

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期 ／自動運転（システムとサービスの拡張）／狭域・中 域情報の収集・統合・配信に係る研究開発」

2020年度分 成果報告書

概要版

株式会社NTTドコモ
沖電気工業株式会社
住友電気工業株式会社
パナソニック株式会社

2021年4月

■ 目次

1. 本研究開発の全体像

2. 実施内容および実施体制

3. 想定ユースケース

4. 達成目標（KPI）

5. 研究開発評価・検証

- (1) 狭域ネットワーク：路側処理方式 1 【沖電気】
- (2) 狭域ネットワーク：路側処理方式 2 【パナソニック】
- (3) 狭域ネットワーク：センタ処理方式 【住友電工】
- (4) 中域ネットワーク 【NTTドコモ】
- (5) 総合確認

6. まとめ（提言・今後の課題など）

■ 1. 本研究開発の全体像

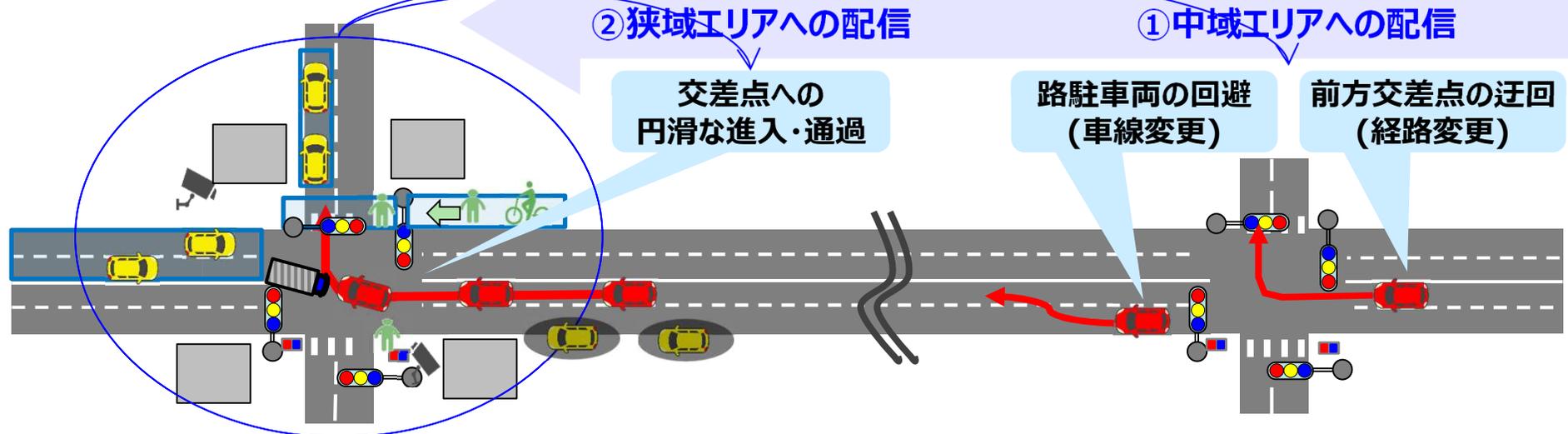
想定課題

自律型の自動運転車は、交差点などの複雑な環境下では自車両のセンサの死角が増え、交差点手前で交差点内の安全が確認できるまで停止/徐行することになり、交通流に影響を及ぼす恐れがある

本研究開発で目指す姿・目的

(※) 自車両のセンサによる制御を前提として、通信による支援を行う

- 各車両にとって見通し外となり得る物標情報等を、複数の情報源から収集・統合し、自動運転車へ配信する（必要な範囲の情報のみを車両側の情報と共有可能な形式で配信）
- 配信は、中域エリアから狭域エリアへと段階的に行い、各々以下のUCを想定した支援(※)を行う



上記の支援を実施するため、複数の情報源から情報を収集するための通信方式・共通インタフェース、収集した情報を統合するための指標案、自動運転車に配信するための情報配信手法の策定を行う

アウトプット ■ 収集・配信用の共通インタフェース ■ 統合指標・配信手法のガイドライン

■ 1. 本研究開発の全体像 (① 中域ネットワークにより期待される効果)

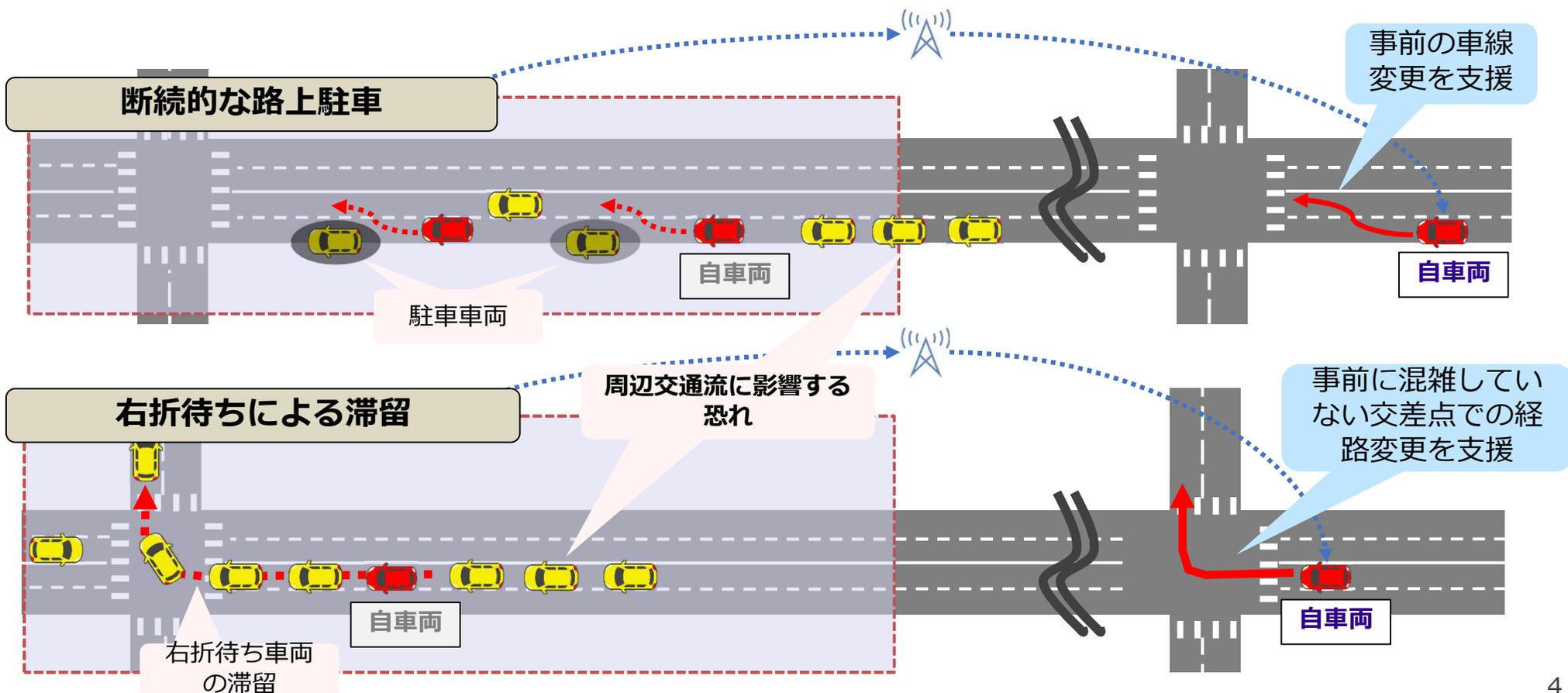
➤ 自動運転車両が事前に車線変更や経路変更を行うことを支援する情報として、当該車両の前方の状況(当該車両位置を起点とした複数交差点分の情報)を連続的に配信する

Before

駐車車両等の影響による車線変更や混雑している交差点内での滞留により、周辺の交通流を阻害する可能性がある

After

車両前方の状況を連続的に配信することで、事前の車線変更や経路変更を支援し、交通流の円滑化を実現する

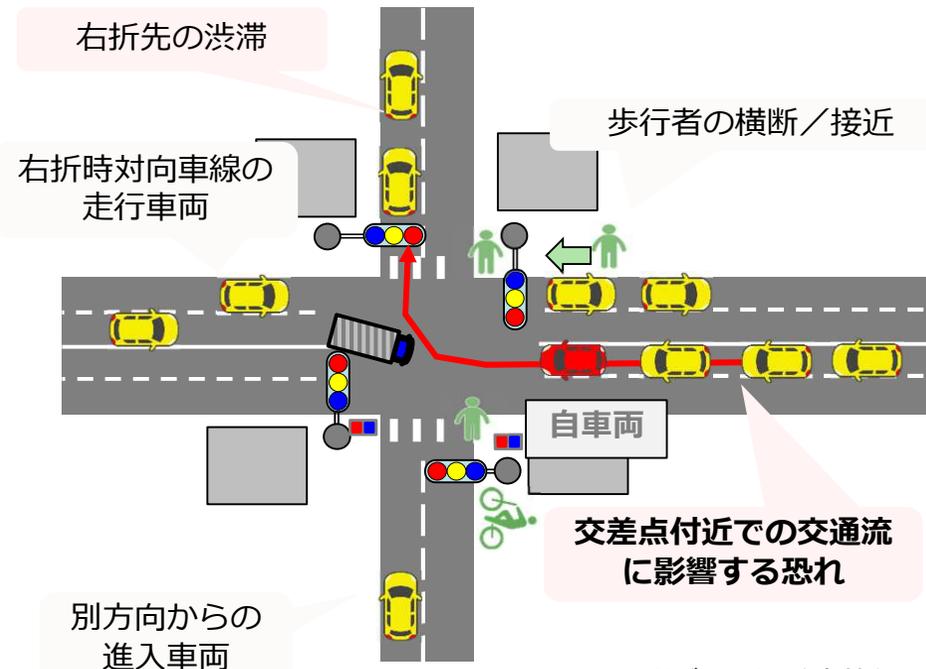


■ 1. 本研究開発の全体像 (② 狭域ネットワークにより期待される効果)

- 交通環境が複雑な交差点への円滑な進入・通過を支援するため、交差点内と交差点付近の交通状況を把握し、自動運転車両に配信する

Before

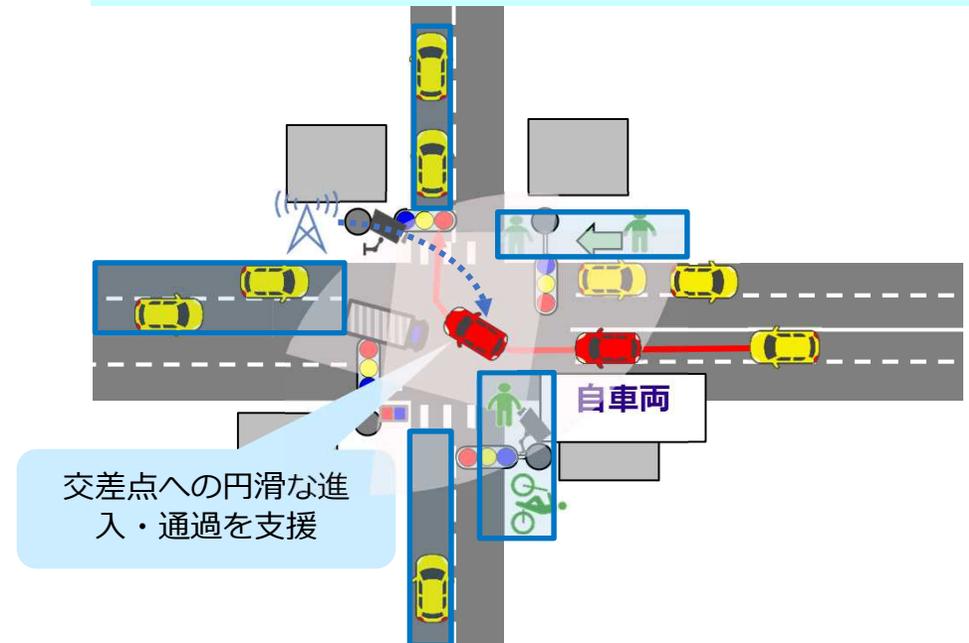
周辺建造物、車両等の遮蔽物により
自動運転車両から見通し外が生じている
→交差点進入時の交差点手前での停止や
交差点通過時の交差点内での滞留により、
交通流に影響を及ぼす恐れがある。



※グレーは従来検知

After

見通し外の物標や歩行者を交差点周辺を走行する車両情報に加え、交差点付近に設置した既存の路側インフラや歩行者端末等の情報源から収集・統合し、**交差点進入前の車両に配信**することで、従来の検知に加え、右折先の渋滞、歩行者・自転車の横断/接近といった状況における交差点への円滑な進入・通過を支援し、交通流の円滑化を実現する

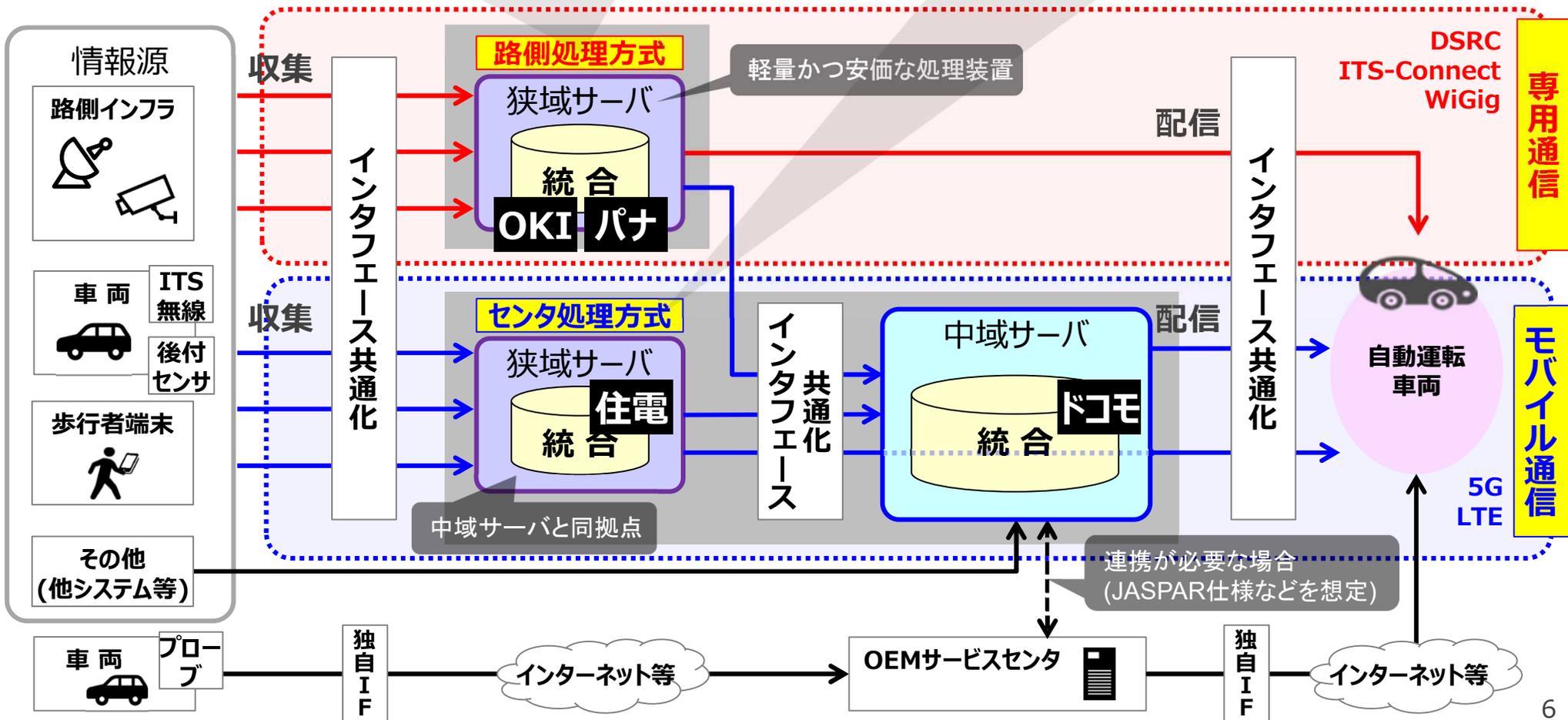


■ 2. 実施内容および実施体制

- 狭域は「路側に設置して専用通信」、「センタに設置してモバイル通信」を行う2つの方式を評価
- 中域は「モバイル通信網内に設置する構成」とし、通信遅延や通信トラフィックなどを評価
- 狭域は沖電気・パナソニック・住友電工、中域はNTTドコモが担当

車両や歩行者の位置情報など軽くて単純な情報の処理を行う
(分散処理)

カメラ映像など情報量が多く高度な演算が必要な処理を行う
(集中処理)



■ 3. 想定ユースケース

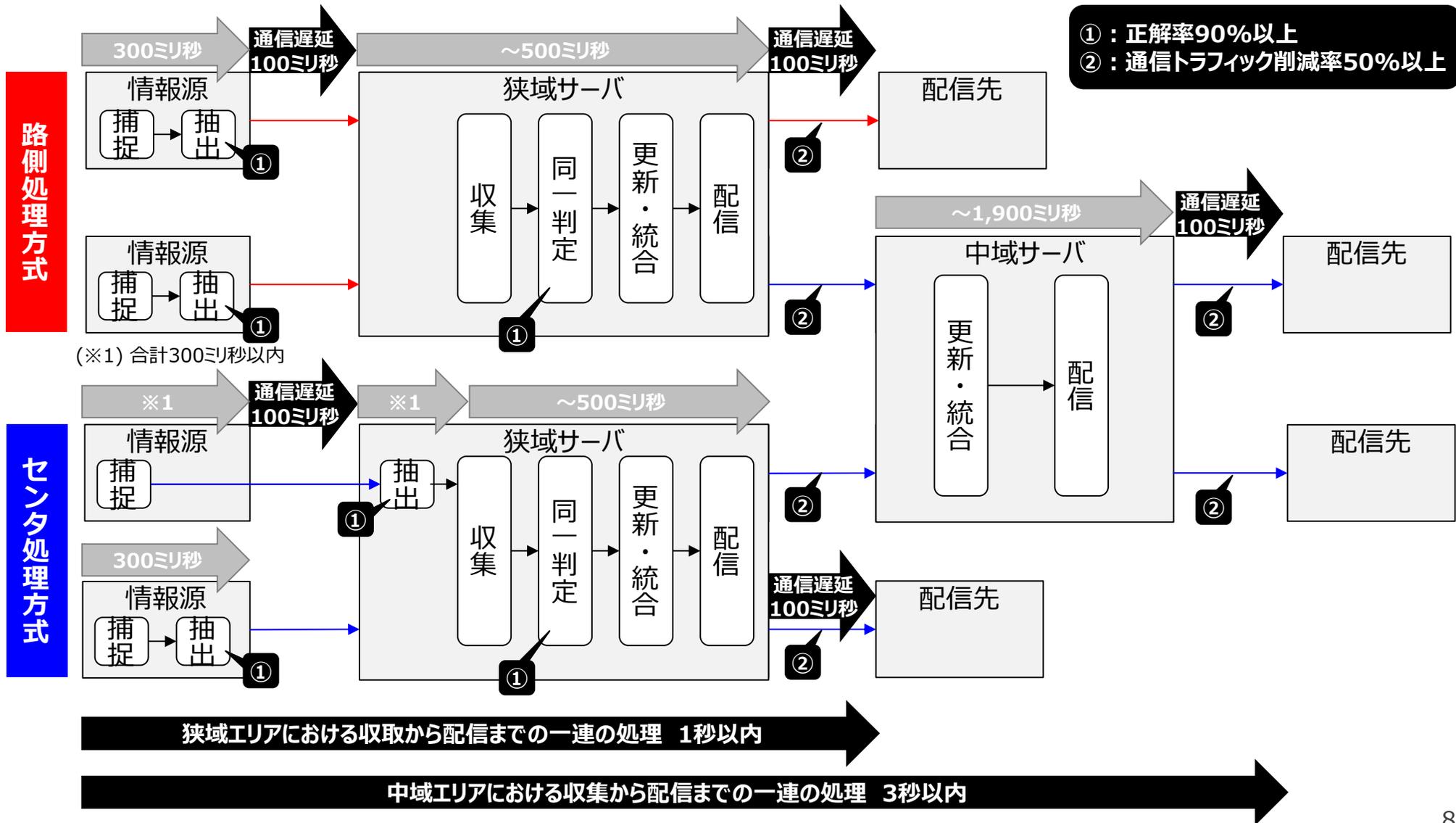
- 協調型自動運転通信方式TFで検討されたUCとの整合を再確認
- 各UCを詳細化し、優先順位付(必須orオプションの整理)を実施

SIP 協調型 自動運転 UC	検知対象		UC #	ユースケース詳細	中域	狭域			【参考】 既存 システム での対応
						センタ	路側		
					ドコモ	住電	パナ	沖	
d-5	(狭域NW等から収集した情報)		中1	前方交差点の右折待ちによる滞留状況等の情報を提供 (→経路変更の支援)	○	-	-	-	-
d-1	(狭域NW等から収集した情報)		中2	前方の断続的な路駐車両等の情報を提供 (→車線変更を支援)	○	-	-	-	-
c-2-2	対向車線 直進車両	直進車両	狭1	自車両センサでは検知できない対向直進車の情報を提供	-	○	-	○	DSSS
c-2-2 (※1)	右折先 道路渋滞	右折先状況	狭2	右折先状況(空きスペース等)の情報を提供	-	○	○	○	-
	歩行者	接近	狭3-1	横断歩道への歩行者・自転車の接近情報を提供	-	○	○	○	-
		横断待ち	狭3-2	横断歩道付近で停止した歩行者の詳細属性情報を提供	-	△	-	-	-
		横断中	狭3-3	横断歩道上の歩行者や自転車の情報を提供	-	○	○	○	DSSS
d-5	障害物	車両周辺	狭4-1	車両センシング情報を提供 (右折支援以外のUCにも活用可能)	-	○	-	-	-

(※1) c-2-2「交差点の情報による走行支援(V2I)」の検証バリエーションの一環として「右折先道路渋滞」「歩行者」を追加

4. 達成目標 (KPI)

- 研究開発のKPIは、仕様書に記載の以下の内容をベースに定義を明確化 (前回WGで説明済)
- 検証に向けてUCシナリオを詳細化していく過程で、KPIについてもUC毎に詳細化



■ 4. 達成目標 (KPI) 【詳細化 (1 / 2)】

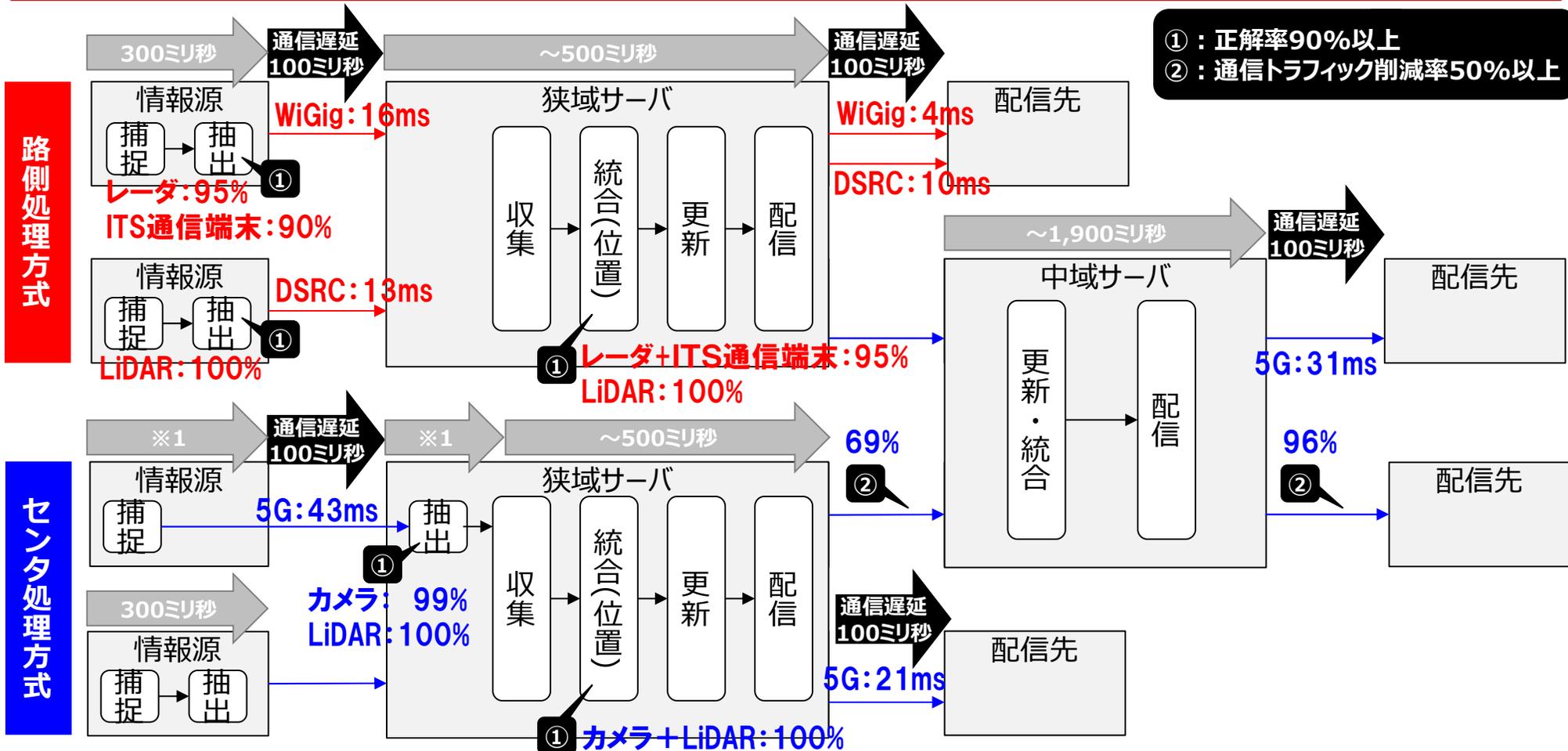
研究項目	達成目標 (KPI)		定義	ユースケース毎のKPI決定方法、妥当性	研究開発でのポイント・工夫点	
	指標	想定目標値と根拠				
抽出	情報源で抽出した情報の正解率	90%以上 一般的なセンサーの正解率相当 【参考条件】	車両、自転車、歩行者の存在(種別、位置)を正しく検出できた割合	①UC毎に道路や歩道幅等を基準に位置誤差の許容範囲を定義 ②真値に対して、抽出結果が位置誤差の許容範囲内の比率 (正解率) を目標値と設定	センサ毎の抽出アルゴリズム、センサ設置条件の検討	
収集	情報源から狭域サーバまでの通信遅延	100ミリ秒以内	通信による情報収集の所要時間	①情報源と狭域サーバ間100ms以内 送信側装置(PC等)のアプリでタイムスタンプを付けて、受信側装置(狭域エッジ)のアプリでの受信時間とタイムスタンプの差分を算出	5G通信による大容量データ収集の遅延の検証	
統合	狭域サーバで統合した情報の正解率	90%以上	複数情報源で抽出した情報を過不足無く統合できた割合	①真値に対して、統合結果が位置誤差の許容範囲内の比率 (正解率) が目標値と設定	時刻ズレや位置ズレの条件整理と同一判定手法の検討	
	狭域サーバ等から中域サーバまでの通信トラフィック削減率	50%以上	収容可能なユーザー数(狭域エリア数等)に対するマージンを確保するための一律の目標値	当該技術を適用しない場合と比較して通信トラフィック削減率	①車両の走行方向のみに収集情報を限定	
配信	狭域サーバから配信先までの通信遅延	100ミリ秒以内	既存の車車間通信規格における通信遅延相当	通信による情報配信の所要時間	①狭域サーバと配信車両間100ms以内 送信側装置(狭域サーバ)のアプリでタイムスタンプを付けて、受信側装置(PC等)のアプリでの受信時間とタイムスタンプの差分を算出	DSRCによる複数車両配信時の通信仕様/制御の検討
	通信トラフィック削減率	50%以上	収容可能なユーザー数(配信先数)に対するマージンを確保するための一律の目標値	当該技術を適用しない場合と比較して通信トラフィック削減率	①車両の走行方向のみに収集情報を限定し、配信情報も同様に	統合処理による重複物標の削減、配信制御アルゴリズム検討とシミュレーション

■ 4. 達成目標 (KPI) 【詳細化 (2 / 2)】

研究項目	達成目標 (KPI)		定義	ユースケース毎のKPI決定方法、妥当性	研究開発でのポイント・工夫点	
	指標	想定目標値と根拠				
配信 (続き)	中域サーバから配信先までの通信遅延	100ミ秒以内	既存の車車間通信規格における通信遅延相当	通信による情報配信の所要時間	中域サーバから配信先車両間までの通信遅延100ms以内。対象は、接続IF間の通信とする(サーバの処理性能は考慮対象外)。中域サーバと車載端末のタイムスタンプの差分を算出 ※タイムスタンプについては事前に差分を比較確認しておく。無線区間については、実測値を元にして評価	センサ情報統合による不要な情報の削減、配信先車両の走行状況等に応じた配信頻度/対象削減、走行状況を通信で収集する仕組みの検討
	通信トラフィック削減率	50%以上	収容可能なユーザー数(配信先数)に対するマージンを確保するための一律の目標値	配信先車両の状況に応じた配信範囲の削減、等による通信トラフィック削減率	配信制御の有無によりトラフィック削減率を算出車両の走行速度に応じた配信制御を実施 ※60km走行時、30km走行時、最小エリア(200m)。交通流シミュレーションデータを元に、配信範囲を可変とした際のトラフィックデータ量について机上検討を行い、削減率を算出する	
全体	収集から配信までの一連の処理時間(狭域)	1秒以内	ダイナミックマップにおける「動的情報」の定義(≦1s)相当	情報源または狭域サーバでの抽出処理、通信による収集(情報源～狭域サーバ)、狭域サーバでの統合処理、通信による配信にかかる合計時間	①自動運転車の円滑走行の実現のため、UC毎には変更せず	物標数が増大した場合の限界見極め(各処理部毎に検証)
	収集から配信までの一連の処理時間(中域)	3秒以内	中域サーバが想定するUCのうち最短のケース(1つ前の交差点の情報配信)を設定	情報源または狭域サーバでの抽出処理、通信による収集(情報源～狭域サーバ、狭域サーバ～中域サーバ)、中域サーバでの統合処理、通信による配信にかかる合計時間	狭域サーバから車載端末までの配信時間3秒以内。狭域サーバと車載端末のタイムスタンプから処理時間を算出 ※タイムスタンプについては、事前に差分を比較確認しておく。タイムスタンプから対象区間の接続に要した時間を抽出し、合算することで一連の所要時間を算出する。対象区間は、①情報源から狭域サーバ、②狭域サーバから中域サーバ、③中域サーバから配信対象の車両。上記の①、②、③の時間を合算することで一連の処理時間を算出する	

5. 研究開発評価・検証 (サマリ : KPIの達成状況)

➤ 中域はUC1(※1)・狭域はUC3(※2)の場合 (通信遅延と処理時間は平均値) (※1) UC中1-1:経路変更 (※2) UC狭3-1:交差点 右折時



狭域エリアにおける収取から配信までの一連の処理 1秒以内

路側処理方式・・WiGig: 126ms DSRC: 121ms センタ処理方式・・5G: 143ms

中域エリアにおける収集から配信までの一連の処理 3秒以内

トータルで217ms (情報源～狭域サーバ: 88ms 狭域サーバ～中域サーバ～配信先: 129ms)

(1) 狭域ネットワーク：路側処理方式 1
【沖電気】

■ (1) 狭域ネットワーク：路側処理方式 1 【沖電気】

JARIつくばテストコースにおいて、下記の試験環境を構築し、装置接続確認・KPI評価を実施



■ (1) 狭域ネットワーク：路側処理方式1【沖電気】配信制御方式

- 自動運転車が自立センサにより取得する車両情報を物標情報として収集する際、収集・配信の送信タイミングを制御することで、パケット到達率を向上/収集可能台数を増加
- 車線、交差点からの距離に応じて車載機の送信タイミングを分離
- 収集/配信制御の適用により従来方式と比べてパケット到達率が増加することを確認

■ 取り組み

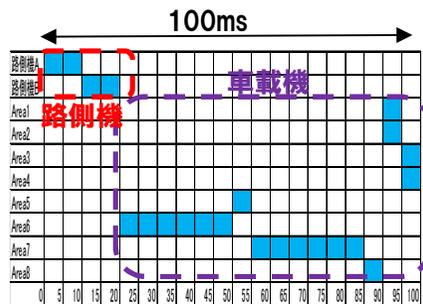
「路側機と車載機の送信タイミングを時分割」かつ「車載機の送信タイミングをエリア毎に時分割」する収集・配信制御の検討、シミュレーション評価

(1) 課題

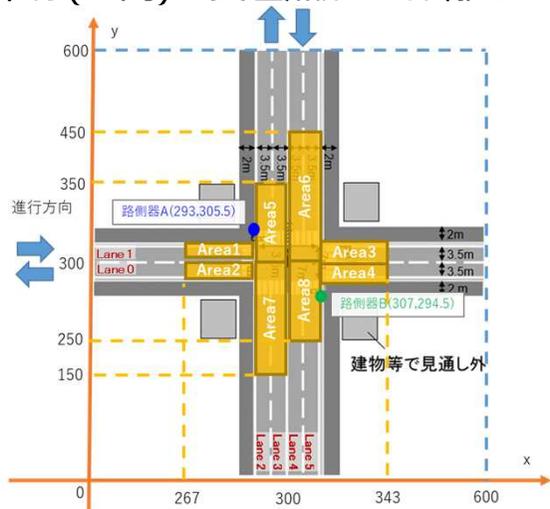
- ・交差点角の建物や大型車による電波の遮蔽により他の無線機の通信状況が把握できず、パケット衝突が増加

(2) 対策

- ・路側機-車載機間の時分割：ARIB STD-T109参照
- ・車載機間の時分割：走行車線(方向) & 交差点からの距離に基づく通信エリアで分離



送信タイミングの時分割(例)

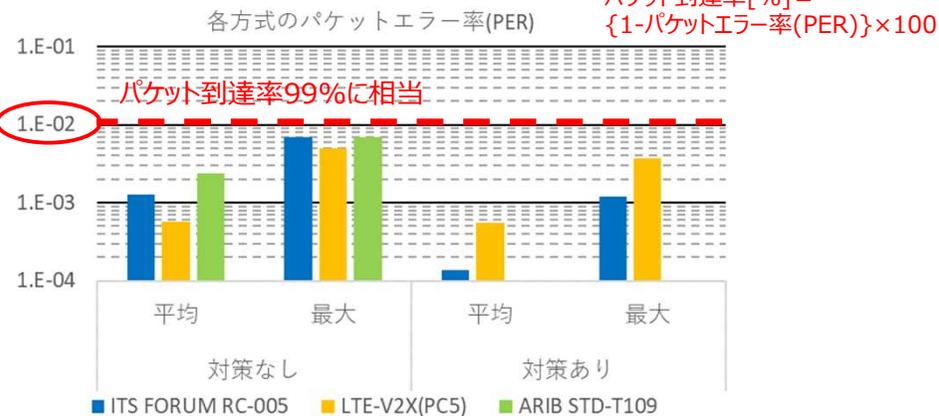


車載機の送信タイミングの時分割エリア(例)

シミュレーション条件(例)

- ・車両台数：57台(ピーク時想定)
- ・メッセージサイズ(必須のみ送信、オーバーヘッドなし想定)
車両/路側機送信：55バイト/2,000バイト
- ・送信周期：100ms(連送回数：2回) ※従来方式ARIB STD-T109は連送せず
- ・電波伝搬モデル：パスロス、NLoS(交差点角)：ITU-R P.1411モデル、大型車による遮蔽損失：10dB、フェージング：3GPPモデル

■ 評価結果(例)：車載機送信(収集)のパケットエラー率



■ 考察

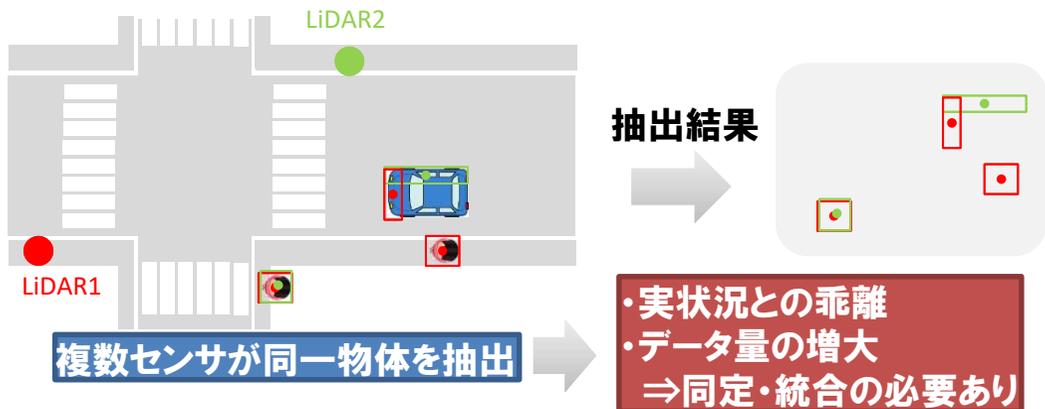
- ・対策技術の適用によりPERが減少(パケット到達率増加)することを確認
- ・PC5の改善効果が少ないのは、交差点中心での送信タイミング切替時(空きスロットからのランダム選択)のパケット衝突のため。分割エリア変更(中心で切替えず)により性能改善を確認済み

■ (1) 狭域ネットワーク：路側処理方式1 【沖電気】統合方式

➤ 複数センサ抽出情報を統合⇒ センサエリアを広範囲に結合し、詳細属性を付加して提供

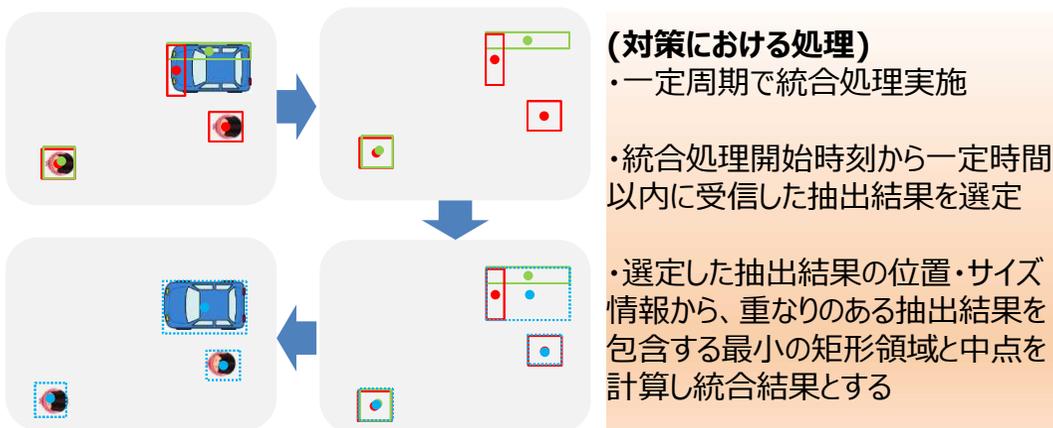
(1)課題

同一物体に対する複数センサ情報の同定処理



複数センサが同一物体を抽出

(2)対策

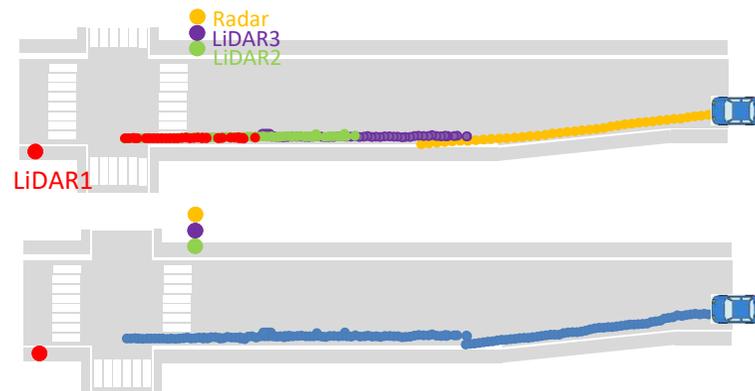


■ 評価結果

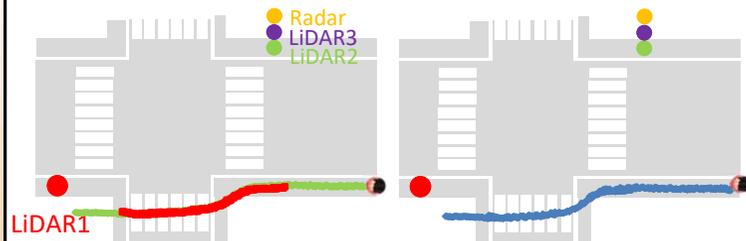
UC1-1 統合正解率：100%

UC3 統合正解率：100%

<UC1>車両走行軌跡 統合例



<UC3>歩行者横断軌跡 統合例



■ 考察

- ・複数センサを使用して広範囲に高精度な測位が可能
 - ・センサを増設することで広範囲化・信頼性向上が可能
- 【参考】平均誤差：UC1 (単体)0.3m ⇒ (統合)0.2m
UC3 (単体)0.4m ⇒ (統合)0.3m

■ (1) 狭域ネットワーク：路側処理方式1【沖電気】

➤ **KPI検証（目標：通信遅延100ms以内、一連の処理時間1s以内、抽出・統合の正解率90%以上）**

KPI検証結果の経過状況について
 ・フィールド検証、シミュレーション(エミュレーション)によるデータ取得と整理をほぼ完了
 (限界試験のシミュレーション結果整理中)

課題
 ①ピーク時想定等の車両台数が多い場合、車両情報を収集するには狭域通信に対策技術を適用することで通信性能(パケット到達率、通信遅延)を確保 ⇒ 実機による対策技術の検証が必要(今回はシミュレーション評価のみ)

UCシナリオは代表的なものを選択して記載

検証種別	UCシナリオ	共通試験	正解率(位置)				通信遅延・処理時間								備考
			抽出	合否	統合	合否	①情報源→狭域サーバ	合否※1	②抽出	③統合	④狭域サーバ⇒配信先	合否※1	①~④合計	合否※2	
F検証	UC1-1-1		①:100% ②:100% ③:100%	○	100%	○	①:13ms ②:28ms ③:32ms	99%以上	①:50ms ②:59ms ③:69ms	①:46ms ②:95ms ③:100ms	①:10ms ②:23ms ③:28ms	99%以上	①:119ms ②:205ms ③:229ms	99%以上	・センサ:①2個、②、③1個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
	UC2-1-1	○	①:99%	○	100%	—	↑	↑	①:51ms ②:60ms ③:68ms	①:51ms ②:96ms ③:100ms	↑	↑	①:125ms ②:207ms ③:228ms	99%以上	・センサ:①2個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
	UC3-1-0	○	①:100%	○	100%	○	↑	↑	①:49ms ②:54ms ③:60ms	①:49ms ②:96ms ③:101ms	↑	↑	①:121ms ②:201ms ③:221ms	99%以上	・センサ:①2個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
	UC4-1-1								シミュレーション(エミュレーション)評価結果						
ピーク時想定	限定エリア ②(UC2~3)	○	—	—	—	—	①:53ms ②:57ms ③:57ms	99%以上	—	①:56ms ②:101ms ③:106ms	①:53ms ②:57ms ③:57ms	99%以上	①:162ms ②:215ms ③:220ms	99%以上	・センサ:3個想定 ・抽出物標:32個 ・配信車両:57台
限界試験	収集/配信の限界 (UC1~4)		—	—	—	—	—	—	—	①:73ms ②:118ms ③:123ms	—	—	—	—	・センサ:3台想定 ・抽出物標:150個 ・配信車両:143台

センサ種別：①LiDAR、②長距離LiDAR、③レーダ

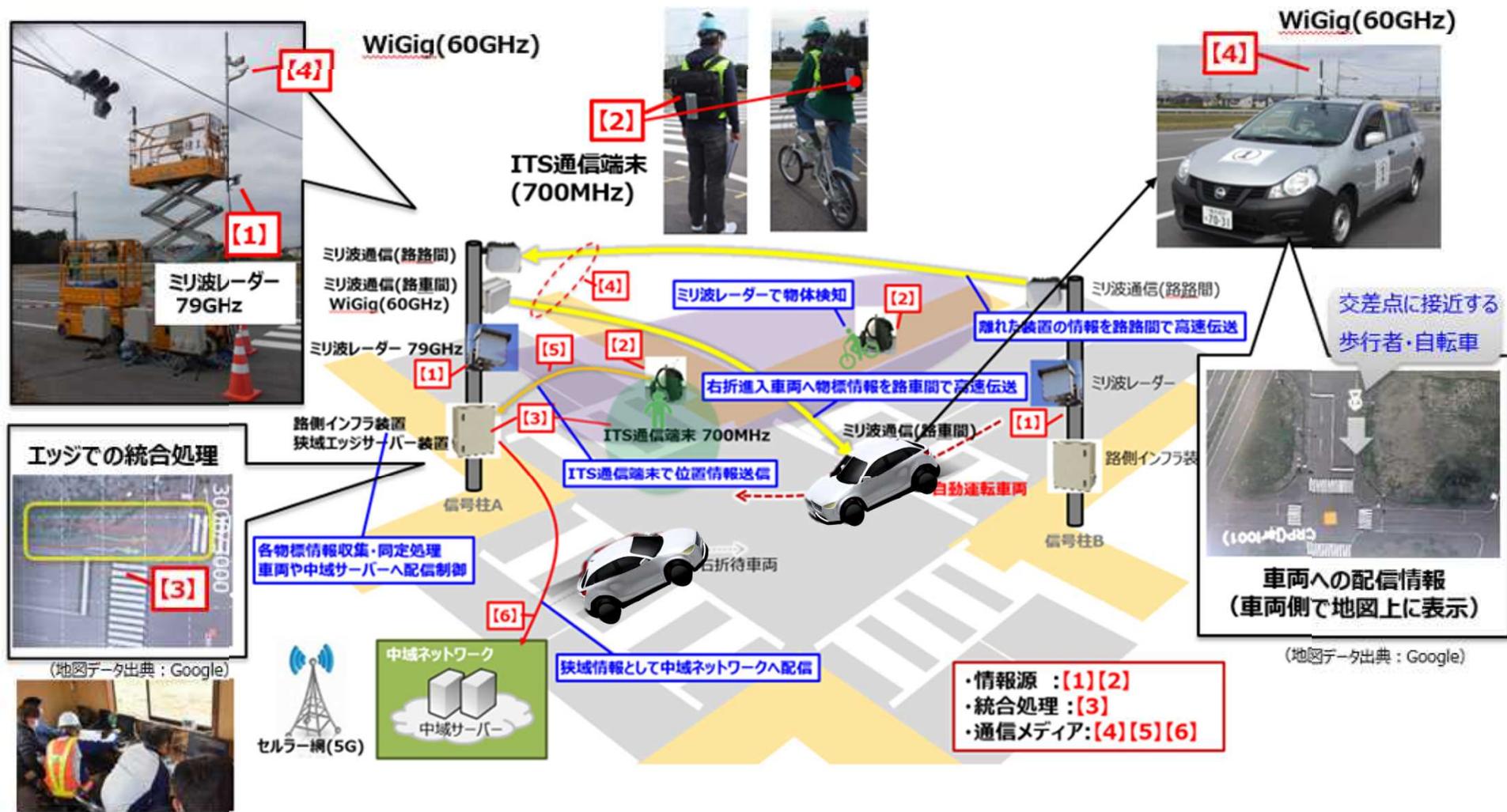
通信遅延・処理時間：①平均、②CDF95%、③CDF99%

※1:100ms以下となるCDFの値を記載
 ※2:1s以下となるCDFの値を記載

(2) 狭域ネットワーク：路側処理方式 2 【パナソニック】

■ (2) 狭域ネットワーク：路側処理方式2【パナソニック】

JARIつくばテストコースにおいて、下記の試験環境を構築し、装置接続確認・KPI評価を実施

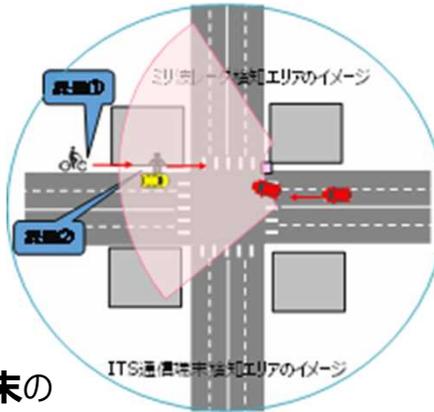


■ (2) 狭域ネットワーク：路側処理方式2【パナソニック】統合処理詳細

- 路側レーダ検知情報とITS端末の歩行者位置情報を同定し、1つの物標情報として車両へ配信
- 時刻ズレ、位置ズレ課題の対策を行い、統合処理の正解率KPI達成を確認

■ 取り組み

ITS端末を保持した歩行者・自転車が
見通し外から交差点へ接近・横断
するケースにて、路側レーダ検知エ
リアのセンシング結果とITS端末を
同定し1つの物標情報として車両へ
配信



課題：

情報源となるレーダセンサ、ITS端末の
時刻ズレ、位置ズレにより以下が課題となる。

- 課題①：センサ検知エリアを跨ぐシームレスな検出
- 課題②：異なるセンサで検出した物標情報の同一判定

時刻ズレ対策：

路側インフラ装置毎にGNSS受信機のタイムパルスに同期した
NTPサーバを構築し、高精度な時刻同期システムを採用。

位置ズレ対策：

COS類似度（方向類似性）を特徴量に変換し、位置と軌跡
を考慮し重み付け加算、尤度を算出。レーダのオクルージョンを
考慮した柔軟な対応付けが可能な同定手法を採用。



■ 評価結果

・統合の位置正解率、同定正解率

試験ID		UC-3-1-0/ UC-3-3-0	UC-3-1-1/ UC3-3-1	UC-3-1-2/UC3-3-2	
試験内容		歩行者	自転車	歩行者	自転車
正解率	統合位置	100%	100%	100%	100%
	同一判定	98%	94%	97%	96%

※抽出の位置誤差2m以上、及び、未検出データは集計から除外

※位置正解率：位置誤差が2m以内を正解

※統合正解率：同一判定が成功したデータの位置誤差が2m以内となる割合

※同定正解率：期待されるITS端末のIDとレーダのIDが同一と判定される割合

■ 考察

- 抽出の位置誤差が2m以内の場合、統合の位置正解率は100%で、KPIの達成を確認
- 同一判定正解率は90%以上であり、1つの物標情報として統合することにより、配信データ量の削減を確認
- 路側レーダ検知エリアでは、レーダの位置情報を活用してITS端末情報と統合することで、物標の位置精度を向上

補足) 時間変化する衛星配置の影響により、ITS端末による抽出の位置正解率が劣化する場合（71%程度）でも、統合処理により位置正解率が改善（80%程度）

■ (2) 狭域ネットワーク：路側処理方式2【パナソニック】配信制御詳細

- 統合処理により、複数センサで重複する物標情報を1つに統合（前述の通り）
- 支援車両の位置や進行方向を考慮し、必要な情報に限定して配信
- 配信制御による削減率目標（50%以上）を達成

■ 取り組み

必要情報に限定した車両への配信制御

(1)方式

配信先の車両に必要な交差点内のエリア上の物標のみ配信（図は右折に必要なエリアに限定）

(2)配信条件

ピーク交通量となる物標を仮想的に配置したシミュレーションを行い、配信のデータ量の削減率を測定



統合なし・配信制御なし



統合あり・配信制御あり

(下側から交差点に右折進入する車両に最適配信)

(物標記号 □:車両、○:歩行者、△自転車)

詳細条件

- ・統合の処理対象を歩行者/自転車と想定
- ・交差点内の物標数
 車両32台、歩行者8人(ITS)、自転車4台(ITS)
 統合前物標数 $32+8 \times 2+4 \times 2=56$
 統合後物標数 $32+8+4=44$
 配信制御後物標数(右折) $11+4+2=17$

■ 評価結果

車両の位置と進行方向に合わせて情報配信を行うことにより通信トラフィックが大幅に削減でき、目標の50%以上削減を達成

項目	評価パターン		統合あり	
	統合なし 配信制御なし	統合なし 配信制御あり	統合あり 配信制御なし	統合あり 配信制御あり
1 配信あたりの平均通信データ量(バイト)	6,218.0	-	4,947.0	2,069.0
削減率(%)	0.00	-	-20.44	-66.72

交差点内で検出した
全ての情報を配信

車両の位置と進行方向
により必要な情報のみ配信

■ (2) 狭域ネットワーク：路側処理方式2【パナソニック】結果まとめ

K P I 検証（抽出・統合の正解率90%以上、収集～配信の処理遅延1秒以内を目標）

- フィールド検証にて、特定の条件下における目標値達成を確認
- 狭域サーバ1台の汎用小型PCで、ピーク条件の通信・処理時間、統合限界値性能を確認
- 狭域サーバを複数の汎用小型PCで負荷分散処理した場合の限界性能を確認中

UCシナリオは代表的なものを選択して記載

※：同定処理の周期処理（250ms）待ち時間含む

検証種別	UCシナリオ	共通試験	正解率(位置)				通信遅延・処理時間※3								備考
			抽出	合否	統合	合否	(1)情報源→狭域サーバ※2	合否※1	(2)抽出	(3)統合※配信制御等は除く	(4)狭域サーバ→配信先	合否※1	情報源→配信先の合計	合否	
フィールド検証	UC1-1-1														当社評価対象外
	UC2-1-2	○	①：95%以上	○	統合対象外	○	①：14ms ②：19ms ③：24ms	99%以上	-	①：39ms ②：58ms ③：73ms	①：4ms ②：5ms ③：6ms	99%以上	①：218ms ②：302ms ③：330ms	99%以上	・センサ：①1個 ・抽出物標：1個 ・配信車両：1台
	UC3-1-0	○	①：95%以上 ②：90%以上	○	95%以上	○	①：15ms ②：20ms ③：26ms	99%以上	-	①：48ms ②：75ms ③：89ms	①：4ms ②：5ms ③：5ms	99%以上	①：269ms ②：454ms ③：504ms	99%以上	・センサ：①1個、②1個 ・抽出物標：1個 ・配信車両：1台
	UC4-1-1														当社評価対象外
ピーク	ピークシナリオ	○					①：51ms			①：173ms ②：209ms ③：229ms	①7ms	99%以上	①：518ms		シミュレーション実施 ・抽出物標数：44個 ・統合物標数：12個 ・配信車両：57台
配信限界	ピークシナリオ									統合 + 配信処理 + 配信時間 ①499ms					配信先車両数73台 統合条件はピークシナリオ
統合限界	統合シナリオ									①：242ms ②：270ms ③：302ms					シミュレーション実施 ・統合物標数：40個 ・配信車両：1台

抽出におけるセンサ種別：
①レーダ、②ITS通信端末

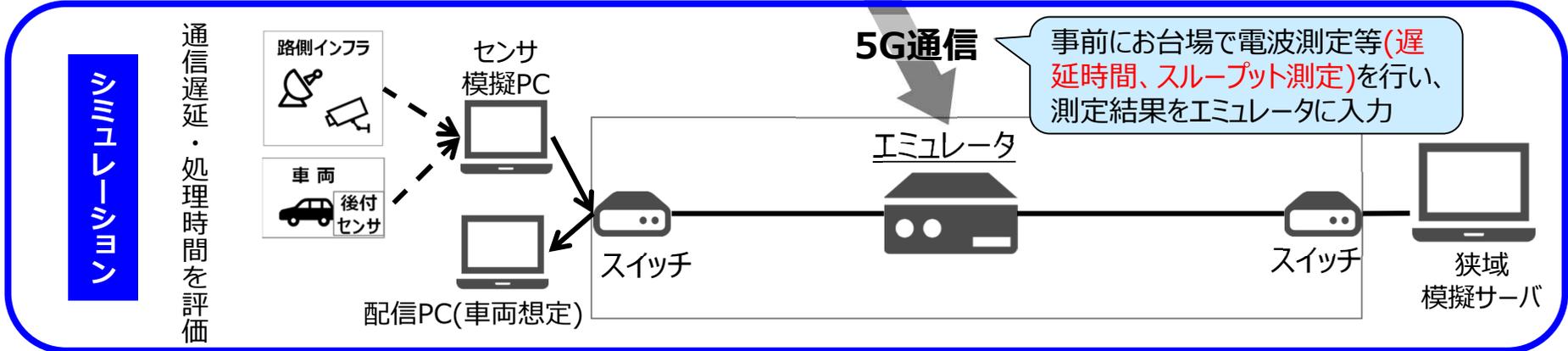
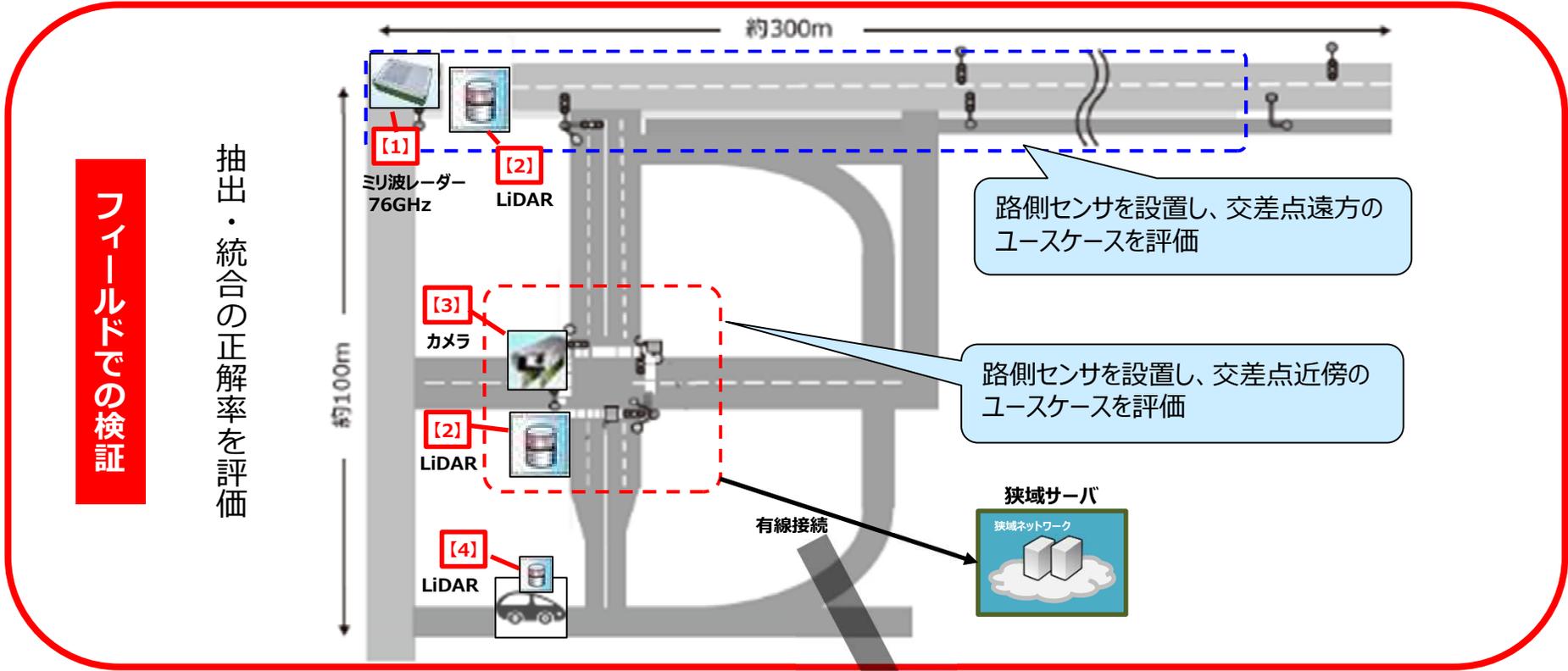
通信遅延・処理時間：①平均、②CDF95%、③CDF99%

※1:100ms以下となるCDFの値を記載
※2:遅延が大きい方、レーダ側を記載
※3:実測ログによる再処理結果

(3) 狭域ネットワーク：センタ処理方式 【住友電工】

■ (3) 狭域ネットワーク：センタ処理方式【住友電工】

当社テストコースにおいて、下記の試験環境を構築し、装置接続確認・シミュレーション・KPI評価を実施

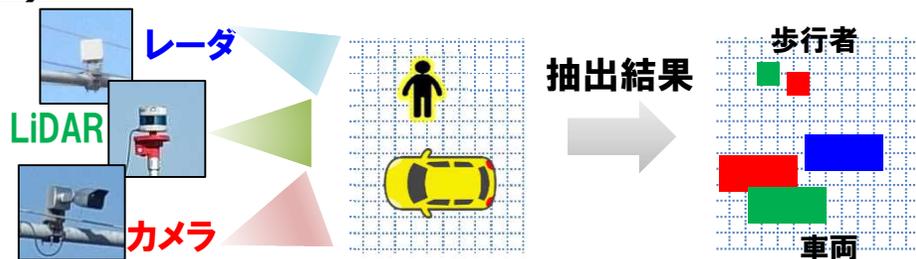


■ (3) 狭域ネットワーク：センタ処理方式【住友電工】統合方式

- 複数センサ抽出情報を統合⇒ センサエリアを広範囲に結合し、詳細属性を付加して提供
- 統合処理の正解率のKPI達成を確認

■ 取り組み 同一物体に対する複数センサ情報の同定処理

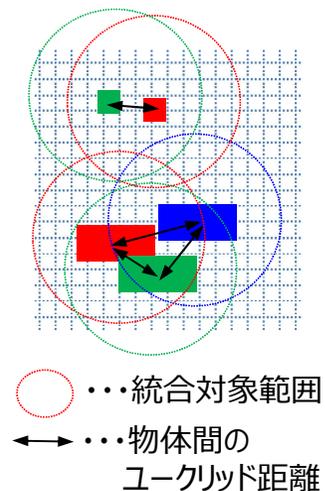
(1) 課題



複数センサが同一物体を抽出

- ・実状況との乖離
- ・データ量の増大
- ⇒同定・統合の必要あり

(2) 対策



(処理)

抽出結果のセンサ感知時刻を比較し時刻ずれが許容内か判定

ユークリッド距離により同一物体を同定

各センサで精度の高い抽出結果を選択

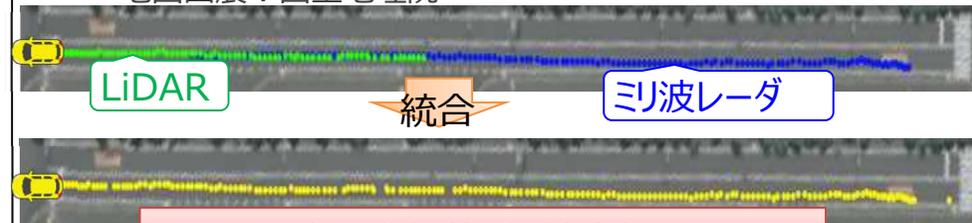
- 例) ・物体種別：カメラ
- ・物体位置：LiDAR
- ・歩行者の向き：カメラ

■ 評価結果

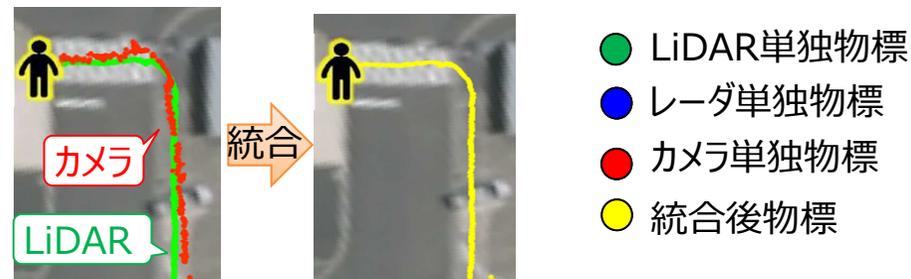
統合正解率

UC1-1	100%
UC3	100%

0m 地図出展：国土地理院 150m



<UC1>車両走行軌跡 統合例



<UC3>歩行者横断軌跡 統合例

■ 考察

- ・UC1では両センサエリアをシームレスに接続しセンサエリアの拡大に成功。
- ・UC3ではカメラの歩行者属性とLiDARの検出位置を融合し情報精度を向上。

【参考】平均位置誤差(単体⇒統合) UC1-1 : 0.94m ⇒ 0.65m UC3 : 0.69m ⇒ 0.10m

■ (3) 狭域ネットワーク：センタ処理方式【住友電工】配信制御方式

- 支援車両の進行方向に必要な情報に限定して配信
- 配信制御によるトラフィック削減率のKPI達成を確認

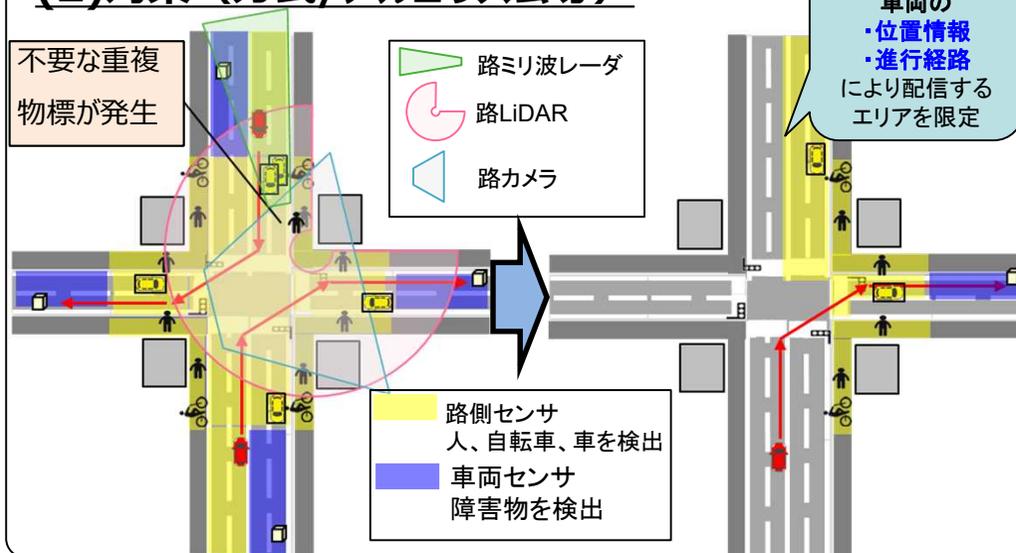
■ 取り組み

必要情報に限定した車両への配信制御

(1)課題

全ての交通情報を配信した場合、車両によっては不要な情報も含まれており、ネットワークや車両側の処理に不要な負荷がかかる。

(2)対策（方式/アルゴリズム等）



■ 評価結果

(1)平均トラフィック

項目	評価パターン		統合あり	
	統合なし 配信制御なし	統合なし 配信制御あり	統合あり 配信制御なし	統合あり 配信制御あり
配信車両1台の平均トラフィック(バイト)	9,901.0	1,933.3	7,933.0	1,441.3

(2)平均トラフィックの削減率

項目	評価パターン		統合あり	
	統合なし 配信制御なし	統合なし 配信制御あり	統合あり 配信制御なし	統合あり 配信制御あり
平均トラフィックの削減率 (%)	0.00	-80.47	-19.88	-85.44

交差点内で検出した全ての情報を配信

車両の位置と進行方向により必要な情報のみ配信

■ 考察

車両の位置と進行方向に合わせて情報配信を行うことによりトラフィックが大幅に削減でき、目標の50%以上削減を達成。

■ (3) 狭域ネットワーク：センタ処理方式【住友電工】

KPI検証（目標：通信遅延100ms以内、一連の処理時間1s以内、抽出・統合の正解率90%以上）

- 抽出・統合の正解率のKPI達成を、フィールド検証にて確認
- 通信遅延と一連の処理時間のKPI達成を、フィールド検証とピーク時想定[○]のシミュレーション条件で確認
- 通信遅延のKPI達成を、限界試験のシミュレーション条件で確認

<収集データサイズ>

- ①レーダ 約0.5Kbyte/100ms
- ②LiDAR 約180Kbyte/100ms
- ③カメラ 約230Kbyte/100ms

<配信データサイズ>

- ①ヘッダー 約53byte/100ms
- ②1物標当り 約112byte/100ms
- ⇒(①+(②*物標数))*配信台数

UCシナリオは代表的なものを選択して記載

検証種別	検証No (UCシナリオ)	共通試験	正解率(位置)				シミュレーション評価結果								備考
			抽出	合否	統合	合否	①情報源⇒ 狭域サーバ	合否 ※1	②抽出	③統合	④狭域サー バ⇒配信先	合否 ※1	情報源⇒ 配信先の合計	合否 ※2	
フィールド 検証	2-1 (UC1-1-1)		①: 99% ②: 100%	○	100%	○	①: 38ms ②: 54ms ③: 60ms	99% 以上	①: 30ms ②: 40ms ③: 43ms	①: 4ms ②: 6ms ③: 7ms	①: 22ms ②: 28ms ③: 29ms	99% 以上	①: 98ms ②: 134ms ③: 145ms	99% 以上	・センサ:①1個、②1個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
	2-2-1 (UC2-1-1)	○	②: 100%	○	—	—	①: 40ms ②: 55ms ③: 61ms	99% 以上	①: 29ms ②: 38ms ③: 42ms	①: 1ms ②: 2ms ③: 2ms	①: 21ms ②: 26ms ③: 28ms	99% 以上	①: 95ms ②: 128ms ③: 140ms	99% 以上	・センサ:②1個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
	2-3 (UC3-1-0)	○	②: 100% ③: 99%	○	100%	○	①: 43ms ②: 64ms ③: 72ms	99% 以上	①: 70ms ②: 81ms ③: 85ms	①: 5ms ②: 8ms ③: 9ms	①: 21ms ②: 26ms ③: 26ms	99% 以上	①: 143ms ②: 186ms ③: 200ms	99% 以上	・センサ:②1個、③1個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
	2-4-1 (UC4-1-1)		②: 97%	○	—	—	①: 43ms ②: 63ms ③: 71ms	99% 以上	①: 36ms ②: 49ms ③: 55ms	①: 211ms ②: 221ms ③: 226ms	①: 21ms ②: 27ms ③: 28ms	99% 以上	①: 316ms ②: 368ms ③: 389ms	99% 以上	・センサ:②1個 ・抽出物標:1個 ・配信車両:1台
ピーク時 想定	3-8 (UC2~3)	○	—	—	—	①: 44ms ②: 67ms ③: 77ms	99% 以上	(①: 70ms ②: 81ms ③: 85ms)	①: 89ms ②: 141ms ③: 163ms	①: 21ms ②: 27ms ③: 30ms	99% 以上	①: 233ms ②: 319ms ③: 349ms	99% 以上	・センサ:②2個、③2個 ・抽出物標:32個 ・配信車両:57台	
限界 試験	4-5 (UC1~4)		—	—	—	①: 43ms ②: 66ms ③: 75ms	99% 以上	—	—	①: 33ms ②: 51ms ③: 58ms	99% 以上	—	—	—	・センサ:①2個、②3個、 ③3個 ・抽出物標:96個 ・配信車両:143台

センサ種別：①レーダ、②LiDAR、③カメラ

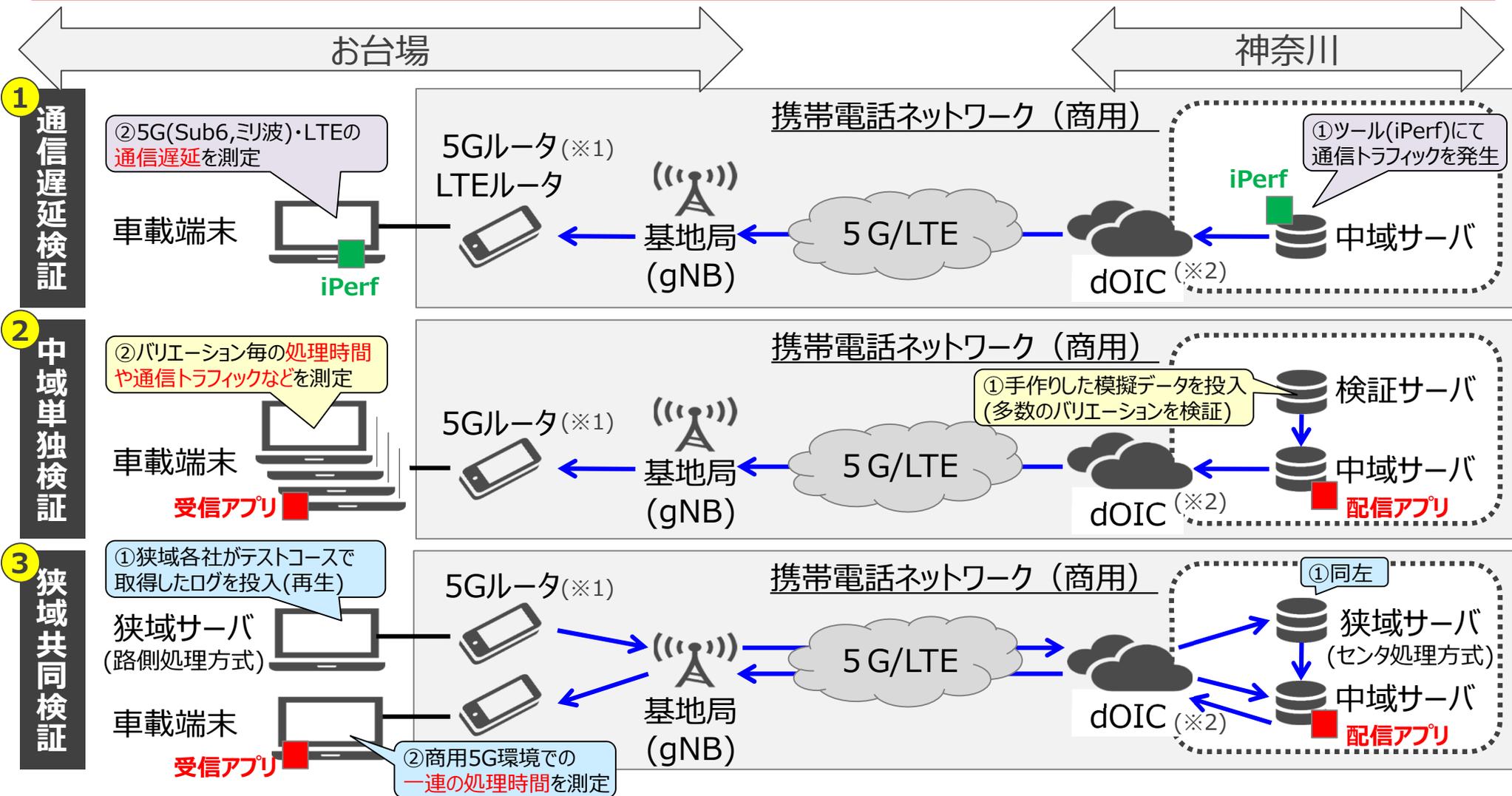
通信遅延・処理時間：①平均、②CDF95%、③CDF99%
※エミュレータ検証後に、最新の測定結果を反映

※1:100ms以下となるCDFの値を記載
※2:1s以下となるCDFの値を記載

(4) 中域ネットワーク
【NTTドコモ】

■ (4) 中域ネットワーク【NTTドコモ】

- お台場などにおいて、下記の試験環境を構築し、3段階の検証を実施
- 携帯電話ネットワークは商用網を活用し、通信遅延は5G(Sub6、ミリ波)とLTEをそれぞれ評価



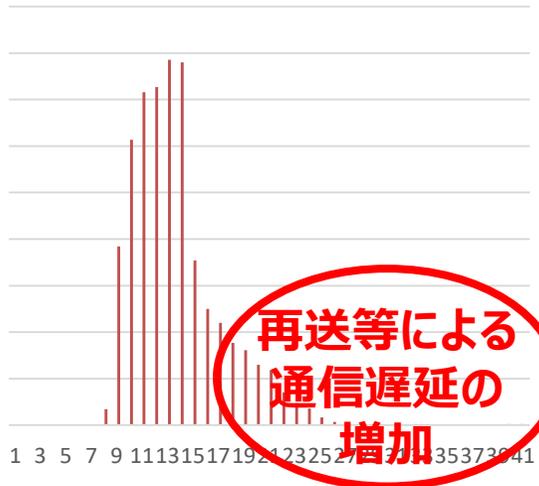
(※1) 5Gルータは「Wi-Fi STATION SH-52A」を使用

(※2) docomo Open Innovation Cloud : 携帯電話ネットワーク内に設置することで低遅延・高セキュリティなどを実現するというMECの特徴を持つクラウド基盤

■ (4) 中域ネットワーク【NTTドコモ】 ① 通信遅延検証

- **KPI検証 (通信遅延 : 100ms以下) ⇒ 【達成】**
- 5G(mmW,Sub6)での通信遅延については、平均値・中央値・CDF[95%or99%タイル値]などが数十msの範囲内に収まっており、KPIを達成していると判断できる
- 一般ユーザによる通信トラフィックなどの影響に関する考察については、次頁に記す

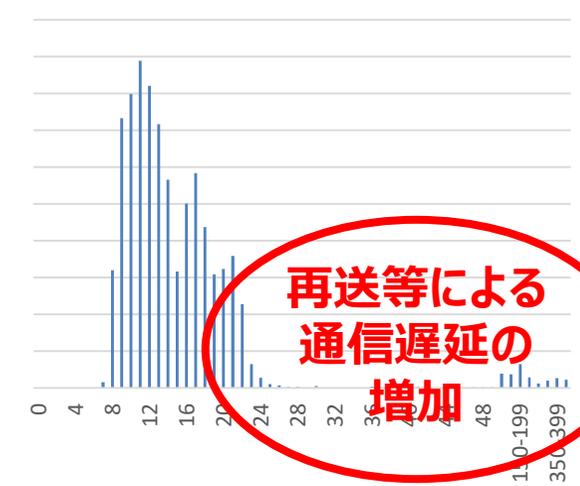
下り (5G : mmW)



下り (5G : Sub6)



下り (LTE) ※参考



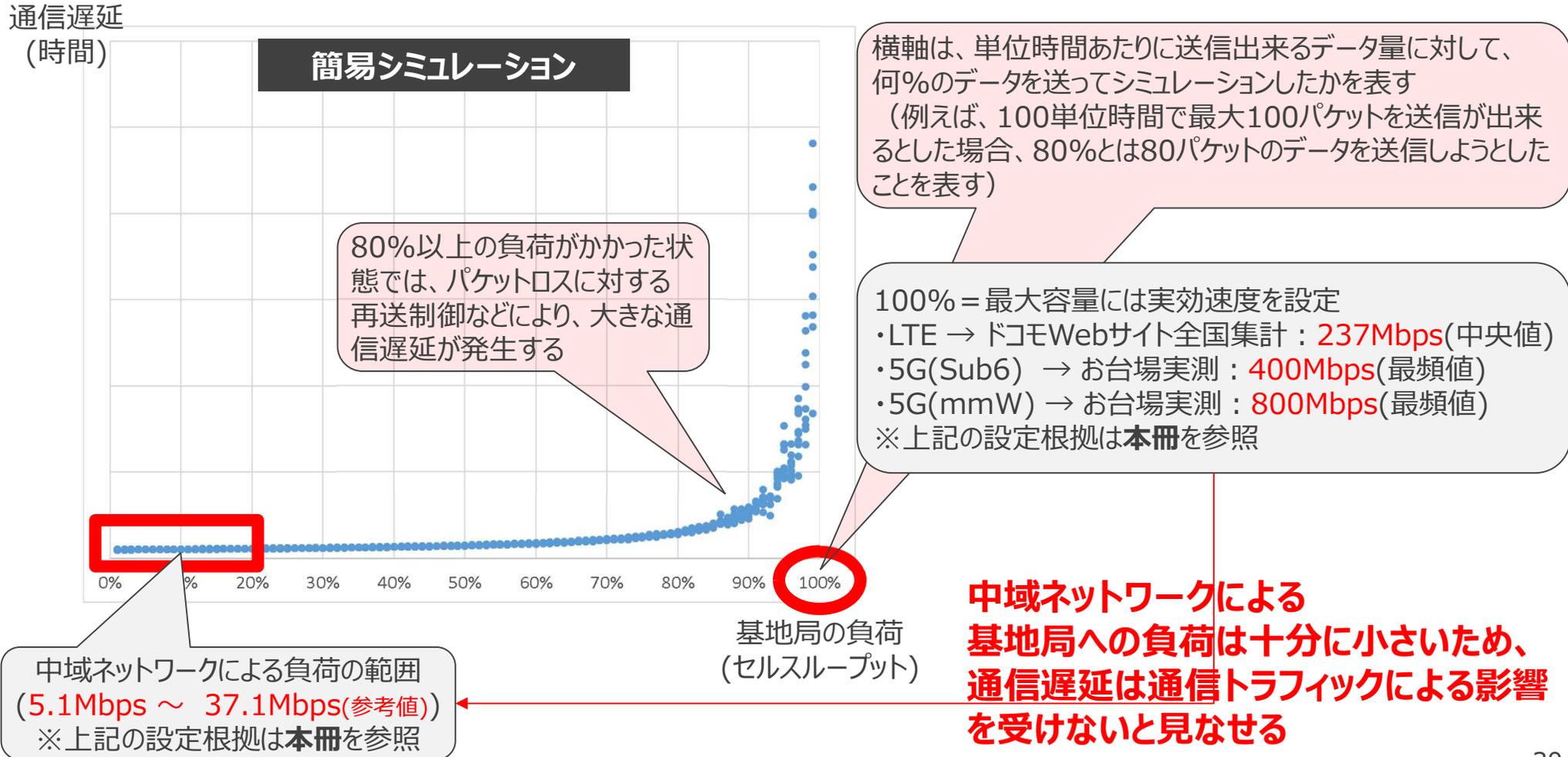
平均値	12.5[ms]
標準偏差	3.4[ms]
最大値	27.5[ms]
中央値	11.9[ms]
最小値	6.4[ms]
CDF(95%)	18.1[ms]
CDF(99%)	20.4[ms]

平均値	13.2[ms]
標準偏差	3.4[ms]
最大値	31.3[ms]
中央値	12.8[ms]
最小値	5.6[ms]
CDF(95%)	18.8[ms]
CDF(99%)	21.1[ms]

平均値	20.3[ms]
標準偏差	40.6[ms]
最大値	451.5[ms]
中央値	13.3[ms]
最小値	6.8[ms]
CDF(95%)	87.0[ms]
CDF(99%)	114.6[ms]

■ (4) 中域ネットワーク【NTTドコモ】 ① 通信遅延検証 (補足説明)

- 下記の簡易シミュレーションの通り、セルラーシステムの通信遅延は基地局への負荷(セルスループット)の最大容量の50%程度までは横ばい、80%程度までは線形に微増する
- 今回検討した中域ネットワークによる基地局への負荷は最大容量に対して十分に小さいため、想定UCの範囲内においては通信遅延は通信トラフィックによる影響を受けないと見なせる



■ (4) 中域ネットワーク【NTTドコモ】 ② 中域単独検証

【凡例】
 ①平均値
 ②CDF 95%
 ③CDF 99%

- **KPI検証（中域サーバから配信先までの通信遅延：100ms以内） ⇒ 【達成】**
- 配信データ量の増加に伴い、MQTTパケットが分割して送信されるが、無線通信部分の遅延は100ms以内で目標達成を確認。(※1)
- 配信先台数が増加した場合についても、無線通信部分の遅延は100ms以内で目標達成を確認したが、中域SVの処理時間が増えるため、設計上の考慮が必要。

種別	検証 バリエーション	(1)中域SV での統合・配信 【処理時間】	(2)中域SV ⇒MQTTブローカ 【処理時間】	(3)MQTT ブローカ内処理 【処理時間】	(4)MQTTブロー カ⇒dOIC送信 【処理時間】	(5)無線 通信時間 【処理時間】	(6)車載器 分割パケット受信 【処理時間】	合計 (1)～(6)
配信範囲(データ量)	200m ×200m (3物標)	① 99.8 ms ②201.7 ms ③243.9 ms	① 17.6 ms ② 88.7 ms ③118.2 ms	① 1.0 ms ② 2.1 ms ③ 2.6 ms	① 1.0 ms ② 1.7 ms ③ 2.0 ms	① 8.8 ms ② 19.7 ms ③ 24.2 ms		①128.2 ms ②314.0 ms ③390.9 ms
	500m ×500m (16物標)	① 92.1 ms ②146.8 ms ③169.5 ms	① 23.2 ms ②132.2 ms ③177.4 ms	① 3.0 ms ② 7.2 ms ③ 8.9 ms	① 1.7 ms ② 3.5 ms ③ 4.2 ms	① 17.5 ms ② 81.9 ms ③108.5 ms	① 9.5 ms ② 81.2 ms ③110.9 ms	①146.8 ms ②452.7 ms ③579.5 ms
	1km ×1km (64物標)	① 99.8 ms ②201.7 ms ③243.9 ms	① 41.9 ms ②261.8 ms ③353.0 ms	① 11.1 ms ② 12.2 ms ③ 39.5 ms	① 4.3 ms ② 11.4 ms ③ 14.3 ms	① 38.1 ms ② 68.0 ms ③ 80.4 ms	① 54.2 ms ②201.3 ms ③262.2 ms	①249.3 ms ②775.4 ms ③993.4 ms
配信先台数	1台	① 99.8 ms ②201.7 ms ③243.9 ms	① 17.6 ms ② 88.7 ms ③118.2 ms	① 1.0 ms ② 2.1 ms ③ 2.6 ms	① 1.0 ms ② 1.7 ms ③ 2.0 ms	① 8.8 ms ② 19.7 ms ③ 24.2 ms		①128.2 ms ②314.0 ms ③390.9 ms
	22台 (参考値)		① 87.9 ms ②338.0 ms ③441.6 ms	①116.1 ms ②456.1 ms ③597.0 ms	① 53.5 ms ②216.0 ms ③283.3 ms	① 30.1 ms ② 42.7 ms ③ 47.9 ms		
	44台 (1基地局が収 容する最大の車 両台数)	①270.6 ms ②842.7 ms ③1079.8 ms	① 4519.1 ms ②11380.0 ms ③14222.6 ms	① 453.7 ms ②1124.4 ms ③1402.2 ms	①212.4 ms ②581.1 ms ③725.8 ms	① 32.0 ms ② 52.6 ms ③ 61.2 ms		① 5507.1 ms ②13980.7 ms ③17491.6 ms

(※1) doicにおける通信はベストエフォートサービスであるため、100ms以上の処理時間となることも考えられる。

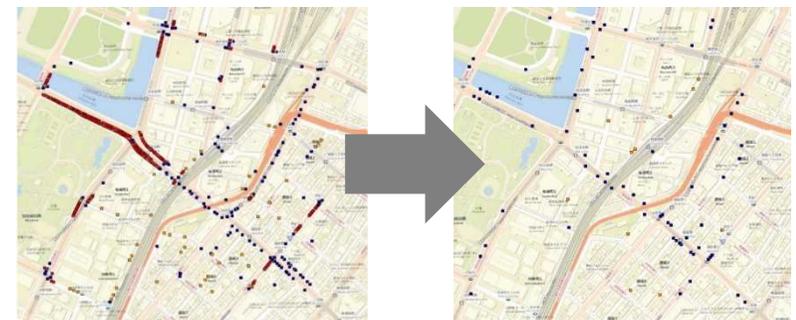
■ (4) 中域ネットワーク【NTTドコモ】 ② 中域単独検証

- **KPI検証（通信トラフィック削減率：50%以上） ⇒ 【達成】**
- ①「狭域SV→中域SV」区間については、狭域サーバから収集する物標情報を、想定UCに使う情報のみに制限する「**収集制御機能**」を実装し、効果を確認
- ②「中域SV→配信先車両」区間については、配信先車両の走行速度等に応じて、配信範囲(配信対象情報)を絞り込む「**配信制御機能**」を実装し、効果を確認

【測定時の条件（想定環境）】

・狭域サーバ：1km²あたり4台 ・物標情報：1狭域サーバあたりに52物標、そのうち滞留物標は16物標

種別	評価項目	BEFORE	AFTER
		収集制御機能なし (例：時速60km)	収集制御機能あり (例：時速60km)
①	配信物標数 (データ量)	208 物標 (約54.3 kbyte)	64 物標 (約13.6 kbyte)
	通信トラフィック 削減率	基準値	69.2 %
	動作確認	—	○



©Esri Community Maps Contributors, GSI, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS

種別	評価項目	BEFORE	AFTER		
		市区町村単位 (27km ² ※1)	時速 60km (1km ²)	時速 30km (500m × 500m)	最小範囲 (200m × 200m)
②	配信物標数 (データ量)	5616 物標 (約1.43 Mbyte)	208 物標 (約54.3 kbyte)	52 物標 (約13.6 kbyte)	9 物標 (約2.4 kbyte)
	通信トラフィック 削減率	基準値	96.30 %	99.07 %	99.84 %
	動作確認	—	○	○	○



■ (4) 中域ネットワーク【NTTドコモ】 ③ 狭域共同検証

- **KPI検証（中域エリアにおける一連の処理時間：3秒以内） ⇒ 【達成】**
- 限定的な条件でのデータ(※1)であるが、数百ミリ秒以内で処理が完了。
- 配信データ量や配信先台数を増やした場合、前々頁の通り、中域SVの処理時間が増加する為、設計上の考慮が必要。

【凡例】
 ①平均値
 ②CDF 95%
 ③CDF 99%

種別	UCシナリオ	(1) 情報源での抽出【処理時間】	(2) 情報源⇒狭域SV【通信遅延】	(3) 狭域SVでの統合【処理時間】	(4) 狭域SV⇒中域SV【通信遅延】	(5) 中域SVでの統合・配信【処理時間】	(6) 中域SV⇒配信先【処理時間】(※2)	合計(1)~(6)
沖	UC中1-1-1 (滞留無し)	①50.4 ms ②56.0 ms ③61.0 ms	①11.1 ms ②29.0 ms ③31.0 ms	①48.9 ms ②89.0 ms ③99.0 ms	①33.2 ms ②62.2 ms ③74.2 ms	①28.0 ms ②86.6 ms ③110.9ms	①15.8 ms ②24.9 ms ③28.6 ms	①187.4 ms ②347.7 ms ③404.7 ms
	UC中1-1-2 ~1-1-3 (経路変更)	①50.2 ms ②55.0 ms ③60.0 ms	①11.1 ms ②28.0 ms ③31.0 ms	①57.2 ms ②94.0 ms ③100.0 ms	①26.2 ms ②44.5 ms ③52.1 ms	①21.6 ms ②57.5 ms ③72.3 ms	①10.3 ms ②17.2 ms ③16.3 ms	①176.6 ms ②296.2 ms ③331.7 ms
パ ナ ソ ニ ッ ク	UC中1-1-1 (滞留無し) (※3)	①14.0 ms ②21.0 ms ③27.0 ms	①20.2 ms ②33.5 ms ③41.0 ms	①37.4 ms ②49.0 ms ③51.0 ms	①29.5 ms ②39.8 ms ③44.1 ms	①24.1 ms ②119.3 ms ③158.7 ms	①16.4 ms ②15.8 ms ③19.9 ms	①141.6 ms ②278.4 ms ③341.7 ms
	UC中1-1-3 (経路変更)	①12.9 ms ②18.0 ms ③20.0 ms	①20.5 ms ②33.5 ms ③49.0 ms	①33.4 ms ②47.0 ms ③53.0 ms	①27.8 ms ②38.4 ms ③42.7 ms	①17.7 ms ②93.4 ms ③124.8 ms	①17.2 ms ②27.9 ms ③32.3 ms	①129.5 ms ②258.2 ms ③321.8 ms
	UC中2-3 (路上駐車発車)	①13.0 ms ②19.0 ms ③20.0 ms	①20.2 ms ②33.5 ms ③41.0 ms	①32.4 ms ②46.0 ms ③48.0 ms	①26.3 ms ②35.2 ms ③38.9 ms	①21.0 ms ②124.0 ms ③166.7 ms	①19.7 ms ②25.2 ms ③27.9 ms	①132.6 ms ②282.9 ms ③342.5 ms

(※1) JARIテストコースにおいて、1つの物標情報を1台の配信先車両に配信したケースのログを、お台場の5G環境にて再生
 (※2) 通信遅延を含む (→通信遅延自体の評価は「検証結果1」を参照)、また配信先にて受信メッセージを全て受信し切るまでの時間
 (※3) 停止中の物標が検出されない為、統合処理を行わず実施

■ (5) 総合確認

- 対象車両に対して、中域エリアにおいて経路変更を支援し、狭域エリアにおいて交差点での右折を支援するという、一連のUCシナリオを想定した検証を実施
- UCシナリオの過程で、収集⇒統合⇒配信の一連の処理時間（KPIは3秒以内）などを計測
- 検討・構築したシステムアーキテクチャ全体の妥当性確認やKPI評価を実施

お台場での走行ルート

① 中域シナリオ

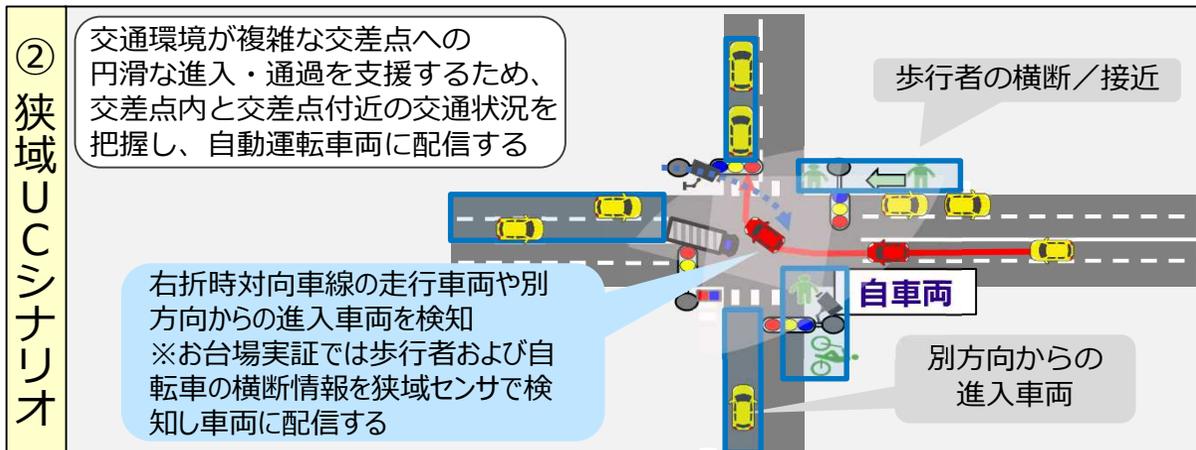
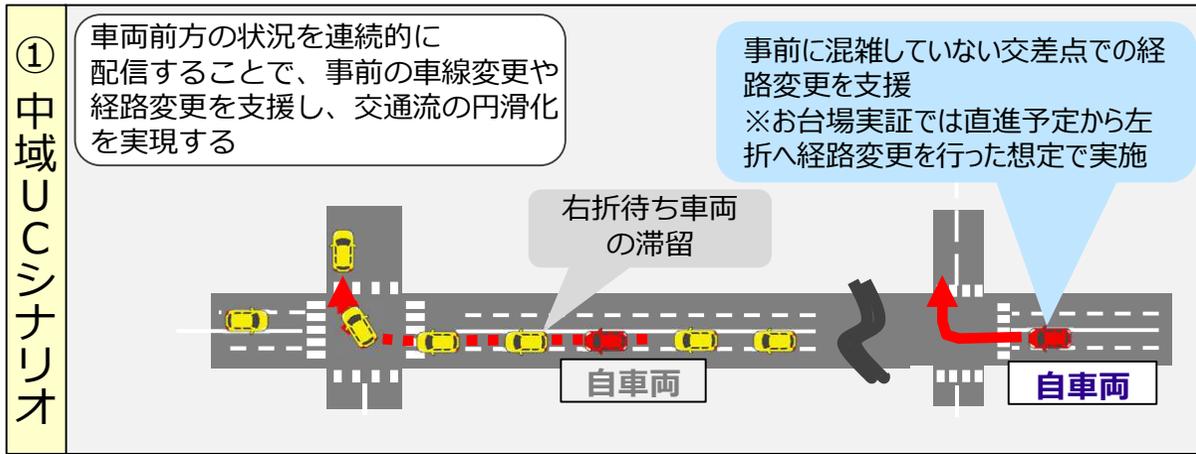
- ・狭域抽出車の滞留情報を5G経由で配信
- ・中域支援車で物標情報(滞留情報)を受信

② 狭域シナリオ

上記①を受信後、交差点を左折し、そのまま直進
 青海1丁目交差点で、狭域の情報を受信
 (路側に設置した狭域センサーで捉えた情報を中域支援車で受信)



→ 実線: 試験実施 ... 点線: 周回路



■ (5) 総合確認 ① 中域ユースケースシナリオ

- **KPI検証（中域エリアにおける一連の処理時間：3秒以内） ⇒ 【達成】**
- お台場における1交差点・配信先1台という条件下ではあるが、数百ミリ秒以内で処理が完了
- 前述の中域検証と同様に、配信データ量(交差点数を含む)や配信先台数を増やした場合、中域SVの処理時間(5)(6)が最大1秒近く増加するが、3秒以内に収まる
- また、基地局切替時には400ms程度の送信中断が発生することが想定される(※1)が、これを加味しても、3秒以内に収まる

種別	UCシナリオ	(1) 情報源での抽出 【処理時間】	(2) 情報源⇒狭域SV 【通信遅延】	(3) 狭域SVでの統合 【処理時間】	(4) 狭域SV⇒中域SV 【通信遅延】	(5) 中域SVでの統合・配信 【処理時間】	(6) 中域SV⇒配信先 【処理時間】(※4)	合計 (1)~(6)
沖 (※2)	UC中1-1-1 (滞留無し)	①37.4ms ②46.0ms ③53.0ms	①0.6 ms ②1.0 ms ③2.0 ms	①49.7 ms ②99.0 ms ③101.0 ms	①28.9 ms ②80.9 ms ③102.4 ms	①20.1 ms ②62.7 ms ③80.5 ms	①80.0 ms ②43.9 ms ③49.2 ms	①216.7 ms ②333.5 ms ③388.1 ms
パ ナ ソ ニ ッ ク (※3)	UC中1-1-1 (滞留無し)	ITS	ITS	①48.0 ms ②72.0 ms ③78.0 ms	①48.0 ms ②71.7 ms ③81.5 ms	①32.9 ms ②71.6 ms ③94.0 ms	①8.7 ms ②43.9 ms ③58.4 ms	ITS ①142.0 ms ②265.2 ms ③318.9 ms
		レーダ	レーダ	①13.4 ms ②20.0 ms ③23.0 ms	①2.1 ms ②3.0 ms ③4.0 ms			レーダ ①153.1 ms ②282.2 ms ③338.9 ms

(※1) アンカーバンドであるLTEの基地局切替(ハンドオーバ)の場合。
5G⇔LTEの切替については、LTE通信が継続するため、送信中断は発生しない。

(※2) 中域UC⇒狭域UCシナリオ

(※3) 狭域歩行者検出シナリオ

(※4) 通信遅延を含む (→通信遅延自体の評価は「検証結果1」を参照)、また配信先にて受信メッセージを全て受信し切るまでの時間

【凡例】

- ①平均値
- ②CDF 95%
- ③CDF 99%

■ (5) 総合確認 ② 狭域ユースケースシナリオ

- **KPI検証（狭域エリアにおける一連の処理時間：1秒以内） ⇒ 【達成】**
- 各社と連携し、お台場の試験環境にて、狭域配信(中域配信も同時に実施)の測定を実施
 - ・ 通信エリア内の通信品質がパケット到達率99%以上となることを確認 【沖電気】
 - ・ JARI時点よりソフトウェア処理時間や時刻同期方法を改良し、改善を確認 【パナソニック】

種別	UCシナリオ	(1) 情報源での抽出 【処理時間】	(2) 情報源⇒狭域SV 【処理時間】	(3) 狭域SVでの統合 【処理時間】	(4) 狭域SV⇒配信先 【処理時間】	合計 (1)~(4)
沖	UC狭域3-1-0 ~3-1-3 (交差点横断)	①37.4ms ②46.0ms ③53.0ms	①0.6ms ②1.0ms ③2.0ms (※1)	①49.7 ms ②99.0 ms ③101.0 ms	①10.0ms ②22.0ms ③28.0ms	①97.7ms ②168.0ms ③184.0ms
パナソニック	UC狭域3-1-0 ~3-1-3 (交差点横断)	ITS ①1.3ms ②2.0ms ③2.0ms レーダ ①13.4ms ②20.0ms ③23.0ms	ITS(物標毎) ①3.0ms ②4.0ms ③6.0ms レーダ(複数一括) ①1.9ms ②3.0ms ③5.0ms	①32.2ms ②74.0ms ③91.0ms	①2.4ms ②2.0ms ③3.0ms (※2)	①236.7ms ②330.0ms ③382.0ms (※2) (※3)

(※1) 情報源(センサ)と狭域サーバは直結

(※2) 遮蔽による500ms以上の遅延を除外して集計 (路側通信機を簡易設置したため、十分な設置高を確保できなかったことに起因)

(※3) 同定処理の周期処理(250ms)待ち時間含む

【凡例】

①平均値

②CDF 95%

③CDF 99%

■ 6. まとめ（提言・今後の課題など）

項目	狭域	中域
KPIの達成状況	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 今回の想定UCや前提条件の範囲においては全てのKPIを達成 ✓ 特定の用途や条件下ではあるが、検討したシステムアーキテクチャの有用性を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 今回の想定UCや前提条件の範囲においては全てのKPIを達成 ✓ 特定の用途や条件下ではあるが、検討したシステムアーキテクチャの有用性を確認
本研究開発で得られた知見	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 路側処理方式とセンタ処理方式で一連の処理時間に大きな差分がないことを確認 ✓ 複数センサ情報の統合する際の時刻ズレや位置ズレへの対策についての知見を獲得 ✓ また、支援対象車両に、重複なく高精度で切れ目のない情報を提供でき、遮蔽や位置精度改善の効果を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 今回の想定UCや前提条件の範囲においては中域NWへの負荷は限定的 ✓ 一方で、配信台数や配信データ量の増加に伴うアプリ処理時間の増加は大きく、実用化に向けては設計上の考慮が必要
本研究開発を踏まえた提言 (仔細は実装ガイドラインに記載予定)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 多種多様な情報源への対応を考慮して、収集のI/Fを共通化すること ✓ 配信先車両の位置や経路等に応じて配信対象を制御すること 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 狭域⇒中域への統合と、車両への配信のI/Fを共通化すること ✓ 配信先車両の走行速度等に応じて配信対象を制御すること
今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 路側で支援する更なるUCへの対応及びセンシング対象の拡大に関する検討や検証が必要 ✓ また、自動運転車両やダイナミックマップとの連携を含めた実証実験が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 今回の対象情報だけでなく、他の交通環境情報を含めた総合的な中域NWの検討や検証が必要 ✓ また、フィールドでの大規模な実証実験(車両数十台規模)が必要

EOF