

地域社会 DX 推進パッケージ事業(自動運転レベル 4 検証タイプ)

# 東京都狛江市

ローカル 5G スマートポールを活用した自動運転車両制御の実証

---

## 実績報告書

2026 年 1 月 30 日

NTT 東日本株式会社

R7 年度狛江市自動運転レベル 4 実証機関



---

# 目次

---

0.	エグゼクティブサマリ .....	1
0.1	実証概要 .....	1
0.2	KPI/KGI の内容と達成状況 .....	1
0.3	考察 .....	2
0.4	成果 .....	2
0.5	課題 .....	2
1.	実証の背景・目的 .....	4
1.1	実証の背景 .....	4
1.2	レベル 4 自動運転を社会実装する上での実証地域における課題 .....	4
1.3	実証の目的 .....	7
1.4	最終目標・構想イメージ .....	8
1.5	「最終目標・構想イメージ」における本実証の位置づけ・目標 .....	10
2.	業務実施体制 .....	11
2.1	実証機関 .....	11
2.2	実施体制図 .....	12
3.	自動運転の運行結果 .....	13
3.1	運行期間 .....	13
3.2	運行時間帯・頻度・運行方式 .....	13
3.3	運行場所 .....	13
3.4	運行者 .....	16
3.5	運行体制 .....	17
3.6	自動運転車両の特徴 .....	18
3.7	自動運転に関する手続き .....	20
4.	実証の手法 .....	22
4.1	①遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:条件不利地域(トンネル、中山間地)の通信の安定性確保 .....	22
4.2	②遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:通信の安定性確保 .....	22
4.3	③安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報を自動運転車両の制御に活用 .....	

する技術の頑健性検証 .....	22
4.3.1    ローカル 5G スマートポールにて取得した物標情報と自動運転制御を接続したインフラ協調検証(交差点および横断歩道通過時シーン) .....	22
1)        目的 .....	22
2)        実証内容の詳細 .....	22
3)        利用技術 .....	25
4)        必要性・緊急性・新規性 .....	28
5)        検証条件 .....	30
6)        開発・評価項目 .....	31
7)        KPI/KGI .....	41
4.4    ④安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報等のデータ連携や車両側の危険回避行動の連携・実装 .....	44
4.4.1    ローカル 5G スマートポールにて取得した対向車走行情報の自動運転車両への接続によるインフラ協調自動運転検証(路上駐停車車両の追い越しシーン) 44	
1)        目的 .....	44
2)        実証内容の詳細 .....	45
3)        利用技術 .....	47
4)        必要性・緊急性・新規性 .....	50
5)        検証条件 .....	51
6)        開発・評価項目 .....	52
7)        KPI/KGI .....	64
4.5    ⑤経済性確保:1人複数車両の同時運行を成立させる通信要件の検証 .....	69
4.6    レベル4の社会実装に向けた検討 .....	69
4.6.1    運用検証 .....	69
1)        システムの操作性やユーザインターフェースに関する評価(特に遠隔監視員の負担軽減等) .....	69
2)        通信システム等の導入による業務フローや運行経路、人員配置等の見直しなど、地域交通の持続性への寄与度 .....	71
3)        データの処理・管理に係る運用などのセキュリティ対策 .....	71
4)        通信システム(路車協調システムや端末を含む)の維持管理・保守 .....	71
4.6.2    効果検証 .....	73
1)        通信システム等の運用の有無による手動介入回数・運行停止時間等の変化 .....	73
2)        自動運転走行車を含む道路交通全体の安全性・円滑性向上の寄与度 .....	73
3)        通信システム等による支援によるルート設定の柔軟化・時間短縮・交通利便性の向上効果 .....	73
4)        初期コスト・ランニングコスト負担の在り方、自動運転システムと他サービスの連携、インフラシェアリング等によるコスト低減化方策 .....	74
5.    通信システムに関する構築 .....	76

5.1	通信システムの全体像 .....	76
5.1.1	システム構成概要 .....	76
5.1.2	ネットワーク構成概要 .....	77
5.2	システム構築・ネットワーク構築にあたっての留意事項等 .....	78
5.2.1	共架柱への添架に要する期間について .....	78
5.2.2	ローカル 5G スマートポール(添架型)の改良について .....	79
6.	実証結果・考察 .....	80
6.1	①遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:条件不利地域(トンネル、中山間地)の通信の安定性確保 .....	80
6.2	②遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:通信の安定性確保 .....	80
6.3	③安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報を自動運転車両の制御に活用する技術の頑健性検証 .....	80
6.3.1	ローカル 5G スマートポールにて取得した物標情報と自動運転制御を接続した インフラ協調検証(交差点および横断歩道通過時シーン) .....	80
1)	実証スケジュール .....	80
2)	開発・評価項目の結果 .....	80
3)	KPI/KGI との比較結果 .....	90
4)	成果・課題 .....	97
6.4	④安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報等のデータ連携や車両側の危険回避行動の連携・実装 .....	98
6.4.1	ローカル 5G スマートポールにて取得した対向車両走行情報の自動運転車両への接続によるインフラ協調自動運転検証(路上駐停車車両の追い越しシーン) .....	98
1)	実証スケジュール .....	98
2)	開発・評価項目の結果 .....	98
3)	KPI/KGI との比較結果 .....	109
4)	成果・課題 .....	120
6.5	⑤経済性確保:1人複数車両の同時運行を成立させる通信要件の検証 .....	121
6.6	レベル4の社会実装に向けた検討の結果 .....	121
6.6.1	運用検証 .....	121
1)	システムの操作性やユーザインターフェースに関する評価(特に遠隔監視員の軽減負担等) .....	122
2)	通信システム等の導入による業務フローや運行経路、人員配置等の見直しなど、地域交通の持続性への寄与度 .....	123
3)	データの処理・管理に係る運用などのセキュリティ対策 .....	125
4)	通信システム(路車協調システムや端末を含む。)の維持管理・保守 ..	126
6.6.2	効果検証 .....	127
1)	通信システム等の運用の有無による手動介入回数・運行停止時間等の変化 .....	127
2)	自動運転走行車を含む道路交通全体の安全性・円滑性向上の寄与度	132

3)	通信システム等による支援によるルート設定の柔軟化・時間短縮・交通利便性の向上効果.....	133
4)	初期コスト・ランニングコスト負担の在り方、自動運転システムと他サービスの連携、インフラシェアリング等によるコスト低減化方策.....	134
5)	自動運転車両利用者、沿線・道路利用者への影響・社会受容性.....	138
6.7	レベル4 社会実装に向けた考察.....	149
7.	本実証の総括.....	151
7.1	本実証の成果・課題.....	151
7.1.1	走行実証による成果と今後の検討課題.....	151
7.1.2	狛江市地域公共交通における今後の課題整理.....	151
1)	地域交通分析結果.....	152
2)	地域交通分析まとめ.....	171
7.2	社会実装に向けたロードマップ・取り組みの発展性.....	172

## 0. エグゼクティブサマリ

---

### 0.1 実証概要

狛江市は小規模な都市でありながら人口密度が高く、多摩川住宅地区計画による再開発により2027年度以降、人口増加が見込まれている。一方で、地域公共交通では乗務員不足と高齢化が深刻化し、路線の見直しや減便が必要であることが報告されている。実際に、狛江ハイタウンへのバス路線は2023年に大幅に減便されている。需要増の見込みに対して供給が縮小する状況にあり、持続可能な公共交通サービスの確立が喫緊の課題である。

その解決の一環として、2023年度にはグリーンスローモビリティの実証運行を実施し、2024年度にはローカル5Gを活用したレベル4<sup>1</sup>自動運転を目指した公道実証を行った。2024年度実証では、歩行者、自転車/二輪車、自動車の認知遅れに起因する強いブレーキの発生が乗り心地と社会受容性に影響すること、路側インフラによる見直し外の交通状況検知について有用性を確認した。

本年度は、路側インフラでの検知情報を自動運転車両の制御までエンド・ツー・エンドで連携し、制御への適用可能性を検証した。具体的には、信号なし交差点の横断歩道通過、信号あり交差点の右左折通過、路上駐停車車両の回避の各シーンにおいて、定時性・安全性・快適性・円滑な乗降を満たす制御が可能かを評価する。これにより、都市部の地域公共交通におけるレベル4自動運転の社会実装に資する技術的な有効性を明らかにする。

### 0.2 KPI/KGIの内容と達成状況

ユースケース3では、遮蔽物により自動運転車両のセンサー視点で歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部見え隠れする生活道路エリアの信号なし交差点(多摩川住宅)と、交通量が多く複雑な交通状況が発生する交差点(田中橋交差点)の2か所にて実施した。ローカル5Gスマートポールで取得した交差点や横断歩道周辺の歩行者、自転車/二輪者、自動車の物標情報を自動運転車両へリアルタイムに伝送することで、見通しの悪い交差点や信号あり交差点において、緩やかなブレーキによる減速や停止ができるか、または交差点を円滑に通過できるかどうかを検証した。本実証では、ローカル5Gスマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延に関するKPI(平均600ms以内)を達成した。あわせて、ローカル5Gスマートポールおよび自動運転車両に搭載したカメラ映像についても、3つのKPIの「映像遅延(平均300ms以内)、フレームレート(平均15fps以上)、画質(HD画質)」を同時に満たすことができた。

ユースケース4では、自動運転車両から遠方の対向車両認識情報を複数のローカル5Gスマートポールで取得し、統合サーバを介してリアルタイムに伝送することで、自車がセンターラインを越えて路上駐停車車両を回避するシーン等で、回避可否の判断を事前に実施。これにより、回避途中で対向車両の影響により通過中の一時停車を予防することが可能かを検証した。本実証では、ローカル5Gス

---

<sup>1</sup> レベル4(高度運転自動化)は、「一定の条件※の下で、運転者の介入を前提とせず、自動運転システムが運転タスク及び作動継続が困難となった場合の対応を担うもの」を指すが、本実証はこれを前提として行われたものではなく、あくまで将来的なレベル4への移行に資する各種検証をレベル2(部分的運転自動化)相当の環境において行ったものである。本稿ではレベル4への移行を見据えて行った各種検証を便宜上[レベル4相当]と記載する。

スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延に関する KPI(平均 600ms 以内)及びセンサー検知範囲が重複している路側インフラ間の通信の揺らぎについての KPI(平均 200ms 以内)を達成した。あわせて、ローカル 5G スマートポールおよび自動運転車両に搭載したカメラ映像についても、映像遅延(平均 300ms 以内)、フレームレート(平均 15fps 以上)、画質(HD 画質)といった KPI をすべて満たすことができた。

### 0.3 考察

本実証では、ローカル 5G スマートポールと車載センサーを統合したシステムが、通信遅延や映像品質に関する KPI を満たし、見通し外や遠方の交通状況を補完できることを確認した。これにより、交差点や見通しの悪い箇所において適切な減速・停止判断が行われ、レベル 4 遠隔監視型自動運転に向けた基盤となる頑健性を有していることが示された。とくに、緊急停止や立ち往生を未然に防ぐことができる可能性がある点は、遠隔監視員<sup>2</sup>による状況確認や運転再開判断の頻度低減につながり、走行時間の短縮および交通利便性向上に資するものと考えられる。

インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)の効果は、遠方情報や車載センサーでは見え隠れが発生する交差点や路上駐停車頻度の多い箇所等において顕著であり、道なりの走行を行う区間への一律適用等は必ずしも有効ではない。今後は、交差点や横断歩道など、必要な地点を見極めた上での配置・活用が重要であると考えられる。また、路上駐停車車両回避においては、後続車への影響を懸念した手動介入が見られた。後続車が自動運転車両の挙動を理解し、それに配慮した運転を行う社会的環境が整えば、これらの懸念は軽減され、結果として手動介入の低減につながる可能性が示唆された。

### 0.4 成果

本実証では、ローカル 5G スマートポールと車載センサーを統合したシステムにより、情報伝送遅延や映像品質に関する KPI を満たし、見通し外や遠方の交通状況を補完できる環境を構築した。

交差点や路上駐停車車両前方では、V2X 情報と自律認識を統合した減速・停止判断が行われ、ドライバーからは認識範囲が拡張されたとの評価が得られている。

遠隔監視を見据えた取り組みとしては、車載側および情報統合センター側の双方で周囲状況を事前に把握・表示する仕組みを整備し、V2X 情報と自律情報を明確に区別することで、特定運行主任者による運行継続判断の実効性を確認した。

路上駐停車車両回避でのインフラ協調(ローカル 5G スマートポール)あり/なしの分析では、対向車が存在しない状況で回避が成立しやすい傾向が見られ、遠方の対向車検知による安全側の判断など、インフラ協調の意義を示すシーンも確認されている。

### 0.5 課題

実証期間中には、道路上の工事や街路樹のせり出し、緊急車両の接近などを要因として手動介入が

---

<sup>2</sup> 本稿における「遠隔監視」及び「遠隔監視員」は、特定自動運行主任者に係る対応業務並びに特定自動運行保安員等に係る保安上の監視・確認等の業務を包含するものとする。

発生しており、商用運行を想定した場合には、このような路線環境の変化への対応は避けて通れない課題である。

そのため、占有申請情報や維持管理情報を事前に連携し、走行前に暫定対応や経路切替を行えるようにする運用設計の重要性が示された。通信・認識基盤については、すでに一定の頑健性に到達しており、今後はインフラ協調型の自動運転を効果的に整備することで、旅客サービスや道路維持管理との連携を強化し、より安定したレベル4自動運転への展開が期待される。

また狛江市地域公共交通においては、鉄道を基軸とした市外アクセスに加え、駅アクセスを担う路線バス、さらにコミュニティバスやタクシーが補完する構造により、市域のほぼ全体がカバーされている。しかし、人口構成の変化や再開発の進展、公共交通を取り巻く環境の変化により、従来前提のまま公共交通を維持することが難しくなりつつある。今年度調査では、「公共交通軸と拠点の充実・保証」「交通空白における移動の確保」「持続可能性・実現可能性の確保」の3つの視点から現状と課題を整理した。

公共交通軸と拠点の充実・保証については、狛江駅・調布駅・仙川駅へのアクセスを担う鉄道と基幹バスが市内外の移動を支えているが、運転士不足の影響で減便の見直しが発生しており、今後はどの路線にどの水準のサービスを維持すべきかの検討が重要となる。また市域の多くが公共交通の利用圏域に含まれていることが確認されたが、高齢者など徒歩移動に制約のある方にとってアクセスが困難な地域が存在し、既存の路線バスより小型な車両による移動支援の検討が必要となる。

さらに、燃料費や人件費の上昇、コロナ禍以降の公共交通利用者数の回復の遅れなどにより、厳しい状況が続いている。乗合バス事業においては、人件費が運行経費の大きな割合を占めており、運転士不足がそのままサービス水準の低下につながる構造となっている。このような状況を踏まえると、短期的な人材確保や財政支援のみでは、中長期的に地域公共交通を維持していくことは難しいと考えられる。

今後は、中長期的な路線バスの再編(選択と集中)、鉄道駅・幹線バスへアクセス手段の充実(モビリティハブ、シェアモビリティ)、幹線バス路線の自動運転化等、持続可能性と実現可能性の両立を図る視点が不可欠となる。

# 1. 実証の背景・目的

---

## 1.1 実証の背景

実証地域である狛江市は、小規模な都市でありながら人口密度が高いうえに、多摩川住宅地区においては、多摩川住宅地区地区計画に基づく再開発により 2027 年度以降、人口増加が見込まれている。

一方で、2024 年 10 月 31 日の狛江市地域公共交通会議では引き続き乗務員不足や高齢化が深刻化し路線の見直しや減便が必要であること、また、市コミュニティバスを含めたバス全体の利用者数が増加していることも運行事業者から報告がなされた。実際に 2023 年に市北部の多摩川住宅である狛江ハイタウンへのバス路線が大幅に減便されている等、持続的に地域の交通サービスを提供し続けることが難しい状況が顕在化している。さらに、市コミュニティバスに関しても、今後、シルバーバスが使えなくなる等のリスクが報告され、交通弱者対策の検討が急がれる状況である。今後の需要増の見込みに対しサービス供給が縮小傾向にあることから、持続可能な公共交通サービスの確立が喫緊の課題となっている。

それらの課題解決の一環として、2023 年度にはグリーンスローモビリティの実証運行を実施、また 2024 年度には総務省令和 5 年度補正「地域デジタル基盤活用推進事業(自動運転レベル 4 検証タイプ)」(以下、2024 年度実証)にて多摩地区初の公道におけるローカル 5G を活用したレベル 4 自動運転の実装に向けた実証を実施した。

本事業は、前述の課題を抱える狛江市の地域公共交通課題解決に資する 1 つのソリューションとして、レベル 4 自動運転の適用可能性を見極めるものである。今年度は、昨年度の実証で明らかになった実運行ルート上の課題に対する解決策を実証することで、レベル 4 自動運転の実装に向けて都市部の地域公共交通における課題解決を目指す。

## 1.2 レベル 4 自動運転を社会実装する上での実証地域における課題

商用運行を実現するためには、地域の移動ニーズを満たし、定時制、安全性、快適性、円滑な乗降を実現する必要がある。2024 年度実証では、利用者となる地域住民に受け入れられるレベルになること、またサービスを提供する地域の交通事業者の理解が得られることが重要だと捉え実証を行った。その理由としては、歩行者、自転車/二輪車、自動車等の認知が遅れ強いブレーキがかかるシーンが多発すると、立位のお客様やシートベルトをしないお客様に安心してご乗車いただくことができず、社会実装の大きな障壁となるためである。

そのためのファーストステップとして、2024 年度実証では商用運行を見据えた乗客サービスレベルにおける、レベル 4 自動運転を目指した検証を実施した。下表に 2024 年度実証において取り組んだ実証内容や社会実装に向けて明らかにした課題について整理した。

表 1-1 2024 年度 実証内容と残された課題

2024年度実証内容	課題	検証結果	実証により明らかになった課題
<p>路側インフラ技術（通信・インフラセンサー等）の適用可能性を検証</p> <p>ユースケース② 交差点における車両の認知機能の補助機能（自動車の死角にいる交通参加者/交通弱者の情報を車両に通知する機能）の検証</p>	<p>自動運転車両が優先道路を走行中、街路樹等の障害物によって生活道路や歩道の視界が遮られ、車載センサーによる歩行者や自転車の認識が遅れ、横断歩道の直前で「運送事業者が許容できないほどの」強いブレーキをかける必要が生じる場合がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>信号なし交差点約25m範囲を対象に、車両センサーの死角となる生活道路から優先道路へ進入するおそれのある自転車・歩行者を路側センサー（LiDAR）で検知し、遠隔監視拠点に伝送。自転車・歩行者の有無、移動方向を認識できることを確認</li> <li>1つの路側センサーデータを、ローカル5Gを経由して遠隔監視拠点、自動運転車両1台に伝送するにあたりローカル5Gを使用することで低遅延な伝送が可能であることを確認</li> </ul>	<p><b>【通信課題】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>路側インフラ情報で取得した情報を用いた自動運転車両までのエンド・ツー・エンドの制御接続</li> <li>複数台の自動運転車両と複数のローカル5Gスマートボールの通信を収容する際の通信要件の整理</li> </ul> <p><b>【自動運転走行課題】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>路側インフラや遠隔監視者との連携による運用方法検討</li> <li>自動運転システムや路側インフラの高度化による手動介入回数の低減</li> <li>特定自動運行主任者との分担の検討</li> </ul>
<p>ユースケース③ 見通し外や路駐車など複雑な交通環境下における物標情報のリアルタイム映像分析及び車側の危険回避行動の連携</p>	<p>自動運転車両が交差点で右折する状況で、かつ、右折先の見通しが悪く進行可能なスペースを事前に把握できない環境では、右折後に進めず交差点内で停止し、他車両の通行の妨げとなる。</p> <p>また左折してロータリーに進入する状況で、かつ、ロータリーの中を見通せない環境では、ロータリー内に自動運転車両が入るスペースの有無を検知できず、ロータリーへの進入の判断ができない、または、左折しきれず横断歩道上で立ち往生してしまう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交差点、ロータリーの見通し約50m範囲を対象に、車両センサー死角の車両滞留状況を路側センサー（LiDAR）で検知し遠隔監視拠点に伝送することで、車両滞留状況を高い精度で判別できることを確認</li> <li>路側センサー（LiDAR、カメラ）データを、ローカル5Gを経由して遠隔監視拠点に伝送するにあたりローカル5Gを使用することで低遅延な伝送が可能であることを確認</li> </ul>	
<p>地域の公共交通を支えるステイホルダーの理解促進・社会受容性の醸成</p>	<p>技術の可用性検証を通して乗客や道路を利用する地域住民の理解促進、社会受容性が必要。</p> <p>また実装時にサービス提供を担う地域公共交通事業者に対しても、自動運転の安全性や特性を理解してもらう必要がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民試乗会にて8割強が「普段利用しているバスと比較しても安心して乗車することができた」と回答</li> <li>実証費込みで初期コスト約1億円（路側インフラ等 実証経費込）、ランニングコスト約0.1億円/年を確認</li> </ul>	<p><b>【商用運行のための課題】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>社会受容性を醸成するための検討、対処が必要な事項             <ol style="list-style-type: none"> <li>商用運行としての移動ニーズを適切に充足</li> <li>公共交通サービス水準（許容できない急激な減速をしないなど）の実現</li> <li>運行時のオペレーションに関する具体化</li> </ol> </li> <li>探索性・持続性のある運行のために必要なインフラ整備や投資、地域公共交通事業者との連携</li> <li>地域交通事業者と地域住民や道路利用者が懸念する課題を整理</li> </ul>

2024 年度実証で路側インフラより取得した情報を遠隔監視者や自動運転車両へ通知できることを確認した。本技術を実証地域でレベル 4 自動運転に活用するためには、路側インフラ情報で取得した情報を V2X データとして情報統合サーバ経由で自動運転車両までエンド・ツー・エンドで接続し、その V2X データと車載センサーによる車両周囲認知結果を自動運転車両内で統合した上で、判断と制御を接続させ、動作させること（=制御接続）が必要となる。そのため本年度は路側インフラでの検知情報を自動運転車両の制御まで一貫して連携し、自動運転車両制御への適用可能性を検証した。

2024 年度実証における手動介入事象を踏まえ、今年度実証にて取り組む課題と対応するユースケース、検証シーンを以下の通り整理した。

表 1-2 2024 年度実証における手動介入事象・件数

No.	事象	件数
1	障害物(路駐車)回避	73
2	障害物(工事)回避	56
3	予防的手動介入(横断者の検知)	22
4	予防的手動介入(信号)	17
5	予防的手動介入(対向車)	13
6	障害物(自転車・歩行者)回避	8
7	誤認識	1
8	予防的手動介入(緊急車両)	1
	総計	191

表 1-3 今年度実証における課題と検証シーン

R6実証により明らかになった課題のうち、優先と考えられる課題	R7ユースケース	通信システムに期待される役割	令和5年度補正(令和6年度)の到達点	R7検証シーン	
<b>路側インフラ情報で取得した情報を用いた自動運転車両までのエンド・ツー・エンドの制御連携</b>	安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送  ※周辺環境情報=車両の死角に存在する交通参加者の有無など	③周辺環境情報を自動運転車両の制御に活用する技術の頑健性検証	周辺環境情報の安定かつ円滑な伝送を行う	R6 ユースケース② 信号なし交差点約25m範囲を対象に、車両センサの死角となる生活道路から優先道路へ進入するおそれのある自転車・歩行者を路側センサ(LiDAR)で検知し、遠隔監視拠点に伝送。自転車・歩行者の有無、移動方向を認識できることを確認	信号なし交差点等の横断歩道通過(駅前ロータリーor多摩川住宅)
			R6 ユースケース③ 交差点、ロータリーの見通し約50m範囲を対象に、車両センサ死角の車両滞留状況を路側センサ(LiDAR)で検知し遠隔監視拠点に伝送することで、車両滞留状況を高い精度で判別できることを確認	信号あり交差点の右左折通過(田中橋交差点)	
	④周辺環境情報等のデータ連携や車両側の危険回避行動の連携・実装	停車・速度向上・発進判断に活用可能な周辺環境情報を安定かつ円滑に伝送を行う	昨年度は未検証	路上駐停車車両の追い越し(六郷さくら通り)	



図 1-1 本実証の検証シーン

### 1.3 実証の目的

前述の課題解決に向けて、路側インフラ技術(通信・インフラセンサー等)の適用可能性について検証することを目的とした。

以下の走行シーンにおいて、路側インフラでの検知情報を自動運転車両の制御まで一貫して連携し、自律制御への適用可能性を検証した。

#### (1) 信号なし交差点等の横断歩道通過

道路幅が狭く、街路樹や建物が並ぶ地域では、信号なし交差点や横断歩道での歩行者や自転車の認知が難しく、乗り心地が悪いと感じる乗客が多くなる可能性がある。

#### (2) 信号あり交差点の右左折通過

手動介入が多く、乗り心地が悪いと感じる乗客が多くなる可能性がある。

左折: 交差点進入前に歩行者や自転車が見え隠れするシーンで譲る判断を行い、緩やかなブレーキにより横断歩道手前で余裕をもって停止し、自動運転車両が再発進の認知判断を行い通過する。

右折: 交差点進入前に横断しようとする歩行者や自転車が見え隠れするシーンで譲る判断を行い、緩やかなブレーキにより右折停止線手前で余裕をもって停止する。その後自動運転車両が再発進の

認知判断を行い、対向車両など他の交通への影響を最小限にして通過する。

### (3) 路上駐停車車両の回避

路上駐停車車両の回避時に手動介入が必要であり、対向車両の認識を行って、適切なタイミングでの回避判断を自動運転車両が行いやすくなることが求められる。

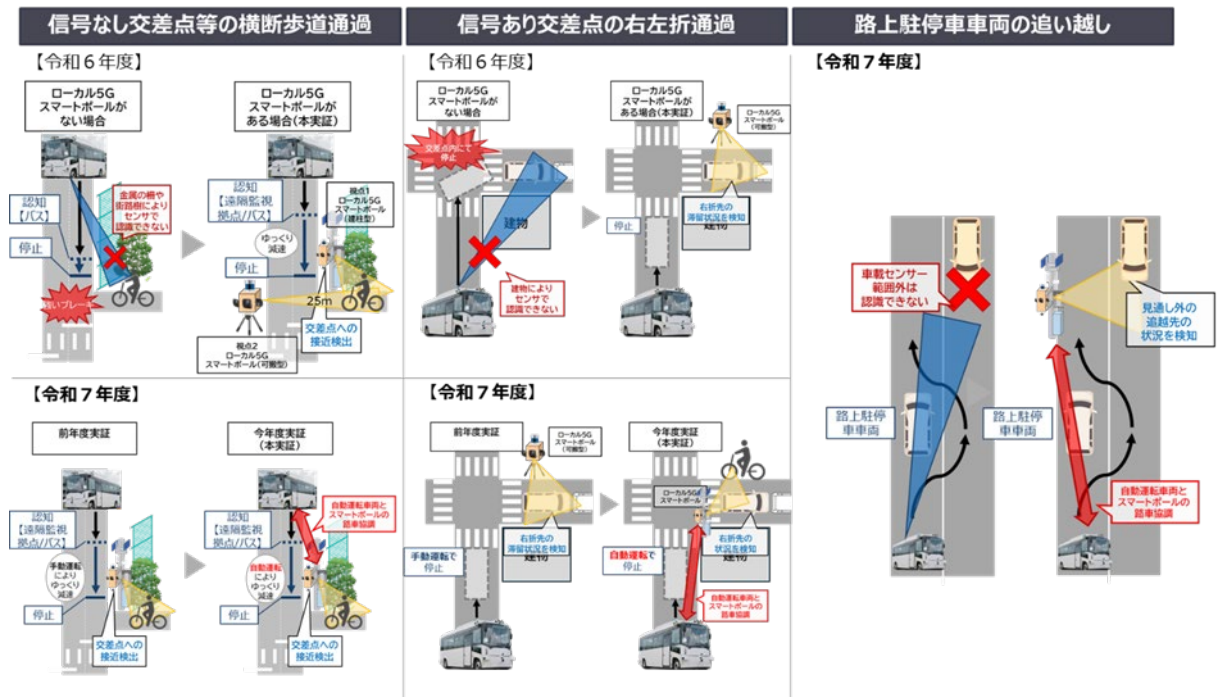


図 1-2 昨年度ユースケース実証と今年度ユースケース実証内容について

## 1.4 最終目標・構想イメージ

2022 年度に策定された狛江市都市計画マスタープラン・立地適正化計画では、目標として「コンパクトで機能的な生活しやすいまち」をかかげ、人口減少の始まる 2033 年を見据え、3 つの鉄道駅と市内拠点を公共交通・自転車ネットワーク・都市計画道路等をつなぐ「コンパクト・プラス・ネットワーク」の都市づくりに向けて取り組んでいる。第 4 章まちづくりの分野別方針、4-2 道路・交通の方針のなかで、自動運転の普及を見据えた道路空間の有効利用に向けての検討を進めている。

表 1-4 狛江市都市計画マスタープラン立地適正化計画(抜粋)<sup>3</sup>

2-1-1	道路空間の改善・利活用
目的	安全かつ円滑な歩行者・自転車・ベビーカー等も含めた全ての利用者の移動の確保や生活道路の安全性確保を図る。また、道路空間を拠点やまちなかの活性化に活用できるよう、国の制度活用や自動運転の普及も見据えた中で道路空間の有効活用を検討する。
取組内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● バリアフリー化（歩道切り下げ、段差解消、点字ブロック）、無電柱化の推進 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">テーマ3-③</span></li> <li>● ゾーン 30 の指定・運用 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">テーマ3-③</span></li> <li>○ 移動時の憩いの場となる思いやりベンチの設置</li> <li>○ 拠点やまちなかの活性化に資するウォークアブルな道路空間の形成</li> <li>○ 市民要望の多い場所での交通安全対策向上に向けた交通安全管理者への要望</li> </ul>

2024 年度実証では、駅前や居住者の高齢化と建物の老朽化により、再整備が予定されている駅から離れた多摩川住宅を周回するルートにて検証を実施した。それを受けて、市議会(令和 6 年第 4 回定例会)において市長が自動運転バスの実証運行の実現に関して、「引き続き実証運行も進めながら、一部地域だけではなく狛江市全体の地域特性に合った交通環境の整備に努めてまいります。」と発言しており、交通事業者をはじめとした各種ステイクホルダーと連携し、公共交通の課題や自動運転の商用運行等について実装にむけた具体的なアクションを行う検討もされている。

さらに、周辺環境の変化として、地域の基幹的な病院であり、北多摩南部医療圏における高度急性期および急性期の医療機能を担っている「東京慈恵会医科大学西部医療センター」が 2026 年 1 月にリニューアルオープンした。病院の機能拡張及び役割強化が進められたことで、狛江市内の受診者が増えることが見込まれる。将来の新たな交通網として、持続可能な公共交通ネットワークを実現するため、レベル 4 自動運転システムにより基幹バス路線を補完し、安定的なサービス供給を図るとともに、モビリティハブ等による交通結節機能の強化や、他に検討中の次世代モビリティ(オンデマンド交通や各種マイクロモビリティ等)とのシームレスな利用環境を構築し、路線バスを含めた質の高い一体的な公共交通サービスの提供を目指す。

将来的には、交通効率が向上することで高齢者等交通弱者の遠隔地域へのアクセスが容易になり、健康増進活動やレクリエーション施設利用が促進されることで高齢者の健康促進やライフスタイルの向上も期待できると考えている。また、新たな雇用の創出も本事業の重要な成果の一つであり、レベル 4 自動運転の運営や保守、ドライバーの確保などにより地域の雇用機会が増加するなど経済的な側面からもプラスの影響をもたらすと期待している。更に車両の運行効率を向上させることで排出ガスを削減し、地域の環境保全に寄与するクリーンな移動手段を提供することも目指しています。

上述した地域社会の変容を促し、自治体をはじめとした各種ステイクホルダーが協力し合いながら地域の結束を一層強め、2027 年度の実装に向けて収支も含めて運行可能なモデルを検討・形成し、住民生活のウェルビーイングを向上させることが最終目標と考えている。

<sup>3</sup> 8.6 参考文献. 1

## 1.5 「最終目標・構想イメージ」における本実証の位置づけ・目標

### ● 本実証の位置付け

本実証の最終的な目標は、前述「最終目標・構想イメージ」のとおり、2027年度までにレベル4自動運転を実装し、特に需要増が見込まれる多摩川住宅周辺や東京慈恵会医科大学西部医療センター周辺の交通課題解決と小田急線と泉多摩川駅の活用を狙うものである。狛江市内の実証では2027年度の自動運転バス商用運行をめざし2024年度からの4ヵ年計画で事業を進めており、本実証はその2年目として現時点で必要不可欠な実証であると位置づけている。

### ● 本実証の目標

2027年度までにレベル4自動運転実装を目指し、本実証ではレベル4自動運転対応の車両を用いて、レベル2自動運転の運用方法(セーフティドライバー同乗)で実証を行った。認可申請へ向け、路側インフラと協調したスムーズな自動運転をエンド・ツー・エンドで実現することを念頭におき、特定自動運行主任者の介入回数・頻度の低減を見込んだ遠隔監視者の運用方針の検討を通じてレベル4自動運転の適用可能性を明らかにすることで、社会実装を目指す。

### ● 地域公共交通事業者や自治体、道路管理者等による運用モデルの検討と社会受容性評価

・レベル4自動運転を社会実装した場合の特定自動運行主任者の役割を明確化するとともに、道路管理者や交通事業者を含む運用に関連するステイクホルダーに対して技術理解や制約認知を促し、インフラ協調を前提とした運用モデルの検討と課題抽出を行った。

・地域公共交通会議に参加するステイクホルダーや地域住民への認知・理解を促進するため、狛江市より周知を行い、本実証期間内に試乗会や意見収集を実施した。実際に走行するうえでの既存交通手段との共存に関するご意見や懸念点等をヒアリングし、行動変容につながる意識醸成を図り、レベル4自動運転に向けた準備を行った。

## 2. 業務実施体制

### 2.1 実証機関

表 2-1 実証機関

代表機関	法人名	NTT 東日本株式会社
	代表者氏名	澁谷 直樹
	所在地	東京都新宿区西新宿3丁目19番2号
	業務の概要	代表機関として、本実証におけるプロジェクト管理、ローカル 5G 通信環境の構築及びローカル 5G を活用した自動運転の実現性評価等を実施
構成員	法人名	株式会社ティアフォー
	代表者氏名	加藤 真平
	所在地	東京都品川区北品川1丁目12-10 ジャコムビル
	業務の概要	レベル 4 自動運転に関する自動運転システムの開発・提供(自動運転のオープンソフトウェア Autoware の開発を主導)を実施
	構成員とする理由	レベル 4 自動運転の実証に関する知見・ノウハウを保有し、実証における自動運転車両(社会実装を想定したコミュニティバス相当)の提供が可能のため
構成員	法人名	株式会社マップフォー
	代表者氏名	田中 一喜
	所在地	愛知県名古屋市中区錦二丁目 8 番 1 号 I-FOREST 名古屋伏見
	業務の概要	高精度 3 次元地図データ作成に係る計測システム及びソフトウェアの提供、スマートポールシステムの構築支援
	構成員とする理由	自動運転の 3 次元地図作成およびスマートポールシステムに関する知見を有するため
構成員	法人名	一般財団法人 計量計画研究所
	代表者氏名	岸井 隆幸
	所在地	東京都文京区後楽一丁目4番14号 後楽森ビル12階
	業務の概要	都市・地域、社会基盤、経済・産業、生活・言語・価値意識等の諸分野について、政府・企業等の政策意思決定、計画策定に関する計量的な調査研究を実施
	構成員とする理由	自動運転を絡めた地域公共交通に関する知見および交通コンサルティングのノウハウを有するため

構成員	法人名	小田急バス株式会社
	代表者氏名	田島 寛之
	所在地	東京都調布市仙川町二丁目 19 番地 5
	業務の概要	交通事業者として、通信システム等の運用性検証を実施
	構成員とする理由	実証地域における主要な路線バス運行事業者及び市コミュニティバス受託事業者であり、本地域におけるレベル4 自動運転サービスを運行することが見込まれる者であるため

## 2.2 実施体制図

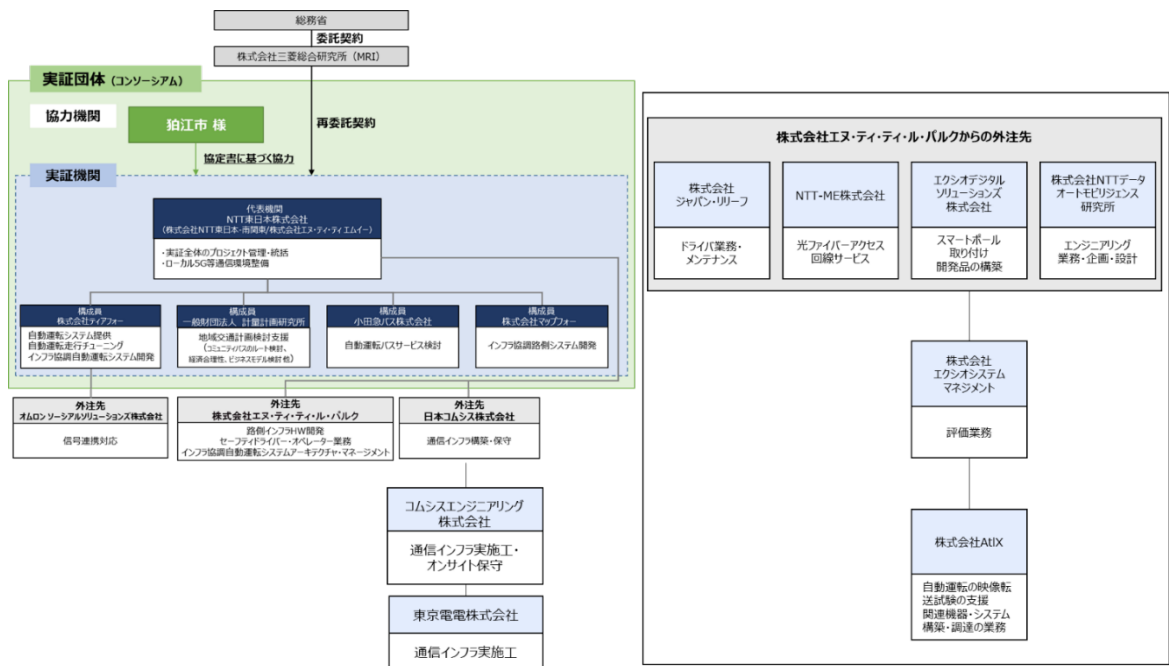


図 2-1 実施体制図

### 3. 自動運転の運行結果

#### 3.1 運行期間

表 3-1 運行内容

運行内容	運行期間・運行日数
準備運行	10月9日(木)～12月5日(金):34日
ユースケース検証	12月8日(月)～1月23日(金):26日
関係者試乗運行	1月8日(木)、1月9日(金):2日
一般運行等	1月12日(月・祝)、1月13日(火):2日
その他運行	なし

#### 3.2 運行時間帯・頻度・運行方式

- 運行時間帯:午前9時～午後5時まで
- 運行頻度:一日最大10周程度
- 運行方式:多摩川住宅～和泉多摩川駅間を往復

準備運行においては、走行実証として2024年度実証結果をもとに、ローカル5Gを利用し、路側インフラ情報を自動運転車両の認知処理と接続し、統合したうえで、判断・制御へ活用した。通信および交通の混雑環境下で交差点右折、見通しの悪い交差点の走行時に適切な走行や停止制御、路上駐停車両の検知および自動運転による回避ができることを確認した。

関係者試乗会や住民試乗会については、地域住民への認知向上・理解促進を目的として、狛江市を含めた自治体関係者、関係企業、地域住民の代表者に参加いただいた。また、試乗計画については、2023年度のグリーンスローモビリティ実証で蓄積・経験したノウハウを活かしつつ、地域公共交通事業者の知見も活かし設計した。詳細なタイムテーブルは実証予定時期の路線バスダイヤを詳細に確認のうえ、安全に十分留意して設計した。

#### 3.3 運行場所

実証地域では駅から離れた多摩川住宅・宅地・病院へのアクセスを確保するルートでのレベル4自動運転の商用運行が必要になっている。これらのルートにおいて、駅までのアクセスは車が多く、時間帯により交通混雑が発生していることから、交通流を阻害しない運行が求められる。

また、業務車両の通行が多い地域であることから、道路上で荷捌きを行うために一時的に路上駐停車する車両の回避など、突発的な道路環境の変化に対応し、安全かつスムーズな運行を行うことが求められる。本実証においては、レベル4自動運転による商用運行を実装する観点で、バスの運行管理を想定した検証内容を定めることが重要になる。なお2024年度実証においてレベル4自動運転の実装に

向けた課題の抽出を実施しており、本実証においてはその抽出課題の解決を目指して 2024 年度実証と同じ和泉多摩川駅と多摩川住宅を結ぶルートで検証を行った。

< 運行概要 >

- 走行箇所: 和泉多摩川駅～田中橋交差点～多摩川住宅を周回するルート
- 走行距離: 約 5.1km
- 自動運転レベル: 原則、レベル 2 自動運転  
 ※レベル 4 自動運転システムをめざした車両等含む装置を利用し、原則自動運転で走行したが、走行実証においてはセーフティドライバーおよびオペレーターが同乗し、必要に応じて手動介入を行うレベル 2 相当で走行した。
- ローカル 5G 基地局: 5 箇所 (和泉多摩川駅ロータリー付近: 1 箇所・田中橋交差点付近: 1 箇所・多摩川住宅付近: 2 箇所・あいとぴあセンター(六郷さくら通り付近): 1 箇所)
- ローカル 5G スマートポール(カメラ・LiDAR): 5 箇所
- 本実証の自動走行ルートは、緑線で示す約 5.1km 区間にて実施した。



図 3-1 本実証の走行ルートおよび実証シーン

走行ルートを複数のバス路線が跨いでおり、コミュニティバス(こまバス)と路線バスのルートとなっている。



図 3-2 既存路線バス走行ルートと本実証における走行ルート

<走行環境や電波の状況>

- 多摩川住宅

優先道路走行中に交差する生活道路や歩道の様子が街路樹や金属柵により一部隠れるため、車両搭載のセンサーやカメラだけでは緩やかな制動で停止可能な距離までに状況を認識することが難しいケースにおいて、横断歩道に近接したあとで強めなブレーキがかかる可能性があるエリアとなっている。

また、2024 年度キャリア電波を調査した際、該当エリアは電波強度が低いことが分かっており、多摩川住宅の再開発により人口増加が見込まれるため、キャリア通信の輻輳がさらに懸念される状況であった。

- 六郷さくら通り

2024 年度実証において路上駐停車が最も多く、当該エリアにおける多摩川住宅から田中橋交差点方向への走行ルートにおいて発生した手動介入 21 件のうち、19 件が路上駐停車回避によるものであった。また、片側 1 車線の道路のため、車両が路肩等に駐車されている道路を走行する際、駐車車両を含む遮蔽物等によって対向車線の様子が一部遮蔽されるケースが存在するエリアとなっている。

昨年度キャリア電波を調査した際、該当エリアは電波強度が問題ない水準ではあるものの 2 つのローカル 5G スマートポールと自動運転車両の上り通信に対しては、広帯域な通信が必要となることが見込まれるため、ローカル 5G が必要となると考えた。

- 田中橋交差点

交通量が多く、交差点に入るまで右左折先の混雑状況を判断することが難しいため、交差点内で一時停止が行われてしまうことにより対向直進車両の通行が妨げられる可能性があるエリアとなっている。また、昨年度キャリア電波を調査した際、該当エリアは電波強度が低いことが分かっている。さらに、交通量が多い交差点のため、時間によってキャリア通信の輻輳が発生すると考えた。

- 駅前ロータリー

ロータリー進入路近辺に街路樹がありロータリー内を見通すことができず、自動運転車両がロータリー進入時に横断歩道を通過する際、駅からの歩行者が車両搭載のセンサーやカメラだけでは緩やかな制動で停止可能な距離までに状況を認識することが難しいケースにおいて、横断歩道に近接したあとで強めなブレーキがかかる可能性があるエリアとなっている。東京都と神奈川県を結ぶ小田急線と泉多摩川駅の駅前ロータリーは電車の通過が多数あり大勢の通信利用者の発生などが想定されることから、キャリア通信や Wi-Fi の混雑が発生し、映像やセンサーデータの安定した通信が困難となる可能性が想定されるエリアである。



図 3-3 走行環境

### 3.4 運行者

セーフティドライバーは、NTT 東日本株式会社(以下、NTT 東日本)、株式会社ティアフォー(以下、ティアフォー)、株式会社エヌ・ティ・ティ・ル・パーク(以下、NTT ル・パーク)より選任した。

### 3.5 運行体制

表 3-2 運行体制

項目		内容
運行管理者の選任・人員体制		本実証では有償旅客輸送を想定しない。 実施要項に基づき、NTT 東日本にて選任する。
遠隔監視設備	種類・特徴	車載カメラ:8 カメラ、フロント画面 HD 画質、その他 VGA 以上 通信網:キャリア通信およびローカル 5G、閉域 VPN ディスプレイ:4K 28 インチ程度のモニターと、GPU 搭載 PC を設置
	機能	・自動運転車両の状態監視 ・遠隔監視映像の受信 ・自動運転車両へのルート送信、地図更新、エラーログ
	設置場所	・東京都狛江市役所 ・NTT 中央研修センター
遠隔監視員	事業者	本実証においてはレベル 2 自動運転を前提とするため、遠隔監視員は設けない。車両のシステム監視は同乗オペレーターにより実施する。実証ユースケースの試験シナリオに応じて、遠隔監視員役(遠隔監視員)が必要な場合は NTT 東日本にて配置
	人員体制	0 名(レベル 2 自動運転のため)
	オペレーション	特に行わない。レベル 4 自動運転に向けた必要なデータ収集を行う場合に、NTT 東日本でデータ収集係員を配置
	遠隔監視体制	特に設けない(レベル 2 自動運転のため)
	業務従事者教育	データ取得を担当する者は、テストドライバーのスキルトランスファートレーニング受講済の NTT 東日本またはティアフォー担当者が監督および指示のもと実施
テストドライバー	事業者	NTT 東日本、ティアフォー、NTT ル・パルク、小田急バス
	人員体制	運転手の人数:1 人 自動運転車両 1 台当たりの配置人数:1 人
	オペレーション	・運転操作の実施 ・ハンドルおよびステアリング、ブレーキの自動操作の監視 ・車両へ自動運転の指示および解除の実施 ・ドライバー判断で交通状況や車両状況に応じ介入操作を実施
	テストドライバーの確保及びこれらに対する業務従事者教育・訓練の計画	・ティアフォーが指定する走行試験トレーニングプログラム(自動運転の認可に対応)を受講完了し、走行に習熟した者がセーフティドライバーとして走行を行う。NTT 中央研修センター内の閉鎖空間におい

		て制御失陥、自己位置推定の欠落や障害物の誤認識および非検出時のオーバーライドに関するトレーニングを行った者が担当 ・本車両は中型運転免許以上を有する者が担当 ・手動運転時は、自動走行制御を OFF 状態でティアフォーまたは NTT 東日本、NTT ル・パルク、小田急バス従業員も運転実施。
保安員 (※上記以外で 運行の安全の ために配置する 人員)	事業者	NTT 東日本、ティアフォー、NTT ル・パルク、小田急バス
	人員体制	自動運転車両 1 台当たりの配置人数:1 人
	オペレーション	・株式会社ティアフォーの自動運転実証基準に基づいて、自動運転車両の認知判断操作状態を監視可能な画面と、車両周囲の状況を確認し、異常が認められる場合にはセーフティドライバーに自動運転制御 OFF を行うように助言 ・本実証においてルート設定操作等のセーフティドライバーの補助を実施
	業務従事者 教育	上記トレーニングを受けたものが従事

### 3.6 自動運転車両の特徴

表 3-3 自動運転車両の特徴

項目		内容
台数		1 台
所有者		日本カーソリューションズ株式会社(※車両使用者は NTT 東日本)
車両 スペック	車両名	株式会社ティアフォー Minibus 2.0
	自動運転レベル	レベル 2(車両本体はレベル 4 認証に対応)
	車両定員	28
	試乗枠の定員	15(着座指定)
	最高速度	車両機能上限:70km/h 実証時上限:35km/h
	センシングデバイス	3DLiDAR:8 台(長距離:4 台・短距離:4 台) ミリ波レーダー:6 台 カメラ(信号認識用):2 台 カメラ(物体認識用):9 台 カメラ(遠隔監視用):8 台 GNSS:1 台

		IMU:2台		
	車両性能 (チェックを入れること)	☑走行中に自動運転と手動運転を切り替えることが可能な遠隔型自動運転システムを備えた自動車として生産された車両である		
		☑自動運転レベル2以上での走行が可能であり、かつ将来的に車両調整等により自動運転レベル4での走行が可能であること		
		☑乗車定員は、実証地域で将来的に実装することを想定した適当な規模であること		
	運行管理システム (チェックを入れること)	☑車両に搭載したカメラによる車両内外の遠隔監視		
☑緊急時における車内との通話				
☑速度や位置等の車両走行状態のリアルタイムでの取得				
☑実験車両に車両周辺の状況や車両状態情報の記録を行うドライブレコーダーやイベントデータレコーダー等を搭載すること				
		☑公道実証実験中の実験車両に係るセンサー等により収集した車両状態情報を含む各種データ、センサーの作動状況等について、交通事故又は交通違反が発生した場合の事後検証に利用することが可能な方法により、適切に記録・保存すること		
	その他装備	ローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)による冗長系対応済、電気自動車		
走行可能環境	天候	晴れ、曇り、雨に対応(15mm 以下)		
	照度	1~10,000lux 街灯がある環境においては夜間~昼間まで対応 (本ルートにおいては夜間も走行可能)		
保有機能	自転車操作	左折	走行可否	可
		右折	走行可否	可
		車線変更	走行可否	可
		障害物回避	対応可否	可

	対象認識	20cm 立方体以上
	白線認識	行わない
	標識認識	行わない
	信号認識	可（カメラおよび信号連携(V2I)）
	MRM	有り
本実証のために実施する自動運転システム改修の内容		路側センサーから受け取った物標を認識結果の一要素として統合し、その情報を活用した車両制御を実現するため、走行計画作成機能を含む自動運転システム側の改修を行う
その他特徴等		<ul style="list-style-type: none"> <li>・路側センサー情報の受信および表示性能を確認するために、試験用の受信機器と表示機器を搭載</li> <li>・BYD 社より購入した車両を日本国内で改造</li> <li>・業務委託契約の別添 1 の 6 条 1(1)に記載のある、基準緩和認定について、当案件で使用する車両は今回の走行においては「特別装置型自動運転車」に該当しないため、基準緩和認定は不要</li> </ul>

### 3.7 自動運転に関する手続き

実施に当たって、下記の連絡及び許可申請を実施した。

表 3-4 自動運転に関する手続き

申請先・調整先	申請内容・調整内容
関東総通局	・今回新設したローカル 5G の免許申請を実施
東京都 (自動走行ワンストップセンター)	・公道実証に関する事前連絡を実施 ・ワンストップセンターより、関係機関(関東運輸局・建設局・警視庁・調布警察署)へ内容を連携
警視庁	・信号連携機器に関する協定締結
調布警察署	・機器設置およびローカル 5G アンテナ調整に伴い、道路使用許可を 2 回申請 ・信号協調の実現に向け、狛江市田中橋交差点に設置する機器と工事内容を説明
東京都北多摩南部建設事務所	・都道に設置している既設電柱に関する道路占有許可を申請
狛江市地域公共交通会議	・第 27 回狛江市地域公共交通会議を実施。委員および各事業者に対し、自動運転実証運行の採択、実証内容、スケジュールを説明

	・第28回狛江市地域公共交通会議では、住民試乗会の日程や運行ダイヤについて説明
--	---

## 4. 実証の手法

---

### 4.1 ①遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:条件不利地域(トンネル、中山間地)の通信の安定性確保

※当該ユースケースは本実証対象外のため記載なし

### 4.2 ②遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:通信の安定性確保

※当該ユースケースは本実証対象外のため記載なし

### 4.3 ③安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報を自動運転車両の制御に活用する技術の頑健性検証

#### 4.3.1 ローカル 5G スマートポールにて取得した物標情報と自動運転制御を接続したインフラ協調検証(交差点および横断歩道通過時シーン)

##### 1) 目的

街路樹・金属柵等の遮蔽物によって生活道路や歩道の様子が見え隠れする交差点では、自動運転車両に搭載されたセンサーやカメラだけでは歩行者、自転車/二輪車、自動車を、緩やかに停止が可能な距離で認識できない可能性がある。その結果、接近してから強めのブレーキが生じ、シートベルトを着用しない乗客を想定した場合、乗客サービスレベルの低下につながり、レベル 4 自動運転の社会実装に対して利用者や当該地域の他の交通事業者、道路利用者の受容性が低下する可能性が考えられる。

そのため昨年度は、「街路樹や金属柵等の遮蔽物によって交差する生活道路や歩道の様子が一部遮蔽されるケース」、「路側に街路樹や建物などの遮蔽物があることによって交差点の先を見渡せないケース」で実証した。これらのケースの解決策として、路側インフラ(ローカル 5G スマートポール)を設置し、見通し外の歩行者、自転車/二輪車、自動車を予め検知した。その検知結果をカメラデータ等と共に、遠隔監視拠点および自動運転車両へ伝送できるか検証し、遅延等影響なく通信可能なことを確認した。

これらのケースの解決策として、路側インフラ(ローカル 5G スマートポール)を設置し、見通し外の歩行者、自転車/二輪車、自動車を予め検知した。その検知結果をカメラデータ等と共に、遠隔監視拠点および自動運転車両へ伝送できるか検証し、遅延等影響なく通信可能なことを確認した。

昨年度の実証結果を踏まえ、本地域実装上の課題である「信号なし交差点等での横断歩道通過」および「信号あり交差点の右左折」シーンにおいて、ローカル 5G スマートポールで取得した交差点や横断歩道周辺の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識情報を、自動運転車両へリアルタイムで伝送することで、緩やかなブレーキによる減速・停止や交差点の円滑な通過の可否を検証する。

##### 2) 実証内容の詳細

ローカル 5G スマートポールで取得した交差点や横断歩道周辺の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識情報を、自動運転車両へリアルタイムで伝送する。これにより、見通しの悪い交差点や信号あり交差点において、緩やかなブレーキによる減速や停止、または交差点を円滑に通過できるかどうかを検証する。

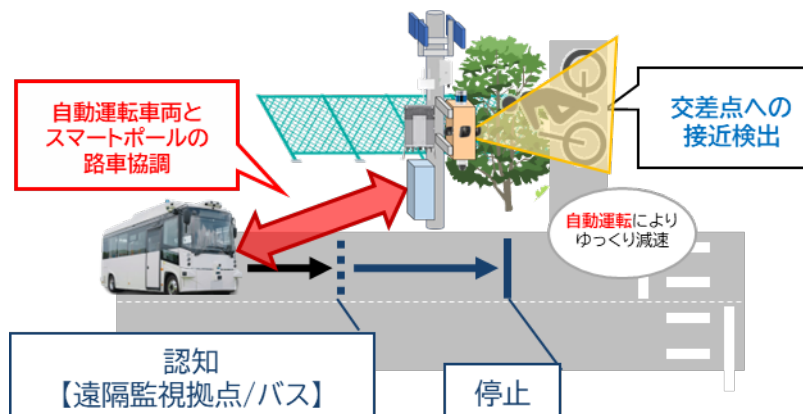


図 4-1 実証イメージ図

### (1) ユースケース実証内容

本ユースケースにおける実証は、主に自動運転車両のセンサーで見通し外となる生活道路エリアの信号なし交差点(多摩川住宅)と、交通量が多く複雑な交通状況が発生する交差点(田中橋交差点)の2か所で行った。それぞれの実証内容は下記のとおりである。

#### a. 多摩川住宅

昨年度ローカル 5G スマートポールを設置した生活道路エリアの信号なし交差点(多摩川住宅)にて実証を行った。自動運転車両の車載センサーのみでは、走行経路周辺の街路樹や金属柵等による遮蔽により歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部見え隠れしてしまう生活道路をカバー範囲とした。

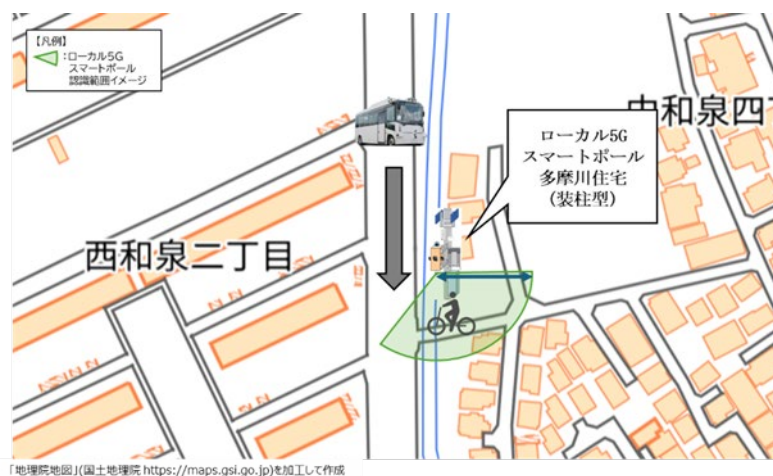


図 4-2 ローカル 5G スマートポールの計測範囲(イメージ)

b. 複雑な交通状況が発生する交差点(田中橋交差点)

交通量が多く複雑な交通状況が発生する交差点に対してローカル 5G スマートポールを新たに 1 台設置し、建物などの遮蔽により自動運転車両のセンサーでは右折先の滞留している他車両が検知できないエリアをカバー範囲とした。

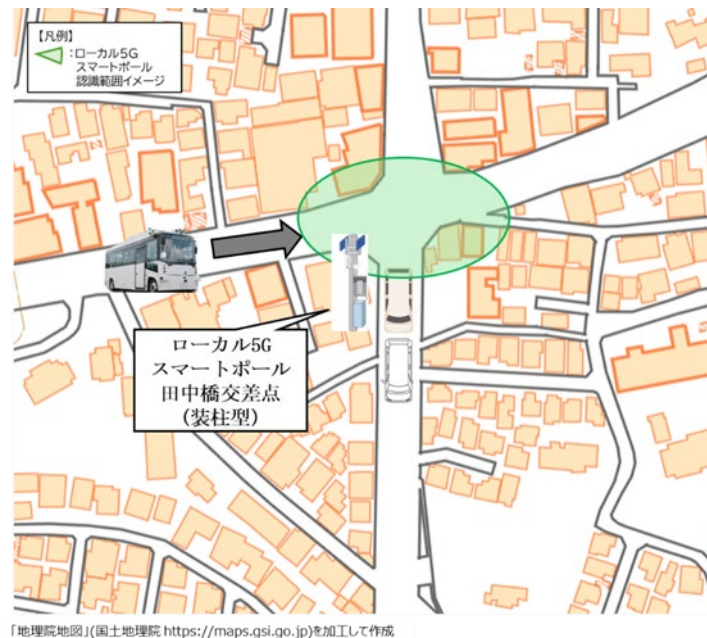


図 4-3 ローカル 5G スマートポールの計測範囲(イメージ)

(2) ユースケース実証手順

実証の具体的な手順は下の表のとおりである。

表 4-1 ユースケース実証手順

実証手順	説明	検証項目
1	自動運転車両が走行ルートを自動運転にて走行	レベル 2 自動運転走行にて走行ができることを確認
2	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーとカメラが交差点の周辺環境情報(歩行者、自転車/二輪車、自動車等)を認識	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーとカメラが交差点の周辺環境状況を認識できることを確認
3	ローカル 5G スマートポールから情報統合センターを経由し映像および物標情報を、自動運転車両および遠隔監視者にリアルタイムで通知	定量評価 KPI の達成を確認 映像および物標情報が自動運転車両および遠隔監視拠点へ遅滞なく通知されることを確認
4	ローカル 5G スマートポールから情報統合センターを経由し、認識情報の通知を受けて自動運転車両が車両進行先の状況を把握	自動運転車両内の自動運転システム画面において、ローカル 5G スマートポールからの物標情報が表示されていることを確認
5	交差点まで走行させ、ローカル 5G スマートポールから情報統合センターを経由し、自動運転車が	ローカル 5G スマートポールから見通し外の認識状況の連接を受けて、滞留車両や横断する歩行者・自

	見通し外(右左折先/生活道路)の認識状況の連接を受けて、滞留車両や横断する歩行者・自転車がある場合は減速または停止線にゆっくりと停止	転車がある場合は自動運転車両の自律制御によって減速または停止線にゆっくりと停止できることを確認
6	右左折先/生活道路の交通・滞留状況に問題が無いことを確認し再発進	自動運転車両の自律制御によって、自動運転走行の再発進・再加速できることを確認
7	自動運転車両が走行ルートを自動運転にて走行	レベル 2 自動運転走行にて走行ができることを確認

### 3) 利用技術

#### (1) ローカル 5G

ローカル 5G は、①柔軟なエリア設計②アップリンク重視の準同期設定③通信混雑及び輻輳の影響が無い専用周波数帯という特長を活かし、将来的な遠隔監視型レベル 4 自動運転に不可欠となる高精細・低遅延の遠隔監視映像の配信において有効である。

特にキャリア電波が弱いエリアで複数のセンサー・カメラを連携させる場合には、安定した通信を実現するために、ローカル 5G をスポット的に設置することで要所をカバーする構成が将来的に必要なになると想定している。

本実証におけるローカル 5G 基地局において、利用周波数帯は Sub6 帯(4.6~4.9GHz)のうち屋外で利用できる 4.8~4.9GHz 帯を利用した。また、遠隔監視映像の配信を円滑に進めるためアップロード側伝送(アップリンク)速度を重視した準同期 TDD 方式を採用した。

セキュリティ面では、ローカル 5G と VLAN・VPN 技術を組み合わせることで、通信データの種類により、インターネットアクセスと本実証データ通信を分離したネットワークを構築した。将来的なレベル 4 自動運転システムにおいては、閉域通信により通信路の安全を確保することが重要であり、これらの機能によりインターネット接続通信とは分離したネットワークを構成することで、情報の改ざんや漏洩、消去等のリスクを軽減することが可能である。

#### (2) キャリア通信

情報統合センターと自動運転車両間の通信について、ローカル 5G 及びキャリア通信を冗長化し使用した。本実証走行時は、ローカル 5G とキャリア通信の双方が常時アクティブ状態で走行する。自動運転車両の遠隔監視映像をローカル 5G またはキャリア通信により遠隔監視室へ伝送し、遠隔監視者の映像確認に使用する。本実証においてはローカル 5G のカバーエリア外についてはキャリア通信を用いて実証する。キャリア通信においてもバックホールは閉域 VPN を使用している。

#### (3) ローカル 5G スマートポール

自動運転車両の見通し外の情報が取得できるローカル 5G スマートポールを使用した。

ローカル 5G スマートポールは LiDAR センサー・カメラ・PC を搭載している。

今年度は 2024 年度に構築した多摩川住宅、和泉多摩川駅に加え、田中橋交差点に2024年度

にローカル 5G の基地局のため建柱した柱に LiDAR センサー・カメラ・PC を装柱する形で新たにローカル 5G ローカル 5G スマートポールを構築している。



図 4-4 ローカル 5G スマートポール設置箇所



図 4-5 2024 年度実証で構築した既設ローカル 5G スマートポール(装柱型)  
[左:和泉多摩川駅、右:多摩川住宅]



図 4-6 新たに構築したローカル 5G スマートポール(装柱型)  
[田中橋交差点]

#### (4) LiDAR センサー

LiDAR センサーは、3 次元 360 度赤外線センサーとして物体認識に用いた。

LiDAR センサーの情報をもとに、3 次元地図上で歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識結果と

移動方向を識別することで、道路上の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識や進入方向の判別を実施した。

#### (5) カメラ

カメラはローカル 5G スマートポールからの映像撮影に用いた。

ローカル 5G スマートポール(装柱型)1 基につきカメラが 4 台ずつ接続されており、1 カメラが 90 度ずつ撮影することで、360 度方位での撮影を行う。

また、撮影角度による見落としの防止とキャリブレーションを容易にするため、本実証では画角 120 度のカメラを採用した。

LiDAR センサーとカメラを合わせて、ローカル 5G スマートポール 1 基辺り最大約 120Mbps 程度の通信が発生するシステムである。

#### (6) PC

LiDAR センサーおよびカメラからの識別情報を処理し、その結果を遠隔監視拠点および情報統合センターへ送信する。

#### (7) ネットワークカメラ(NW カメラ)

パンチルトズームが可能な屋外用のカメラによりローカル 5G スマートポールの周辺環境を詳細に把握し、遠隔監視を行う。

#### (8) ローカル 5G スマートポール情報統合

複数のローカル 5G スマートポールが取得した物標情報を、情報統合センターの情報統合サーバにて統合処理や路車間通信実験等で利用されるデータ形式に対応したメッセージフォーマットに変換し、統合した物標情報を自動運転車両へ配信する。

#### (9) 信号情報提供装置

自動運転車両に搭載されている信号情報を取得するカメラにおけるバックアップとして信号情報提供装置内の機器が灯器状態を取得し、信号サーバを経由して自動運転車両へ信号予定情報を配信する。

#### (10) インフラ協調制御

情報統合センターから配信された物体認識情報を利用し、自動運転車両に搭載されているセンサー等の見通し外領域の情報を自動運転制御に活用する。

### 4) 必要性・緊急性・新規性

## (1) 必要性

経済性や複数台運行の観点から、レベル 4 自動運転走行時における特定自動運行主任者の介入を削減する必要がある。2024 年度の実証では、特に「信号のない交差点での横断歩道通過」や「信号のある交差点での右左折」で手動介入が多く発生したため、これらの状況下においても手動介入なしで走行できるよう改善する必要がある。

本実証では、2024 年度実証と同じルートにおいて、路側インフラと自動運転車両を連携させることで手動介入を減らせるかを検証する。狭い道路や街路樹、建物が立ち並ぶ都市近郊環境において、路側インフラとの協調が有効かどうかを評価することが目的である。

また本実証では、遮蔽物により車載センサーやカメラから歩行者、自転車／二輪車、自動車が一部見え隠れする交差点において、従来のバスドライバーが経験に基づき、優先道路であっても生活道路の交通状況やカーブミラーに映る様子に応じて速度調整し、強いブレーキがかからないように通過していたようなシーンを想定している。ローカル 5G スマートポールを活用することで、見通し外の状況を把握し、緩やかなブレーキによる減速・停止、あるいは交差点を円滑に通過できるかを見極める狙いがある。

さらに、乗客のシートベルト装着の有無、着座状況、係員の有無といった変動要素に加え、旅客輸送として適切なレベルのブレーキ強度を再現性高く実現できるかどうか、レベル 4 自動運転の社会実装に向けた重要な検証項目である。

## (2) 緊急性

多摩川住宅地区地区計画に伴う建替えにより 2027 年に住民増が見込まれるが、ドライバー不足で路線バスの運行維持への懸念が予想される。人口増エリアと近隣駅へのバス路線の運行のためにも自動運転車両による生活道路や交通量の多い交差点でのスムーズな走行が求められる。

2027 年度のレベル 4 自動運転をめざし、2024 年度実証にて課題となったルートでの自動運転走行について本実証によるインフラ協調自動運転の実証が必要である。

## (3) 新規性

2027 年度の社会実装に向け、2024 年度実証ではローカル 5G スマートポール活用によるデータ流通の同一性を確保した。

本実証では、ローカル 5G スマートポールで取得したセンサー情報を自動運転車両の制御に接続し、複数のポールで取得した情報の統合処理を実施する。約 500m の検知エリアを設け、自動運転車両の認識外にある歩行者、自転車／二輪車、自動車の認識情報を自動運転車両へリアルタイムで伝送し、緩やかなブレーキによる減速・停止や交差点の円滑な通過を支援することは初の試みである

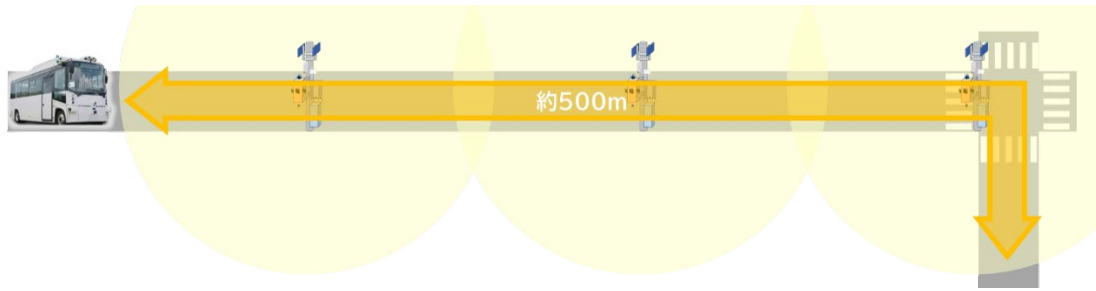


図 4-7 検知エリアイメージ

## 5) 検証条件

### (1) 地理的条件

遮蔽物により生活道路が見え隠れする交差点:優先道路と交差する生活道路や歩道の周辺に一部遮蔽(街路樹や金属柵等)があり、自動走行中に自動運転車両搭載のセンサーやカメラのみでは緩やかなブレーキでは停止・減速できず、乗客サービスレベルが低下する恐れのある個所を選定した。

駅前ロータリー:街路樹による一部遮蔽によりロータリーの状況が交差点や横断歩道に進入するまで確認できず、結果として交差点や横断歩道内で一時停止し、他の交通の妨げとなる可能性がある。

交通量の多い交差点:交通量が多く右左折先の混雑状況が交差点に進入するまで把握できず、交差点内で一時停止することで、対向直進車の通行の妨げになる可能性がある。

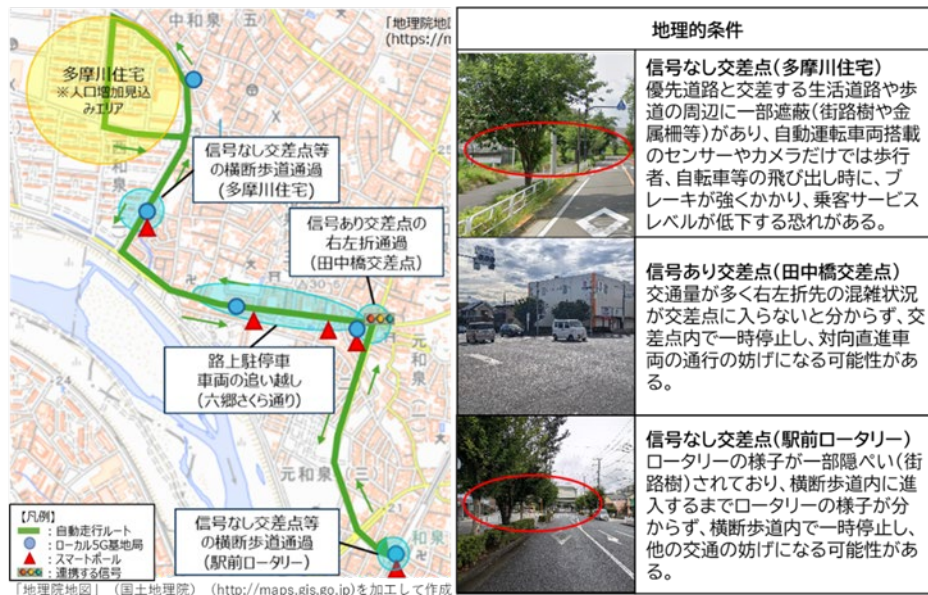


図 4-8 本実証の地理的条件

## (2) 時間的条件

データ計測時間帯は、カメラデータが十分な光量を確保できる 9 時～17 時に実施する。

## (3) 天候条件

自動運転走行は晴れまたは曇り、雨(15mm 以下)の天候にて、実施する。なお、参考として走行時の天候状況を記録する。

## 6) 開発・評価項目

表 4-2 開発・評価項目

番号	開発・評価項目
(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認
(2)	ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認

### (1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認

ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送経路の概念図を下記に示す。

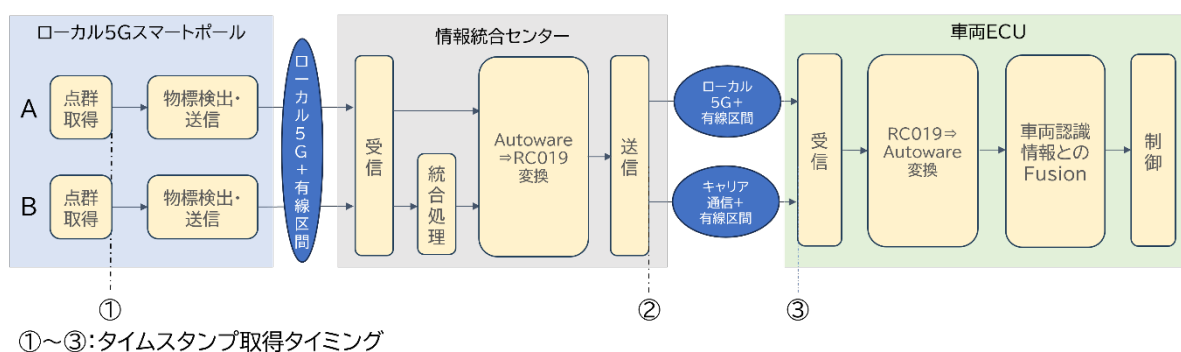


図 4-9 情報伝送経路の概念図

ローカル 5G スマートポールのセンサーで検出した物標情報は、ローカル 5G と閉域 VPN を介して、情報統合センターへ送信し、複数のローカル 5G スマートポールの物標情報を統合処理した後に

自動運転車両へ送信する。メッセージフォーマットは RC-019<sup>4</sup>に準拠した V2X メッセージフォーマットに変換され、ローカル 5G と閉域 VPN を介して MQTT 通信にて自動運転車両へ送信される。

情報遅延の評価方法は、上記図内の①で示すローカル 5G スマートポールのセンサーでセンシングした時刻のタイムスタンプから、同じく上記図内の③で示す車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻のタイムスタンプの時刻差分を情報伝送遅延として計測する。各拠点に設置された ECU の時刻情報については、独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) の日本標準時に同期された公開サーバ (NICT 公開 NTP サービス: ntp.nict.jp) を利用し、各 PC およびサーバを NTP サーバが提供する時刻と同期し、時刻情報の同一性を確保する。

情報統合センターから自動運転車両間 (②～③間) の無線通信についてはローカル 5G とキャリア通信 (閉域 VPN) を冗長化して利用しており、それぞれの無線通信方式で約 25 分間のデータ取得を実施し、評価する。

## (2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認

ローカル 5G スマートポールが配信するセンサー・カメラデータにおいて、映像伝送時の無線通信としてローカル 5G を利用し、遅延量、通信速度、伝送する映像のフレームレートを測定する。

### a. ローカル 5G スマートポールに設置したカメラのフレームレート・遅延平均・画質の評価方法

ローカル 5G スマートポールにて取得したカメラ映像は、ローカル 5G と閉域 VPN を介して遠隔監視 PC へ送信し、遠隔監視 PC および接続されたモニターに表示する。各評価項目について、本実証における走行経路の自動運転走行に係る時間 (約 25 分間) のデータ取得を 2 回程度実施し、取得データのログや録画映像について測定時間内に欠損がないかを確認のうえ評価する。本試験について新設した計 3 基のローカル 5G スマートポールについて、カメラ設置台数が最も多く通信負荷が高い田中橋交差点に設置のローカル 5G スマートポールを用いて実施する。

<sup>4</sup> ITS 情報通信システム推進会議が他の自動運転車両を含む道路利用者の将来的な活用に備え、一般道における歩行者、自転車/二輪車、自動車などの一般交通参加者の安全運転支援、並びに自動運転支援を目的に、路側機が交通参加者の存在情報を無線通信によって通知することで交通事故や各種インシデントを未然に防ぐための実験用通信メッセージ仕様を策定したガイドライン

<sup>5</sup> 8.6 参考文献. 4

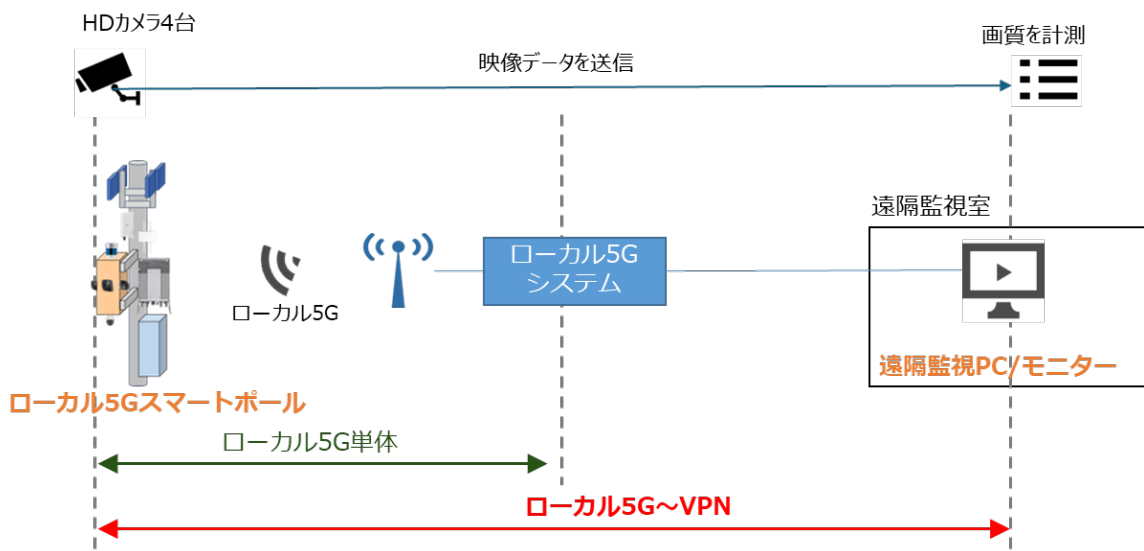


図 4-10 ローカル 5G スマートポールと遠隔監視用 PC 間の映像データ伝送方式概念図



図 4-11 ローカル 5G スマートポール映像の遠隔監視用 PC での表示画面(実証風景)

画質は、計測地点毎に要求仕様を満たしているか確認することで評価し、システム動作時のログについても併せて記録する。

フレームレートの評価方法は、画質と同様に計測地点毎に映像配信時のフレームレートを確認し、要求仕様を満たすか評価する。ログについても画質と同様に記録する。

映像遅延の評価方法は、ネットワーク経由で NTP サーバから時刻を同期した時刻表示 PC をローカル 5G スマートポールにて撮影し、同じくネットワーク経由で NTP サーバから時刻を同期した遠隔監視 PC に対して映像配信を行う。ローカル 5G スマートポールから受信した映像と遠隔監視 PC の時刻の差を映像遅延として計測する。



図 4-12 試験構成概念図

計測における NTP サーバは、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の日本標準時に同期された公開サーバ(NICT 公開 NTP サービス:ntp.nict.jp)を利用し、各 PC およびサーバを NTP サーバが提供する時刻と同期する。

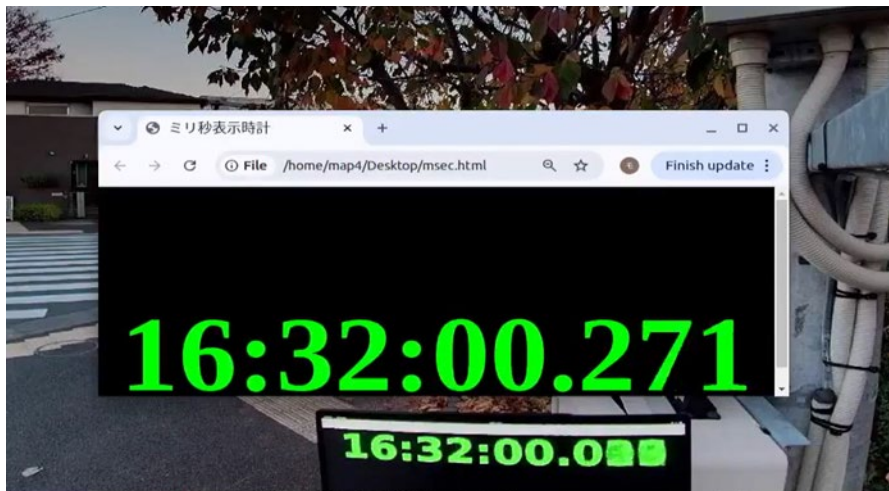


図 4-13 受信側映像の時刻表示画面(実証風景)

本実証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は下の図のとおりである。

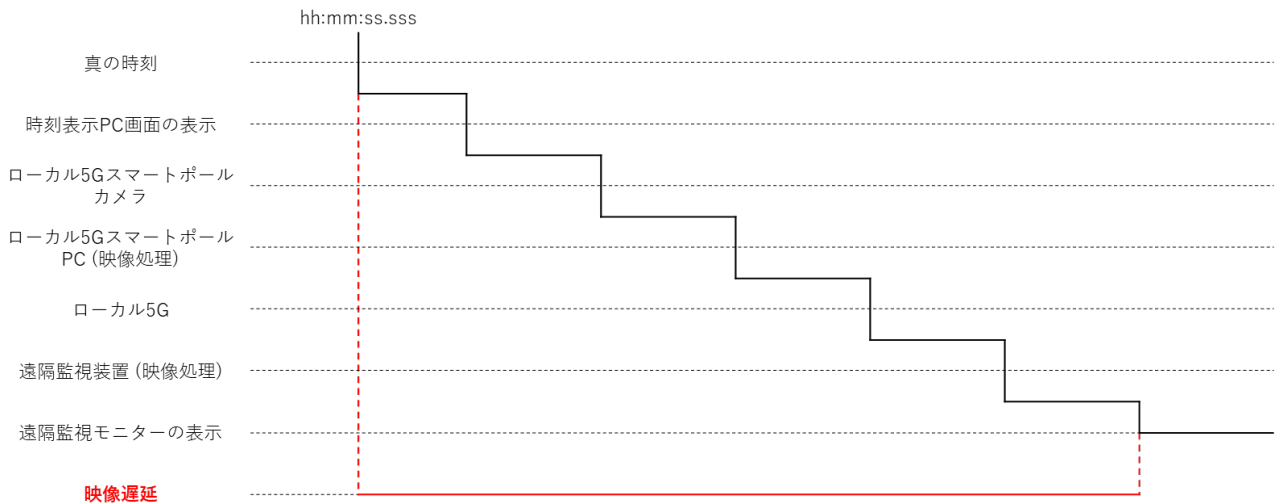


図 4-14 ローカル 5G 区間を含む映像遅延時間の計測区間

b. 自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のスループット・フレームレート・遅延平均・画質の評価方法

本実証における自動運転車両の走行ルート上に 39 箇所の測定地点を設け、自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質の評価を実施した。以下に測定地点と詳細情報を示す。

表 4-3 測定地点の詳細情報

項番	地点名	緯度	経度	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	35.62675	139.57265	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	35.62681	139.57291	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	35.62658	139.57289	対象
4	信号①(狛江高校前)	35.62730	139.57189	対象
5	信号②(狛江高校横)	35.62881	139.57111	-
6	信号③(西河原通り)	35.63014	139.57128	-
7	信号④(田中の池児童公園横)	35.63141	139.57178	対象
8	信号⑤(田中橋交差点)	35.63308	139.57246	対象
9	信号⑥(古民家園前)	35.63318	139.57129	対象
10	バス停①(児童公園)	35.63332	139.57005	対象
11	信号⑦(あいとびあセンター)	35.63349	139.56826	対象
12	信号⑧(麺工房太田亭)	35.63373	139.56633	対象
13	信号⑨(水神前)	35.63401	139.56529	対象
14	信号⑩(多摩川住宅南口)	35.63508	139.56344	対象
15	バス停②(多摩川住宅南口)	35.63607	139.56420	対象
16	交差点①(スーパードライブズ)	35.63742	139.56521	対象
17	信号⑪(多摩川住宅東)	35.63836	139.56575	対象
18	信号⑫(西和泉グラウンド)	35.63904	139.56590	対象
19	交差点②(品川道行)	35.64006	139.56566	対象
20	交差点③(西和泉体育館)	35.64058	139.56517	対象
21	信号⑬(多摩川住宅北)	35.64134	139.56408	-
22	交差点④(多摩川住宅内入口)	35.64174	139.56325	-
23	交差点⑤(多摩川住宅内出口)	35.63874	139.56281	-
24	交差点⑥(多摩川住宅中央通り)	35.63841	139.56455	-
25	信号⑭(多摩川住宅東)	35.63836	139.56575	対象
26	交差点①(スーパードライブズ)	35.63742	139.56521	対象
27	バス停②(多摩川住宅南口)	35.63607	139.56420	対象
28	信号⑩(多摩川住宅南口)	35.63508	139.56344	対象
29	信号⑨(水神前)	35.63401	139.56529	対象
30	信号⑧(麺工房太田亭)	35.63373	139.56633	対象
31	信号⑦(あいとびあセンター)	35.63349	139.56826	対象
32	バス停①(児童公園)	35.63332	139.57005	対象
33	信号⑥(古民家園前)	35.63318	139.57129	対象
34	信号⑤(田中橋交差点)	35.63308	139.57246	対象
35	信号④(田中の池児童公園横)	35.63141	139.57178	対象
36	信号③(西河原通り)	35.63014	139.57128	-
37	信号②(狛江高校横)	35.62881	139.57111	-
38	信号①(狛江高校前)	35.62730	139.57189	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	35.62675	139.57265	対象



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-15 測定地点の概要情報



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-16 測定地点の詳細情報(項番 1~5)



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-17 測定地点の詳細情報(項番 6~12)



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-18 測定地点の詳細情報(項番 13~16)



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-19 測定地点の詳細情報(項番 17~24)

走行ルートにおいて、ローカル 5G 網内の電波品質・強度が遠隔監視要件を充足しているかを  
確認するために UDP プロトコルを用いた iPerf3<sup>6</sup>を実行し、アップロードのスループットを計測す  
る。

画質及びフレームレートについて、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、表 4-3 測定地点の詳細情報で定めた走行ルート上のローカ  
ル 5G 計測対象地点にて充足することを確認した。本検証は自動運転車両実験を開始する前に、  
弊社にて実験車両を試作し、走行ルート内区間で手動運転にて実施した。

映像遅延について、ローカル 5G を通じてパブリッククラウド上にある自動運転車両の遠隔監視  
映像システムを用いて評価し、表 4-3 測定地点の詳細情報で定めた走行ルート上のローカル  
5G 計測対象地点にて充足することを確認した。

<sup>6</sup> 8.6 参考文献. 3

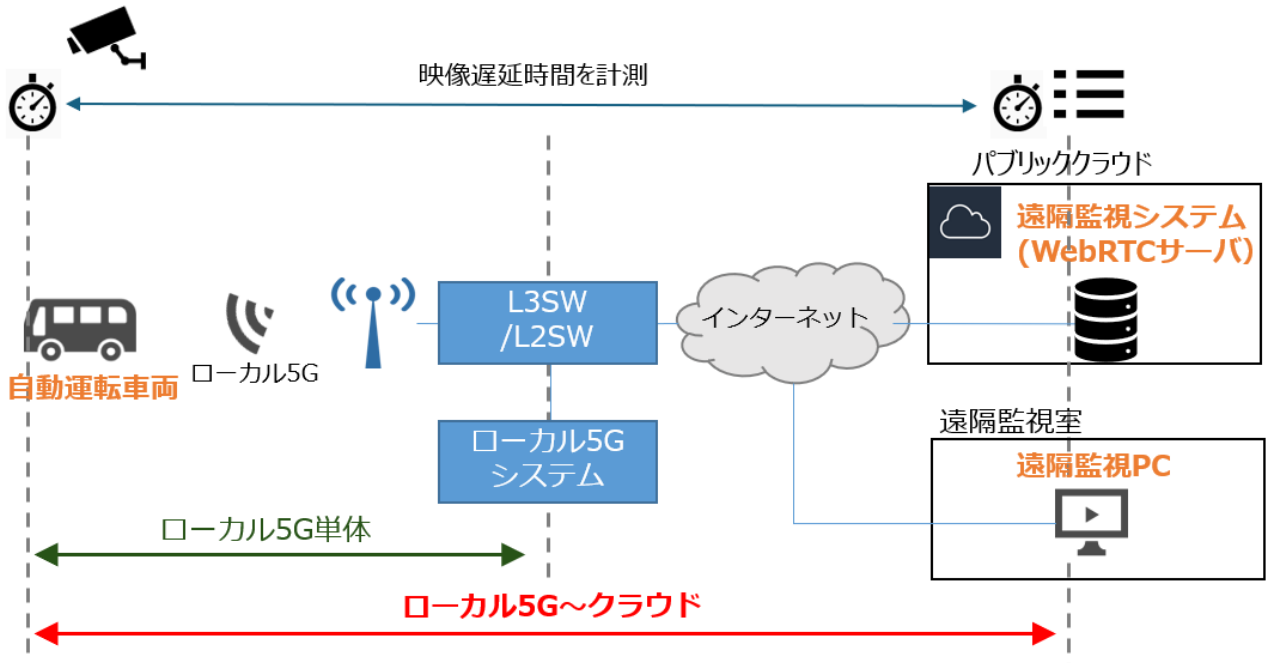


図 4-20 試験構成概念図

映像遅延の評価方法は、ネットワーク経由で NTP サーバと時刻同期した PC に表示された現在時刻表示を自動運転車両内で遠隔監視用車内カメラにて撮影し、遠隔監視 PC に対して映像配信を行う。同じくネットワーク経由で NTP サーバと時刻同期した遠隔監視 PC のモニター画面に現在時刻表示を行い、映像配信に映る時刻表示 PC の現在時刻表示との時刻差分を映像遅延として計測した。



図 4-21 受信側映像の時刻表示画面例

本実証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は下記のとおりである。

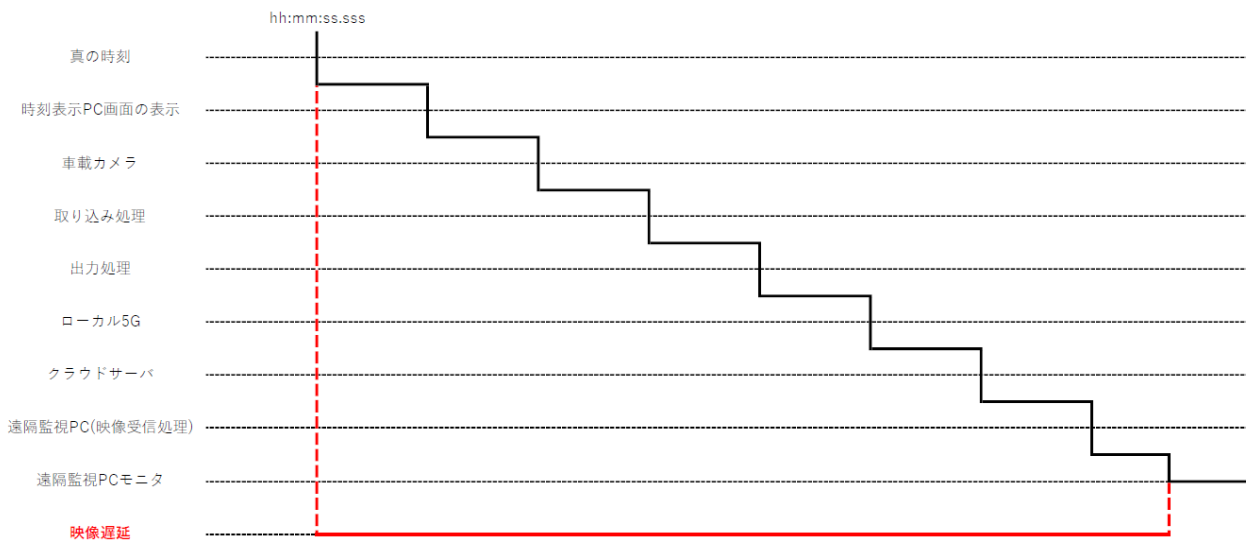


図 4-22 ローカル 5G 区間を含む映像遅延時間の計測区間

## 7) KPI/KGI

表 4-4 KPI/KGI

定量評価 /定性評価	番号	目標値
定量評価	(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内
	(2)	ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台の映像伝送要件: フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、HD 画質(自動運転車両のフロント以外のカメラ 7 台: VGA 画質)
定性評価	(3)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラにて、自動運転車両が交差点に到達する約 60m 以上前から交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車を検出できる
	(4)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラデータをローカル 5G 経由で自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる
	(5)	ローカル 5G スマートポールから交差点付近の走行者、自転車/二輪車、自動車の認識状況の接続を受けて、 <u>自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキによる減速および停止、交差点内状況に合わせ停止線や指導停止線付近で停止することができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)</u>

※将来的な遠隔監視型自動運転を見据え、定性評価の(4)~(5)は同時に満たすべき KPI として定める。

(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内【定量評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延:平均 600ms 以内)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由としては、一般ドライバーの認知・判断・操作に要する時間は約 750～800ms<sup>7</sup>とされている。これを基準に、車両側での処理時間を約 150～200ms 秒と見込んだ上で、通信遅延の目標値を 600ms 以内と設定した。

本設定により、人間の運転行動と同等以上の反応速度を確保し、乗客の快適性を図ることが可能になる。

測定手法については、4.3.1 章 6).(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認 に記載のとおりである。

(2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、HD 画質(自動運転車両のフロント以外のカメラ 7 台:VGA 画質)【定量評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、HD 画質(自動運転車両のフロント以外のカメラ 7 台:VGA 画質))を満たすことを確認する。

目標値の設定理由としては、特定自動運行主任者が車両側およびローカル 5G スマートポール側から伝送される映像を遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを確認するためである。

昨年度の実証で設定した通信品質と同等とし、今年度新たに設置した田中橋交差点のローカル 5G スマートポールでも昨年度と同様の通信品質を満たしているか検証する。

測定手法については、4.3.1 章 6).(2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認 に記載のとおりである。

(3) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラにて、自動運転車両が交差点に到達する約 60m 以上前から交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車を検出できる【定性評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラにて、自動運転車両が交差点に到達する約 60m 以上前から、交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車を検出できる)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由は、車両や街路樹、建物、道路形状などにより、車載センサーのみでは見通し

---

<sup>7</sup> 8.6 参考文献. 2

外の物標を認識することが困難なシーンにおいて、ローカル 5G スマートポールによって見通し外の物標情報を予め認識できるかを確認するためである。また、昨年度の実証実績から、自動運転車両が時速 35km で走行する場合、距離 60m からであれば緩やかにブレーキをかけられることを狙い、この距離を設定した。

計測方法としては、ローカル 5G スマートポールから伝送されたセンサー・カメラデータと情報統合センターから伝送された認識データを遠隔監視者が目視照合し、見通し外の認識情報がドライバーや遠隔監視者と同等の視認性・作業性を維持できるかどうか、官能評価を実施する。

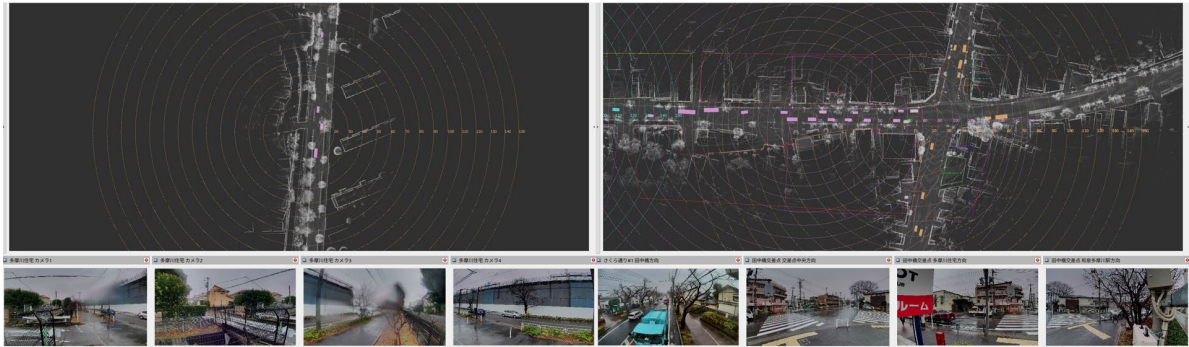


図 4-23 ローカル5G スマートポールの統合サーバ映像  
(左:多摩川住宅 右:田中橋交差点)

(4) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラデータをローカル 5G 経由で自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる【定性評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラデータをローカル 5G 経由で自動運転システムおよび遠隔監視画面に正確に表示・通知ができる)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由は、ローカル 5G スマートポールで認識し、情報統合センターで統合した物標情報を遠隔監視拠点及び自動運転車両に表示・送信することで、自動運転車両のインフラ協調制御への適用可能性を検証するためである。

評価方法としては、ローカル 5G スマートポールから伝送されたセンサー・カメラデータおよび認識データを自動運転システムおよび遠隔監視 PC に表示し、遠隔監視者およびオペレーターによる目視照合を行い、視認性や作業性について官能評価を実施する。

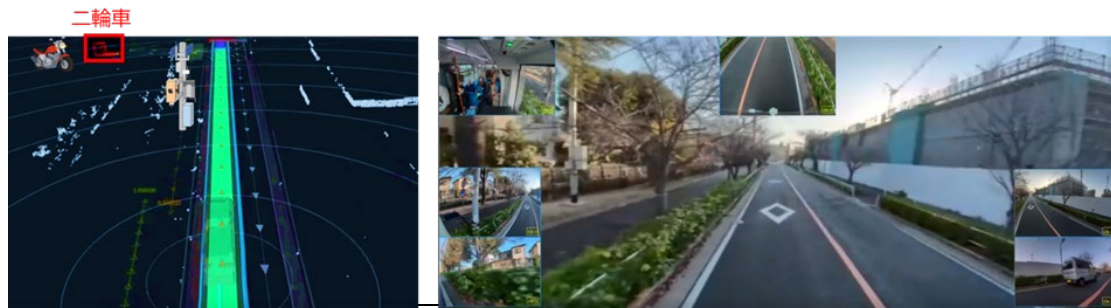


図 4-24 ローカル 5G スマートポール情報の表示  
(左:自動運転システム、右;遠隔監視映像)

- (5) ローカル 5G スマートポールから交差点付近の走行者、自転車/二輪車、自動車の認識状況の接続を受けて、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキによる減速および停止、交差点内状況に合わせ停止線や指導停止線付近で停止することができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)【定性評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールから交差点付近の歩行者、自転車/二輪車の認識状況の接続を受けて、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキをかけ、減速および停止、交差点内状況に合わせ停止線や指導停止線付近で停止すること)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由は、ローカル 5G スマートポールおよび情報統合センターで認識・統合した見通し外または遠方の物標情報を自動運転車両の認知情報の一部として活用し、インフラと協調した自動運転を行うことで、従来は見通し距離の影響で強めのブレーキが必要となったシーンにおいて、見通し外の情報を得て緩やかなブレーキで対応できるかどうか検証するためである。

評価方法としては、インフラ協調制御を活用した際の車両挙動の変化や、セーフティドライバー・オペレーターによる手動介入判断などの作業性について官能評価を実施する。

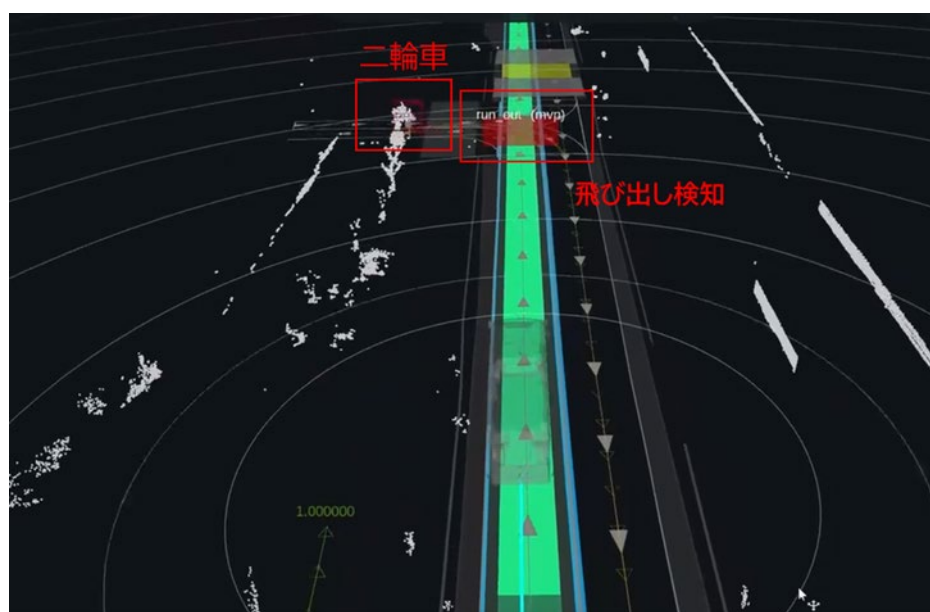


図 4-25 ローカル 5G スマートポール情報による車両システム制御

#### 4.4 ④安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報等のデータ連携や車両側の危険回避行動の連携・実装

##### 4.4.1 ローカル 5G スマートポールにて取得した対向車走行情報の自動運転車両への接続によるインフラ協調自動運転検証(路上駐停車車両の追い越しシーン)

###### 1) 目的

路上駐停車車両の回避について一般車両が路肩等に駐停車している片側 1 車線の道路を走行する

際、「路上駐停車車両や遮蔽物等によって対向車線の様子の一部遮蔽されるケース」および「対向車両が自動運転車両センサーの見通し範囲外を走行しており見渡せないケース」の2つを想定している。

先述した 2 つのケースについて車載のセンサー・カメラだけでは対向車線の状況が確認できず、路上駐停車車両の回避を行う際、対向車両を検知して対向車線等にはみ出した状態のまま停止してしまう恐れがある。そのため、自動運転車両が路上駐停車車両のある車線の対向車線上を走行する可能性がある場合や、対向車両が路上駐停車車両を回避する可能性がある場合は、あらかじめ減速または停止し、対向車両が通過したことを確認してから、走行する必要がある。

本実証においては複数の路側センサーで取得した物標情報を、情報統合サーバを介して低遅延でリアルタイムに伝送する。本情報をもとに、駐停車する車両の側方を自レーンからはみ出して自車が通過するシーンにおいて、遠方に存在する対向車の有無から通過判断を予め行うことで、通過中に対向車線等にはみ出した状態での一時停車を予防することを狙う。

具体的には、ローカル 5G スマートポールの物標情報を自動運転車両に送信することで、見通し外や遠方となる路上駐停車車両の先の状況や対向車の想定车速等から、対向車が経路に差し掛かる際の影響の有無を確認し、周辺環境として位置情報等も連携することで、路上駐停車車両の回避への適用効果を確認する。

## 2) 実証内容の詳細

本実証では、自動運転車両から遠方の対向車両認識情報を複数のローカル5G スマートポールで取得し、統合サーバを介してリアルタイムに伝送することで、自車がセンターラインを越えて路上駐停車車両を回避するシーン等で、回避可否の判断を事前に行う。これにより、回避途中で対向車両の影響により通過中の一時停車を予防することを狙う

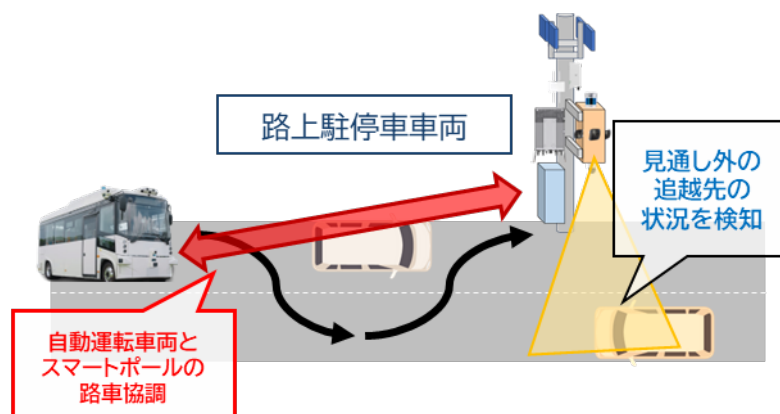


図 4-26 路上駐停車車両脇をはみ出して走行する際の路側インフラ情報活用イメージ

### (1) ユースケース実証内容

本ユースケースは、2024 年度実証で手動介入が多かった片側 1 車線の道路(六郷さくら通り)で行った。それぞれの実証内容は下記のとおりである。

#### a. 六郷さくら通り

2024 年度実証で路上駐停車車両が多かった片側 1 車線の道路に、ローカル 5G スマート

ポールを新たに3基(1基は装柱型、2基は添架型)設置し、自動運転車両のセンサーでは見通せない500mほど遠方までをカバー範囲とした。

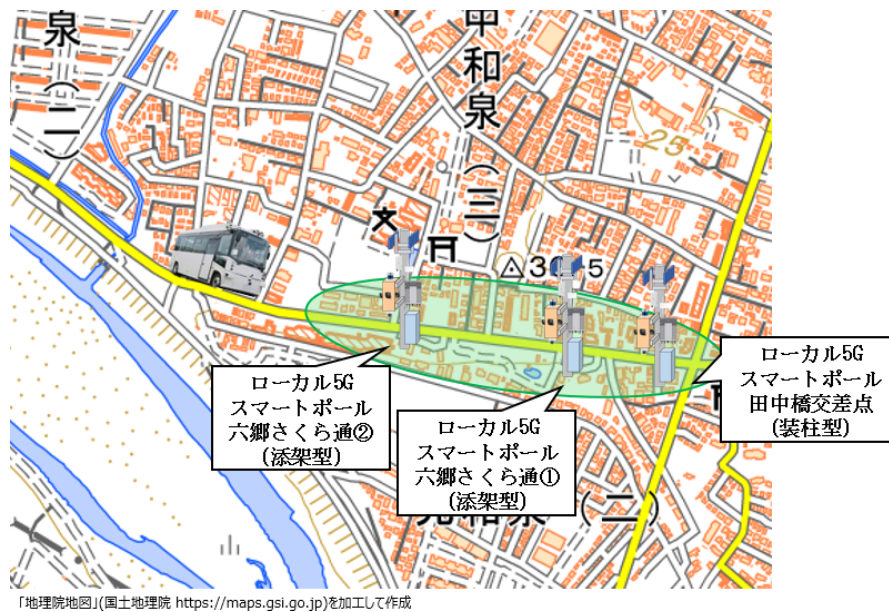


図 4-27 ローカル 5G スマートポールの計測範囲(イメージ)

## (2) ユースケース実証内容

実証の具体的な手順は下の表のとおりである。

表 4-5 ユースケース実証内容

実証手順	説明	検証項目
1	自動運転車両が走行ルートを自動運転にて走行	レベル 2 自動運転走行にて走行ができることを確認
2	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーとカメラが路上駐停車車両の比較的多い道路の交通状況(対向車線における車両の有無等)を認識	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーとカメラが路上駐停車車両の比較的多い道路の交通状況(対向車線における車両の有無等)を認識できることを確認
3	ローカル 5G スマートポールから情報統合センターを経由し映像および物標情報を自動運転車両および遠隔監視者にリアルタイムで通知	定量評価 KPI の達成を確認 映像および物標情報を自動運転車両および遠隔監視拠点へ遅滞なく通知されることを確認
4	複数のローカル 5G スマートポールで検知した物体認識情報(同一の物体)について情報統合センターにて統合処理を実施	統合処理された物体認識情報(同一の物体)が、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラの映像と差分がないことを確認
5	ローカル 5G スマートポールから情報統合センターを経由し、認識情報の通知を受けて自動運転車両が車両進行先の状況を把握	自動運転車両内の自動運転システム画面において、ローカル 5G スマートポールからの物標情報が表示されていることを確認

6	路上駐停車車両を追い越すシーンまで走行させ、ローカル 5G スマートポールから情報統合センターを経由し、対向車線の交通状況の認識状況を受けて、対向車がいる場合は路上駐停車車両手前でゆっくりと停止	ローカル 5G スマートポールから対向車線の認識情報の接続を受けて、対向車がいる場合は自動運転車両の自律制御によって路上駐停車車両手前でゆっくりと停止できることを確認
7	対向車線に車両が走行していないことを確認し、自動運転車両が路上駐停車車両の回避を実施	対向車が走行していない場合に自動運転車両の自律制御によって路上駐停車車両の回避を行うことを確認
8	自動運転車両が走行ルートを自動運転にて走行	レベル 2 自動運転走行にて走行ができることを確認

### 3) 利用技術

#### (1) ローカル 5G

ローカル 5G は、①柔軟なエリア設計②アップリンク重視の準同期設定③通信混雑及び輻輳の影響が無い専用周波数帯という特長を活かし、将来的な遠隔監視型レベル 4 自動運転に不可欠となる高精細・低遅延の遠隔監視映像の配信において有効だと考える。

特にキャリア電波が弱いエリアで複数のセンサー・カメラを連携させる場合には、安定した通信を実現するために、ローカル 5G をスポット的に設置することで要所をカバーする構成が将来的に必要になると想定している。

本実証におけるローカル 5G 基地局において、利用周波数帯は Sub6 帯(4.6~4.9GHz)のうち屋外で利用できる 4.8~4.9GHz 帯を利用した。また、遠隔監視映像の配信を円滑に進めるためアップロード側伝送(アップリンク)速度を重視した準同期 TDD 方式を採用した。

セキュリティ面では、ローカル 5G と VLAN・VPN 技術を組み合わせることで、インターネットアクセスと本実証データ通信を分離したネットワークを構築した。将来的なレベル 4 自動運転システムにおいては、同一セグメント間通信の安全を確保することが重要であり、これらの機能によりインターネット接続通信とは分離したネットワークを構成することで、情報の改ざんや漏洩、消去等のリスクを軽減することが可能である。

昨年度に加えて今年度は新たに六郷さくら通りの「あいとぴあセンター」屋上に新たな基地局を設置した。



図 4-28 新たに設置したローカル 5G 基地局

## (2) キャリア通信

情報統合センターと自動運転車両間の通信について、ローカル 5G 及びキャリア通信を冗長化し使用した。本実証走行時は、ローカル 5G とキャリア通信の双方が常時アクティブ状態で走行する。

また、自動運転車両の遠隔監視映像をローカル 5G またはキャリア通信(閉域 VPN)により遠隔監視室へ伝送し、遠隔監視者の映像確認に使用する。本実証においてはローカル 5G のカバーエリア外についてキャリア通信(閉域 VPN)を用いて実証する。

## (3) ローカル 5G スマートポール

自動運転車両の見通し外の情報が取得できるローカル 5G スマートポールを使用した。

ローカル 5G スマートポールは LiDAR センサー・カメラ・PC が搭載されている。昨年度はコンクリート柱を建柱する形で設置したが、今年度は既存の設備を有効活用する観点から既存の共架柱に添架する方式でローカル 5G スマートポール(添架型)を新たに 2 基設置し、本実証にて使用した。

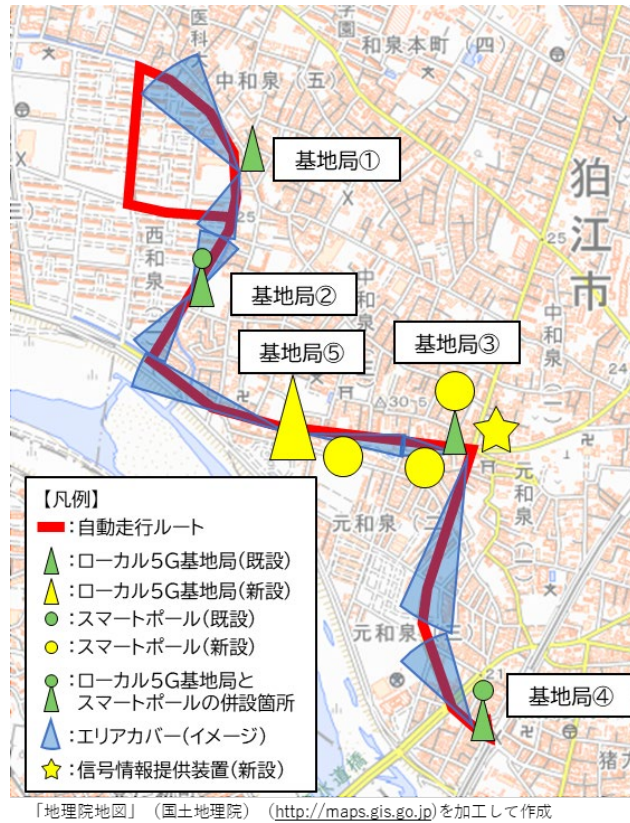


図 4-29 ローカル 5G スマートポール設置箇所



図 4-30 新たに構築したローカル 5G スマートポール(添架型)  
[六郷さくら通り]

#### (4) LiDAR センサー

LiDAR センサーは、3次元360度赤外線センサーとして物体認識に用いた。LiDAR センサーの情報をもとに、3次元地図上で歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識結果と移動方向を識別することで、道路上の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識や進入方向の判別を実施した。

#### (5) カメラ

カメラはローカル5Gスマートポールからの映像撮影に用いた。

ローカル5Gスマートポール(添架型)1基につきカメラが2台ずつ接続されており、1カメラが90度ずつ撮影することで、前後合わせて180度方位での撮影を行う。また、撮影角度による見落としの防止とキャリブレーションを容易にするため、本実証では画角120度のカメラを採用した。

LiDAR センサーとカメラを合わせて、ローカル5Gスマートポール1基辺り最大約120Mbps程度の通信が発生するシステムである。

#### (6) PC

LiDAR センサーおよびカメラからの識別情報を処理し、その結果を遠隔監視拠点および情報統合センターへ送信する。

#### (7) ローカル5Gスマートポール情報統合

複数のローカル5Gスマートポールが取得した物標情報を情報統合センターの情報統合サーバにて統合処理や路車間通信実験等で利用されるデータ形式に対応したメッセージフォーマットの変換し、統合した物標情報を自動運転車両へ配信する。

#### (8) 信号情報提供装置

自動運転車両に搭載されている信号情報を取得するカメラにおけるバックアップとして信号情報提供装置内の機器が灯器状態を取得し、信号サーバを経由して自動運転車両へ信号予定情報を配信する。

#### (9) インフラ協調制御

情報統合センターから配信された物体認識情報を活用し、自動運転車両に搭載されているセンサー等の見通し外領域の情報を自動運転制御に活用する。

### 4) 必要性・緊急性・新規性

#### (1) 必要性

経済性や、複数台運行の観点からレベル4自動運転走行時の特定自動運行主任者の介入を削減する必要がある。2024年度実証にて、手動介入が特に多かった路上駐停車車両の回避対応について

て、手動介入なく走行できるよう改善する必要がある。

本実証にて、2024 年度実証と同じルートで路側インフラと自動運転車両を接続することで手動介入を減らすことができるかを実証する。狭い道路や街路樹、建物が並ぶ都市近郊の環境での路側インフラとの協調が有用であるかの検証となる。

## (2) 緊急性

多摩川住宅地区地区計画に伴う建替えにより 2027 年に住民増が見込まれるが、ドライバー不足で路線バスの運行維持への懸念が予想される。人口増エリアと近隣駅へのバス路線の運行のためにも自動運転車両による生活道路や交通量の多い交差点でのスムーズな走行が求められる。

2027 年度のレベル 4 自動運転をめざし、2024 年度実証にて課題となったルートでの自動運転走行について本実証によるインフラ協調自動運転の実証が必要である。

## (3) 新規性

2027 年度の社会実装に向け、2024 年度実証ではローカル 5G スマートポール活用によるデータ流通の同一性を確保した。

本実証では、ローカル 5G スマートポールで取得したセンサー情報を自動運転車両の制御に接続し、複数のポールで取得した情報の統合処理を実施する。約 500m の検知エリアを設け、自動運転車両の認識外にある対向車両の動きを自動運転車両に接続し、路上駐停車等車両の回避支援を行う事が初の試みである。

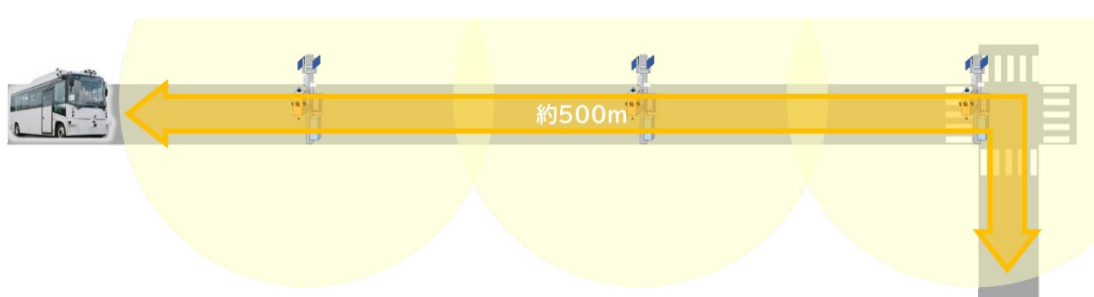


図 4-31 検知エリアイメージ

## 5) 検証条件

### (1) 地理的条件

路上駐停車車両の多い片側 1 車線の直線道路:車載センサーの見通し範囲外を走行する対向車両を検知できないまま路上駐停車車両の回避を実行し、対向車線上で停止する恐れがある。なお、昨年度の実証において路上駐停車車両による手動介入が最多であり、73件(全体の 38.2%)の手動介入が発生していた。



図 4-32 地理的条件

(2) 時間的条件

データ計測時間帯は、カメラデータが十分な光量を確保できる 9 時～17時に実施する。

(3) 天候条件

自動運転走行は晴れまたは曇り、雨(15mm 以下)の天候にて実施する。なお、参考として走行時の天候状況を記録する。

6) 開発・評価項目

表 4-6 開発・評価項目

番号	開発・評価項目
(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認
(2)	ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認
(3)	センサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を確認

(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認

認

### a. 情報伝送遅延の評価方法

ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送経路の概念図を下記に示す。

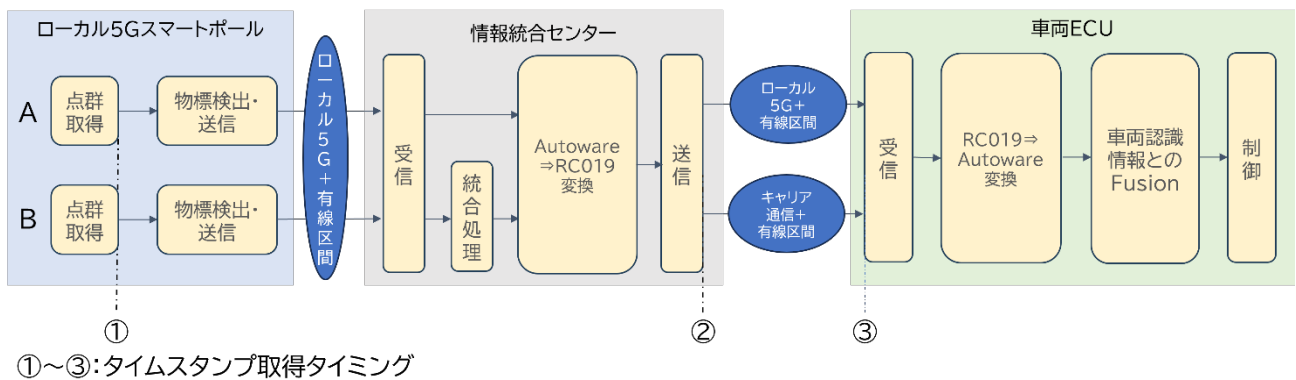


図 4-33 情報伝達経路の概念図

ローカル 5G スマートポールのセンサーで検出した物標情報は、ローカル 5G と閉域 VPN を介して、情報統合センターへ送信し、複数のローカル 5G スマートポールの物標情報を統合処理した後自動運転車両へ送信する。メッセージフォーマットは RC-019<sup>8</sup>に準拠した。この V2X メッセージフォーマットに変換され、ローカル 5G と閉域 VPN を介して MQTT 通信にて自動運転車両へ送信される。

情報遅延の評価方法は、上記図内の①で示すローカル 5G スマートポールのセンサーで点群情報を取得した時刻のタイムスタンプから、同じく上記図内の③で示す車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻のタイムスタンプの時刻差分を情報伝送遅延として計測する。各拠点に設置された ECU の時刻情報については、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の日本標準時に同期された公開サーバ(NICT 公開 NTP サービス:ntp.nict.jp)を利用し、各 PC およびサーバを NTP サーバが提供する時刻と同期し、時刻情報の同一性を確保する。

情報統合センターから自動運転車両間(②～③間)の無線通信についてはローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)を冗長化して利用しており、それぞれの無線通信方式で約 25 分間のデータ取得を実施し評価する。

- (2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認

ローカル 5G スマートポールが配信するセンサー・カメラデータにおいて、映像伝送時の無線通信としてローカル 5G を利用し、遅延量、通信速度、伝送する映像のフレームレートを測定する。

<sup>8</sup> 8.6 参考文献. 4

a. ローカル 5G スマートポールに設置したカメラのフレームレート・遅延平均・画質の評価方法

ローカル 5G スマートポールにて取得したカメラ映像は、ローカル 5G と閉域 VPN を介して遠隔監視 PC へ送信し、遠隔監視 PC および接続されたモニターに表示する。各評価項目について、本実証における走行経路の自動運転走行に係る時間(約 25 分間)のデータ取得を 2 回程度実施し、取得データのログや録画映像について測定時間内に欠損がないかを確認のうえ評価する。本試験について新設した計 3 基のローカル 5G スマートポールについて、カメラ設置台数が最も多く通信負荷が高い田中橋交差点に設置のローカル 5G スマートポールを用いて実施する。

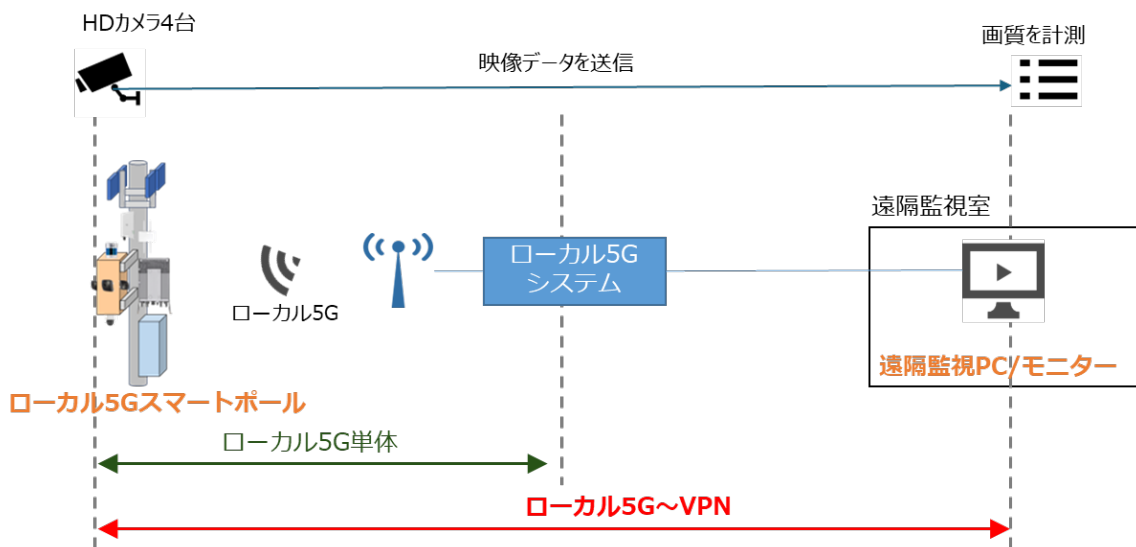


図 4-34 ローカル 5G スマートポールと遠隔監視用 PC 間の映像データ伝送方式概念図

4カメラによる遠隔監視映像の画面イメージ

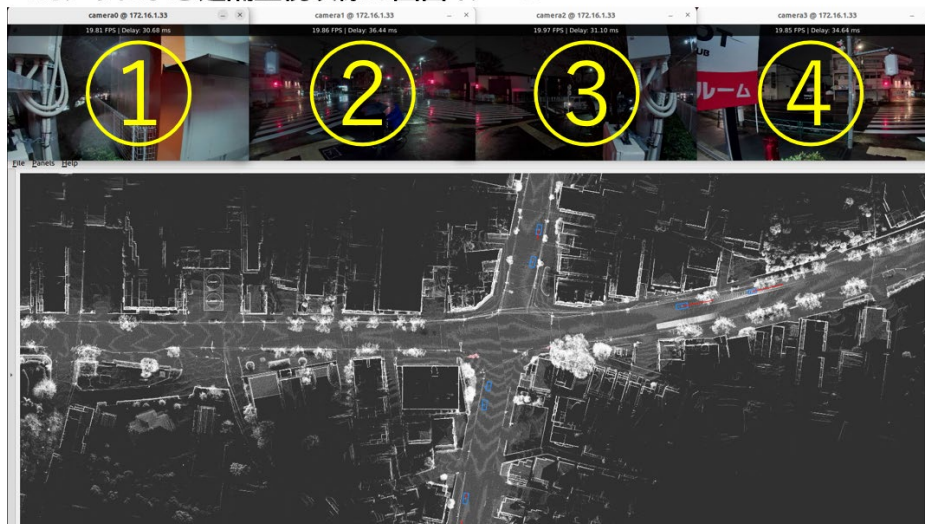


図 4-35 ローカル 5G スマートポール映像の遠隔監視用 PC での表示画面(実証風景)

画質の評価方法は、計測地点毎に要求仕様を満たしているかを確認することで評価を行い、システム動作時のログについても併せて記録する。

フレームレートの評価方法は、画質と同様に計測地点毎に映像配信時のフレームレートを確認し、要求仕様を満たすか評価する。ログについても画質と同様に記録する。

映像遅延の評価方法は、ネットワーク経由で NTP サーバから時刻を同期した時刻表示 PC をローカル 5G スマートポールのカメラにて撮影し、同じくネットワーク経由で NTP サーバから時刻を同期した遠隔監視 PC に対して映像配信を行う。ローカル 5G スマートポールから受信した映像と遠隔監視 PC の時刻の差を映像遅延として計測する。

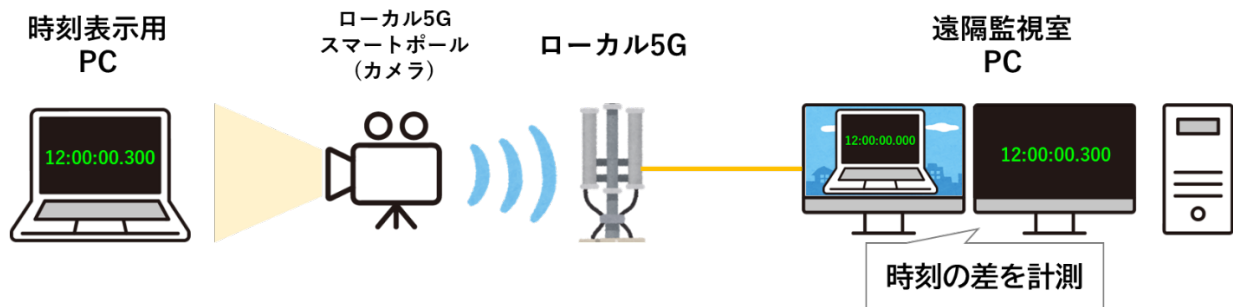


図 4-36 試験構成概念図

計測における NTP サーバは、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の日本標準時に同期された公開サーバ(NICT 公開 NTP サービス:ntp.nict.jp)を利用し、各 PC およびサーバを NTP サーバが提供する時刻と同期する。

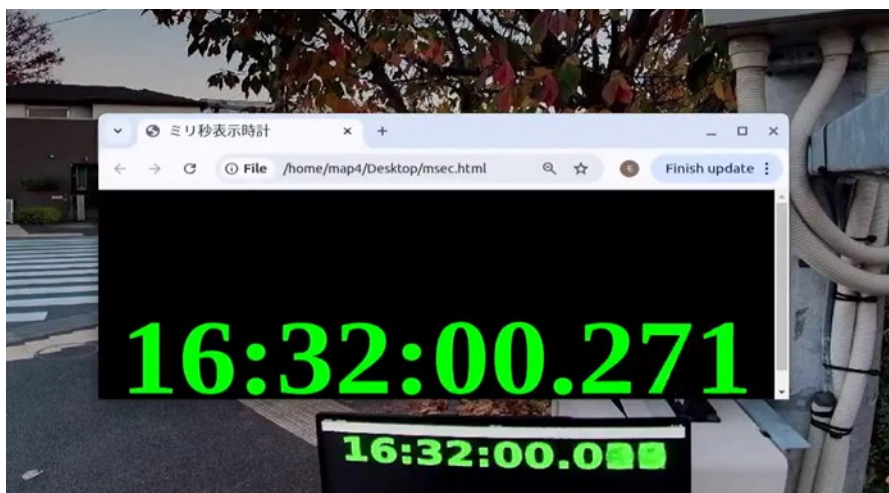


図 4-37 受信側映像の時刻表示画面(実証風景)

本実証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は下の図のとおりである。

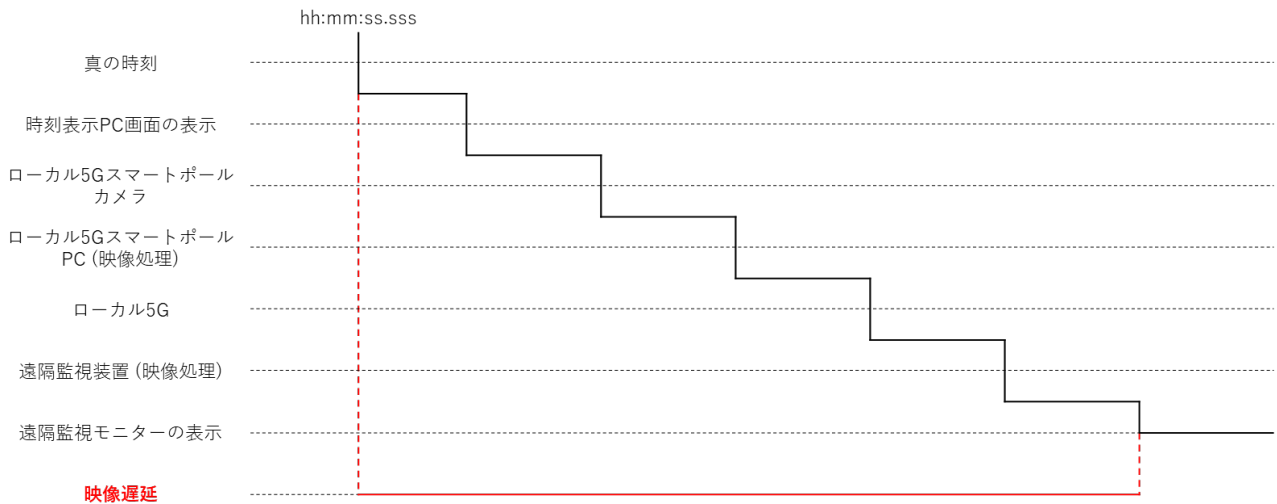


図 4-38 ローカル 5G 区間を含む映像遅延時間の計測区間

b. 自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質の評価方法

本実証における自動運転車両の走行ルート上に 39 箇所の測定地点を設け、自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質の評価を実施した。以下に測定地点と詳細情報を示す。

表 4-7 測定地点の詳細情報

項番	地点名	緯度	経度	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	35.62675	139.57265	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	35.62681	139.57291	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	35.62658	139.57289	対象
4	信号①(狛江高校前)	35.62730	139.57189	対象
5	信号②(狛江高校横)	35.62881	139.57111	-
6	信号③(西河原通り)	35.63014	139.57128	-
7	信号④(田中の池児童公園横)	35.63141	139.57178	対象
8	信号⑤(田中橋交差点)	35.63308	139.57246	対象
9	信号⑥(古民家園前)	35.63318	139.57129	対象
10	バス停①(児童公園)	35.63332	139.57005	対象
11	信号⑦(あいとびあセンター)	35.63349	139.56826	対象
12	信号⑧(麺工房太田亭)	35.63373	139.56633	対象
13	信号⑨(水神前)	35.63401	139.56529	対象
14	信号⑩(多摩川住宅南口)	35.63508	139.56344	対象
15	バス停②(多摩川住宅南口)	35.63607	139.56420	対象
16	交差点①(スーパードライバース)	35.63742	139.56521	対象
17	信号⑪(多摩川住宅東)	35.63836	139.56575	対象
18	信号⑫(西和泉グラウンド)	35.63904	139.56590	対象
19	交差点②(品川道行)	35.64006	139.56566	対象
20	交差点③(西和泉体育館)	35.64058	139.56517	対象
21	信号⑬(多摩川住宅北)	35.64134	139.56408	-
22	交差点④(多摩川住宅内入口)	35.64174	139.56325	-
23	交差点⑤(多摩川住宅内出口)	35.63874	139.56281	-
24	交差点⑥(多摩川住宅中央通り)	35.63841	139.56455	-
25	信号⑭(多摩川住宅東)	35.63836	139.56575	対象
26	交差点①(スーパードライバース)	35.63742	139.56521	対象
27	バス停②(多摩川住宅南口)	35.63607	139.56420	対象
28	信号⑩(多摩川住宅南口)	35.63508	139.56344	対象
29	信号⑨(水神前)	35.63401	139.56529	対象
30	信号⑧(麺工房太田亭)	35.63373	139.56633	対象
31	信号⑦(あいとびあセンター)	35.63349	139.56826	対象
32	バス停①(児童公園)	35.63332	139.57005	対象
33	信号⑥(古民家園前)	35.63318	139.57129	対象
34	信号⑤(田中橋交差点)	35.63308	139.57246	対象
35	信号④(田中の池児童公園横)	35.63141	139.57178	対象
36	信号③(西河原通り)	35.63014	139.57128	-
37	信号②(狛江高校横)	35.62881	139.57111	-
38	信号①(狛江高校前)	35.62730	139.57189	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	35.62675	139.57265	対象



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-39 測定地点の概要情報



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-40 測定地点の詳細情報(項番 1~5)



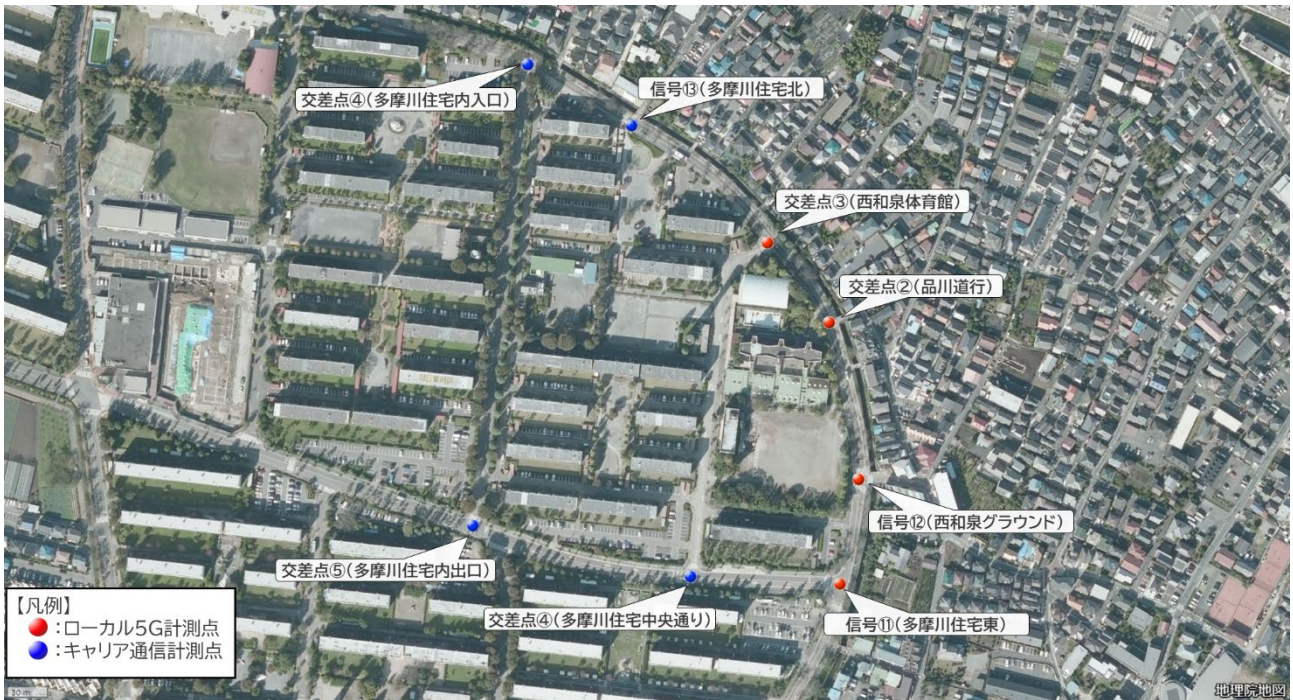
「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-41 測定地点の詳細情報(項番 6~12)



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-42 測定地点の詳細情報(項番 13~16)



「地理院地図」(国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp>)を加工して作成

図 4-43 測定地点の詳細情報(項番 17~24)

走行ルートにおいて、ローカル 5G 網内の電波品質・強度が遠隔監視要件を充足しているかを確認するためにUDP プロトコルを用いた iPerf3<sup>9</sup>を実行し、アップロードのスループットを計測する。

画質及びフレームレートについて、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、表 4-7 測定地点の詳細情報で定めた(走行ルート上のローカル 5G 計測対象地点にて充足することを確認した。本検証は自動運転車両実験を開始する前に、弊社にて実験車両を試作し、走行ルート内区間で手動運転にて実施した。

映像遅延について、ローカル 5G を通じてパブリッククラウド上にある自動運転車両の遠隔監視システムを用いて評価し、表 4-7 測定地点の詳細情報で定めた走行ルート上のローカル 5G 計測対象地点にて充足することを確認した。

<sup>9</sup> 8.6 参考文献. 3

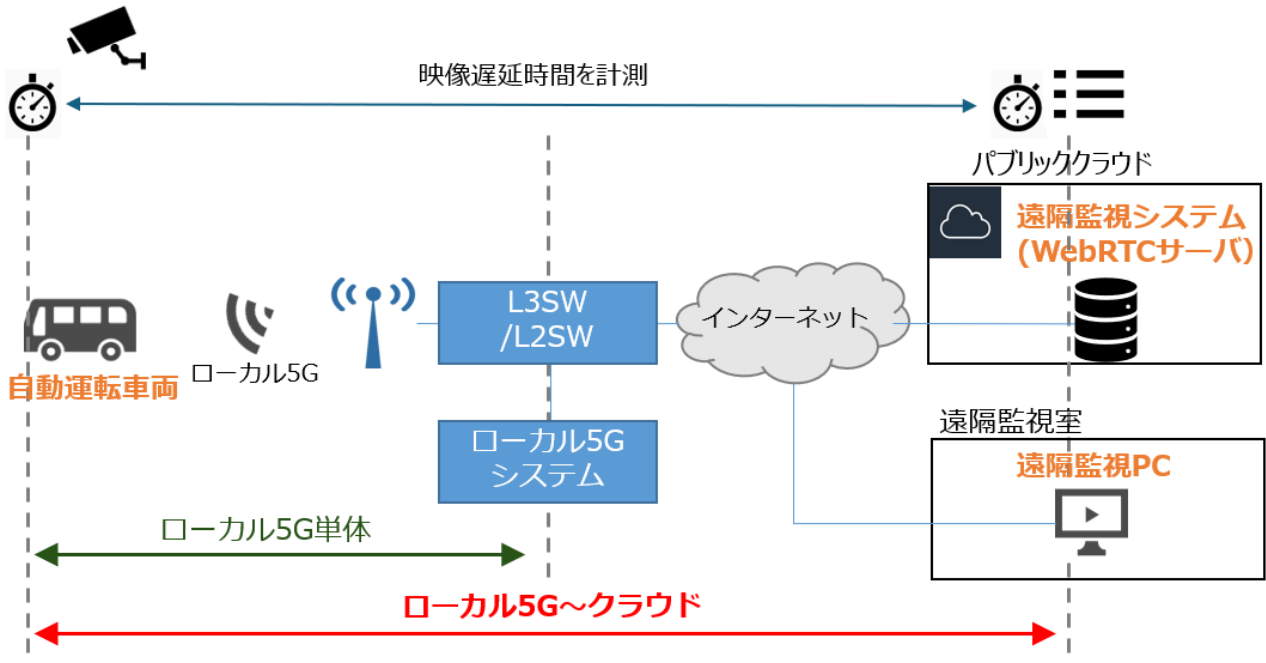


図 4-44 試験構成概念図

映像遅延の評価方法は、ネットワーク経由で NTP サーバと時刻同期した時刻表示 PC のモニター画面に表示された現在時刻表示を自動運転車両内で遠隔監視用車内カメラにて撮影し、遠隔監視 PC に対して映像配信を行う。同じくネットワーク経由で NTP サーバと時刻同期した遠隔監視 PC のモニター画面に現在時刻表示を行い、映像配信に映る時刻表示 PC の現在時刻表示との時刻差分を映像遅延として計測した。



図 4-45 受信側映像の時刻表示画面例

本実証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は下記のとおりである。

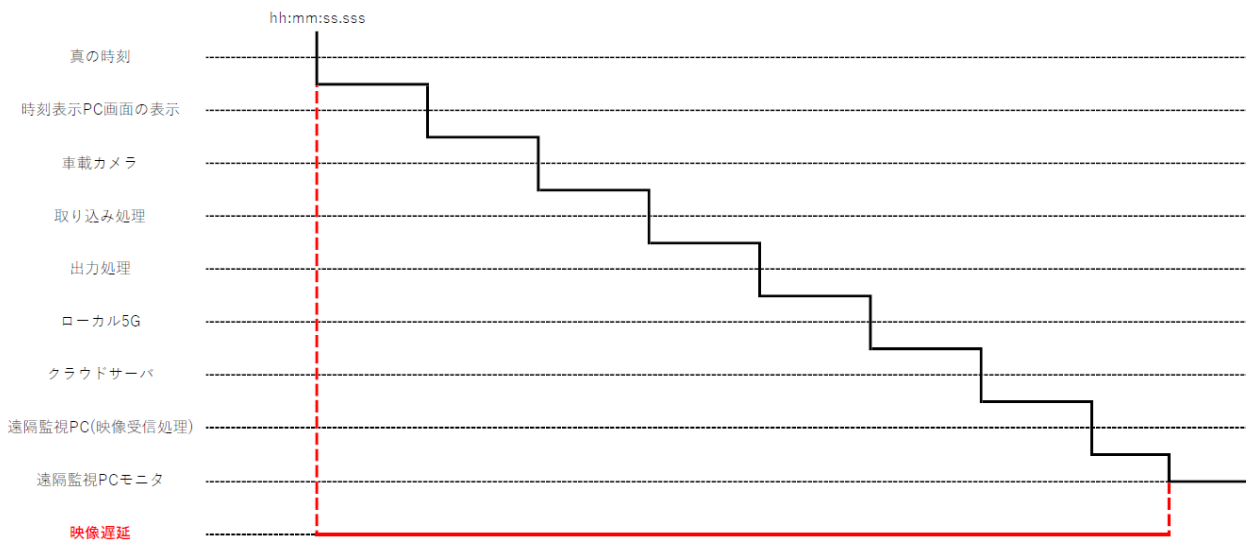


図 4-46 ローカル 5G 区間を含む映像遅延時間の計測区間

(3) センサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を確認

本ユースケースでは、センサー検知範囲が重複している複数のローカル 5G スマートポールで取得した物標情報を情報統合センター経由で、自動運転車両へ接続する上で、同一の物体を複数の物標として自動運転車両へ接続されることを防ぐため、情報統合センターに物標の統合処理機能を実装している。一方で、各ローカル 5G スマートポールは LiDAR センサーによるセンシングから物標検出、物標情報の送信まで一連の処理をエッジに設置している ECU にてそれぞれ独立して実行し情報統合センターまで物標情報を伝送している。また、ローカル 5G スマートポールに設置している LiDAR センサーのセンシング周期は 100ms 周期のため 2 つのローカル 5G スマートポール間でのセンシング時刻ずれが発生する可能性があり、各ローカル 5G スマートポールから情報統合センターに送信された物標情報は時刻ずれが発生することが想定される。

本評価項目では、ローカル 5G スマートポールから自動運転車両までの E2E での接続における情報伝送遅延平均の目標値 600ms 以内を踏まえ、同一物標が複数の物標と誤認識されないためにセンサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を評価する。

a. 遅延平均の評価方法

ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから情報統合センターで統合処理し車両へ送信するまでの情報伝送経路の概念図を下記に示す。

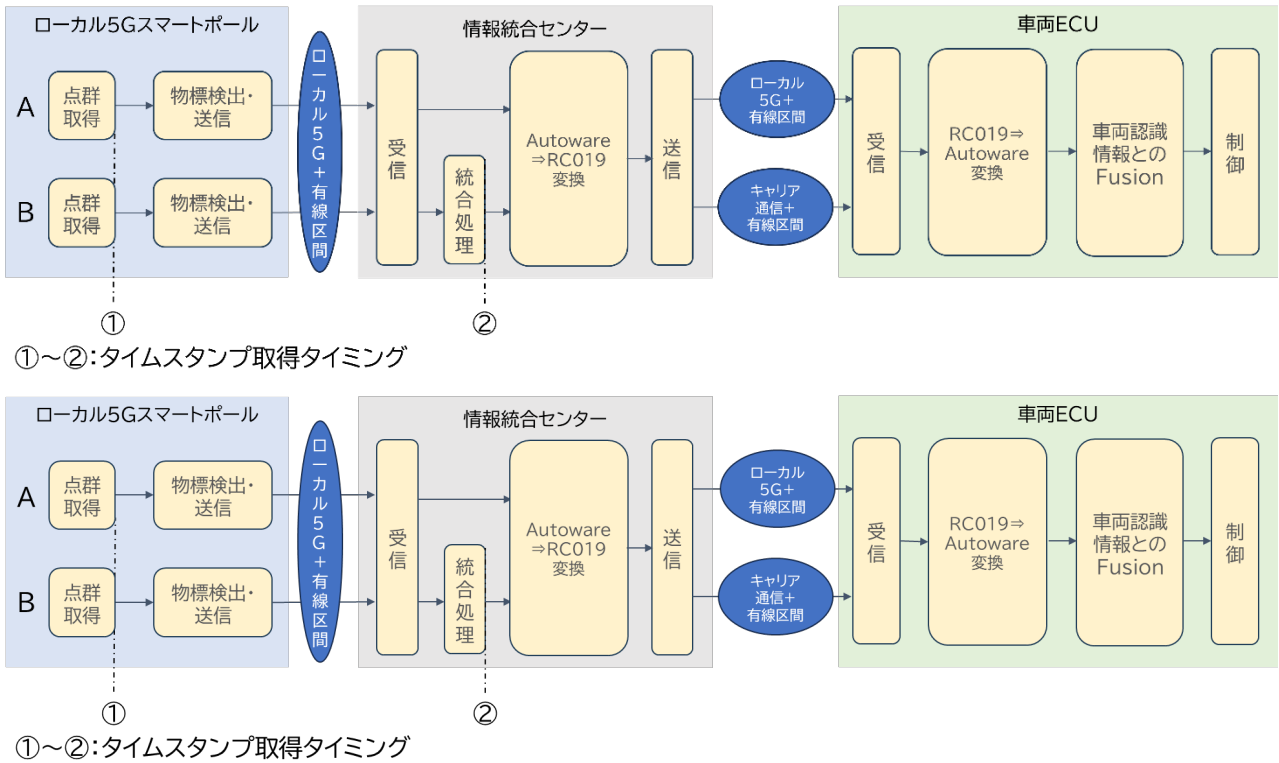


図 4-47 情報伝送経路

ローカル 5G スマートポールのセンサーで検出した物標情報は、ローカル 5G と閉域 VPN を介して、情報統合センターへ送信される。情報統合センターでは各ローカル 5G スマートポールからの物標情報を受信し統合処理した後、RC-019<sup>10</sup>に準拠したメッセージフォーマットに変換され、ローカル 5G と閉域 VPN を介して MQTT 通信にて自動運転車両へ送信される。

遅延平均の評価方法について、評価対象は複数のローカル 5G スマートポールで認識した物標情報のうち物標間距離が閾値以上に接近し統合処理対象とした物標情報とする。統合対象となった物標情報について各ローカル 5G スマートポールの LiDAR がセンシングした時刻のタイムスタンプの時刻差分を計測する。また、上記図内の①で示すローカル 5G スマートポールのセンサーでセンシングした時刻のタイムスタンプから、同じく上記図内の②で示す情報統合センター ECU で物標情報の統合処理を完了した時刻のタイムスタンプの時刻差分を計測し通信の揺らぎも含む遅延値についても評価する。各拠点に設置された ECU の時刻情報については、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の日本標準時に同期された公開サーバ(NICT 公開 NTP サービス: ntp.nict.jp)を利用する。各 PC およびサーバを NTP サーバが提供する時刻に同期することで時刻情報の同一性を確保した上で、約 25 分間のデータ取得を実施し、評価を行う。

<sup>10</sup> 8.6 参考文献. 4

## 7) KPI/KGI

表 4-8 KPI/KGI

定量評価 /定性評価	番号	目標値
定量評価	(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内
	(2)	ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台(計 9 台)の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、映像監視画質 VGA 以上
	(3)	センサー検知範囲が重複している路側インフラ間の通信の揺らぎの遅延平均 200ms 以内
定性評価	(4)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラが自車からおよそ 300m 以内の対向車線上の走行車両を検出できる
	(5)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラ情報をローカル 5G 経由で車両自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる
	(6)	ローカル 5G スマートポールから対向車線の交通状況の接続を受けて対向車線上の走行車両がいる場合には、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキで駐車車両の手前で停止を行うことができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)
	(7)	統合処理された物体認識情報が、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラ映像の視認結果と差分がないこと

※将来的な遠隔監視型自動運転を見据え、定量評価の(1)～(3)は同時に満たすべき KPI として定める。

### (1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内 【定量評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延:平均 600ms 以内)を満たすことを確認する。

目標値の設定根拠としては、参考文献にて一般ドライバーの認知・判断・操作に要する時間は約 750～800ms<sup>11</sup>とされており、これを基準に、車両側での処理時間を約 150～200ms 秒と見込んだ上で、通信遅延の目標値を 600ms 以内と設定した。

本設定により、人間の運転行動と同等以上の反応速度を確保し、乗客の快適性を図ることが可能

<sup>11</sup> 8.6 参考文献. 2

になる。

測定手法については、4.4.1 章 6).(1)ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認に記載のとおりである。

- (2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、HD 画質(自動運転車両のフロント以外のカメラ 7 台:VGA 画質)  
【定量評価】

設定した目標値[ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、HD 画質(自動運転車両のフロント以外のカメラ 7 台:VGA 画質)]を満たすことを確認する。

目標値の設定理由としては、特定自動運行主任者が車両側およびローカル 5G スマートポール側から伝送される映像を遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを確認するためである。

昨年度の実証で設定した通信品質と同等とし、今年度新たに設置した田中橋交差点のローカル 5G スマートポールでも昨年度と同様の通信品質を満たしているか検証する。

測定手法については、4.4.1 章 6).(2)ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認に記載のとおりである。

- (3) センサー検知範囲が重複している路側インフラ間の通信の揺らぎの遅延平均 200ms 以内  
【定量評価】

設定した目標値(センサーの検知範囲が重複している 2 つのローカル 5G スマートポールから送信された同一の物標情報における通信遅延の揺らぎについて、平均遅延時間 200ms 以内)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由としては、同一物標が複数の物標として誤認識されることを防ぎ、認識性能および時系列の整合性の検証を行うことを前提に、必要要件としたためである。

計測方法としては、物標情報を統合しリアルタイムで伝送する際に、通信遅延の揺らぎによって同一物標を複数の物標として捉える誤認識性の検証を行う。具体的には、複数のローカル 5G スマートポールで物標情報を取得した時刻、および情報統合センターでそれぞれの物標情報を受信した時刻を測定し、その時刻差分を算出する。

測定手法については、4.4.1 章 6).(3)センサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を確認に記載のとおりである。

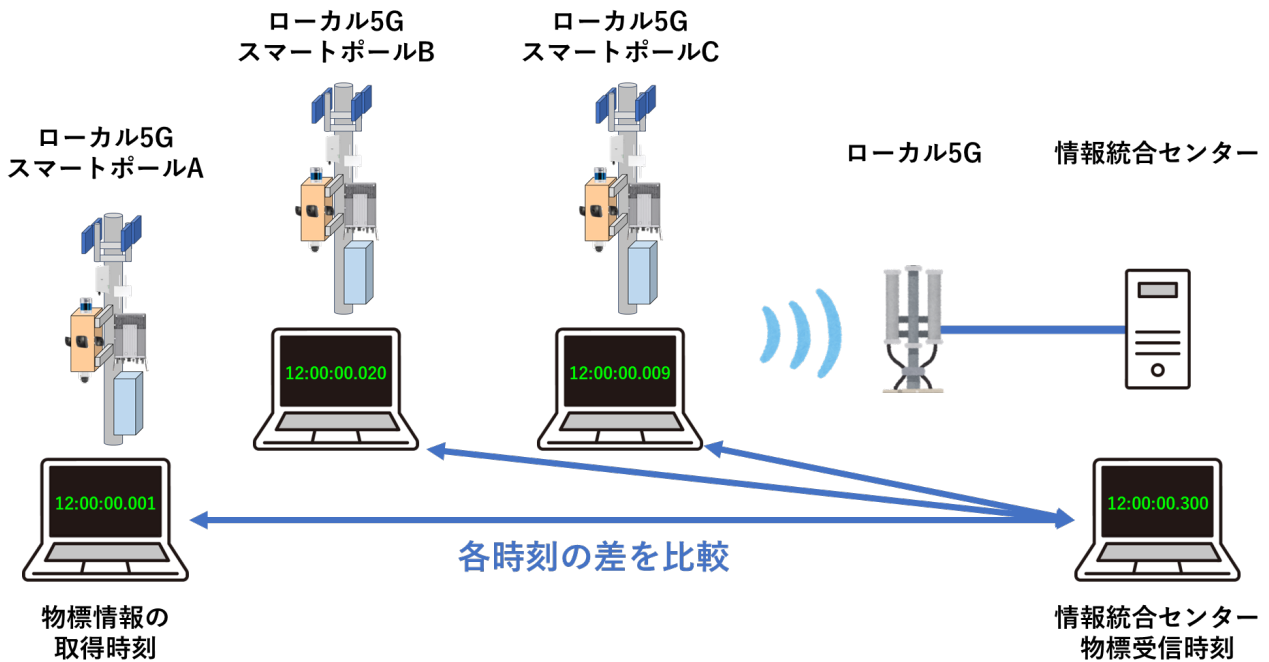


図 4-48 計測イメージ図

(4) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラが自転車からおよそ 300m 以内の対向車線上の走行車両を検出できる【定性評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーおよびカメラが、自動運転車両の自転車から約 300 メートル以内の対向車線上を走行する車両を検出できること)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由としては、自転車が時速 15km、対向車両が時速 60km で接近する場合、接近猶予はおよそ 14 秒である。この限られた時間内で、状況の認知、回避の可否判断、減速や停止といった必要な動作を確実にを行うため、センサーの検知範囲を 300 メートル に設定した。

評価項目は、ローカル 5G スマートポールで取得したセンサーおよびカメラデータを遠隔監視 PC に表示し、遠隔監視者による視認性および作業性を評価することである。

計測方法としてはローカル 5G スマートポールから取得したリアルタイム映像とセンサーで検出した物標情報を遠隔監視 PC に表示し、同時に情報統合センターで統合処理された物標情報についても表示する。監視者は、ローカル 5G スマートポールのリアルタイム映像と比較し、ローカル 5G スマートポールのセンサーで検出した物標情報及び情報統合センターで統合処理された物標情報が、自動運転車両から約 300m 以内の対向車両を検出できているか確認する。また、センサーデータおよび統合情報の遠隔監視への応用を想定し、監視者による視認性や作業性について官能評価を実施する。

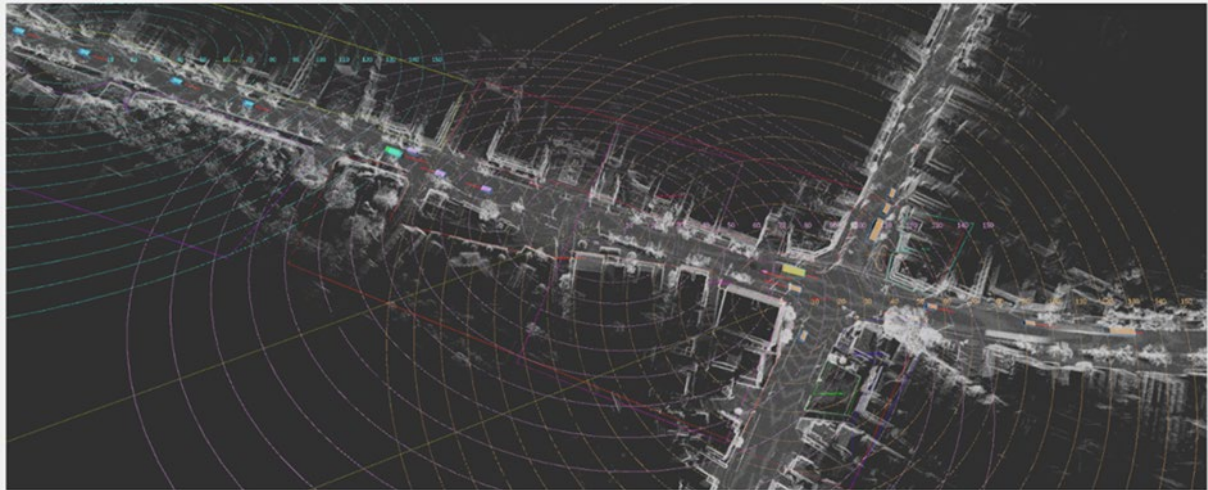


図 4-49 六郷さくら通りスマートポールの統合サーバ映像

- (5) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラ情報をローカル 5G 経由で車両自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる【定性評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーおよびカメラで取得したデータを、ローカル 5G を経由して自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知すること)を満たすことを確認する。

評価項目は、ローカル 5G スマートポールにより取得したセンサーおよびカメラデータを自動運転車両および遠隔監視 PC に伝送し、表示・通知した際の遠隔監視者やオペレーターの視認性・作業性を評価することである。

計測方法としては、ローカル 5G スマートポールのセンサー・カメラデータおよび認識データを自動運転システムおよび遠隔監視 PC に表示し、遠隔監視者およびオペレーターによる目視照合を行い、視認性や作業性について官能評価を実施する。



図 4-50 ローカル 5G スマートポール情報の表示  
(左:自動運転システム、右;遠隔監視映像)

- (6) ローカル 5G スマートポールから対向車線の交通状況の接続を受けて対向車線上の走行車両がいる場合には、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキで駐車車両の手前で停

止を行うことができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)【定性評価】

設定した目標値(ローカル 5G スマートポールおよび情報統合センターから対向車線の交通状況を示す認識結果(例:車両等の認識情報)を車載センサー情報と統合することで接続し、自動運転車両のインフラ協調制御を行うこと)を満たすことを確認する。具体的には、対向車線上に走行車両が存在する場合、自動運転車両が自律制御により緩やかなブレーキをかけ、駐停車車両の手前で停止できることを確認する。

また、ローカル 5G スマートポールおよび情報統合センターから自動運転車両の対向車両の認識情報を受信し、これを遠方認知能力の一部として活用することで前年度の実証では強めのブレーキが必要となった当該シーンにおいて、インフラとの制御連携により緩やかなブレーキで停止し、適切なタイミングまで停車できるかを検証する。

評価項目は、ローカル 5G スマートポールで取得したセンサー・カメラデータを自動運転車両へ接続した際の車両挙動の変化、およびセーフティドライバーやオペレーターの作業性を評価する。

計測方法としては、ローカル 5G スマートポールのセンサー・カメラデータを車両に接続し、制御に活用できるかを確認する。さらに、車両挙動の変化やセーフティドライバー・オペレーターによる判断などの作業性について官能評価を実施する。

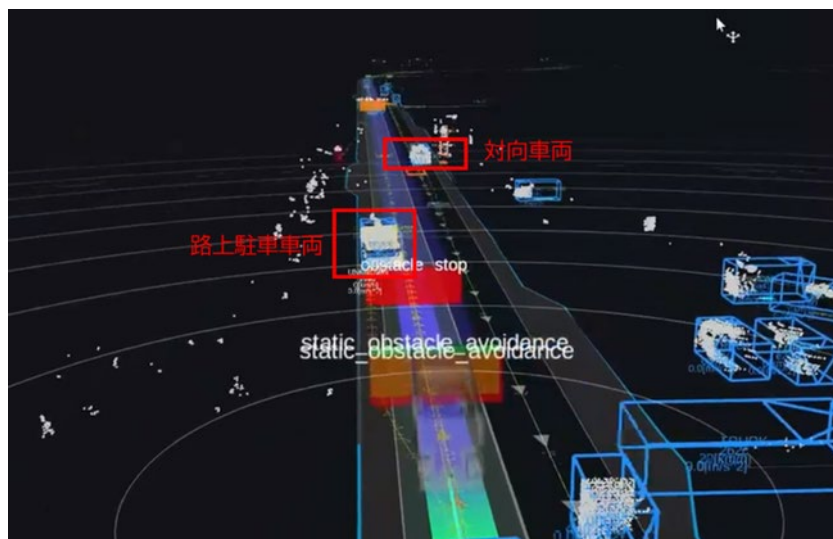


図 4-51 ローカル 5G スマートポール情報による車両システム制御

(7) 統合処理された物体認識情報が、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラ映像の視認結果と差分がないこと【定性評価】

設定した目標値(情報統合センターによる統合後の物体認識情報結果が、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラ映像の視認結果と差分がないこと)を満たすことを確認する。

目標値の設定理由としては、複数のローカル 5G スマートポールから取得した物体認識情報の統合処理有無が自動運転システムへの接続及び遠隔監視拠点における遠隔監視において影響ないことを確認するためである。

評価項目は、複数のローカル 5G スマートポールで取得したセンサー情報を情報統合センターで統合処理した後、物体認識情報がカメラ映像と乖離していないかを遠隔監視者やオペレーターが確認し、視認性および作業性を評価する。

計測方法としては、複数のローカル 5G スマートポールで取得したセンサー情報を統合処理した後の物標情報とカメラ映像を用いて、監視拠点および自動運転車両において視認性や作業性について官能評価を実施する。

#### 4.5 ⑤経済性確保:1人複数車両の同時運行を成立させる通信要件の検証

※当該ユースケースは本実証対象外のため記載なし

#### 4.6 レベル4の社会実装に向けた検討

##### 4.6.1 運用検証

###### 1) システムの操作性やユーザインターフェースに関する評価(特に遠隔監視員の負担軽減等)

レベル4自動運転車両の社会実装に向け、交差点や路上駐停車車両の回避などの場面で、ローカル5Gスマートポールによって取得した自車から見通し外の領域および遠方領域の物標情報を自動運転車両へ送信し、事前に緩やかな減速や停止を行う制御に活用する。これにより、レベル4自動運転実装時に遠隔監視者による確認や介入の回数を減らすことを目指す。そのため、遠隔監視評価を以下の観点で確認・検証する。

- ・ 自動運転車両側から伝送される映像と、自動運転車両が近接する路側インフラから伝送される映像およびセンサー情報が遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを確認する。遠隔監視者を呼び出す回数が低減可能か確認する。
- ・ 遠隔監視拠点にて自動運転車両及びローカル5Gスマートポールの周囲状況を高精細な映像で確認できることを検証する。具体的には、下記の性能を満たすこととする。

###### (1) 自動運転車両における遠隔監視拠点への遠隔監視映像伝送

###### a. 映像遅延

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目標値を平均300ms以内、経路全体のうち無線システム内の遅延目標値を平均50ms以内と設定する。

###### b. スループット

遠隔監視に必要となるHD(1080p)カメラ1台あたり5Mbpsが所要となり8台すべてをHD(1080p)カメラで想定すると計40Mbpsとなるため、無線システム内のスループットの目標値を上り40Mbps以上と設定する。

c. 画質・フレームレート

遠隔監視に必要となる目標値としてフロント画面 HD 画質かつその他 VGA 画質以上、フレームレートは平均 15fps 以上と設定する。

表 4-9 所要性能

項目	条件
映像遅延	平均 300ms 以内(無線区間は 50ms 以内)
映像伝送 (スループット・フレームレート)	スループット:上り 40Mbps 以上 フレームレート:平均 9fps 以上 フロント画面 HD 画質, その他 VGA 以上 計 8 台のカメラ(1 台あたり 5Mbps)

(2) ローカル 5G スマートポールにおける遠隔監視拠点への遠隔監視映像伝送

a. 映像遅延

ローカル 5G スマートポールの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目標値を平均 300ms 以内、経路全体のうち無線システム内の遅延目標値を平均 50ms 以内と設定する。

b. 画質・フレームレート

遠隔監視に必要となる目標値としてカメラ映像の画質を HD 画質、フレームレートを平均 15fps 以上と設定する。

表 4-10 所要性能

項目	条件
映像遅延	平均 300ms 以内(無線区間は 50ms 以内)
映像伝送	フレームレート:平均 15fps 以上 画質:HD 画質

(3) 小田急バスとの実施内容

地域交通事業者である小田急バスの社員(セーフティドライバー、オペレーター、運行管理者)に対し、以下の自動運転に関わるトレーニングを実施する。

- ・閉鎖空間習熟:5 営業日(NTT 中央研修センター内での自動運転訓練)
- ・公道習熟:6 営業日(狛江市走行ルートでの自動運転訓練)
- ・路車連携有での公道自動運転体験:1 営業日

上記トレーニング実施後、小田急バスと遠隔監視評価を実施する。

## 2) 通信システム等の導入による業務フローや運行経路、人員配置等の見直しなど、地域交通の持続性への寄与度

前項 1)(3)と同様のトレーニングを実施した後に小田急バスと議論し、人員配置や業務フローに関する素案を作成する。また住民試乗会にてアンケートを取得し、自動運転車両が有人同様の乗客サービスレベルを維持できているか確認する。

## 3) データの処理・管理に係る運用などのセキュリティ対策

国連規格 UN-R155/156 及び ISO 21434 の技術要件に基づいて車両のセキュリティ対策を実施している。収集データは車載のローカルストレージで処理・保管され、クラウドへの転送時には暗号化とデバイス認証によりデータ保護となりすまし防止を図っている。クラウドストレージ上のファイルも暗号化することで、データ漏洩リスクを最小限に抑えている。

クラウド環境におけるアクセス制御は、権限管理とマルチファクタ認証を組み合わせた厳格な対策を実施しており、不正アクセスを防止している。常時監視システムを導入し、異常を即座に検知可能である。機密データへのアクセスは最小特権の原則に基づき制限し、データの機密性と整合性を確保する。

従事者に対するセキュリティ教育にも注力している。定期的なトレーニングや模擬演習を通じて、ポリシーの周知徹底とセキュリティ意識の向上を図り、人的ミスによるリスクの低減に努めている。

以上の多層的なセキュリティ対策により、レベル 4 への適用を想定した自動運転システム全体のセキュリティを担保し、データ保護と安全な運用を実現し、継続的な監視と改善でリスク低減を図る。

また、ローカル 5G スマートポールからデータを配信する経路について、ローカル 5G の DNN および VLAN、SD-WAN を活用したインターネットアクセスと本実証データ通信を分離したネットワークを構成し、インターネットアクセスなど他の NW と隔離した接続構成で、情報の改ざんや漏洩、消去等をなくす工夫を施しているため情報漏洩などの心配はありません。

遠隔監視システムは TLS 接続前提でクラウドサービスへ接続しており、キャリア通信(閉域 VPN)とローカル 5G を跨る構成でも対応している。

## 4) 通信システム(路車協調システムや端末を含む)の維持管理・保守

本実証の遂行にあたり自動運転車両・通信システムについて、次の維持管理保守を実施することで、車両や機器の障害を防ぐとともに、万が一障害が発生した場合でも早期に修復対応することにより期間内の実証を完遂できるよう努める。また実装時に必要となるメンテナンス項目や回数について運行事業者の意見を取り入れつつ検討する。

### (1) 自動運転車両/システム

自動運転車両(Minibus)においては走行開始前に、始業前点検と終業後点検を行う。車両自体の状況確認(タイヤの空気圧など走行における支障や劣化状態の確認)に加え、外装されたカメラ・センサー等の具備された機器の状態確認も行う。その後、手動運転および自動運転で経路上の安全確

認の試走を行う。点検等で不具合発生時には、現場で復旧可能な器具類を用意し、必要な是正を行い、簡易整備で難しい場合は近隣拠点の NTT 中央研修センター等で整備を行い、実証を再開する。

加えて、必要なサイバーセキュリティ対策を行う。なお、本実証で構成する VPN 技術を活用したセキュアなシステム構成についても他のインターネットアクセスと隔離した状態で試験運用する(開発中のため必要なエンジニアを配置)。

## (2) ローカル 5G(ギガらく5G)

### a. 状態監視

- ・専用監視システムでセンター拠点、ユーザ拠点を 24 時間 365 日監視、アラーム検知
- ・アラーム発生箇所を切り分け、一次措置。必要時、訪問修理手配を実施(平日 9:00-21:00)

### b. 問合せ対応

- ・サービスに関する問合せや設定変更代行、故障申告等をサポートセンタ対応(平日 9:00-21:00)

### c. 訪問修理

- ・サービス利用不可の申告があった場合、故障個所の切り分け及び、故障個所の復旧対応等を実施

### d. メンテナンス

- ・サービスの品質維持のため、不定期に 5G コア及び RAN 装置各種のソフトウェアバージョンアップ等を実施

## (3) ローカル 5G 基地局及びローカル 5G スマートポール

### a. 保守対応

- ・平日 9:00-17:00

### b. 機器オンサイト

- ・建柱取付け機器(アンテナ/RU/カプラ)または光ケーブル補修のオンサイト対応
- ・発生想定回数期:2 回/基地局毎(SLA 無し)

### c. 目視点検

- ・安全確認観点よりケーブルたるみ、建柱傾き、第三者による損傷等の目視確認
- ・実施回数:2 回/月(保守期間中)

## 4.6.2 効果検証

### 1) 通信システム等の運用の有無による手動介入回数・運行停止時間等の変化

セーフティドライバーによる手動介入回数を測定し、その箇所について解析をする。自動運行にあたってはセーフティドライバーの手動介入なしで安定した走行が運行設計領域内で実現できることが求められる。具体的には、走行予定経路を自動運転で走行し、エラー等による緊急停止や予防的な介入などセーフティドライバーによる手動介入が必要となった区間や回数を確認する。アウトカムとして、走行区間全体における自動運転による介入回数とその起因となる事象の発生回数を測定する。路側インフラ情報による自動運転車両の認知や制御へ接続する効果を確認するため、昨年度の実証走行期間および今年度実証の準備走行期間と、ユースケース検証期間における手動介入回数や発生要因の差分について検証を行う。

手動介入回数の発生件数測定とカテゴリズ方法は、走行中の手動介入の発生回数と起因となる事象を記録し、起因となる事象毎の件数をまとめて集計する。

### 2) 自動運転走行車を含む道路交通全体の安全性・円滑性向上の寄与度

本実証におけるユースケース③、④の検証により、「信号あり／信号なし交差点や見通しの悪い横断歩道等を走行するシーン」、「路上駐停車車両の回避シーン」において強いブレーキがかかる可能性を軽減し、道路交通全体の安全性・円滑性向上の寄与をめざす。路側インフラから自動運転車両までの情報伝送遅延について、認識処理と路側インフラ複数地点間の統合処理を備えて、情報伝送遅延平均600ms程度(車速約40km/hで約6m(1車長分))を目標として定めている。この場合片道通信区間の無線部分の遅延をおおむね50ms程度以下に抑えることが求められる。また、将来的な遠隔監視型自動運転の実現を見据え、路側インフラおよび自動運転車両に搭載されているカメラから遠隔監視拠点までの映像伝送要件についても、同時に満たすことを目指した。遅延値については、昨年度までの実証方法を参考のうえ、新たに計測する物標情報の遅延時間については、各処理機器より取得するログを参照する。

自動運転走行時については、試験内容に応じ、特定自動運行主任者を想定した遠隔監視役又は同乗員役、乗客役を配置し、強いブレーキの有無などをカウントしながら検証する。

### 3) 通信システム等による支援によるルート設定の柔軟化・時間短縮・交通利便性の向上効果

交通量の多い交差点や見通しの悪い横断歩道、路上駐停車車両が比較的多い道路については、自動運転走行時において見通しが良くなったタイミングで他の道路利用者を認識して、抑制的に強いブレーキがかかる可能性や、交差点内の一時停止の頻度が増えてしまう恐れがある。本実証におけるユースケース③、④の検証により本項目におけるデータを収集する。想定される効果としては以下のとおりである。

#### 1. 通信システム等の支援によるルート設定の柔軟化

レベル4遠隔監視型自動運転にむけて、車載センサー・カメラの見通し外あるいは遠方の認知を行うことができ、かつ通信混雑に耐える頑健性の高いシステムを適用することで、狛江市ルートにおい

ては多様な走行シーンへの対応が可能となり、ルート設定の柔軟性向上が期待できる。交差点や対向車線での緊急停止を未然に防ぐことが求められるため、ローカル 5G スマートポールにより、事前に進行先の交通状況(滞留状況など)を把握し、停止線などで進入前に停止可能か確認する。

## 2. 交通利便性の向上効果

交通結節点の小田急線と泉多摩川駅と多摩川住宅間を結ぶルートは交通需要が高く、当該ルートにレベル 4 自動運転が実装された場合、交通利便性の向上が期待できる。

## 3. 評価指標

- a. 交差点内や、路上駐停車車両の回避シーンにおける予防的な手動介入のうち、立ち往生となる可能性に繋がるシーンの回数を評価指標とする。
- b. 上記シーンの路側インフラとの接続前後における、予防的な手動介入の回数の比較とその状況分析を行う。

## 4) 初期コスト・ランニングコスト負担の在り方、自動運転システムと他サービスの連携、インフラシェアリング等によるコスト低減化方策

### 1. 初期コスト・ランニングコスト負担の在り方

2027 年のドライバーレス走行商用運用にむけ、狛江市の協力をいただき 2024 年度実証にて整備したレベル 4 自動運転システム環境を最大限利活用する事を目的に設備維持してきた。政府の各種補助事業や実証事業を有効活用し、ゼロから環境整備するのではなく、社会実装に向けたロードマップに基づきステップを踏んで必要な環境整備を進めることは、初期コスト負担低減に大きく貢献している。具体的には、3D 地図作成や各種基礎データ、設置したローカル 5G アンテナ、ローカル 5G スマートポール等について流用が可能なこと、実証結果からローカル 5G スマートポールに必要なセンサーやカメラの最適なスペック構成を検討し小型化することで、街路灯等の耐荷重に合わせて設置できる事ようになり、既設柱活用が広がることで建柱費用等の初期コストの低減が見込める。

2024 年度実証にて走行エリアのキャリア電波状況について調査しており、キャリア電波が不安定な個所へスポット的にローカル 5G を敷設し、遠隔監視拠点にて走行判断が可能なデータが送られていることを確認し、ローカル 5G とキャリアのハンドオーバーについても検証を重ねており、過度なローカル 5G アンテナやローカル 5G スマートポールの敷設を防ぐ。

更に、設置したローカル 5G をレベル 4 自動運転の遠隔監視通信にのみ活用するのではなく、ローカル 5G スマートポールとのデータ連携による新たなユースケースを開拓するなど、ローカル 5G の適正設置とシェアリングによるランニングコストの低減に繋げる。

コスト削減と並行して収益確保にむけた取組みとして、走行ルート上の商業施設や企業から広告を含めたスポンサー協力および狛江市コミュニティバス「こまバス」の利用者数、試乗会住民アンケートの結果をもとに収益見込みを算定し、ビジネスモデルを検討する。

### 2. レベル 4 自動運転システムと他システムとの連携

メッセージフォーマットは他の自動運転ベンダーや路側インフラベンダー間でのデータ流通を想定し構築する。また、ITS 情報通信システム推進会議(ITS フォーラム)で規定されている標準仕様や拡張メッセージを組み合わせて利用する。

### 3. ローカル 5G スマートポールのマルチユース化

ローカル 5G やローカル 5G スマートポールについては、自動運転走行としての利用だけではなく、マルチユース化によるコストシェアリングの可能性を検討する。実装に向けて河川監視などの防災利用、防犯利用や人流分析などの副次用途について粕江市とともに検討を実施する。3D 地図についても自治体業務にて使用している地図データへの活用ができないか検討する。

## 5. 通信システムに関する構築

---

### 5.1 通信システムの全体像

本実証では、レベル4 自動運転車両及び通信システムとローカル 5G スマートポールを構築した。本実証におけるシステム構成の各要素は以下のとおりである。

#### 5.1.1 システム構成概要

- ローカル 5G スマートポール  
LiDAR やカメラ及びエッジ処理用の PC が搭載されている。  
LiDAR で検知した物標情報およびカメラ映像を PC にてエッジ処理し、ローカル 5G により遠隔監視室と情報統合センターへ伝送する。
- 信号情報提供装置  
信号情報提供装置内の機器が灯器状態を取得し、信号サーバを経由して自動運転車両へ信号予定情報を伝送する。
- 遠隔監視室  
車両の遠隔監視映像やローカル 5G スマートポールのカメラ映像およびセンサー情報を確認し、自動運転の走行状況を監視する。
- 情報統合センター  
複数のローカル 5G スマートポールで取得した情報を統合およびメッセージフォーマットを変換して自動運転車両へ配信する。
- ローカル 5G  
ローカル 5G スマートポール、自動運転車両、遠隔監視拠点・情報統合センター間通信における無線区間で活用している。
- 自動運転車両  
情報統合センターから配信される路側インフラ情報の受信機能を実装している。  
自動運転車両自身で取得した情報に加えてローカル 5G スマートポールで取得した情報を自動運転制御へ接続し自動運転走行を行う。

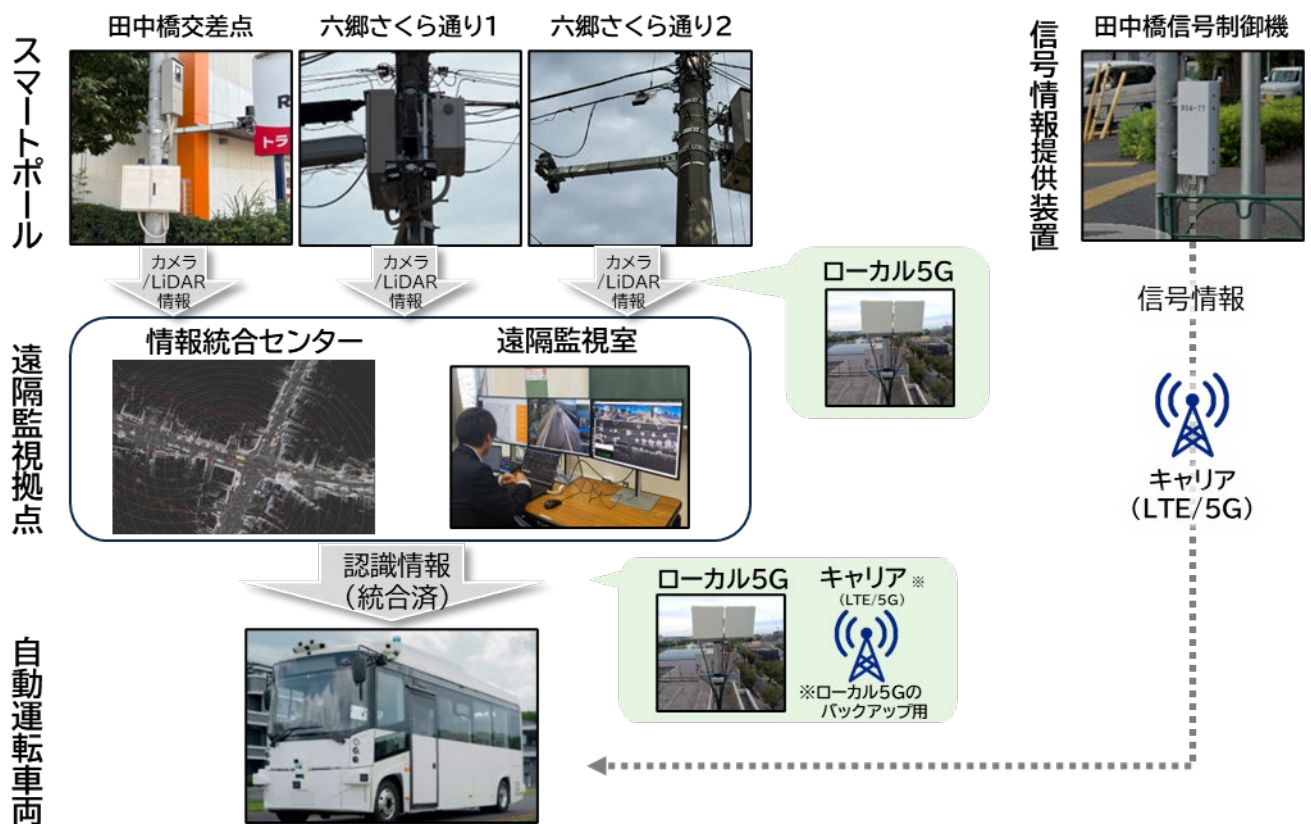


図 5-1 本実証システム概要図

### 5.1.2 ネットワーク構成概要

- ローカル 5G
 

NTT 東日本が提供している「ギガらく5G」を使用している。「ギガらく5G」は、キャリアグレードの5G スタンドアローン機能を提供するローカル 5G サービスである。

本実証ではローカル 5G スマートポール⇒情報統合センター、情報統合センター⇒自動運転車両及び自動運転車両⇒AWS(遠隔監視サーバ)等の通信区間における無線区間を伝送している。
- キャリア
 

株式会社 NTT ドコモ社の回線を使用している。

本実証では主に自動運転車両⇒AWS(遠隔監視サーバ)等の通信区間における無線区間を伝送している。
- 閉域 VPN
 

NTT 東日本が提供している「Managed SD-WAN」を使用している。

「Managed SD-WAN」は SDN 技術を活用した閉域 VPN サービスで、複数拠点間の通信をセキュアかつ効率的に管理できる。

本実証では主にローカル 5G スマートポール⇒情報統合センター、情報統合センター⇒自動運転車両の通信区間における有線区間を伝送している。

● キャリア(閉域 VPN)

NTT 東日本が提供している「Managed SD-WAN」の「モバイル接続サービス」を使用している。キャリア回線を利用して、インターネットを経由せず閉域網で Managed SD-WAN に接続している。

本実証においてはローカル 5G のバックアップ回線として使用している。

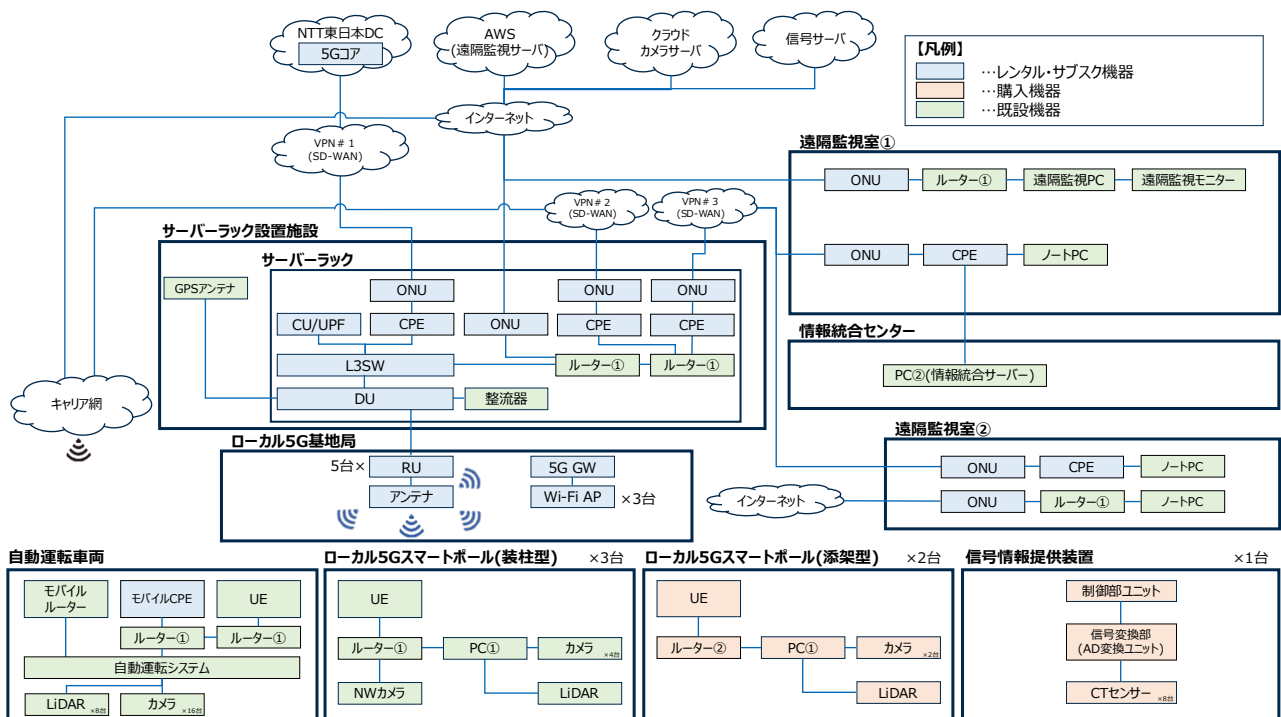


図 5-2 本実証ネットワーク概要図

5.2 システム構築・ネットワーク構築にあたっての留意事項等

5.2.1 共架柱への添架に要する期間について

本実証における新設のローカル 5G スマートポール(添架型)構築に関しては、設置場所確保の観点から新規建柱を行わず共架柱への添架を行ったことにより、共架柱への添架まで 4 か月程度の時間を要した。

添架申請だけでなく、所有者による強度計算や設計についても時間を要する要因となった。設計で時間を要した原因としては、道路交通法や共架柱へすでに設置されている電柱との干渉調整などを考慮したうえで適切な設置位置を決める必要があり、添架する共架柱の既存搭載設備の関係で 2 つのローカル 5G スマートポール(添架型)はそれぞれ異なった設置方法・取付金具(特注)にて設置をした。(そ

それぞれの取付方法は 8.4.1 にて記載)

## 5.2.2 ローカル 5G スマートポール(添架型)の改良について

また、今年度はローカル 5G スマートポールを共架柱に添架する関係から重量等を削減することが求められ、今年度新設したローカル 5G スマートポール(添架型)は昨年度実績データも考慮して搭載機器の精査等を行った。その結果、機器点数を最適化する改良を加えた。

改良点は以下のとおりである。

表 5-1 ローカル 5G スマートポール(添架型) 改良点

改良機器	改良点	改良効果	理由
搭載 PC	2台から1台に削減	重量:約 872g 削減 体積:約 20%削減	昨年度 処理負荷実績より削減可能と判断
ルーター	10G 対応機種から 1G 対応機種に変更	重量:約 400g 削減 体積:約 24%削減	昨年度 処理負荷実績より削減可能と判断
カメラ	4 台から 2 台に削減	重量:約 250g 削減 体積:約 50%削減	直線区間のため
機器搭載 BOX	機器を搭載する BOX を変更	重量:約 1346g 削減 体積:約 56%削減	搭載機器の体積削減等により

なお、搭載 PC の最適化については検証条件を合わせるために既設のローカル 5G スマートポール(装柱型)についても実施した。

## 6. 実証結果・考察

### 6.1 ①遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:条件不利地域(トンネル、中山間地)の通信の安定性確保

※当該ユースケースは本実証対象外のため記載なし

### 6.2 ②遠隔監視:自動運転システムの常時通信接続確保:通信の安定性確保

※当該ユースケースは本実証対象外のため記載なし

### 6.3 ③安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報を自動運転車両の制御に活用する技術の頑健性検証

#### 6.3.1 ローカル 5G スマートポールにて取得した物標情報と自動運転制御を接続した インフラ協調検証(交差点および横断歩道通過時シーン)

#### 1) 実証スケジュール

実証スケジュールは下記の通りとなる。

表 6-1 実証スケジュール

ユースケース	フェーズ	2025年									2026年	
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月		
ユースケース③ 「交差点走行における路側インフラでの検知情報を活用した自動運転車両制御の検証」	実証準備 (事前計測、物品調達等)				機器調達							
			環境構築									
	実証						準備運行					
	実証評価									ユースケース実証		
										視察会 (12/12)	報告書作成	

#### 2) 開発・評価項目の結果

表 6-2 開発・評価項目

番号	開発・評価項目
(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認
(2)	ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認

(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認

図 4-9 情報伝送経路の概念図においてローカル 5G スマートポールのセンサーでセンシングした時刻(図内①)から車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻(図内③)までの情報伝送遅延の計測結果を下記に示す。図 4-9 情報伝送経路の概念図においてローカル 5G スマートポールのセンサーでセンシングした時刻(図内①)から車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻(図内③)までの情報伝送遅延の計測結果を下記に示す。計測結果については、ローカル 5G スマートポールごとに算出し、情報統合センターから自動運転車両への無線通信方式がローカル5G とキャリア通信(閉域 VPN)の場合についてそれぞれ計測した。下記より、無線通信方式がローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)のそれぞれについて情報伝送遅延平均の KPI として定めた 600ms 以内を満たしていることを確認した。

**表 6-3 ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーのセンシングから自動運転車両内 ECU で受信するまでの情報伝送遅延値の計測結果**  
(データ計測日時 2026年1月19日 15時~17時)

	ローカル5G			キャリア通信		
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
多摩川住宅	87ms	206ms	26ms	102ms	213ms	35ms
田中橋交差点 ~六郷さくら通り (統合)	111ms	214ms	52ms	134ms	392ms	63ms
和泉多摩川駅	195ms	383ms	102ms	172ms	366ms	103ms

また、情報伝送において図 4-9 情報伝送経路の概念図の情報統合センターの送信時刻(図内②)から車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻(図内③)に分けて、ローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)の場合についてそれぞれ計測した結果について下記に示す。

**表 6-4 情報統合センターから自動運転車両までの情報伝送遅延値計測結果**  
(データ計測日時 2026年1月19日 15時~17時)

	ローカル5G			キャリア通信		
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
多摩川住宅	24ms	184ms	11ms	40ms	128ms	19ms
田中橋交差点 ~六郷さくら通り (統合)	25ms	124ms	12ms	43ms	290ms	21ms
和泉多摩川駅	25ms	121ms	12ms	43ms	242ms	20ms

情報伝送経路の無線通信区間がローカル 5G では平均 24~25ms、キャリア通信(閉域 VPN)では平均 40~43ms の伝送遅延が発生すること確認した。これは情報統合センターから自動運転車両までの通信経路差分が影響するものと考えられる。また、キャリア通信(閉域 VPN)においては不特定多数による通信利用等の影響も考えられる。

(2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認

a. ローカル 5G スマートポールに設置したカメラのフレームレート・遅延平均・画質の評価

ローカル 5G スマートポールが配信するカメラ映像について、シーンをとらえた 1 台のカメラで遠隔監視システムおよび接続されたモニターによる表示が HD 画質を維持できていることを確認した。

対象エリアである田中橋交差点に設置したローカル 5G スマートポールについて、映像伝送評価(映像遅延、フレームレート)を約 25 分間行った。映像伝送の評価指標として映像遅延平均 300ms 以内(無線区間は 50ms 以内)、フレームレート平均 15fps 以上、画質 HD 画質を KPI として定めている。

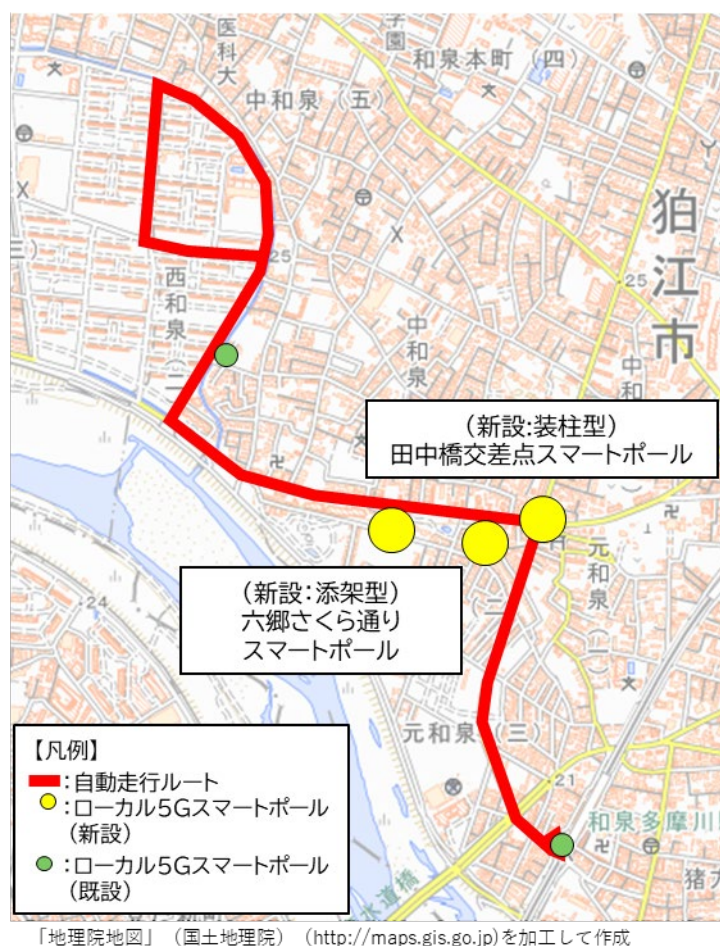


図 6-1 ローカル 5G スマートポールの配置場所

結果は以下のとおりである。

表 6-5 田中橋交差点ローカル 5G スマートポール映像伝送評価結果

(データ計測日:2026年1月5日 14時~16時 晴天)

KPI		結果
映像遅延時間 平均 300ms 以下	最大	286ms
	最小	222ms
	平均	251ms
フレームレート 平均 15fps 以上	最大	23fps
	最小	17fps
	平均	20fps
画質 HD 画質		HD 画質

表 6-6 田中橋交差点ローカル 5G スマートポール映像伝送評価(無線区間)結果  
(データ計測日:2025年11月28日 11時~12時 晴天)

KPI		結果
映像遅延時間における 無線区間 50ms 以下	最大	33ms
	最小	12ms
	平均	16ms

上記の通り、KPIとして定めた目標値を満たしていることを確認できた。

b. 自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のスループット・フレームレート・遅延平均・画質の評価

本実証における自動運転車両の走行ルート上に 39 箇所の測定地点(4.3.1 章 6).(1)表 4-3 測定地点の詳細情報)を設け、アップロードスループット及びローカル 5G 単体の往復通信遅延(映像遅延)の結果を以下に示す。映像要件として掲げた KPI は達成したことを確認した。

表 6-7 アップロードスループット及び映像遅延の計測結果

項番	地点名	アップロードスループット(Mbps)	RTT(ms)	判定	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	154	11	OK	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	205	10	OK	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	160	9	OK	対象
4	信号① (狛江高校前)	170	12	OK	対象
5	信号② (狛江高校横)	-	-	-	-
6	信号③ (西河原通り)	-	-	-	-
7	信号④ (田中の池児童公園横)	81.8	11	OK	対象
8	信号⑤ (田中橋交差点)	174	12	OK	対象
9	信号⑥ (古民家園前)	168	17	OK	対象
10	バス停① (児童公園)	97.9	18	OK	対象
11	信号⑦ (あいどぴあセンター)	168	15	OK	対象
12	信号⑧ (麵工房太田亭)	172	14	OK	対象
13	信号⑨ (水神前)	178	10	OK	対象
14	信号⑩ (多摩川住宅南口)	88.8	13	OK	対象
15	バス停② (多摩川住宅南口)	175	15	OK	対象
16	交差点① (スーパードライバース)	67.8	12	OK	対象
17	信号⑪ (多摩川住宅東)	89.1	13	OK	対象
18	信号⑫ (西和泉グラウンド)	179	14	OK	対象
19	交差点② (品川道行)	180	11	OK	対象
20	交差点③ (西和泉体育館)	153	12	OK	対象
21	信号⑬ (多摩川住宅北)	-	-	-	-
22	交差点④ (多摩川住宅内入口)	-	-	-	-
23	交差点⑤ (多摩川住宅内出口)	-	-	-	-
24	交差点⑥ (多摩川住宅中央通り)	-	-	-	-
25	信号⑭ (多摩川住宅東)	54.3	15	OK	対象
26	交差点① (スーパードライバース)	53.2	12	OK	対象
27	バス停② (多摩川住宅南口)	217	16	OK	対象
28	信号⑩ (多摩川住宅南口)	128	18	OK	対象
29	信号⑨ (水神前)	91.5	13	OK	対象
30	信号⑧ (麵工房太田亭)	163	14	OK	対象
31	信号⑦ (あいどぴあセンター)	187	10	OK	対象
32	バス停① (児童公園)	101	12	OK	対象
33	信号⑥ (古民家園前)	108	11	OK	対象
34	信号⑤ (田中橋交差点)	193	11	OK	対象
35	信号④ (田中の池児童公園横)	124	11	OK	対象
36	信号③ (西河原通り)	-	-	-	-
37	信号② (狛江高校横)	-	-	-	-
38	信号① (狛江高校前)	106	11	OK	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	177	12	OK	対象

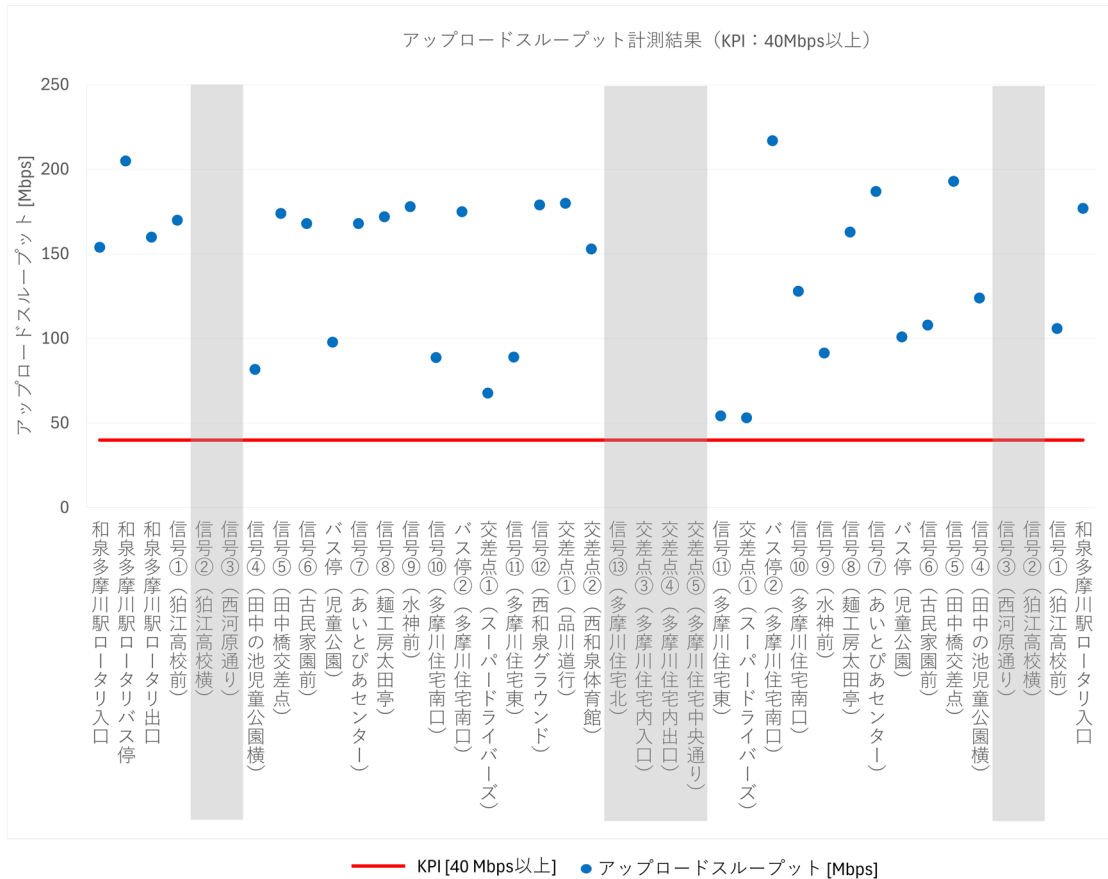


図 6-2 ローカル 5G 単体のアップロードスループット計測結果

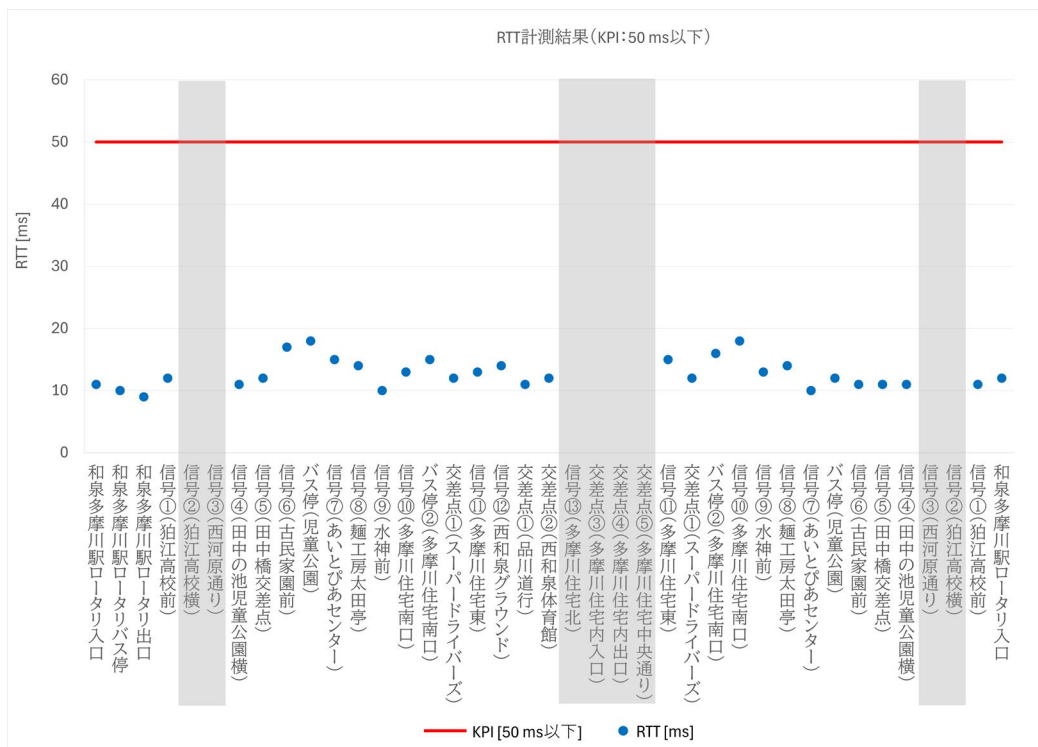


図 6-3 ローカル 5G 単体の往復通信遅延(映像遅延)計測結果

本実証における自動運転車両の走行ルート上に 39 箇所の測定地点(4.3.1 章 6).(1)表 4-3 測定地点の詳細情報)を設け、自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質の評価を行った。

フレームレート及び画質の評価結果は以下のとおりである。

表 6-8 フレームレート及び画質の計測結果

項番	地点名	FPS	解像度	判定	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	23.5	1280x720	OK	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	22.3	1280x720	OK	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	21.9	1280x720	OK	対象
4	信号① (狛江高校前)	23.6	1280x720	OK	対象
5	信号② (狛江高校横)	-	-	-	-
6	信号③ (西河原通り)	-	-	-	-
7	信号④ (田中の池児童公園横)	24.3	1280x720	OK	対象
8	信号⑤ (田中橋交差点)	22.4	1280x720	OK	対象
9	信号⑥ (古民家園前)	21.3	1280x720	OK	対象
10	要検討 (バス停 (児童公園))	21.8	1280x720	OK	対象
11	信号⑦ (あいびあセンター)	23.9	1280x720	OK	対象
12	信号⑧ (麵工房太田亭)	23.9	1280x720	OK	対象
13	信号⑨ (水神前)	24.6	1280x720	OK	対象
14	信号⑩ (多摩川住宅南口)	26.9	1280x720	OK	対象
15	バス停② (多摩川住宅南口)	23.3	1280x720	OK	対象
16	要検討 (交差点① (スーパードライバース))	23.1	1280x720	OK	対象
17	信号⑪ (多摩川住宅東)	23.0	1280x720	OK	対象
18	信号⑫ (西和泉グラウンド)	22.8	1280x720	OK	対象
19	要検討 (交差点① (品川道行))	21.4	1280x720	OK	対象
20	交差点② (西和泉体育館)	23.5	1280x720	OK	対象
21	信号⑬ (多摩川住宅北)	-	-	-	-
22	交差点③ (多摩川住宅内入口)	-	-	-	-
23	交差点④ (多摩川住宅内出口)	-	-	-	-
24	交差点⑤ (多摩川住宅中央通り)	-	-	-	-
25	信号⑪ (多摩川住宅東)	21.5	1280x720	OK	対象
26	要検討 (交差点① (スーパードライバース))	23.6	1280x720	OK	対象
27	バス停② (多摩川住宅南口)	22.0	1280x720	OK	対象
28	信号⑩ (多摩川住宅南口)	25.3	1280x720	OK	対象
29	信号⑨ (水神前)	21.0	1280x720	OK	対象
30	信号⑧ (麵工房太田亭)	22.3	1280x720	OK	対象
31	信号⑦ (あいびあセンター)	20.9	1280x720	OK	対象
32	要検討 (バス停 (児童公園))	22.8	1280x720	OK	対象
33	信号⑥ (古民家園前)	21.8	1280x720	OK	対象
34	信号⑤ (田中橋交差点)	21.9	1280x720	OK	対象
35	信号④ (田中の池児童公園横)	23.1	1280x720	OK	対象
36	信号③ (西河原通り)	-	-	-	-
37	信号② (狛江高校横)	-	-	-	-
38	信号① (狛江高校前)	21.5	1280x720	OK	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	20.8	1280x720	OK	対象

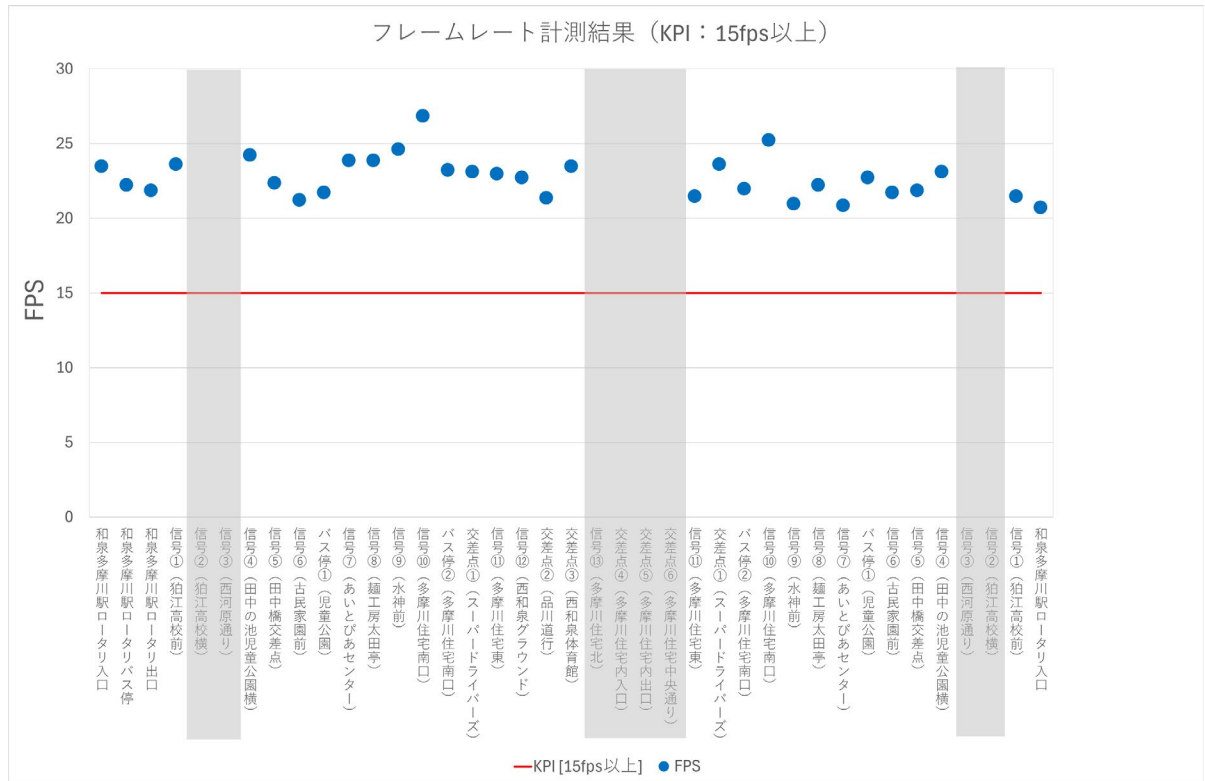


図 6-4 フレームレート計測結果

映像遅延の評価結果は以下のとおりである。

表 6-9 映像遅延の計測結果

項番	地点名	ローカル5G遅延時間 [ms]	キャリア5G映像遅延値 [ms]	判定	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	158	-	OK	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	147	-	OK	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	177	-	OK	対象
4	信号① (狛江高校前)	166	-	OK	対象
5	信号② (狛江高校横)	-	181	-	-
6	信号③ (西河原通り)	-	146	-	-
7	信号④ (田中の池児童公園横)	174	-	OK	対象
8	信号⑤ (田中橋交差点)	145	-	OK	対象
9	信号⑥ (古民家園前)	154	-	OK	対象
10	バス停① (児童公園)	141	-	OK	対象
11	信号⑦ (あいびあセンター)	134	-	OK	対象
12	信号⑧ (麵工房太田亭)	122	-	OK	対象
13	信号⑨ (水神前)	109	-	OK	対象
14	信号⑩ (多摩川住宅南口)	236	-	OK	対象
15	バス停② (多摩川住宅南口)	213	-	OK	対象
16	交差点① (スーパードライブス)	158	-	OK	対象
17	信号⑪ (多摩川住宅東)	170	-	OK	対象
18	信号⑫ (西和泉グラウンド)	158	-	OK	対象
19	交差点① (品川道行)	165	-	OK	対象
20	交差点② (西和泉体育館)	158	-	OK	対象
21	信号⑬ (多摩川住宅北)	-	148	-	-
22	交差点③ (多摩川住宅内入口)	-	132	-	-
23	交差点④ (多摩川住宅内出口)	-	140	-	-
24	交差点⑤ (多摩川住宅中央通り)	-	157	-	-
25	信号⑭ (多摩川住宅東)	161	-	OK	対象
26	交差点① (スーパードライブス)	179	-	OK	対象
27	バス停② (多摩川住宅南口)	175	-	OK	対象
28	信号⑩ (多摩川住宅南口)	150	-	OK	対象
29	信号⑨ (水神前)	152	-	OK	対象
30	信号⑧ (麵工房太田亭)	174	-	OK	対象
31	信号⑦ (あいびあセンター)	157	-	OK	対象
32	バス停① (児童公園)	153	-	OK	対象
33	信号⑥ (古民家園前)	128	-	OK	対象
34	信号⑤ (田中橋交差点)	127	-	OK	対象
35	信号④ (田中の池児童公園横)	133	-	OK	対象
36	信号③ (西河原通り)	-	142	-	-
37	信号② (狛江高校横)	-	163	-	-
38	信号① (狛江高校前)	178	-	OK	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	166	-	OK	対象



	近の歩行者、自転車/二輪車、自動車を検出できる	た。 街路樹、建物、道路形状などにより、車載センサーのみでは歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部見え隠れする箇所でも問題なく検出できており、制御接続への適用可能性を確認できた。 合わせて、遠隔監視者が遠隔監視拠点より目視で歩行者、自転車/二輪車、自動車及びその進行方向を認識できることについても確認できた。
(4)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラデータをローカル 5G 経由で自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる	実証走行期間において、ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーデータを自動運転車両に、またカメラデータを遠隔監視画面にそれぞれ表示できることを確認できた。 街路樹、建物、道路形状などにより、車載センサーのみでは歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部見え隠れする箇所でも問題なく自動運転車両の画面に表示されており、制御接続への適用可能性を確認できた。
(5)	ローカル 5G スマートポールから交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識状況の接続を受けて、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキによる減速および停止、交差点内状況に合わせ停止線や指導停止線付近で停止することができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)	実証走行期間において、交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識状況の接続を受けて、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキによる減速および停止ができることを確認した。

(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内

6.3.1 章 2).(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認 に記載の通り、KPI を満たしており、人間の運転行動と同等以上の反応速度を確保し、ローカル 5G スマートポールから自動運転車両への情報伝送について、適用可能性を示唆する結果が得られた。

- (2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内、HD 画質(自動運転車両のフロント以外のカメラ 7 台:VGA 画質)

6.3.1 章 2).(2)ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認 に記載の通り、KPI を満たしており、特定自動運行主任者を想定した遠隔監視者が自動運転車両及びローカル 5G スマートポールから伝送される映像を遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを確認できた。

- (3) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラにて、自動運転車両が交差点に到達する約 60m 以上前から交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車を検出できる

実証走行期間において、自動運転車両が交差点に到達する約 60m 以上前から交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車を検出できることを確認した。

街路樹、建物、道路形状などにより、車載センサーのみでは歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部見え隠れする箇所でも問題なく検出できており、制御接続への適用可能性を確認できた。

合わせて、遠隔監視者が遠隔監視拠点より目視で歩行者、自転車/二輪車、自動車及びその進行方向を認識できることについても確認できた。



図 6-5 ローカル 5G スマートポールの映像

- (4) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラデータをローカル 5G 経由で自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる

実証走行期間において、ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーデータを自動運転車両に、またカメラデータを遠隔監視画面にそれぞれ表示できることを確認できた。

街路樹、建物、道路形状などにより、車載センサーのみでは歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部

見え隠れする箇所でも問題なく自動運転車両の画面に表示されており、制御連接への適用可能性を確認できた。

実証走行期間は特定自動運行主任者が遠隔監視することを想定してオペレーターが同乗し、視認性を確認した。V2X 情報と自律情報を区別したことで、事前に車載センサーで認識できていない歩行者、自転車/二輪車、自動車を確認できた。また、ドライバーに対して進入する交差点等の状況についても伝えるなど、ドライバーがより注意を払えるような声かけにも活用した。

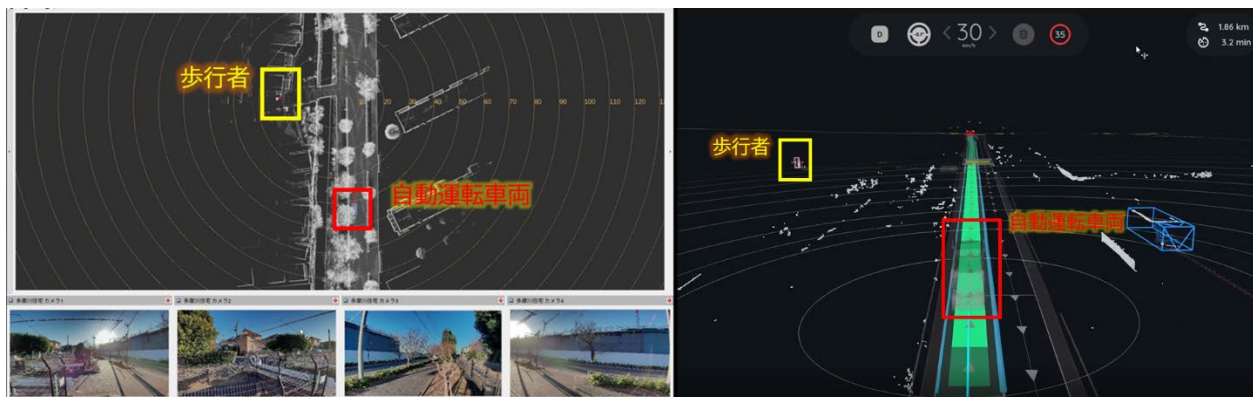


図 6-6 左:ローカル 5G スマートポールにて自動運転車両を検知する様子  
右:ローカル 5G スマートポールでのみ認識した物標情報が車両の画面に表示される様子

合わせて、遠隔監視者が遠隔監視拠点より目視で歩行者、自転車/二輪車、自動車及びその進行方向を認識できることについても確認できた。



図 6-7 遠隔監視拠点での確認模様

(5) ローカル 5G スマートポールから交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識状況の連

接を受けて、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキによる減速および停止、交差点内状況に合わせ停止線や指導停止線付近で停止することができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)

実証走行期間において、交差点付近の歩行者、自転車/二輪車、自動車の認識状況の接続を受けて、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキによる減速および停止ができることを確認した。

a. 見通しの悪い交差点からの歩行者・自転車の通行がある場合

ユースケースシーンを時系列順に記載する。

自動運転車両が信号なし横断歩道の停止線に到達する約 60m 前までに、ローカル 5G スマートポールで、街路樹などにより車載センサーのみでは歩行者、自転車/二輪車、自動車が一部見え隠れする交差点を移動する二輪車を検知し、自動運転車両へ通知する。



①60M手前で物標を認識 14時4分39秒

図 6-8 ローカル 5G スマートポールでのみ認識した物標情報が自動運転車両のシステムに表示された様子

ローカル 5G スマートポールから物標情報を受け、30m ほど手前から減速を開始し、緩やかに減速可能なことを確認した。

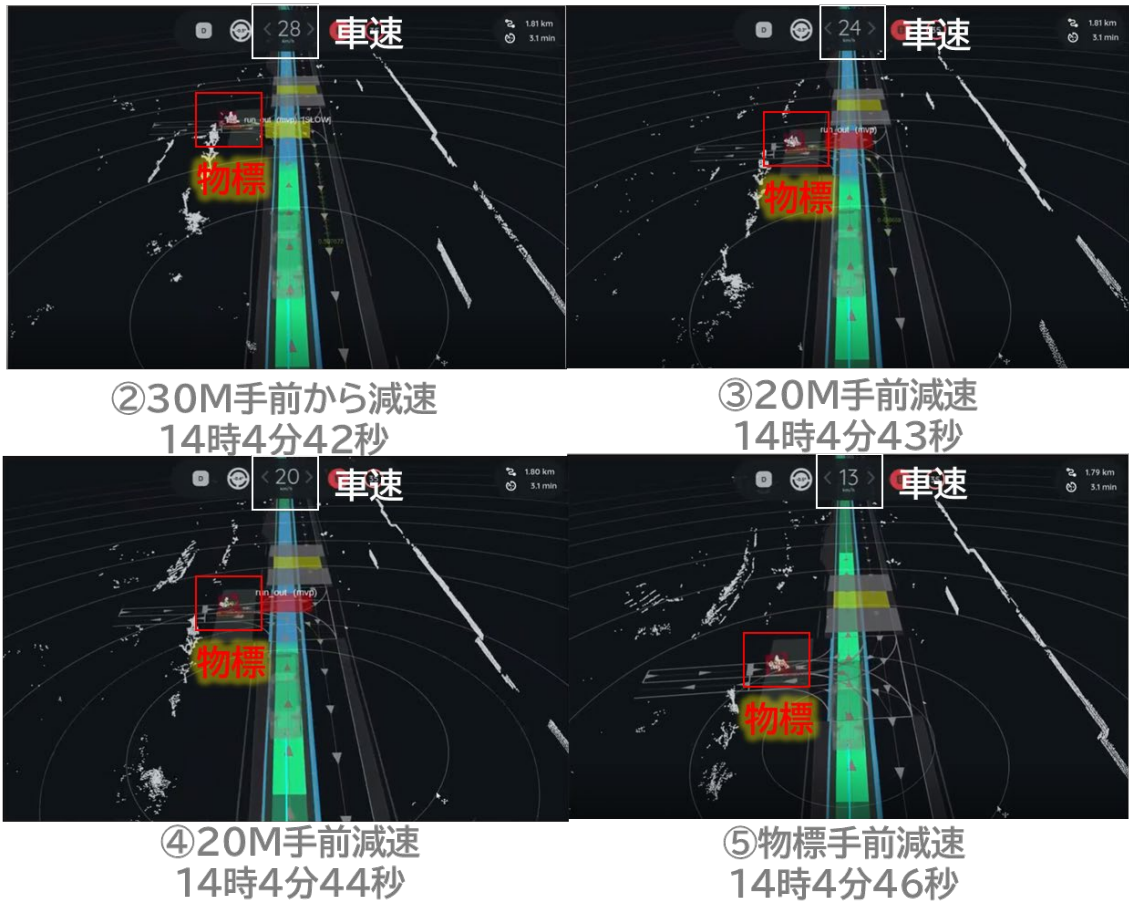


図 6-9 ローカル 5G スマートポールでのみ認識した物標情報接続時の自動運転車両制御の時系列情報

- b. 信号あり交差点到達時に走行車線が青信号または右折矢印信号の際に、右折先に滞留車両が存在する場合

ユースケースシーンを時系列順に記載する。

自動運転車両が交差点に到達する手間で右折先に滞留する車両を検知し、自動運転車両へ通知する。



①交差点手前で滞留車両を認識  
11時32分9秒

図 6-10 ローカル 5G スマートポールで認識した見通し外の滞留する車両の物標情報が自動運転車両のシステムに表示された様子

右折先に滞留車両がいるため、車両は交差点へ侵入せず、手前の停止線前で減速し、停止。その後滞留が解消されたことを認識の上、交差点を右折した。

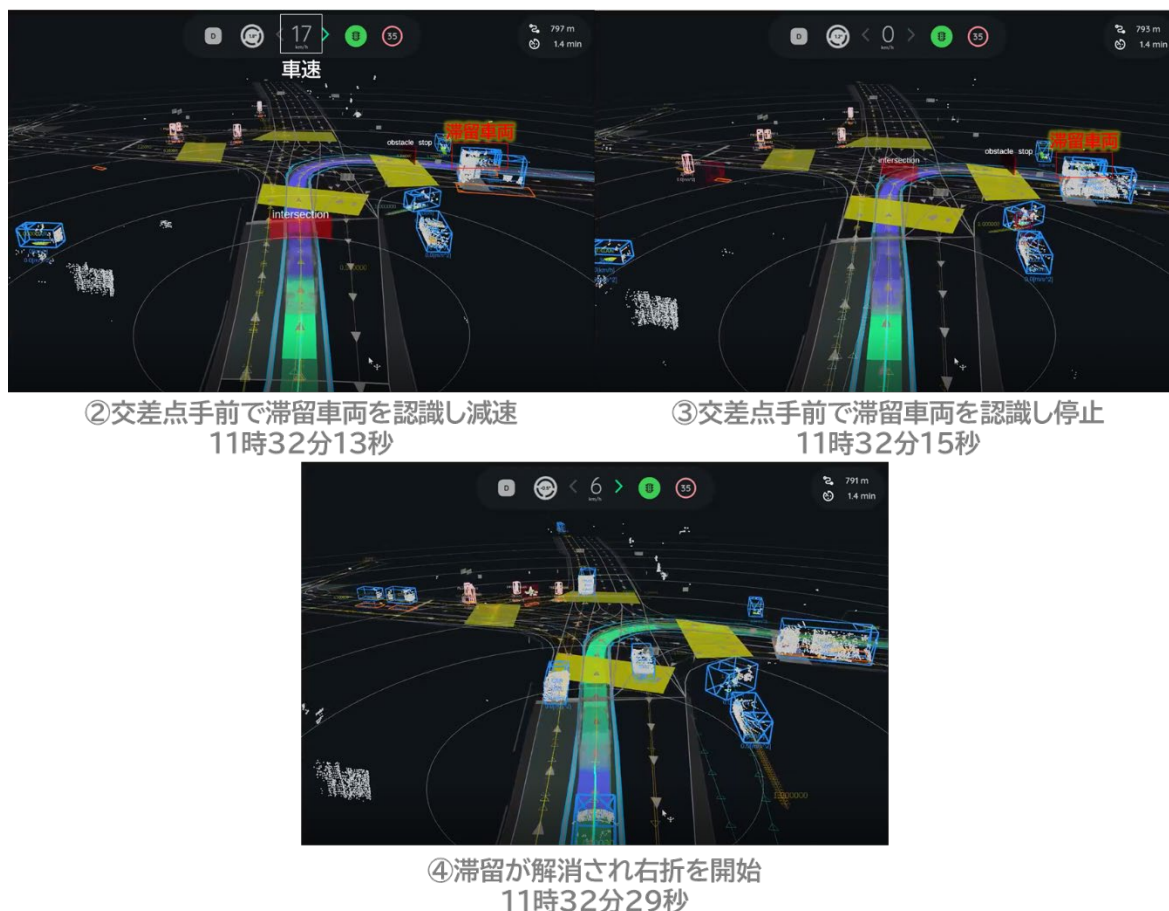


図 6-11 ローカル 5G スマートポールで認識した見通し外の滞留する車両の物標情報接続時の自動運転車両制御の時系列情報

なお、本シーンでは車両センサーとローカル 5G スマートポールの認識情報を組み合わせて、停止を実現し、右折までを実施した。

#### 4) 成果・課題

本実証では、ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延に関する KPI(平均 600ms 以内)を達成した。あわせて、ローカル 5G スマートポールおよび自動運転車両に搭載したカメラ映像についても、3つの KPI の「映像遅延(平均 300ms 以内)、フレームレート(平均 15fps 以上)、画質(HD 画質)」を同時に満たすことができた。

これらの KPI を満たすシステムを活用した自動運転(レベル2)による実証走行では、車載センサー視点で一部見え隠れする箇所から飛び出してくる歩行者や自転車/二輪車、自動車をローカル 5G スマートポールが適切に検知し、その情報を車両へ伝送。車載センサー情報と統合し、実際に車両が減速動作を行う様子を確認できた。ドライバーからは「車両の認識範囲が目視よりも広がった」との声も寄せられた。

また、将来的な遠隔監視への対応を見据え、交差点などの複雑な環境において、周囲状況を車載側と情報統合センター側の双方で事前に認識し、表示できる仕組みを実現した。実証走行ではオペレーターが同乗して視認性も確認し、V2X 情報と自律情報を区別したことで、システムが対応を求める状況

でも、特定運行主任者業務として適切に運行継続判断を行える見通しが得られた。

## 6.4 ④安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報等のデータ連携や車両側の危険回避行動の連携・実装

### 6.4.1 ローカル 5G スマートポールにて取得した対向車両走行情報の自動運転車両への接続によるインフラ協調自動運転検証(路上駐停車車両の追い越しシーン)

#### 1) 実証スケジュール

実証スケジュールは下記の通りとなる。

表 6-11 実証スケジュール

ユースケース	フェーズ	2025年									2026年	
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月		
ユースケース④ 「路上駐停車車両回避における路側インフラでの検知情報を活用した自動運転車両制御の検証」	実証準備 (事前計測、物品調達等)				機器調達							
			環境構築									
	実証						準備運行					
	実証評価									ユースケース実証		
										視察会 (12/12)		
										報告書作成		

#### 2) 開発・評価項目の結果

表 6-12 開発・評価項目

番号	開発・評価項目
(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認
(2)	ローカル 5G スマートポールのカメラ 1 台および自動運転車両の車載カメラ 8 台について、フレームレート・映像遅延平均・画質の各項目を評価
(3)	センサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を確認

#### (1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認

図 4-9 情報伝送経路の概念図、図 4-33 情報伝達経路の概念図においてローカル 5G スマートポールのセンサーでセンシングした時刻(図内①)から車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻(図内③)までの情報伝送遅延の計測結果を下記に示す。計測結果については、ローカル

5G スマートポールごとに算出し、情報統合センターから自動運転車両への無線通信方式がローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)の場合についてそれぞれ計測した。下記より、無線通信方式がローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)のそれぞれについて情報伝送遅延平均の KPI として定めた 600ms 以内を満たしていることを確認した。

また、情報伝送において図 4-47 情報伝送経路の情報統合センターから自動運転車両までの区間(図内②⑤～③⑥)に分けて、ローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)の場合についてそれぞれ計測した結果について下記に示す。

**表 6-13 情報伝送遅延値の計測結果**  
(データ計測日時 2026年1月19日 15時～17時)

	ローカル5G			キャリア通信		
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
多摩川住宅	87ms	206ms	26ms	102ms	213ms	35ms
田中橋交差点 ～六郷さくら通り (統合)	111ms	214ms	52ms	134ms	392ms	63ms
和泉多摩川駅	195ms	383ms	102ms	172ms	366ms	103ms

また、情報伝送において図 4-9 情報伝送経路の概念図の情報統合センターの送信時刻(図内②)から車両 ECU の V2I 受信ノードにて受信した時刻(図内③)に分けて、ローカル 5G とキャリア通信(閉域 VPN)の場合についてそれぞれ計測した結果について下記に示す。

**表 6-14 情報統合センターから自動運転車両までの情報伝送遅延値計測結果**  
(データ計測日時 2026年1月19日 15時～17時)

	ローカル5G			キャリア通信		
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
多摩川住宅	24ms	184ms	11ms	40ms	128ms	19ms
田中橋交差点 ～六郷さくら通り (統合)	25ms	124ms	12ms	43ms	290ms	21ms
和泉多摩川駅	25ms	121ms	12ms	43ms	242ms	20ms

情報伝送経路の無線通信区間がローカル 5G では平均 24～25ms、キャリア通信(閉域 VPN)では平均 40～43ms の伝送遅延が発生すること確認した。これは情報統合センターから自動運転車両までの通信経路差が影響するものと考えられる。また、キャリア通信(閉域 VPN)においては不特定多数による通信利用等の影響も考えられる。

(2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭

載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認

a. ローカル 5G スマートポールに設置したカメラのフレームレート・遅延平均・画質の評価

ローカル 5G スマートポールが配信するカメラ映像について、シーンをとらえた 1 台のカメラで遠隔監視システムおよび接続されたモニターによる表示が継続的に HD 画質を維持できていることを確認した。

対象エリアである田中橋交差点に設置したローカル 5G スマートポールについて、映像伝送評価(映像遅延、フレームレート)を約 25 分間行った。映像伝送の評価指標として映像遅延平均 300ms 以内(無線区間は 50ms 以内)、フレームレート平均 15fps 以上、画質 HD 画質を KPI として定めている。

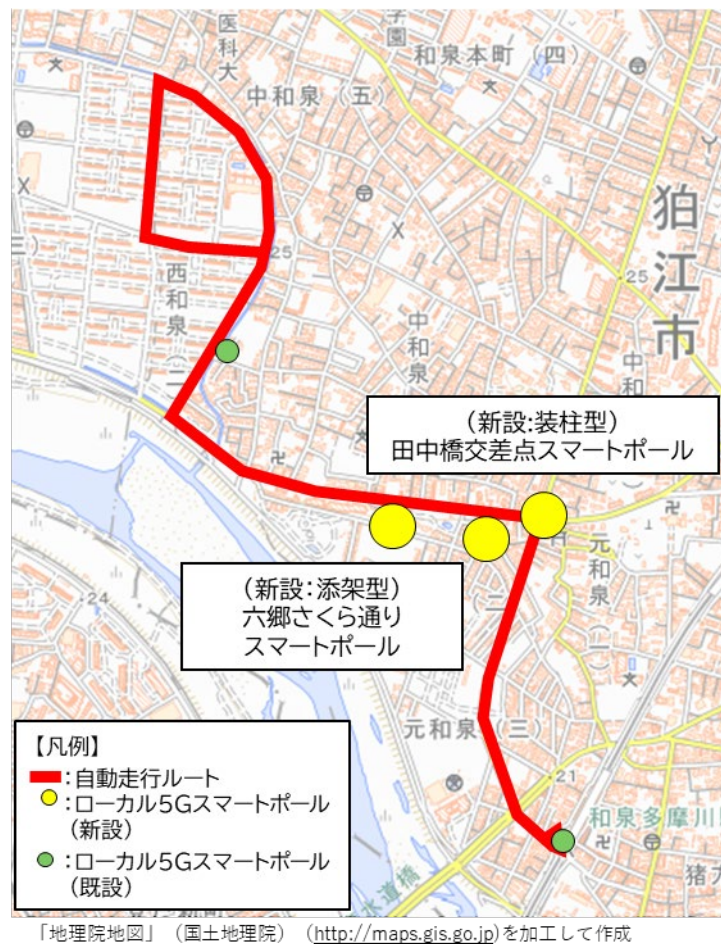


図 6-12 ローカル 5G スマートポールの配置場所

結果は以下のとおりである。

表 6-15 田中橋交差点ローカル 5G スマートポール映像伝送評価結果  
(データ計測日:2026年1月5日 14時~16時 晴天)

KPI		結果
映像遅延時間 平均 300ms 以下	最大	286ms
	最小	222ms
	平均	251ms
フレームレート 平均 15fps 以上	最大	23fps
	最小	17fps
	平均	20fps
画質 HD 画質		HD 画質

表 6-16 田中橋交差点ローカル 5G スマートポール映像伝送評価(無線区間)結果  
(データ計測日:2025年11月28日 11時~12時 晴天)

KPI		結果
映像遅延時間における 無線区間 50ms 以下	最大	33ms
	最小	12ms
	平均	16ms

上記の通り、KPIとして定めた目標値を満たしていることを確認できた。

b. 自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のスループット・フレームレート・遅延平均・画質の評価

本実証における自動運転車両の走行ルート上に 39 箇所の測定地点(4.4.1 章 6).(1) 表 4-7 測定地点の詳細情報)を設け、アップロードスループット及びローカル 5G 単体の往復通信遅延(映像遅延)の結果を以下に示す。映像要件として掲げた KPI は達成したことを確認した。

表 6-17 アップロードスループット及び映像遅延の計測結果

項番	地点名	アップロードスループット(Mbps)	RTT(ms)	判定	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	154	11	OK	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	205	10	OK	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	160	9	OK	対象
4	信号① (狛江高校前)	170	12	OK	対象
5	信号② (狛江高校横)	-	-	-	-
6	信号③ (西河原通り)	-	-	-	-
7	信号④ (田中の池児童公園横)	81.8	11	OK	対象
8	信号⑤ (田中橋交差点)	174	12	OK	対象
9	信号⑥ (古民家園前)	168	17	OK	対象
10	バス停① (児童公園)	97.9	18	OK	対象
11	信号⑦ (あいとびあセンター)	168	15	OK	対象
12	信号⑧ (麵工房太田亭)	172	14	OK	対象
13	信号⑨ (水神前)	178	10	OK	対象
14	信号⑩ (多摩川住宅南口)	88.8	13	OK	対象
15	バス停② (多摩川住宅南口)	175	15	OK	対象
16	交差点① (スーパードライバース)	67.8	12	OK	対象
17	信号⑪ (多摩川住宅東)	89.1	13	OK	対象
18	信号⑫ (西和泉グラウンド)	179	14	OK	対象
19	交差点② (品川道行)	180	11	OK	対象
20	交差点③ (西和泉体育館)	153	12	OK	対象
21	信号⑬ (多摩川住宅北)	-	-	-	-
22	交差点④ (多摩川住宅内入口)	-	-	-	-
23	交差点⑤ (多摩川住宅内出口)	-	-	-	-
24	交差点⑥ (多摩川住宅中央通り)	-	-	-	-
25	信号⑭ (多摩川住宅東)	54.3	15	OK	対象
26	交差点① (スーパードライバース)	53.2	12	OK	対象
27	バス停② (多摩川住宅南口)	217	16	OK	対象
28	信号⑩ (多摩川住宅南口)	128	18	OK	対象
29	信号⑨ (水神前)	91.5	13	OK	対象
30	信号⑧ (麵工房太田亭)	163	14	OK	対象
31	信号⑦ (あいとびあセンター)	187	10	OK	対象
32	バス停① (児童公園)	101	12	OK	対象
33	信号⑥ (古民家園前)	108	11	OK	対象
34	信号⑤ (田中橋交差点)	193	11	OK	対象
35	信号④ (田中の池児童公園横)	124	11	OK	対象
36	信号③ (西河原通り)	-	-	-	-
37	信号② (狛江高校横)	-	-	-	-
38	信号① (狛江高校前)	106	11	OK	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	177	12	OK	対象

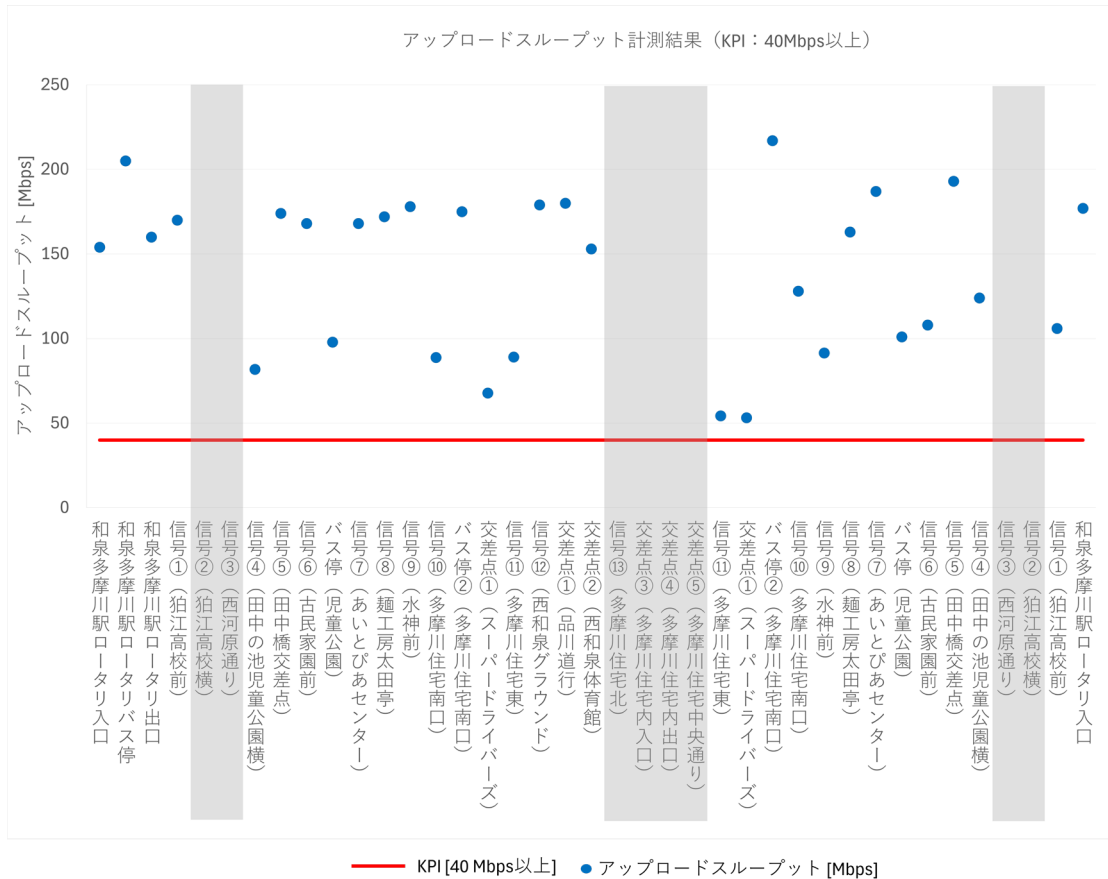


図 6-13 ローカル 5G 単体のアップロードスループット計測結果

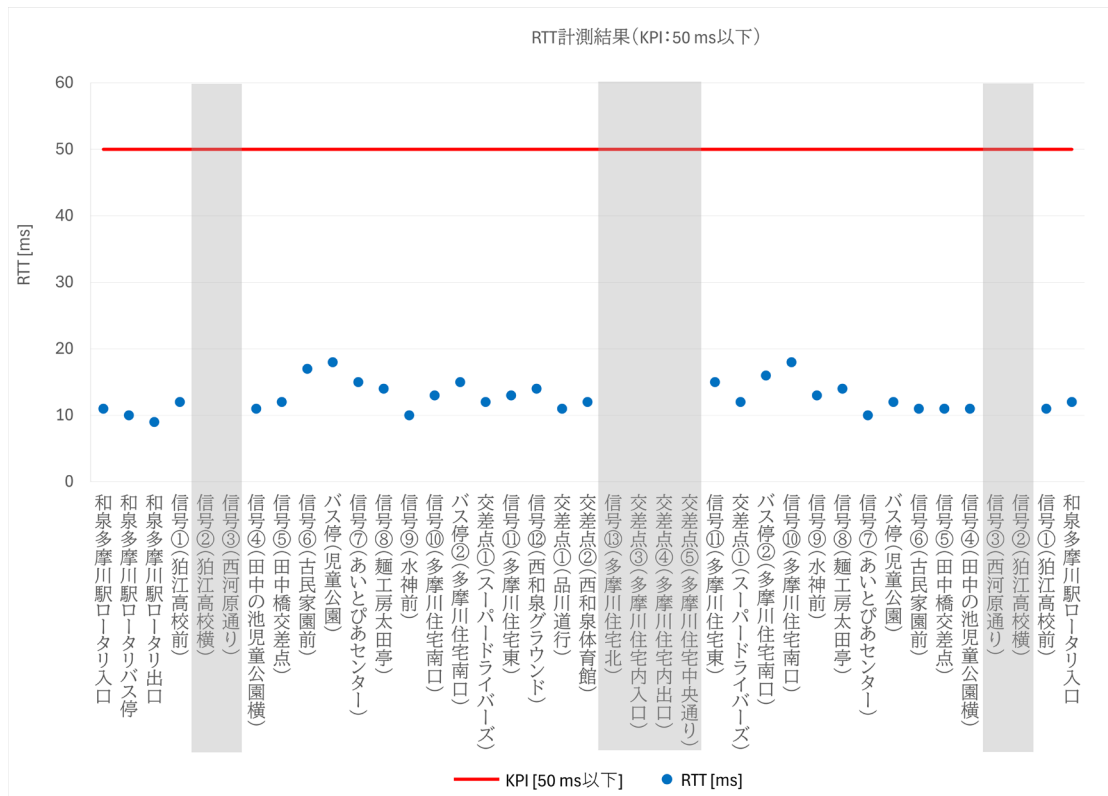


図 6-14 ローカル 5G 単体の往復通信遅延(映像遅延)計測結果

本実証における自動運転車両の走行ルート上に 39 箇所の測定地点(4.4.1 章 6).(1) 表 4-7 測定地点の詳細情報)を設け、自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質の評価を行った。

フレームレート及び画質の評価結果は以下のとおりである。

表 6-18 フレームレート及び画質の計測結果

項番	地点名	FPS	解像度	判定	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	23.5	1280x720	OK	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	22.3	1280x720	OK	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	21.9	1280x720	OK	対象
4	信号①（狛江高校前）	23.6	1280x720	OK	対象
5	信号②（狛江高校横）	-	-	-	-
6	信号③（西河原通り）	-	-	-	-
7	信号④（田中の池児童公園横）	24.3	1280x720	OK	対象
8	信号⑤（田中橋交差点）	22.4	1280x720	OK	対象
9	信号⑥（古民家園前）	21.3	1280x720	OK	対象
10	要検討（バス停（児童公園））	21.8	1280x720	OK	対象
11	信号⑦（あいびびセンター）	23.9	1280x720	OK	対象
12	信号⑧（麵工房太田亭）	23.9	1280x720	OK	対象
13	信号⑨（水神前）	24.6	1280x720	OK	対象
14	信号⑩（多摩川住宅南口）	26.9	1280x720	OK	対象
15	バス停②（多摩川住宅南口）	23.3	1280x720	OK	対象
16	要検討（交差点①（スーパードライバース））	23.1	1280x720	OK	対象
17	信号⑪（多摩川住宅東）	23.0	1280x720	OK	対象
18	信号⑫（西和泉グラウンド）	22.8	1280x720	OK	対象
19	要検討（交差点①（品川道行））	21.4	1280x720	OK	対象
20	交差点②（西和泉体育館）	23.5	1280x720	OK	対象
21	信号⑬（多摩川住宅北）	-	-	-	-
22	交差点③（多摩川住宅内入口）	-	-	-	-
23	交差点④（多摩川住宅内出口）	-	-	-	-
24	交差点⑤（多摩川住宅中央通り）	-	-	-	-
25	信号⑪（多摩川住宅東）	21.5	1280x720	OK	対象
26	要検討（交差点①（スーパードライバース））	23.6	1280x720	OK	対象
27	バス停②（多摩川住宅南口）	22.0	1280x720	OK	対象
28	信号⑩（多摩川住宅南口）	25.3	1280x720	OK	対象
29	信号⑨（水神前）	21.0	1280x720	OK	対象
30	信号⑧（麵工房太田亭）	22.3	1280x720	OK	対象
31	信号⑦（あいびびセンター）	20.9	1280x720	OK	対象
32	要検討（バス停（児童公園））	22.8	1280x720	OK	対象
33	信号⑥（古民家園前）	21.8	1280x720	OK	対象
34	信号⑤（田中橋交差点）	21.9	1280x720	OK	対象
35	信号④（田中の池児童公園横）	23.1	1280x720	OK	対象
36	信号③（西河原通り）	-	-	-	-
37	信号②（狛江高校横）	-	-	-	-
38	信号①（狛江高校前）	21.5	1280x720	OK	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	20.8	1280x720	OK	対象

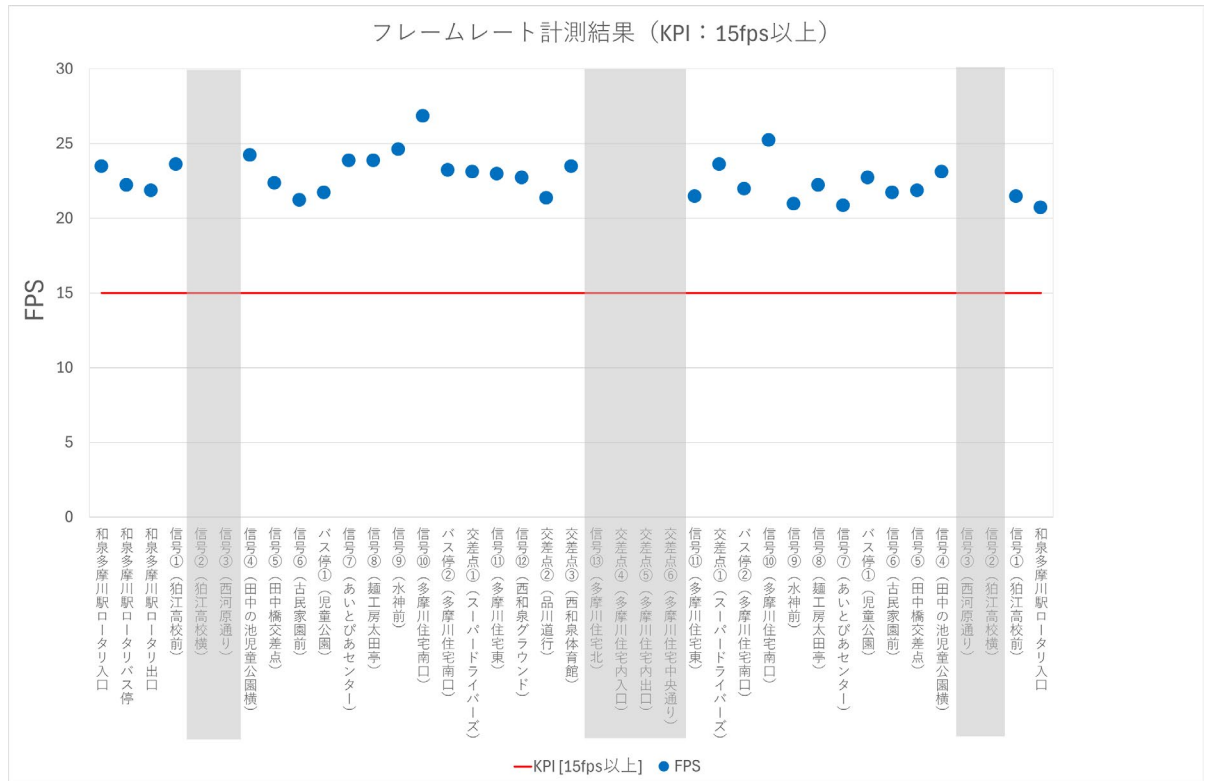


図 6-15 フレームレート計測結果

映像遅延の評価結果は以下のとおりである。

表 6-19 映像遅延の計測結果

項番	地点名	ローカル5G遅延時間 [ms]	キャリア5G映像遅延値 [ms]	判定	ローカル5G対象エリア
1	和泉多摩川駅ロータリ入口	158	-	OK	対象
2	和泉多摩川駅ロータリバス停	147	-	OK	対象
3	和泉多摩川駅ロータリ出口	177	-	OK	対象
4	信号① (狛江高校前)	166	-	OK	対象
5	信号② (狛江高校横)	-	181	-	-
6	信号③ (西河原通り)	-	146	-	-
7	信号④ (田中の池児童公園横)	174	-	OK	対象
8	信号⑤ (田中橋交差点)	145	-	OK	対象
9	信号⑥ (古民家園前)	154	-	OK	対象
10	バス停① (児童公園)	141	-	OK	対象
11	信号⑦ (あいびあセンター)	134	-	OK	対象
12	信号⑧ (麹工房太田亭)	122	-	OK	対象
13	信号⑨ (水神前)	109	-	OK	対象
14	信号⑩ (多摩川住宅南口)	236	-	OK	対象
15	バス停② (多摩川住宅南口)	213	-	OK	対象
16	交差点① (スーパードライブズ)	158	-	OK	対象
17	信号⑪ (多摩川住宅東)	170	-	OK	対象
18	信号⑫ (西和泉グラウンド)	158	-	OK	対象
19	交差点① (品川通り)	165	-	OK	対象
20	交差点② (西和泉体育館)	158	-	OK	対象
21	信号⑬ (多摩川住宅北)	-	148	-	-
22	交差点③ (多摩川住宅内入口)	-	132	-	-
23	交差点④ (多摩川住宅内出口)	-	140	-	-
24	交差点⑤ (多摩川住宅中央通り)	-	157	-	-
25	信号⑭ (多摩川住宅東)	161	-	OK	対象
26	交差点① (スーパードライブズ)	179	-	OK	対象
27	バス停② (多摩川住宅南口)	175	-	OK	対象
28	信号⑩ (多摩川住宅南口)	150	-	OK	対象
29	信号⑨ (水神前)	152	-	OK	対象
30	信号⑧ (麹工房太田亭)	174	-	OK	対象
31	信号⑦ (あいびあセンター)	157	-	OK	対象
32	バス停① (児童公園)	153	-	OK	対象
33	信号⑥ (古民家園前)	128	-	OK	対象
34	信号⑤ (田中橋交差点)	127	-	OK	対象
35	信号④ (田中の池児童公園横)	133	-	OK	対象
36	信号③ (西河原通り)	-	142	-	-
37	信号② (狛江高校横)	-	163	-	-
38	信号① (狛江高校前)	178	-	OK	対象
39	和泉多摩川駅ロータリ入口	166	-	OK	対象

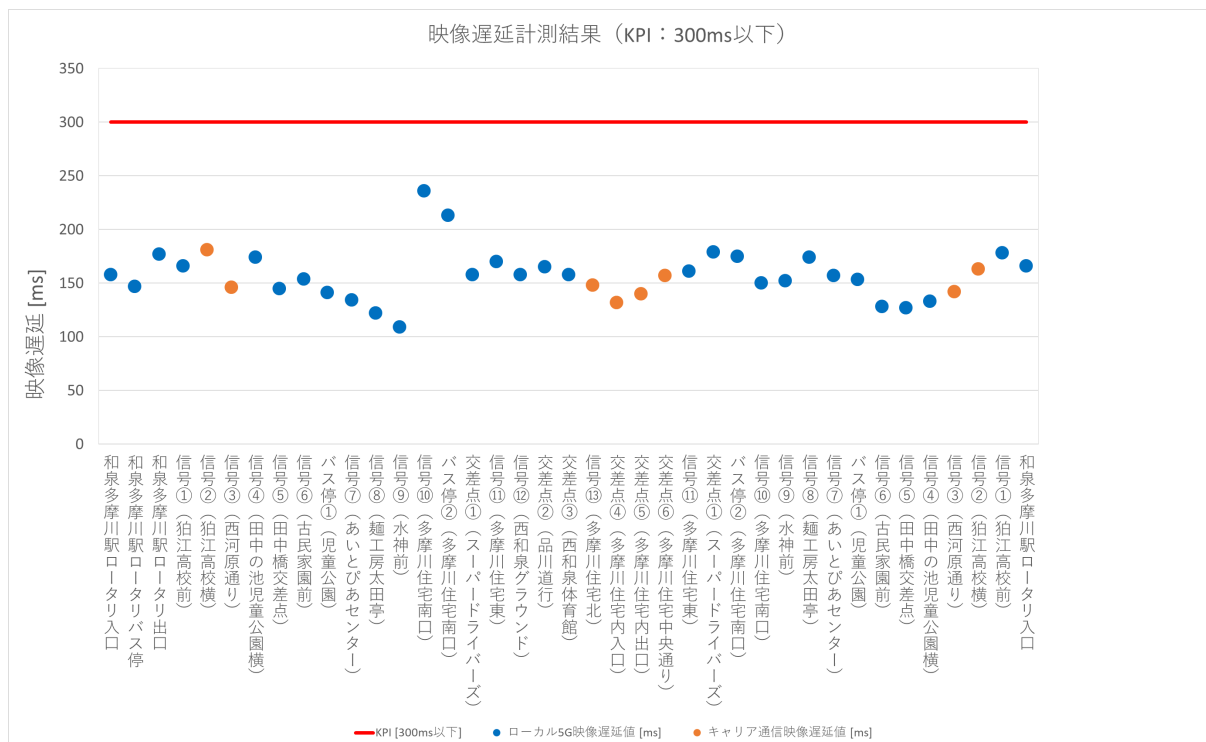


図 6-16 ローカル 5G/キャリア通信の映像遅延計測結果

上記の通り、全ての項目において KPI として定めた目標値を満たしていることを確認した。

(3) センサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を確認

下記表についてセンサー検知範囲が重複している路側センサー地点の田中橋交差点～六郷さくら通①間及び六郷さくら通①～六郷さくら通②間において、統合処理が発生した物標情報のローカル 5G スマートポール間の通信を含む時刻差分の計測結果を示す。下記より、通信遅延を含めた時刻差分として定めた KPI である遅延平均 200ms 以内を満たしていることを確認した。

表 6-20 統合処理が発生した物標情報のローカル 5G スマートポール間の時刻差分評価結果 (データ計測日時 2026年1月20日 15時～16時)

	平均値	最大値	最小値
田中橋交差点～六郷さくら通①	40.5 ms	164.3 ms	0.01 ms
六郷さくら通①～六郷さくら通②	35.7 ms	156.4 ms	0.01 ms

表 6-21 ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーのセンシング～情報統合センターでの物標情報統合  
処理完了までの遅延評価結果  
(データ計測日時 2026年1月20日 15時～16時)

	平均値	最大値	最小値
田中橋交差点～ 六郷さくら通①	120.1 ms	248.1 ms	43.5 ms
六郷さくら通①～ 六郷さくら通②	110.2 ms	248.1 ms	43.6 ms

3) KPI/KGI との比較結果

表 6-22 KPI/KGI との比較結果

定量評価 /定性評価	番号	目標値	結果
定量評価	(1)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内	KPI を達成。人間の運転行動と同等以上の反応速度を確保し、ローカル 5G スマートポールから自動運転車両への情報接続に関する適用可能性を示唆する結果が得られた。
	(2)	ローカル 5G スマートポールに設置したシーン撮影用カメラ 1 台と、自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台(計 9 台)について、映像伝送要件を「フレームレート平均 15fps 以上」「遠隔監視拠点までの遅延平均 300ms 以内」「監視映像の画質 VGA 以上」を満たすこと	KPI を達成。特定自動運行主任者を想定した遠隔監視者が自動運転車両及びローカル 5G スマートポールから伝送される映像を遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを確認できた。
	(3)	センサー検知範囲が重複している路側インフラ間の通信の揺らぎの遅延平均 200ms 以内	KPI を達成。複数のローカル 5G スマートポールで検知した物標情報の統合処理において、ローカル 5G の適用可能性を示唆する結果を確認できた。
定性評価	(4)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラが自車からおよそ 300m 以内の対向車線上の走行車両を検出できる	実証走行期間において、走行中の自動運転車両から約 300m 以内の対向車線上走行車両を検出できることを確認した。 車載センサーのみでは認識できない遠方の車両を問題なく検出できており、制御接続(4.4.17) (5) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラ情報をローカル 5G 経由で車両自動運転システムおよび遠隔監視画面に表

		示・通知ができる【定性評価】(5)への適用可能性を確認できた。 合わせて、遠隔監視者が遠隔監視拠点より目視で歩行者、自転車/二輪車、自動車及びその進行方向を認識することができることについても確認できた。
(5)	ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラ情報をローカル 5G 経由で自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる	実証走行期間において、複数のローカル 5G スマートポールの情報を統合したセンサーデータを車両に、カメラデータを遠隔監視画面に表示できることを確認した。 実証走行期間は特定自動運行主任者の業務を見極めるための遠隔監視者(オペレーター)が同乗し、視認性を確認した。
(6)	ローカル 5G スマートポールから対向車線の交通状況の接続を受けて対向車線上の走行車両がいる場合には、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキで駐車車両の手前で停止を行うことができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)	車両センサーとローカル 5G スマートポールの認識情報を組み合わせて、路上駐車車両手前での停止を実現し、ローカル 5G スマートポールの情報より、対向車両が停止していることを認識の上、インフラ協調して回避した。
(7)	統合処理された物体認識情報が、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラ映像の視認結果と差分がないこと	六郷さくら通①～六郷さくら通②間において自動車を真値とした場合の正解率は 100%であったが、自転車/二輪車は誤認識および物体認識情報の統合の誤認識が発生していた。いずれの場合も、車両の制動を強めるように作用するもので、走行安全にかかわる誤認識は確認しなかった。

(1) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延平均 600ms 以内

6.4.1 章 2).(1)ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延を確認に記載の通り、KPI を満たしており、人間の運転行動と同等以上の反応速度を確保し、ローカル 5G スマートポールから自動運転車両への情報接続に関する適用可能性を示唆する結果が得られた。

(2) ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台(計 9 台)の映像伝送要件:フレームレート平均 15fps 以上、遠隔監視拠点

までの遅延平均 300ms 以内、映像監視画質 VGA 以上

6.4.1 章 2).(2)ローカル 5G スマートポールに設置した、シーンをとらえたカメラ 1 台および自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のフレームレート・遅延平均・画質を確認 に記載の通り、KPI を満たしており、特定自動運行主任者を想定した遠隔監視者が自動運転車両及びローカル 5G スマートポールから伝送される映像を遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを確認できた。

(3) センサー検知範囲が重複している路側インフラ間の通信の揺らぎの遅延平均 200ms 以内

6.4.1 章 2).(3)センサー検知範囲が重複しているローカル 5G スマートポール間の通信の揺らぎの遅延平均を確認に記載の通り、KPI を満たしており、複数のローカル 5G スマートポールで検知した物標情報の統合処理において、ローカル 5G の適用可能性を示唆する結果を確認できた。

(4) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラが自車からおよそ 300m 以内の対向車線上の走行車両を検出できる

実証走行期間において、走行中の自動運転車両から約 300m 以内を対向車線上走行車両を検出できることを確認した。

車載センサーのみでは認識できない遠方の車両を問題なく検出できており、制御接続(4.4.1 7) (5) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラ情報をローカル 5G 経由で車両自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる【定性評価】への適用可能性を確認できた。

合わせて、遠隔監視者が遠隔監視拠点より目視で歩行者、自転車/二輪車、自動車及びその進行方向を認識することができることについても確認できた。

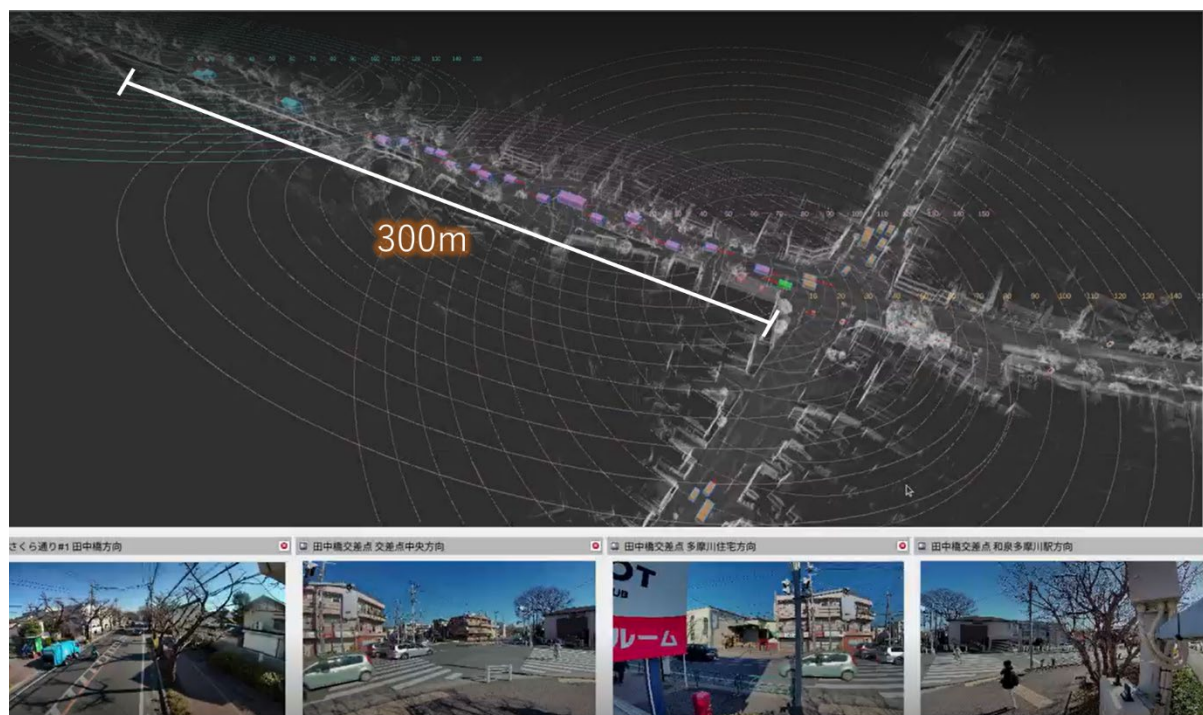


図 6-17 ローカル 5G スマートポールの映像 ※円の 1 つ 1 つの間隔が約 10m

(5) ローカル 5G スマートポールに設置したセンサー・カメラ情報をローカル 5G 経由で車両自動運転システムおよび遠隔監視画面に表示・通知ができる

実証走行期間において、複数のローカル 5G スマートポールの情報を統合したセンサーデータを車両に、カメラデータを遠隔監視画面に表示できることを確認した。

実証走行期間は特定自動運行主任者の業務を見極めるための遠隔監視者(オペレーター)が同乗し、視認性を確認した。V2X 情報と自律情報を区別(オレンジ色で表示)したことで、事前に車両では認識できていない遠方の歩行者、自転車/二輪車、自動車を確認できた。また、ドライバーへ路上駐停車車両な交通状況を伝えるなどの声かけにも活用した。



図 6-18 ローカル 5G スマートポールにて物標情報を認識する様子



図 6-19 ローカル 5G スマートポールの情報が自動運転車両の画面に表示される様子

合わせて、遠隔監視者が遠隔監視拠点より目視で歩行者、自転車/二輪車、自動車及びその進行方向を認識することができることについても確認できた。



図 6-20 遠隔監視拠点での確認模様

- (6) ローカル 5G スマートポールから対向車線の交通状況の接続を受けて対向車線上の走行車両がいる場合には、自動運転車両の自律制御によって緩やかなブレーキで駐車車両の手前で停止を行うことができる(ドライバーが周囲の状況を目視で確認し、必要があると判断した場合には手動介入を行う)

ユースケースシーンを時系列順に記載する。

走行車線上の路上駐停車車両を車載センサーまたはローカル 5G スマートポールを用いて約 60 m前までに認識する。



図 6-21 自動運転車両で路上駐車車両を認識する様子

車載センサーまたはローカル 5G スマートポールを用いて、対向車線上を走行する車両の有無をおよそ 300m範囲内で認識する。



図 6-22 自動運転車両が対向車線の車両を認識する様子

車載センサーまたはローカル 5G スマートポール搭載センサーで車両を検知し、対向車両の位置により路上駐停車車両を回避した際に対向車線上にはみ出したまま停車してしまう恐れがある場合、路上駐停車車両手前で一時停止し、一時停止を継続する。



図 6-23 路上駐停車車両の前で停止している様子

車載センサーで対向車線上に車両を検知しない場合、路上駐停車車両の回避を実施する。



図 6-24 路上駐停車車両を回避する様子

路上駐停車車両の回避後後、自車線に復帰する。



図 6-25 路上駐停車車両を回避して自車線に復帰している様子

本シーンでは車両センサーとローカル 5G スマートポールの認識情報を組み合わせて、路上駐車車両手前での停止を実現し、ローカル 5G スマートポールの情報より、対向車両が停止していることを認識の上、インフラ協調して回避した。

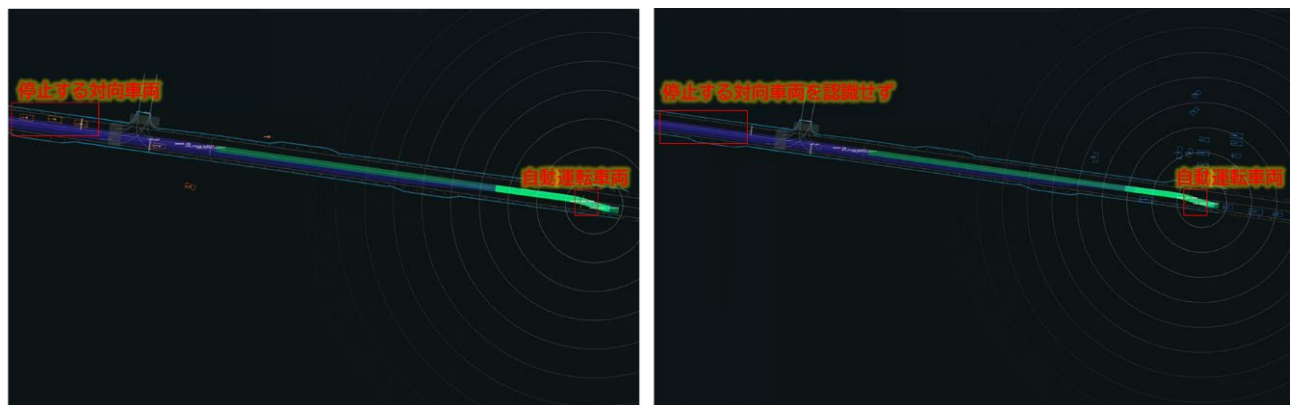


図 6-26 左図:路側センサー(ローカル 5G スマートポール)のみの認識情報(俯瞰図)  
右図:車載センサーのみの認識情報(俯瞰図)

なお、実証走行期間中では複数のローカル 5G スマートポールを設置した六郷さくら通りで 90 件路上駐停車車両回避シーンをカウンとした。そのうちインフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)ありでの成功は 16 件、インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)なしでの成功は 15 件であった。どちらの場合でも対向車両がない方が成功率は高い傾向にあった。

表 6-23 インフラ協調あり/なしでの路上駐停車車両回避の比較

路上駐停車車両回避 90	インフラ協調		対向車		自動回避成功		自動回避失敗	
	あり	なし	なし	あり		%		%
90	あり	47	なし	13	10	77%	3	31%
			あり	34	6	18%	28	82%
	なし	43	なし	17	8	47%	9	53%
			あり	26	7	27%	19	73%

自動回避を失敗した計59件のシーンの要因は以下の通りである。交通参加者・環境起因 28 件、自動運転の回避ルートの経路生成が適切に行われなかったケースが 29 件あった。環境要因の主な内容としては、路上駐停車車両の手前で対向車両が通過するまで停止した際、後続車への影響を考慮し、ドライバーが手動介入を行ったケースが多く含まれている。これらについては、一般ドライバーの自動運転に対する理解促進や待機可能時間の受容度向上が今後の課題である。

また、手動介入をしたシーンのうち 2 件は、インフラ協調(ローカル 5G スマートポール)により遠方の対向車両を早期に認識した結果、交通流への影響を避ける必要があるとドライバーが判断し、介入したものであった。レベル 4 自動運転へ移行した場合、車載センサーのみでは回避中に対向車両を認識して対向車線等にはみ出した状態のまま停止してしまうおそれがある。これらの事例はインフラ協調(ローカル 5G スマートポール)による遠方や見通し外情報活用の有用性を示すシーンであった。

表 6-24 自動運転での回避失敗事例のインフラ協調ありなし比較

(件数)

インフラ協調	対向車	自動回避 失敗	交通参加者・環境起因			人為的要因	自立走行 システム起因		路車連携 システム起因
			歩行者 飛び出し	対向車 待ち ※1	停車車両 位置 ※2	過度に 早期な介入 ※3	生成されたルートが 適切でない	回避ルートが 出ない	遠方対向車 を検知
あり	なし	3	0	-	-	0	-	3	-
	あり	28	2	14	1	2	8	1	2
なし	なし	9	2	-	1	0	2	6	-
	あり	19	1	7	-	0	3	6	-

※1 対向車が途切れず、交通流妨げを避けるために手動介入  
 ※2 停車位置が交差点手前などのため回避ルートが生成されず手動介入  
 ※3 ドライバーの習熟不足による、過度に早期な手動介入

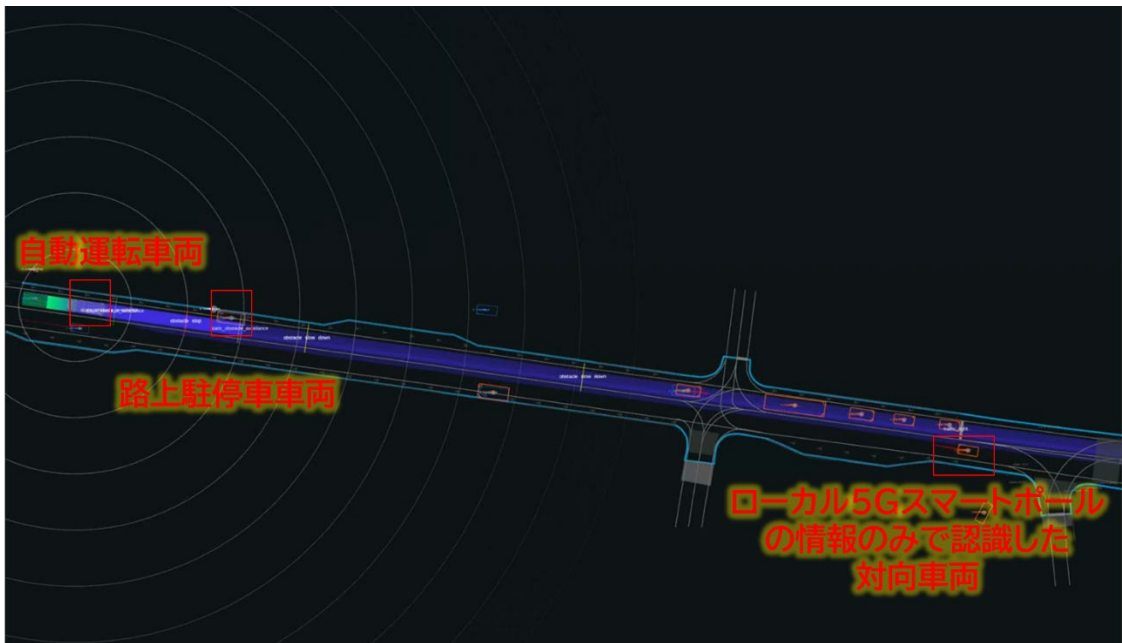


図 6-27 インフラ協調により遠方の対向車両を早期に認識したシーン



図 6-28 インフラ協調により遠方の対向車両を早期に認識したシーン②

(7) 統合処理された物体認識情報が、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラ映像の視認結果と差分がないこと

田中橋交差点(1 基)、六郷さくら通り(2 基)において、センサー検知範囲が重複している「田中橋交差点～六郷さくら通①間」及び「六郷さくら通①～六郷さくら通②間」で統合処理された物体認識情報を、各ローカル 5G スマートポールに設置したカメラの映像の視認結果と比較した。

●ローカル 5G スマートポール地点:田中橋交差点～六郷さくら通①間

下表路側センサー設置地点の田中橋交差点～六郷さくら通①間において統合処理された物体認識情報とカメラ映像の視認結果の差分を示す。

表 6-25 田中橋交差点～六郷さくら通①間における統合処理結果とカメラ映像の視認結果の差分  
(データ計測日時 2026 年 1 月 7 日 10 時 24 分～10 時 45 分 曇り)

	歩行者	自転車/二輪車	自動車
真値 (カメラ映像を目視確認)	11	23	66
正解数 (物体認識情報を正しく 統合し、認識できた数)	11	23	66
誤認識数	0	0	0
誤統合数	0	0	0
正解率	100%	100%	100%

田中橋交差点～六郷さくら通①間において歩行者、自転車/二輪車、自動車を真値とした場合の正解率は 100%であった。

●ローカル 5G スマートポール地点:六郷さくら通①～六郷さくら通②間

下表に路側センサー設置地点の六郷さくら通①～六郷さくら通②間において統合処理された物体認識情報とカメラ映像の視認結果の差分を示す。当該区間は路上駐停車車両の回避を想定した検証区間であるため、道路上を走行する自転車/二輪車および自動車を集計対象としている。

表 6-26 六郷さくら通①～六郷さくら通②間における統合処理結果とカメラ映像の視認結果の差分  
(データ計測日時 2026 年 1 月 14 日 9 時 46 分～10 時 26 分 晴天)

	歩行者	自転車/二輪車	自動車
真値 (カメラ映像を目視確認)	-	10	90
正解数 (物体認識情報を正しく 統合し、認識できた数)	-	6	90

誤認識数	-	3	0
誤統合数	-	1	0
正解率	-	60%	100%

六郷さくら通①～六郷さくら通②間において自動車を真値とした場合の正解率は 100%であったが、自転車/二輪車は誤認識および物体認識情報の統合の誤認識が発生していた。下表に誤認識および物体認識情報の統合の誤りの内容をまとめた。いずれの場合も、車両の制動を強めるように作用するもので、走行安全にかかわる誤認識は確認しなかった。

表 6-27 六郷さくら通①～六郷さくら通②間において統合された物体認識情報の誤認識内容

		誤って認識した物標種別	件数	具体的な内容
真値として視認した物標	歩行者	-	-	-
	自転車/二輪車	自動車	3	統合前に二輪車を自動車として認識。その後の統合処理においても当該認識が引き継がれ、自動車として認識したまま統合された。車両挙動には影響がない誤認識だった。
	自動車	-	0	-
計			3	

表 6-28 六郷さくら通①～六郷さくら通②間における物体認識情報の統合の誤り内容

		件数	具体的な内容
真値として視認した物標	歩行者	0	-
	自転車/二輪車	1	路側センサーの六郷さくら通①と②を双方認識して統合する際、②センサーは物体が遠ざかる方向に移動しており、距離に伴う誤差が広がり、物体が分離したり、統合されたりした。障害物と認識できており、車両挙動には影響がない誤認識だった。
	自動車	0	-
計		1	

#### 4) 成果・課題

本実証では、ローカル 5G スマートポールに設置したセンサーから自動運転車両までの情報伝送遅延に関する KPI(平均 600ms 以内)及びセンサー検知範囲が重複している路側インフラ間の通信の揺らぎについての KPI(平均 200ms 以内)を達成した。あわせて、ローカル 5G スマートポールおよび自動運転車両に搭載したカメラ映像についても、映像遅延(平均 300ms 以内)、フレームレート(平均 15fps 以上)、画質(HD 画質)といった KPI をすべて満たすことができた。

上記 KPI を満たしたシステムを活用し、実証走行中には自動運転車両の LiDAR センサーから遠方

の対向車両情報を複数のローカル 5G スマートポールを統合することで検知し、車両へ伝送した。実際に路上駐停車車両の手前で停止、対向車両がないことを認識の上、回避するシーンを確認することができた。

実証走行において、ローカル 5G スマートポールを設置した路線では複数回、路上駐停車車両の回避シーンを遭遇した。インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)が有効で、かつ対向車両が存在しない状況では、自動回避成功率は約 7 割となり、インフラ協調なし(約 5 割)の場合と比較して優位な結果となった。一方で、対向車両が存在する状況では、自動回避成功率はインフラ協調ありで約 2 割、インフラ協調なしで約 3 割とともに低く、課題が残ることが確認された。

自動回避が失敗した 61 件のうち 59 件(約 97%)は、インフラ協調の有無にかかわらず改善が必要な手動介入パターンに分類された。主な要因は、交通参加者や周辺環境に起因するケースと、自動運転システムが生成した回避経路が適切でなかったケースである。特に、路上駐停車車両の直後で停止した際、後続車への影響を考慮してドライバーが手動介入を行ったケースが多く見られた(約 21 件)。これらのケースについては、待機時間に対する一般ドライバーや地域住民の理解が進むことで、今後手動介入の減少が期待される。

また、手動介入が発生したシーンのうち約 2 件では、インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)により遠方の対向車両を早期に認識した結果、安全確保のために路上駐停車車両の回避を行わず、停止を継続する判断がとられた。これは、レベル 4 自動運転に移行した際、車載センサーのみでは対向車両の検知が遅れ、回避中に対向車線上で停止してしまうおそれがあるケースを、インフラ協調によって未然に防ぐことができた例といえる。

これらの結果から、路上駐停車車両に遭遇した際に安全に待機を継続するための判断材料として、インフラ協調がレベル 4 自動運転の実現に有用であることが示された。さらに、将来的な遠隔監視への対応を見据え、交差点などの複雑な環境において、周囲状況を車載側と情報統合センター側の双方で事前に認識し、表示できる仕組みを実現した。実証走行ではオペレーターが同乗して視認性も確認し、V2X 情報と自律情報を区別したことで、システムが対応を求める状況でも、特定運行主任者業務として適切に運行継続判断を行える見通しが得られた。

一方、実証中には通行を塞ぐ道路上の工事が発生したことや、道路上の街路樹がせり出していたことにより、手動介入が 150 回発生した(工事区間:43 回、街路樹:107 回)。レベル 4 自動運転の実現に向けては、道路占有(工事等)の事前申請情報や街路樹のせり出しに関する情報を自動運転車両と道路管理者、工事実施会社などと連携し、走行前に必要な保全作業を実施することが重要である。また、自動運転車両側で代替ルートへの切り替えや片側交互通行への対応が可能となるよう、システムおよび保守運用面での改善が必要であることが分かった。

## 6.5 ⑤経済性確保:1 人複数車両の同時運行を成立させる通信要件の検証

※当該ユースケースは本実証対象外のため記載なし

## 6.6 レベル 4 の社会実装に向けた検討の結果

### 6.6.1 運用検証

## 1) システムの操作性やユーザインターフェースに関する評価(特に遠隔監視員の軽減負担等)

### (1) 実施結果

#### a. ローカル5G スマートポールにおける遠隔監視拠点への遠隔監視映像伝送結果

6.3.12)a ローカル 5G スマートポールに設置したカメラのフレームレート・遅延平均・画質の評価に記載の通り、ローカル 5G スマートポールに設置したカメラにおける遠隔監視映像の遠隔監視要件として定めた KPI である映像遅延、フレームレート、画質、及び通信経路における無線区間の通信遅延について、いずれにおいても目標値を達成したことを確認した。

#### b. 自動運転車両における遠隔監視拠点への遠隔監視映像伝送結果

6.3.12)b 自動運転車両に搭載されたカメラ 8 台のスループット・フレームレート・遅延平均・画質の評価に記載の通り、自動運転車両における遠隔監視映像の遠隔監視要件として定めた KPI について、走行ルート上に設定した計測地点においてアップロードスループット、映像遅延および遠隔監視映像のフレームレート、画質のいずれにおいても目標値を達成したことを確認した。

#### c. 交通事業者(小田急バス)との実施事項

4.6.1 小田急バスとの実施内容事項に記載の自動運転に関わるトレーニングを実施した。その上で小田急バスも交えて遠隔監視評価を行った。

- ・遠隔監視の車両映像及びローカル5Gスマートポールの映像が乖離なく視認できた。
- ・車両側の映像だけではわからない情報もローカル5Gスマートポールの地図データをもって把握することができるので、遠隔側で判断できることが増えると思った。(呼び出しや駆けつけの低減)
- ・車両側のUIに遠隔でドアの開閉などができると助かる。
- ・当日の天候によっては雨や雪で車両のカメラ映像が水滴で見えなくなってしまう場合があり、課題となりそうである。

### (2) 考察

本実証においては、商用運行時において発生する工事や事故等による突発的な走行ルート上の変化に応じて、適切に遠隔監視が出来る環境を構築しうるかを検証した。自動運転車両及びローカル 5G スマートポールに搭載されたカメラの遠隔監視映像において、設定した測定地点において計測した KPI はいずれにおいても目標値を達成している。これらの結果からは、商用運行時に定時定路線運行に支障をきたす道路交通環境情報を遠隔監視者に速やかに伝送、遠隔監視者による現場判断による円滑な運行オペレーションの継続に資するシステムを構築するために、ローカル 5G の適用可能性を示唆する結果が得られた。あわせて、交差点の右左折先など車両から見通しの悪い環境の映像情報を車両に近接する路側インフラから伝送される監視映像により視認可能とすることで、遠隔監視者によるより精度の高い運行オペレーションが実施可能となる点も、商用運行では意義を持つと

考えられる。

車両側から伝送される映像と、車両が近接する路側インフラから伝送される映像およびセンサー情報が、遠隔監視拠点において乖離なく視認できることを(地域公共交通事業者である)小田急バスと共に確認した。また車両から伝送される映像のみでなく、ローカル5G スマートポール側のセンサー、カメラ映像が遠隔監視側から確認できることで、遠隔監視側で判断できることが増えるため、遠隔監視からの呼び出しや駆けつけ等の対応が低減することが可能であることを確認した。

## 2) 通信システム等の導入による業務フローや運行経路、人員配置等の見直しなど、地域交通の持続性への寄与度

### (1) 実施結果

以下に、人員配置に関する検討、業務フローの素案を記載する。

#### a. 人員配置、運用方法検討案

##### 人員配置 + 運用方法の議論結果

	ステップ1 L2自動運転習熟	ステップ2 L2乗務員乗車型	ステップ3 L4乗務員乗車型	ステップ4 L4遠隔監視型移行期	ステップ5 L4遠隔監視型(1:1)	ステップ6 L4遠隔監視型(1:N)
実施時期	2025年	2026年	2027年		2027年以降	
<b>事務所</b>		交通事業者 事務所	同様			
運行管理者	運行管理者	運行管理者	同様			
遠隔監視者		監視室で監視(常時) ※責任は車内	同様	監視室で監視(常時)	監視室で監視(常時)	監視室で監視(異常検知のみ)
<b>バス車内</b>		ドライバー席	バス車内 ドライバー席から離れる	特定自動運行主任者 運行責任を遠隔化	特定自動運行主任者 車掌業務を遠隔化	特定自動運行主任者
同乗ドライバー	第二種大型	第二種大型	第二種大型	車内にドライバー資格者不在	同様	同様
同乗案内人(車掌相当)	TRを通じて内容把握		特定自動運行主任者 ・非常停止ボタン指かけ ・ドア開閉	バス車内 車掌業務を移管	車内にサポート業務者不在	バス車内
現場措置業務従事者(事故時の対応)			待機場所 ・救済バス駆け付け 第二種大型	・ドア開閉など旅客サポート (現役引退した元ドライバーなどを想定)	同様	同様
想定課題(運用面)	・自動運転バスの習熟(車両挙動など) ・始業点検方法検討 ・L4取得におけるリスクシナリオの洗出し	・日常運行運用面整理 ・監視室人員アサイン ・事故発生時の責任分界点整理 ・バス停の監視	・駆け付け人員アサイン ・待機場所の確保 ・早発防止対策	・緊急停止から駆け付けまでのフロー整理(時間・案内内容等) ・監視室の役割、対応フローの整理	・車いすや急病人対応 ・料金收受対応 ・異常検知AIの活用(想定異常の洗出し) ・旅客の遠隔監視側の通話フロー確立	・同時に複数台緊急停止が起きた際の優先駆け付け整理 ・AIの検知精度向上

図 6-29 人員配置、運用検討案

#### b. 業務フロー案

## 小田急バス検討 業務フロー素案(正常系)

- ・運行設計領域内、故障対応なし、異常なしの想定で小田急バスの正常系業務フローを作成。
- ・AM11:00に和泉多摩川駅発、多摩川住宅を周回するルートを走行する前提。

【レベル4自動運転 乗務員乗車型(乗務員はドライバー資格有想定)バス運行フロー案】

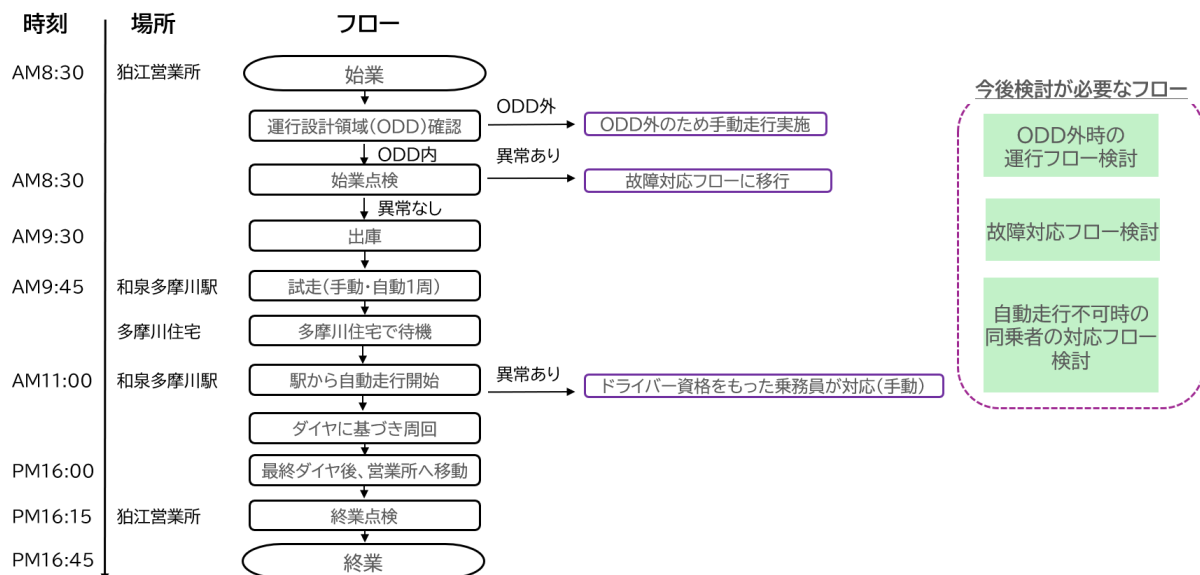


図 6-30 バス運行業務フロー検討案

### c. ブレーキにかかわるアンケート結果(住民試乗アンケート抜粋)

6.6.2 5) 自動運転車両利用者、沿線・道路利用者への影響・社会受容性 に記載のとおり、発進時の加速・停車時のブレーキに関しては、7 割弱が普段のバスと同等以上であると回答している。

また 2024 年度の報告時に関しては 6 割弱の方が「普段のバスより急・危険・悪いと感じた」と回答されていたので、路車連携した自動運転車両のブレーキに関して向上の効果があったことを確認した。

詳細につきましては図 6-43 普段利用しているバスと比べた印象(本年度)と図 6-44 普段利用しているバスと比べた印象(昨年度)をご参照いただきたい。

## (2) 考察

昨年度は参加していなかった交通事業者(小田急バス)を体制に加え、コンソーシアムとしての知見を総合して将来的なレベル4の自動運転に向けて業務フローや人員配置の素案を作成するとともに、次年度以降の走行における運行管理者や、セーフティドライバー課題を抽出した。

また乗客サービスレベルの維持が求められる商用運行において、住民試乗のアンケート回答いただいた方の 7 割以上が普段のバスと比較して自動運転車両の「発進時の加速・停車時のブレーキ」が同等以上であると評価をいただいた。加速やブレーキが緩やかになることで立位での乗車を許容することができ、収益面の向上につながると捉えている。

商用運行を見据える上では、見通しの精緻化に加え、ユニバーサルデザイン(お身体の不自由な方への対応)や特定自動運行主任者(遠隔監視)の役割の明確化など、遠隔型自動運転を前提とし

た運用設計を具体化していく必要がある。また、2027 年度の実装に向けては、自動運転車両のユニバーサルデザイン対応、センサー・カメラによる旅客状態の認識、音声合成等による状況に応じた案内・誘導機能の組み込みを進め、常時乗務員の同乗や遠隔対応を不要とする運行形態の実現に向けて課題解決を図っていくことが求められる。これらの取り組みを着実に進めることで、遠隔型レベル 4 自動運転の実装性をさらに高めていく必要がある。

### 3) データの処理・管理に係る運用などのセキュリティ対策

#### (1) 実施結果

国連規格 UN-R155/156 及び ISO 21434 の技術要件に基づいて車両のセキュリティ対策を実施した。収集データは車載のローカルストレージで処理・保管され、クラウドへの転送時には暗号化とデバイス認証によりデータ保護となりすまし防止を図っている。クラウドストレージ上のファイルも暗号化することで、データ漏洩リスクを最小限に抑えた。

クラウド環境におけるアクセス制御は、権限管理とマルチファクタ認証を組み合わせた厳格な対策を実施し、不正アクセスを防止して運用した。また、常時監視システムを導入し、異常を即座に検知可能である。なお、機密データへのアクセスは最小特権の原則に基づき制限し、データの機密性と整合性を確保した。

従業員に対するセキュリティ教育にも注力し、定期的なトレーニングや模擬演習を通じて、ポリシーの周知徹底とセキュリティ意識の向上を図り、人的ミスによるリスクの低減に努めた。

以上の多層的なセキュリティ対策により、レベル 4 への適用を想定した自動運転システム全体のセキュリティを担保するとともに、データ保護と安全な運用を実現し、継続的な監視と改善でリスク低減を図った。

また、ローカル 5G スマートポールからデータを配信する経路について、ローカル 5G の DNN および VLAN、SD-WAN を活用したインターネットアクセスと本実証データ通信を分離したネットワークを構成し、インターネットアクセスなど他の NW と隔離した接続構成で、情報の改ざんや漏洩、消去等をなくす工夫を施した。

遠隔監視システムは TLS 接続前提でクラウドサービスへ接続しており、キャリア通信(閉域 VPN)とローカル 5G を跨る構成でも対応している。

その結果、本実証期間におけるセキュリティインシデントは 0 件であった。

#### (2) 考察

今後の社会実装には、より広域な収集データを複数の自動運転車両で扱う可能性が高く、クラウドの利用が想定される。クラウドへのデータ転送が発生する場合には、暗号化とデバイス認証によりデータ保護となりすまし防止を図り、クラウドストレージ上のファイルも暗号化することで、データ漏洩リスクを最小限に抑える構成が求められる。また、クラウド環境における機密データへのアクセス制御は、最小特権の原則に基づき制限した権限管理とマルチファクタ認証を組み合わせた厳格な対策を実施し、外部からの不正アクセスの防止も求められる。さらに、常時監視システムにおいて、異常を即座に検知することで、データの機密性と整合性を確保し、インシデント発生時には、自動運転車両

をクラウドから瞬時に切断することが求められる。

併せて、通信要件としてもレベル 4 自動運転の実装に向けた更なる見極めが必要である。本実証ではローカル 5G 基地局に収容する通信は、自動運転車両一台分の映像(40Mbps 程度)とローカル 5G スマートポール最大2基分(合計最大240Mbps 程度)であったため、安定した通信が維持できた。

今後のレベル 4 自動運転実装を見越して、複数台の自動運転車両やより多い台数のローカル 5G スマートポールを収容していくことが想定した通信要件の整理が必要になると考える。

更に、本システムを運用する従業員に対してのセキュリティ教育も重要で、定期的なトレーニングや模擬演習を通じて、ポリシーの周知徹底とセキュリティ意識の向上を図り、人的ミスによるリスクの低減に努める必要もある。

以上の多層的なセキュリティ対策により、レベル 4 自動運転システム全体のセキュリティを担保し、データ保護と安全な運用を実現するとともに、継続的な監視と改善でリスク低減が求められる。

#### 4) 通信システム(路車協調システムや端末を含む。)の維持管理・保守

##### (1) 実施結果

###### a. 自動運転車両/システム

自動運転車両(Minibus)においては走行開始前に、始業前点検と終業後点検、経路上の安全確認の試走を行った。なお、点検等で不具合は発生しなかった。

表 6-29 自動運転走行日数と点検等実施回数

自動運転走行日数	点検等実施回数
64 日	128 回

###### b. ローカル 5G(ギガらく 5G)

ローカル 5G(ギガらく 5G)における状態監視等を実施した。

なお、本実証における運用期間は2025年 5 月 26 日から 2026 年1月 30 日である。

###### 1.状態監視

アラーム検知:0 件

###### 2.問合せ対応

・問合せや設定変更代行、故障申告等のサポートセンタ対応:1 件

※サーバラック設置施設の法定点検に伴う停電の対応のため

###### 3.訪問修理

・故障箇所の切り分け及び、故障箇所の復旧対応等:0 件

###### 4.メンテナンス

・5G コア及び RAN 装置各種のソフトウェアバージョンアップ等:1 件

### c. 無線局、ローカル 5G スマートポール

実証期間について目視点検(月 2 回/計 8 回)を実施した。

- ・目視点検日時:10/10(金),10/24(金),11/6(木), 11/20(木),12/5(金),12/19(金),1/7(水), 1/23(金)
- ・目視点検内容:安全確認観点より設置機器の損傷確認・RU ランプの正常可否確認
- ・目視点検結果:異常無し

## (2) 考察

自動運転車両、ローカル 5G(ギガらく 5G)、ローカル 5G スマートポールについては、本検証では定期的な点検を行ったことで異常や障害発生がなく安定稼働をしていた。実装に向けてより長期的な運用を行なう際は、本実証で示したように定期的な点検を行うことで異常を予め検知し、予防保全を行うことで通信システムや自動運転車両の高い稼働率が期待できると考えられる。ローカル 5G(ギガらく 5G)、ローカル 5G スマートポールの点検内容については、本実証では運用期間が定められているため目視点検を実施したが、より長期的な運用時においては留め具(ボルト・ナットなど)の緩みや配線劣化状況を点検するための詳細点検やポール劣化度合いを確認する点検が必要となると考える。

そのうえで長期運用を考えた際は日本という地理的特性上、台風や地震などの災害も視野に入れる必要がある。本検証のローカル 5G スマートポールのように建柱・添架し、各種ケーブルを引き込んでいる構造では、災害によるケーブル断線や各種装柱機器や建柱したポールが損傷することも考えられるため、長期運用時には定期点検だけでなく災害発生に合わせたスポット的な点検対応も必要になってくると考えられる。併せて、本検証では体制構築を行いながらも実施する機会がなかった修繕対応についても、長期運用時の乗客サービスレベルを維持するために必要な体制を見極めていく必要がある。

## 6.6.2 効果検証

### 1) 通信システム等の運用の有無による手動介入回数・運行停止時間等の変化

#### (1) 実施結果

#### a. 発生件数と 2024 年度との比較

本実証では自動運転車両走行中における手動介入の発生件数の測定と発生した際に起因となる事象についてカテゴリズして確認した。

手動介入の発生件数はインフラ協調(ローカル 5G スマートポールとの連携)なしでの走行 53.5 周(和泉多摩川駅⇒多摩川住宅、多摩川住宅⇒和泉多摩川を各 0.5 周と定義)の走行の中で 292

回発生し、その発生した起因となる事象は主に予防的手動介入(横断者の検知)(90 件)、障害物(路上駐停車車両)回避(60 件)、障害物(街路樹)回避(51件)であった。

表 6-30 自動運転車両走行中における手動介入の発生件数

No.	事象	件数
1	予防的手動介入(横断者の検知)	90
2	障害物(路上駐停車車両)回避	60
3	街路樹	51
4	予防的手動介入(対向車)	18
5	障害物(自転車・歩行者)回避	11
6	誤認識	11
7	障害物(工事)回避	7
8	予防的手動介入(信号)	1
9	予防的手動介入(緊急車両)	0
10	その他	43
	総計	292

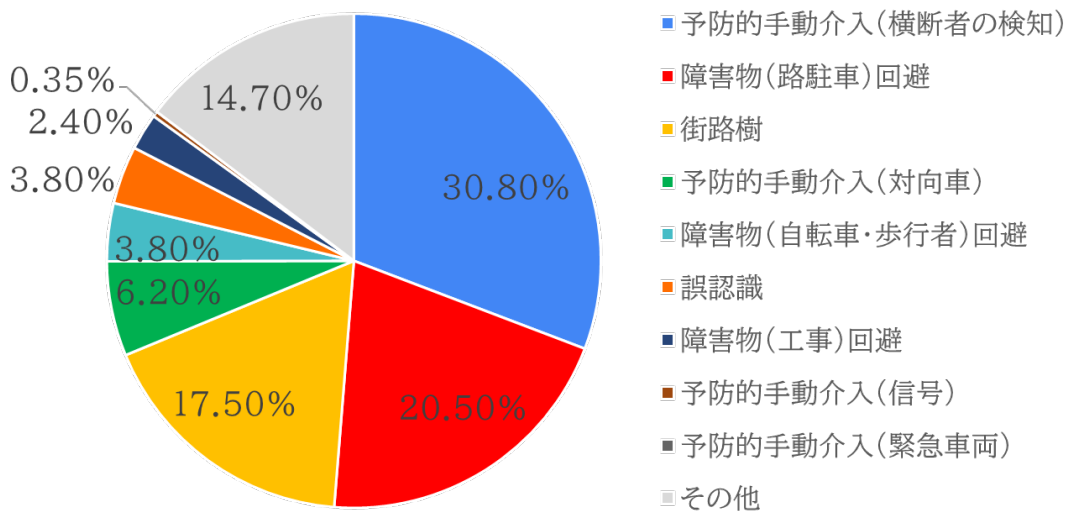


図 6-31 自動運転車両走行中における手動介入が発生した事象の割合

2024 年度実証と比較した場合、件数<sup>12</sup>としては 63 件増加した。2024 年度実証とは自動運転車両(Minibus⇒Minibus 2.0)やドライバーが異なるため、同条件との比較とはなりません。交差点内での予防的手動介入(横断者検知)が 68 件、障害物(街路樹)回避が 51 件と大幅に増加している。一方、障害物(路上駐停車車両)回避が 28 件、障害物(工事)回避が 60 件減少した。

<sup>12</sup> 2024 年度実証での走行が 44 周。2025 年度は 53.5 周(1.2 倍)走行しているため、2024 年度の件数を 1.2 倍してカウント

表 6-31 2024 年度と 2025 年度(本実証)の自動運転車両走行中における手動介入の発生件数の比較

No.	事象	2025年度件数	2024年度件数*(実数)	差分
1	予防的手動介入(横断者の検知)	90	26(22)	+64
2	障害物(路上駐車車両)回避	60	88(73)	▲28
3	障害物(街路樹)回避	51	0	+51
4	予防的手動介入(対向車)	18	16(13)	+2
5	障害物(自転車・歩行者)回避	11	10(8)	+1
6	誤認識	11	1(1)	+10
7	障害物(工事)回避	7	67(56)	▲60
8	予防的手動介入(信号)	1	20(17)	▲19
9	予防的手動介入(緊急車両)	0	1(1)	▲1
10	その他	43	0	+43
	総計	292	229(191)	+63

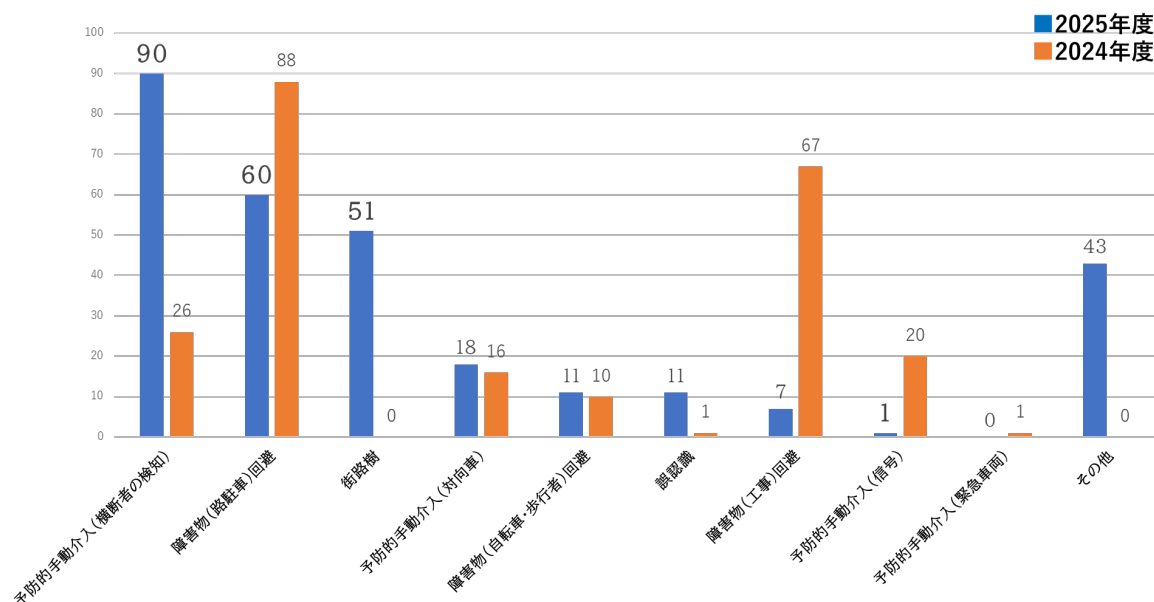


図 6-32 2024 年度と 2025 年度(本実証)の自動運転車両走行中における手動介入の発生件数の比較

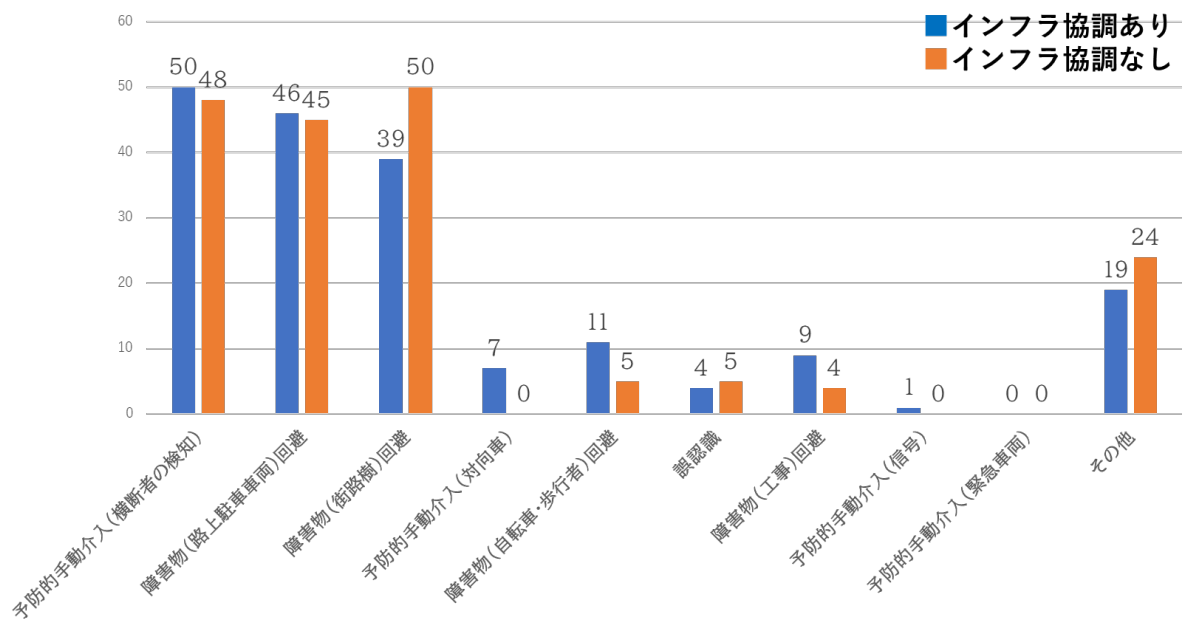
b. インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)あり/なしの比較

本実証では、インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)をしたパターンと、しなかったパターンの 2 つのパターンで走行をした。各パターンでの自動運転車両走行中における手動介入の発生件数の測定と発生した際に起因となる事象について確認をした。

表 6-32 インフラ協調あり/なしでの自動運転車両走行中における手動介入の発生件数の比較

No.	事象	インフラ協調あり	インフラ協調なし
1	予防的手動介入(横断者の検知)	50	48
2	障害物(路上駐車車両)回避	46	45
3	障害物(街路樹)回避	39	50
4	予防的手動介入(対向車)	7	0
5	障害物(自転車・歩行者)回避	11	5
6	誤認識	4	5
7	障害物(工事)回避	9	4
8	予防的手動介入(信号)	1	0
9	予防的手動介入(緊急車両)	0	0
10	その他	19	24
	総計	186	181

図 6-33 インフラ協調ありなしでの自動運転車両走行中における手動介入の発生件数の比較



\* 本検証期間 12 月 15 日～1 月 21 日。インフラ協調ありでの走行、インフラ協調なしでの走行各 52.5 周。インフラ協調の検証のためローカル 5G スマートポールを設置した和泉多摩川駅、田中橋交差点、六郷さくら通り(一部)、多摩川住宅(一部)の区間で比較。

複数のローカル 5G スマートポールを設置した六郷さくら通りで、インフラ協調あり/なし(ローカル 5G スマートポール連携)の比較を行ったところ 90 件の路上駐停車車両回避シーンにおいて、インフラ協調ありかつ対向車両なしで成功した件数は 10 件(約 8 割)、インフラ協調なしの成功が 8 件(約 5 割)であった。

表 6-33 インフラ協調あり/なしでの路上駐停車車両回避の比較

(件数)

路上駐停車車両回避	ローカル5Gスマートポール連携		対向車		自動回避成功		自動回避失敗	
						%		%
90	あり	47	なし	13	10	77%	3	31%
			あり	34	6	18%	28	82%
	なし	43	なし	17	8	47%	9	53%
			あり	26	7	27%	19	73%

自動回避が失敗した 61 件のうち 59 件(約 97%)は、インフラ協調の有無にかかわらず改善が必要な手動介入パターンに分類された。主な要因は、交通参加者や周辺環境に起因するケースと、自動運転システムが生成した回避経路が適切でなかったケースである。特に、路上駐停車車両の直後で停止した際、後続車両への影響を考慮してドライバーが手動介入を行ったケースが多く見られた(約 21 件)。これらのケースについては、待機時間に対する一般ドライバーや地域住民の理解が進むことで、今後手動介入の減少が期待される。

また、手動介入が発生したシーンのうち約 2 件では、インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)により遠方の対向車両を早期に認識した結果、安全確保のために路上駐停車車両の回避を行わず、停止を継続する判断がとられた。これは、レベル 4 自動運転に移行した際、車載センサーのみでは対向車両の検知が遅れ、回避中に対向車線上で停止してしまうおそれがあるケースを、インフラ協調によって未然に防ぐことができた例といえる。

表 6-34 自動運転での回避失敗事例のインフラ協調あり/なし比較

(件数)

ローカル5Gスマートポール連携	対向車	自動回避失敗	交通参加者・環境起因			人為的要因	自立走行システム起因		路車連携システム起因
			歩行者飛び出し	対向車待ち※1	停車車両位置※2		生成されたルートが適切でない	回避ルートが出ない	
あり	なし	3	0	-	-	0	-	3	-
	あり	28	2	14	1	2	8	1	2
なし	なし	9	2	-	1	0	2	6	-
	あり	19	1	7	-	0	3	6	-

※1 対向車が途切れず、交通流妨げを避けるために手動介入  
 ※2 停車位置が交差点手前などのため回避ルートが生成されず手動介入  
 ※3 ドライバーの習熟不足による、過度に早期な手動介入

(2) 考察

本実証では、自動運転走行中に発生した手動介入の件数と、その要因となる事象を詳細に確認した。前年度実証との比較では、走行条件や車両、ドライバーが異なるため単純比較は困難であるものの、交差点内での予防的手動介入や街路樹回避が増加していることから、検知範囲や判断ロジックの慎重さが介入頻度に影響している可能性が示唆される。一方で、路上駐停車車両や工事回避に関する手動介入が減少している点は、システムの対応力向上や運用面での改善が一定の効果を上げて

いる結果と捉えることができる。

インフラ協調(ローカル 5G スマートポールとの連携)有無による路駐停車車両回避の比較は、対向車両無のシーンにおいてインフラ協調で優位となった。対向車両あり場面を中心に、インフラ協調の有無に関わらず、システム起因の動作や、自動運転車両特有の回避待ちによって一時停車時間が長くなるケースがあることが分かった。また、六郷さくら通りにおける路上駐停車車両回避シーンの分析から、ローカル 5G スマートポールによって遠方の対向車両を検知し自動で停止を継続した結果、交通流への影響を懸念してドライバーが手動介入した事例が確認された。レベル 4 自動運転への移行を見据えた場合、車載センサーのみでは対向車線へのはみ出し状態で停止してしまうリスクが想定されるため、インフラ協調(ローカル 5G スマートポール)の有用性を示唆する結果といえる。インフラ協調(ローカル 5G スマートポール)による見通し外情報の補完は、安全性と交通円滑性の両立に寄与する重要な要素であることがわかった。

## 2) 自動運転走行車を含む道路交通全体の安全性・円滑性向上の寄与度

### (1) 実施結果

本年度の評価では、まずローカル 5G スマートポールとの通信遅延について、6.3③安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報を自動運転車両の制御に活用する技術の頑健性検証、および 6.4④安定かつ円滑な周辺環境情報の伝送:周辺環境情報等のデータ連携や車両側の危険回避行動の連携・実装 の結果を基に評価を行った。その結果、車両制御に活用できるリアルタイム性が十分に確保されていることが明らかになった。

また、信号あり/なし交差点や見通しの悪い横断歩道、路上駐停車車両を回避するシーンにおいても、路側インフラから取得した見通し外の物標情報を基に、減速や停止の判断が適切に行われていることが確認された。遠隔監視映像の遅延についても評価を行い、運行上許容できる範囲であることを確認している。

さらに、減速・停止時のブレーキ挙動については、住民試乗会でのアンケートによる定性評価を実施した((1)実施結果参照)。

その結果、昨年度と比較して、より緩やかで自然な挙動となっているとの意見が多く寄せられた。

加えて、本実証ではローカル 5G スマートポールとの連携の有無による走行比較を行い、自動運転車両におけるブレーキの強さを 52.5 周分で評価<sup>13</sup>した。その結果、ローカル 5G スマートポールとの連携がある場合には、強いブレーキの発生が減少する傾向が確認された。

表 6-35 インフラ協調ありなしによるブレーキ精度比較

	インフラ協調あり	インフラ協調なし
強いブレーキがかかる	9	15

<sup>13</sup> \* 本検証期間 12 月 15 日～1 月 21 日。インフラ協調ありでの走行、インフラ協調なしでの走行各 52.5 周。ローカル 5G スマートポールを設置した和泉多摩川駅、田中橋交差点～六郷さくら通り、多摩川住宅の区間に区切って算出(走行中に強いブレーキが発生したシーンをカウント)

## (2) 考察

本年度の評価では、ローカル 5G スマートポールから取得する周辺環境情報が車両制御に活用できる程度のリアルタイム性を備えており、交差点や横断歩道などで一部交差道路等の状況が見え隠れ等して、自動運転車両による認識が行いにくい場所において、適切な減速・停止判断が行われることを確認した。また、遠隔監視映像の遅延も運用に資する結果を得た。さらに、ブレーキ挙動に関する定性評価では、昨年度よりも滑らかな動作が増えたとの意見が多く、乗り心地の改善が示唆された。インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)あり/なしを比較した際には、強いブレーキの発生が減少する傾向を確認した。

本年度の評価により、ローカル 5G スマートポールから取得する周辺環境情報は、車両制御に活用可能なリアルタイム性を備えていることが確認された。交差点や横断歩道など、一部交差道路等の状況が見え隠れし、自動運転車両による認識が行いにくい場所においても、周辺状況を踏まえた減速・停止判断が適切に行われており、見通し外情報の補完効果が示された。また、遠隔監視映像についても、運用に資する遅延特性が得られている。

さらに、ブレーキ挙動に関する定性評価では、昨年度と比較して滑らかな動作が増加したとの意見が多く、乗り心地の改善が示唆された。インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)の有無を比較した結果でも強いブレーキの発生が減少する傾向を確認した。

## 3) 通信システム等による支援によるルート設定の柔軟化・時間短縮・交通利便性の向上効果

### (1) 実施結果

レベル4遠隔監視型自動運転にむけて、車載センサー・カメラの見通し外あるいは遠方の認知が行え、通信混雑に耐える頑健性の高いシステムを適用することで、狛江市ルートにおいては多様な走行シーンに対応が可能となり、ルート設定の柔軟性向上が期待できる。本実証で活用した自動運転車両、ローカル 5G(ギガらく 5G)、ローカル 5G スマートポールの各システムについては、本検証では定期的な点検を行ったことで異常や障害発生がなく安定稼働をしていた。

また、運行時間短縮については、交差点や対向車線での緊急停止を未然に防ぐことが求められるためローカル 5G スマートポールにより、事前に進行先の交通状況(滞留状況など)を把握し、停止線などで進入前に停止可能か確認した。本実証期間中には、車載センサー・カメラとローカル 5G スマートポールを組み合わせ、交差点での進行先の交通状況(滞留状況など)を把握し、路上駐停車車両の前で停止するシーンを確認することができた。また、交通流を妨げるとドライバーが判断をして手動介入をしたもののローカル 5G スマートポールが遠方の対向車両を検知したことにより、停止をしたシーンが2件、車載センサー・カメラとローカル 5G スマートポールを組み合わせ、路上駐停車車両を回避したシーンが6件あった。

### (2) 考察

本実証を通じて、車載センサー・カメラとローカル 5G スマートポールを組み合わせたシステムが、

見通し外や遠方の交通状況を補完可能とし、通信混雑下においても安定して稼働する頑健性の高い構成であることを確認した。事前に進行先の交通状況を把握することで、交差点や対向車線での緊急停止や立ち往生を低減できる可能性を得ており、遠隔監視者による状況確認や運転再開承認のプロセスを削減することが可能となる。これにより走行時間の短縮が期待でき、結果として交通利便性の向上に寄与する対応策であると考えられる。

#### 4) 初期コスト・ランニングコスト負担の在り方、自動運転システムと他サービスの連携、インフラシェアリング等によるコスト低減化方策

##### (1) 実施結果

###### 【初期コスト・ランニングコストの現時点での概算】

基地局やローカル 5G スマートポールを構築・運用するために必要な経費は概ね下表のとおりである。

表 6-36 基地局やローカル 5G スマートポールを構築するための必要経費

基地局の設置(イニシャルコスト)	機器費・工事費	500 万円
ローカル 5G スマートポールの設置(イニシャルコスト)	機器費・工事費	非開示 万円
基地局やローカル5G スマートポールの運用	運用(ランニング費)	600 万円
合計		1100 万円

※1 記載の金額は実証中における参考価格であり実装時は諸条件に応じて大きく変動する可能性がある。

※2 設計・設置・運用に係る人件費等は別途必要。

※3 R6 年度実証でローカル 5G を構築しているため、基地局の設置は追加した1基地局分の金額となる。

※4 基地局やローカル 5G スマートポールは既設の電柱へ共架したため、建柱費は除く。

※5 運用費は本実証の構成にかかる費用であり、環境によって変動する可能性がある。

※6 ローカル 5G スマートポールの設置は設置場所の環境によって大きく変動するため非開示とさせていただく。

##### (2) 考察

初期コスト、ランニングコストについては、自動運転を乗合交通として導入する政策目的や課題認識により評価が異なるものと考えられる。これまで行政が主体となり維持、確保してきたコミュニティバス等については、民間交通事業者では営利運行が難しいものの、行政として地域に必要最低限のサービスを提供するため、赤字を補填する形で導入、維持されてきたものが主流なものになっている。

民間交通事業者が独立採算で運行できた自治体内の幹線路線についても、運転手不足や人件費、燃料費等の高騰により減便や廃止が見込まれることが、多くの自治体で問題意識としてあげられている。これらの路線については、地域のニーズも鑑みて、交通事業者と自治体が連携しながらある程度のサービス水準を維持した運行を持続することが必要になる可能性がある。自動運転の導入コストについては、これらの高水準のサービス維持コストとのトレードオフとなるため、自治体によっては適応する可能性がある。加えて、幹線路線での自動運転導入により、例えばコミュニティバスの運行のた

めに限られた人的リソースを振り分ける等、地域での全体最適に資する可能性も考えられる。

#### a. 初期コストに関する考察

仮に自動運転車両の車両本体を購入する場合は、国土交通省の自動運転社会実装推進事業における財務省『予算執行調査資料』<sup>14</sup>では、中型・大型の自動運転バスを購入した場合の事業費(1台当たり平均)として車両費約 1.06 億円、システム設備費 2.3 千万円、その他 2 千万円と記載があるが、実際にはメンテナンス費やリース料、消耗品の交換等を考慮すると、数倍に膨らむ可能性がある。

また、遠隔監視のみ(レベル 4)自動運転を行うためには、初期にローカル 5G や LiDAR センサー、コンピュータ等の多機能・精密部品を路側インフラ/車両ともに導入する必要がある。仮に市街地などで、乗客サービスレベルを維持して複数台の自動運転車両を走行させるためには、路側インフラの増設が必要となる。このような初期コストを自治体や地域の公共交通事業者が単独で全て負担することは難しく、レベル 4 自動運転の黎明期に当該技術を普及させるためには、全国展開して量産効果が出るまでの当面の期間、国や自治体からの経済的補助が肝要である。

#### b. ランニングコストに関する考察

国や都道府県の経済的な支援を受けずにビジネスモデルとして成立させるためには、複数のステイクホルダーでコスト回収を行う、病院やスーパーなどの企業からスポンサー協力を得る等のビジネスモデルを採用するといった対応策を検討する必要がある。

狛江市内を走るコミュニティバス「こまバス」は 1 日約 520 人、年間約 19 万人に利用されている。うち約 50%が東京都シルバーパスの利用者になっており、直近では、こまバスの運行経費に約 2,000 万円の補助金を支出するなど、運行経費を回収できていないのが現状である。

概算のため諸条件により大きく変動するが、現行のコミュニティバス「こまバス」の利用料を踏襲した場合、ランニングコストに関しては年間約 16 万人程度の利用で運行経費を回収できる可能性がある(下図参照)。しかしながら実際にはシルバーパス等を活用する利用者等を想定すると、引き続き国や都道府県・自治体による経済的な補助が必要になる見込みである。

---

<sup>14</sup> 8.6 参考文献. 6

## 社会実装時のランニング収支 (単位：万円)

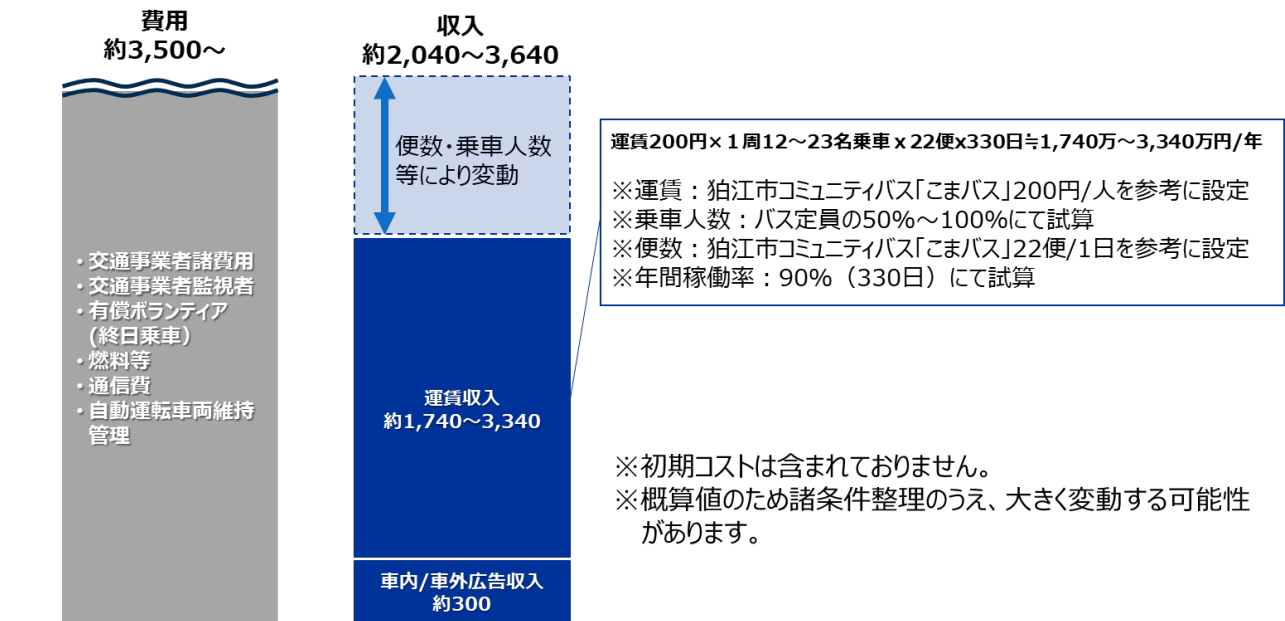


図 6-34 社会実装時のランニング収支シミュレーション

### c. ローカル 5G スマートポールのマルチユース検討

ローカル 5G スマートポールは、自動運転の通信・センシング基盤としての役割に加え、地域課題の解決に資する複数用途への展開が期待されている。特に、交通安全、防犯・防災、人流分析などの機能を統合することで、導入コストのシェアリングと公共性の向上を図る。本実証においては、マルチユース化に関して、関係者(狛江市、警察庁 OB、警視庁等)と議論を重ね、以下の活用ケースについて具体的な検討を進めた。

表 6-37 マルチユースに向けたユースケース検討

<ユースケース>

<ヒアリングから得られた事項を踏まえた考察>

<p>交通安全に向けた注意喚起</p>	<p>LED ディスプレイを活用した注意喚起や、歩行者・自転車利用者に対する「ありがとう」などのポジティブメッセージ表示を行い、一時停止遵守や安全意識の醸成を促す。これにより、自動運転バスが走行しやすい環境づくりと、市民啓発の両立が可能となる。実現可能性については引き続き議論を進める。</p>
---------------------	---

環境センサー等を 活用した 情報発信	浸水センサーと連動した水位検知による警告表示や、災害時の避難情報発信を行う。根川流域は過去に浸水被害を受けており、こうした機能は道路交通課による交通規制情報の提供にも活用可能となる。平常時には道路状況確認、災害時には迅速な情報伝達を実現する。実現可能性については引き続き議論を進める。
事故や事件等における 状況証拠	ポールのカメラ映像は、事故や事件等における証拠材料として活用可能。しかしながら、事故や事件が発生した際には、周辺の防犯カメラ所有者に対して映像提供(無償)を求めため、費用を拠出する動機にはつながりづらい。
交通事故の未然 防止策立案に 向けたデータ利活用	道路環境要因で発生する事故は極めて少なく、交通事故の発生要因のほとんどは人的要因という見解。そのため本事業で得られたデータを、交通事故の未然防止に向けて活用する可能性は低い。
要人の警備計画 策定に向けた データ利活用	安倍元首相の銃撃事件等も背景に、警備体制の計画策定に様々なデータを活用するケースも存在する。一定期間のデータを購入する可能性はあるものの、ローカル 5G スマートポールの維持管理費用を拠出するまでには至らない。
交通違反の取り締 まり	一時停止が義務付けられている交差点において、車輛が一時停止をしたかどうかを判定することへの活用可能性はある。しかしそのデータには「解析」を伴うため、事故捜査などで証拠として活用するには客観性・正確性の担保が難しく、活用は困難と思われる。

上述のユースケースは、地域住民や行政にとって利便性が高く、公共性を担保しながら自動運転基盤の整備を進める上で有効な手段である。特に交通安全機能と浸水検知機能は優先度が高いと狛江市等からコメントをいただいている一方、警視庁からは、業務のなかでローカル 5G スマートポールから得られたデータを活用できる可能性はあるものの、警察組織として費用を拠出することは難しいという旨のコメントをいただいているところである。

このような検討を踏まえ、今後は費用拠出が可能な主体の精査・洗い出し、コストシェアリングモデルの具体化、個人情報保護への配慮、市民への周知等を進めながら、実装に向けた検討を深めていく。

#### d. 低減化方策に関する考察

将来的には路側インフラなどによる認知補助および自動運転車両への制御が実現することによ

り、自動運転車両が自立走行することで2対nでの遠隔監視を行い、1台あたりにかかる運行経費を低減することを目指す。

また、こうしたコストの最適化に当たっては、ローカル5Gや遠隔監視用の路側インフラの要否、設置方法について十分に考慮する必要がある。

路側インフラの構築は必要十分とした上で、自動運転走行用途だけでなくマルチユース(6.6.24)c ローカル5Gスマートポールのマルチユース検討参照し、コストシェアリングを検討することも必要となる。

## 5) 自動運転車両利用者、沿線・道路利用者への影響・社会受容性

### (1) 実施結果

自動運転車両に試乗した狛江市居住者を対象に、(a)個人属性、(b)自動運転車両について、(c)道路利用者視点での自動運転車両について の大きく3パートに分類し、実際に試乗した感想や導入に向けた意向等をアンケート調査した。

#### a. 個人属性

住民試乗者の性別は、男性が5割強、女性が4割強となっている。

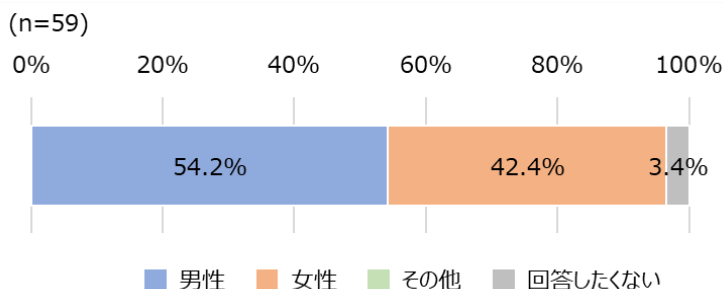


図 6-35 性別

住民試乗者の年齢は60代が最も多く2割強となっている。30～70代までは回答割合が10%を超えており、大きなばらつきが無く概ねすべての年代から回答を得られている状況にある。

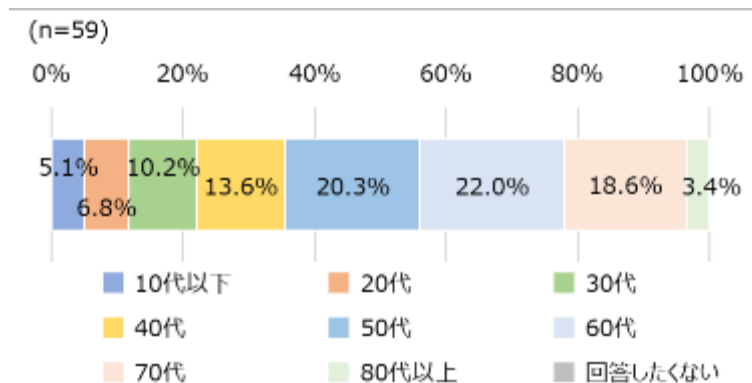


図 6-36 年齢

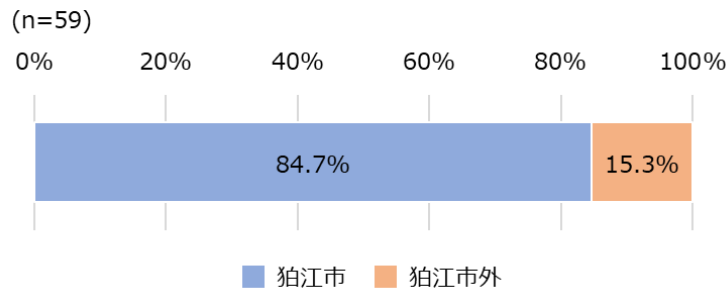


図 6-37 居住地

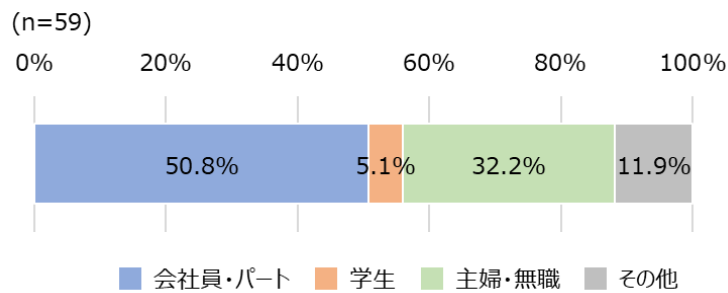


図 6-38 職業

鉄道を週 1 回以上利用する人は約 6 割で、利用目的は「通勤・通学」が最も多く、次いで「交際・娯楽」での利用が見られる。

バスを週 1 回以上利用する人は 4 割弱にとどまるものの、利用目的は「通勤・通学」「買物」「通院」「仕事」「交際・娯楽」と多岐にわたり、特定の目的に偏らず利用されている。

自家用車を週 1 回以上利用する人は 5 割強で、「買物」での利用が最も多い結果となった。

タクシーについては、7 割強が「利用していない」と回答しており、利用者の主な目的は「交際・娯楽」となっている。

自転車は 6 割強が週 1 回以上利用すると回答しており、「買物」での利用が最も多く、次いで「通勤・通学」での利用が見られる。

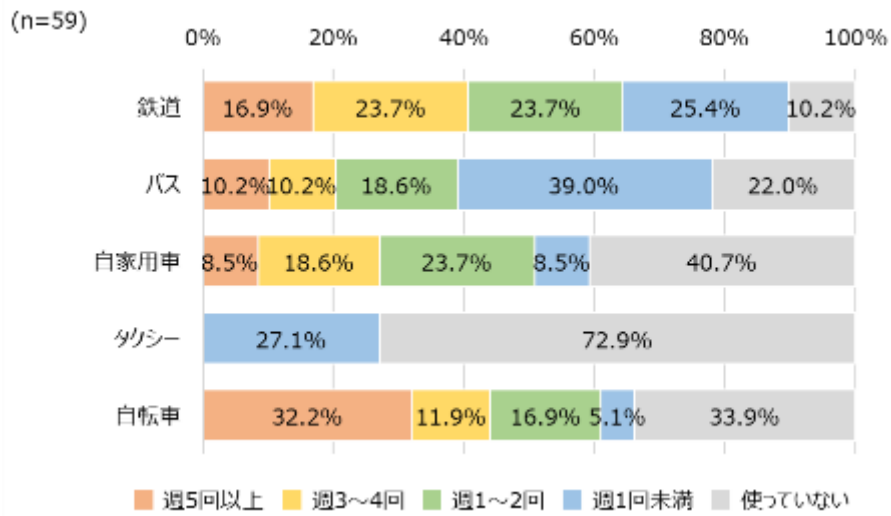


図 6-39 交通手段の利用頻度

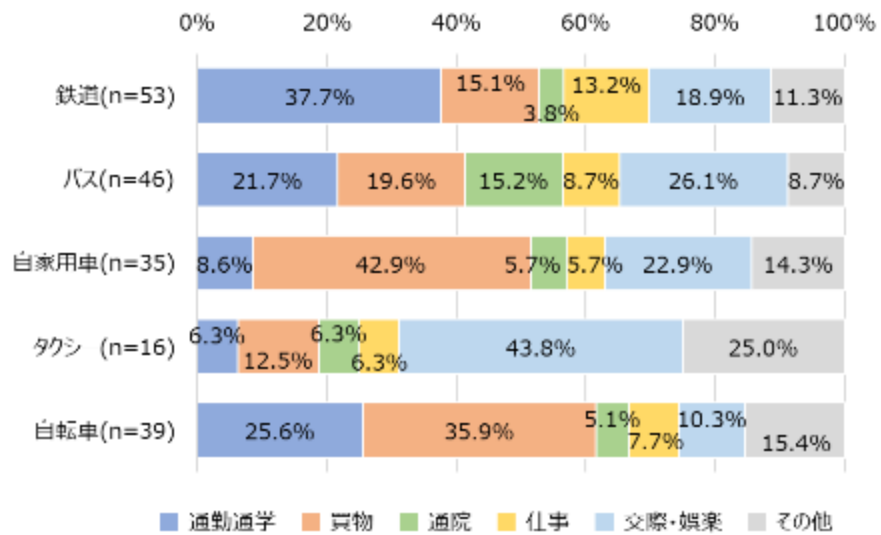


図 6-40 交通手段の利用目的

b. 自動運転車両について

ゆりかもめを除き、道路上の自動運転への認知度は半数程度で、自動運転タクシーが最も認知されていた。

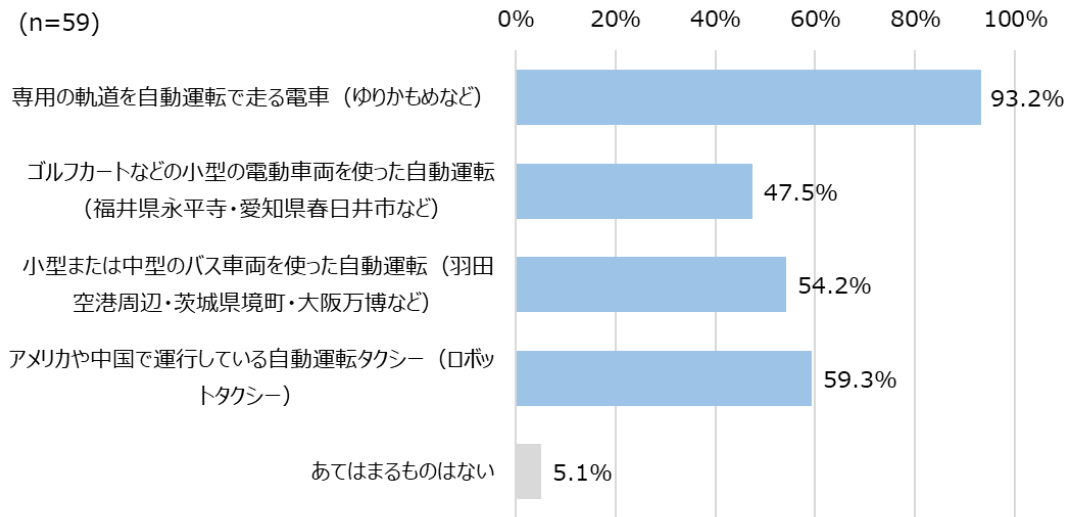


図 6-41 自動運転車両の認知度

今回の住民試乗会では、自動運転車両の安心感について、全体の 6 割弱が安心して乗車できたと評価した。

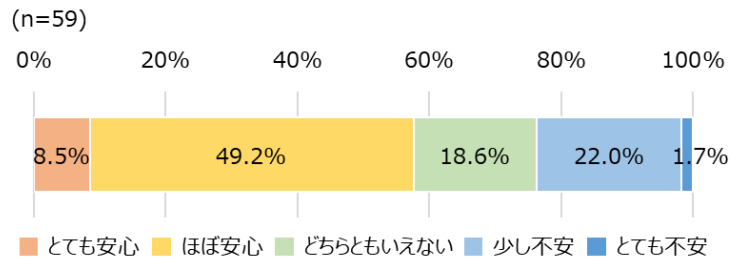


図 6-42 自動運転バスに乗車した際の安心感

普段利用しているバスと比較した印象では、すべての項目において6割以上が同等以上と評価した。特に「乗り心地」については、8割弱が同等以上であると回答している。

また、2024年度の試乗会の調査結果では、「発進時の加速・停車時のブレーキ」については、「普段のバスより急・危険・悪いと感じた」方が6割近くと、他の項目に比べ懸念を示す割合が高くなっていた。今年度の調査では、発進時の加速・停車時のブレーキに懸念を占めず割合が約3割と大きく改善したことがわかった。

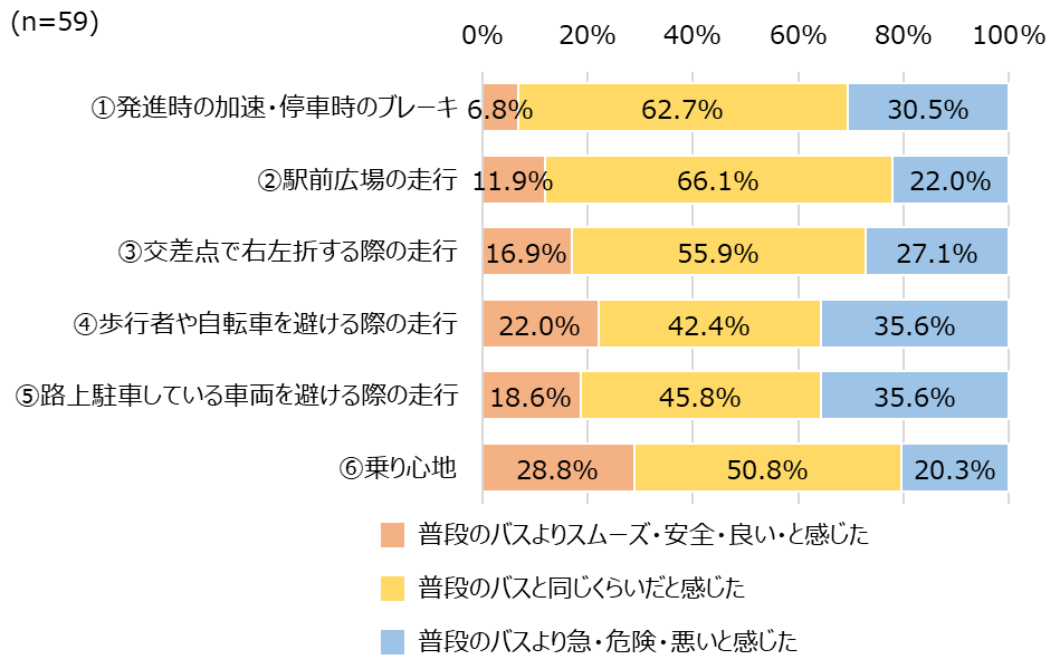


図 6-43 普段利用しているバスと比べた印象(本年度)

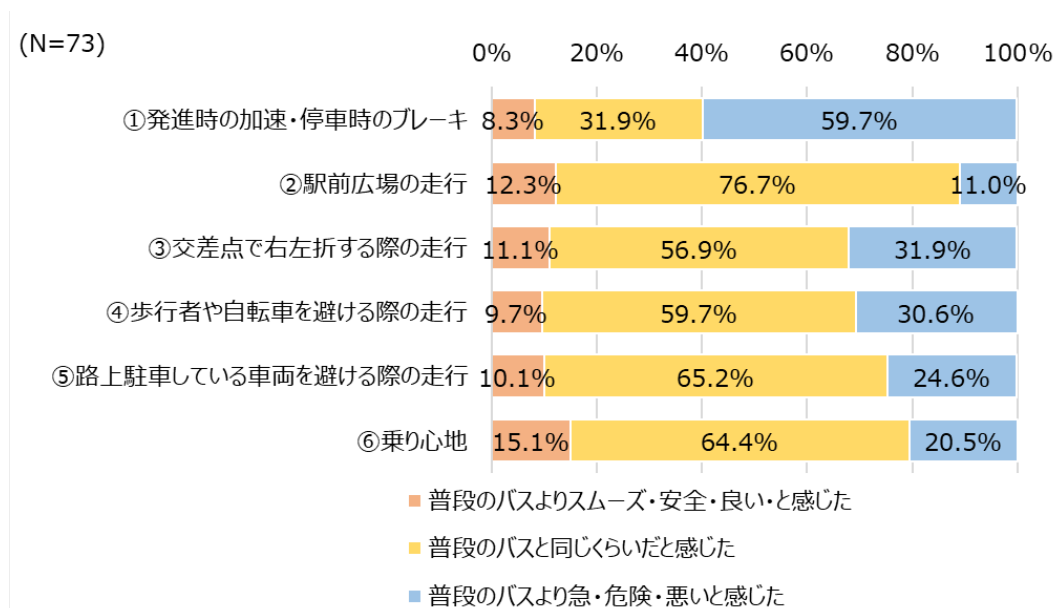


図 6-44 普段利用しているバスと比べた印象(昨年度)

狛江市で自動運転車両が導入された場合、8割弱の方が「利用したい」と回答されたが、吊革・手すりを掴んで乗車する場合には、6割弱まで減少している。

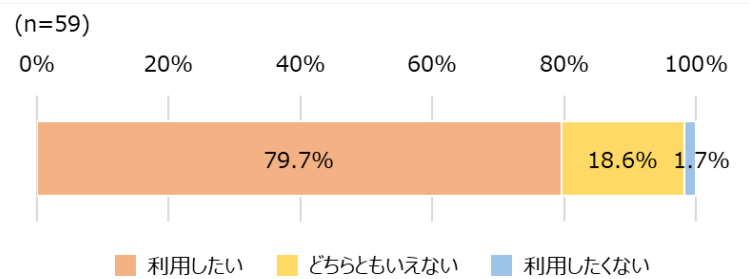


図 6-45 自動運転バスの利用意向

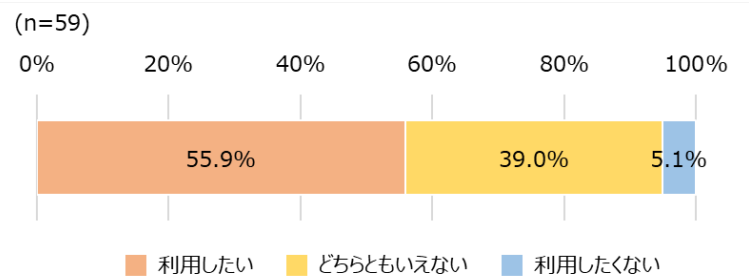


図 6-46 吊革・手すりを掴んで乗車する場合の利用意向

自動運転車両に対しては、「路線バスが廃止・減便されないこと」、「新しい路線が増えること」など、持続的なバス利用への期待に加えて、「安全性が向上し、交通事故が減少すること」への期待が寄せられていることがわかった。

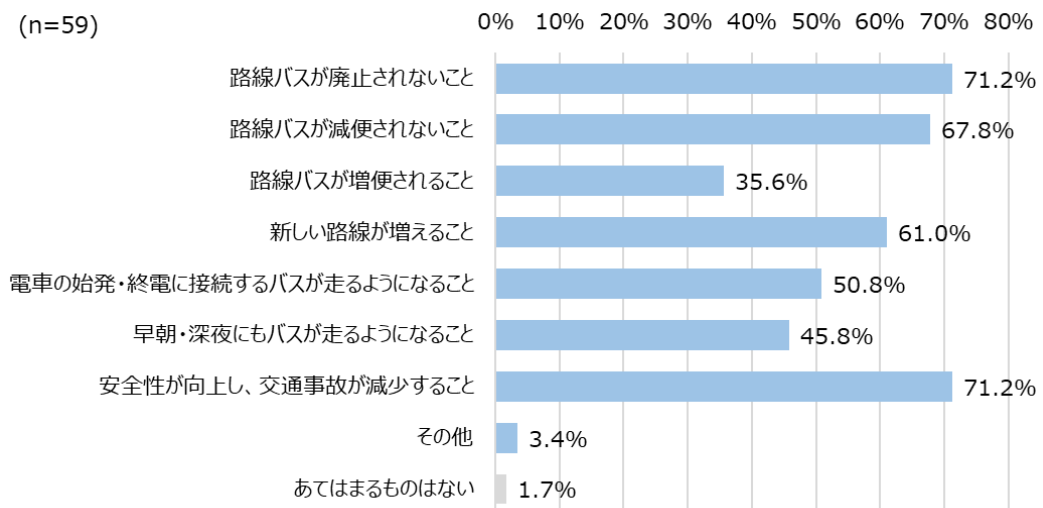


図 6-47 自動運転バスの導入へ期待すること

自動運転バス利用の料金については、現状の運行本数が維持される場合、7割弱が現在の料金と同等がよいと回答した。一方で、深夜・早朝時間帯の運行や通勤時間帯の座席予約など、付加的なサービスも実現する場合には、現在よりも高額な運賃を支払っても良いと考える方が6割以上と多くを占めることもわかった。

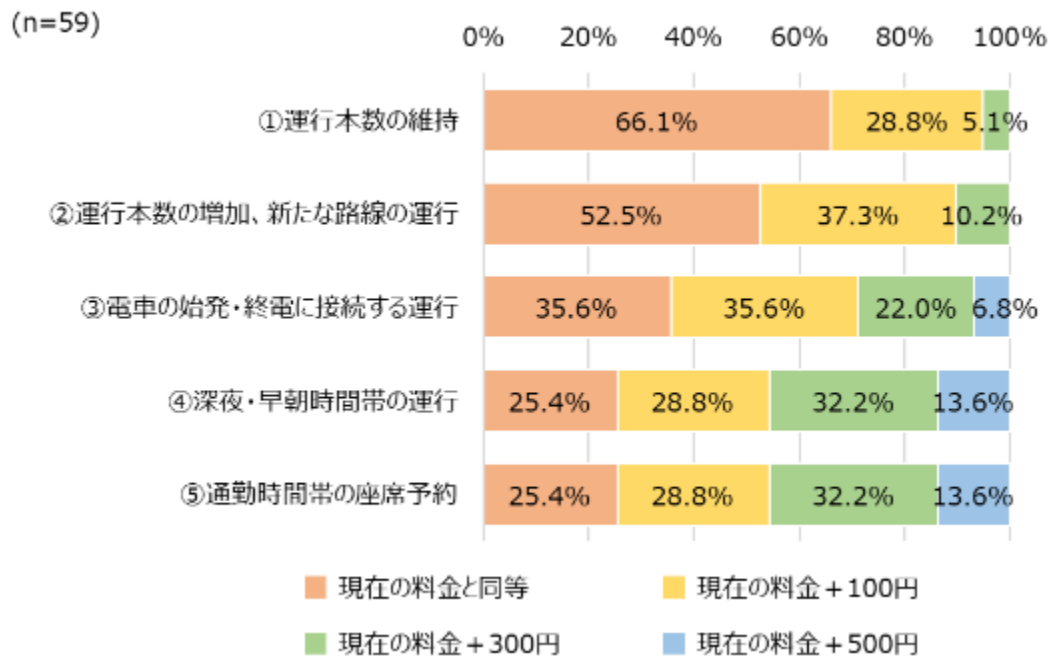


図 6-48 自動運転バス利用料金の負担意思

自動運転バスの走行場所に関して、バス専用レーン・優先レーンでの走行については約9割が容認する一方、歩道がある道路での走行については容認する割合が約6割にとどまった。

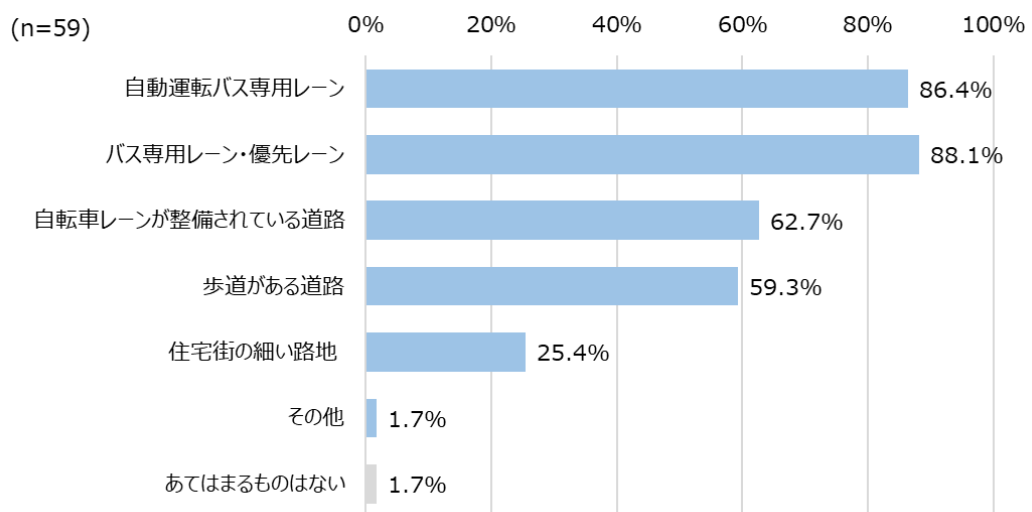


図 6-49 自動運転バスが走行してもよいと思う道路

自動運転バス走行時における乗務員の必要性について、6割以上の方が、乗務員の常在は必要ないと回答している。

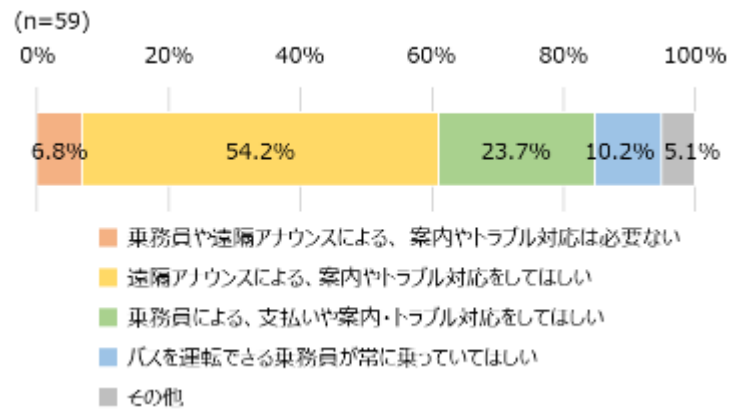


図 6-50 乗務員の必要性について

狛江市で自動運転バスが走ることにより、9割以上の方が、バス事業が撤退することなく、安心して暮らせる地域になると期待している。

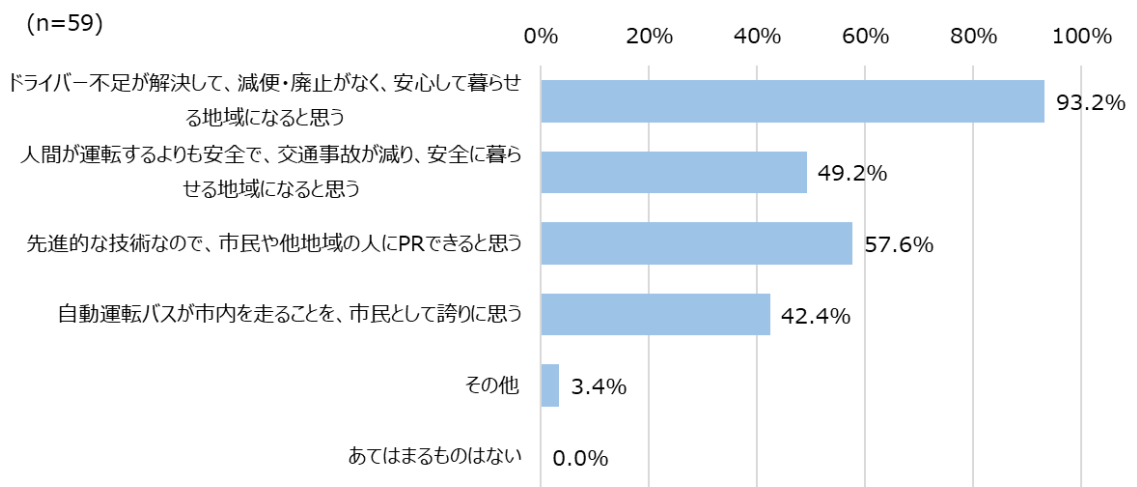


図 6-51 狛江市で自動運転バスが走ることに対する印象

c. 道路利用者視点での自動運転バスについて

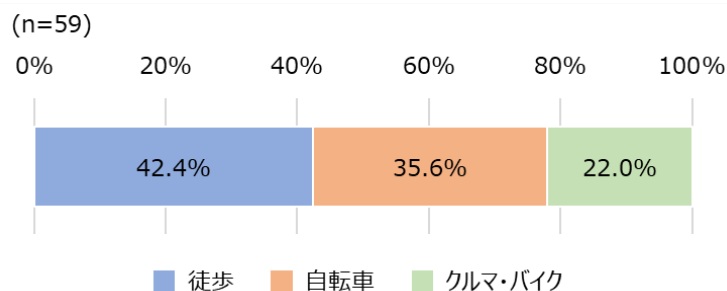


図 6-52 狛江市内で最もよく利用する交通手段(鉄道・バス以外)

歩行時を想定した評価では、センサーの認識能力について約6割が信頼できると回答した一方、悪天候時や転倒時といったイレギュラーな状況に対しては、約5割が不安を感じる傾向が見られた。

交差点の横断については、見通しの悪い交差点、横断歩道歩行時において6割以上が「安全だと思う」と回答した一方で、左折時には約4割が不安を感じている結果となった。

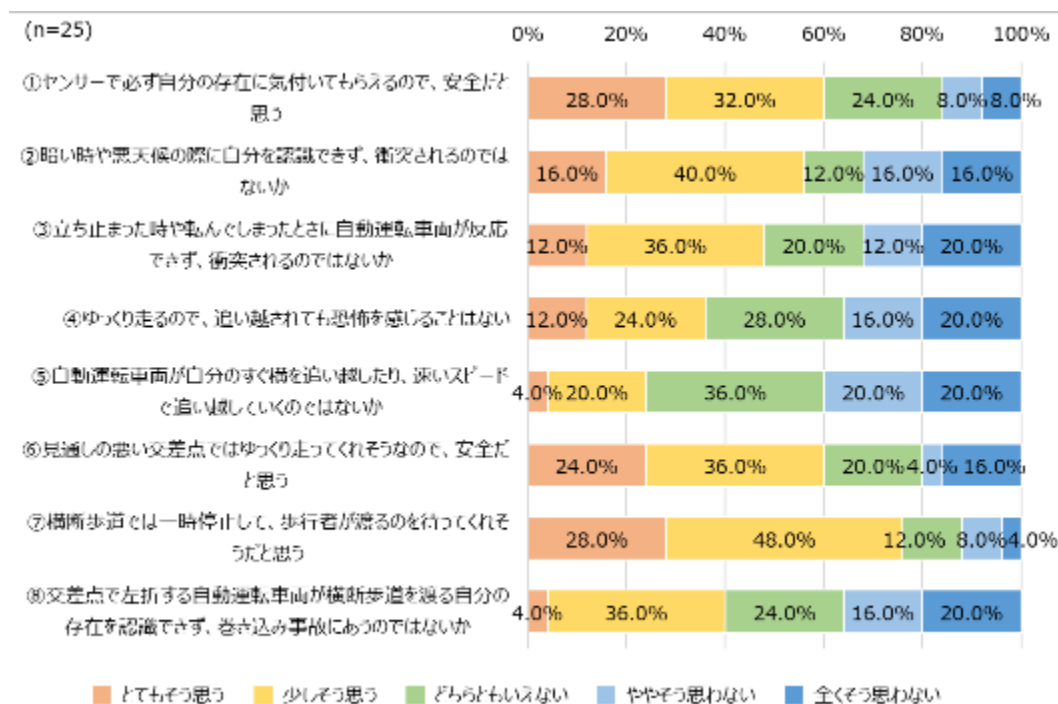


図 6-53 歩行中に想定される不安

自転車の走行時を想定した評価では、センサーの認識能力について約6割が信頼できると回答している。悪天候時の認識能力については約4割が不安であると回答しており、歩行時と比べると不安を感じる割合は低い結果となった。

自動運転バスの近くを自転車で走行する場面(設問④~⑧)では、いずれの設問においても約6割が不安を感じないと回答している。

交差点の横断については、見通しの悪い交差点や横断歩道走行時では7割以上が安全だと思おうと回答している一方、左折時には約4割が不安を感じている結果となり、歩行時と同様の傾向が見られた。

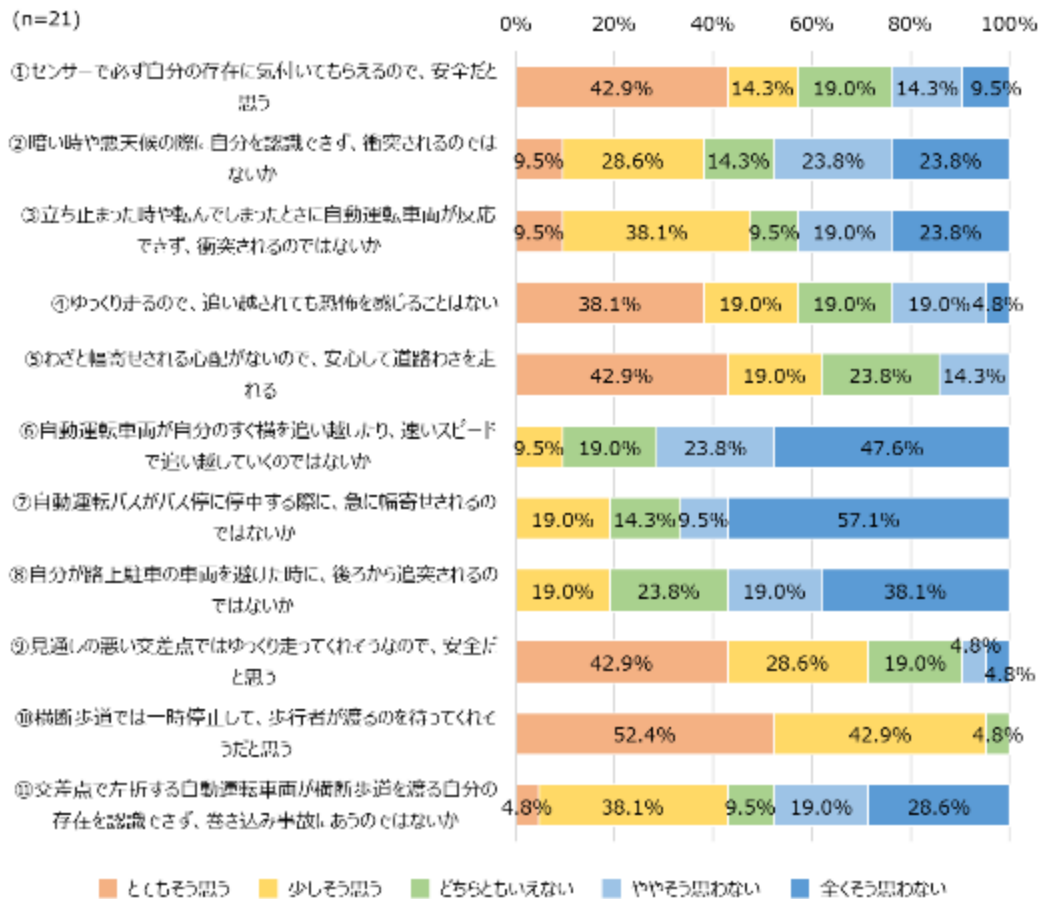


図 6-54 自転車の走行中に想定される不安

自動車・バイクの走行時を想定した評価では、自動運転車両の自動操作について、人為的なミスがなく安心して走行できると回答した人は8割程度であった。一方で、自動運転車両の走行速度については、約5割が不満を感じる可能性があると感じている。

自動運転車両の近くを走行する場面(設問④～⑤)では、約4割が不安を感じると回答している。

センサーの認識能力については、駐車場から出場する際に約3割が不安を感じると回答しており、車線変更時には約5割が不安を感じる結果となった。

交差点の横断に関しては、見通しの悪い交差点での走行では約6割が安全だと思うと回答している一方、信号のない交差点や自動運転車両の右折時については、約5割が不安を感じると回答している。

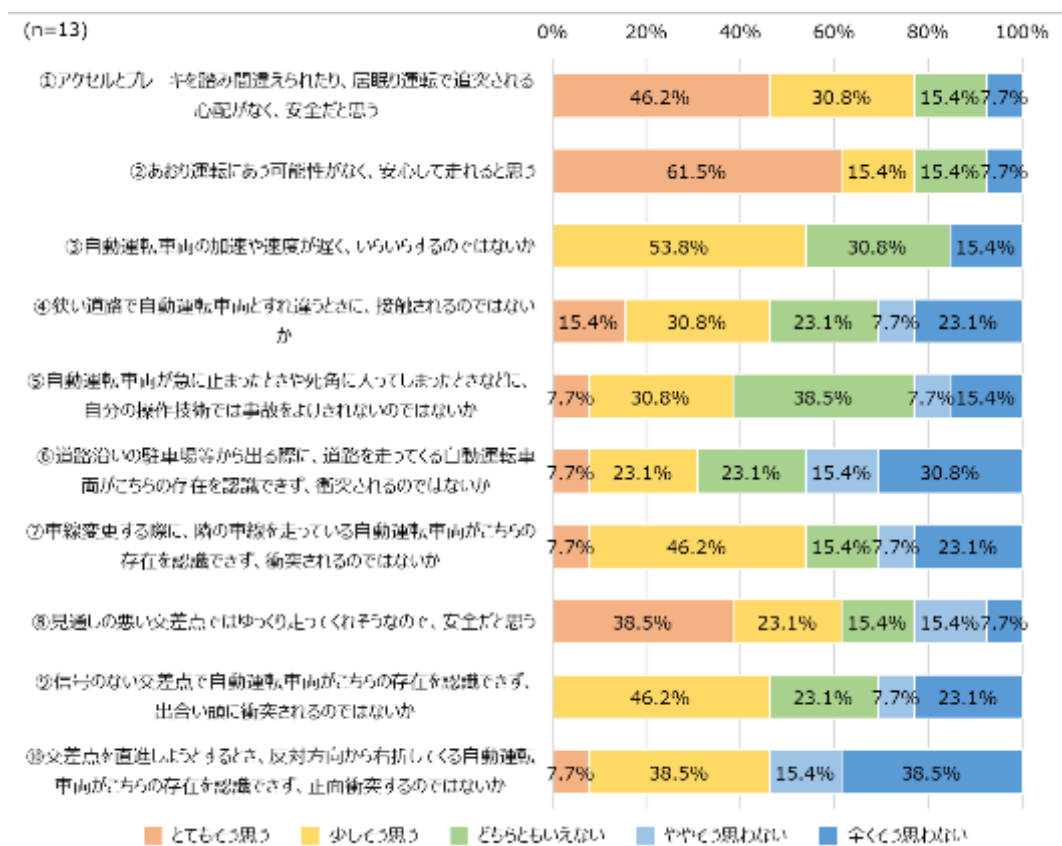


図 6-55 自動車、バイクで走行中に想定される不安

## (2) 考察

住民試乗会参加者へのアンケート結果からは、6割を超える方が普段利用しているバスと比較しても安心して乗車できたと回答しており、自動運転車両に対する一定の安心感が醸成されていることが確認された。

一方で、道路利用者の視点からは、歩行者や自転車利用者、他の自動車の運転者として自動運転バスと同じ道路空間を利用することに対し、一定の懸念が示された。具体的には、右左折時の巻き込みや駐車場からの流入時等、道路交通の流れの判断が求められる事象に対して自動運転バスが適切に対応できるのかという点に関する意見が多く見られた。

これらの結果は、自動運転バスを地域交通として実装していくうえで、乗客としての安心感に加え、地域の道路利用者全体の視点から、道路を共有する主体として信頼できるものであることが重視されていることを示すものと考えられる。今後は、走行の安全性の向上に加え、異常時対応や運用ルールの整理、それらを地域住民に丁寧にも共有していく取組が、社会受容性の向上に向けて重要になると考えられる。

あわせて、自動運転バスの運賃に関する設問では、基本的な運行サービスを前提とした場合には現行のバス運賃水準が望ましいとする回答が多い一方で、深夜・早朝時間帯の運行や、通勤時間帯における座席予約など、利便性を高める付加的なサービスが提供される場合には、現在よりも高い運賃を支払ってもよいと考える方が6割以上を占めることが確認された。

この結果から、自動運転バスに対しては、サービス内容に応じた価値が提供されるのであれば、一定の負担を受け入れる利用者意識が形成されつつあることがうかがえる。とりわけ、時間帯や利用目的に応じたサービスの差別化は、利用者の利便性向上につながるだけでなく、商用ベースでの運行を検討する際の収支面においても重要な要素となる。

今後、自動運転バスを地域公共交通として持続的に運行していくためには、従来の運賃・サービス設計にとらわれるのではなく、時間帯やサービス内容に応じた柔軟なサービス設計を検討することにより、利便性と持続性の両立を図っていく視点が重要であると考えられる。

## 6.7 レベル4 社会実装に向けた考察

本実証では、ローカル 5G スマートポールと車載センサーを統合したシステムが、通信遅延や映像品質に関する KPI を満たし、見通し外や遠方の交通状況を補完できることを確認した。これにより、交差点や見通しの悪い箇所において適切な減速・停止判断が行われ、レベル4 遠隔監視型自動運転に向けた基盤となる頑健性を有していることが示された。とくに、緊急停止や立ち往生を未然に防ぐ可能性がある点は、遠隔監視者による状況確認や運転再開判断の頻度低減につながり、走行時間の短縮および交通利便性向上に資するものと考えられる。

インフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)の効果は、遠方情報や車載センサーでは見え隠れが発生する交差点や路上駐停車頻度の多い箇所等において顕著であり、道なりの走行を行う区間への一律適用等は必ずしも有効ではありません。今後は、交差点や横断歩道など、必要な地点を見極めた上での配置・活用が重要であると考えられる。また、路上駐停車車両回避においては、後続車への影響を懸念した手動介入が見られ、自動運転車両の挙動に対する社会的理解の醸成が、手動介入低減に向け

た重要な要素であることが示唆された。

さらに、実証期間中には、道路上の工事や街路樹のせり出し、緊急自動車といった要因により手動介入が発生しており、商用運行を想定した場合、このような路線環境の変化への対応は避けて通れない課題である。工事情報や維持管理情報を事前に車両へ共有し、走行前に暫定措置や経路切替を検討できる仕組みの必要性が示された

これらの知見を踏まえ、今後はインフラ協調、運用設計、社会受容性を含めた総合的な検討を進めることで、より実用的なレベル4 自動運転の実現につながるものと考えられる。

## 7. 本実証の総括

---

### 7.1 本実証の成果・課題

#### 7.1.1 走行実証による成果と今後の検討課題

本実証では、ローカル 5G スマートポールと車載センサーを統合したシステムにより、情報伝送遅延や映像品質に関する KPI を満たし、見通し外や遠方の交通状況を補完できる環境を構築した。

交差点や路上駐停車車両前方では、V2X 情報と自律認識を統合した減速・停止判断が行われ、ドライバーからは認識範囲が拡張されたとの評価が得られている。

遠隔監視を見据えた取り組みとしては、車載側および情報統合センター側の双方で周囲状況を事前に把握・表示する仕組みを整備し、V2X 情報と自律情報を明確に区別することで、特定運行主任者による運行継続判断の実効性を確認した。

ブレーキ挙動に関する定性評価では、住民試乗アンケートより、参加者の約 70%が「普段のバスと同程度のブレーキである」と回答し、昨年比で 30%程改善。同様にインフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)あり/なしを比較した際には、強いブレーキの発生が減少する傾向を確認した。

路上駐停車車両回避でのインフラ協調(ローカル 5G スマートポール連携)あり/なしの分析では、ありの場合で対向車両が存在しない状況で回避が成立しやすい傾向が見られ、遠方の対向車両検知による安全側の判断など、インフラ協調の意義を示すシーンも確認されている。

インフラ協調(ローカル 5G スマートポール)の効果は、見え隠れや遠方情報の補完といった特定の場面に強みがあり、路上駐停車車両回避の成功率など一定の効果がみられた。また、路上駐停車車両回避では、後続車への影響を考慮した判断による手動介入が発生している点においては、レベル4取得に向けて、自動運転車両が路上で回避や右左折する際の待機時間が長めに設定されていることへの社会的理解の促進課題として抽出できた。

また、工事や街路樹のせり出しといった路線環境の変化への対応も依然として課題であり、占有申請情報や維持管理情報を事前に連携し、走行前の暫定対応や経路切替を可能とする運用設計の重要性が示された。通信・認識基盤の頑健性は一定水準に到達しており、今後はインフラ協調自動運転を効果的に整備し、旅客サービスや道路維持管理との連携により、より安定したレベル4自動運転への展開が期待される。

#### 7.1.2 狛江市地域公共交通における今後の課題整理

狛江市の地域公共交通は、鉄道を基軸とした市外アクセスと、路線バスによる駅アクセスを中心に、コミュニティバスやタクシーがこれを補完する構造により、市域のほぼ全体をカバーしている。

一方で、人口構成の変化、再開発の進展や公共交通を取り巻く環境の変化により、従来と同じ前提条件のもとで地域公共交通を維持していくことが難しくなりつつある。

今年度調査では、上記の狛江市地域公共交通の全体像を踏まえたうえで、「公共交通軸と拠点の充実・保証」、「交通空白における移動の確保」、「持続可能性・実現可能性の確保」の 3 つの視点から現状を整理し、今後の地域公共交通の課題を整理した。

### ●公共交通軸と拠点の充実・保証の観点

狛江市の地域公共交通においては、狛江駅・調布駅・仙川駅等へのアクセスを担う鉄道および基幹的な路線バスが、市内外の移動を支える公共交通軸として重要な役割を果たしている。

今年度の分析からは、これらの路線が高頻度で運行されていることにより、市民の通勤・通学や私事移動が円滑に行われている状況が確認された。

一方で、バス運転士不足の深刻化や労働環境の変化により、市内においても路線バスの減便や運行本数の見直しが発生しており、今後も同様の影響が拡大する可能性がある。

このため、公共交通軸については、単に路線を維持するだけでなく、どの路線・区間・時間帯において、どの水準のサービスを確保すべきか、という視点から、将来を見据えた整理と対応が求められる。

狛江市の軸として、市外への鉄道利用として狛江駅、調布駅、仙川駅までの路線バスアクセスが重要であり、高頻度なサービス水準を維持するとともに、市内の和泉多摩川駅や隣接する喜多見駅、世田谷区方面へのアクセスの充実が必要と考えられる。

### ●交通空白における移動の確保の観点

今年度の分析では、鉄道駅やバス停の一定の徒歩圏域を基準とした場合、狛江市の市域の多くが公共交通の利用圏域に含まれていることが確認された。

しかしながら、高齢者など、徒歩移動に制約のある方の視点から見ると、実質的に公共交通へのアクセスが困難な地域が存在していることが示唆される。

また、これらの地域では道路幅員が狭いケースが多く、従来の路線バス車両による対応が難しい状況も確認された。

今後、高齢化の進展により、バス停までの徒歩移動が困難な方の増加が見込まれることから、既存の路線バスより小さな車両による移動支援の検討が必要となる。

### ●持続可能性・実現可能性の観点

公共交通を取り巻く経営環境については、人件費や燃料費の上昇、コロナ禍以降の公共交通利用者数の回復の遅れなどにより、厳しい状況が続いている。

とりわけ、乗合バス事業においては、人件費が運行経費の大きな割合を占めており、運転士不足がそのままサービス水準の低下につながる構造となっている。

このような状況を踏まえると、短期的な人材確保や財政支援のみでは、中長期的に地域公共交通を維持していくことは難しいと考えられる。

今後は、中長期的な路線バスの再編(選択と集中)、鉄道駅・幹線バスへアクセス手段の充実(モビリティハブ、シェアモビリティ)、幹線バス路線の自動運転化等、持続可能性と実現可能性の両立を図る視点が不可欠となる。

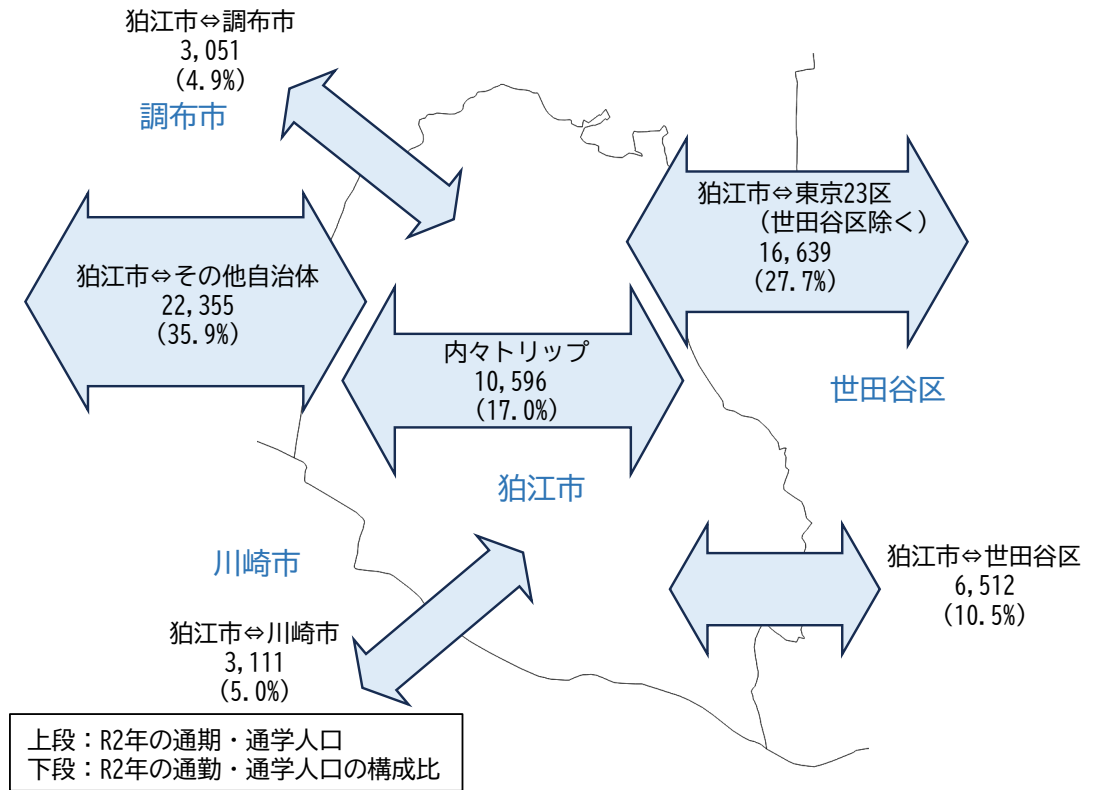
## 1) 地域交通分析結果

### (1) 公共交通軸と拠点の充実・保証

a. 市内外の通勤・通学人口の状況

令和 2 年国勢調査による通勤・通学人口の動態では、狛江市内々は約 1.1 万トリップとなっている。隣接自治体では、東京 23 区は約 2.3 万トリップと狛江市内々よりも多く、その内約7千トリップは世田谷区となっている。

なお、狛江市内々をみると、直近5年間で約 20%増加している。



出典：令和 2 年国勢調査<sup>15</sup>

図 7-1 市内外の通勤・通学人口(R2)

<sup>15</sup> 8.6 参考文献. 7

表 7-1 市内外の通勤・通学人口の推移

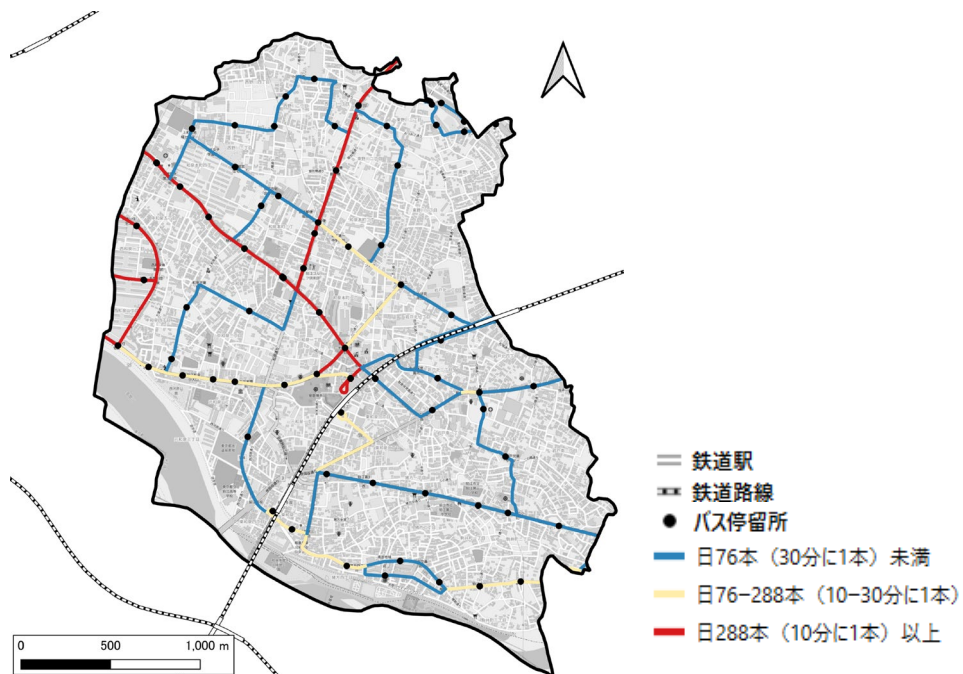
	H22	H27	R2	H22～H27	H27～R2
狛江市内々	8,570	8,754	10,596	+184 (+2.1%)	+1,842 (+21.0%)
狛江市－調布市	3,028	2,958	3,051	-70 (-2.3%)	+93 (+3.1%)
狛江市－世田谷区	6,157	6,077	6,512	-80 (-1.3%)	+435 (+7.2%)
狛江市－東京23区 (世田谷区除く)	15,038	15,875	16,639	+837 (+5.6%)	+764 (+4.8%)
狛江市-川崎市	2,697	2,853	3,111	+156 (+5.8%)	+258 (+9.0%)
狛江市－その他自治体	13,377	11,803	22,355	-1,574 (-11.8%)	+10,552 (+89.4%)
総計	48,867	48,320	62,264	-547 (-1.1%)	+13,944 (+28.9%)

出典：H22 国勢調査、H27 国勢調査、R2 国勢調査<sup>16</sup>

b. 路線バスの頻度・アクセス等のサービス水準

狛江駅や調布駅、仙川駅方面へ向かうバスは非常に高頻度(10 分間隔)で運行しているが、それと比較して市の南部は頻度が少ない(30 分間隔以上)。

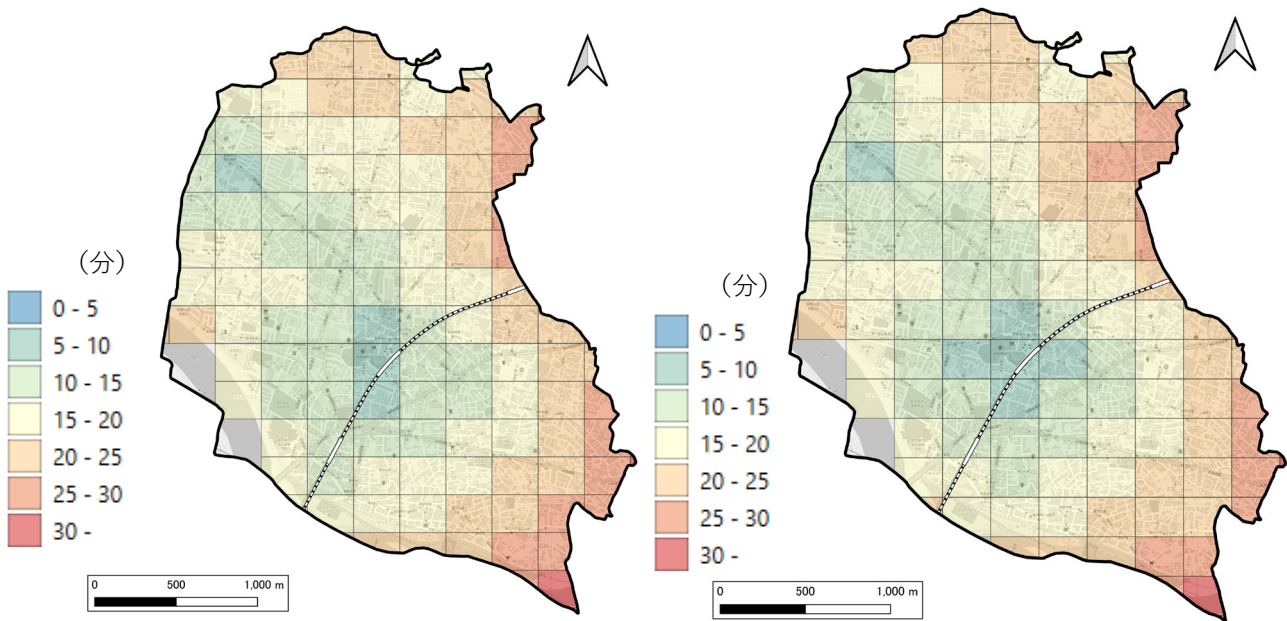
通勤・通学時間帯における鉄道駅へのバスアクセスは概ね 20 分以内だが、市の南東部・北東部の一部地域で 20 分以上時間がかかる。



出典：国土数値情報<sup>17</sup>、GTFS データ(小田急バス<sup>18</sup>・京王バス<sup>19</sup>)

<sup>16</sup> 8.6 参考文献. 7  
<sup>17</sup> 8.6 参考文献. 8  
<sup>18</sup> 8.6 参考文献. 9  
<sup>19</sup> 8.6 参考文献. 10

図 7-2 停留所間の運行本数



出典:国土数値情報<sup>20</sup>、GTFS データ(小田急バス<sup>21</sup>・京王バス<sup>22</sup>)

注:狛江駅、調布駅、国領駅、仙川駅までのバスでの所要時間を 250m メッシュ別に図化  
通勤時間帯は 7 時台～8 時台、通学時間帯は 6 時台～7 時台の運行本数を利用

図 7-3 通勤時間帯主要駅までの所要時間

図 7-4 通学時間帯主要駅までの所要時間

c. 立地適正化計画の都市機能誘導区域へのアクセス

都市機能誘導区域に設定されている狛江駅周辺、慈恵第三病院やあいとぴあセンター周辺は、路線バスが高頻度に運行している。

喜多見駅や和泉多摩川駅周辺は、路線バスの一部系統やこまバスが接続するのみである。

<sup>20</sup> 8.6 参考文献. 8

<sup>21</sup> 8.6 参考文献. 9

<sup>22</sup> 8.6 参考文献. 10



出典: 狛江市、こまバス運行経路<sup>23</sup>

図 7-5 こまバスの運行ルート



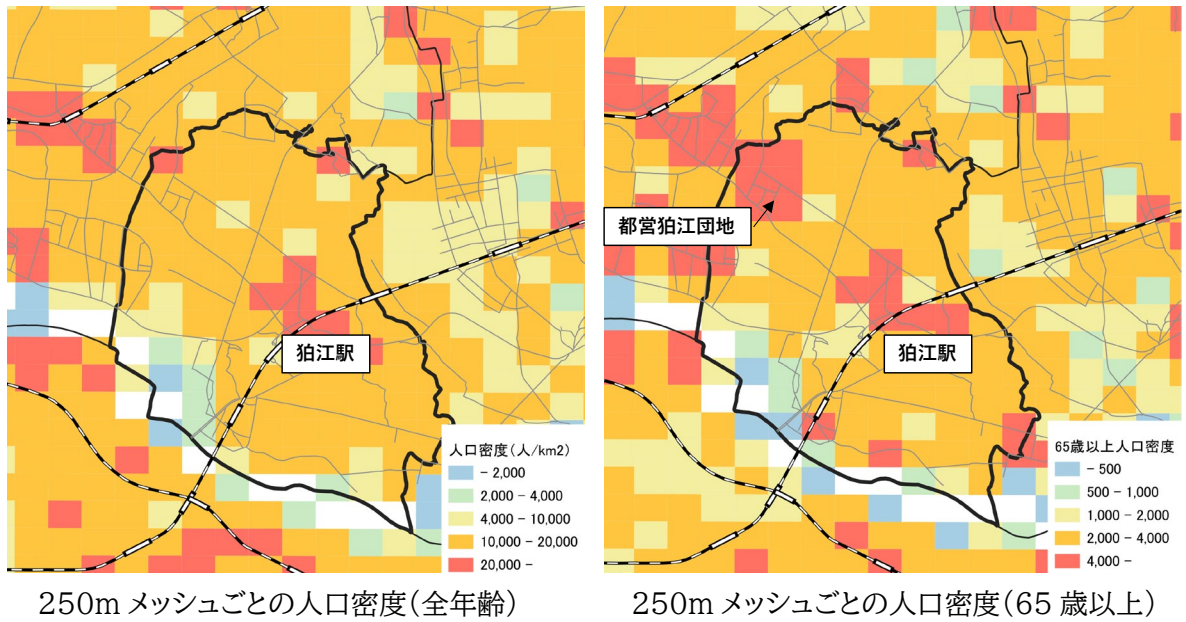
図 7-6 狛江市立地適正化計画

d. 人口分布・将来の開発の見通し

現況では、南西部を除いて人口密度が高く、65 歳以上の高齢者は、多摩川住宅などがある市北西部で人口密度が高い。

一方、多摩川地区地区計画による再開発により将来的に居住者が増加し、公共交通の需要が増加する可能性がある。

<sup>24</sup> 8.6 参考文献. 1

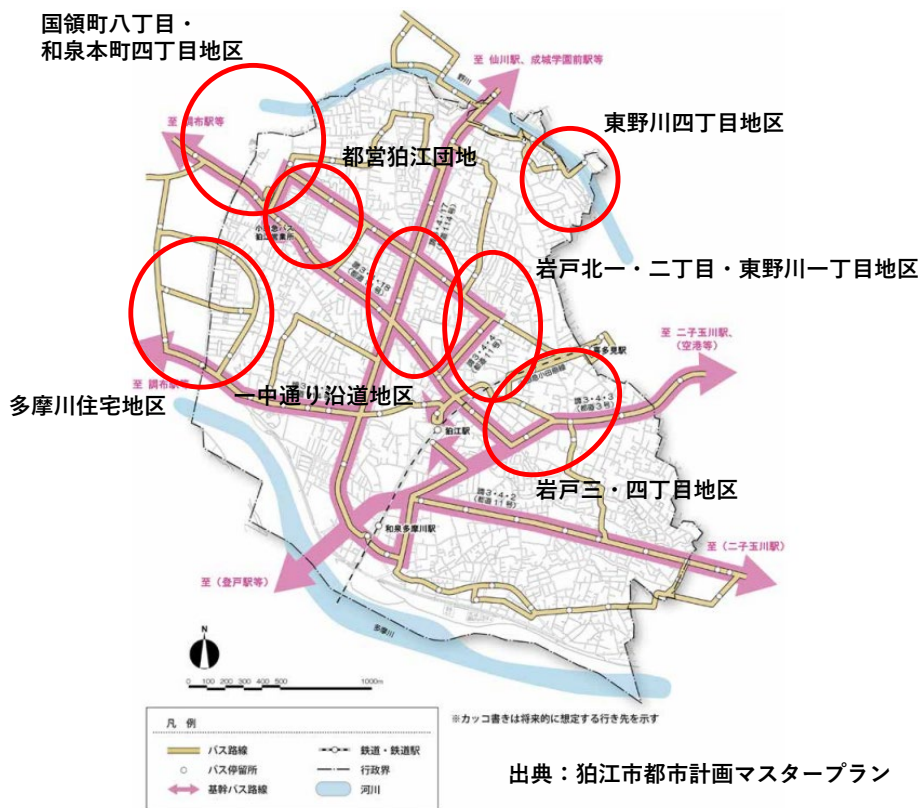


250m メッシュごとの人口密度(全年齢)

250m メッシュごとの人口密度(65 歳以上)

出典:国土数値情報<sup>25</sup>、R2 国勢調査<sup>26</sup>

図 7-7 現況の人口密度分布(R2 国勢調査メッシュ統計)



出典：狛江市都市計画マスタープラン

27

図 7-8 市内の再開発計画

<sup>25</sup> 8.6 参考文献. 10

<sup>26</sup> 8.6 参考文献. 7

<sup>27</sup> 8.6 参考文献. 1

## (2) 交通空白における移動の確保

### a. 鉄道・路線バス・こまバス・タクシー営業所の圏域の整理

市内の鉄道駅として、喜多見駅・狛江駅・和泉多摩川駅がある。

市域の一部は、市外の駅(つつじヶ丘駅・柴崎駅・国領駅・宿河原駅)の1km圏に含まれている。

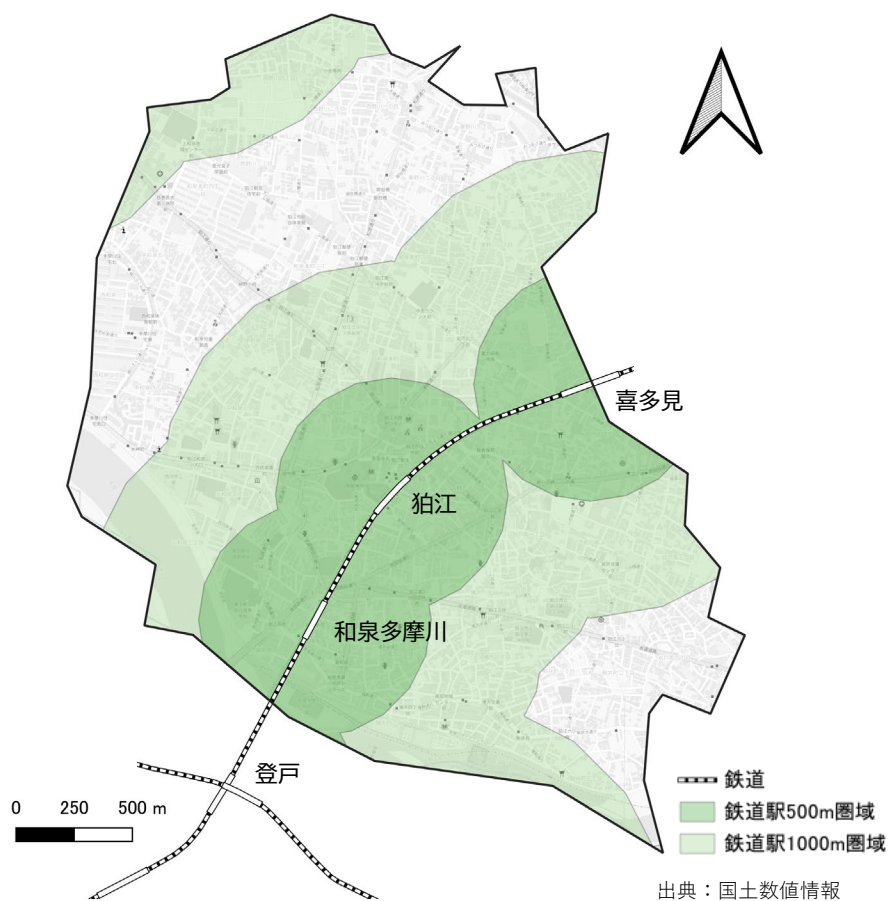
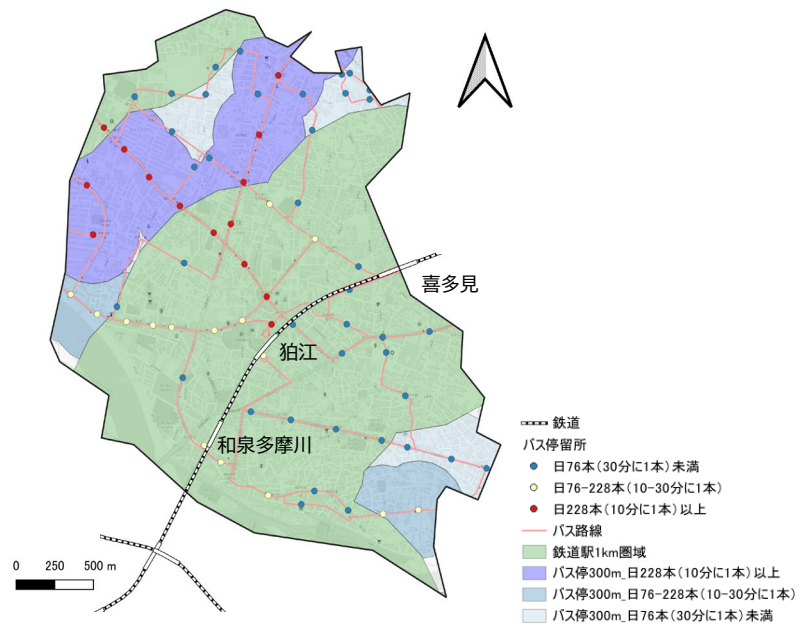


図 7-9 鉄道駅 500m・1km 圏域

路線バス・こまバスにより全域を広くカバーしており、狛江駅・調布駅・仙川駅方面の運行頻度が高い。

高齢者の歩行距離を考慮した鉄道駅 500m・バス停 150m でみると、東野川や中和泉、元和泉、岩戸南、緒方などの一部で、アクセスが困難な地域がみられる。



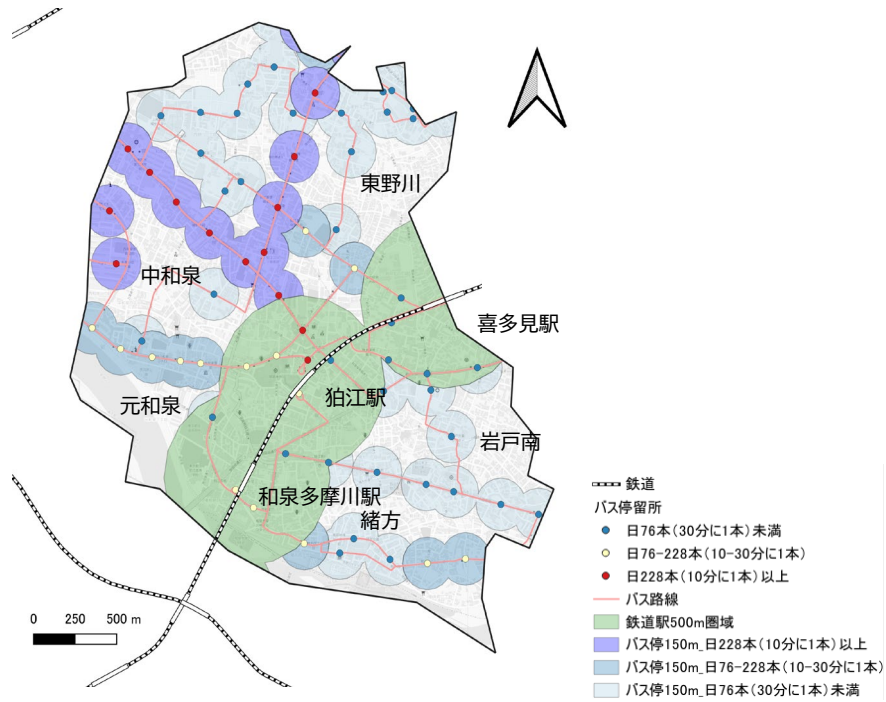
出典:国土数値情報<sup>29</sup>、GTFS データ(小田急バス<sup>30</sup>・京王バス<sup>31</sup>)

図 7-10 鉄道駅 1km・バス停 300m 圏域

<sup>29</sup> 8.6 参考文献. 8

<sup>30</sup> 8.6 参考文献. 9

<sup>31</sup> 8.6 参考文献. 10



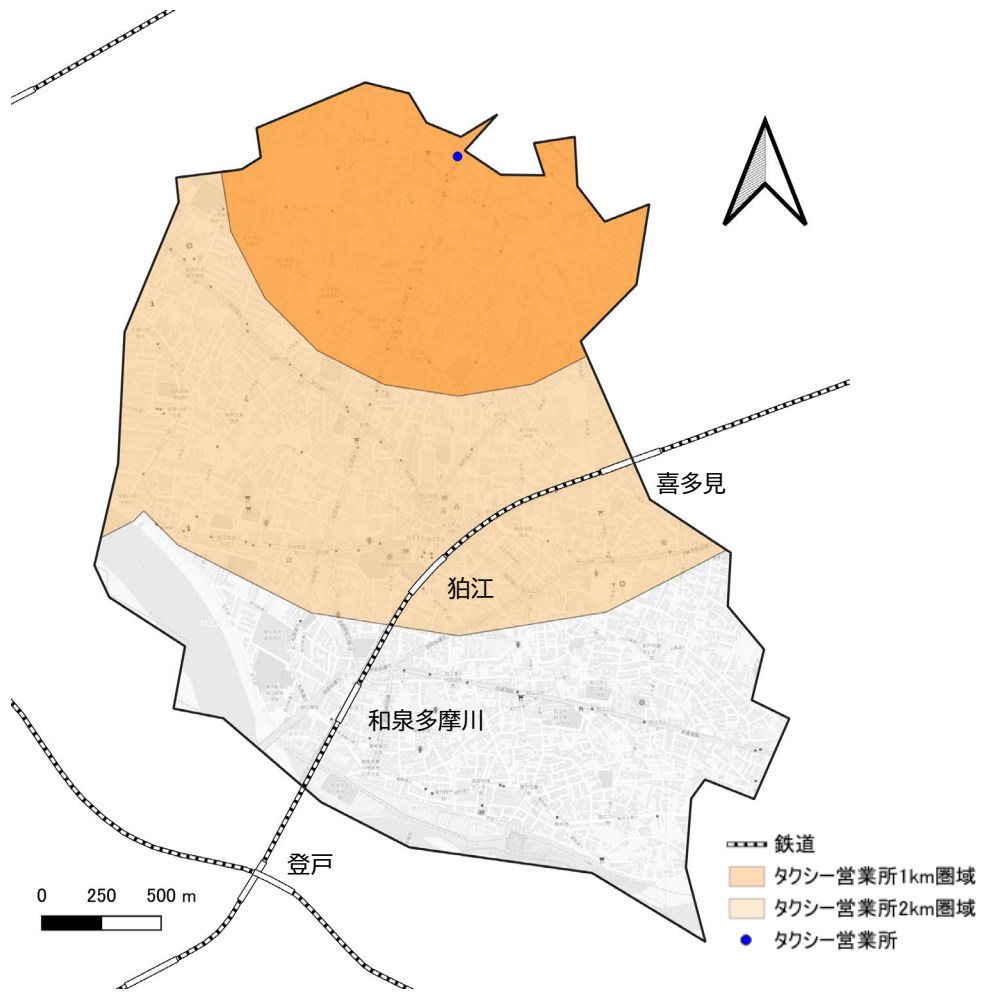
出典:国土数値情報<sup>32</sup>、GTFS データ(小田急バス<sup>33</sup>・京王バス<sup>34</sup>)

図 7-11 鉄道駅 500m・バス停 150m 圏域

市内のタクシー営業所は 1 社のみであり、市域の一部は市外のタクシー営業所の 1km 圏に含まれる。

市外のタクシー営業所も含めると、和泉多摩川駅周辺を除く市のほぼ全域がタクシー営業所 2km 圏に含まれる。

<sup>32</sup> 8.6 参考文献. 8  
<sup>33</sup> 8.6 参考文献. 9  
<sup>34</sup> 8.6 参考文献. 10



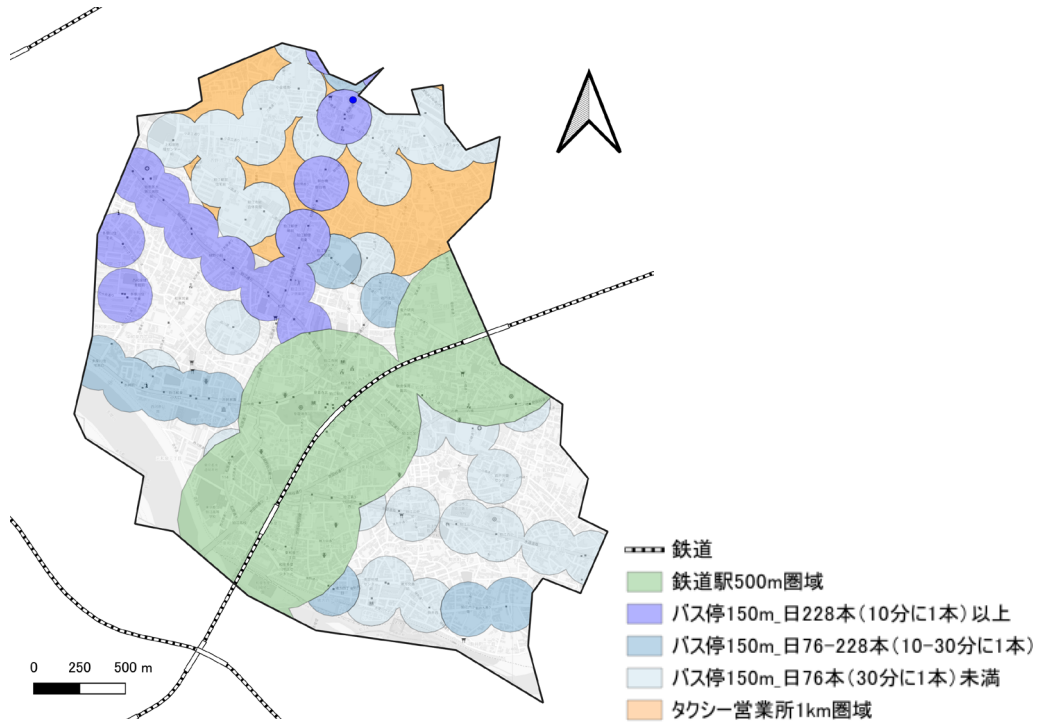
出典:国土数値情報<sup>35</sup>

図 7-12 タクシー営業所 1km・2km 圏域

b. 圏域の人口分布・道路幅員等の整理

鉄道駅 500m 圏・バス停 150m 圏の人口カバー率は約 75%である。

若年層のカバー率が現在はやや低いが、将来的には他世代と同水準に上昇することが見込まれる。



出典:国土数値情報<sup>36</sup>、GTFIS データ(小田急バス<sup>37</sup>・京王バス<sup>38</sup>)

図 7-13 鉄道駅 500m・バス停 150m・タクシー営業所 1km 圏域

表 7-2 現況(R2 国勢調査)

		面積(ha)	総人口	0-19歳	20-64歳	65歳以上	75歳以上
鉄道駅500m圏		173.0	25,604	781	16,085	5,033	2,639
バス停 150m圏	12本/h以上	72.8	11,151	447	6,076	3,180	1,909
	4-12本/h	53.6	5,842	260	3,407	1,299	705
	4本/h未満	150.3	20,817	897	11,421	5,578	3,253
タクシー営業所1km圏		51.5	6,662	341	3,767	1,537	900
駅500m・バス停150m 圏のカバー率		—	75.1%	71.9%	75.2%	75.9%	76.2%

出典:R2 国勢調査<sup>39</sup>、将来人口推計(社人研・R6)<sup>40</sup>を 250m メッシュで按分し集計

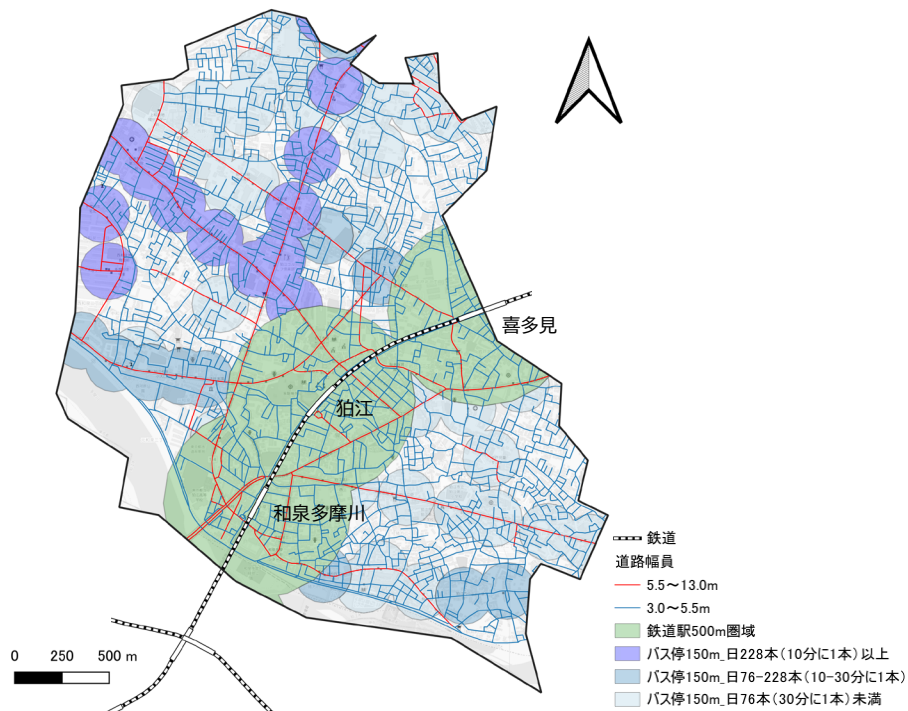
<sup>36</sup> 8.6 参考文献. 8  
<sup>37</sup> 8.6 参考文献. 9  
<sup>38</sup> 8.6 参考文献. 10  
<sup>39</sup> 8.6 参考文献. 7  
<sup>40</sup> 8.6 参考文献. 12

表 7-3 2035 年将来推計人口

		総人口	0-19歳	20-64歳	65歳以上	75歳以上
鉄道駅500m圏		25,767	4,349	15,058	6,361	3,368
バス停 150m圏	12本/h以上	10,695	1,565	5,921	3,209	1,844
	4-12本/h	5,928	924	3,461	1,543	833
	4本/h未満	20,282	3,034	11,444	5,804	3,195
タクシー営業所1km圏		6,748	1,042	3,953	1,753	913
駅500m・バス停150m 圏のカバー率		74.7%	76.6%	76.1%	74.9%	75.5%

出典:R2 国勢調査<sup>41</sup>、将来人口推計(社人研・R6)<sup>42</sup>を 250m メッシュで按分し集計

鉄道駅から 500m、またはバス停から 150m 以上離れている圏域の大半は、道路幅員が 5.5m 未満の細い道路しかないため、これらの地域に中型バス車両が乗り入れることは難しい。



出典:国土数値情報<sup>43</sup>、GTFS データ(小田急バス<sup>44</sup>・京王バス<sup>45</sup>)

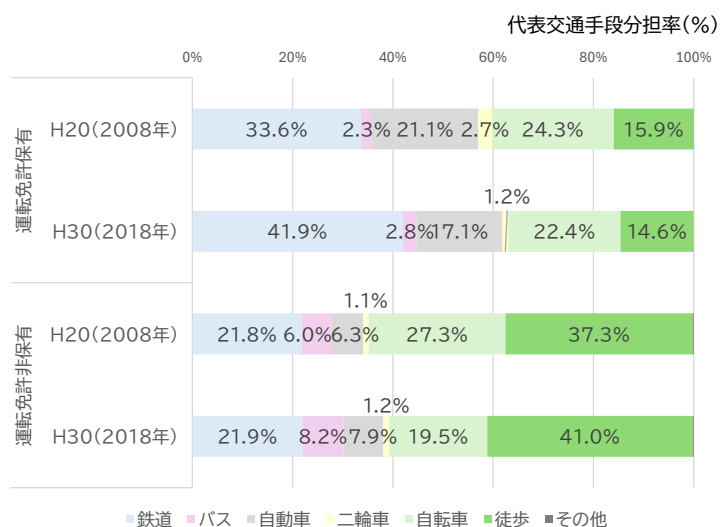
図 7-14 道路幅員

<sup>41</sup> 8.6 参考文献. 7  
<sup>42</sup> 8.6 参考文献. 12  
<sup>43</sup> 8.6 参考文献. 8  
<sup>44</sup> 8.6 参考文献. 9  
<sup>45</sup> 8.6 参考文献. 10

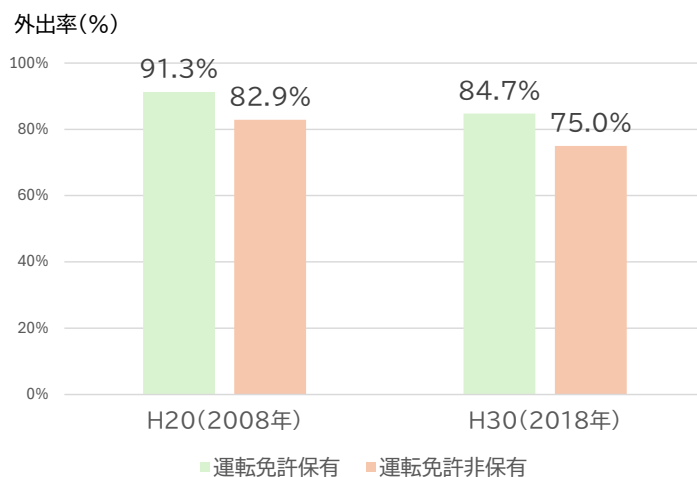
c. 免許非保有者の移動実態

免許非保有者の代表交通手段分担率は、免許保有者と比べて、バス・徒歩の利用が多く、鉄道・自動車の利用が少ない。近年では自転車利用が減り、バス・徒歩が増加傾向。

免許非保有者の外出率は、免許保有者より低く、近年では全体の外出率が下がり、2018年の免許非保有者は4人に1人が外出していない状況。



出典:東京都市圏交通計画協議会「平成30年・20年東京都市圏パーソントリップ調査」<sup>46</sup>をもとに作成  
**図 7-15 狛江市の免許保有別代表交通手段分担率**



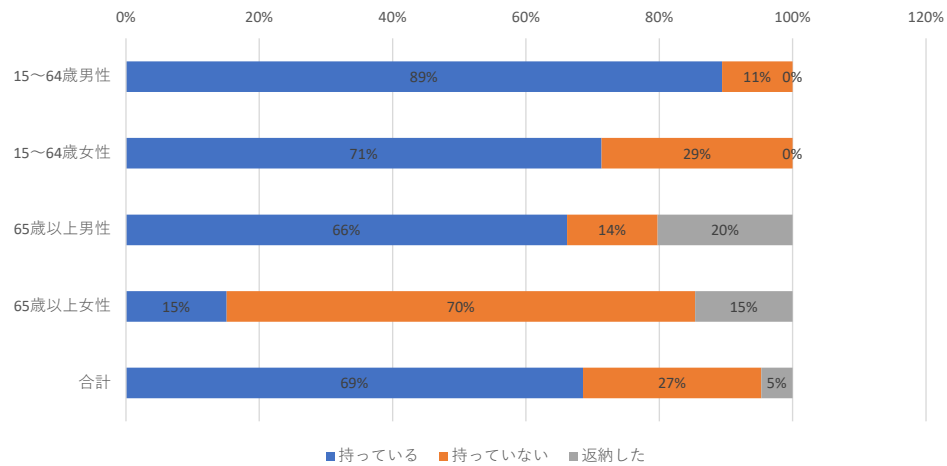
出典:東京都市圏交通計画協議会「平成30年・20年東京都市圏パーソントリップ調査」<sup>47</sup>をもとに作成  
**図 7-16 狛江市の免許保有別外出率**

d. 免許保有・免許返納の状況

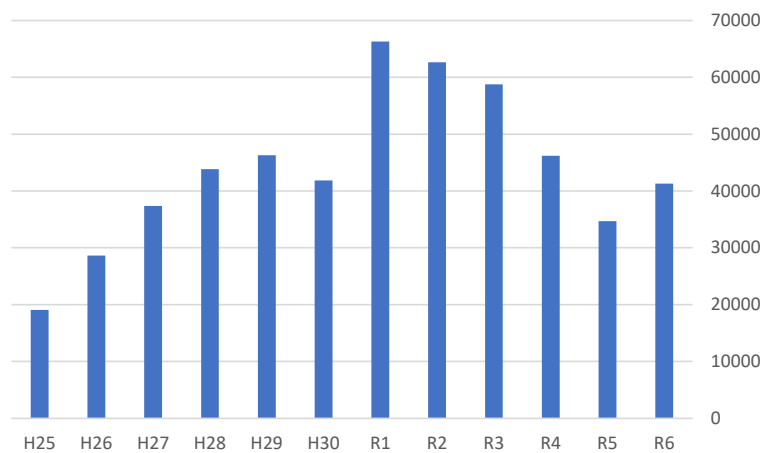
<sup>46</sup> 8.6 参考文献. 13

<sup>47</sup> 8.6 参考文献. 13

狛江市の運転免許保有状況は、65歳以上男性で66%、65歳以上女性で15%にとどまる。東京都の運転免許返納者数は、近年増加傾向であったが、コロナ以降減少に転じている。



出典：東京都市圏交通計画協議会「平成30年東京都市圏パーソントリップ調査」<sup>48</sup>をもとに作成  
**図 7-17 狛江市の性・年齢別運転免許保有状況**



出典：警察庁「運転免許統計」<sup>49</sup>をもとに作成  
**図 7-18 東京都の運転免許返納者数**

### (3) 持続可能性・実現可能性の確保

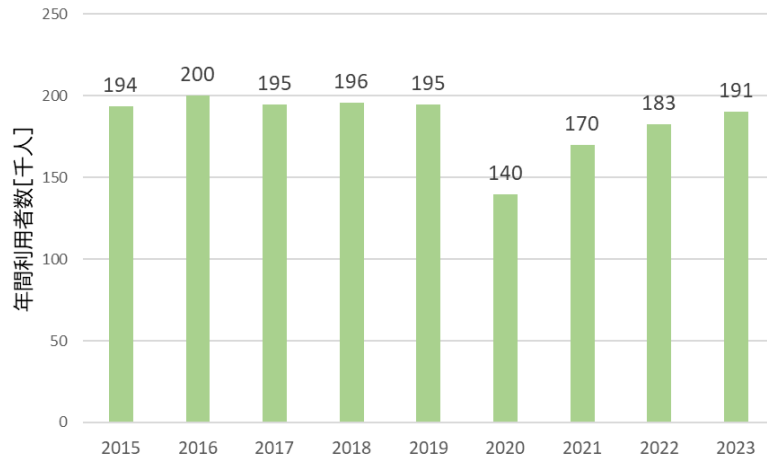
#### a. 公共交通利用者数の推移の整理

市周辺の鉄道駅の利用者数は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、2020年に大きく落ち込んだ。それ以降は回復傾向にあるが、2019年以前の水準には戻っていない。

こまバス利用者も鉄道と同様の傾向を示しているが、2019年と同程度の水準まで回復しつつある。

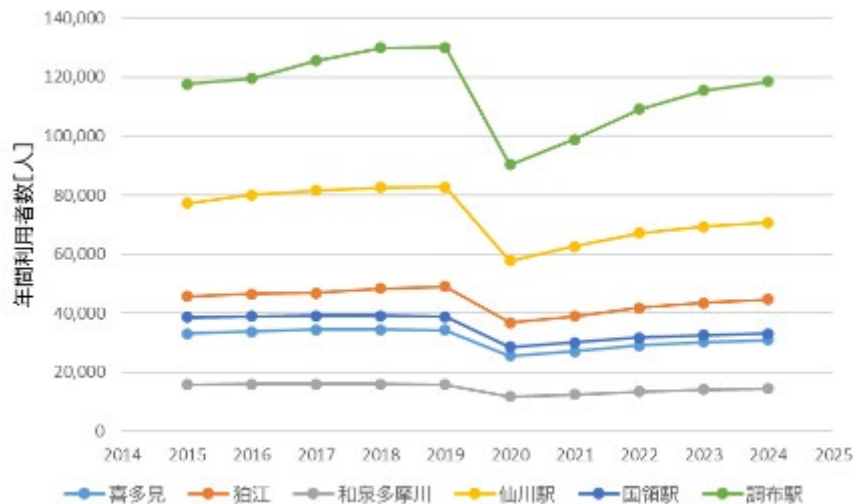
<sup>48</sup> 8.6 参考文献. 13

<sup>49</sup> 8.6 参考文献. 14



出典:「第26回狛江市地域公共交通会議」<sup>50</sup>の資料をもとに作成

図 7-19 こまバス利用者数の推移



出典:リアルプロ・ホールディングス「京王線の乗降者数の推移」<sup>51</sup>「小田急線の乗降者数の推移」<sup>52</sup>より作成

図 7-20 狛江市周辺の鉄道駅利用者数の推移

## b. 路線バスの減便・廃止の状況

2024 年の改善基準告示の改正、ドライバーの高齢化等、バス運転士不足が全国的に喫緊の課題となっている。

狛江市内では、各社、乗務員の処遇改善や女性・外国人採用等の対策を進めているが、人員不足は深刻であり、2023年3月には京王バス・ハイタウン折返場の大幅減便、2025年8月のこまバス減便が起こっている(第 27 回狛江市地域公共交通会議より)。

<sup>50</sup> 8.6 参考文献. 15

<sup>51</sup> 8.6 参考文献. 16

<sup>52</sup> 8.6 参考文献. 17

改正された改善基準告示の主な内容（2024年4月適用開始）

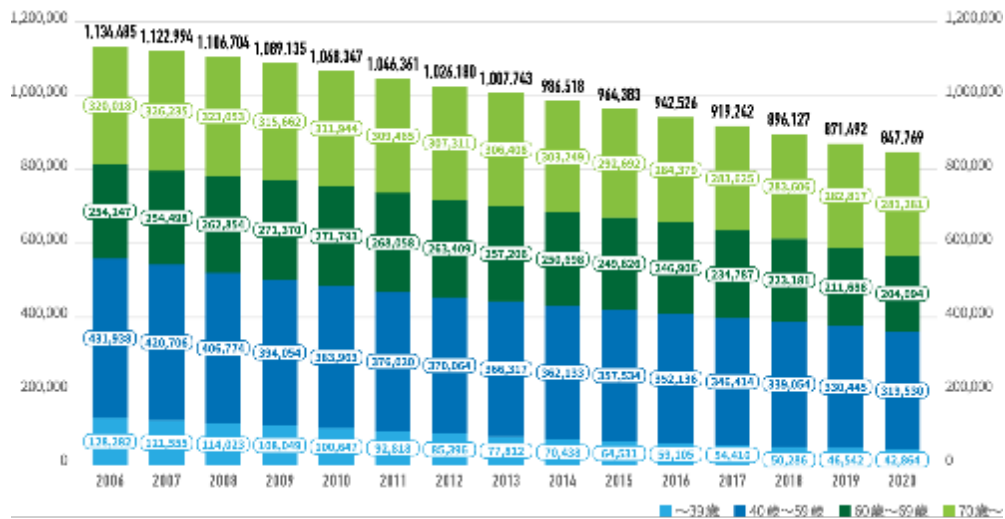
	2024年3月31日まで	2024年4月1日以降 (1年・1か月又は52週間・4週平均1週のいずれか一方を選択)
1年、 52週間の 拘束時間	3,380時間以内 (年換算)	【1年】 原則：3,300時間以内 例外（※）：3,400時間以内 【52週間】 原則：3,300時間以内 例外（※）：3,400時間以内
1か月 4週平均1週 の拘束時間	【4週平均1週間】 65時間以内 労使協定により、52週のうち 16週まで71.5時間まで延長可	【1か月】 原則：281時間以内 例外（※）：294時間以内（年6か月まで） →281時間超は連続4か月まで 【4週平均1週間】 原則：65時間以内 例外（※）：68時間以内（52週のうち24週まで） →65時間超は連続16週まで
1日の 休息期間	継続8時間以上	継続11時間与えるよう努めることを基本とし、 9時間を下回らない

※ 貸切/バス乗務者、乗合/バス乗務者（一時的必要に応じて運行されるもの）、高速/バス乗務者等の場合、労使協定により延長可

- ・ 拘束時間…使用者に拘束されている時間のこと。（「労働時間」+「休憩時間」）  
（会社へ出社（始業）し、仕事を終えて会社から退社（終業）するまでの時間）
- ・ 休息期間…使用者の拘束を受けない期間のこと。（業務終了時刻から、次の始業時刻までの時間）

出典：バス運転者の改善基準告示(厚生労働省 HP)<sup>53</sup>

図 7-21 改善基準告示の改正内容(自動車運転者の時間外労働の上限)



出典：日本バス協会<sup>54</sup>

図 7-22 年齢別大型二種免許保有者数の推移

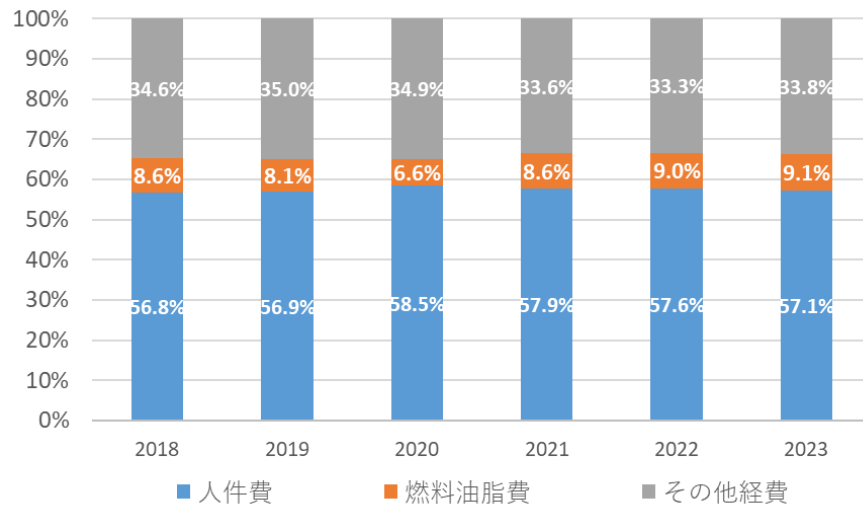
c. 人件費・燃料費等の単価の推移、運行補助の推移

乗合バス事業の経費が原価に占める割合は、人件費が約 6 割、燃料油脂費が約 1 割を占めている。

<sup>53</sup> 8.6 参考文献. 18

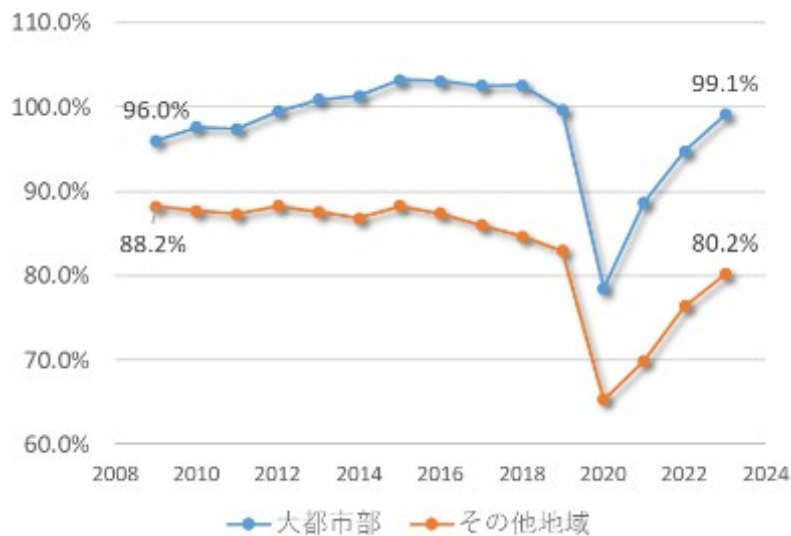
<sup>54</sup> 8.6 参考文献. 19

乗合バス事業の経常収支率は、新型コロナウイルスの感染拡大により大きく落ち込んだ。近年は回復傾向を見せているが、地方部では、感染拡大前の水準までは回復していない。



出典：乗り合いバス事業の収支について(国土交通省)<sup>55</sup>

図 7-23 人件費及び諸経費の原価に占める割合の推移



出典：一般乗合旅客自動車運送事業について(国土交通省)<sup>56</sup>

図 7-24 年度別経常収支率の推移

<sup>55</sup> 8.6 参考文献. 20

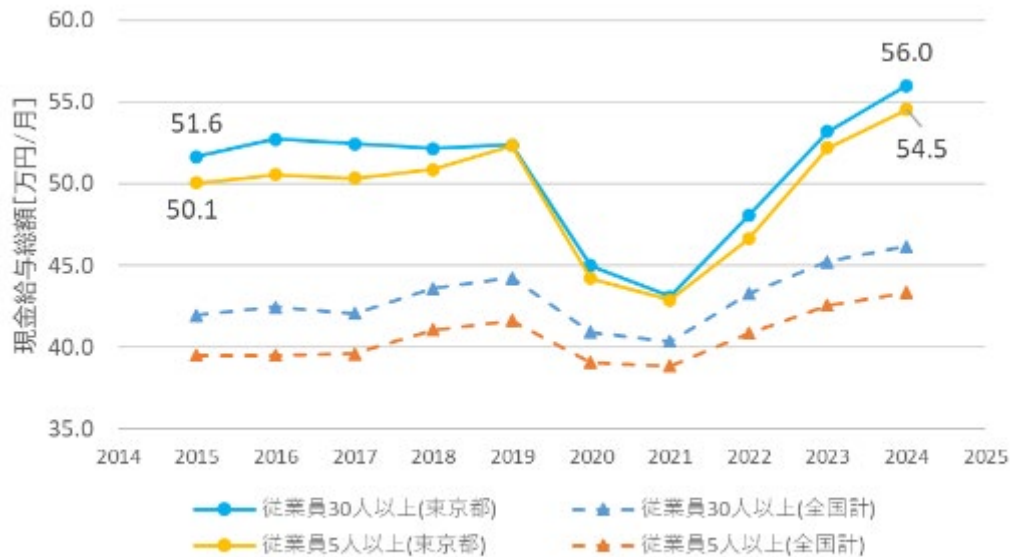
<sup>56</sup> 8.6 参考文献. 20

表 7-4 参考:コミュニティバス収支等状(H25)

狛江市	運行経費	¥ 40,189,618	調布市	運行経費	¥ 45,766,914
	運賃等収入	¥ 22,538,128		運賃等収入	¥ 39,408,433
	差引収入	¥ -17,651,490		差引収入	¥ -6,358,481
	補助金額	¥ 17,312,000		補助金額	¥ 5,000,000
	経常収支率	56%		経常収支率	86%

出典:2013年度(平成25年度)26市のコミュニティバスの収支等状況(羽村市)<sup>57</sup>

東京都の運輸業事業者の人件費単価は、新型コロナウイルス感染拡大により大幅に減少していたが、現在は感染拡大以前よりも高水準となった。燃料費単価は上昇傾向となっている。



出典:毎月労働統計調査(厚生労働省<sup>58</sup>、東京都<sup>59</sup>)

図 7-25 人件費の単価の推移(運輸業・郵便業従事者の平均月収)

<sup>57</sup> 8.6 参考文献. 21

<sup>58</sup> 8.6 参考文献. 22

<sup>59</sup> 8.6 参考文献. 23



出典:資源エネルギー庁(ガソリン・軽油:店頭小売価格の年平均値)<sup>60</sup>  
 オートガス市況調査(LPガス:店頭小売価格の年平均値)<sup>61</sup>

図 7-26 燃料費単価の推移

## 2) 地域交通分析まとめ

### (1)公共交通軸と拠点の充実・保証

狛江市の軸として、市外への鉄道利用において狛江駅、調布駅、仙川駅までの路線バスアクセスが重要であり、これら路線の高頻度なサービス水準の維持が必要。

一方で、市内の和泉多摩川駅や隣接する喜多見駅、世田谷区方面へのアクセスの充実が必要。

### (2)交通空白における移動の確保

市全域が鉄道や路線バスの利用圏域でカバーされているが、徒歩アクセスが健常者より困難な高齢者(特に免許非保有者)への対応が必要であり、道路幅員等を考慮すると、バス以外での移動支援の検討・導入が必要。

### (3)持続可能性・実現可能性の確保

今後、路線バスのサービスを維持できないことが見込まれるから、短期的な人材確保や財政補助等による支援だけでなく、中長期的な路線バスの再編(選択と集中)、鉄道駅・幹線バスへアクセス手段の充実(モビリティハブ、シェアモビリティ)、幹線バス路線の自動運転化等の検討・導入が必要。

<sup>60</sup> 8.6 参考文献. 24

<sup>61</sup> 8.6 参考文献. 25

## 7.2 社会実装に向けたロードマップ・取り組みの発展性

### ●2026 年度：

2025 年度実証では、工事区間や街路樹がせり出す区間は全てのシーンで手動介入となったことから、2026 年度では事前に工事情報等を認識し、車両に接続する機能の拡充を目指す。

実証ルートについては、既存のルートに加え、1 月にリニューアルオープンした東京慈恵会医科大学西部医療センターまでの拡張を検討する。東京慈恵会医科大学西部医療センターは二次救急に対応しており、様々な地域の緊急車両を受け入れるため、ローカル 5G スマートポールを活用した緊急車両への対応を検討している。

更に、運行ルートの選定及び整備、適正な料金設定や効果的な運行管理など運用モデル確立にむけた収支検討を含むビジネスモデルの整理等を、交通事業者をはじめとした各種ステイクホルダーと連携し実施する。

### ●2027 年度以降：

狛江市をパイロット地域と捉え、技術検証と並行して地域交通事業者や住民の理解促進を図り、2027 年度の社会実装に向けて、経済的な観点(想定される収入、システム費用、人件費等の支出等)も含めて検討し、実装に向け運行可能なモデル形成を目指す。

2026 年度までの技術実証・社会受容性の醸成・ビジネスモデル等の検討を経て、自動運転による公共交通サービスモデルを整理し、本格的な商用運行の実用化・拡大を図る。地域公共交通ネットワークの順次拡大や、隣接市との連携・拡大、東京都下での水平展開を検討し、地域住民の公共交通の確保や乗務員不足をはじめとした地域交通課題の解決を通して住民生活のウェルビーイングを向上させることを目指す。

地域社会 DX 推進パッケージ事業(自動運転レベル 4 検証タイプ)

安全な自動運転に資する通信システム等の検証に関する調査研究(実証地域:東京都狛江市)

実績報告書

ローカル 5G スマートポールを活用した自動運転車両制御の実証

---

2026 年 1 月

NTT 東日本株式会社・R7 年度狛江市自動運転レベル 4 実証機関

---