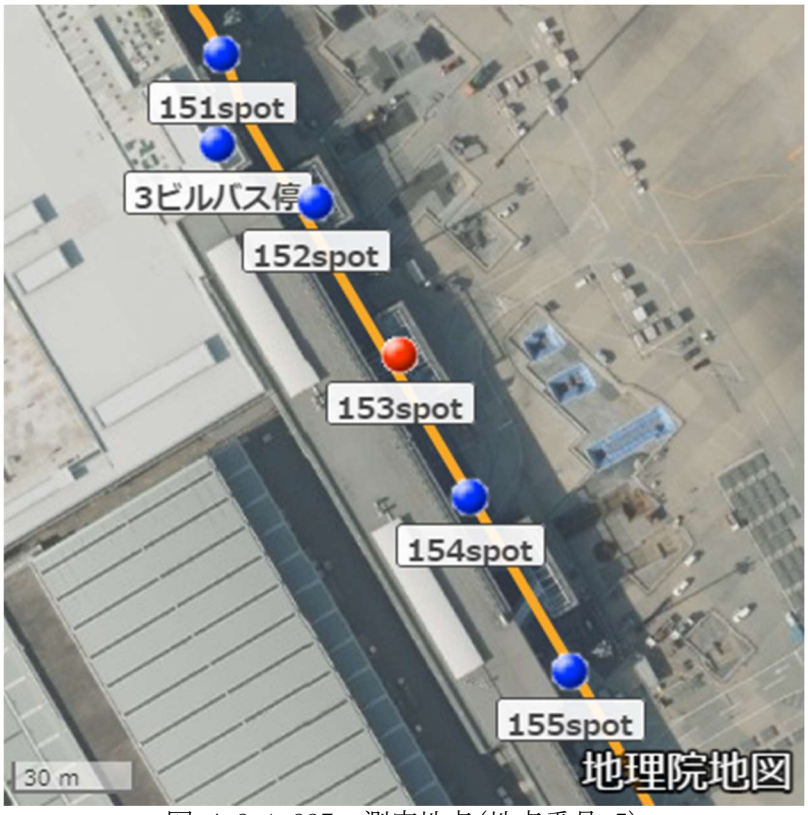


図 4.3.1-327　測定地点(地点番号 5)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

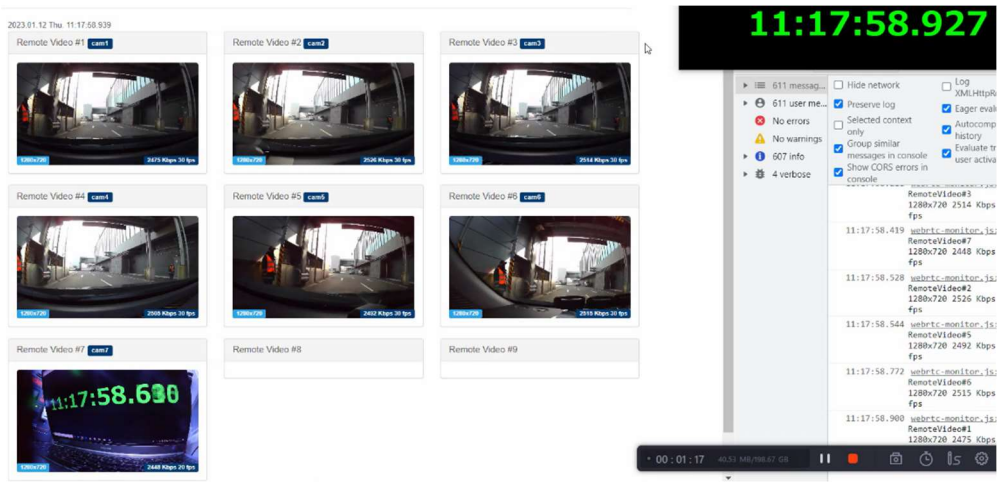


図 4.3.1-328　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-198　測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
5	6	154spot	314	合格	12	対象



図 4.3.1-329　測定地点(地点番号 6)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

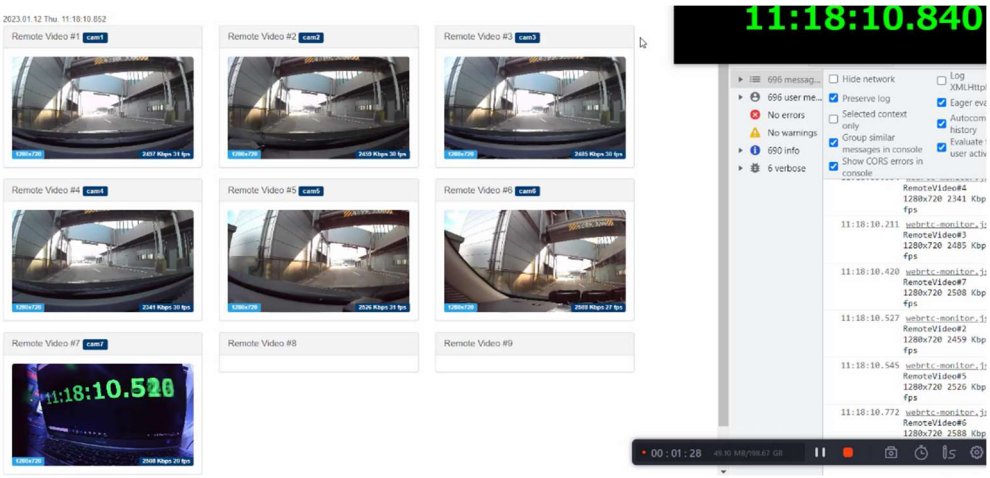


図 4.3.1-330　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-199　測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
6	7	155spot	317	合格	12	対象



図 4.3.1-331　測定地点(地点番号 7)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

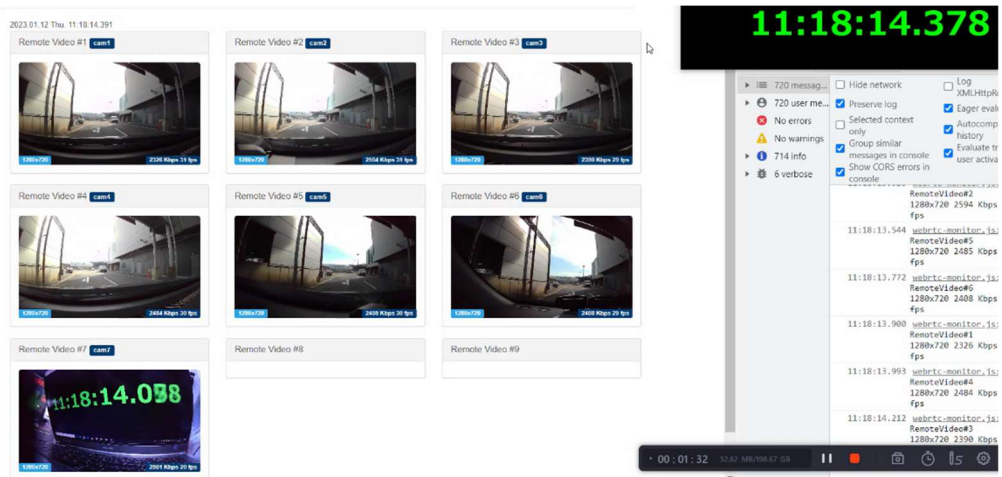


図 4.3.1-332　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-200　測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
7	8	75spot	297	合格	12	対象



図 4.3.1-333　測定地点(地点番号 8)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

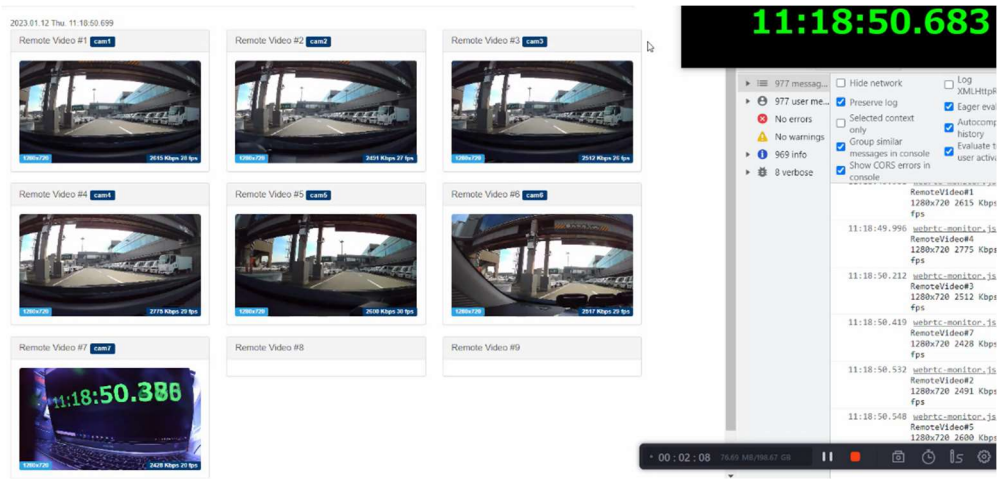


図 4.3.1-334　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-201　測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
8	9	74spot	309	合格	15	対象



図 4.3.1-335　測定地点(地点番号 9)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

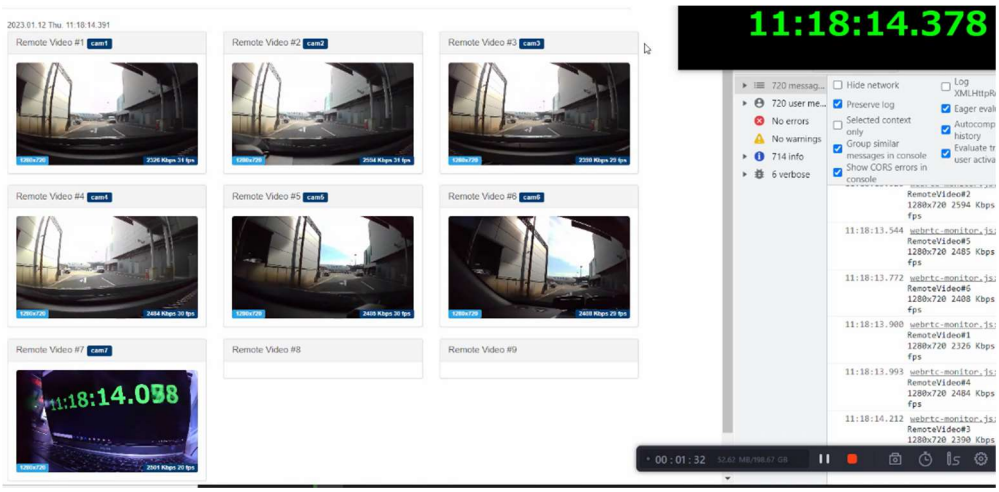


図 4.3.1-336　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-202　測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
9	10	73spot	291	合格	11	対象

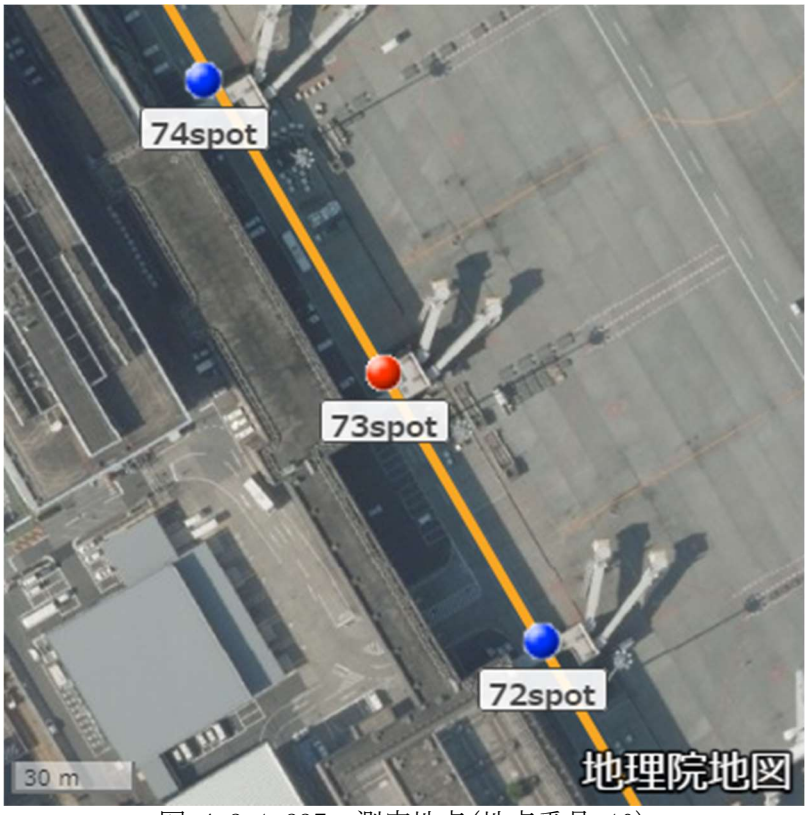


図 4.3.1-337　測定地点(地点番号 10)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

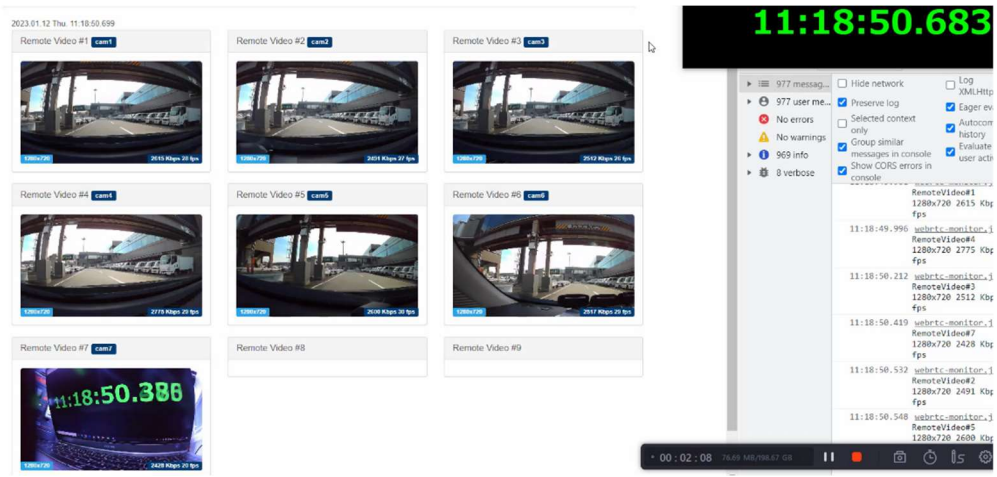


図 4.3.1-338　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-203　測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
10	11	72spot	298	合格	15	対象



図 4.3.1-339　測定地点(地点番号 11)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

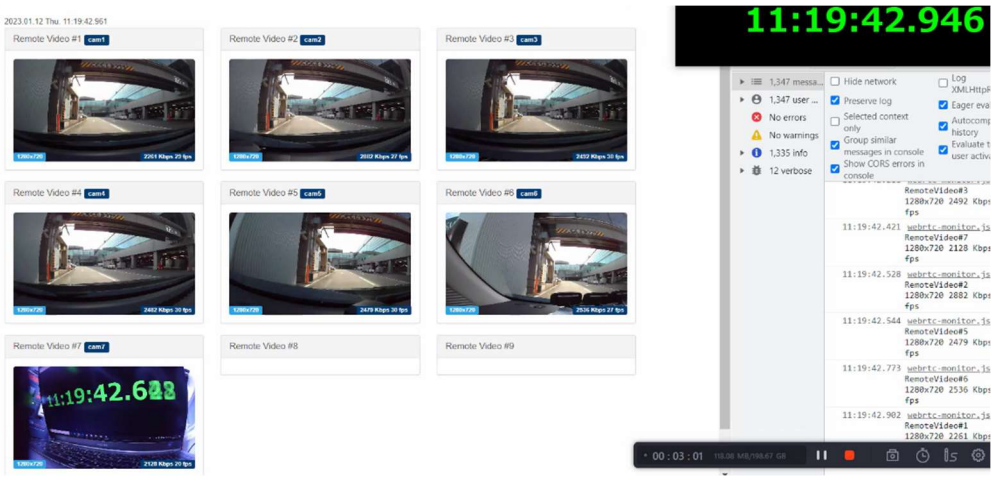


図 4.3.1-340 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-204　測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
11	12	71spot	329	合格	15	対象



図 4.3.1-341　　測定地点(地点番号 12)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

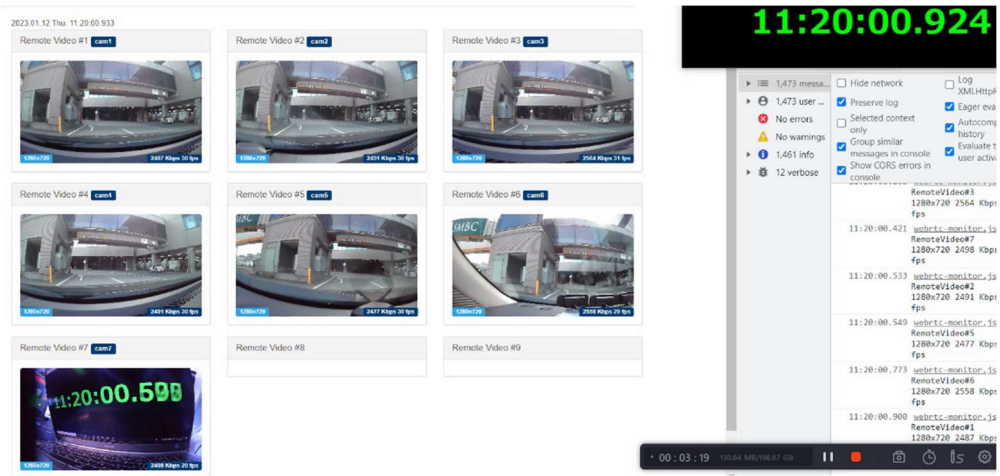


図 4.3.1-342　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-205　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
12	13	71spot横交差点	332	合格	16	対象



図 4.3.1-343　測定地点(地点番号 13)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

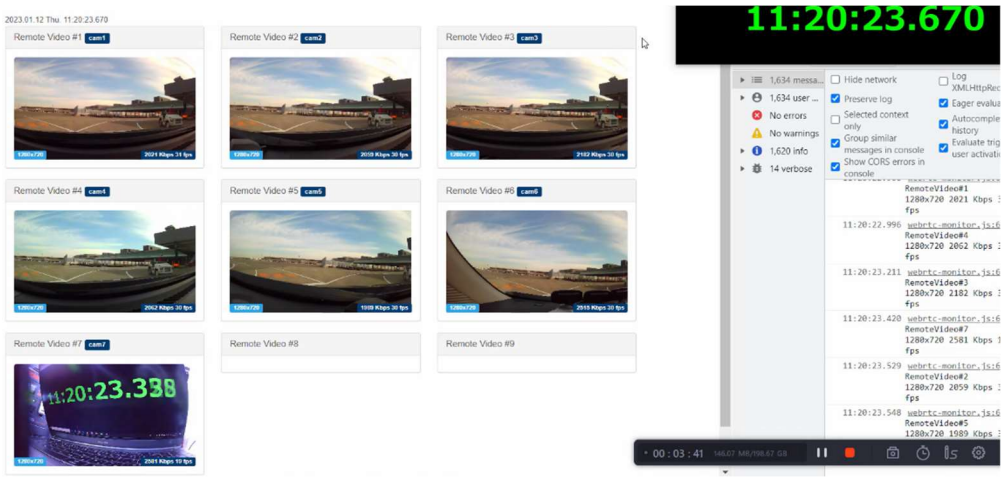


図 4.3.1-344 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-206　測定結果(地点番号 34)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
13	34	80spot入口交差点北側	334	合格	12	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-345　測定地点(地点番号 34)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

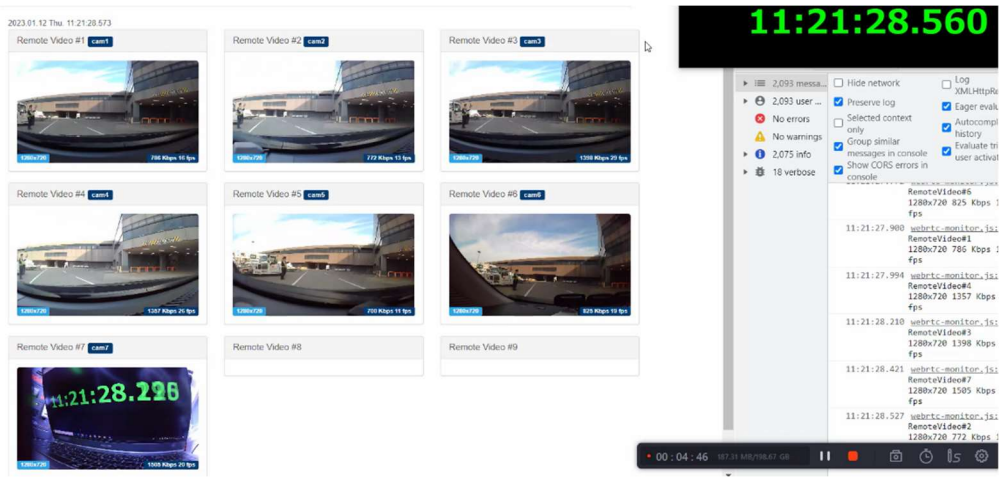


図 4.3.1-346　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-207　測定結果(地点番号 35)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
14	35	80spotバス停	695	否	8	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-347　測定地点(地点番号 35)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

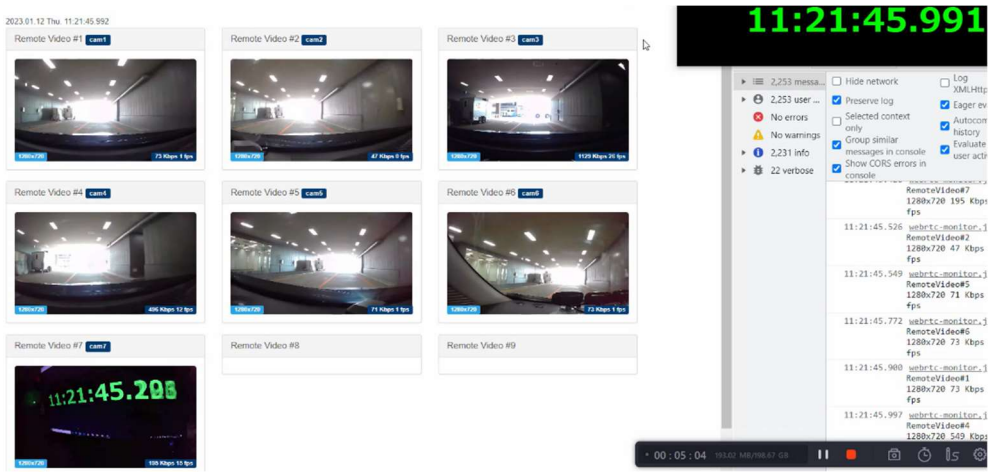


図 4.3.1-348　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-208　測定結果(地点番号 36)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
15	36	80spot入口交差点南側	1325	否	13	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-349　測定地点(地点番号 36)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

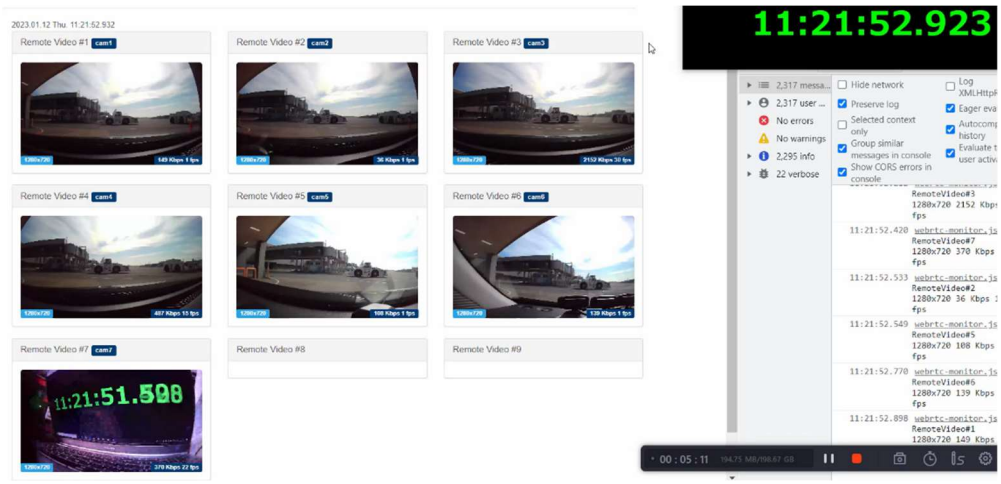


図 4.3.1-350　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-209　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
16	15	61spot横交差点	349	合格	14	対象



図 4.3.1-351　測定地点(地点番号 15)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

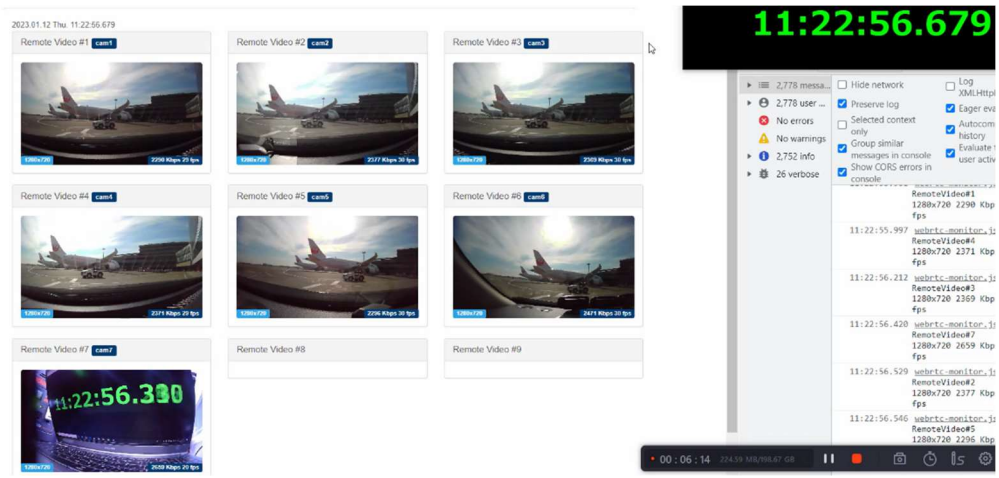


図 4.3.1-352　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-210　測定結果(地点番号 16)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
17	16	61spot	345	合格	14	対象



図 4.3.1-353　測定地点(地点番号 16)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

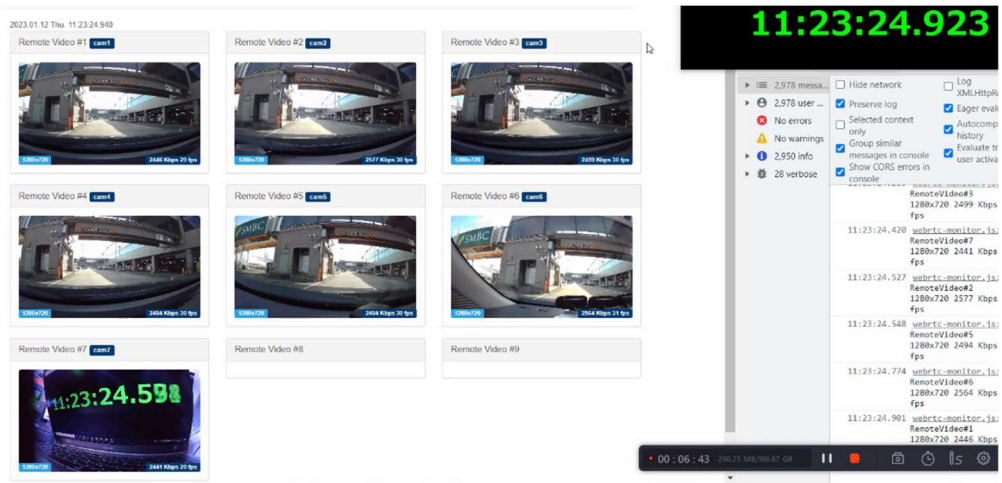


図 4.3.1-354　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-211　測定結果(地点番号 17)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
18	17	62spot	373	合格	14	対象



図 4.3.1-355　測定地点(地点番号 17)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

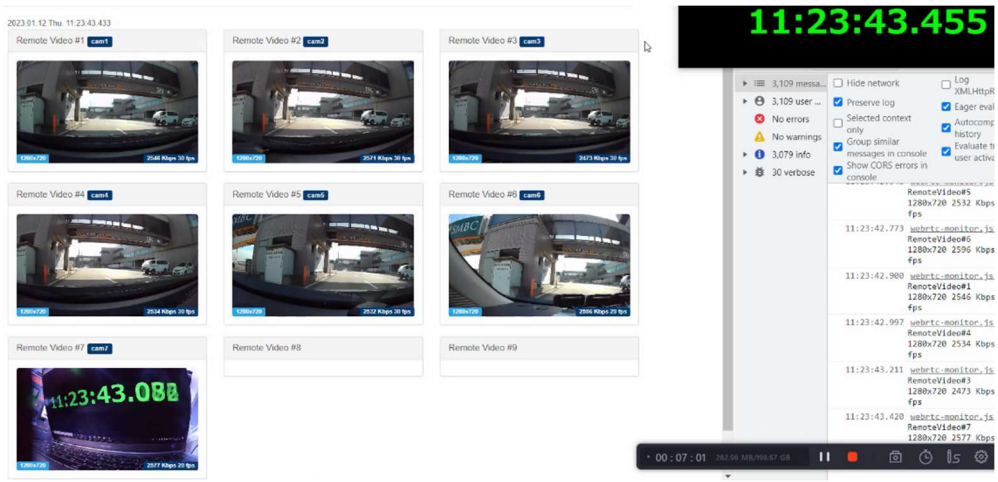


図 4.3.1-356　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-212　測定結果(地点番号 18)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
19	18	63spot	363	合格	17	対象



図 4.3.1-357　測定地点(地点番号 18)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

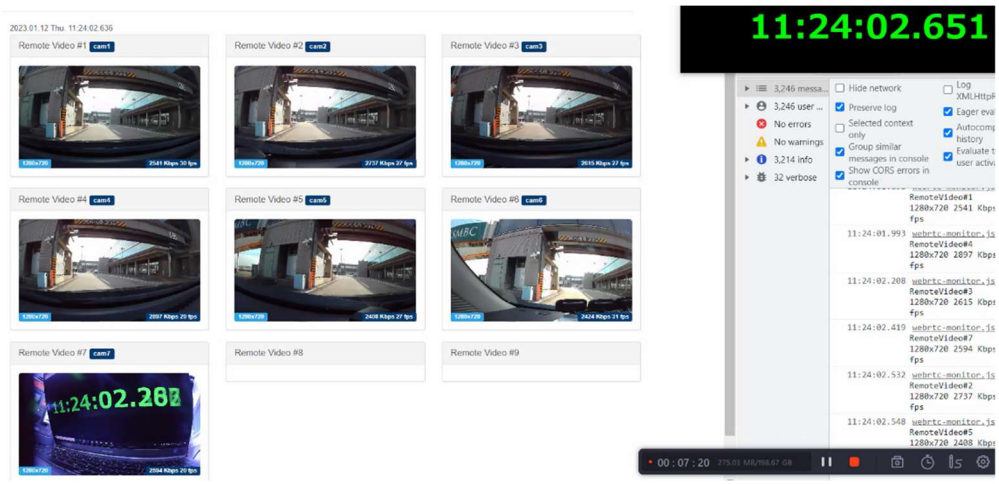


図 4.3.1-358　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-213　測定結果(地点番号 19)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
20	19	64spot	336	合格	16	対象



図 4.3.1-359　測定地点(地点番号 19)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

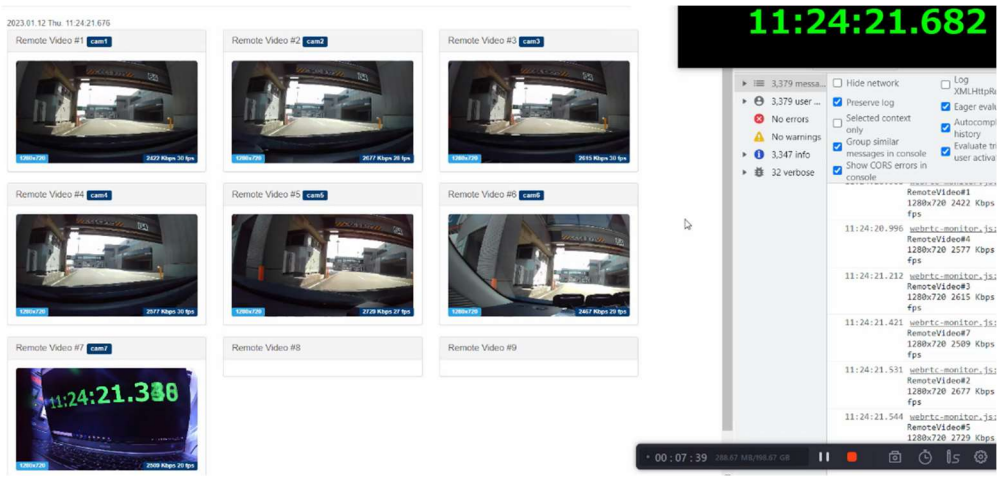


図 4.3.1-360　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-214　測定結果(地点番号 20)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
21	20	65spot	364	合格	15	対象



図 4.3.1-361　測定地点(地点番号 20)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

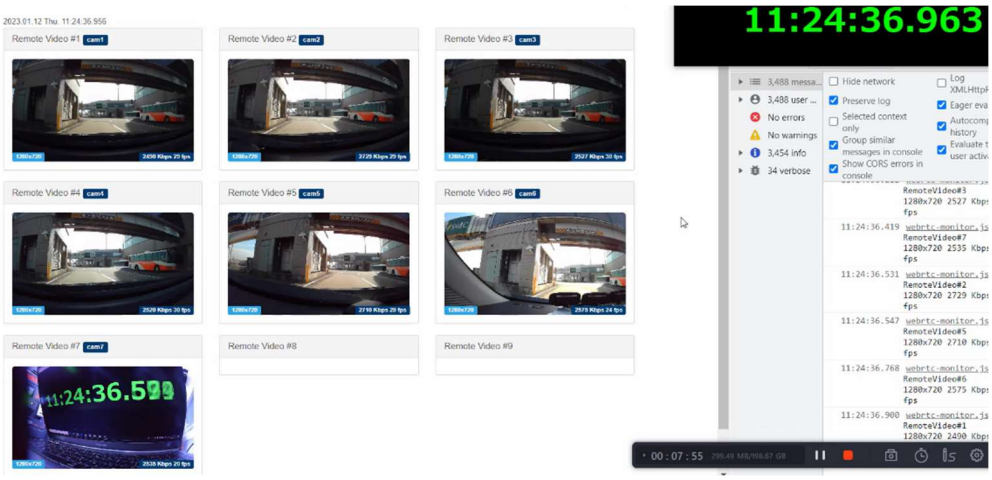


図 4.3.1-362　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-215　測定結果(地点番号 21)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
22	21	66spot	348	合格	9	対象



図 4.3.1-363　測定地点(地点番号 21)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

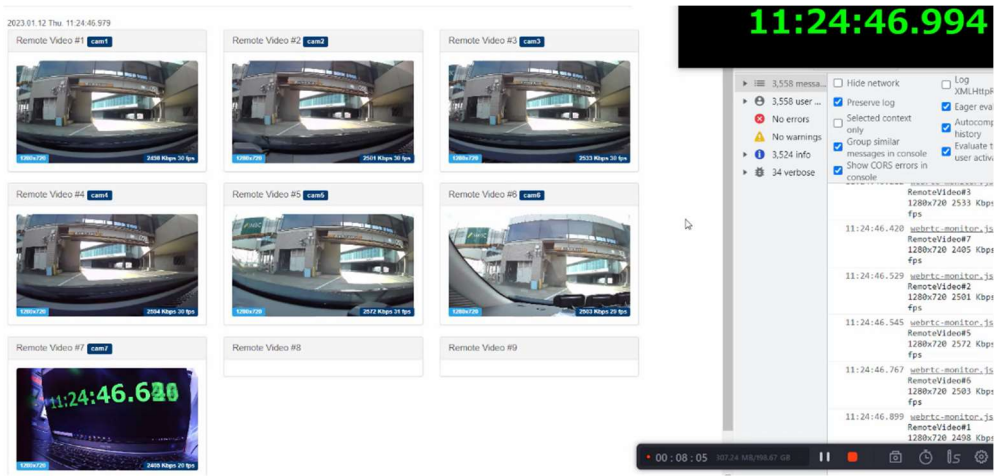


図 4.3.1-364　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-216　測定結果(地点番号 37)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
23	37	2ビル側陸橋合流点	352	合格	15	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-365　測定地点(地点番号 37)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

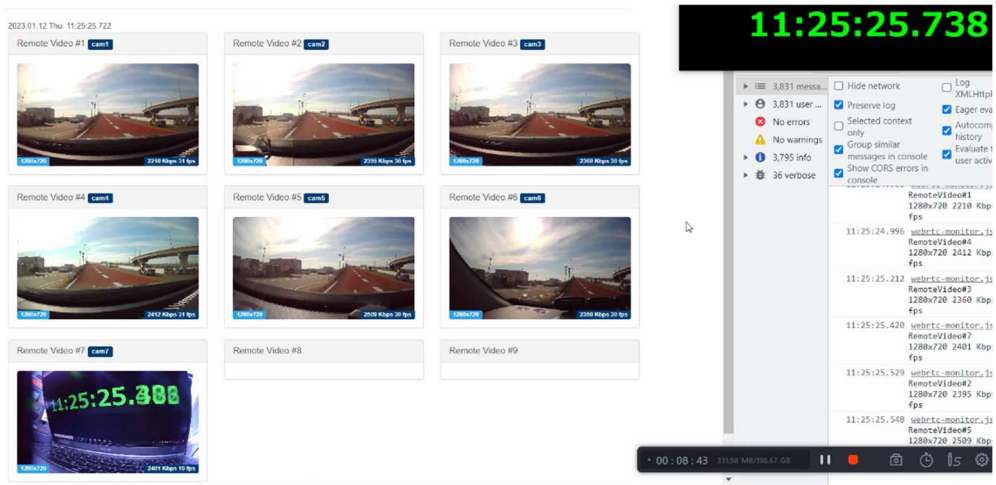


図 4.3.1-366　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-217　測定結果(地点番号 38)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
24	38	陸橋管制塔付近合流点	329	合格	22	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-367　測定地点(地点番号 38)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

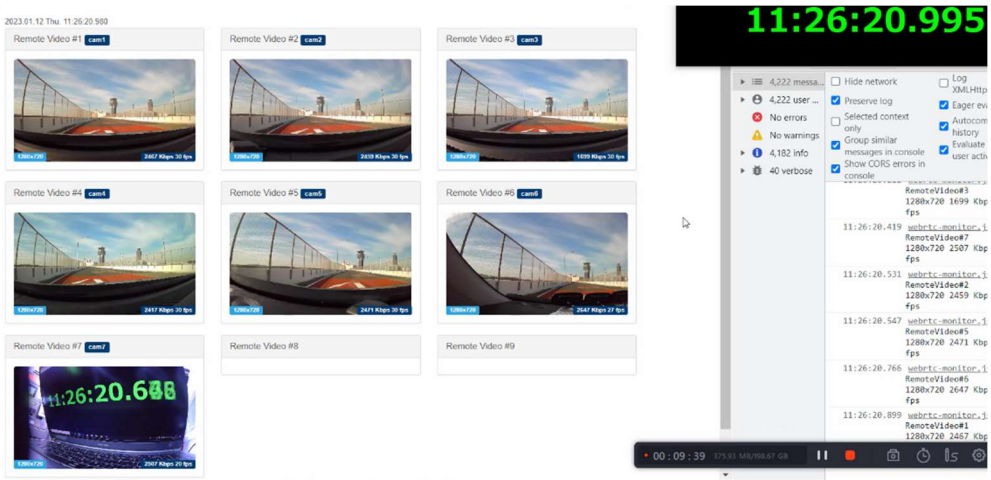


図 4.3.1-368　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-218　測定結果(地点番号 34)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
37	34	59spotバス停	288	合格	13	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-369　測定地点(地点番号 34)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

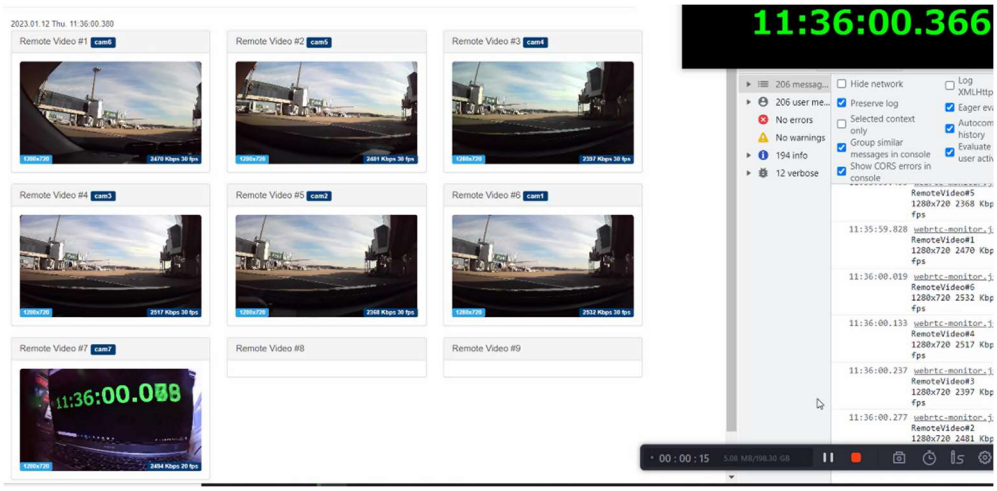


図 4.3.1-370　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-219　測定結果(地点番号 31)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
39	31	55spot	247	合格	22	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-371　測定地点(地点番号 31)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

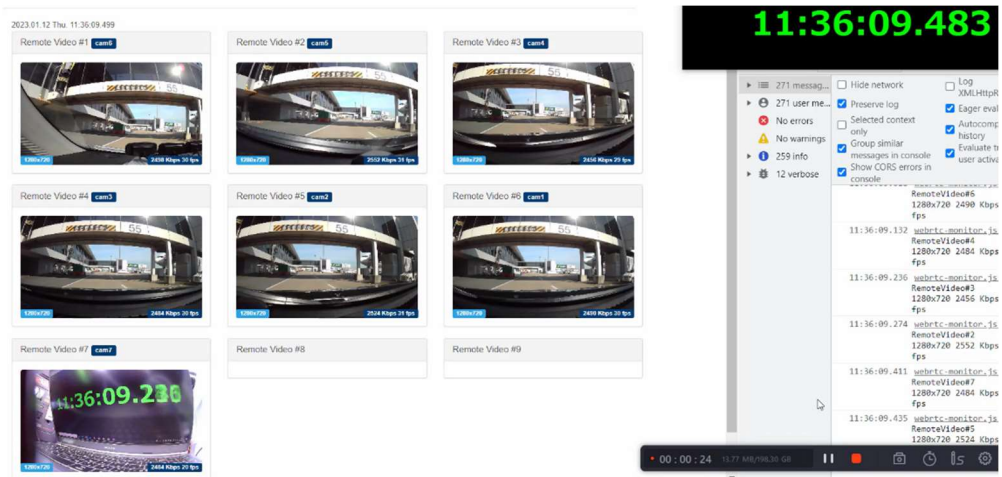


図 4.3.1-372　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-220　測定結果(地点番号 30)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
40	30	56spot	270	合格	11	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-373　測定地点(地点番号 30)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

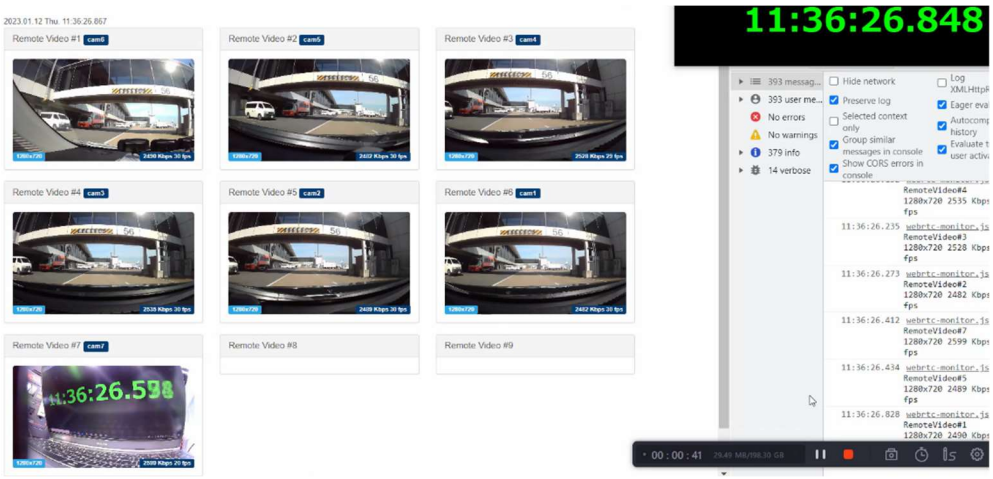


図 4.3.1-374　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-221　測定結果(地点番号 29)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
41	29	57Aspot	283	合格	17	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-375　測定地点(地点番号 29)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

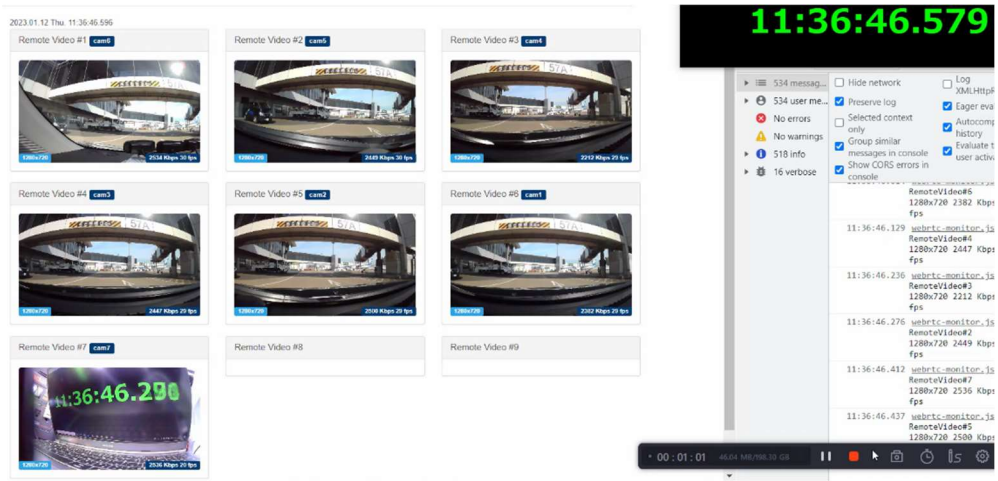


図 4.3.1-376　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-222　測定結果(地点番号 28)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
42	28	57Bspot	278	合格	12	評価対象外エリア*1



図 4.3.1-377　測定地点(地点番号 28)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

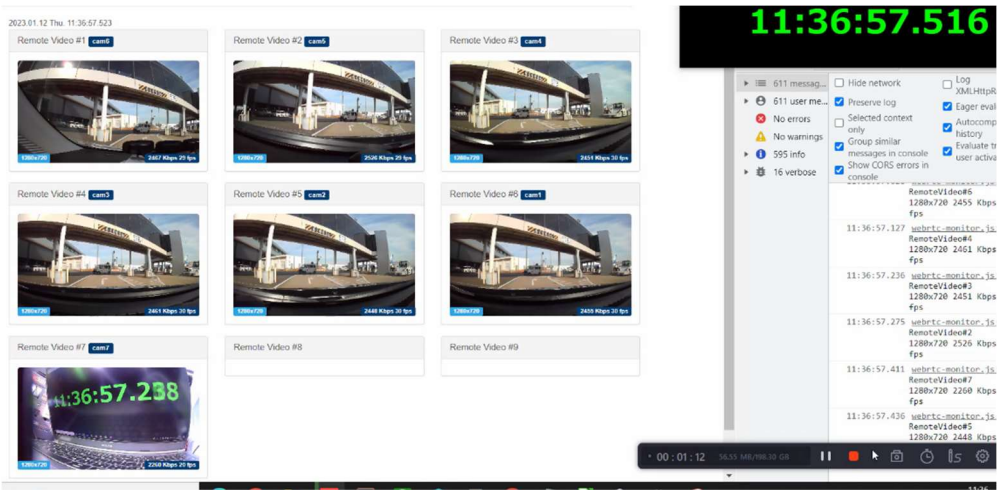


図 4.3.1-378　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-223　測定結果(地点番号 27)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
43	27	58Aspot	297	合格	13	対象



図 4.3.1-379　測定地点(地点番号 27)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

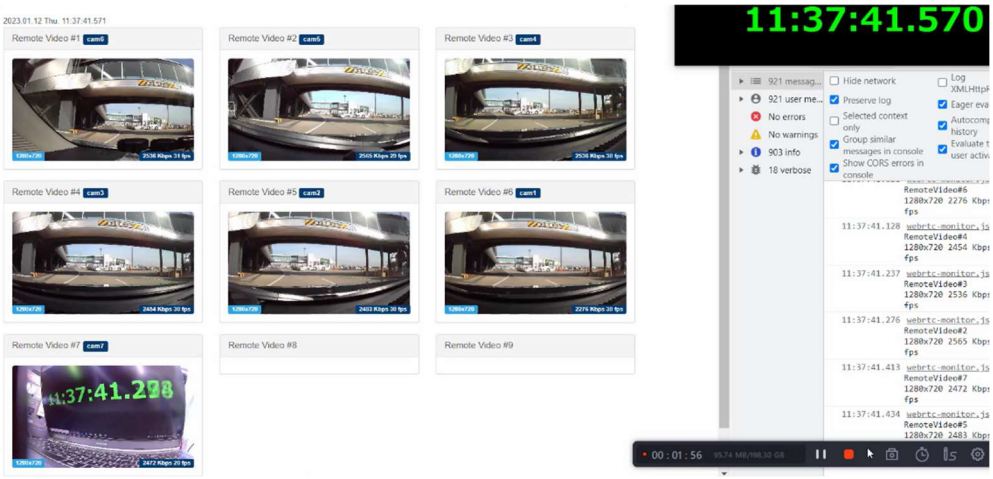


図 4.3.1-380　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-224　測定結果(地点番号 26)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
44	26	58Bspot	286	合格	11	対象



図 4.3.1-381　測定地点(地点番号 26)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

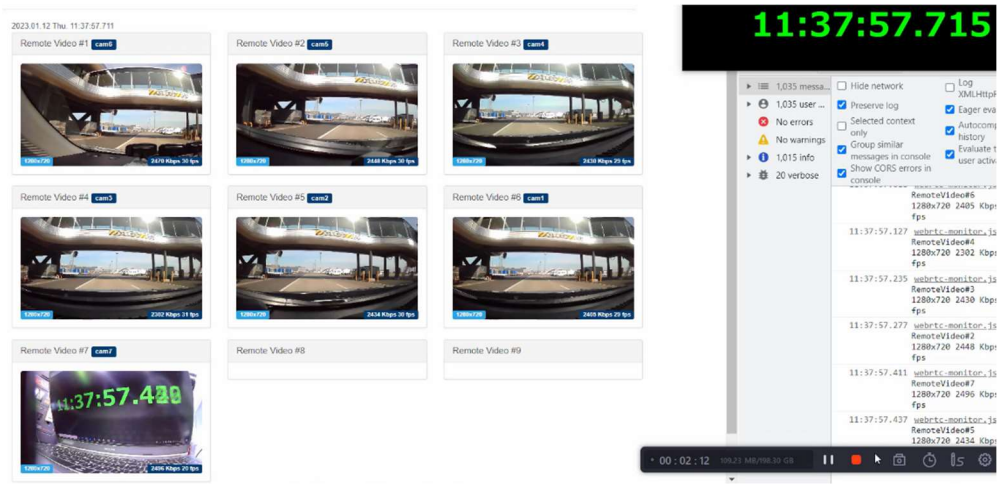


図 4.3.1-382　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-225　測定結果(地点番号 25)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
45	25	412spot	293	合格	10	対象



図 4.3.1-383　測定地点(地点番号 25)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

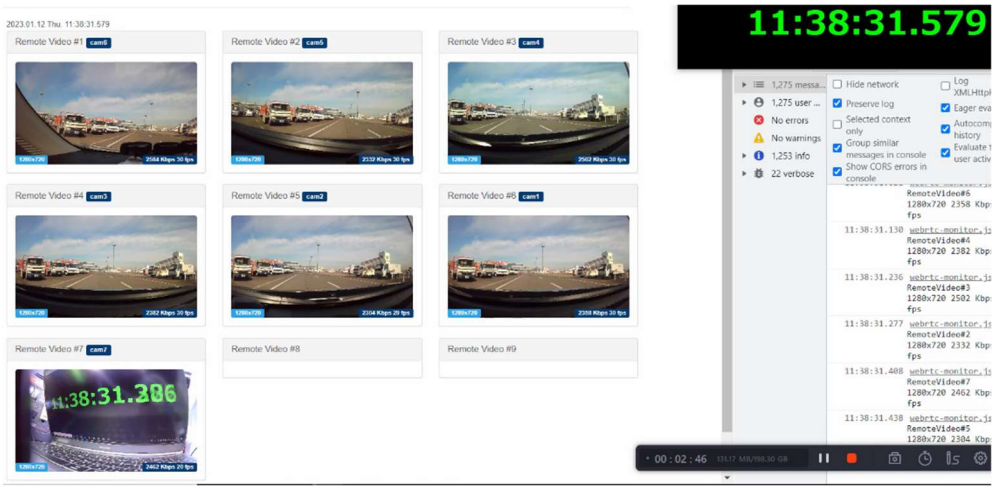


図 4.3.1-384　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-226　測定結果(地点番号 24)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
46	24	411spot	225	合格	16	対象



図 4.3.1-385　測定地点(地点番号 24)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

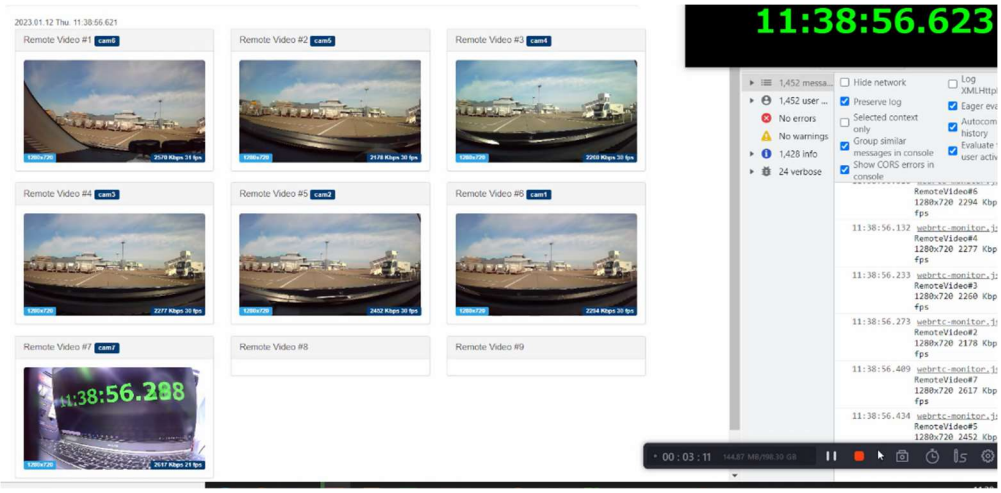


図 4.3.1-386　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-227　測定結果(地点番号 23)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
47	23	68spot	311	合格	14	対象



図 4.3.1-387　測定地点(地点番号 23)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

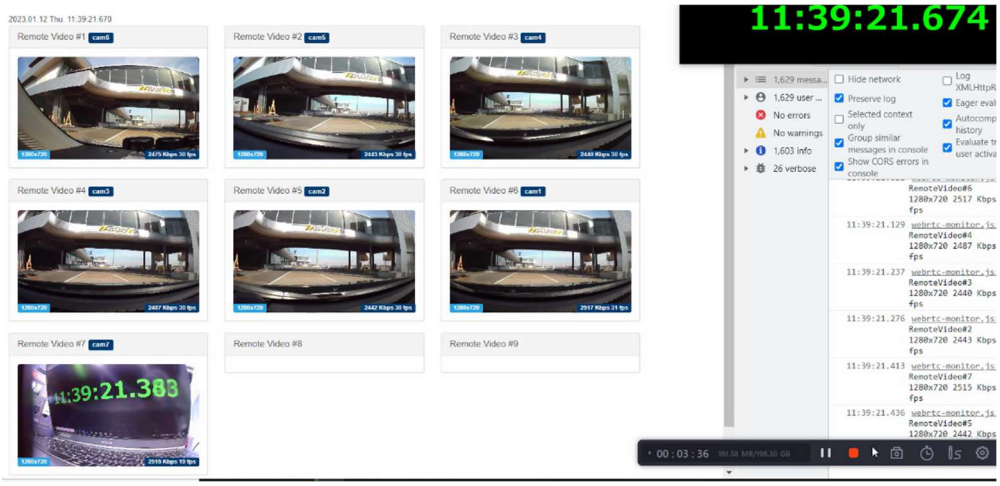


図 4.3.1-388　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-228　測定結果(地点番号 22)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
48	22	67spot	253	合格	17	対象



図 4.3.1-389　測定地点(地点番号 22)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

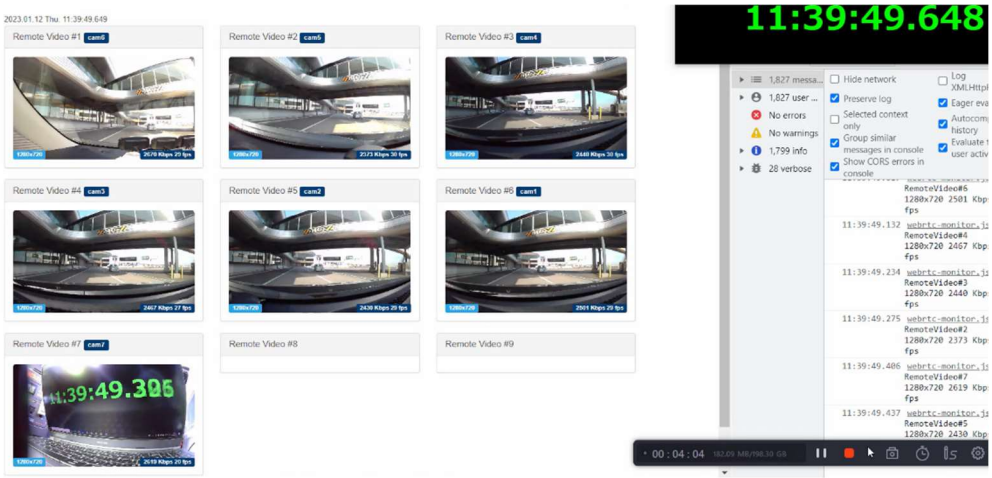


図 4.3.1-390　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-229　測定結果(地点番号 21)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
49	21	66spot	316	合格	17	対象



図 4.3.1-391　測定地点(地点番号 21)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

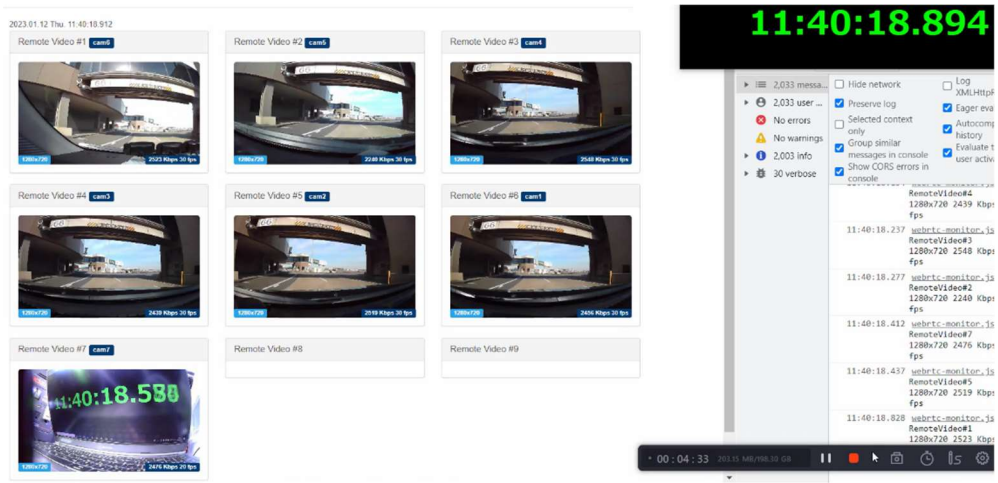


図 4.3.1-392　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-230　測定結果(地点番号 20)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
50	20	65spot	324	合格	15	対象



図 4.3.1-393　測定地点(地点番号 20)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

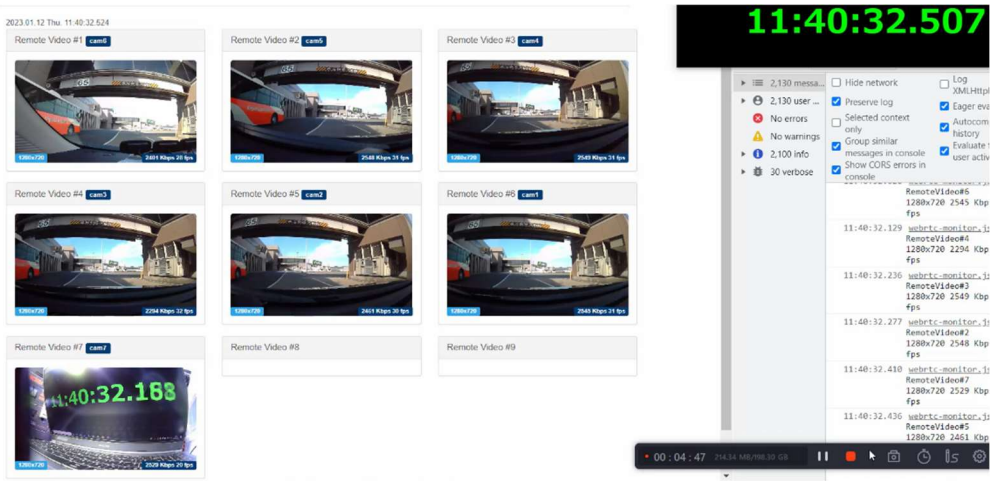


図 4.3.1-394　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-231　測定結果(地点番号 19)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
51	19	64spot	339	合格	13	対象



図 4.3.1-395　測定地点(地点番号 19)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

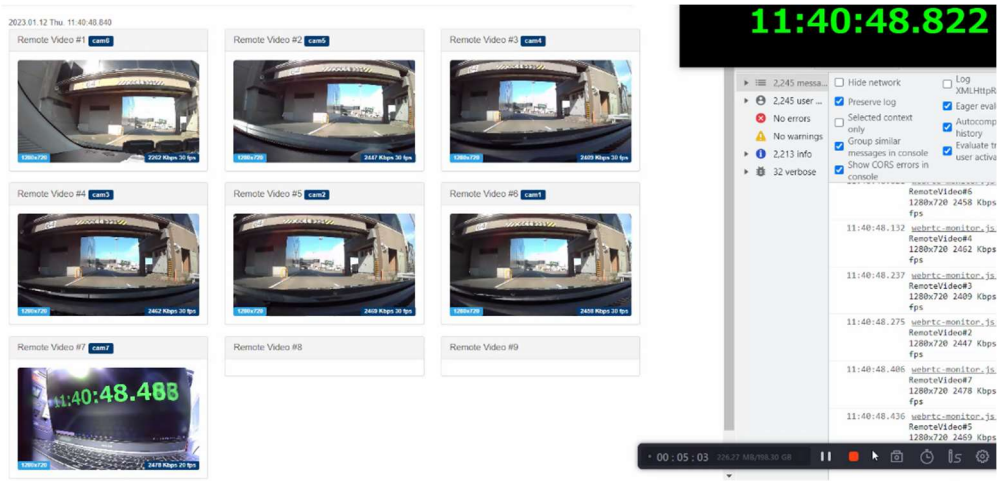


図 4.3.1-396　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-232　測定結果(地点番号 18)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
52	18	63spot	349	合格	9	対象



図 4.3.1-397　測定地点(地点番号 18)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

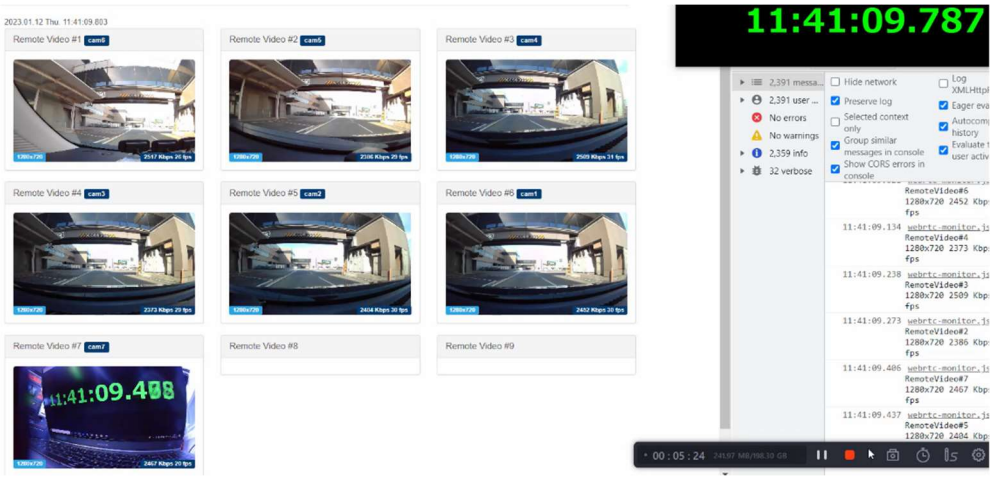


図 4.3.1-398　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-233　測定結果(地点番号 17)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
53	17	62spot	306	合格	15	対象



図 4.3.1-399　測定地点(地点番号 17)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

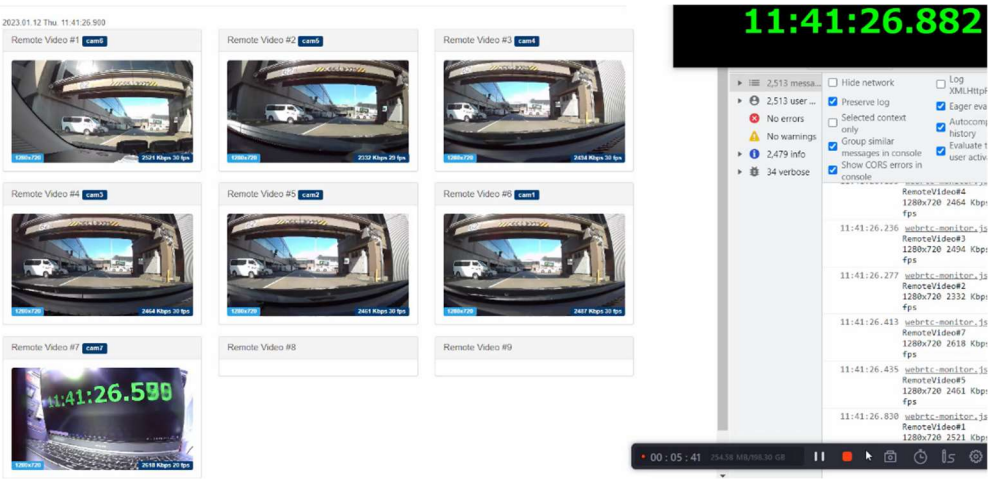


図 4.3.1-400　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-234　測定結果(地点番号 16)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
54	16	61spot	312	合格	19	対象



図 4.3.1-401　　測定地点(地点番号 16)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

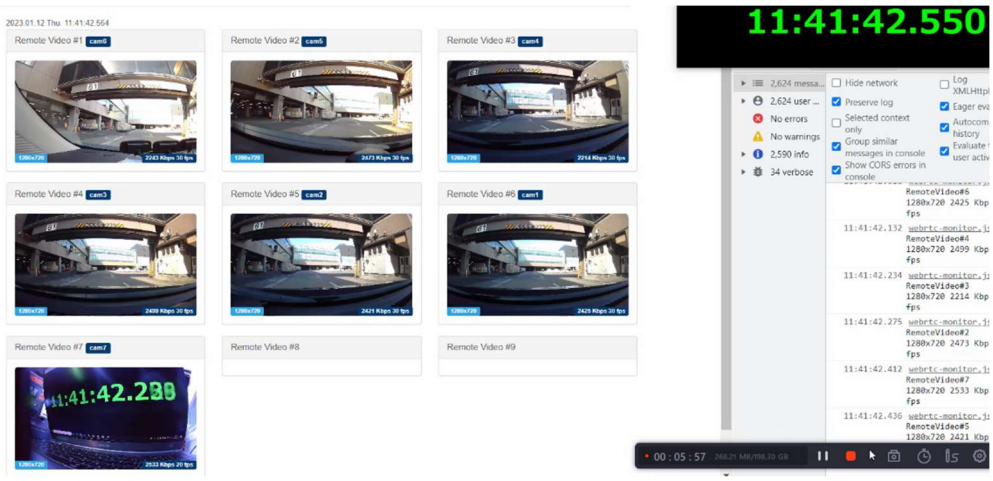


図 4.3.1-402　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-235　測定結果(地点番号 15)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
55	15	61spot横交差点	304	合格	12	対象



図 4.3.1-403　測定地点(地点番号 15)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

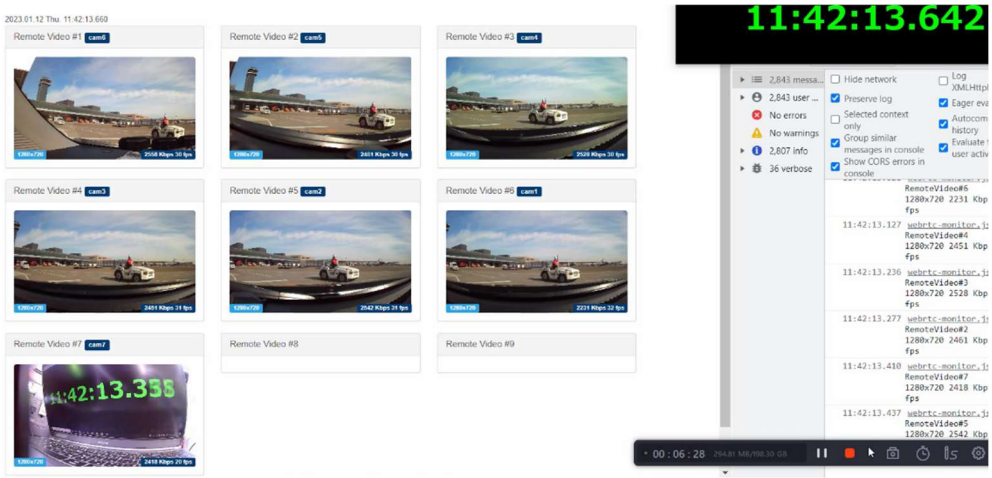


図 4.3.1-404　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-236　測定結果(地点番号 14)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
56	14	2ビルバス停	344	合格	10	対象



図 4.3.1-405　測定地点(地点番号 14)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

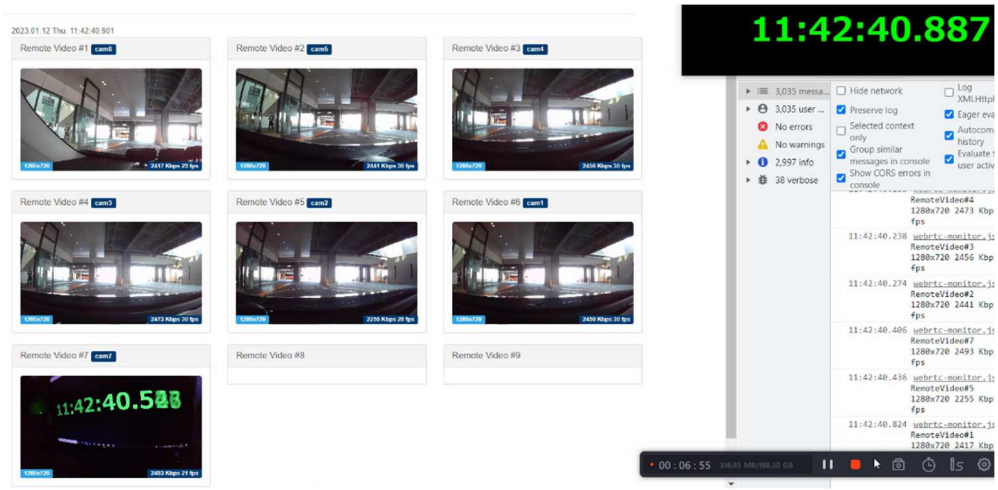


図 4.3.1-406　左下：送信側時刻　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-237　測定結果(地点番号 13)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
57	13	71spot横交差点	361	合格	20	対象



図 4.3.1-407 測定地点(地点番号 13)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

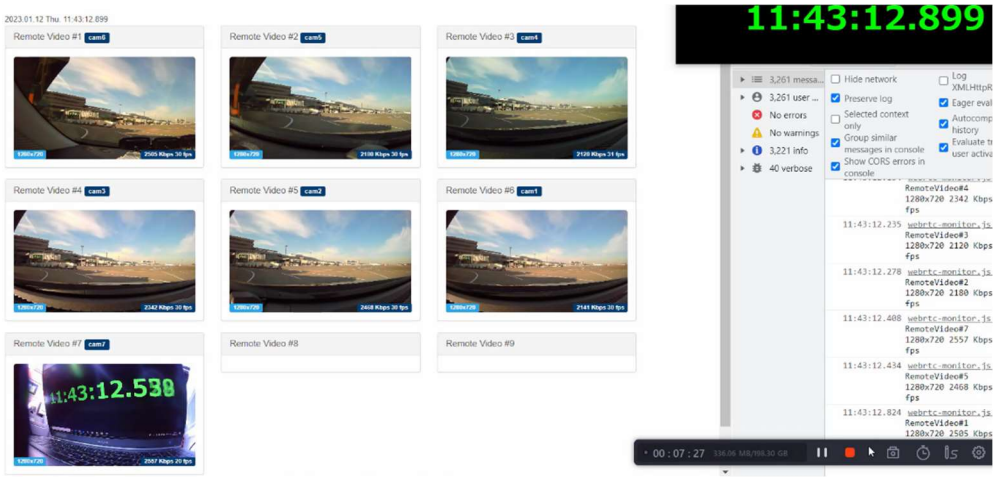


図 4.3.1-408 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-238 測定結果(地点番号 12)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
58	12	71spot	324	合格	14	対象



図 4.3.1-409 測定地点(地点番号 12)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

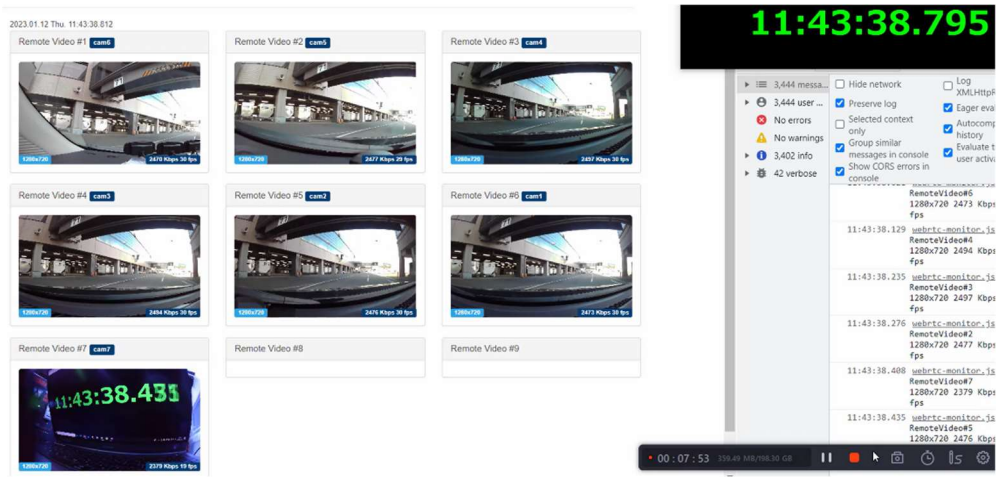


図 4.3.1-410 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-239 測定結果(地点番号 11)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
59	11	72spot	351	合格	15	対象



図 4.3.1-411 測定地点(地点番号 11)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

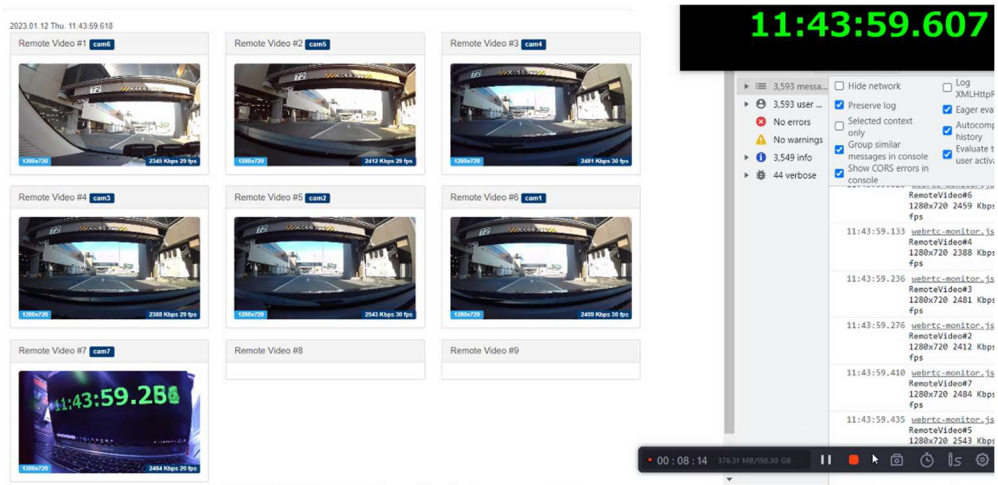


図 4.3.1-412 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-240 測定結果(地点番号 10)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
60	10	73spot	327	合格	8	対象

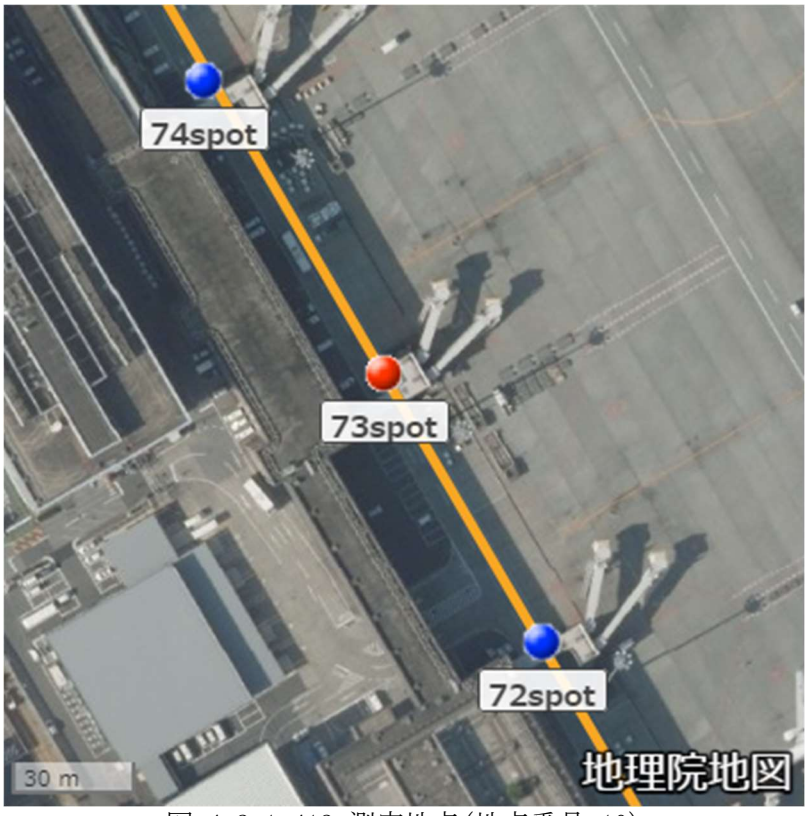


図 4.3.1-413 測定地点(地点番号 10)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

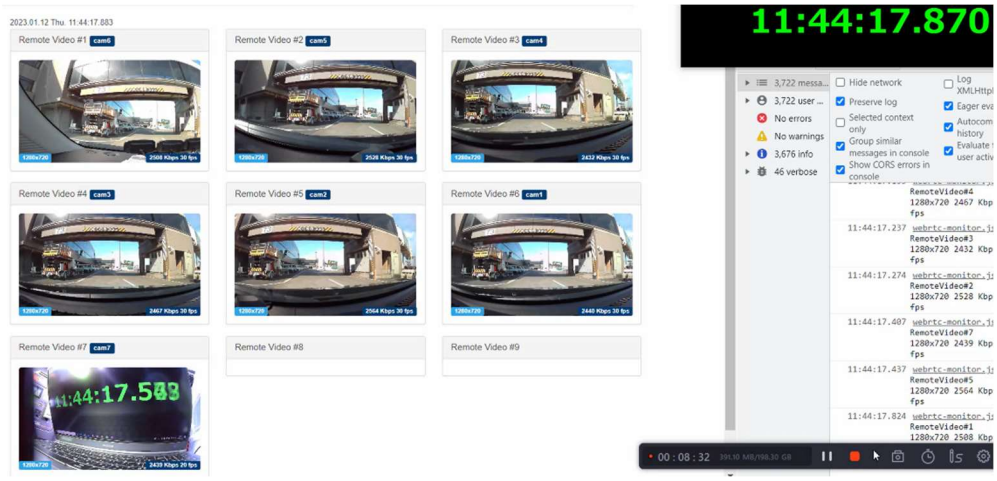


図 4.3.1-414 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-241 測定結果(地点番号 9)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
61	9	74spot	237	合格	15	対象



図 4.3.1-415 測定地点(地点番号 9)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

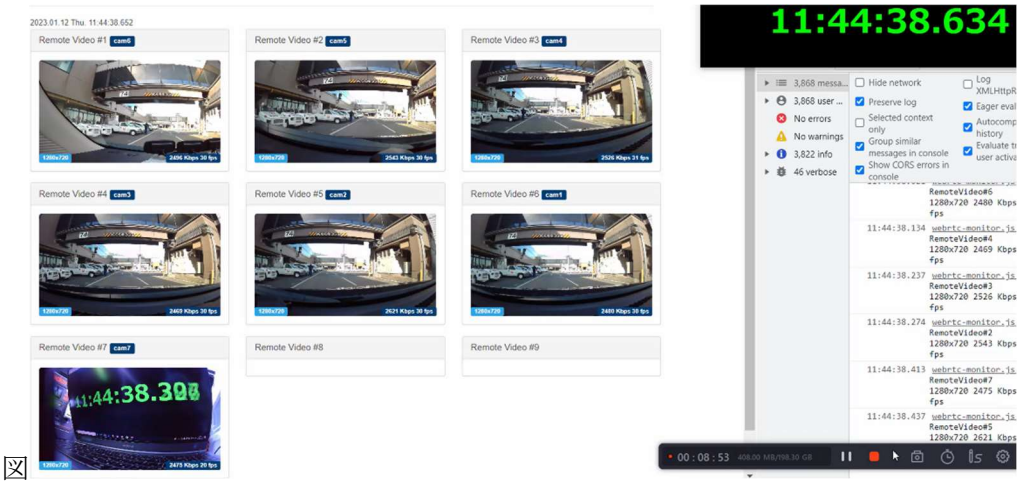


図 4.3.1-416 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-242 測定結果(地点番号 8)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
62	8	75spot	254	合格	12	対象



図 4.3.1-417 測定地点(地点番号 8)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

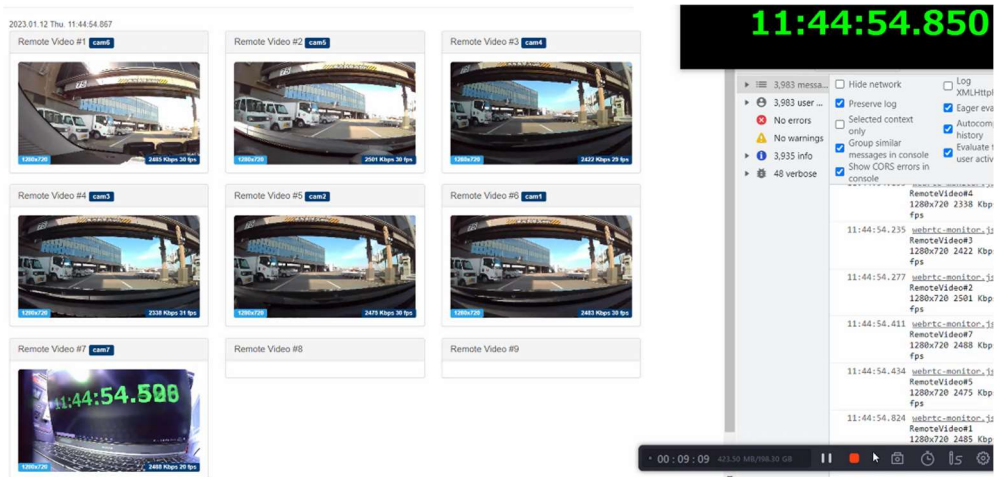


図 4.3.1-418 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-243 測定結果(地点番号 7)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
63	7	155spot	321	合格	9	対象



図 4.3.1-419 測定地点(地点番号 7)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

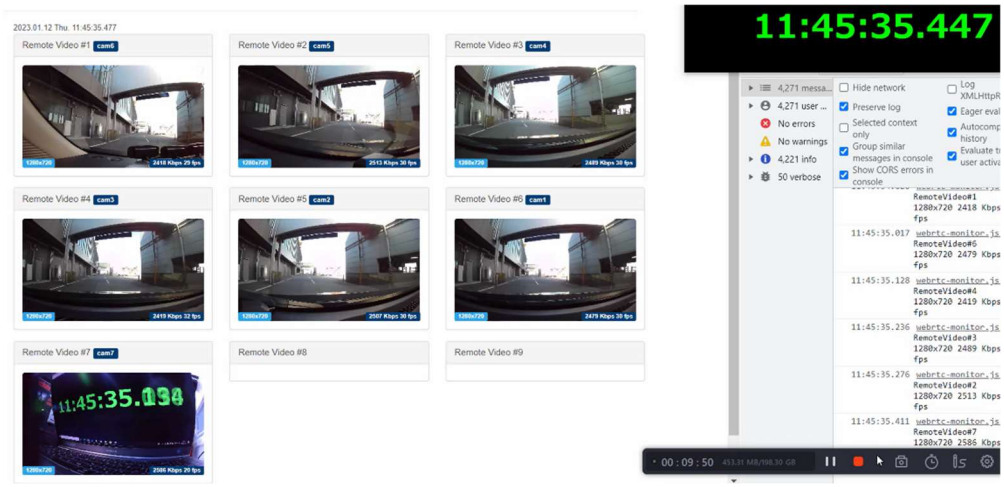


図 4.3.1-420 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-244 測定結果(地点番号 6)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
64	6	154spot	313	合格	12	対象



図 4.3.1-421 測定地点(地点番号 6)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

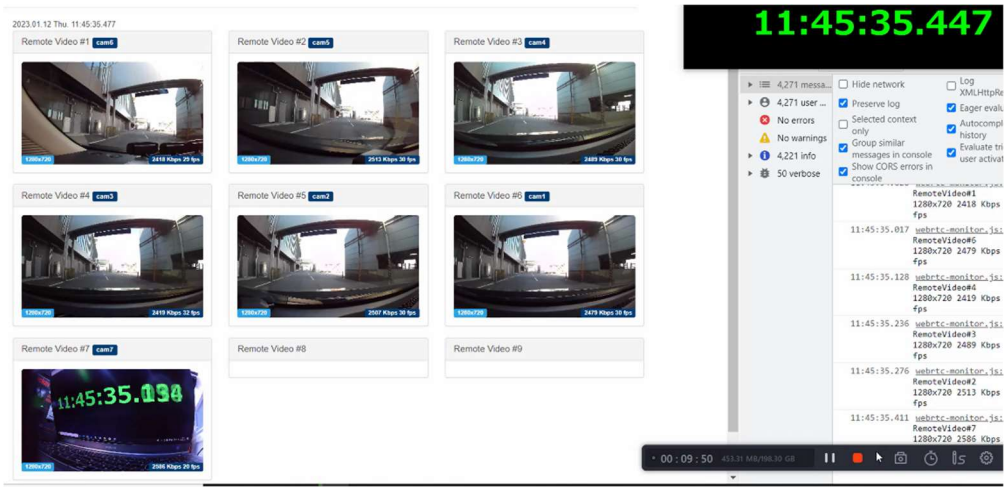


図 4.3.1-422 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-245 測定結果(地点番号 5)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
65	5	153spot	327	合格	9	対象

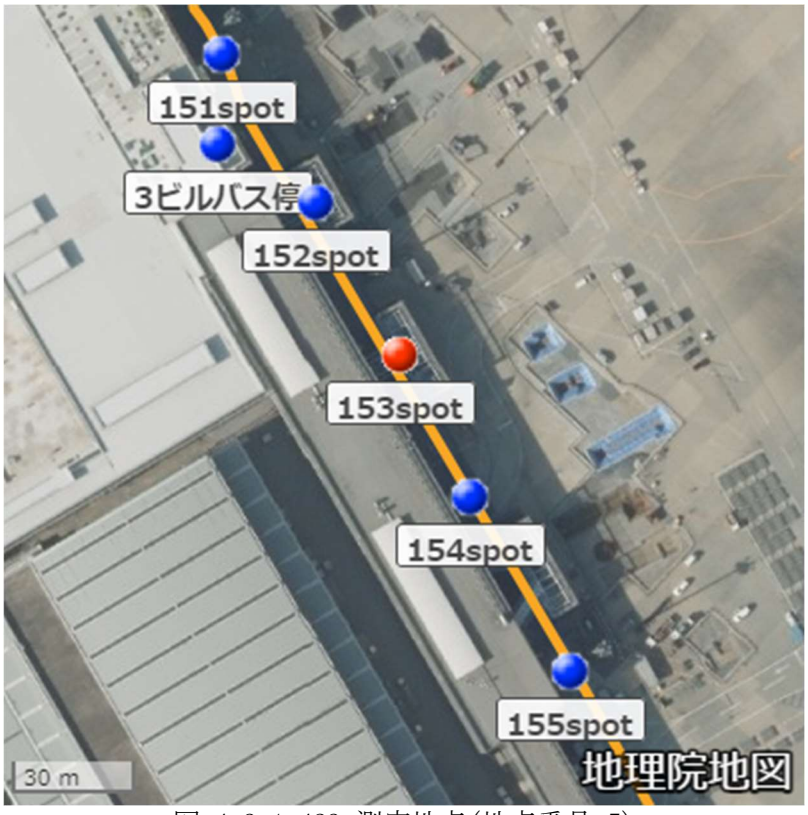


図 4.3.1-423 測定地点(地点番号 5)

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

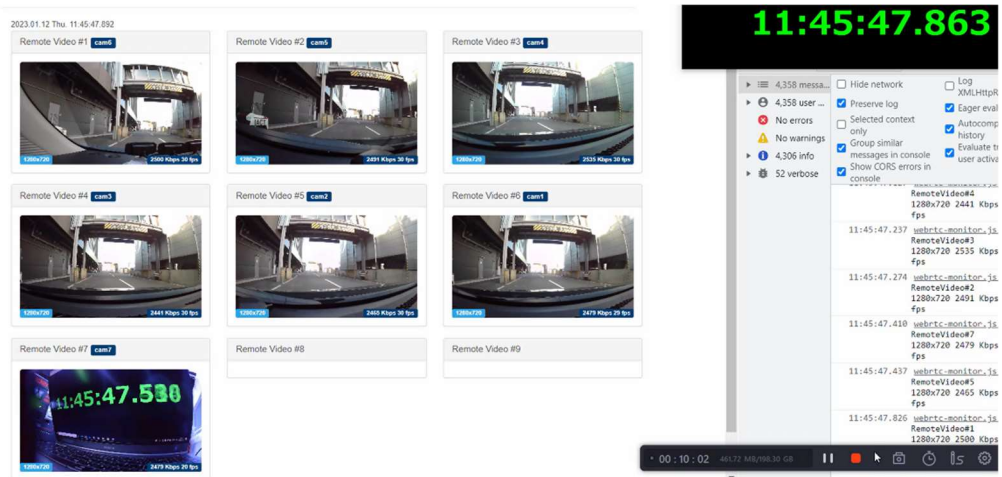


図 4.3.1-424 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

表 4.3.1-246 測定結果(地点番号 1)

項番	地点番号	ランドマーク	映像遅延(ms)	KPI合否	RTT(ms)	エリア対象
66	1	3ビルバス停	324	合格	15	対象

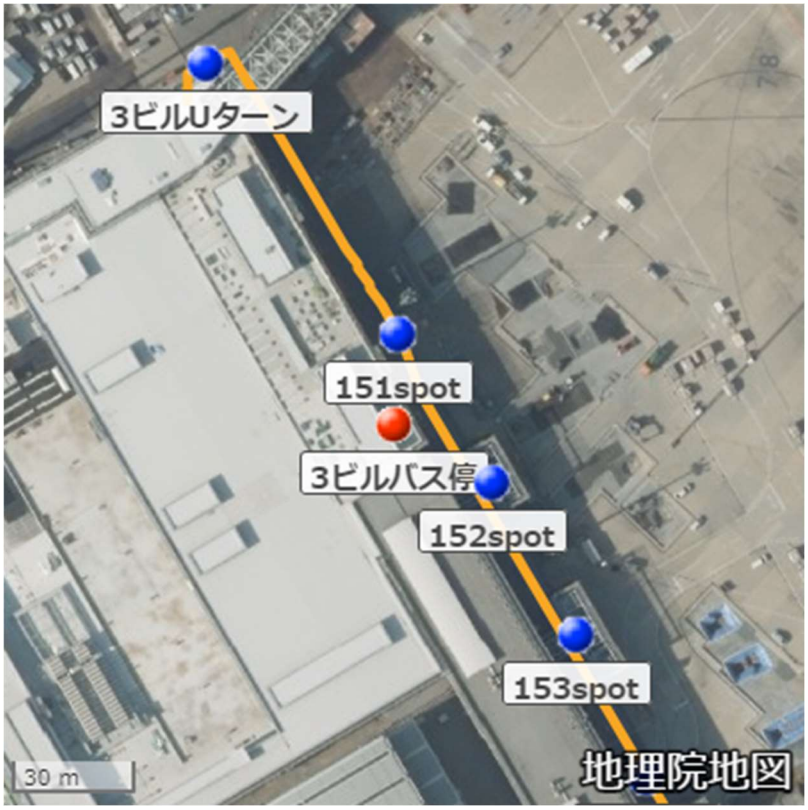


図 4.3.1-425 測定地点(地点番号 1)
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

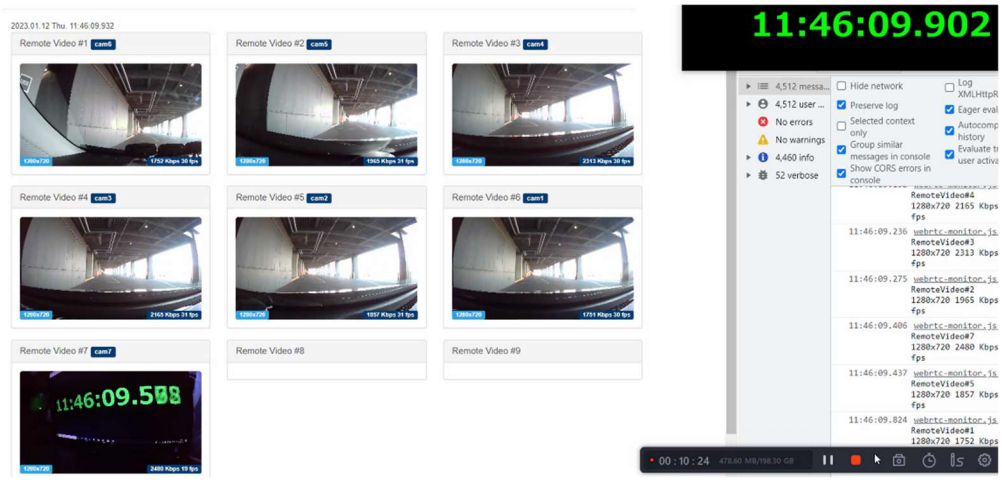


図 4.3.1-426 左下：送信側時刻　　右上：受信側時刻

※送信側の時刻と受信側の時刻は共通の NTP サーバ(NICT)から時刻を得ているため、本実証では送信側 PC と受信側サーバで時刻が同一なものにします。従って上記の時刻のズレが本実証では映像遅延時間と定義します。

ローカル 5G＋キャリア通信の電波品質について、以下を実施しました。

2.3 章（3） 4）に記載の遠隔型自動運転システムに搭載のローカル 5G およびキャリア通信を用い、電波計測を行いました。

コ） 走行ルートにおける電波品質・強度の調査

以下に、参考値として 2023/2/16 測定時刻におけるアップロード通信速度とダウンロード通信速度を示し、遠隔型自動運転の遠隔監視映像評価のための前提となる測定環境の測定を行いました。通信接続断などが発生していないことを確認しました。

表 4.3.1-247 走行ルート全領域のアップロードスループット結果

							2023年度各通信方式の遠隔型自動運転対応のエリア設計	
No,	**地点名**	**経度**	**緯度**	時刻	ローカル5G アップロード（Mbps）	キャリア通信(5G) アップロード（Mbps）	ローカル5Gエリア内外	キャリア通信エリア内外
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	14:21:06	211	-	○	対象外
1	3ビルUターン	140.3849125	35.77982238	14:22:08	236	-	○	対象外
2	151spot	140.3854258	35.7792321	14:22:35	230	-	○	対象外
3	152spot	140.3856787	35.77890952	14:22:45	238	-	○	対象外
4	153spot	140.3859045	35.77858166	14:22:56	234	-	○	対象外
5	154spot	140.3860893	35.77827106	14:23:05	188	-	○	対象外
6	155spot	140.3863592	35.77789465	14:23:16	163	-	○	対象外
7	75spot	140.3867334	35.77702002	14:23:53	225	-	○	対象外
8	74spot	140.3870609	35.7765447	14:24:09	214	-	○	対象外
9	73spot	140.387542	35.77590963	14:24:27	152	-	○	対象外
10	72spot	140.3879699	35.77532334	14:24:46	83.7	-	○	対象外
11	71spot	140.3884196	35.77467744	14:25:05	119	-	○	対象外
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	14:25:29	203	-	○	対象外
36	８０Spot入口交差点北側	140.3916619	35.77564707	14:26:44	12.1	-	対象外	対象外
35	80Spotバス停	140.3919593	35.775249	14:28:35	5.6	-	対象外	対象外
37	80Spot入口交差点南側	140.3922404	35.77484133	14:28:55	80.4	-	対象外	対象外
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	14:30:07	203	-	○	対象外
15	61spot	140.3897753	35.77282426	14:30:41	159	-	○	対象外
16	62spot	140.390243	35.7721636	14:31:00	211	-	○	対象外
17	63spot	140.3906939	35.77154647	14:31:19	176	-	○	対象外
18	64spot	140.3911382	35.77093928	14:31:38	205	-	○	対象外
19	65spot	140.3915147	35.77040572	14:31:55	219	-	○	対象外
20	66spot	140.3916679	35.76991752	14:32:08	242	-	○	対象外
49	2ビル側陸橋合流点	140.3893247	35.76735344	14:33:30	1.8	-	対象外	対象外
48	陸橋管制塔付近合流点	140.3872063	35.7677463	14:34:05	1.2	-	対象外	対象外
47	1ビル側陸橋交差点	140.3854008	35.76615325	14:35:01	timeout	-	対象外	対象外
46	11Spot付近交差点	140.3848581	35.7661791	14:35:27	timeout	-	対象外	対象外
45	18Spot付近交差点	140.3844175	35.76612052	14:36:14	timeout	-	対象外	対象外
44	21Spot-18Spot中間点	140.3839412	35.76539479	14:36:36	timeout	-	対象外	対象外
43	21Spot	140.3831642	35.76476403	14:37:07	timeout	-	対象外	対象外
51	1ビル第2サテライト交差点	140.3828912	35.7644674	14:37:21	timeout	-	対象外	対象外
41	28Spotバス停	140.3831851	35.76399549	14:37:37	timeout	-	対象外	対象外
42	26Spot	140.3830842	35.76354515	14:39:50	timeout	-	対象外	対象外
40	1ビル中央ビルトンネル内交差点	140.3837127	35.76433602	14:40:56	timeout	-	対象外	対象外
39	32Spot交差点	140.3847714	35.76292219	14:41:59	timeout	-	対象外	対象外
50	51Spot-32Spot間交差点	140.3866008	35.76293842	14:42:44	timeout	-	対象外	対象外
38	51Spot	140.3875197	35.7629291	14:43:12	timeout	-	対象外	対象外
33	59spotバス停	140.3883299	35.76228355	14:43:47	timeout	-	対象外	対象外
31	54spot	140.3884896	35.76220755	14:51:00	timeout	-	対象外	対象外
30	55spot	140.3887098	35.76251698	15:06:37	125	-	対象外	対象外
29	56spot	140.3890635	35.76314375	15:06:55	145	-	対象外	対象外
28	57Aspot	140.3894361	35.76379249	15:07:15	174	-	対象外	対象外

							2023年度各通信方式の遠隔型自動運転対応のエリア設計	
No,	**地点名**	**経度**	**緯度**	時刻	ローカル5G アップロード（Mbps）	キャリア通信(5G) アップロード（Mbps）	ローカル5Gエリア内外	キャリア通信エリア内外
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	14:21:06	211	-	○	対象外
1	3ビルUターン	140.3849125	35.77982238	14:22:08	236	-	○	対象外
2	151spot	140.3854258	35.7792321	14:22:35	230	-	○	対象外
3	152spot	140.3856787	35.77890952	14:22:45	238	-	○	対象外
4	153spot	140.3859045	35.77858166	14:22:56	234	-	○	対象外
5	154spot	140.3860893	35.77827106	14:23:05	188	-	○	対象外
6	155spot	140.3863592	35.77789465	14:23:16	163	-	○	対象外
7	75spot	140.3867334	35.77702002	14:23:53	225	-	○	対象外
8	74spot	140.3870609	35.7765447	14:24:09	214	-	○	対象外
9	73spot	140.387542	35.77590963	14:24:27	152	-	○	対象外
10	72spot	140.3879699	35.77532334	14:24:46	83.7	-	○	対象外
11	71spot	140.3884196	35.77467744	14:25:05	119	-	○	対象外
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	14:25:29	203	-	○	対象外
36	８０Spot入口交差点北側	140.3916619	35.77564707	14:26:44	12.1	-	対象外	対象外
35	80Spotバス停	140.3919593	35.775249	14:28:35	5.6	-	対象外	対象外
37	80Spot入口交差点南側	140.3922404	35.77484133	14:28:55	80.4	-	対象外	対象外
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	14:30:07	203	-	○	対象外
15	61spot	140.3897753	35.77282426	14:30:41	159	-	○	対象外
16	62spot	140.390243	35.7721636	14:31:00	211	-	○	対象外
17	63spot	140.3906939	35.77154647	14:31:19	176	-	○	対象外
18	64spot	140.3911382	35.77093928	14:31:38	205	-	○	対象外
19	65spot	140.3915147	35.77040572	14:31:55	219	-	○	対象外
20	66spot	140.3916679	35.76991752	14:32:08	242	-	○	対象外
49	2ビル側陸橋合流点	140.3893247	35.76735344	14:33:30	1.8	-	対象外	対象外
48	陸橋管制塔付近合流点	140.3872063	35.7677463	14:34:05	1.2	-	対象外	対象外
47	1ビル側陸橋交差点	140.3854008	35.76615325	14:35:01	timeout	-	対象外	対象外
46	11Spot付近交差点	140.3848581	35.7661791	14:35:27	timeout	-	対象外	対象外
45	18Spot付近交差点	140.3844175	35.76612052	14:36:14	timeout	-	対象外	対象外
44	21Spot-18Spot中間点	140.3839412	35.76539479	14:36:36	timeout	-	対象外	対象外
43	21Spot	140.3831642	35.76476403	14:37:07	timeout	-	対象外	対象外
51	1ビル第2サテライト交差点	140.3828912	35.7644674	14:37:21	timeout	-	対象外	対象外
41	28Spotバス停	140.3831851	35.76399549	14:37:37	timeout	-	対象外	対象外
42	26Spot	140.3830842	35.76354515	14:39:50	timeout	-	対象外	対象外
40	1ビル中央ビルトンネル内交差点	140.3837127	35.76433602	14:40:56	timeout	-	対象外	対象外
39	32Spot交差点	140.3847714	35.76292219	14:41:59	timeout	-	対象外	対象外
50	51Spot-32Spot間交差点	140.3866008	35.76293842	14:42:44	timeout	-	対象外	対象外
38	51Spot	140.3875197	35.7629291	14:43:12	timeout	-	対象外	対象外
33	59spotバス停	140.3883299	35.76228355	14:43:47	timeout	-	対象外	対象外
31	54spot	140.3884896	35.76220755	14:51:00	timeout	-	対象外	対象外
30	55spot	140.3887098	35.76251698	15:06:37	125	-	対象外	対象外
29	56spot	140.3890635	35.76314375	15:06:55	145	-	対象外	対象外
28	57Aspot	140.3894361	35.76379249	15:07:15	174	-	対象外	対象外
27	57Bspot	140.3898445	35.76429476	15:07:53	198	93.8	○	○ キャリア5G
26	58Aspot	140.3902762	35.76543768	15:08:26	241	90.5	○	○ キャリア5G
25	58Bspot	140.3905958	35.76599349	15:08:43	207	88.5	○	○ キャリア5G
24	412spot	140.3910047	35.76673017	15:09:04	141	51.2	○	○ キャリア5G
23	411spot	140.3914107	35.76748733	15:09:25	131	58	○	○ キャリア5G
22	68spot	140.3919657	35.76843146	15:09:54	225	35.5	○	○ キャリア5G
21	67spot	140.3920234	35.76917595	15:10:24	161	36.4	○	○ キャリア5G
20	66spot	140.3916679	35.76991752	15:10:48	242	-	○	対象外
19	65spot	140.3915147	35.77040572	15:11:00	212	-	○	対象外
18	64spot	140.3911382	35.77093928	15:11:17	180	-	○	対象外
17	63spot	140.3906939	35.77154647	15:11:36	208	-	○	対象外
16	62spot	140.390243	35.7721636	15:11:57	242	-	○	対象外
15	61spot	140.3897753	35.77282426	15:12:17	209	-	○	対象外
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	15:12:58	158	-	○	対象外
13	2ビルバス停	140.3897466	35.7742364	15:18:55	144	-	○	対象外
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	15:19:27	194	-	○	対象外
11	71spot	140.3884196	35.77467744	15:19:50	127	-	○	対象外
10	72spot	140.3879699	35.77532334	15:20:08	190	-	○	対象外
9	73spot	140.387542	35.77590963	15:20:27	168	-	○	対象外
8	74spot	140.3870609	35.7765447	15:20:48	242	-	○	対象外
7	75spot	140.3867334	35.77702002	15:21:03	209	-	○	対象外
6	155spot	140.3863592	35.77789465	15:21:44	176	-	○	対象外
5	154spot	140.3860893	35.77827106	15:21:55	210	-	○	対象外
4	153spot	140.3859045	35.77858166	15:22:04	235	-	○	対象外
3	152spot	140.3856787	35.77890952	0.640428241	217	-	○	対象外
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	0.640601852	204	-	○	対象外

表 4.3.1-248　走行ルート全領域のダウンロードスループット結果

							2023年度各通信方式の遠隔型自動運転対応のエリア設計	
No,	地点名	経度	緯度	時刻(2023/2/16)	ローカル5G ダウンロード(Mbps)	キャリア通信5G ダウンロード(Mbps)	ローカル5Gエリア内外	キャリア通信エリア内外
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	16:27:56	476	-	○	対象外
1	3ビルUターン	140.3849125	35.77982238	16:28:56	555	-	○	対象外
2	151spot	140.3854258	35.7792321	16:29:24	458	-	○	対象外
3	152spot	140.3856787	35.77890952	16:29:33	437	-	○	対象外
4	153spot	140.3859045	35.77858166	16:29:44	457	-	○	対象外
5	154spot	140.3860893	35.77827106	16:29:53	473	-	○	対象外
6	155spot	140.3863592	35.77789465	16:30:05	468	-	○	対象外
7	75spot	140.3867334	35.77702002	16:30:45	490	-	○	対象外
8	74spot	140.3870609	35.7765447	16:31:01	487	-	○	対象外
9	73spot	140.387542	35.77590963	16:31:19	476	-	○	対象外
10	72spot	140.3879699	35.77532334	16:31:37	329	-	○	対象外
11	71spot	140.3884196	35.77467744	16:31:57	348	-	○	対象外
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	16:32:20	467	-	○	対象外
36	８０Spot入口交差点北側	140.3916619	35.77564707	16:33:46	timeout	-	対象外	対象外
35	80Spotバス停	140.3919593	35.775249	15:40:06	timeout	-	対象外	対象外
37	80Spot入口交差点南側	140.3922404	35.77484133	15:40:06	timeout	-	対象外	対象外
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	15:40:31	400	-	○	対象外
15	61spot	140.3897753	35.77282426	15:41:01	459	-	○	対象外
16	62spot	140.390243	35.7721636	15:41:23	452	-	○	対象外
17	63spot	140.3906939	35.77154647	15:41:42	309	-	○	対象外
18	64spot	140.3911382	35.77093928	15:42:00	417	-	○	対象外
19	65spot	140.3915147	35.77040572	15:42:18	463	-	○	対象外
20	66spot	140.3916679	35.76991752	15:42:34	430	-	○	対象外
49	2ビル側陸橋合流点	140.3893247	35.76735344	15:43:52	107	-	対象外	対象外
48	陸橋管制塔付近合流点	140.3872063	35.7677463	15:44:30	9.59	-	対象外	対象外
47	1ビル側陸橋交差点	140.3854008	35.76615325	15:45:30	timeout	-	対象外	対象外
46	11Spot付近交差点	140.3848581	35.7661791	15:45:58	timeout	-	対象外	対象外
45	18Spot付近交差点	140.3844175	35.76612052	15:46:43	timeout	-	対象外	対象外
44	21Spot-18Spot中間点	140.3839412	35.76539479	15:47:07	timeout	-	対象外	対象外
43	21Spot	140.3831642	35.76476403	15:47:38	timeout	-	対象外	対象外
51	1ビル第2サテライト交差点	140.3828912	35.7644674	15:47:52	timeout	-	対象外	対象外
41	28Spotバス停	140.3831851	35.76399549	15:48:14	timeout	-	対象外	対象外
42	26Spot	140.3830842	35.76354515	15:50:20	timeout	-	対象外	対象外
40	1ビル中央ビルトンネル内交差点	140.3837127	35.76433602	15:51:13	timeout	-	対象外	対象外
39	32Spot交差点	140.3847714	35.76292219	15:52:14	timeout	-	対象外	対象外
50	51Spot-32Spot間交差点	140.3866008	35.76293842	15:52:58	timeout	-	対象外	対象外
38	51Spot	140.3875197	35.7629291	15:53:22	timeout	-	対象外	対象外
33	59spotバス停	140.3883299	35.76228355	15:53:58	timeout	-	対象外	対象外
31	54spot	140.3884896	35.76220755	16:05:07	348	-	対象外	対象外
30	55spot	140.3887098	35.76251698	16:05:20	349	-	対象外	対象外
29	56spot	140.3890635	35.76314375	16:05:41	496	-	対象外	対象外
28	57Aspot	140.3894361	35.76379249	16:05:58	481	-	対象外	対象外
27	57Bspot	140.3898445	35.76429476	16:06:24	479	281.7	○	○ キャリア5G
26	58Aspot	140.3902762	35.76543768	16:06:58	410	280.2	○	○ キャリア5G
25	58Bspot	140.3905958	35.76599349	16:07:13	478	201.4	○	○ キャリア5G
24	412spot	140.3910047	35.76673017	16:07:36	284	249	○	○ キャリア5G
23	411spot	140.3914107	35.76748733	16:07:58	360	246	○	○ キャリア5G
22	68spot	140.3919657	35.76843146	16:08:25	480	261.8	○	○ キャリア5G
21	67spot	140.3920234	35.76917595	16:08:57	474	241.9	○	○ キャリア5G
20	66spot	140.3916679	35.76991752	16:09:20	455	-	○	対象外
19	65spot	140.3915147	35.77040572	16:09:33	397	-	○	対象外
18	64spot	140.3911382	35.77093928	16:09:49	407	-	○	対象外
17	63spot	140.3906939	35.77154647	16:10:09	461	-	○	対象外
16	62spot	140.390243	35.7721636	16:10:27	464	-	○	対象外
15	61spot	140.3897753	35.77282426	16:10:48	450	-	○	対象外
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	16:11:27	489	-	○	対象外
13	2ビルバス停	140.3897466	35.7742364	16:13:02	460	-	○	対象外
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	16:13:39	472	-	○	対象外
11	71spot	140.3884196	35.77467744	16:14:00	390	-	○	対象外
10	72spot	140.3879699	35.77532334	16:14:20	440	-	○	対象外
9	73spot	140.387542	35.77590963	16:14:39	485	-	○	対象外
8	74spot	140.3870609	35.7765447	16:14:59	465	-	○	対象外
7	75spot	140.3867334	35.77702002	16:15:11	442	-	○	対象外
6	155spot	140.3863592	35.77789465	16:15:49	455	-	○	対象外
5	154spot	140.3860893	35.77827106	16:16:01	457	-	○	対象外
4	153spot	140.3859045	35.77858166	16:16:10	449	-	○	対象外
3	152spot	140.3856787	35.77890952	16:16:17	475	-	○	対象外
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	16:16:31	458	-	○	対象外

・結果

対象領域においてはアップロード 35Mbps 以上の通信速度をスループット測定ツールで観測できていました。

サ）　現地環境下において、遠隔監視システムとの通信の接続試験

① 車両 1 台による走行

本実証において構築した範囲で、ローカル 5G およびキャリア通信（5G）化した領域について、5G 用遠隔監視 KPI 判定を行い、ルート 3（代替ルート）については将来的なエリア化を見越してローカル 5G とキャリア通信（LTE/5G）をまたいでも通信や映像が途切れずに連続して疎通できることを確認した（将来的に 5G 対応などを行うまでの間、5G 用 KPI 達成はそもそも難しいため、判定基準から除外）。ルート 1～ルート 3（代替ルート）の評価点 61 のうち、評価対象 49 点が本判定の対象領域とします。

下表に結果を示します。

表 4.3.1-249　走行ルート内映像品質の計測結果

測定環境・条件										測定結果				
					ローカル５Ｇ	キャリア通信	冗長系 映像配信選択	2023年度各通信方式の 遠隔型自動運転対応のエリア設計		フレームレート		画質		通信接続（映像途絶無し）の確認
No,	地点名	経度	緯度	時刻 (2023/2/16)	ﾛｰｶﾙ5GRTT[msec] Round Trip Time	キャリア通信 RTT[msec] Round Trip Time		ローカル5Gエリア内外	キャリア通信エリア内外	フレームレート[fps]	判定	画質[画素]	判定	結果・判定
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	13:28:37	21	29	ローカル5G	○	対象外	18	OK	HD	OK	無し・OK
1	3ビルリターン	140.3849125	35.77982238	13:29:35	17	31	ローカル5G	○	対象外	22	OK	HD	OK	無し・OK
2	151spot	140.3854258	35.7792321	13:30:02	19	28	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
3	152spot	140.3856787	35.77890952	13:30:14	12	31	ローカル5G	○	対象外	17	OK	HD	OK	無し・OK
4	153spot	140.3859045	35.77858166	13:30:23	20	32	ローカル5G	○	対象外	18	OK	HD	OK	無し・OK
5	154spot	140.3860893	35.77827106	13:30:33	17	31	ローカル5G	○	対象外	17	OK	HD	OK	無し・OK
6	155spot	140.3863592	35.77789465	13:30:44	15	33	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
7	75spot	140.3867334	35.77702002	13:31:19	25	30	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK
8	74spot	140.3870609	35.7765447	13:31:33	18	35	ローカル5G	○	対象外	17	OK	HD	OK	無し・OK
9	73spot	140.387542	35.77590963	13:31:54	17	32	ローカル5G	○	対象外	17	OK	HD	OK	無し・OK
10	72spot	140.3879699	35.77532334	13:32:12	24	29	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
11	71spot	140.3884196	35.77467744	13:32:32	19	26	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	13:32:57	19	32	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
36	８０Spot入口交差点北側	140.3916619	35.77564707	13:34:47	14	34	ローカル5G	対象外	対象外	9	対象外	HD	対象外	無し・OK
35	80Spotバス停	140.3919593	35.775249	13:37:57	26	46	ローカル5G	対象外	対象外	4	対象外	HD	対象外	無し・OK
37	80Spot入口交差点南側	140.3922404	35.77484133	13:38:20	13	51	ローカル5G	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	13:39:33	19	42	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
15	61spot	140.3897753	35.77282426	13:40:04	19	43	ローカル5G	○	対象外	17	OK	HD	OK	無し・OK
16	62spot	140.390243	35.7721636	13:40:24	12	27	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
17	63spot	140.3906939	35.77154647	13:40:43	18	27	ローカル5G	○	対象外	14	OK	HD	OK	無し・OK
18	64spot	140.3911382	35.77093928	13:41:03	14	26	ローカル5G	○	対象外	17	OK	HD	OK	無し・OK
19	65spot	140.3915147	35.77040572	13:41:19	23	28	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
20	66spot	140.3916679	35.76991752	13:41:32	13	47	ローカル5G	○	対象外	16	対象外	HD	対象外	無し・OK
49	2ビル側陸橋合流点	140.3893247	35.76735344	13:42:53	12	38	キャリアLTE	対象外	対象外	9	対象外	HD	対象外	無し・OK
48	陸橋管制塔付近合流点	140.3872063	35.7677463	13:43:28	12	48	キャリアLTE	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
47	1ビル側陸橋交差点	140.3854008	35.76615325	13:44:25	timeout	49	キャリアLTE	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
46	11Spot付近交差点	140.3848581	35.7661791	13:44:52	timeout	45	キャリアLTE	対象外	対象外	5	対象外	HD	対象外	無し・OK
45	18Spot付近交差点	140.3844175	35.76612052	13:45:06	timeout	54	キャリアLTE	対象外	対象外	3	対象外	HD	対象外	無し・OK
44	21Spot-18Spot中間点	140.3839412	35.76539479	13:45:29	timeout	43	キャリアLTE	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
43	21Spot	140.3831642	35.76476403	13:45:58	timeout	42	キャリアLTE	対象外	対象外	5	対象外	HD	対象外	無し・OK
51	1ビル第2サテライト交差点	140.3828912	35.7644674	13:46:13	timeout	43	キャリアLTE	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
41	28Spotバス停	140.3831851	35.76399549	13:46:29	timeout	63	キャリアLTE	対象外	対象外	1	対象外	HD	対象外	無し・OK
42	26Spot	140.3830842	35.76354515	13:48:27	timeout	67	キャリアLTE	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
40	1ビル中央ビルトンネル内交差点	140.3837127	35.76433602	13:49:29	timeout	88	キャリアLTE	対象外	対象外	4	対象外	HD	対象外	無し・OK
39	32Spot交差点	140.3847714	35.76292219	13:50:30	timeout	57	キャリアLTE	対象外	対象外	6	対象外	HD	対象外	無し・OK
50	51Spot-32Spot間交差点	140.3866008	35.76293842	13:51:16	timeout	51	キャリアLTE	対象外	対象外	4	対象外	HD	対象外	無し・OK
38	51Spot	140.3875197	35.7629291	13:51:38	timeout	45	キャリアLTE	対象外	対象外	8	対象外	HD	対象外	無し・OK
33	59spotバス停	140.3883299	35.76228355	13:52:14	12	43	キャリアLTE	対象外	対象外	2	対象外	HD	対象外	無し・OK
31	54spot	140.3884896	35.76220755	13:53:34	10	72	キャリアLTE	対象外	対象外	8	OK	HD	OK	無し・OK
30	55spot	140.3887098	35.76251698	13:53:44	9	61	キャリアLTE	対象外	対象外	9	OK	HD	OK	無し・OK
29	56spot	140.3890635	35.76314375	13:54:02	10	27	キャリアLTE	対象外	対象外	8	OK	HD	OK	無し・OK
28	57Aspot	140.3894361	35.76379249	13:54:22	11	39	キャリアLTE	対象外	対象外	5	OK	HD	OK	無し・OK
27	57Bspot	140.3898445	35.76429476	13:54:47	12	35	キャリア５Ｇ	○	○ キャリア5G	16	OK	HD	OK	無し・OK
26	58Aspot	140.3902762	35.76543768	13:55:21	14	35	キャリア５Ｇ	○	○ キャリア5G	14	OK	HD	OK	無し・OK
25	58Bspot	140.3905958	35.76599349	13:55:38	10	32	キャリア５Ｇ	○	○ キャリア5G	16	OK	HD	OK	無し・OK
24	412spot	140.3910047	35.76673017	13:55:59	16	27	ローカル5G	○	○ キャリア5G	18	OK	HD	OK	無し・OK
23	411spot	140.3914107	35.76748733	13:56:21	17	28	ローカル5G	○	○ キャリア5G	15	OK	HD	OK	無し・OK
22	68spot	140.3919657	35.76843146	13:56:50	21	28	ローカル5G	○	○ キャリア5G	15	OK	HD	OK	無し・OK
21	67spot	140.3920234	35.76917595	13:57:20	11	44	ローカル5G	○	○ キャリア5G	16	OK	HD	OK	無し・OK
20	66spot	140.3916679	35.76991752	13:57:43	13	47	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK
19	65spot	140.3915147	35.77040572	13:57:55	27	28	ローカル5G	○	対象外	14	OK	HD	OK	無し・OK
18	64spot	140.3911382	35.77093928	13:58:12	13	26	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK
17	63spot	140.3906939	35.77154647	13:58:31	13	27	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK
16	62spot	140.390243	35.7721636	13:58:50	20	27	ローカル5G	○	対象外	14	OK	HD	OK	無し・OK
15	61spot	140.3897753	35.77282426	13:59:10	22	43	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
14	61spot横交差点	140.3903032	35.77361002	13:59:51	28	42	ローカル5G	○	対象外	2	NG	HD	OK	無し・OK
13	2ビルバス停	140.3897466	35.7742364	14:02:30	22	27	ローカル5G	○	対象外	18	OK	HD	OK	無し・OK
12	71spot横交差点	140.3892747	35.77486784	14:03:13	16	32	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
11	71spot	140.3884196	35.77467744	14:03:35	19	26	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
10	72spot	140.3879699	35.77532334	14:03:55	13	29	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
9	73spot	140.387542	35.77590963	14:04:13	13	32	ローカル5G	○	対象外	14	OK	HD	OK	無し・OK
8	74spot	140.3870609	35.7765447	14:04:33	17	35	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK
7	75spot	140.3867334	35.77702002	14:04:47	12	30	ローカル5G	○	対象外	16	OK	HD	OK	無し・OK
6	155spot	140.3863592	35.77789465	14:05:25	21	33	ローカル5G	○	対象外	10	OK	HD	OK	無し・OK
5	154spot	140.3860893	35.77827106	14:05:39	25	31	ローカル5G	○	対象外	18	OK	HD	OK	無し・OK
4	153spot	140.3859045	35.77858166	14:05:46	17	32	ローカル5G	○	対象外	18	OK	HD	OK	無し・OK
3	152spot	140.3856787	35.77890952	14:05:57	24	31	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK
34	3ビルバス停	140.3854149	35.77903579	14:06:00	19	29	ローカル5G	○	対象外	15	OK	HD	OK	無し・OK

49 点中 48 点が判定 OK になりました。また、対象外領域をまたいでも映像途絶などなく映像疎通できました。1 点については、往路 No.34 において OK で、復路 No.14 について一時的に画像表示の停止が X カメラのみおこったものであり、遠隔監視の機能に直ちに影響を与えるものでないことを確認しています。なお、キャリア通信の対象外エリアについては冗長系動作確認のため映像疎通が行えることのみを対象としています。

本結果より、電波品質について、切り替えロジックが有効に作用して映像途絶せずに、車両と遠隔監視が途絶することなく走行ルート内で接続できていることを確認しました。また 5G 区間内においては所望の KPI を達成できていることを確認しました。

主にルート 3 のみの走行エリアについて、今回は KPI 対象外であったが、フレームレートで一部下回る箇所もあるため、実運用に向けてエリア対策が必要であることも確認しました。

また、キャリア通信による遠隔監視システム動作においては、評価対象外であるが、冗長系動作のために接続し映像疎通ができるかどうかを確認しており問題ないことを確認しました。

シ） 遠隔監視システムにおける映像品質の目視確認等

ローカル 5G およびキャリア通信（5G）でエリア対策した区間においては、切り替えポイントでの映像遅延を含め、車両周囲の監視にカクつきやちらつきなどを視認することはなく、適用可能性あるものと考えました。

ス） 電波の品質改善（必要に応じて実施）

対象エリアにおいて電波の品質改善などは行う必要はありませんでした。

（2） 運用検証

1） 検証項目

昨年度の実証結果を踏まえ、より発展的な内容について検証を行いました。

昨年度は走行データを取得し、自動運転及びその遠隔監視、ローカル 5G 等の技術的な成立性および有用性検証を主目的としておりました。今年度においては、昨年度と比較して、走行エリアや乗車可能人数等の点でより実装を見据えた環境での実証となります。ついては、昨年度の検討結果を踏まえ、より精緻な運用・管理要件の作成を行いました。

更に今年度の新たな要件として「運行要件」を追加しました。前者は更なる実装性を高めるため、本ローカル 5G 活用モデルに留まらず、他の用途でのローカル 5G 等の活用可能性について、想定用途で使用可能な通信量等を踏まえて検証しました。また、後者については、実際の運行を見据えた際の本ローカル 5G 活用モデルにおける運行の要件を整理します。これ等の要件を明確化することにより、本実証の成果をより実装に近づけました。

表 4.3.1-250　空港内運用・管理要件

運用・管理要件	記載項目例
1.道路要件	道路状態（落下物、白線等）等
2.車両要件	運行前車両点検等
3.運転者要件	免許、講習、安全教育、自動運転の習熟、健康状態等
4.遠隔監視要件	車載カメラの運用状況等
5.ローカル 5G 等要件（制限区域内ターミナル間連絡バス）	端末電波受信強度等
6.ローカル 5G 等要件（他用途での活用可能性）	想定用途で使用可能な通信量等
7.運行要件	運行ダイヤ、天候条件等

2） 検証方法

以下の方法で実施しました。

実際の運行を見据えた際の本ローカル 5G 活用モデルにおける運行の要件を整理します。これ等の要件を明確化することにより、本実証の成果をより実装に近づけました。

表 4.3.1-251　主な検証方法

No.	主な検証方法	主な検証項目
1	様々な環境下における自動運転車両の走行テスト	道路要件、車両要件、運転者要件
2	遠隔監視・制御テスト	遠隔監視要件、ローカル 5G 等要件
3	実際の運用を想定した運行ダイヤ走行	運行要件
4	ODD 外における代替手段の検討や想定されるトラブルを模擬した運用テスト	運行要件

3） 検証結果及び考察

本実証実験を踏まえ、下表の通り現時点案としてまとめました。

表 4.3.1-252　空港内運用・管理要件（案）

運用・管理要件	記載項目例	具体的な要件
1.道路要件	落下物有無	なし。ただし自動運転車両としては 20cm 立方体以上の大きさの障害物は認識可能。
	白線	なし。自動運転システムとしては高精度 3 次元地図にて白線が定義されていればよい。
	凹凸	10cm 以下。
	路面状況　等	凍結、積雪は不可。
2.車両要件	運行前車両点検等	車両点検を始業時に実施が必要。
3.運転者要件	免許	車両に応じた免許が必要。
	講習	自動運転車両の利用方法や存在するリスクについての講習を受ける必要あり。
	安全教育	必要。
	自動運転の習熟	必要。
	健康状態等	運転可能な健康状態。

4.遠隔監視要件	車載カメラの運用状況等	表 4.3.1-1　映像配信の KPI の要件。
5.ローカル 5G 等要件（制限区域内ターミナル間連絡バス）	端末電波受信強度等	2 章記載内容に従う。
6.ローカル 5G 等要件（他用途での活用可能性）	想定用途で使用可能な通信量等	本項 3）ウ）に記載の通り、現行利用の範囲では約 40Mbps 程度を目安とする。
7.運行要件	運行ダイヤ、天候条件等	時刻表に従った運行が可能であること。

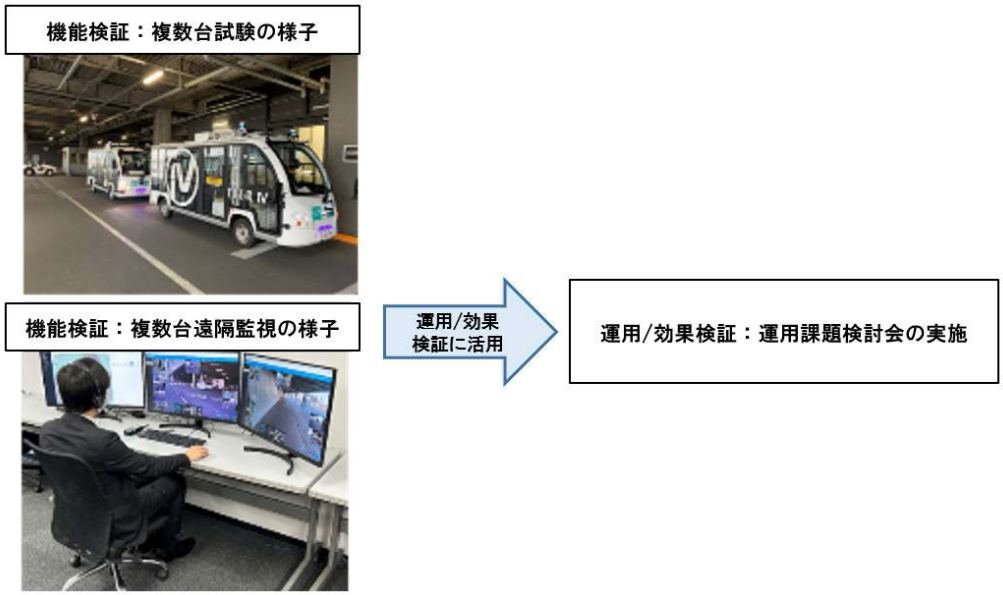


図 4.3.1-427　運用検討会の実施

a. No.1 様々な環境下における自動運転車両の走行テスト

・陸橋も含んだ経路の自動運転走行



図 4.3.1-428 第３ターミナル～第１ターミナル間走行試験ルート



図 4.3.1-429　陸橋走行時の画面画像

今年度は、昨年から更に社会実装に向けルートを拡張し、全長約 6km の経路を自動運転で走行しました。自動運転車両の走行が最大約 6 kmの規定ルートで行えることにて、記載している通り、全走行区間で自動運転による走行を行いました。想定される課題として、陸橋走行時に周囲に特徴物がないことによる自己位置推定の破綻があげられていましたが、問題なく自己位置推定機能が動作することを確認しました。検証中に陸橋の下り走行時にステアリングがブレる課題を発生しましたが、車両制御部のチューニングにより本問題は解決することができました。

・雨天時の自動運転走行

2023/2/10(金)に雨天の走行を実施しました。降水量は 2,3mm 程度でした。自己位置推定の破綻など安全上の課題はありませんでしたが、雨粒による障害物停止機能の誤検知が発生し、緊急停止が走るケースが発生しました。安全性と可用性のトレードオフの問題であり、本実証で利用した自動運転システムのコンセプトは何かあれば基本停止するものであったため、誤検知による緊急停止が発生しました。今後は、安全性を担保しつつ可用性を上げるための開発を行う予定であり、本課題は改善予定です。

b. No.2 遠隔監視・制御テスト

・複数の通信を組み合わせた遠隔監視環境

今年度の実証では、ローカル 5G・キャリア 5G・キャリア 4G の 3 つの回線を用いた遠隔監視システムを構築しました。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にて記載している通り、3 つの回線を切り替えて、適したネットワークを活用した映像配信の動作を確認しました。帯域の太いローカル 5G・キャリア 5G から帯域の細いキャリア 4G への切り替えにおいては、映像配信のパフォーマンスが低下することが見受けられたが、多くの地点では KPI を満たすことが確認できました。

c. No.3 実際の運用を想定した運行ダイヤ走行

今年度の実証実験では、1 台走行時におけるダイヤ走行及び 2 台走行時におけるダイヤ走行を実施しました。1 台走行（拡張ルート）、2 台走行（代替ルート）ともに、誤検知やルート配信の開始時間の誤差等で多少の遅延が発生することはあったものの、レベル 3 相当（ドライバあり）ということもあり、遅延はいずれも 3 分以内であり、大きなダイヤ乱れにはつながりませんでした。

2/8		T2:70	T3	T1:80	T1:28	T1:59	T2:70	T3
1周目	ダイヤ	13:35	13:39	13:45	13:54	14:02	14:10	14:14
	（実際）	（13:36）	（13:40）	（13:47）	（13:57）	（14:02）	（14:11）	（14:15）
2周目	ダイヤ	14:35	14:39	14:45	14:54	15:02	15:10	15:14
	（実際）	（14:35）	（14:39）	（14:45）	（14:56）	（15:01）	（15:09）	（15:13）

図 4.3.1-430 1 台走行時のダイヤ

1 台走行時のダイヤ。青枠囲いは 1 分を超える遅延が発生したもの

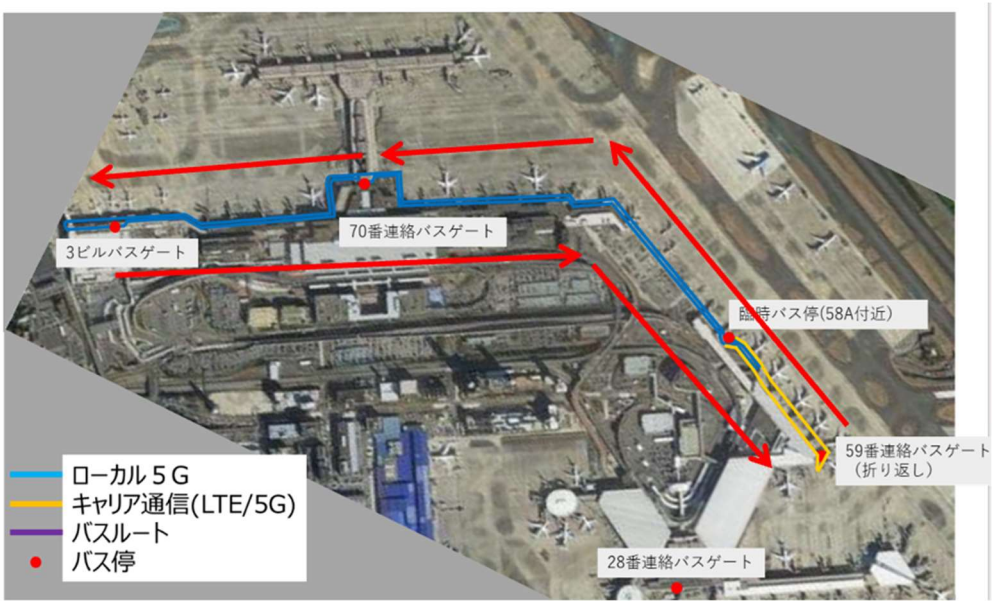


図 4.3.1-431　1 台ダイヤ走行時のルート（拡張ルート）
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

2/3 2台ダイヤ走行		T3	T2:80	T1:28	T1:54	T2:70	T3
車両①	ダイヤ（実際）	15:30（15:30）	15:36（15:36）	15:45（15:48）	15:53（15:53）	16:00（16:01）	16:04（16:06）
車両②	ダイヤ（実際）	15:40（15:40）	15:46（15:47）	15:55（15:57）	16:03（16:02）	16:10（16:09）	16:14（16:13）

図 4.3.1-432　2 台走行時のダイヤ
2 台走行時のダイヤ。青枠囲いは 1 分を超える遅延が発生したもの



図 4.3.1-433　2 台ダイヤ走行時のルート（代替ルート）
出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

d. No.4 ODD 外における代替手段の検討や想定されるトラブルを模擬した運用テスト

ア）　駆け付け

d.において、レベル 3 相当での運用では大きなダイヤ乱れは発生しなかったものの、レベル 4 相当の運用になった場合には、（保安要員を車内に置かない場合には）車両が停止等してしまった場合には駆け付けて対処する必要があります。そこで、以下のシナリオで駆付対応のオペレーションについても実験しました。

【シナリオ】

遠隔監視室：第 2 ターミナル内

トラブル発生地点：第 3 ターミナル付近（遠隔監視室からの距離 400m 程度）

通常時は、1 人の遠隔監視視者が自動運転車両 2 台を監視（今回は常時監視）

遠隔監視室には、主たる遠隔監視者の他、予備監視員と駆付要員を配置

予備監視員・駆付要員は、通常時は別の日常業務を実施

いずれかの車両が ODD 外となる等の場合には、遠隔監視視者が当該車両のトラブル等に対応するが、その際、もう 1 台の監視が疎かになるため、予備監視員が監視を引き継ぎ

更に、駆付要員が現場に急行し、車両を手動で次のゲートまで運転

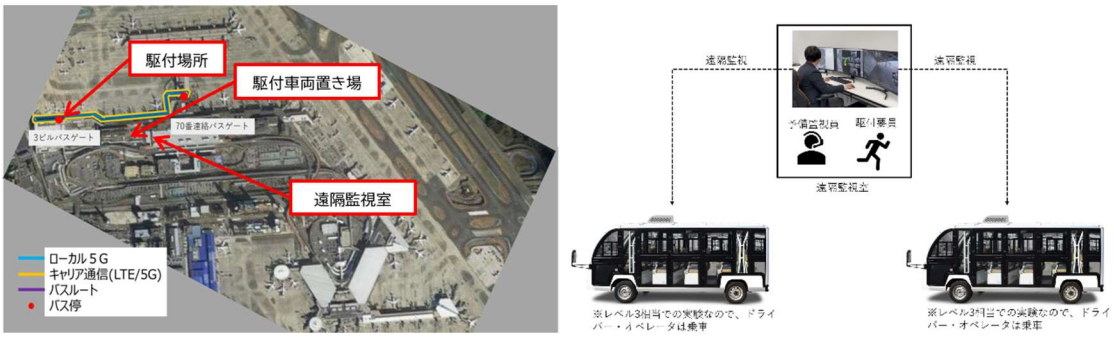


図 4.3.1-434　駆付対応のシナリオ（前提）

出典：地理院地図(maps.gsi.go.jp) 国土地理院撮影の空中写真を加工して作成

	トラブル発生時刻	到着時刻	所要時間
1回目（遠隔監視室出発）	15:37	15:43	5:30
2回目（車両乗り込んだ状態から出発）	16:09	16:13	3:30

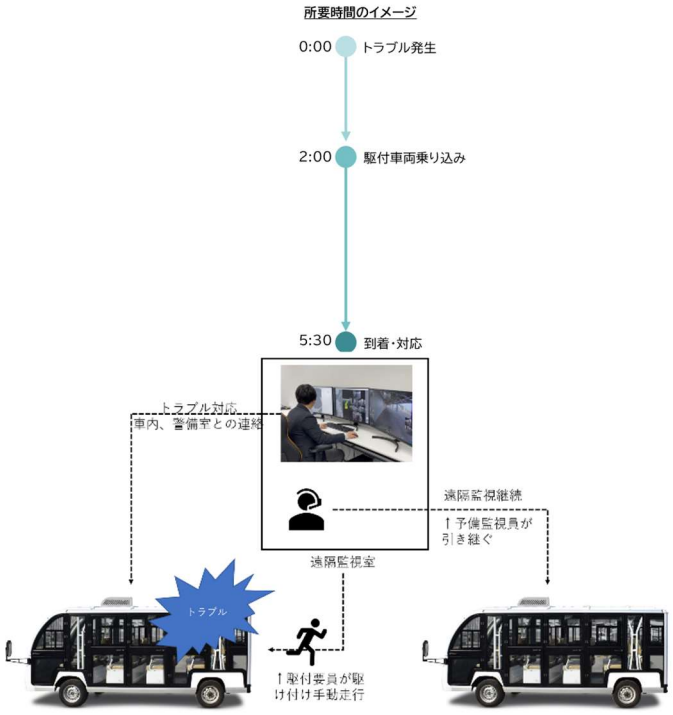


図 4.3.1-435　駆付対応のシナリオ（結果）

【結果・課題】

常時監視を前提とすると、台数が増えるごとに予備監視員を含めた遠隔監視の体制を厚くする必要があるため、常時監視を不要とする必要があります。その前提として、何かしらのトラブルが発生した場合には、システムからアラートが確実にあがるように設計する必要があります。

また、T1-T2-T3 をカバーして走行する場合、トラブル発生地点によっては遠隔監視室からの距離が遠く、駆け付けに時間を要する可能性がある。なお、下の表にあるように、1 回目は遠隔監視室から出発し、2 回目は車両に乗り込んだ状態から出発し、2 分の差があった。遠隔監視室から車両場所までの距離が遠ければ遠いほどこの時間も更に掛かることになります。

駆付要員から車両の状況（負傷者がいるか等）が不明だったため、遠隔監視室との連携が必要となります。また、現場では一定の言語・運転といったスキルも必要になります。

イ）　忘れ物確認

バスにおいては、往々にして乗客が忘れ物をして、その対応を行う必要がでてくることがあります。空港のように非常に時間が重要な場所においては、忘れ物をしてから探すという対応をすると、時間が掛かってしまい、乗客もバスも遅れが生じてしまうため、そもそも忘れ物を可能な限りさせないような対応が望ましいと考えます。

そこで、ローカル 5G 等の安定的で大容量の通信を活用し、乗客の降車時に、高画質な映像を遠隔監視室から確認することで、忘れ物を事前に防ぐことが可能かどうかを検証しました。



図 4.3.1-436　忘れ物の遠隔監視映像での確認（左から、スマートフォン、パソコン、バッグ）

結果、遠隔監視室から十分に忘れ物が何かを特定することは可能な程度には鮮明に確認することができました。乗客が降車する際に、遠隔監視室から車内にアナウンスすることで、忘れ物を事前に防止することができることが確認できました。

（3） 効果検証

1） 検証項目

ローカル 5G を用いたソリューションの導入による効果について、以下の項目の検証を行いました。

・遠隔監視・操作について実装を見据えた運用が可能であるか
画質がクリアか。また、連続してどの程度監視業務を行うことが可能か
監視・操作は問題ないか。実際の運用に影響がでるような課題はないか
UI 等の観点から、自動運転車両遠隔監視委託会社が操作可能か
日々の運用や保守、メンテナンス等における課題はないか
運用に向けた研修やトレーニング、マニュアル等の検討
その他、実装を見据えた際のクリティカルな課題がないか

・乗客の立場で安心して乗車可能か
乗客が安心して乗れる乗り心地になっているか(急停車、酔いやすさ、安心感　等)
無人走行時において求められるお客様へのサポートとして、具体的に何があるか
その他、実装を見据えた際のクリティカルな課題がないか

なお、検証項目に関して、新たな走行ルートであることや複数台の自動運転車両の走行であること、より自動運転レベル 4 相当に近い環境での実証であることから、昨年度調査したものも再度調査項目に含み実施しました。

2） 検証方法

効果検証のため、空港関係者や関係省庁、運用委託予定企業を対象とした試乗、及び意見交換会を実施しました。効果検証のため、空港関係者や関係省庁、運用委託予定者へのヒアリングや操作デモ等を行いました。

全 11 団体 36 名
【バス運行事業者】8 名
【省庁等及び関連企業】20 名
【航空事業者】6 名

・自動運転車両の試乗
・遠隔監視システムのデモや操作体験
・運用オペレーション（自動運転、ローカル 5G）のシミュレーション
・上記取り組みを踏まえた意見交換（実装体制、運用方法、その他課題の抽出）　等

評価方法
・ヒアリング調査

3)　検証結果及び考察

上記の結果から、検証項目についての評価は以下の通りです。

・遠隔監視・操作について実装を見据えた運用が可能であるか

画質がクリアか。また、連続してどの程度監視業務を行うことが可能か
監視映像の画質については問題ありませんでした。また、監視業務については常時映像を凝視することなく異常を知らせるアラート発出時に映像確認するため、8 時間連続して監視業務の実施は可能であることが確認できました。

監視・操作は問題ないか。実際の運用に影響がでるような課題はないか
遠隔からの操作（ドア開閉、車内との通話 等）が正常に作動することを確認することができました。実際の運用を見据えた場合、遠隔から緊急停止の操作をシステム画面上のボタンではなく物理的なボタンにした方がより迅速であることから、システムの改修について今後検討します。

UI 等の観点から、自動運転車両遠隔監視委託会社が操作可能か
今回の実証に用いた UI で自動運転車両遠隔監視委託会社が概ね操作可能であることを確認しました。委託予定会社を検討体制に組み入れることで、UI の改善について今後検討します。

日々の運用や保守、メンテナンス等における課題はないか
システムの運用・保守レベル（利用するサービスとしての提供範囲）について、今後詳細検討

します。

運用に向けた研修やトレーニング、マニュアル等の検討
上記を決めた後、具体的に検討します。

その他、実装を見据えた際のクリティカルな課題がないか
EV 車両を導入するにあたって、空港内の駐車スペース及び充電設備の整備が必要であり、今後詳細検討します。

・乗客の立場で安心して乗車可能か
乗客が安心して乗れる乗り心地になっているか(急停車、酔いやすさ、安心感　等)
約 40 名の試乗実績を踏まえ、特段問題ないレベルと思われます。

無人走行時において求められるお客様へのサポートとして、具体的に何があるか
お客様からの問い合わせ対応（多言語）や車椅子やお身体が不自由なお客様に対する乗降時のサポート等を想定しています。また、緊急時のオペレーション体制の構築も必須と考えます。加えて、悪天候時や車両不具合等が発生した際の代替輸送サービスについても今後より具体的に検討する必要があり、これ等について今後詳細を検討します。

その他、実装を見据えた際のクリティカルな課題がないか
車内の空調、照明を遠隔から制御する仕組みが必要であり、実装に向け詳細を検討します。

試乗後の主な感想：
【自動運転車両について】
・自動運転と聞いて不安だったが、手動運転と変わらないほどスムーズに感じた。
・昨年度の試乗時よりも発進・停止の挙動がスムーズだと感じた。

【遠隔監視について】
・ローカル 5G の映像が鮮明で、バスの遠隔監視以外にも空港運営業務にニーズがあると思う。
・自社のバス運行管制室も是非見学に来てほしい。

【実装に向けた展望・課題について】
コロナ前に臨時連絡バスを出動させたかったがバス運行会社から断られた経験がある。無人運転が実現することで、そうした悩みが解消されることを期待する。

（4） ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する総評

以下、1)～3)の取り組みを実施し、ローカル 5G のターミナル間連絡バスにおける適用可能性を調査し、所望の結果を得ました。

1） 自動運転車両の走行が最大約 6km の規定ルートで行えること

規定ルートにおいて、自動運転車両の自動走行を約 6 km 区間全てで行えた。

遠隔監視映像のローカル 5G による伝送は、第 1 ターミナルや 2 ターミナル周辺のカーブや搭乗橋などが入り組んでいるエリアにおいても置局設計を行うことで所定の KPI(9fps, HD/VGA 画質,7 カメラ, 400msec 遅延)を約 5km 達成することができた。また、自動運転車両走行開始後に、エリア調整などをローカル 5G で要することなく、所望のエリア品質を達成することができました。

従って、見通しの悪いシーンを含むローカル 5G カバーエリアにおいて、本構築方法で成田国際空港内の遠隔型自動運転に必要なローカル 5G のエリア品質を満たせることがわかった。

反面、ターミナル間連絡バスのルートにおいて、カバーできていないバス停は 2 か所ある。これ等ローカル 5G 未整備のエリアの構築に向け、未確立の GSE 通路形状に対する置局法は①トンネル・建物内アンダーパスや②スター型ターミナル形状沿いの GSE 通路構築であり、それらのケースをカバーすることで、ターミナル間連絡バスの遠隔型自動運転の遠隔監視機能を必要ルートでカバーできるものと考えます。

2） 複数台の遠隔型自動運転車両が走行した場合にも遠隔監視機能が動作すること

第 2～第 3 ターミナル間の総延長 1.4km 区間において、すれ違い走行をおよび追従走行を行い、同一の無線基地局の中で車両台数が 3 台となった場合における 1 台あたりの KPI(9fps, HD/VGA 画質, 7 カメラ)の維持を確認した。アップロード通信で総計約 52.5Mbps 通信負荷がかかる状況であったが、全ての測定点や走行中の連続データで影響はなかった。また、本内容をもとに、遠隔型自動機能を搭載した自動運転車両 2 台を用い、遠隔監視の利用シーンの 1 つである異常時の復旧シーンの対応実験を行った。通常時の遠隔監視要員は 1 名を想定しているが、異常発生した場合は乗客対応および遠隔操作対応要員 1 名と駆け付け要員 1 名以上（送迎車要員・停車位置により復旧＆同乗要員）が要し、遠隔監視室から駆け付け途中で停車継続する時間は 20 分以上要することが実試験を通じわかりました。異常時においても、複数台での遠隔監視による映像監視や音声通話を継続して行うが途切らせずに行える必要がありローカル 5G 適用の効果があることがわかった。実運用においては、通常運行時は省人化できるものの、異常対応における駆け付け体制整備は他の業務との兼務などを含め、要検討課題であることがわかりました。

3） 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

キャリア通信とローカル 5G の切り替えについて、ローカル 5G とキャリア通信（4G・5G）をまたぐエリアを走行中に切り替えた試験を実施した。その結果、走行中の映像切り替えにおいては、キャリア 5G とローカル 5G 間および、キャリア LTE から 5G（ローカル 5G・キャリア通信）の場合は映像遅延約 190～360msec で切り替えできており、KPI400msec 遅延を満たすことができました。反面 5G（ローカル 5G・キャリア通信）から LTE へ切り替える場合は、約 480ｍｓ～約 520ms を要した。万が一のときの冗長系であり、代替化する場合であるため、遅延 KPI400msec を満たさな

かったからといって直ちに本方式を不採用とするほどではなく、適用可能性がある範囲ととらえている。通信許容量の大きい方式から小さい方式へ遷移する場合、技術的には遠隔型自動運転システム内での映像処理制御の最適化をあと 100msec ほどターゲットに行えるか課題と可能性検討を進めつつ、本ケースの KPI 見直しも来期以降の検証を通じ行うべきと考えます。

また、50 名弱の試乗実績を通じ、旅客向けサービスとしての実装に向け以下のような気付き、課題を得られました。

・自動運転車両の走行について、安全かつ昨年度から更にスムーズな走行が可能になっていることを確認しました。また、具体的には、発信/停止時の挙動がスムーズであり、乗客の観点で不快感がほぼないレベルであることの評価が得られました。また、一部試乗においてはグランドハンドリングスタッフの飛び出しを検知した際、確実に減速・停止することを確認できました。

・雨天時の自動運転走行について、晴天時と比較して自己位置推定の精度低下が見られることを確認しました。自動運転システムの改修について具体的に検討が必要となります。

・自動運転車両の装備について、車内サイネージ・アナウンスがあることにより乗客への運転状態の発信が安心感にもつながる効果があることが確認できました。また、乗客や周囲への情報発信について現状不足している装備についても具体化することができました。具体的には、車外への運転状態や行先を表示する車外サイネージ、及び表示・放送の多言語化、車内の乗客向けに空調や照明等を遠隔で制御する機能等が、今後実装に向けた検討項目となります。

・乗客向けのオペレーションについて、ドライバレスの車両であることを前提に具体的なオペレーションを策定する必要があります。現状の連絡バスにおいてドライバが対応している乗客補助を、「いつ」「誰が」「どのように」代替するのか具体化が必要であります。

4.3.2　　ローカル 5G 活用モデルの実装性に関する検証

（1） 経済性・市場性の検証

1）　検証項目

a. 実装を見据えた際の、自動運転車両の導入必要台数検討

・実際の実装時に必要な台数とそれに対する技術的・運用面での制約（通信量の制約、監視者の立場で同時監視可能台数）について検討。

b. 保守や ODD 外における運用

・ローカル 5G 活用モデルを構成する機器類の故障時を見据えた運用体制やそれに基づく人員確保などにより発生する人件費等の検討。

c. 上記の検討を踏まえた費用シミュレーションの実施とその合理性の検証

・上記の検討を行った結果、想定される費用シミュレーションを実施し、現在の運用において発生しているキャッシュアウトと比較し、経済性やそれ以外の要素を加味して実装に関する十分な合理性があるかの検討。
・また、合わせてローカル 5G や自動運転に関する技術面での向上や価格の低廉化の状況や　将来見込みを踏まえたシミュレーションを実施。

加えて、他空港展開に係る検証時に新たなコスト要因が明らかとなった場合においては、当該要因も考慮。

2)　検証方法

a. 実装を見据えた際の、自動運転車両の導入必要台数検討

・実際の運用に近しい自動運転車両等を複数台走行させて、そこでローカル 5G やキャリア通信で発生する通信量等各種パラメータを測定。
・複数台車両走行時の、自動運転車両及び遠隔監視システムの遠隔監視映像や制御系の挙動について、定量面に加えて、実際にモニタリングすることによる実装時の遠隔監視・操作を見据えた際に影響がないかを検討。
・実際に複数台の自動運転車両等の遠隔監視を現ターミナル間連絡バスの運用事業者等によるヒアリング等により運用時の想定しうる課題の検討。
※実装時の効率的な運行を目指し、今後、より輸送力の高い車両の導入についても検討していく予定。なお、その際のカメラの総数や通信量の総量は今回一部実施する 3 台運用時と比べて大幅に増加することは想定していないため、今般の実証で通信負荷については十分な検討ができるものと想定。

b. 保守や ODD 外における運用

・本ローカル 5G 活用モデルを構成する自動運転車両やその遠隔監視システム、ローカル 5G やキャリア通信の保守シミュレーションの実施による課題の抽出。
・自動運転車両の ODD の特定とその条件下における想定運用稼働数や手動車両等の費用の検討。

c. 上記の検討を踏まえた費用シミュレーションの実施とその合理性の検証

・上記の検討を行った結果、想定される費用シミュレーションを実施し、現在の運用において発生しているキャッシュアウトと比較し、経済性やそれ以外の要素を加味して実装に関する十分な合理性があるかの検討。
・また、合わせてローカル 5G や自動運転に関する技術面での向上や価格の低廉化の状況や　将来見込みを踏まえたシミュレーションを実施。

加えて、他空港展開に係る検証時に新たなコスト要因が明らかとなった場合においては、当該要因も考慮。

3） 検証結果及び考察

a. 実装を見据えた際の、自動運転車両の導入必要台数検討

・自動運転車両等複数台走行時のローカル 5G やキャリア通信で発生する通信量等の測定結果

4.3.1 章（1）3）e および f に基づいて、7 カメラを HD 画質で送信した場合、エリア内において 3 台車両から約 50Mbps のトラフィックのデータが発生しました。

・複数台車両走行時の、自動運転車両用遠隔監視システムのモニタリング結果

複数台走行時でも視認上、遅延やカクつきなどを観測することなく、通常運行時の監視および異常時の駆け付け時の監視誘導支援のための映像監視と音声による通話が行えました。

・現ターミナル間連絡バスの運用事業者等によるヒアリング等の結果

【STEP1（導入初期)】

既存の有人バスのダイヤ運行を基本に、それを補完する位置づけとして自動運転車両を複数台導入することを検討。商用運行を蓄積し自動運転車両、及びシステムの信頼性を高めるとともに、乗客の乗降対応等運用オペレーションの確立を図ります。

【STEP2】

STEP1 段階で蓄積した信頼性やオペレーションをもとに、既存の有人バスのダイヤ運行に自動運転車両を導入。STEP1 に加え、自動運転車両をダイヤ運行に組み込むことで運行頻度を高め、更なる信頼性の蓄積、サービス品質向上を図ります。

【STEP3】

ダイヤ運行におけるバス全台の自動運転化を目指します。

以降、旅客増に伴う連絡バス増便や有人車両リプレースの機会に応じて段階的に予備車も自動運転車両化します。

上記をもとに、以下の取りうる運行パターンの一例を提示

【運行ルート】第 1～2～3 ターミナル間をつなぐルート

【導入車両】 手動運転バス 0～複数台 ＋ 自動運転バス 0～複数台

【緊急時体制】車両トラブル等の場合は、後続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。

一例として、手動運転バスに対し、自動運転バスを増車した運行形態を示しました。手動運転と自動運転を織り交ぜたイメージを表しています。

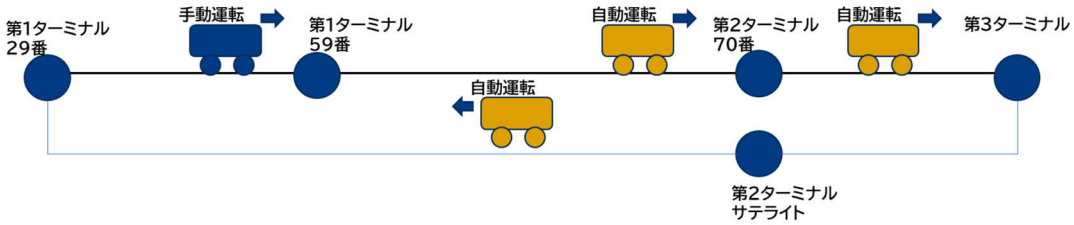


図 4.3.2-1　運行形態のイメージ

b. 保守や ODD 外における運用

【保守運用】

ローカル 5G システム、及び自動運転システムの保守運用に伴い、空港としてそれらに係る人員増が不要であることを優先する方向性で考えるため、機器保有が不要でソフトウェアのアップデートの手離れがよい等の観点から、サービス利用型として導入することを検討しました。

【ODD 外での運用】

ODD 外の状況は、予見可能なものと予見不可（突発的）なものの 2 つに大別できます。

・予見可能：天候、空港施設のメンテナンス（工事等）

・予見不可：天災、天候の急変（ゲリラ豪雨等）、車両・システムの故障、緊急車両との遭遇等 ODD 外の状況が予見される場合は、当日運行開始前までに自動運転可否を判断することを前提に具体的な運行ルールを検討しました。

また、ODD 外の状況においては、手動運転により旅客搬送を維持することが必須であるため、バス運行会社には一定数のドライバを確保することを前提に体制を検討しました。

c. 上記の検討を踏まえた費用シミュレーションの実施とその合理性の検証

a.～b.の結果を踏まえて、実際の行った費用シミュレーションの結果を提示しました。

（費用シミュレーションの結果は、「4.3.4(2) 実装計画要約シート」を参照）

（2） 運用スキーム・ビジネスモデルの検討

1） 検証項目

a. 成田国際空港における運用スキーム

ユーザ企業及び運用委託企業において、日々の運用において、実用に耐えうるものであることを確認しました。具体的には以下の項目について昨年度の実証結果を踏まえ、実運用により近い本年度の実証を通して、更なる精緻化を図りました。

・操作性

・保守体制の構築

・稼働時間　等

b. 他空港への展開に係る要整理項目の検討

4.1.3（2）記載の通り、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における実装の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ます。

もっとも、空港によって運用ルールが完全に同じというわけでもなく、細かい部分では、空港自体の規模や乗降客数・航空便数の多寡等によっても運用ルールが異なることが想定されます。

他空港等に展開する場合における以下のような項目について、検証しました。

・成田国際空港で検討中の「旅客向けターミナル間連絡バス」に係るビジネスモデルの他空港への展開可能性や留意事項等

・空港によっては「ターミナル-オープンスポット間」や「空港スタッフ向けバス」などといったマイナーチェンジのユースケースも考えられるため、その場合のビジネスモデルの異同

・自動運転に係る安全性や実装に係る留意事項等

c. 実装を見据えた際の、自動運転車両の導入必要台数検討

・実際の実装時に必要な台数とそれに対する技術的・運用面での制約（通信量の制約、監視者の立場で同時監視可能台数）について検討。現時点のバス乗員前提は、大型バス 55 名、中型バス 25 名としています。

d. 保守や ODD 外における運用

・ローカル 5G 活用モデルを構成する機器類の故障時を見据えた運用体制やそれに基づく人員確保などにより発生する人件費等の検討。

e. 上記の検討を踏まえた費用シミュレーションの実施とその合理性の検証

・上記の検討を行った結果、想定される費用シミュレーションを実施し、現在の運用において発生しているキャッシュアウトと比較し、経済性やそれ以外の要素を加味して実装に関する十分な合理性があるかの検討。

・また、合わせてローカル 5G や自動運転に関する技術面での向上や価格の低廉化の状況や　将来見込みを踏まえたシミュレーションを実施。

加えて、他空港展開に係る検証時に新たなコスト要因が明らかとなった場合においては、当該要因も考慮することとします。

2）　検証方法

a. 成田国際空港における運用スキーム

ア）　操作性　評価方法：

複数環境下でのテスト走行、非常時を想定したシミュレーションによるデータ取得

遠隔監視における操作画面（UI）等を確認し、それを想定している運用委託会社に対して、ヒ

アリング調査を行い、日々の運用の懸念点・課題等を把握します。

イ）　保守体制の構築　評価方法：

以下の項目等について保守要件を設定します。その要件において、実運用上耐えうるものであるかを項目ごとに判定します。

表 4.3.2-1　保守体制の構築・評価方法（案）

	項目案
1	保守対応時間
2	保守駆け付け時間
3	保守点検
4	運用監視(稼動監視、障害連絡、監視機能の定期更新等)
5	ソフトウェア等バージョンアップ
6	障害時調査、復旧対応
7	ログ取得
8	技術支援
9	緊急時対応
10	セキュリティポリシーの確立 等

ウ）　稼働時間　評価方法：

本実証を踏まえた稼働可能時間と実運用における乖離を測定します。

また、関係省庁との調整やガイドライン、法令等にて確認が取れていることが求められることから、航空局「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」において本取り組みの報告を行い、委員会メンバー等からの指摘事項や講評も加味することとします。

エ）　ビジネスモデル

上記検証項目について、主に関係者（他空港やエアライン関係者など）への意見聴取等を実施します。また、こうした意見聴取の一環として、関係省庁における自動運転バスのビジネスモデルの検討状況についても、会議体における議論に参画すること等により、業界の最新の動向を踏まえたビジネスモデルの精緻化を検討しました。

具体的には、国土交通省航空局「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」や経済産業省・国土交通省「自動走行ビジネス検討会」等に参画いたしました。

①「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」においては、空港制限区域内において 2025 年にレベル 4 相当の自動運転の導入を目指し、実証実験や導入に係るルールの策定の議論、共通インフラ（通信インフラを含む。）の検討や、各種実証実験に係る報告・議論が行われています。この検討委員会には、親委員会も WG も含め、ティアフォー及び成田国際空港が参画しており、親委員会には他のコンソーシアムメンバーもオブザーバー参加をしています。ここでの議論や、他のコンソーシアムの報告内容等を踏まえてビジネスモデルを精緻化してきました。

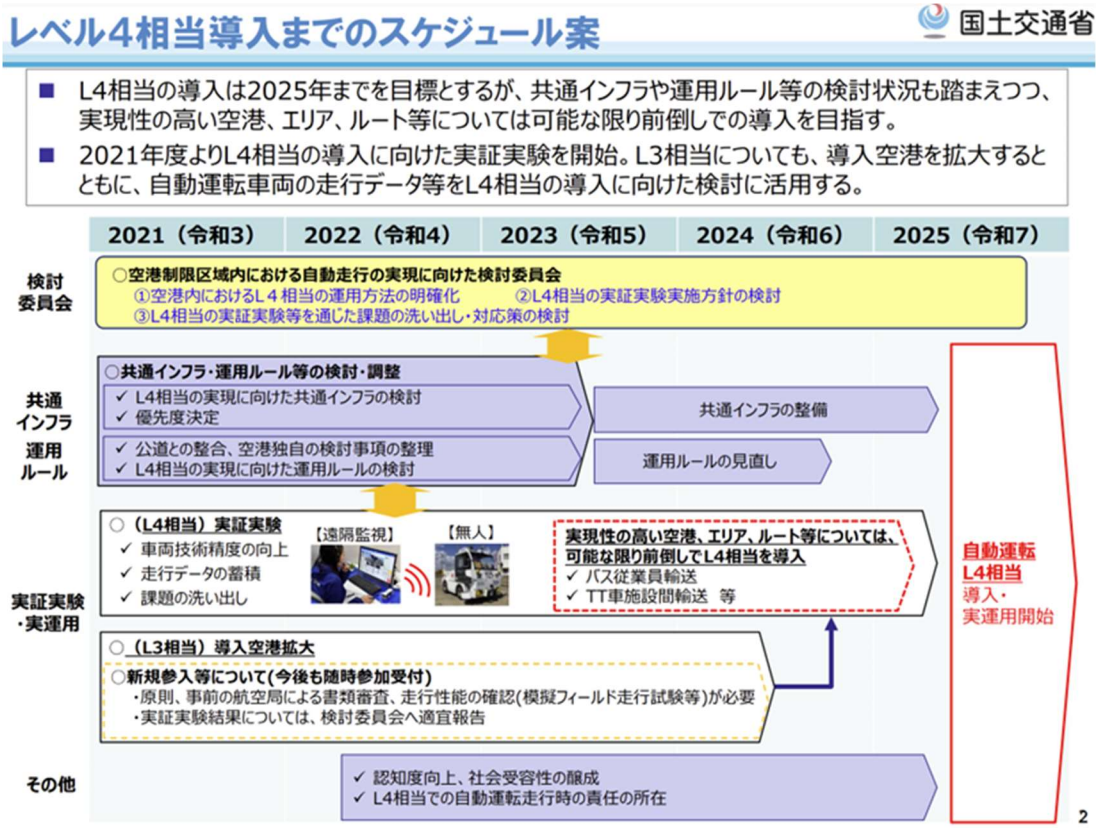


図 4.3.2-2　空港制限区域内におけるレベル 4 相当の導入に向けたスケジュール案
出所：第 8 回「空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会」資料 4
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001396975.pdf

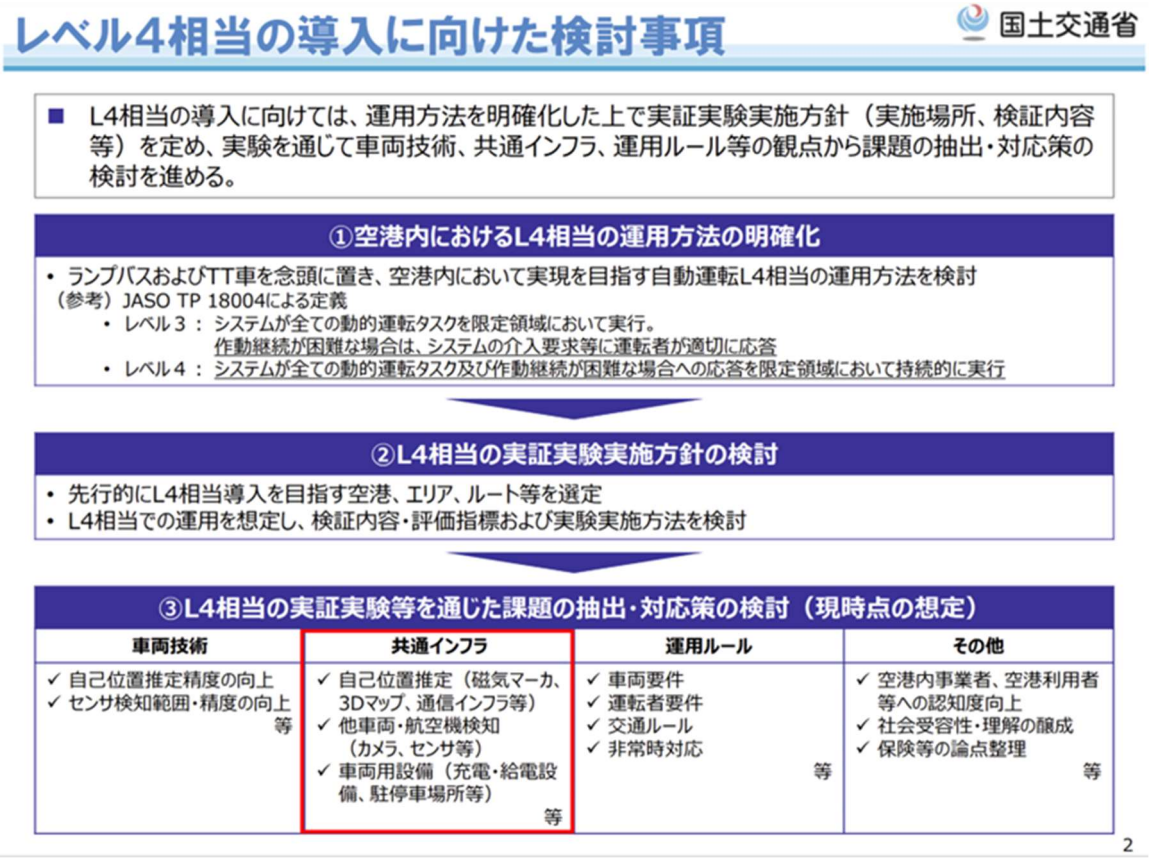


図 4.3.2-3　空港制限区域内におけるレベル 4 相当の導入に向けた検討事項
出所：第 9 回「空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会」資料 4
https://www.mlit.go.jp/common/001425246.pdf

2022 年度の検討委員会においては、共通インフラガイダンス（案）や運用ルール（案）が示され、当該内容に関するアンケート・意見交換を国交通省航空局と複数回実施しました。その中で、自動運転におけるローカル 5G 等の通信の有用性・必要性及びユースケース等についても積極的に意見を具申しました。

共通インフラガイダンス(案)の趣旨及び構成

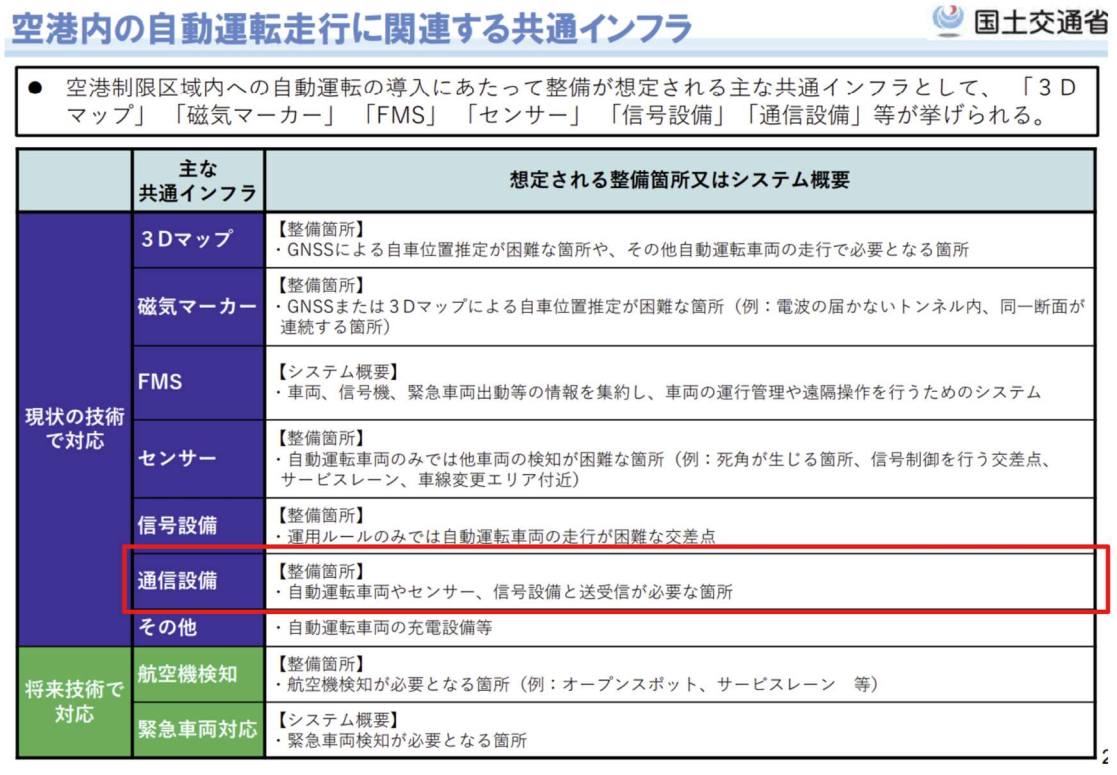
国土交通省

趣旨

- 空港制限区域内への自動運転の導入にあたっては、自動運転車両のみならず、必要に応じてインフラや運用ルールを整備する必要がある。
- 特にインフラについては、予め統一された仕様に基づき整備することで、各事業者が利用しやすいものになることが想定される。
- そこで、本ガイダンスでは、複数事業者の利用を前提として整備するインフラ（共通インフラ）について、整備する際に統一しておくことが望ましい項目を示すものとし、共通インフラの整備主体は本ガイダンスを参考にすることができる。
- なお、本ガイダンスは、最低限統一するべき事項について記載することを想定しており、各事業者による共通インフラの性能向上の取り組みや、その実装を妨げるものではない。

構成

章	細目
第1章 本ガイダンスについて	1.1 本ガイダンスの趣旨 1.2 本ガイダンスの位置づけ 1.3 本ガイダンスの構成
第2章 共通インフラの種類とその要件	2.1 空港内の自動運転走行に関連する共通インフラ 2.2 共通インフラの要件 2.2.1 3Dマップ 2.2.2 磁気マーカー 2.2.3 FMS 2.2.4 センサー 2.2.5 信号設備 2.2.6 通信設備 2.2.7 充電施設



空港内の自動運転走行に関連する共通インフラ

国土交通省

● 空港制限区域内への自動運転の導入にあたって整備が想定される主な共通インフラとして、「３Ｄマップ」「磁気マーカー」「FMS」「センサー」「信号設備」「通信設備」等が挙げられる。

	主な共通インフラ	想定される整備箇所又はシステム概要
現状の技術で対応	３Dマップ	【整備箇所】 ・GNSSによる自車位置推定が困難な箇所や、その他自動運転車両の走行で必要となる箇所
	磁気マーカー	【整備箇所】 ・GNSSまたは３Dマップによる自車位置推定が困難な箇所（例：電波の届かないトンネル内、同一断面が連続する箇所）
	FMS	【システム概要】 ・車両、信号機、緊急車両出動等の情報を集約し、車両の運行管理や遠隔操作を行うためのシステム
	センサー	【整備箇所】 ・自動運転車両のみでは他車両の検知が困難な箇所（例：死角が生じる箇所、信号制御を行う交差点、サービスレーン、車線変更エリア付近）
	信号設備	【整備箇所】 ・運用ルールのみでは自動運転車両の走行が困難な交差点
	通信設備	【整備箇所】 ・自動運転車両やセンサー、信号設備と送受信が必要な箇所
	その他	・自動運転車両の充電設備等
将来技術で対応	航空機検知	【整備箇所】 ・航空機検知が必要となる箇所（例：オープンスポット、サービスレーン　等）
	緊急車両対応	【システム概要】 ・緊急車両検知が必要となる箇所

図 4.3.2-4　共通インフラガイダンス(案)

出所：国土交通省航空局、第 13 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、令和４年 12 月 12 日（月）、https://www.mlit.go.jp/koku/content/001582613.pdf

また、運用ルールやレベル 4 相当での自動運転を導入する上での許認可の流れ等についても整理が進み、これまでの実証実験を踏まえた知見等をもとに意見を具申しました。

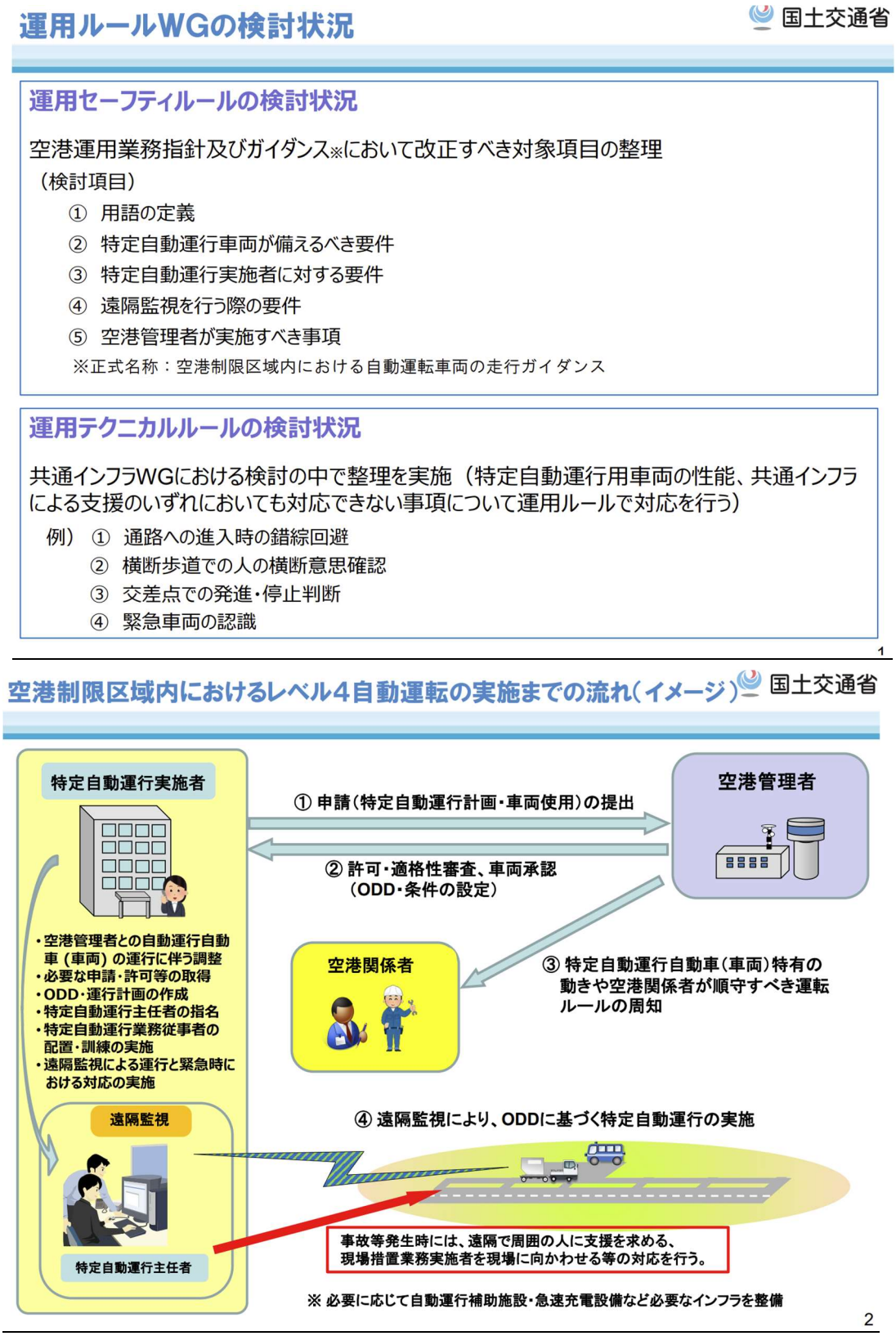


図 4.3.2-5　運用ルール検討 WG

出所：国土交通省航空局、第 13 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、令和 4 年 12 月 12 日（月）、https://www.mlit.go.jp/koku/content/001582614.pdf



図 4.3.2-6　空港制限区域内におけるレベル 4 相当の導入に向けた実証実験実施状況
出所：第 11 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」資料 2-1
https://www.mlit.go.jp/common/001470064.pdf

また、本年度の実証実験についても、2 月 28 日開催の検討委員会で報告しました。次項に報告資料を掲載します。

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

2023年2月28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

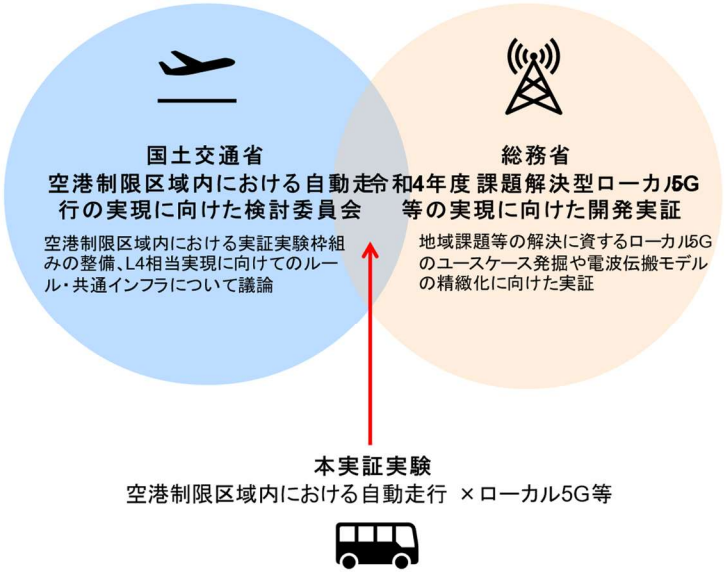
実施計画概要

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、5 G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 （昨年度からの継続）
スケジュール	2022年12月5日－2月17日：制限区域内における実証実験 （本番＝関係者試乗期間：2月6日－2月17日）
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
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4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

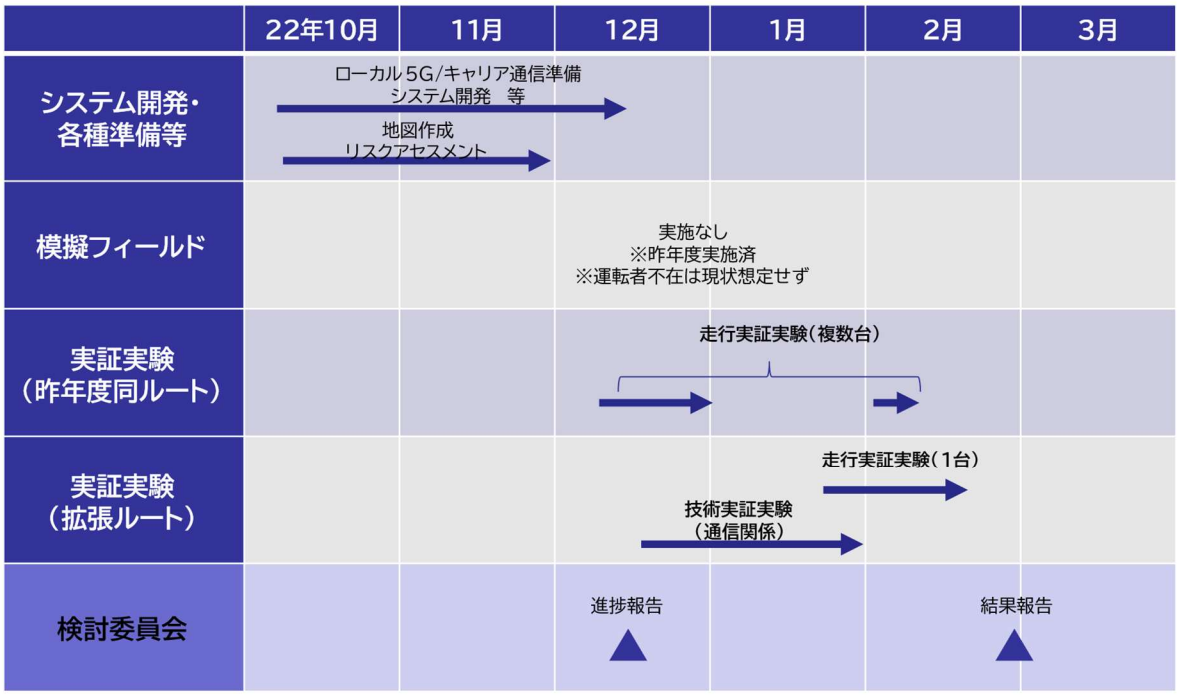
実証全体の建付けについて

- ✓ **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**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・予算を活用 2025年の実装**を目指して、4社のコンソーシアム（T4・NTT 東日本・KDDI・成田国際空港）として **2021度より実証**



2

スケジュール



※本実証実験は、総務省の令和４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））」と連動して実施するものである。

3

車両概要

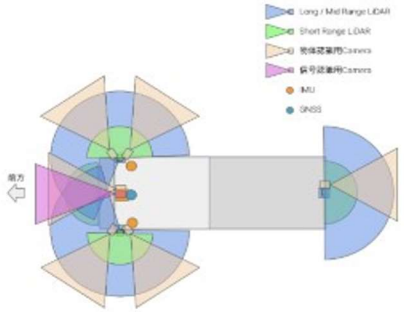
使用車両	タジマモーターコーポレーション社製・GSM8（改造）
乗車定員	原則着席10名まで（オペレーター・ドライバーを除くと最大8名）
全長／全幅／全高（m）	4.84／1.51／2.125
車両重量（kg）	1,350
ハンドル有無	有





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

車両概要

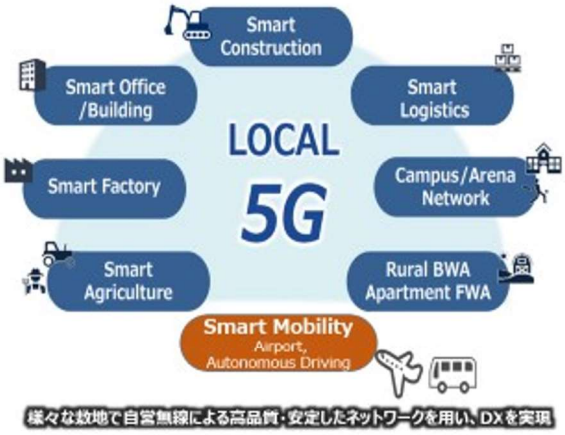






（参考）ローカル5G概要

■ 地域企業や自治体等が、「自社の敷地」・「自らの設備計画」・「自社専用」で運用できる自営5Gシステム
■ 他の利用者影響や干渉がなく、遠隔監視/操作用映像のアップロードなどを「安定的に」利用できる。
→カメラを備えた車や機械が、安定した５Gによる遠隔見守り・支援を受け、現場でより安心・安全に稼働。





6

走行ルート① 2021年度ルート・複数台走行

実施予定日時	2022年12月5日～19日、2023年2月2日-3日
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（全長約.6km）

実施内容
・最大3台走行
　GSM8×2台（各カメラ7台）
　手動運転車両×1台（カメラ6台）
　※通信の安定性検証のため
・ローカル5G/キャリア通信



出典：国土地理院ウェブサイト（https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685108 https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do?specificationId=1685109 ）をもとに東日本電信電話（株）で作成

7

走行ルート②拡張ルート・1台走行

実施予定日時	2023年1月23日～2月1日、6日-17日
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3ターミナル（全長約4.8km）

実施内容
・1台走行
GSM8×1台
・ローカル5G/キャリア通信
・全ターミナルをカバー



8

走行ルート②´ 代替ルート・1台走行

実施予定日時	2023年1月23日～2月17日
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3ターミナル（全長約5km）

実施内容
・1台走行
GSM8×1台
・ローカル5G/キャリア通信
・全ターミナルをカバーした代替ルート



9

実験結果

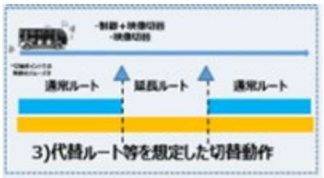
10

主な実験内容（ローカル5G等活用遠隔監視型自動運転）

実証項目	実施内容	詳細
1) ターミナル間連絡バスの遠隔型自動運転	**第１～３ターミナルの空港制限区域内通路約4.8km区間をローカル５Gとキャリア通信でカバーし、遠隔型自動運転**する。	第１～３ターミナルにおいてカーブを含むエリアにおいて線状設計し、4.0km区間をローカル５Gとキャリア通信冗長系、延長シナリオ用に0.8km区間をキャリア通信で遠隔型自動運転車で走行実証する。公道走行実績と空港向け審査通過済車両と技術ベースに、ローカル５G及び冗長系追加機能を実装する。
2) 複数台自動運転車の同時運行	**１つの基地局内に走行する3台の自動運転車両が遠隔監視映像をアップロードする環境**を模擬し、空港制限区域内にて**実走行試験**する。	準同期TDD１を適用し、走行中アップリンク性能を拡張させた状態で試験する。うち本実証期間中に用意可能な2台は自動走行を用い、運行中に交差点やバス停集中させ試験する。
3) 冗長系通信による遠隔型自動運転の実現とルート柔軟性	常用のローカル５Gエリアを超え、代替・延長ルート等でキャリア通信のみエリアを**延長運行する際も、キャリア通信とローカル５Gの境界付近で地図等により予め映像品質調整し切替えることで、遠隔監視の映像等が途切れたりカクツキなく、継続動作**できる。（冗長系高度化）.	昨年度実証のアンケートにて実運用にて代替ルートや交通手段の用意について懸念する声があった。本実証においてローカル５G遠隔型自動運転で通常時サポートするが、工事や天候、イベント等で代替ルートを利用したい場合、ローカル５Gの追加工事等要することなく運用可能なバリエーション可能性も追加機能実装とともに実証する。全通信系統切替と、映像系のみ切替の二種実機実証する。







11

ターミナル間連絡バスの遠隔型自動運転

- 昨年度はT2-T3間のみの走行だったが、今年はT1を含め、走行ルートを拡張
- 陸橋や見通しの悪いカーブがあるなど、前回とは違う環境も存在

2021年度実証実験時のルート



2022年度実証実験時のルート





12

2台走行時のダイヤ走行（代替ルート）

✓2台の自動運転車両を最も難易度の高い「代替ルート」でダイヤ走行
✓概ねダイヤ通りに走行。誤検知による一時停止やルート配信遅れ等により一部ダイヤが乱れることもあったが、L3相当ということもあり、**最大3分以内と大きな乱れには繋がっていない**

2/3 2台ダイヤ走行		T3	T2:80	T1:28	T1:54	T2:70	T3
車両①	ダイヤ（実際）	15:30（15:30）	15:36（15:36）	15:45（15:48）	15:53（15:53）	16:00（16:01）	16:04（16:06）
車両②	ダイヤ（実際）	15:40（15:40）	15:46（15:47）	15:55（15:57）	16:03（16:02）	16:10（16:09）	16:14（16:13）

1分を超える遅延





2台の自動運転バス

13

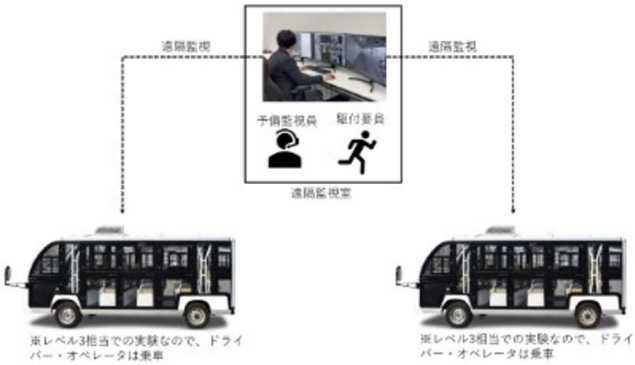
（参考）1台走行時のダイヤ走行（拡張ルート）

2/8		T2:70	T3	T1:80	T1:28	T1:59	T2:70	T3
1周目	ダイヤ	13:35	13:39	13:45	13:54	14:02	14:10	14:14
	（実際）	（13:36）	（13:40）	（13:47）	（13:57）	（14:02）	（14:11）	（14:15）
2周目	ダイヤ	14:35	14:39	14:45	14:54	15:02	15:10	15:14
	（実際）	（14:35）	（14:39）	（14:45）	（14:56）	（15:01）	（15:09）	（15:13）

1分を超える遅延

2台走行時のODD外時等の駆け付け（既存ルート）

（シナリオ）
- ✓遠隔監視室：T2内
- ✓トラブル発生地点：T3（遠隔監視室からの距離400m程度）
- ✓通常時は、1人の遠隔監視視者が自動運転車両2台を監視（今回は常時監視）
- ✓遠隔監視室には、主たる遠隔監視者のほか、予備監視員と駆付要員を配置
- ✓予備監視員・駆付要員は、通常時は別の日常業務を実施
- ✓いずれかの車両がODD外となる等の場合には、遠隔監視視者が当該車両のトラブル等に対応するが、その際、もう一台の監視が疎かになるため、予備監視員が監視を引き継ぎ
- ✓更に、駆付要員が現場に急行し、車両を手動で次のゲートまで運転





2台走行時のODD外時等の駆け付け

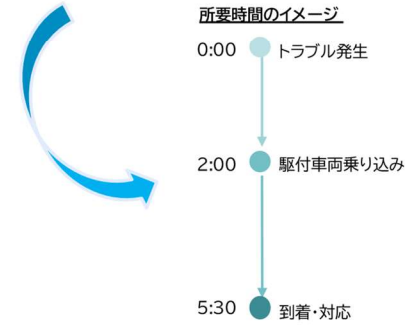
（課題）

➢常時監視を前提とすると、台数が増えるごとに予備監視員を含めた遠隔監視の体制を厚くする必要があるため、**常時監視を不要とする必要**あり。その前提として、何かしらのトラブルが発生した場合には**システムからアラートが確実にあがるように設計する必要**あり。

➢また、T1-T2-T3をカバーして走行する場合、**トラブル発生地点によっては遠隔監視室からの距離が遠く、駆け付けに時間を要する可能性**がある。なお、下の表にあるように1回目は遠隔監視室から出発し、2回目は車両に乗り込んだ状態から出発し、2分の差があった。遠隔監視室から車両場所までの距離が遠ければ遠いほどこの時間も更にかかることになる。

➢駆付要員から車両の状況（負傷者がいるか等）が不明だったため、遠隔監視室との連携が必要。また、現場では一定の言語・運転といったスキルは必要

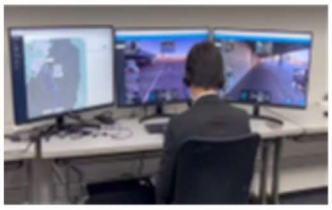
	トラブル発生時刻	到着時刻	所要時間
1回目（遠隔監視室出発）	15:37	15:43	5:30
2回目（車両乗り込んだ状態から出発）	16:09	16:13	3:30



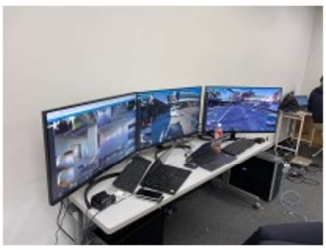


16

遠隔監視／駆けつけの様子



（左から見た場合）



（3台*同時に表示した場合）



2台試験(走行中映像＋FMS画面）での監視/駆けつけ実験様子（ローカル５G通信利用）
※すれ違い走行

（*自動運転バス2台＋手動運転車両1台）

17

乗客のケア

- ドライバーや保安要員がいれば乗客へのきめ細やかな対応が可能であるが、 **ドライバーレスかつ保安要員がいない場合には、こうした乗客のケアをどのように実施するか** は大きな課題。
- 例えば、乗車時に正しい車両に乗っているかの確認や、車内の忘れ物対応など様々なケースが考えられる。
- 忘れ物については、5G等による高品質な車内遠隔監視映像により、スマートフォン程度以上の大きさのものであれば、何が忘れ物かを概ね特定することが可能であることを本実証で検証。これにより、遠隔監視者が降車しようとする乗客に呼びかけることも可能。
- 乗車確認は、ゲートでの有人対応や、外部の認証システムを搭載することなども検討できる。



車内に忘れものをして降車しようとする乗客
（左から、スマートフォン、パソコン、バッグ）

18

走行データ

2/6-2/17のデータ	
総走行距離（うち自動運転）	217km（136km）
誤検知等による急停止回数	6回 ・雨粒等による誤検知、LiDARの地面照射点の除去失敗による誤検知
自己位置推定の精度	すべてのエリアでスコア3.0以上を測定 ※ティアフォーのシステムでは、スコア3.0以上あれば自己位置推定は破綻しない



自己位置推定スコアは安定
（地図:Google maps）



雨の日（2/10）には3回の誤検知による急停止が発生
※雨の日は、程度によるもののODD外とすることを想定

19

通信試験データ

・第3ターミナルから第1ターミナル所定区間（ローカル5Gとキャリア5G）で映像伝送KPIはすべて達成
・途中でローカル5Gとキャリア5Gの切り替えポイントを設け、切り替えロジック適用。
・キャリア通信＆ローカル5Gともに、5G化された区間では遅延時間の目標達成400msec以下）。

2022年度実証ルート（「拡張ルート」）



第3～第1ターミナル間往復 5km

Spot	映像配信設定	映像表示できること	通信切断されないこと	映像遅延[msec]	画質（フロントHD, その他VGA以上）	フレームレート[FPS]	判定
59spot バス停(第１ターミナル南側)	キャリアLTE設定	○	○	-	○	-	判定外
54spot	キャリアLTE設定	○	○	-	○	-	判定外
55spot	キャリアLTE設定	○	○	-	○	-	判定外
56spot	キャリアLTE設定	○	○	-	○	-	判定外
57Aspot	キャリアLTE設定	○	○	-	○	-	判定外
57Bspot	キャリア5G設定	○	○	①221	○	16	○
58Aspot	キャリア5G設定	○	○	217	○	14	○
58Bspot	キャリア5G設定	○	○	213	○	16	○
412spot	ローカル５G設定	○	○	②204	○	18	○
411spot	ローカル5G設定	○	○	215	○	15	○
68spot	ローカル5G設定	○	○	213	○	15	○
67spot	ローカル5G設定	○	○	216	○	16	○
66spot	ローカル5G設定	○	○	206	○	15	○
65spot	ローカル5G設定	○	○	192	○	14	○
64spot	ローカル5G設定	○	○	242	○	15	○
63spot	ローカル5G設定	○	○	264	○	15	○
62spot	ローカル5G設定	○	○	224	○	14	○
61spot	ローカル5G設定	○	○	188	○	16	○
61spot 横交差点	ローカル5G設定	○	○	208	○	2	NG*
70Spot バス停（第２ターミナルバス停）	ローカル5G設定	○	○	209	○	18	○
71spot 横交差点	ローカル5G設定	○	○	207	○	16	○
71spot	ローカル5G設定	○	○	221	○	16	○
72spot	ローカル5G設定	○	○	217	○	16	○
73spot	ローカル5G設定	○	○	261	○	14	○
74spot	ローカル5G設定	○	○	215	○	15	○
75spot	ローカル5G設定	○	○	213	○	16	○
155spot	ローカル5G設定	○	○	213	○	10	○
154spot	ローカル5G設定	○	○	217	○	18	○
153spot	ローカル5G設定	○	○	217	○	18	○
152spot	ローカル5G設定	○	○	213	○	15	○
第３ターミナルバス停	ローカル5G設定	○	○	213	○	15	○

※NG*理由：本事象は直後にすぐに復旧し、かつ再現性し難かった。遠隔型自動運転を行った場合に緊急停止に至る可能性は低いと想定。
車載機またはクラウド側遠隔監視試験システムのコンピュータリソースが一時的に不足した等によるもの 来期以降商用運行までで長期安定性向上を予定。

試乗者アンケート・コメント等

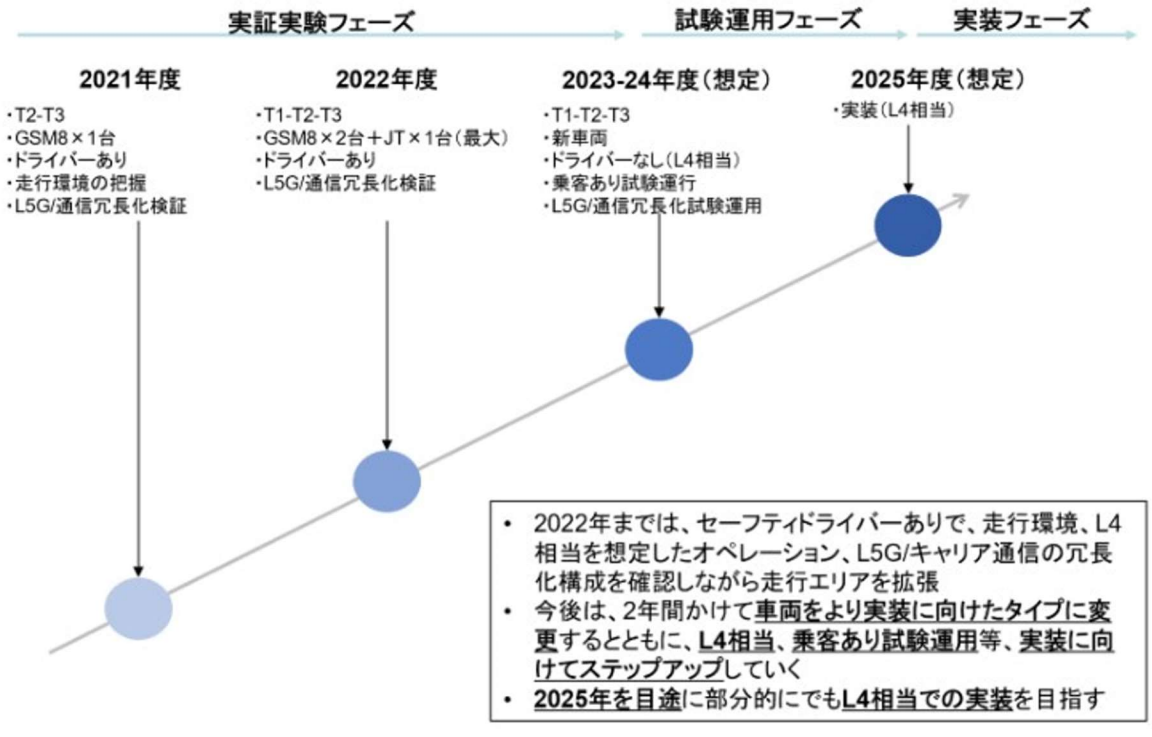
- 今年度は、以下の属性の方々に試乗頂いた。
  - 中央官庁（3省＋2関係機関）
  - エアライン（2社）
  - バス運行事業者（2社）
  - メディア（1社）
  - 成田国際空港株式会社

- 多くのご意見を頂き、その内容は、大要以下のとおり。
  - ◆ 乗り心地はよく、自動で十分走れており、**実装に期待**が持てる。
  - ◆ **オープンスポットでの活用**も将来的には期待したい。
  - ◆ 仮に車両が故障した場合には**すぐに代替車両を用意することが困難**であることから、**常に予備の手動車両とドライバーを準備**しておく必要があるのではないか。
  - ◆ 現状、**運転のみならず人が対応しているところが多い**。ドライバーレスになった場合のオペレーションでは、そこを**何らかの方法でカバーする必要があり、容易ではない**。
  - ◆ **駆付までに時間がかかる場合、車両の外に出てしまう乗客も出てくる**。こうした事態に対して、遠隔からの呼びかけだけで充分かは要検討。いずれにせよ、様々な国籍の旅客がいる空港においては、**遠隔監視者等に一定の語学力も必要になるのではないか**。
  - ◆ 通信は、**ローカル5Gがないとダメなのか**？
    ⇒ローカル5Gがあることによって、自動運転等の特定目的の専用周波数が免許され、通信の冗長化が可能となるなど、安定して高品質な通信を提供することにつながる。
  - ◆ 映像品質がよく、**自動運転での場面管理等にも活用**できるのではないか。
  - ◆ **雨の影響で十分に自動運転を体験できず残念**だった。

導入に至るまでの展開

22

導入に至るまでのロードマップ（イメージ）



23

②「自動走行ビジネス検討会」においては、2025 年に 40 か所以上、2030 年に 100 か所以上の遠隔監視のみでの自動運転サービスの導入を目指し、環境整備に係る議論や「RoAD to the L4」プロジェクトなどの実装に向けたプロジェクトを実施してきました。ここでの議論のスコープは主に公道を念頭に置いていますが、特に「RoAD to the L4 テーマ 2」においては、走行環境・サービスモデルや安全性に係る議論を含め、空港制限区域内においても示唆が得られるものと考えられます。「自動走行ビジネス検討会」及び「RoAD to the L4 テーマ 2」にはティアフォーが参画しており、そこでの議論についても、可能な限り本検討に反映いたします。なお、デジタル田園都市国家構想総合戦略（2022 年 12 月 23 日閣議決定）において、政府目標は、2025 年に 50 か所以上、2027 年に 100 か所以上の遠隔監視のみでの自動運転サービスの実現と上方修正されました。

（2023 年 2 月末時点では、2022 年度の会議関係で公表されている資料はありませんが、議論は続いております。特に RoAD to the L4 テーマ 2 においては、乗客の安全確保（車内安全）などを含めて議論しており、空港制限区域内においても参考にできる部分はあると考えています。）

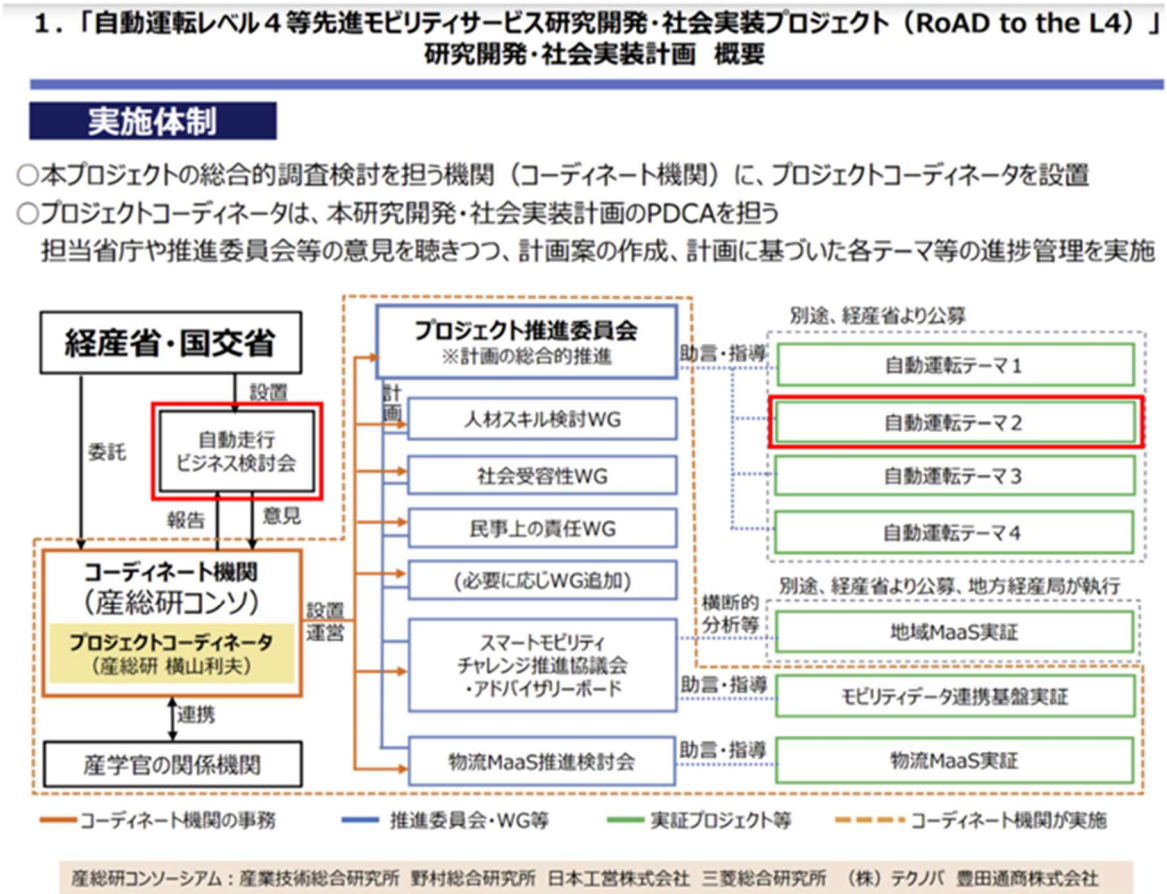


図 4.3.2-7　「自動走行ビジネス検討会」及び「RoAD to the L4」の全体像
（出所）経済産業省「RoAD to the L4」シンポジウム資料より
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/Automated-driving/5_yokoyama.pdf

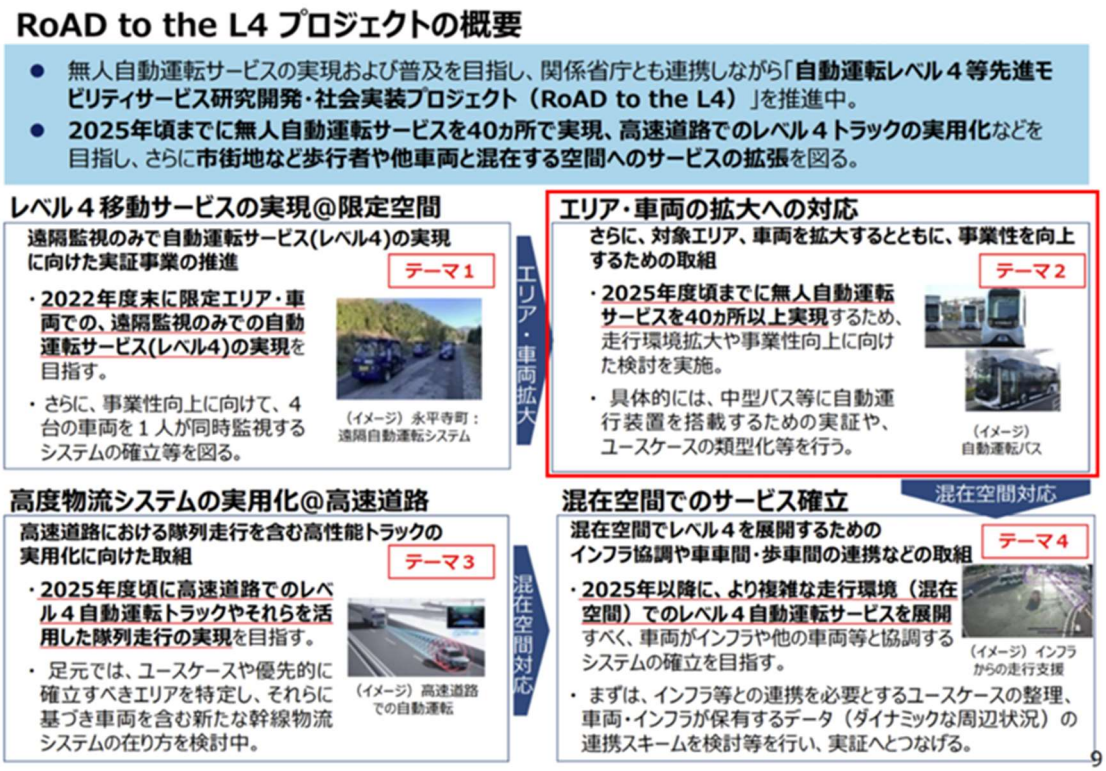


図 4.3.2-8　「RoAD to the L4」テーマ 1～4 の概観
出典：経済産業省・国土交通省「自動走行ビジネス検討会報告書 Ver. 6.0」より
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/jido_soko/pdf/20220428_1.pdf

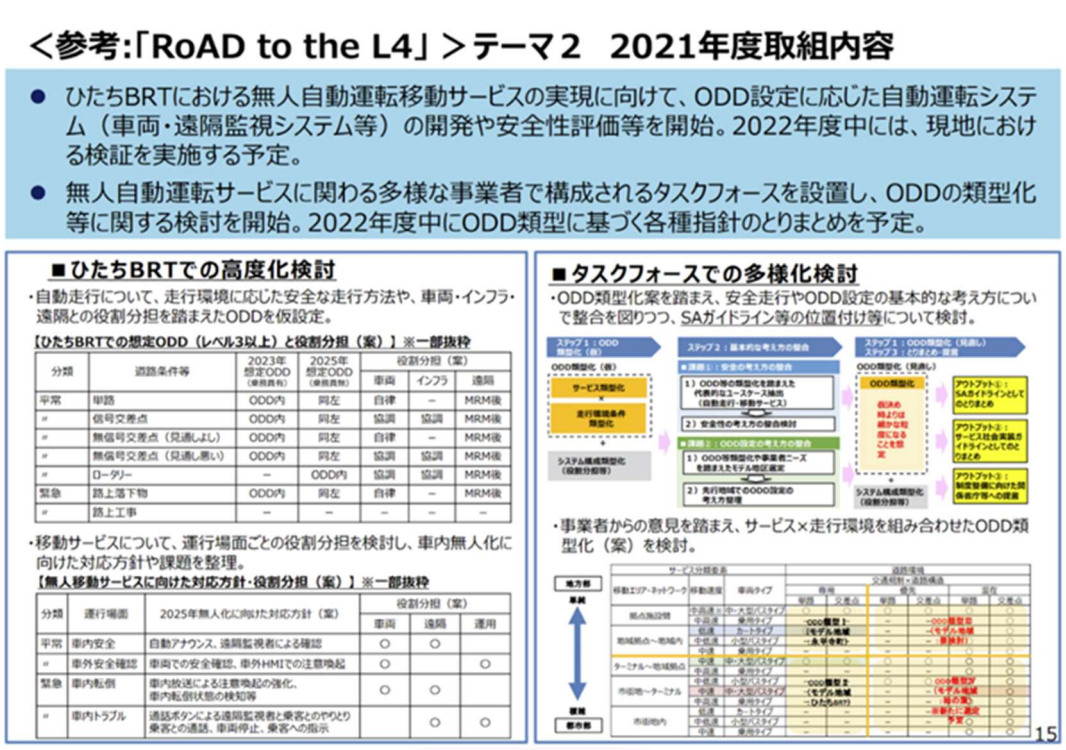


図 4.3.2-9 「RoAD to the L4」テーマ 2 の 2021 年度における取組
出典：経済産業省・国土交通省「自動走行ビジネス検討会報告書 Ver. 6.0」より
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/jido_soko/pdf/20220428_1.pdf

b. 他空港への展開に係る要整理項目の検討

4.1.3（2）記載の通り、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における実装の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ます。

もっとも、空港によって運用ルールが完全に同じというわけでもなく、細かい部分では、空港自体の規模や乗降客数・航空便数の多寡等によっても運用ルールが異なることが想定されます。

そのため、他空港等に展開する場合における以下のような項目について検証しました。

項目 1・成田国際空港で検討中の「旅客向けターミナル間連絡バス」に係るビジネスモデルの他空港への展開可能性や留意事項等

項目 2・空港によっては「ターミナル-オープンスポット間」や「空港スタッフ向けバス」などといったマイナーチェンジのユースケースも考えられるため、その場合のビジネスモデルの異同

項目 1，2 については、国土交通省航空局「第 13 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」における第 12 回及び第 13 回検討会の議論内容をもとに、成田国際空港以外で提起されたバス課題を抽出しました。

項目 3・自動運転に係る安全性や実装に係る留意事項等

項目 3 については、国土交通省航空局「第 13 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」における第 12 回及び第 13 回検討会の議論内容をもとに、成田国際空港以外で提起されたバス以外の課題を抽出しました。

c. 実装を見据えた際の、自動運転車両の導入必要台数検討

・実際の運用に近しい自動運転車両等を複数台走行させて、そこでローカル 5G やキャリア通信で発生する通信量等各種パラメータを測定。

・複数台車両走行時の、自動運転車両及び遠隔監視システムの遠隔監視映像や制御系の挙動について、定量面に加えて、実際にモニタリングすることによる実装時の遠隔監視・操作を見据えた際に影響がないかを検討。

・実際に複数台の自動運転車両等の遠隔監視を現ターミナル間連絡バスの運用事業者等によるヒアリング等により運用時の想定しうる課題の検討。

※実装時の効率的な運行を目指し、今後、より輸送力の高い車両の導入についても検討していく予定です。なお、その際のカメラの総数や通信量の総量は今回一部実施する 3 台運用時と比べ

て大幅に増加することは想定していないため、今般の実証で通信負荷については十分な検討ができるものと想定します。

d. 保守や ODD 外における運用

・本ローカル 5G 活用モデルを構成する自動運転車両やその遠隔監視システム、ローカル 5G やキャリア通信の保守シミュレーションの実施による課題の抽出。
・自動運転車両の ODD の特定とその条件下における想定運用稼働数や手動車両等の費用の検討。

e. 上記の検討を踏まえた費用シミュレーションの実施とその合理性の検証

・上記の検討を行った結果、想定される費用シミュレーションを実施し、現在の運用において発生しているキャッシュアウトと比較し、経済性やそれ以外の要素を加味して実装に関する十分な合理性があるかの検討。
・また、合わせてローカル 5G や自動運転に関する技術面での向上や価格の低廉化の状況や将来見込みを踏まえたシミュレーションを実施。

加えて、他空港展開に係る検証時に新たなコスト要因が明らかとなった場合においては、当該要因も考慮。

3） 検証結果及び考察

a. 成田国際空港における運用スキーム

・主な機能：
・地図の読み込み
・自己位置推定機能の動作確認
・自動走行の開始（自動走行車両が想定コースの経路を走行できることの確認）
・遠隔画面に映像が出力
・発進指示
・操作 UI 画面(FMS 画面)：

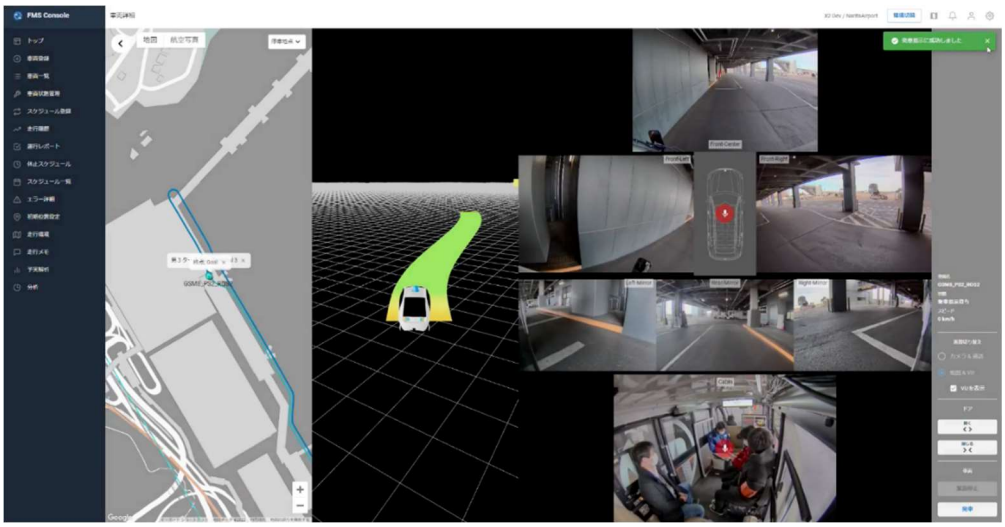


図 4.3.2-10　遠隔監視画面

表 4.3.2-2　保守体制に関する評価

	項目	評価【○・△・×】、及び課題
1	保守対応時間	【評価：○】24 時間 365 日の一元受付窓口 ※ローカル 5G システムに対する評価。自動運転システムについて今後要件定義。
2	保守駆け付け時間	【評価：△】空港制限区域への立入を伴うためシームレスに入場可能な体制を検討要。現状は都度申請による臨時パスでの入場となるが、他のグランドハンドリング業務従事者と同等の ID カードの付与をすることで都度申請不要で入場可能となる。 ※ローカル 5G システムに対する評価
3	保守点検	【評価：○】屋外設置設備の落下等が発生しないよう保守業務として目視点検実施することとした。 ※ローカル 5G システムに対する評価
4	運用監視（稼動監視、障害連絡、監視機能の定期更新等）	【評価：○】遠隔での常時監視が実施されており、連絡体制を策定したため異常時に迅速な連絡が可能となっている。 ※ローカル 5G システムに対する評価。自動運転システムについて今後要件定義。
5	ソフトウェア等バージョンアップ	【評価：○】クラウドを活用し空港側の作業が不要な仕組みとなっている。
6	障害時調査、復旧対応	（項番 2 と同）
7	ログ取得	【評価：○】常時ログの取得がなされる仕組みとなっている。
8	技術支援	【評価：○】専門領域における技術支援がなされる仕組みとなっている。
9	緊急時対応	【評価：○】連絡体制を策定したため迅速な連絡が可能となっている。
10	セキュリティポリシーの確立 等	【評価：○】サービスベンダーとしてのセキュリティポリシーが策定されている。

・運用委託想定会社等へのヒアリング調査結果

【自動運転車両について】

・自動運転と聞いて不安だったが、手動運転と変わらないほどスムーズに感じた。

【遠隔監視について】

・ローカル 5G の映像が鮮明で遠隔監視に十分耐えうると感じた。

・自社のバス運行管制室も是非見学に来てほしい。

・航空局「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」報告資料及びそこでの質疑や委員からのコメント

上記の検証結果を踏まえ、以下の点について考察を行い、現行のビジネスモデルの精緻化を行います。

表 4.3.2-3　現行のビジネスモデルの精緻化に向けた課題・解決策

検証項目	本実証を通じて抽出した現行のビジネスモデルにおける課題	課題の解決策案及びその取り組み方針
ソリューションの機能要件・非機能要件	ローカル 5G システム、自動運転システムについてはサービスとしての要件定義がなされている状況。一方、自動運転車両については乗客向け装備を中心に要件定義が必要。	国土交通省「バリアフリー整備ガイドライン車両等編」、及び「自動運転車の安全技術ガイドライン」に準じた装備を検討する。
最適なネットワーク・システム構成	シンプルな構成のため、大きな課題は生じなかった。	特になし
設備・機器やデータ等の所有や継続的な運用・管理の方法	サービス化されたシステムを利用することで、空港として手離れよく運用できることを確認した。	保守等による制限区域への立入についてシームレスに実施できる体制を検討する。
運用体制・事業スキーム※1	システム、車両、遠隔監視、トラブル時の駆け付け、乗客対応についての役割分担・費用分担の検討が必要	バス運行委託予定会社を組み込んだ実証体制を構築し検討の具体化を進める。
免許の再申請※2	ローカル 5G システム活用のユースケースが増えることで、移動局申請に影響が伴う。	ローカル 5G 活用のユースケースは各部局にニーズがあることが想定されるが、システムを一元的に管理し免許申請対応を含め主管する体制を定めることを検討する。
運用時の業務フロー	システム、車両、遠隔監視、トラブル時の駆け付け、乗客対応についての役割分担・業務フローレベルでの工程作成が必要	バス運行委託予定会社を組み込んだ実証体制を構築し検討の具体化を進める。

※1…免許人・ネットワーク・システム構築・運用やサービス提供など関係者間の役割分担・費用分担も含めた関係者間の契約の在り方等

※2…実験試験局から商用局ビジネスモデル

b. 他空港への展開に係る要整理項目の検討

4.1.3（2）記載の通り、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における実装の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ます。

もっとも、空港によって運用ルールが完全に同じというわけでもなく、細かい部分では、空港自体の規模や乗降客数・航空便数の多寡等によっても運用ルールが異なることが想定されます。

他空港等に展開する場合における以下のような項目について、検証しました。

・成田国際空港で検討中の「旅客向けターミナル間連絡バス」に係るビジネスモデルの他空港への展開可能性や留意事項等

国土交通省航空局「第 13 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」により資料を代表し、以下差異があることを確認しました。

これまでの実証実験で確認された課題　国土交通省

○ これまでの実証実験の結果、レベル4自動走行の実現に向け、「緊急対応」「航空機検知」「通路」「交差点」等に課題があることを確認した。

	課題	対応方針（案）	車両技術	共通インフラ	運用ルール	空港独自の課題	公道同様の課題
			○：対応の可能性があるカテゴリー				
緊急対応	ハードウェア故障時の緊急対応	・システムの監視機能の強化等 ・緊急時の遠隔操作対応 ・現場対応の体制整備	○	－	○		○
	緊急車両の認識	・緊急車両出動時の一斉制御 ・遠隔操作による補助	○	○	－		○
航空機検知	航空機の走行やブラストへの対応	・管制塔からの情報共有による運転制御 ・遠隔操作による補助 ・建屋等へのカメラ設置	○	○	－	○	
通路	通路への進入時の錯綜回避	・通路への進入ルールの設定	－	－	○	○	
	横断歩道での人の横断意思確認	・横断歩道での人の滞留を防ぐルールの設定	－	－	○		○
	電波による自車位置推定が困難な箇所（トンネル、橋下部等）への対応	・自車位置推定を補助する磁気マーカー等の設置	○	○	－		○
	自動運転車両の低速走行による渋滞の発生	・自動運転車両の速度向上 ・車両を追い越す場所の追加設置	○	－	○		○
	駐停車車両の回避	・路上センサーによる路車間連携システムの構築 ・遠隔操作による補助 ・駐車ルール、駐車車両の回避ルールの設定	○	○	○	○	
	車線減少部での合流判断	・路上センサーによる路車間連携システムの構築 ・車線減少部の通行ルールの設定	○	○	○	○	
交差点	**交差点での発進・停止判断**	**・交差点での交通整理と運用ルールの設定**	○	○	○	○	
その他	雨滴による誤判定	・センサーの機能向上	○	－	－		○

2

図 4.3.2-11　これまで実証実験で確認された課題

出典：国土交通省航空局、第 12 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、令和 4 年 9 月 22 日（木）、https://www.mlit.go.jp/koku/content/001517819.pdf

うち他空港においては横断歩道課題、自動運転車両の低速走行よる渋滞発生、車線減少部での合流判断、交差点での発進停止判断について、本実証では大きな課題でなかったので、他空港展開においては課題になるものと想定します。

・空港によっては「ターミナル-オープンスポット間」や「空港スタッフ向けバス」などといったマイナーチェンジのユースケースも考えられるため、その場合のビジネスモデルの異同

・国土交通省航空局「第 13 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」における第 12 回及び第 13 回検討会の議論内容をもとに、成田国際空港以外で提起されたバスの課題を抽出しました。

第 12 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において、資料 2－5 で空港運用業務指針の空港内車両運転規則においても説明があり、ターミナルーオープンスポット間のバス運用においては空港スタッフ・旅客問わず、一旦停止（滑走路の延長線上にある場周道路等の一旦停止戦が施してある箇所では航空機が航行していないことを確認すること)、制限速度（航空機に向かって走行する場合、5m以内に接近したときは 10km/h 以下)、車両操作（航空機の株で車両操作を行わないこと)、航空機優先（地上移動中の航空機の進路を妨げないこと)、後方等通過（航空機のジェットブラスト等には十分注意し、原則として地上走行中の航空機の後方 100ｍを走行しないこと)、旅客の安全確保（旅客の輸送に従事する車両はすべての航空の横又は後方でかつ適切な距離を保って乗降すること、通行中の旅客の導線を横切らないこと）等が指摘されており、課題整理が必要であることがわかりました。

・自動運転に係る安全性や実装に係る留意事項等
・国土交通省航空局「第 13 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」における第 12 回及び第 13 回検討会の議論内容をもとに、成田国際空港以外で提起されたバス以外の課題を抽出しました。

第 13 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において、特に交差点の制御について課題にあがりました。成田国際空港内において本実証で特に交差点制御が必要とされる場面に出くわさなかったが、今後の GSE 車両増加などの状況に応じ、留意していくべきことがわかった。また東京国際空港（羽田空港）においては、4 種交差点において必要性が議論されており、他空港展開における対応課題になりうることがわかった。

交通制御が必要な交差点

国土交通省

○**空港内には様々な種類の交差点が存在**するが、自動運転車両の導入にあたって、必ずしも全ての交差点に対して交通制御を行う必要があるわけではないと想定されることから、信号制御以外の手法（停止線の設定変更、死角箇所の車両検出等）による対応を検討した上で、**優先的に交通制御を行うべき交差点の要件について検討**を行う必要がある。

【交通制御が必要と想定される交差点】
- 自動運転車両だけでは、安全・確実に走行することが困難な交差点
- 自動運転車両が通行する際に多大な時間を要する交差点

【空港内の交差点の分類と具体例】

分類		具体例
①場所		・周辺構造物により死角がある交差点 ・航空機が走行するエプロン内の交差点 ・サービスレーンに接続する交差点 ・人の横断が多い交差点 ・その他の交差点
②規模	交差点の交通量	・交通量が多い ・交通量が少ない
	交差する車線数	・車線数が同じ（2車線×2車線、4車線×4車線など） ・車線数が異なる（2車線×1車線、3車線×2車線など）
③形状		・T字　・Y字　・十字 ・その他（複雑な形状）
④通行方法	付加車線の有無	・付加車線なし ・付加車線あり（右折車線、左折車線）
	停止線の有無	・両方向とも停止線なし ・片方向のみ停止線あり ・両方向とも停止線あり

2

c. 実装を見据えた際の、自動運転車両の導入必要台数検討

・自動運転車両等複数台走行時のローカル 5G やキャリア通信で発生する通信量等の測定結果

4.3.1 章（1） 3）e に基づいて、7 カメラを HD 画質で送信した場合、エリア内において 3 台車両から約 50Mbps のトラフィックのデータが発生しました。

・複数台車両走行時の、自動運転車両用遠隔監視システムのモニタリング結果

複数台走行時でも視認上、遅延やカクつきなどを観測することなく、通常運行時の監視および異常時の駆け付け時の監視誘導支援のための映像監視と音声による通話が行えました。

・現ターミナル間連絡バスの運用事業者等によるヒアリング等の結果

【STEP1（導入初期）】

既存の有人バスのダイヤ運行を基本に、それを補完する位置づけとして自動運転車両を複数台導入することを検討。商用運行を蓄積し自動運転車両、及びシステムの信頼性を高めるとともに、乗客の乗降対応等運用オペレーションの確立を図ります。

【STEP2】

STEP1 段階で蓄積した信頼性やオペレーションをもとに、既存の有人バスのダイヤ運行に自動運転車両を導入。STEP1 に加え、自動運転車両をダイヤ運行に組み込むことで運行頻度を高め、更なる信頼性の蓄積、サービス品質向上を図ります。

【STEP3】

ダイヤ運行におけるバス全台を自動運転化するため 2 台導入します。以降、旅客増に伴う連絡バス増便や有人車両リプレースの機会に応じて段階的に予備車も自動運転車両化します。

以上をもとに、以下の取りうる運行パターンの一例を提示

・供給体制

【運行ルート】第 1～2～3 ターミナル間をつなぐルート

【導入車両】手動運転バス 0～複数台　＋　自動運転バス 0～複数台

【緊急時体制】車両トラブル等の場合は、後続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。

一例として、手動運転バスに対し、自動運転バスを増車した運行形態を示します。手動運転と自動運転を織り交ぜたイメージを表しています。

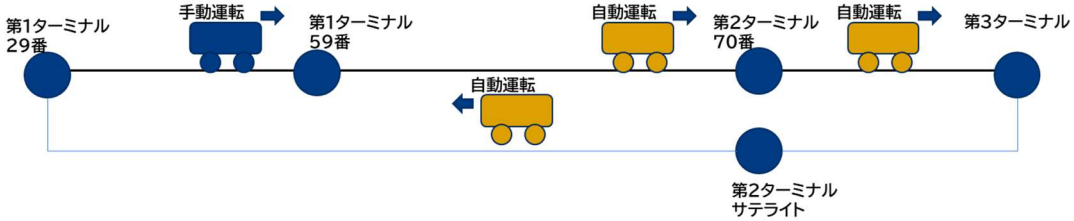


図 4.3.2-12　運行形態のイメージ

d. 保守やODD外における運用

【保守運用】

ローカル 5G システム、及び自動運転システムの保守運用に伴い、空港としてそれらに係る人員増が不要であることを優先する方向性で考えるため、機器保有が不要でソフトウェアのアップデートの手離れがよい等の観点から、サービス利用型として導入することを検討します。

【ODD外での運用】

ODD外の状況は、予見可能なものと予見不可（突発的）なものの2つに大別できる。

・予見可能：天候、空港施設のメンテナンス（工事等）

・予見不可：天災、天候の急変（ゲリラ豪雨等）、車両・システムの故障、緊急車両との遭遇等

ODD外の状況が予見される場合は、当日運行開始前までに自動運転可否を判断しました。

また、ODD外の状況においては、手動運転により旅客搬送を維持することが必須であるため、バス運行会社には一定数のドライバを確保することを前提に体制を検討しました。

e. 上記の検討を踏まえた費用シミュレーションの実施とその合理性の検証

（費用シミュレーションの結果は、「4.3.4(2) 実装計画要約シート」を参照）

（3） ローカル5G活用モデルの構築

1） ローカル5G活用モデルの全体像

・運用に係る体制・事業スキーム

運用に係る体制・事業スキームとしては、自動運転については、自動運転車両の提供・メンテナンス等（株式会社ティアフォー）と運行（バス運行事業者）の切り分け（役割分担）を行い、得意分野を活かしたオペレーションを行います。

また、ローカル 5G システムについてもローカル 5G システム提供事業者及び保守事業者（東日本電信電話株式会社等）と成田国際空港における各種システム・設備保守を行っている事業者、成田国際空港株式会社等との切り分けを行うなどにより、保守性・経済性の向上を目指します。加えて、ローカル 5G システムについては本用途に留まらず、他用途においても活用する事業スキームを検討することで、空港内におけるローカル5Gシステムの利活用促進及び経済性を高めることとします。

・導入効果

本ソリューションを活用することで、人材不足が懸念されているバス業界及びグランドハンドリング業界の人手不足解消に寄与します。

・横展開の在り方

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

模空港における実装の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られるため、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考えています。

更に空港以外の大規模施設（公園、テーマパーク等）への横展開も考えられるものの、これ等は走行環境や個別性が強く、個別の施設ごとに慎重な検討を要すると考えられるため、本実証では成田国際空港への実装及びこれをモデルとした他空港の制限区域内への展開を検討します。

a. ターゲット

想定するターゲット

・ターゲット

地域：成田国際空港

ユーザ：成田国際空港株式会社

b. 対象となるシステム

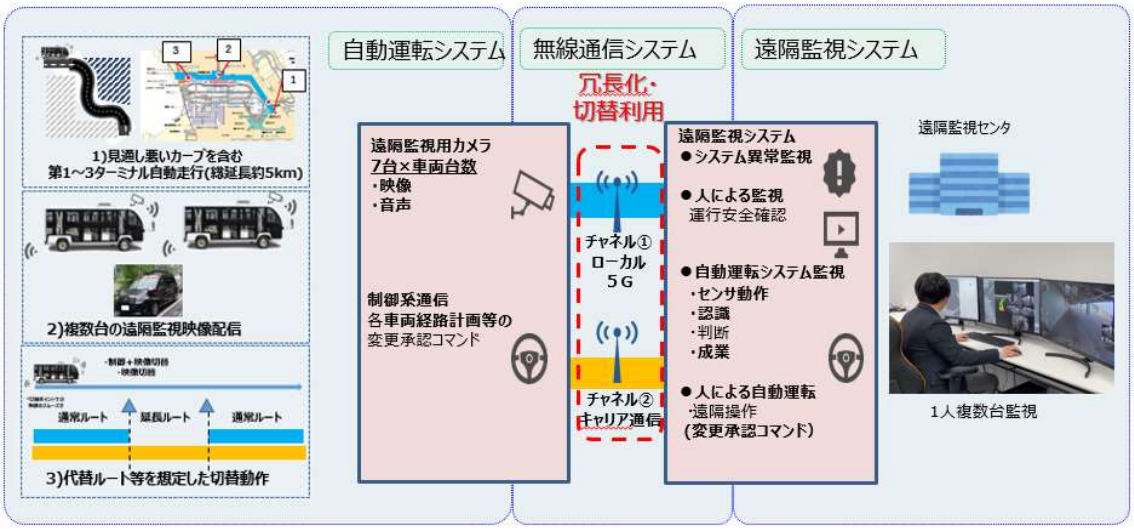


図 4.3.2-13　実証の概要

本ソリューションは、主に空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスにおいて、自動運転車両及び、自動運転システムにおける遠隔監視システム、ローカル 5G システム、キャリア通信システムをパッケージ化し、旅客を始めとするターミナル間連絡バスの利用者に対して提供するものとなります。

なお、利用方法については、現状の制限区域内ターミナル間連絡バスの運用を踏襲したダイヤ走行を想定しておりますが、本実証における各種検証結果を踏まえ、本ソリューションに適した利用方法について検討します。

c. ビジネスモデル

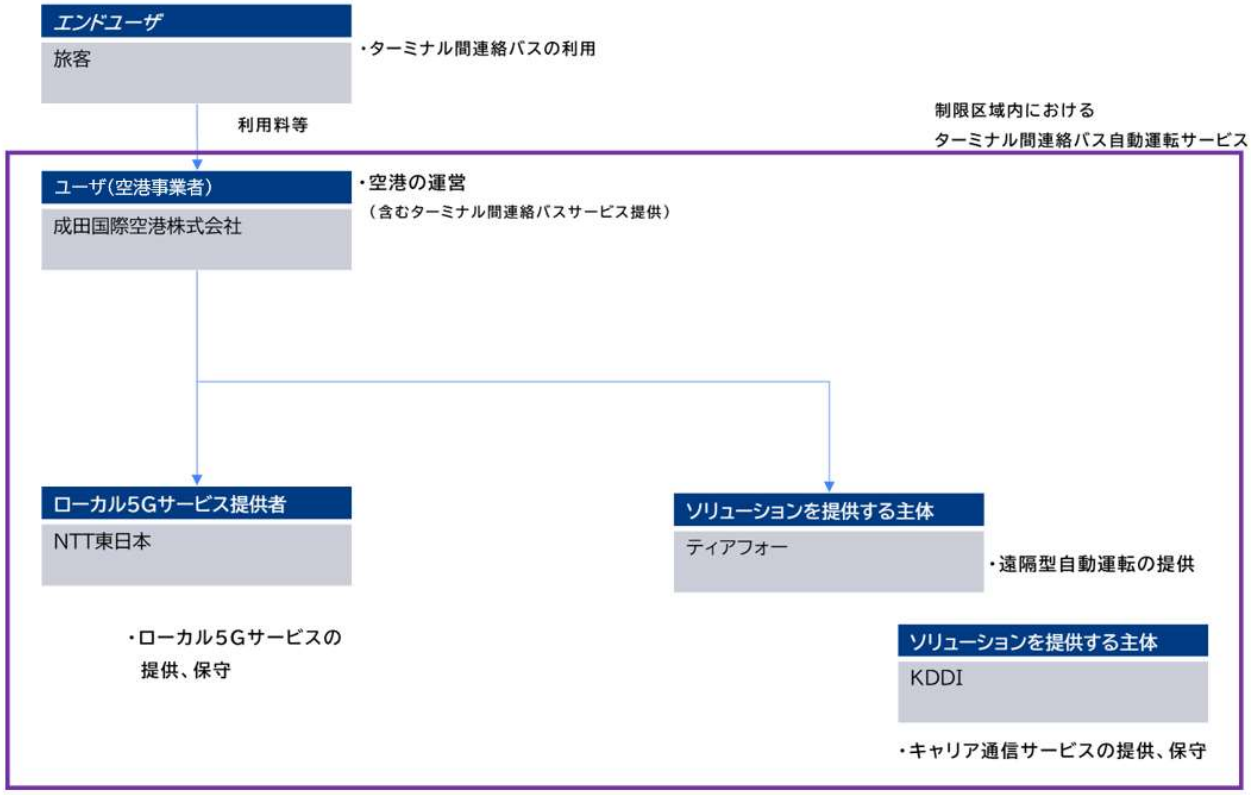


図 4.3.2-14　ビジネスモデル

2)　体制・役割分担

表 4.3.2-4　役割分担案（現時点の実装時の想定）

役割	名称
免許人・空港の運営（ターミナル間連絡バス含む）	成田国際空港株式会社
ローカル 5G 設備	本実証レンタル会社継続及び一部機材(5GC)については東日本電信電話株式会社クラウドサービス「ギガらく 5G」の活用を想定
ローカル 5G 運用保守	東日本電信電話株式会社
遠隔監視自動運転	株式会社ティアフォー
キャリア通信	KDDI 株式会社

3)　導入効果

現ターミナル間連絡バスの運用事業者等によるヒアリング等の結果、段階的に以下のような運行頻度の向上、信頼性の蓄積、サービス品質の向上を想定します。

【STEP1（導入初期）】

既存の有人バスのダイヤ運行を基本に、それを補完する位置づけとして自動運転車両を複数台導入することを検討。商用運行を蓄積し自動運転車両、及びシステムの信頼性を高めるとともに、乗客の乗降対応等運用オペレーションの確立を図ります。

【STEP2】

STEP1 段階で蓄積した信頼性やオペレーションをもとに、既存の有人バスのダイヤ運行に自動運転車両を導入。STEP1 に加え、自動運転車両をダイヤ運行に組み込むことで運行頻度を高め、更なる信頼性の蓄積、サービス品質向上を図ります。

【STEP3】

ダイヤ運行におけるバス全台の自動運転化を目指します。

以降、旅客増に伴う連絡バス増便や有人車両リプレースの機会に応じて段階的に予備車も自動運転車両化します。

以下の取りうる運行パターンの一例を提示します。

【運行ルート】第 1～2～3 ターミナル間をつなぐルート

【導入車両】手動運転バス 0～複数台　＋　自動運転バス 0～複数台

【緊急時体制】車両トラブル等の場合は、後続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。

一例として、手動運転バスに対し、自動運転バスを増車した運行形態を示します。手動運転と自動運転を織り交ぜたイメージを表しています。

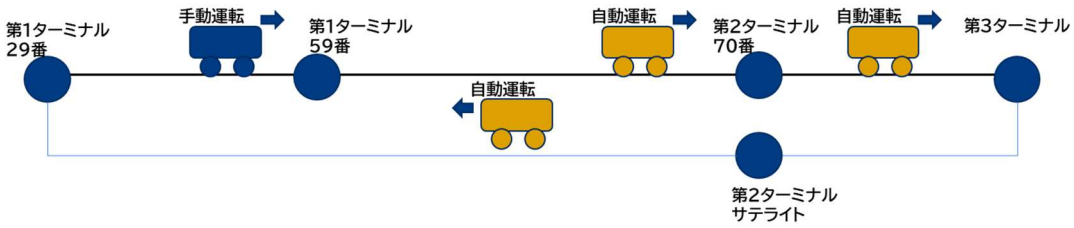


図 4.3.2-15　運行形態のイメージ

（4） 実装性を高める手法の検討及び実行

1） 検証項目

成田国際空港においては、空港制限区域内の自動運転車両の走行に向けた共通インフラとしてローカル 5G 等の位置づけの整理を行います。

また、空港一般への導入可能性を高めるため、自動運転関連の政府主催の会議体への参画を通じて、他空港における取組や、自動運転一般の走行環境、安全性、ルールの議論を加味した議論から、車両側と遠隔・通信側との役割分担等の明確化を図り、ローカル 5G を活用した自動運転の

導入・展開に向けた整理を行いました。

2） 検証方法

成田国際空港においては、国土交通省航空局「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」を始めとする委員会等での発表を通じ、専門家や参画しているエアライン、グランドハンドリング業者、他空港管理会社、自動運転メーカー等からのフィードバックに基づき、幅広い視点に基づく空港制限区域内の自動運転車両の走行に向けた共通インフラとしての位置づけを検証しました。

成田国際空港のみならず他空港においても実装性を高める上では、本実証の結果等のみならず、より広い視点での議論が必要となります。もっとも、本実証のコンソーシアム内においての議論のみでは、検討のスコープが必ずしも十分とはならない可能性があるため、関係省庁における自動運転バスのビジネスモデルの検討状況についても、会議体における議論に参画すること等により、業界の最新の動向を踏まえて実装性を高めていきます。

具体的には、国土交通省航空局「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」や経済産業省・国土交通省「自動走行ビジネス検討会」等への参画を通じて、本実証における示唆をフィードバックや、会議体における議論の本実証への反映等に向けたインプットを行いました。

①「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」においては、空港制限区域内において 2025 年にレベル 4 相当の自動運転の導入を目指し、実証実験や導入に係るルールの策定の議論、共通インフラ（通信インフラを含む。）の検討や、各種実証実験に係る報告・議論が行われています。この検討委員会には、親委員会も WG も含め、ティアフォー及び成田国際空港が参画しており、親委員会には他のコンソーシアムメンバーもオブザーバー参加をしています。ここでの議論や、他のコンソーシアムの報告内容等を踏まえてより広い視点（空港全体）からの議論が反映できるとともに、本実証の結果報告を通じて、ローカル 5G を活用した自動運転の実装を他空港でも推進することに貢献していきます（2021 年度時点では、ローカル 5G を活用した自動運転実証実験を実施したのは本コンソーシアムのみ）。

②「自動走行ビジネス検討会」においては、2025 年に 50 か所以上、2027 年に 100 か所以上の遠隔監視のみでの自動運転サービスの導入を目指し、環境整備に係る議論や「RoAD to the L4」プロジェクトなどの実装に向けたプロジェクトを実施しています。ここでの議論のスコープは主に公道を念頭に置いていますが、特に「RoAD to the L4 テーマ 2」においては、車両・インフラ（通信を含む）・遠隔の役割分担、走行環境・サービスモデルや安全性に係る議論を含め、空港制限区域内においても示唆が得られるものと考えられます（なお、2021 年度においては、議論の前提整理がメイントピックだったため、具体的な議論は 2022 年度に行われるものと想定）。「自動走行ビジネス検討会」及び「RoAD to the L4 テーマ 2」にはティアフォーが参画しており、そこでの空港以外も含めたより広い見地に立ったサービスモデルや安全性の議論を踏まえ、より実装可能性の高いローカル 5G 活用型自動運転のモデルへの反映に向け、会議体へのインプットを行いました。

3） 検証結果及び考察

成田国際空港のみならず他空港においても実装性を高める上では、本実証の結果等のみならず、より広い視点での議論が必要となります。もっとも、本実証のコンソーシアム内においての議論のみでは、検討のスコープが必ずしも十分とはならない可能性があるため、関係省庁における自動運転バスのビジネスモデルの検討状況についても、会議体における議論に参画すること等により、業界の最新の動向を踏まえて実装性を高めていきます。

具体的には、国土交通省航空局「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」や経済産業省・国土交通省「自動走行ビジネス検討会」等への参画を通じて、本実証における示唆をフィードバックや、会議体における議論の本実証への反映等に向けたインプットを行いました。

「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」においては、空港制限区域内において 2025 年にレベル 4 相当の自動運転の導入を目指し、実証実験や導入に係るルールの策定の議論、共通インフラ（通信インフラを含む。）の検討や、各種実証実験に係る報告・議論が行われています。この検討委員会には、親委員会も WG も含め、ティアフォー及び成田国際空港が参画しており、親委員会には他のコンソーシアムメンバーもオブザーバー参加をしています。ここでの議論や、他のコンソーシアムの報告内容等を踏まえてより広い視点（空港全体）からの議論が反映できるとともに、本実証の結果報告を通じて、ローカル 5G を活用した自動運転の実装を他空港でも推進することに貢献しました（2021 年度時点では、ローカル 5G を活用した自動運転実証実験を実施したのは本コンソーシアムのみ)。「自動走行ビジネス検討会」においては、2025 年に 50 か所以上、2027 年に 100 か所以上の遠隔監視のみでの自動運転サービスの導入を目指し、環境整備に係る議論や「RoAD to the L4」プロジェクトなどの実装に向けたプロジェクトを実施しています。ここでの議論のスコープは主に公道を念頭に置いていますが、特に「RoAD to the L4 テーマ 2」においては、車両・インフラ（通信を含む)・遠隔の役割分担、走行環境・サービスモデルや安全性に係る議論を含め、空港制限区域内においても示唆が得られました（なお、2021 年度においては、議論の前提整理がメイントピックだったため、具体的な議論は 2022 年度に行われるものと想定)。「自動走行ビジネス検討会」及び「RoAD to the L4 テーマ 2」にはティアフォーが参画しており、そこでの空港以外も含めたより広い見地に立ったサービスモデルや安全性の議論を踏まえ、より実装可能性の高いローカル 5G 活用型自動運転のモデルへの反映に向け、会議体へのインプットを行いました。

これ等結果をもとに 4.3.2 章および 4.3.3 章に内容を反映しました。

4.3.3 ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討

（1） ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題

ローカル 5G 活用モデルの実現や実装に係る課題として、現時点で想定しているものは以下の通りです。

1） 空港制限区域内におけるインフラや運用ルールの検討

空港制限区域内における自動運転車両のレベル 4 の実現に向けては、国土交通省航空局主催の「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」において、通信インフラに限らず、幅広い観点で、検討が進んでいるところであります。本実証においてはローカル 5G 等の通信インフラに留まらず、本モデルの実装に向けた幅広い課題抽出を行い、本委員会において提言を行うなどにより、更なる実装性を高めていきます。また、社会実装に向けて運用セーフティルールへの対応を行っていきます。

2） 乗客対応

自動運転車両のレベル 4 相当の実装時には、お客様の心理的不安を解消し、またサービスレベル（問い合わせ・ UD 対応等）についても現行の有人走行を同等のものを担保する必要があると考えます。本実証においては、乗客対応に向けた検討にも着手し、実装性を高めていきます。

3） 複数台走行時の運行管理・遠隔監視に係るオペレーション等

令和 4 年度においては、複数台車両を用い、昨年度よりも拡張したルートでの実証を行いました。本実証において運行管理・遠隔監視の基本的な機能の性能は一定満たせていることは確認することができました。しかし、実際に社会実装する上では技術面だけでなく多くの課題が見えてくることが予想されます。

（想定される課題の例）
・今回の未検証のエリアでも遠隔監視システムが動作可能か
・非技術者でも自動運転車両の運用が可能かの把握（機能，UI/UX）
・常時監視ではなく、異常時のみ監視する体制が構築可能かの把握
・異常状態に合わせた対応フローの把握
等

（2） ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題に対する解決策の検討

1） 空港制限区域内におけるインフラや運用ルールの検討

空港制限区域内における自動運転車両のレベル 4 の実現に向けては、航空局「空港制限区域内の自動走行に係る実証実験検討委員会」において、通信インフラに限らず幅広い観点で、検討が進んでいるとことであります。本実証においてはローカル 5G 等の通信インフラに留まらず、本モデルの実装に向けた幅広い課題抽出を行い、本委員会において提言を行うなどにより、更なる実装性を高めていきます。また、運用セーフティルールにて定められたレベル 4 自動運転、遠隔監視システムの機能要件、レベル 4 自動運行実施者の要件を満たした運用への対応を進めます。

2） 乗客対応

50 名弱の試乗実績を通じ、旅客向けサービスとしての実装に向け以下のような気付き、課題を得られました。

・自動運転車両の走行について、安全かつ昨年度から更にスムーズな走行が可能になっていることを確認しました。また、具体的には、発信/停止時の挙動がスムーズであり、乗客の観点で不快感がほぼないレベルであることの評価が得られました。また、一部試乗においてはグランドハンドリングスタッフの飛び出しを検知した際、確実に減速・停止することを確認できました。

・雨天時の自動運転走行について、晴天時と比較して自己位置推定の精度低下が見られることを確認しました。自動運転システムの改修について具体的に検討が必要となります。

・自動運転車両の装備について、車内サイネージ・アナウンスがあることにより乗客への運転状態の発信が安心感にもつながる効果があることが確認できました。また、乗客や周囲への情報発信について現状不足している装備についても具体化することができました。具体的には、車外への運転状態や行先を表示する車外サイネージ、及び表示・放送の多言語化、車内の乗客向けに空調や照明等を遠隔で制御する機能等が、今後実装に向けた検討項目となります。

・乗客向けのオペレーションについて、ドライバレスの車両であることを前提に具体的なオペレーションを策定する必要があり、現状の連絡バスにおいてドライバが対応している乗客補助を、「いつ」「誰が」「どのように」代替するのか具体的に検討します。

3)　複数台走行時の運行管理・遠隔監視に係るオペレーション等

社会実装に向けて、社会実装後に想定される体制を構築し実証を通し、課題の発掘を行います。実装後は、現在のターミナル間バスを運用している交通事業者が自動運転車両の運用を行うことを想定しており、交通事業者の方が実際に運用可能なのか、課題はあるのかを実証を通し確認していきます。更に交通事業者だけでなく、一般の方の試乗の機会を設け、実際にサービスを提供できるレベルに達しているかの検証も進めていきます。

今年度の実証においてもルート拡張を行いましたが、まだ未検証のルートも存在しており、更にルートの拡張も進めます。

4.3.4　　ローカル 5G 活用モデルの実装・普及展開

（1） 実装・普及展開シナリオ

本実証の走行エリアは空港制限区域内であり、実装を想定した一部区間で実証を行います。更に本エリアにおける連絡バスの自動運転（レベル4相当）実現においては、国土交通省航空局において、2025年の実装を目指しています。

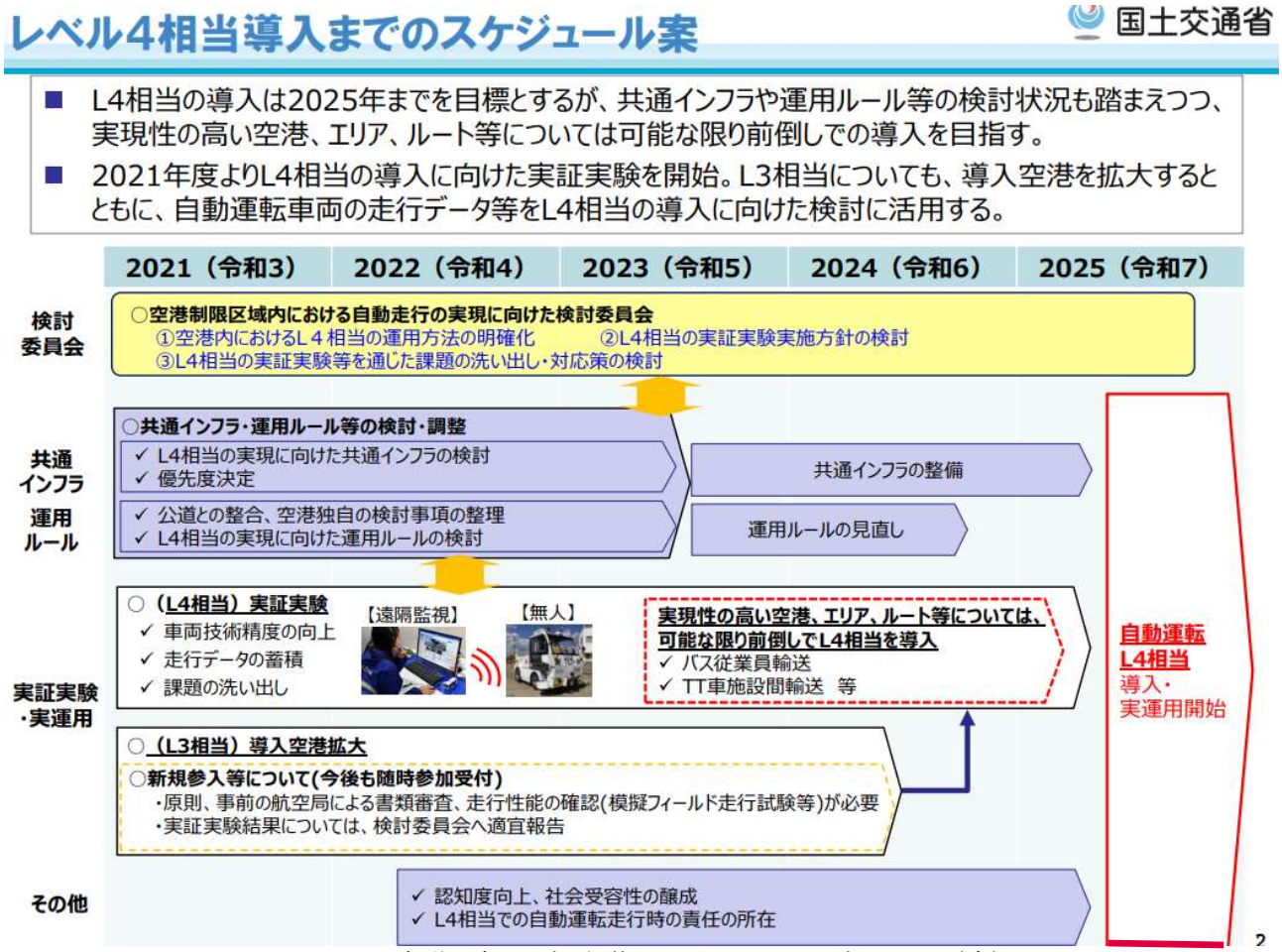


図 4.3.4-1 自動運転 L4 相当導入に向けたスケジュール（案）＊
出典：第９回 空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会　資料４
自動運転レベル４相当の導入に向けた方針　　https://www.mlit.go.jp/common/001425246.pdf

本実証においては上記航空局「空港制限区域内の自動走行に係る実証実験検討委員会」にて策定されているスケジュール案に基づき、実装に向けた取り組みを推進します。

（2） 実装計画

1） 実装計画の作成方法

実装計画については本実証を通じて、本コンソーシアムメンバー及び関係するステイクホルダと連携し、更なる精緻化を図ります。具体的な検討事項及びその方法については以下の通りです。

a. ターゲット

表 4.3.4-1　ターゲット

	ターゲット
地域	成田国際空港
運用	制限区域内におけるターミナル間連絡バス（第 1～第 3 ターミナル） 最長 4 か所のバス停間で約 6.3km 区間を 7 時～22 時の間で運行 ※航空機の発着便や旅客需要に応じて運行を調整する。
ユーザ	成田国際空港
要因	旅客需要増に対応したターミナル間連絡バスのドライバ人員確保が困難となってくることが予想されるため。

2） 実装スケジュールの精緻化

本実証を通じて顕在化した技術課題及び運用課題についての解決策についての取り組むスケジュールを盛り込み、より精緻なスケジュールの策定を行っていく予定です。

表 4.3.4-2　実装スケジュールの精緻化方向性

R4 成田実証のポイント		2023 年度(R5)以降実装スケジュール精緻化方向性(案)
ローカル 5G とキャリア通信による冗長系遠隔型自動運転		
1)4.0km 区間経路における連続したローカル 5G 遠隔型自動運転の実証		a)実装性を高める工夫 ローカル 5G の空港制限区域内における自動走行に向けた位置づけ整理（国土交通省航空局検討会*）の発表を通じ、検討会内の共通インフラガイドライン（案）の検討・調整完了に貢献し、早期の整備着手を狙う。 主に、本記載の検証結果（4.3.1 章（1）～（3））について、議論状況に応じてインプットすることを想定しています。
2)ローカル 5G 区間を超えた場合にキャリア通信へ切り替える手法実装	→	b)活用モデル課題抽出・解決策 本実証成果をもとに、自動運転車両（レベル 4 相当）の運用ルール策定に貢献し、2025 年(R7)までの実用化を狙う。 主に、本記載の検証結果（4.3.1 章（1）～（3））について、議論状況に応じてインプットすることを想定しています。
3)準同期 TDD パターン 1 を適用し、3 台分の遠隔監視に対応		c)活用モデル課題抽出・解決策 車両と遠隔・通信側の役割分担を検討の上、複数台走行と乗客数増による状況の複雑化に対応した連絡バス自動運転のオペレーションベースの確立を狙う。
		d)活用モデル課題抽出・解決策 乗客対応方法のオペレーションベースの確立も着手する。お客様の心理的不安を解消し、またサービスレベル（問い合わせ・ UD 対応等）についても現行の有人走行との同等性を確保する。その際、ローカル 5G への追加要求有無も確認する。

*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

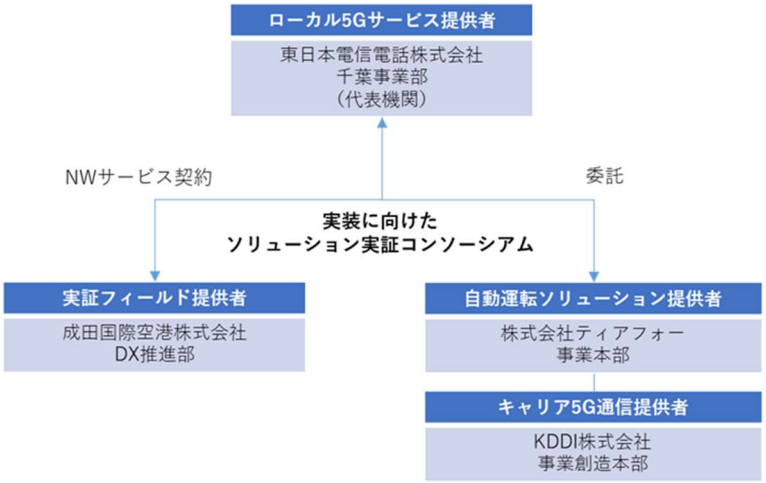
3)　実装計画の要約

表 4.3.4-3　実装計画要約シート

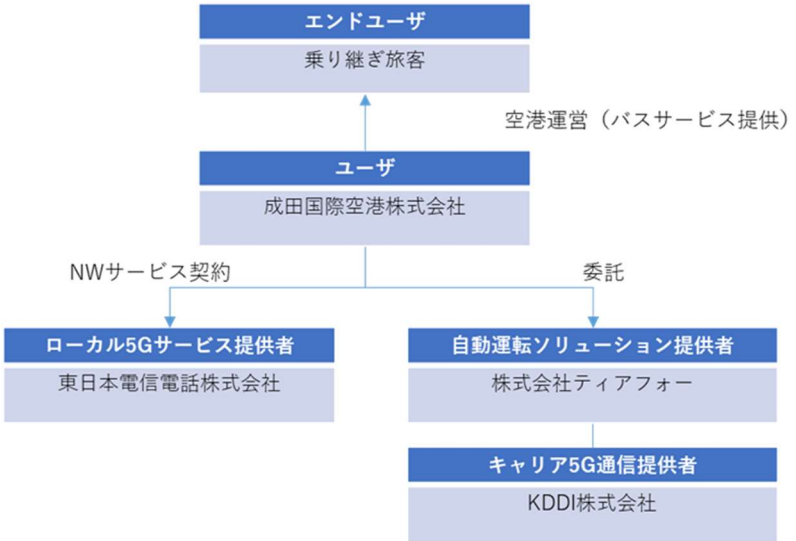
開 10 代表機関名	東日本電信電話株式会社	分野 空港・港湾
実証件名	空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスの複数台遠隔型自動運転（レベル 4 相当）に向けた実証	
実施体制	東日本電信電話㈱、成田国際空港㈱、KDDI㈱、㈱ティアフォー	

実施体制については、実証段階、実証（商用）段階にて体制の変化を想定している。令和 6 年度（2024 年）までは、4 社コンソーシアムによる継続体制により、令和 3 年度～令和 4 年度に構築したローカル 5G 活用システム（ネットワーク＋ソリューション）を活用し、実装に向けた検討実施を想定しています。

■実証段階での実施体制（案）



■実装（商用）時の実施体制（案）



		令和 4 年度 (2023)	令和 5 年度 (2023)	令和 6 年度 (2024)	令和 7 年度 (2025)	令和 8 年度 (2026)	令和 9 年度 (2027)
実装計画	ターミナル間連絡バス	開発実証	課題対応	コンソ内実装	商用移行　順次自社内への横展開		
	ローカル 5G システム	開発実証	コンソ内実装		実装		
収支計画（千円）	(1)ユーザから得る対価	－	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	(2)補助金・交付金	－	0	0	0	0	0
	(3)収入((1)+(2))	－	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	(4)ネットワーク設置費	－	0	0	0	0	0
	東日本電信電話㈱	－	0	0	0	0	0
	㈱ティアフォー・KDDI㈱	－	0	0	0	0	0
	(5)ネットワーク運用費	－	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	東日本電信電話㈱	－	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	㈱ティアフォー・KDDI㈱	－	0	0	0	0	0
	(6)ソリューション購入費	－	0	0	0	0	0
	東日本電信電話㈱	－	0	0	0	0	0
	㈱ティアフォー・KDDI㈱	－	0	0	0	0	0
	(7)ソリューション開発費	－	0	0	0	0	0
	東日本電信電話㈱	－	0	0	0	0	0
	㈱ティアフォー・KDDI㈱	－	0	0	0	0	0
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	－	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	(9)収支((3)−(8))	－	0	0	0	0	0

収入、支出の算定根拠

本活用モデルの参考にローカル 5G を含む普及展開を目指す新たな事業者向けに、本事業趣旨に沿って、導入検討の参考とするべく、大まかな金額規模を把握いただく目的で、参考値で記載しております。このため、ユーザ、ローカル 5G 提供者、ソリューション提供者とも、支出及び収入について、本コンソーシアムで確約するものでなく、各種諸条件やビジネス環境等などにより記載の概算値は大きく変動いたします。本表を用いて、導入検討や調査をされる際は当コンソーシアムまで必ずご照会ください。

【支出欄】
空港制限区域内におけるターミナル間連絡バス（遠隔型自動運転）において、本実証の4章実施事項で検証済機能を次年度以降維持運用するための収入および支出算定内容の参考値を本モデル適用を目指す他の事業者向けに参考として示すものです。
ローカル 5G ネットワークについては、維持運用を要するので、以下の通り示します。
・マネージド型ローカル 5G サービスサブスクリプションおよび機器年間リース費（※）、通信回線費用、運用・保守・サポート窓口費用を計上
・局数は 2022 年度時点のネットワークシステム構成の維持を前提（7 局での維持運用）
（※）令和 3 年度の実証にて整備した機器を継続利用していることから、サービスサブスクリプション以外の費用として計上
ソリューション購入費および開発費については、本実証の実施事項に記載の現行試験車両を用いた代替ルートや拡張ルートに対応した機能の追加購入・開発アイテムが該当し、現時点で収支計画に記載する想定のものはありません。なお、諸経費（遠隔型自動運転システム本体と関連費用等）は除いています。

【収入欄】
ユーザに対し、サービス・ソリューション提供者が提示を想定した参考値を記載しています。

実装を確実にするための取組		どのようにして（手段、取組方法、アウトカム）	いつまでに
	提供コスト低減	2024 年度商用運行に向けて新技術を扱うシステム準備完了（ローカル 5G、自動運転）について、一時的な支出が難しい場合のレンタル,リース化等の検討。	2025/4(提供開始時)
		ローカル 5G については他の利活用アイテムの明確化	2024/3
	ソリューション追加開発	ドライバレスに対応した乗客サービスの無人化及び遠隔運用方法の評価 手動＋自動運転を組み合わせた路線運用方法の評価	2025/4(提供開始時)以降継続的に実施
	顧客開拓	ローカル 5G については他の利活用アイテムの明確化。	2024/3
	運用面の改善	・プレ運行によるターミナル間乗り継ぎ客を対象にした試乗の実施と運用改善の実施 ・通期運行による自動運転の走行性能、運行安定性の向上	2025/4(提供開始時)以降継続的に実施
	ルールメイキングへの貢献	国土交通省航空局主催の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実証成果の継続的なインプットと、運用ルールおよび共通インフラガイダンスの策定へ貢献する	2025/4(提供開始時)以降継続的に実施
	計画した収入を下回った場合の対応方法（資金調達など） 空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスの運用は空港機能を維持するため必須な輸送手段のため、計画収入を下回った場合においても継続することを想定します（コロナ環境下と同様）。 ・予想される旅客需要に応じた適切な増車時期の見直しと台数、減便、運休対応することと、これ等を想定した遠隔型自動運転システム運用対応すること ・その他利活用の実装早期化により、他業務の省力化を推進し、投資/運用費の最適化を進める等を実施		

a. 実施体制

実証段階、実証（商用）段階にて体制の変化を想定しています。令和 6 年度（2024 年）までは、4 社コンソーシアムによる継続体制により、令和 3 年度～令和 4 年度に構築したローカル 5G 活用システム（ネットワーク＋ソリューション）を活用し、実装に向けた検証・検討を継続実施します。令和 7 年度（2025 年）での実装（商用移行）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・利用開始を想定しています。なお、令和 7 年度の体制については令和 6 年度までの主幹部署等から変動することが予想されるため、部署名の記載は控えています。

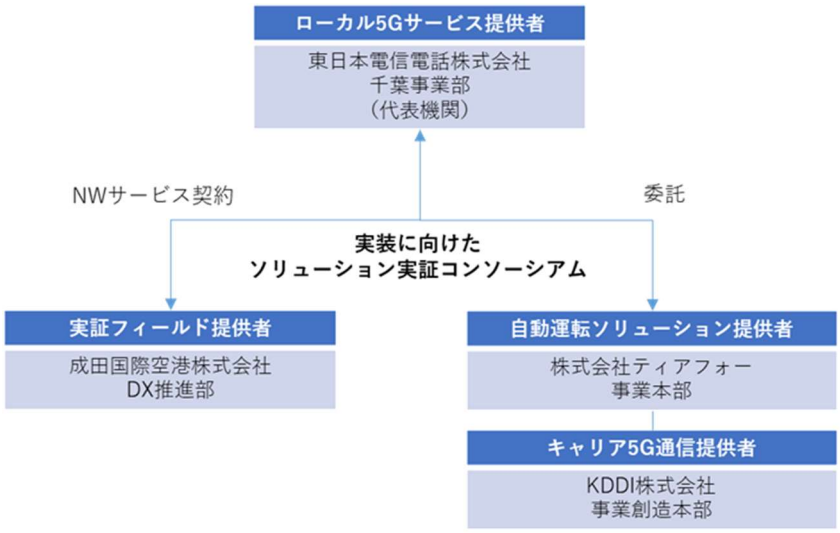


図 4.3.4-2　令和 5 年度～6 年度　実証段階での実施体制図

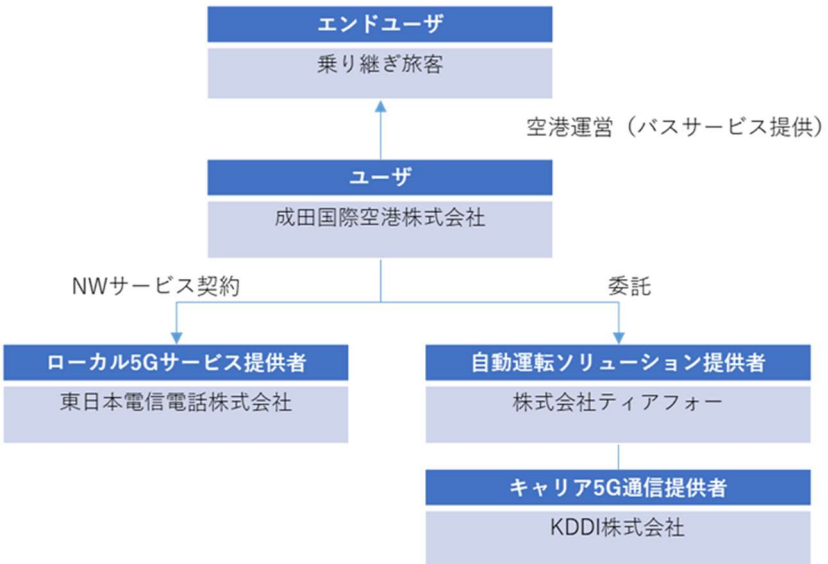


図 4.3.4-3　令和 7 年度以降　実装（商用）時の想定実施体制図

b. 実装計画（実施事項）

具体的には、現時点では、実証に向けた取り組み計画（案）として、以下の通り想定しています。

・2022年度　：

実運用を想定した経路(第1ターミナルから第3ターミナル)で自動走行レベル4相当に向けた走行（「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」が今後確定するレベル4相当の実験要件や車両の機材繰り・開発状況次第では、運転者不在のレベル4相当の実証実験を実施することも検討）

実運用を想定した複数台の遠隔型自動運転車両の走行

・2023年度（案）:

国土交通省航空局と連携した、インフラや運用ルールの検討、レベル4相当実装に向けたお客様対応や運用、他用途検討。

※国土交通省航空局のロードマップによれば、2022年度までの実証実験を踏まえて、2023年度より、運用ルール策定や共通インフラの整備が開始。その状況を踏まえながら、実運用ベースのルートやオペレーションでの運転手のいないレベル4相当実証実験、ビジネスベースでの各社責任分担等の検討、技術上・オペレーション上の課題の潰し込みを実施。ルート上のローカル5G未整備エリアについて技術課題ある領域を整備及び実証実施（トンネル等)。

・2024年度（案）:

最終確認、検証（試験運用等）

※例）運用ルール等が固まり、当該ルールに則ったプレ運用、最終確認を実施。

・2025年度（案）:

実装（実際にお客様を乗せて稼働）

本実証を通じて更なる実装計画の精緻化を図ります。

c. 収支計画

ア）　収支計画

表 4.3.4-4　収支計画

開 10 代表機関名	東日本電信電話株式会社	分野	空港・港湾
実証件名	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		

		令和 5 年度（2023）	令和 6 年度（2024）	令和 7 年度（2025）	令和 8 年度（2026）	令和 9 年度（2027）
収支計画（千円）	(1)ユーザから得る対価	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	(2)補助金・交付金	0	0	0	0	0
	(3)収入((1)+(2))	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	(4)ネットワーク設置費	0	0	0	0	0
	ローカル 5G 提供者	0	0	0	0	0
	ソリューション提供者	0	0	0	0	0
	(5)ネットワーク運用費	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	ローカル 5G 提供者	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	ソリューション提供者	0	0	0	0	0
	(6)ソリューション購入費	0	0	0	0	0
	ローカル 5G 提供者	0	0	0	0	0
	ソリューション提供者	0	0	0	0	0
	(7)ソリューション開発費	0	0	0	0	0
	ローカル 5G 提供者	0	0	0	0	0
	ソリューション提供者	0	0	0	0	0
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	(9)収支((3)−(8))	0	0	0	0	0

収入、支出の算定根拠

本活用モデルの参考にローカル 5G を含む普及展開を目指す新たな事業者向けに、本事業趣旨に沿って、導入検討の参考とするべく、大まかな金額規模を把握いただく目的で、参考値で記載しております。このため、ユーザ、ローカル 5G 提供者、ソリューション提供者とも、支出及び収入について、本コンソーシアムで確約するものでなく、各種諸条件やビジネス環境等などにより記載の概算値は大きく変動いたします。本表を用いて、導入検討や調査をされる際は当コンソーシアムまで必ずご照会ください。

【支出欄】

空港制限区域内におけるターミナル間連絡バス（遠隔型自動運転）において、本実証の4章実施事項で検証済機能を次年度以降維持運用するための収入および支出算定内容の参考値を本モデル適用を目指す他の事業者向けに参考として示すものです。

ローカル 5G ネットワークについては、維持運用を要するので、以下の通り示します。

・マネージド型ローカル 5G サービスサブスクリプションおよび機器年間リース費（※）、通信回線費用、運用・保守・サポート窓口費用を計上

・局数は 2022 年度時点のネットワークシステム構成の維持を前提（7 局での維持運用）

（※）令和 3 年度の実証にて整備した機器を継続利用していることから、サービスサブスクリプション以外の費用として計上

ソリューション購入費および開発費については、本実証の実施事項に記載の現行試験車両を用いた代替ルートや拡張ルートに対応した機能の追加購入・開発アイテムが該当し、現時点で収支計画に記載する想定のものはありません。なお、諸経費（遠隔型自動運転システム本体と関連費用等）は除いています。

【収入欄】

ユーザに対し、サービス・ソリューション提供者が提示を想定した参考値を記載しています。

イ）　ユーザにおける必要リソース（モデルケース）

本活用モデルの参考にローカル 5G を含む普及展開を目指す新たな事業者向けに、本事業の趣旨に沿って、導入検討の参考とするべく、大まかな金額規模を把握いただく目的で、参考値で記載しております。このため、ユーザ、ローカル 5G 提供者、ソリューション提供者とも、支出及び収入について、本コンソーシアムで確約するものでなく、各種諸条件やビジネス環境等などにより大きく記載の概算値は変動いたします。本表を用いて、導入検討や調査をされる際は当コンソーシアムまで必ずご照会ください。

表 4.3.4-5　ユーザにおける必要リソース

項目			イニシャルコスト（2023 年度相当）	ランニングコスト（2023 年度相当）
ローカル 5G システム			0	18,000 千円
a.	ローカル 5G システム運用業務 *（※自社で実施する場合）*		0	0
b.	ローカル 5G システムに係る運用経費 *（※他社サービスを活用する場合）*		0	18,000 千円
c.	ローカル 5G システムに係る環境整備費		0	0
ローカル 5G 活用モデルに係るソリューション				
a.	ソリューション		0	0
	①	運用に係る環境整備等に係る経費 *（※自社で負担する費用）*	0	0
	②	自動運転ソリューションに係る運用経費 *（※他社サービスを活用する費用）*	0	0

空港制限区域内におけるターミナル間連絡バス（遠隔型自動運転）において、本実証の４章実施事項で検証済機能を次年度（2023 年度相当）維持運用するためのコスト参考値を本モデルの適用を目指す他の事業者向けに参考として示すものです。

【イニシャルコスト】

ソリューション購入費および開発費については、本実証の実施事項に記載の現行試験車両を用いた代替ルートや拡張ルートに対応した機能の追加購入・開発アイテムが該当し、現時点で前項の「ア）収支計画」に記載する想定のものはありません。なお、諸経費（遠隔型自動運転システム本体と関連費用等）は除いています。

【ランニングコスト】

ローカル 5G システムに係る運用経費

・マネージド型ローカル 5G サービスサブスクリプションおよび機器年間リース費（※）、通信回線費用、運用・保守・サポート窓口費用を計上

・局数は 2022 年度時点のネットワークシステム構成の維持を前提（7 局での維持運用）

（※）令和 3 年度の実証にて整備した機器を継続利用していることから、サービスサブスクリプション以外の費用として計上

d. 実装を確実にするための取組

各項目について、以下の通り取り組みを進めていく前提で、本検討を行いました。

ア） 提供コスト低減

新技術を扱う部品（ローカル 5G、自動運転）について、一時的な支出が難しい場合のレンタル,リース化等の検討。	2025/4 (提供開始時)
ローカル 5G については他の利活用アイテムの明確化	2024/3

イ） ソリューション追加開発

ソリューション追加開発	ドライバレスに対応した乗客サービスの無人化及び遠隔運用方法の評価 手動＋自動運転を組み合わせた路線運用方法の評価	2025/4(提供開始時)以降継続的に実施

ウ） 顧客開拓

顧客開拓	ローカル 5G については他の利活用アイテムの明確化。	2024/3

エ） 運用面の改善

運用面の改善	・プレ運行によるターミナル間乗り継ぎ客を対象にした試乗の実施と運用改善の実施 ・通期運行による自動運転の走行性能、運行安定性の向上	2025/4(提供開始時)以降継続的に実施

オ） ルールメイキングへの貢献

ルールメイキングへの貢献	国土交通省航空局主催の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実証成果の継続的なインプットと、運用ルールおよび共通インフラガイダンスの策定へ貢献する	2025/4(提供開始時)以降継続的に実施

e. 計画した収入を下回った場合の対応方法（資金調達など）

空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスの運用は空港機能を維持するため必須な輸送手段のため、計画収入を下回った場合においても継続することを想定します（コロナ環境下と同様)。

・予想される旅客需要に応じた適切な増車時期の見直しと台数、減便、運休対応することと、これ等を想定した遠隔型自動運転システム運用対応すること

・その他利活用の実装早期化により、他業務の省力化を推進し、投資/運用費の最適化を進めること等を実施

5.　普及啓発活動の実施

5.1　映像制作

今後のローカル 5G の普及を推進する観点から、地域課題解決に取り組む自治体・企業等の検討に寄与できる本実証取り組み成果に関する動画を作成するとともに、株式会社三菱総合研究所様が制作する本事業の映像制作に向けて本コンソーシアムメンバーも今後ローカル 5G を普及させるためのモデルの創出に向けて、実証映像等の素材提供やインタビュー撮影・コメント作成等に協力します。

また、代表機関グループ会社（NTT ラーニングシステムズ㈱等）と連携し、より品質の高い映像コンテンツを制作・提供いたします。具体的には、以下の「令和 4 年度 課題解決型ローカル 5G 開発実証動画撮影依頼書」に従い、2023/2/8 に撮影しました。

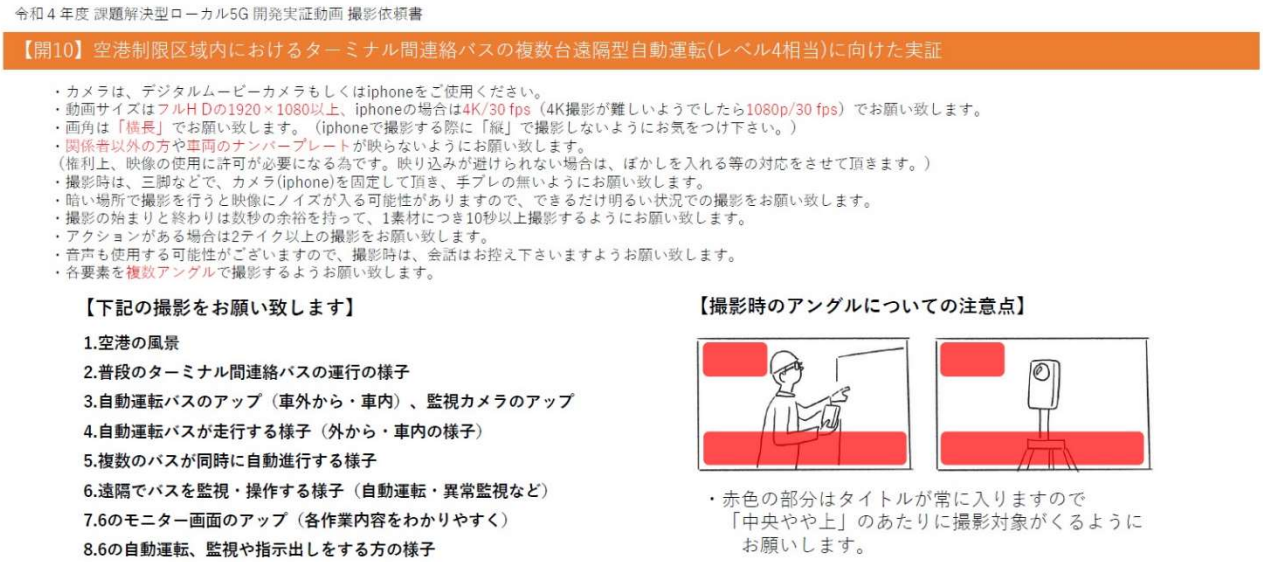


図 5.1-1　令和 4 年度 課題解決型ローカル 5G 開発実証動画撮影依頼書

5.2　実証視察会の実施

今後、ローカル 5G を導入し地域・企業の課題を解決していくことに関心を持つ自治体・企業等に対し、本実証における背景・課題・実証内容・成果を説明することで、地域・企業のローカル 5G 導入検討の一助になることを目的とするとともに、関係省庁等にも参加いただくことで制度検討・実装への促進もはかられることから、現地での実証視察会を開催しました。

特に、これからローカル 5G の導入を検討する自治体・企業等にとっては、現時点で目に見える形でのユースケースが少ないことから、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いただくことで検討の促進を図りました。

具体的には、以下の項目について重点的に検討しました。

表 5.2-1　実証視察会について

項目	内容
開催時期	2023/2/15（水）14:00～16:00
開催方法	現地での対面形式。
開催目的	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いただき、具体的な検討の促進を目指します。
視察内容	・コンソーシアムの紹介 ・プレゼン資料（スライド・動画）によるプロジェクトの説明 説明内容：実証事業の背景 ローカル 5G のネットワーク・システム構成 実証内容（開発ポイント・ローカル 5G の活用内容） ユースケースの新規性 今後の実装・横展開に向けたポイント 今後のローカル 5G への期待　等 ・自動運転車両の試乗 ・質疑応答・意見交換
参加者	・総務省、関東総合通信局 ・株式会社三菱総合研究所 ・コンソーシアム各社（東日本電信電話株式会社、成田国際空港株式会社、KDDI 株式会社、株式会社ティアフォー）



＜自動運転車両の試乗＞



＜遠隔監視室での監視状況説明＞

図 5.2-1　実証視察会の様子

5.3　その他普及啓発活動

5.3.1　報道発表及び各種講演会や媒体を通じての普及啓発活動

本実証内容をコンソーシアム代表機関等ホームページにて報道発表を実施するとともに、各種講演会や媒体（テレビ・新聞・Web・記事等）を通じて広く普及啓発活動を実施しました。

また、普及啓発活動や情報発信にあたっては、事前に総務省様、株式会社三菱総合研究所様と発表内容等の確認を行うことで相互に齟齬のないよう努めた上で、正確な内容を持ってローカル5Gの普及を目指した活動、発信を実施しました。

弊社としても、「光ファイバー×ローカル 5G」を活用した地域・企業の課題解決ビジネスモデルの創出は、今後の主力ビジネスの1つと考えているため、普及啓発活動には一層注力しました。

今年度の普及啓発活動の実績は下記となります。

表 5.3-1　普及啓発活動の実績

掲載日	掲載元	公開内容
-	国土交通省	第12回（2022年9月22日）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 https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000066.html
2022/12/15	東日本電信電話株式会社	ローカル 5G 等を用いた複数台遠隔型自動運転バス実証を成田国際空港で開始 ～実証2年目は第1～第3旅客ターミナル間で最大3台の同時自動運転を志向～ https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20221215_01.html
2022/12/15	KDDI株式会社	ローカル 5G 等を用いた複数台遠隔型自動運転バス実証を成田国際空港で開始 ～実証2年目は第1～第3旅客ターミナル間で最大3台の同時自動運転を志向～ https://news.kddi.com/kddi/corporate/topic/2022/12/15/6442.html
2021/12/15	株式会社ティアフォー	ローカル 5G 等を用いた複数台遠隔型自動運転バス実証を成田国際空港で開始 ～実証2年目は第1～第3旅客ターミナル間で最大3台の同時自動運転を志向～ https://tier4.jp/media/detail/?sys_id=5JxsBkAiKQdc1RD12NSPJl&category=NEWS
-	国土交通省	第13回（2022年12月12日）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 https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000070.html
2022/12/26	日経モビリティ	NTT東、自動運転バス空港で実験　通信切り替え検証 https://www.nikkei.com/prime/mobility/article/DGXZQOUC215C60R21C22A2000000
2023/1/16	日経クロステッ	NTT東日本、ローカル5Gを使い複数台のバスで遠隔型自動運転の

	ク	実証実験 https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/14361/
2023/2/6	株式会社ティアフォー	空港での遠隔自動運転システムの取り組み https://medium.com/tier-iv-tech-blog/remote-74c1df673a27
-	国土交通省	第 14 回（2023 年 2 月 28 日）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 https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000073.html
2023/3/12	日経 MJ	（トップに聞く） イノベーション拠点に飛躍　成田国際空港会社 変革へコラボ、世界と競う https://www.nikkei.com/article/DGKKZO69161730Q3A310C2H24A00/
2023/3/19	沖縄タイムス	空港職員不足　官民で対策　混雑・遅延懸念　採用へ仕事 PR ＰＲ作業効率向上も図る https://www.okinawatimes.co.jp/articles/-/1121701

5.3.2　マネージド・ローカル 5G サービス「ギガらく 5G」の提供を開始

ローカル 5G 活用モデルの普及展開の加速に向け、ローカル 5G 活用モデルを同様の課題を抱える他のユーザ企業等や他分野への普及するための方策等については、本実証代表機関である東日本電信電話株式会社の営業活動にて補うことを考えています。東日本電信電話株式会社は 2022 年 5 月よりマネージド・ローカル 5G サービス「ギガらく 5G」の提供を開始しました。「ギガらく 5G」はトータル IT アウトソーシング型サービスで、従来のオンプレミス型と比較し、料金や構築・運用面でユーザ負担の少ない形で導入することが可能です。「ギガらく 5G」はローカル 5G を活用した地域課題解決を目標とするとともに、パートナー企業と連携し、ローカル 5G 活用モデルを創出することも目標としています。東日本電信電話株式会社では、「ギガらく 5G」提供以前からローカル 5G の社会実装を目指し、「ローカル 5G オープンラボ」を国立大学法人東京大学とともに開設しています。「ローカル 5G オープンラボ」ではパートナー企業やユーザ企業にローカル 5G を理解いただき、多様なユースケースの創出に取り組んでいます。今後も「ローカル 5G オープンラボ」の取り組みは継続し、創出されたユースケースと「ギガらく 5G」と組み合わせることでローカル 5G の社会実装が更に進展すると考えます。

本実証モデルも活用モデルの 1 つとして多様なユーザへ紹介することができ、また、パートナー企業の技術と掛け合わせることで他分野への応用が期待できます。



図 5.3-1　マネージド・ローカル 5G サービス「ギガらく 5G」の提供について
出典：https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20220301_01.html

6. 実施体制

6.1 実施体制の全体像

ローカル 5G を始めとした無線通信等の技術者、課題解決に必要な機器開発・実証環境の構築を行うベンダー等、本事業の遂行に必要な専門知識・経験を有する要員を確保し関係者の協力の上、以下の要件を満たすことで本事業を遂行しました。

実証環境を確実に構築し円滑に技術検証、課題検証を遂行するために、代表機関として東日本電信電話株式会社が務め、成田国際空港株式会社、KDDI 株式会社、株式会社ティアフォーの 4 社でコンソーシアムを組成しました。

コンソーシアム実施体制図については、以下の通りです。

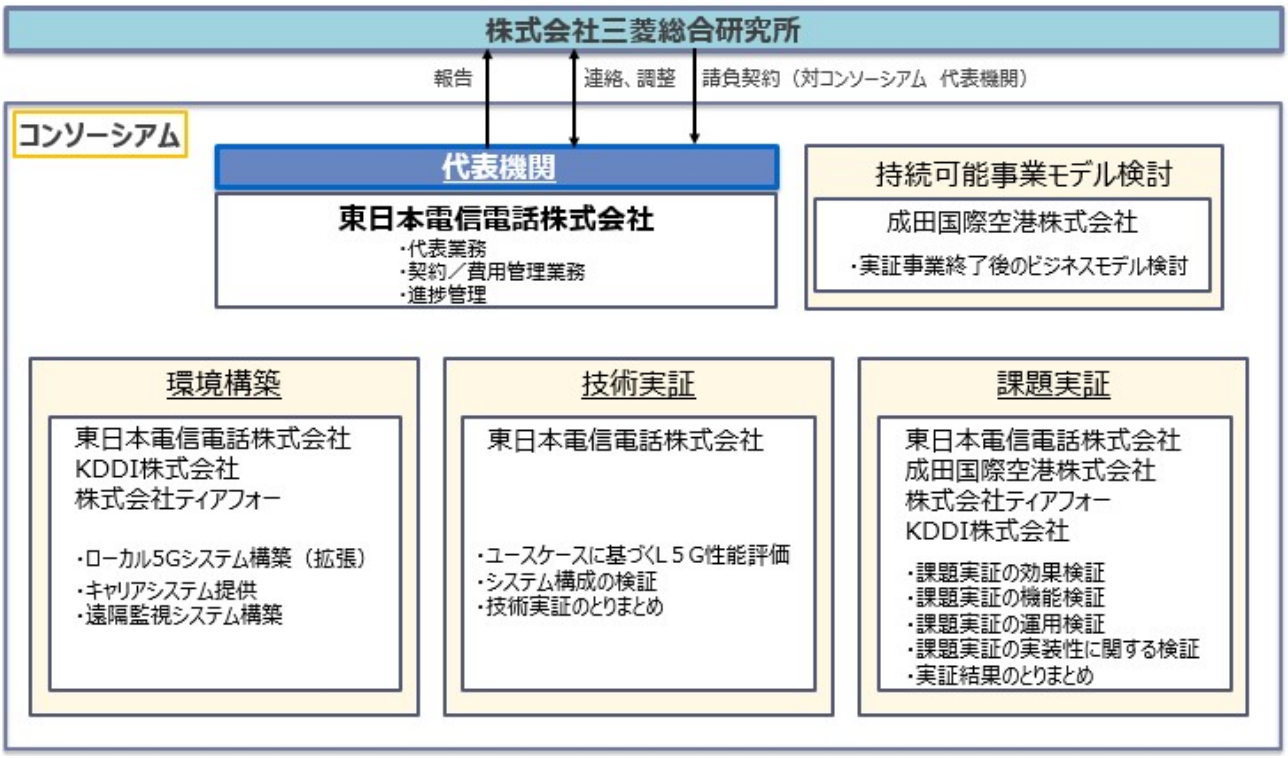


図 6.1-1　コンソーシアム実施体制図

コンソーシアム内の各役割を明確にし、課題に対して取り組みました。各社の役割は、以下の通りです。

表 6.1-1　実証視察会について

	機関名	役割
代表機関	東日本電信電話株式会社	・「令和 4 年度課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」におけるプロジェクト管理 ・ローカル 5G 通信環境の構築、技術実証における電波伝搬特性、性能評価 ・ローカル 5G を活用した複数車両自動運転の実現性評価　等
共同実証機関	成田国際空港株式会社	・実証フィールドの提供（ターミナル連絡バスルートの第 1 ターミナル～第 2 ターミナル～第 3 ターミナルの運行ルート、遠隔監視場所） ・自動運転車両の課題抽出・効果検証　等
	KDDI 株式会社	・キャリア通信（キャリア 5G 含む）提供 ・キャリア通信（キャリア 5G 含む）のデータ収集や解析及び品質調査　等
	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 等

実施体制及び管理体制、委託関係の有無については、以下の通りです。

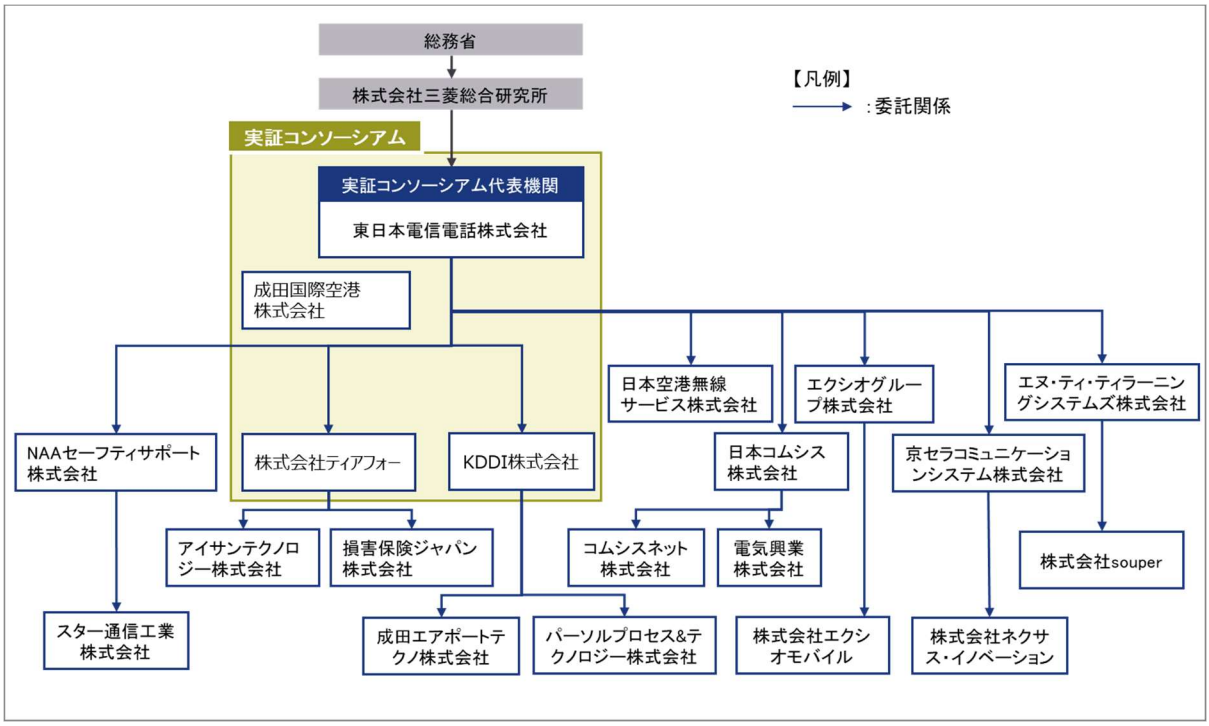


図 6.1-2　実施体制及び管理体制図

自動運転レベル 4 相当の実装を行うために、株式会社ティアフォーを核として国土交通省航空局の企図する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参加しルール策定に貢献、横展開に関する検討においても、他空港への普及展開につなげるため、成田国際空港株式会社とともに連携を図りました。

本事業の実証途中において下記の事象等の発生を想定し、これ等を含めた様々な状況においても、弊社が代表機関として中心となり、コンソーシアムメンバー、実証協力者等の関係者と調整の上、実証継続を確実に行える体制を整備しました。

6.1.1　不測の事態の発生

新型コロナウイルスの感染拡大等で窓口対応者の確保が不可能となった場合においても、Teams等のリモートワークツールを活用し、サテライトオフィス拠点での運営が継続できる体制を構築しました。

6.1.2　システム不具合

万一システム不具合等が発生した場合においても、代表機関である東日本電信電話株式会社を中心とし、コンソーシアム各社と連携し、迅速に受付・切り分けを行うとともに、オンサイト対応が必要になった場合においても速やかに駆け付け復旧対応を行える体制を構築しました。

6.2　実施体制内の役割

コンソーシアムメンバー及び関係会社の役割分担の詳細は以下の通りです。

表 6.2-1　役割分担

会社名	役割
東日本電信電話株式会社	・「令和 4 年度課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」におけるプロジェクト管理 ・ローカル 5G 通信環境の構築、技術実証における電波伝搬特性、性能評価 ・ローカル 5G を活用した複数車両自動運転の実現性評価　等
成田国際空港株式会社	・実証フィールドの提供（ターミナル連絡バスルートの第 1 ターミナル～第 2 ターミナル～第 3 ターミナルの区間、遠隔監視場所） ・自動運転車両の課題抽出・効果検証　等
KDDI 株式会社	・キャリア通信（キャリア 5G 含む）提供 ・キャリア通信（キャリア 5G 含む）のデータ収集や解析及び品質調査　等
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 等
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 ・オプティマイゼーション
日本コムシス株式会社	・電波伝搬特性等の技術検討 ・電波伝搬特性に関わる電波測定 ・報告書作成支援

エクシオグループ株式会社	・課題実証における機能検証及び分析業務支援
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の配管配線の施工 ・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
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入管理
NTT ラーニングシステムズ株式会社	・普及啓発活動の映像撮影のための撮影機器(カメラ、ピンマイク、照明等)の提供及び動画作成
株式会社ネクサス・イノベーション	・ローカル 5G 機器及びその付帯機器の環境構築支援（アンテナ支持材、屋外機器の設置、ケーブル製端処理　等）
アイサンテクノロジー株式会社	・成田空港内で計画している自動運転走行ルートの高精度地図作成
損害保険ジャパン株式会社	・成田空港内で計画している自動運転走行経路において、リスクアセスメント
株式会社 souper	・普及啓発活動の映像撮影支援、関係者へのインタビューの撮影等
スター通信工業株式会社	・空港内の通信および電気の配管配線の施工支援
コムシスネット株式会社	・技術実証における電波伝搬特性に関わる電波測定支援
電気興業株式会社	・技術実証における検証及び報告書作成支援
株式会社エクシオモバイル	・課題実証における実証データの取得および分析の支援
成田エアポートテクノ株式会社	・課題実証におけるキャリア 5G の基地局を設置するための成田空港内のインフラ工事
パーソルプロセス&テクノロジー株式会社	・課題実証におけるキャリア通信のネットワークデータ収集および分析業務補助

ローカル 5G を始めとした無線通信等の技術者、課題解決に必要な機器開発・実証環境の構築を行うベンダー等、本事業の遂行に必要な専門知識・経験を有する要員を確保し、関係者の協力のもと、本事業を確実に遂行しました。

代表機関は、以下の役割を設置しました。

6.2.1　プロジェクトマネージャー

実証コンソーシアムの代表機関においては、本事業規模相当のプロジェクトを統括する等の実績のある実施責任者を配置しました。

6.2.2　技術実証担当者

実証コンソーシアムは、適切かつ生産性の高い技術を確保するため、高い技術力を有するローカル 5G の電波伝搬特性等に関する技術的検討に関する連絡を担当する者を配置しました。

6.2.3　　会計処理担当者

実証コンソーシアムおよび実証コンソーシアム構成員以外の委託先は、 実施体制における事業の遂行に 係る支出を適切に管理可能な体制を確保するとともに 、 実証コンソーシアム代表機関は実施体制内の各法人・団体・個人等への経理処理提出の指示・取りまとめを行い、事務局宛の期限内の提出や提出内容の正確性への責任を持つものを配置しました。

6.2.4　　電波伝搬特性等の技術的検討実施体制

実証統括である東日本電信電話株式会社始め、構築・技術実証ベンダーともに実績があり電波伝搬特性に関する技術検討を実施できるベンダーについて以下で選定しました。

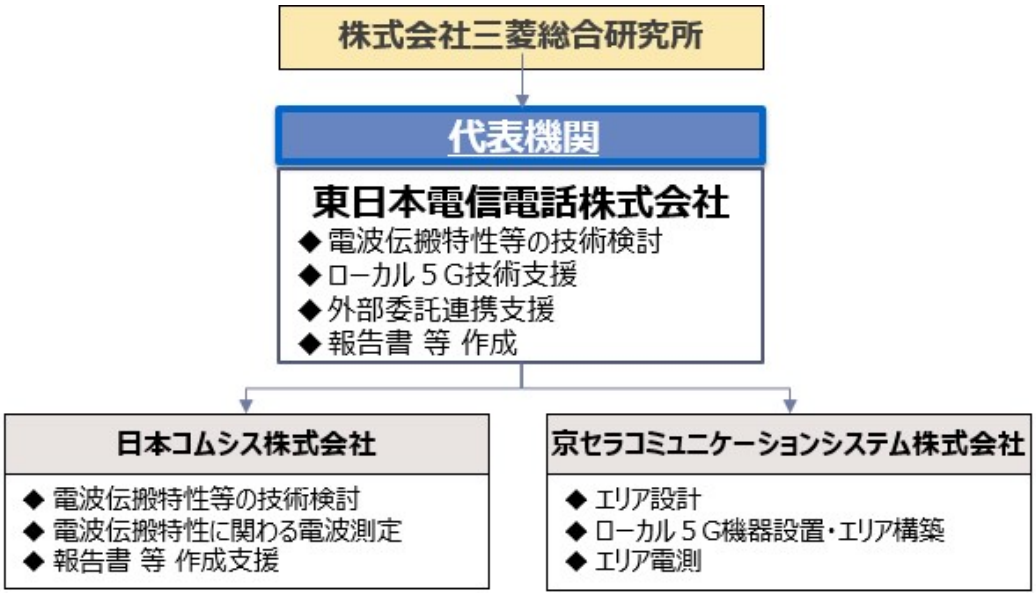


図 6.2-1　電波伝搬特性等の技術的検討実施体制

表 6.2-2　電波伝搬特性等の技術的検討における実績

会社名	過去実績
東日本電信電話株式会社	・令和 2 年度地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証 No.1「自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転の実現」 No.12「ｅスポーツ等を通じた施設の有効活用による地域活性化の実現」 No.16「遠隔会議や遠隔協調作業などの新しい働き方に必要なリアルコミュニケーションの実現」 ・令和 3 年度地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証 No.1「中山間地域での EV ロボット遠隔制御等による果樹栽培支援に向けたローカル 5G の技術的条件及び利活用に関する調査検討」 No.3「新型コロナからの経済復興に向けたローカル 5G を活用したイチゴ栽培の知能化・自動化の実現」 No.10「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」 ・ローカル 5G の交換設備の接続・共用の在り方に関する調査研究の請負

日本コムシス株式会社	・令和 3 年度地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証 No.1「中山間地域での EV ロボット遠隔制御等による果樹栽培支援に向けたローカル 5G の技術的条件及び利活用に関する調査検討」 No.3「新型コロナからの経済復興に向けたローカル 5G を活用したイチゴ栽培の知能化・自動化の実現」
京セラコミュニケーションシステム株式会社	・令和 3 年度地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証 No.10「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」

6.2.5　窓口担当者

プロジェクトを進めるにあたり、事務局を含む関係者から実証コンソーシアムに連絡を行う際の実証コンソーシアム側の窓口担当者を、実証コンソーシアムの代表機関から配置しました。

実施体制内の全ての団体・事業者（委託関係ではない実証コンソーシアム構成員も含む）は、以下の役割を設置しました。

6.2.6　業務実施責任者

本事業で担当する業務の遂行にあたっての各機関の実施責任者を配置しました。

6.2.7　情報セキュリティ責任者

本事業で担当する業務の遂行にあたっての各機関の情報セキュリティ対策における責任者を配置しました。

6.2.8　個人情報保護・管理責任者

本事業で担当する業務の遂行にあたっての各機関の個人情報保護・管理における責任者を配置しました。

6.2.9　情報保全監督責任者

本事業で担当する業務の遂行にあたっての各機関の情報保全における責任者を配置しました。

6.2.10　経費支出監督責任者

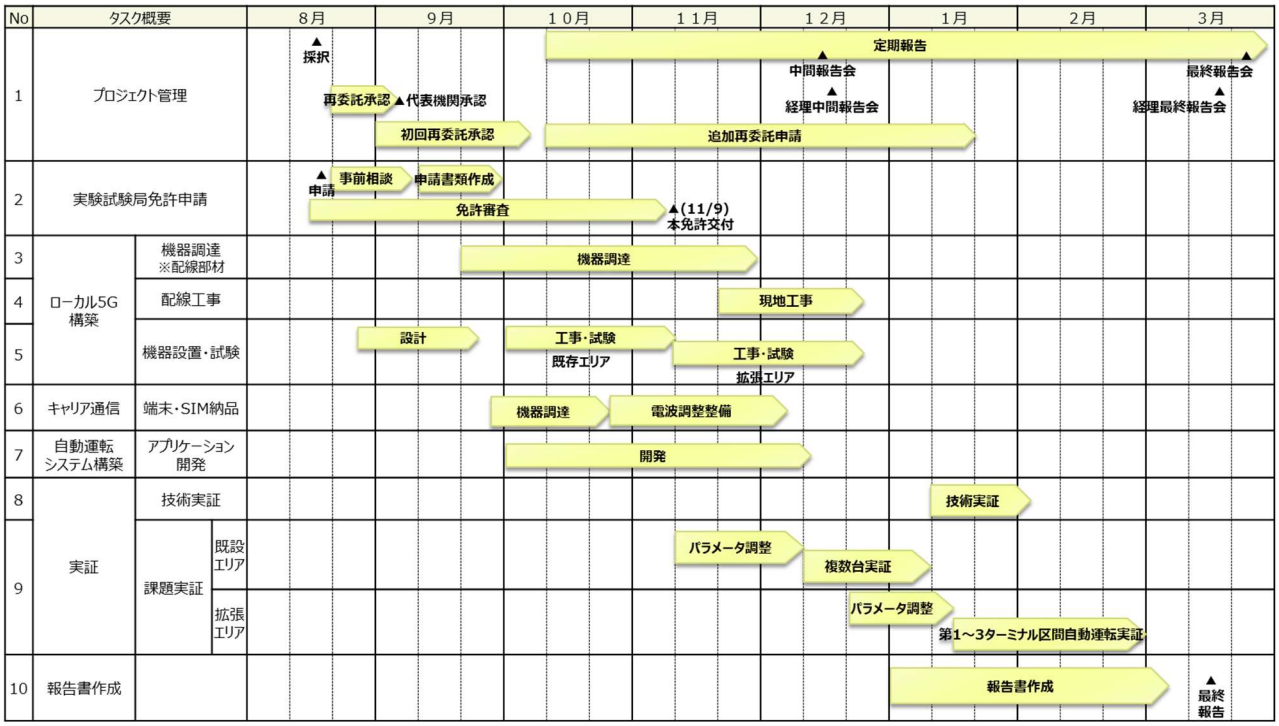
本事業で担当する業務の遂行にあたっての各機関の経理処理における責任者を配置しました。

7.　スケジュール

本コンソーシアムにおけるスケジュール実績は下表の通りとなります。

・定期的に作業の進捗状況を確認し、作業上の問題点を早期に把握することにより予定期間内に作業を終了しています。
・週次報告、月次報告の中で課題管理（課題内容、対応者、対応方針、対応結果等）を実施することで課題対策を図り主要工程を完了させています。

表 7　実施スケジュール



令和４年度　課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証【開発実証事業】

［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］

2023 年 3 月

東日本電信電話株式会社