



2019年度

「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」

成果報告書 (2019年度)

2020年3月

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

「本報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（N E D O）の委託業務として、株式会社N T T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が実施した「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）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」の2019年度成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、N E D Oに帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、N E D Oの承認手続きが必要です。」

目次

1. 業務概要	4
(1) 事業の目的	4
① 研究開発の前提（想定課題）	4
② 研究開発の目的	4
③ 研究開発の全体像	4
④ 研究開発の成果	5
(2) 業務実施期間	6
(3) 受託者	6
2. 2019年度における実施内容	6
3. 研究開発内容の詳細	7
(1) 狭域側研究開発内容	7
① 研究開発概要	7
② 研究開発で考慮するユースケース	7
③ 想定ユースケースの前提条件	9
④ 交差点周辺の物体検出範囲及び情報通信範囲	13
⑤ 実証システム検討	14
⑥ 研究開発の課題（複数情報源からの情報統合における課題）	16
(2) 中域側研究開発内容	20
① 中域側の想定ユースケース	20
② 中域ユースケースにおける支援方法	20
③ 各種前提条件	21
④ 研究開発の課題	24
⑤ 情報配信技術の開発方針	24
⑥ 情報統合技術の開発方針	25
⑦ 情報収集／配信インターフェースの開発方針	26
⑧ 狭域⇒中域⇒自動運転車両の連携構成案	27
4. 2020年度における実施予定内容	29

1. 業務概要

(1) 事業の目的

① 研究開発の前提（想定課題）

自律型の自動運転車両は交差点など複雑な環境下では、自車両のセンサの死角が増える（一般車両も同様）。これにより交差点手前で交差点内の安全が確認できるまで停止もしくは徐行することとなり、交通流に影響を及ぼす恐れがある。

② 研究開発の目的

想定される課題を解決するために、自車両のセンサでは認識できない範囲（以下、見通し外）の物標情報を、複数の情報源（既存センサや高度化したセンサ等）から収集・統合、自動運転車両へ配信し、交差点への円滑な進入・通過及び交差点手前での事前の車線変更、経路変更に対して支援を行う。

こうした支援を実現するため、複数情報源から情報を収集するための通信方式・共通インターフェース、収集した情報を統合するための指標案、自動運転車両に配信するための情報配信手法の策定を行う。（図 1）

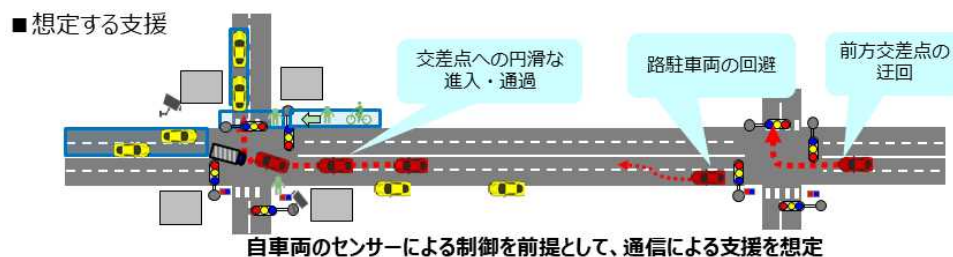


図 1 研究開発の目的（交差点への進入・通過、交差点手前での事前の車線・経路変更に対する通信による支援イメージ）

③ 研究開発の全体像

交差点又はその周辺エリアに存在する複数の情報源（路側インフラ、車両等）から動的情報を収集し、リアルタイムな交通状況として、狭域エリア、中域エリアにて情報を統合し、最終的に、必要な範囲の情報のみを自動運転車両側が保有する情報と共有可能な形式で配信することを検討並びに実証を行う。

本研究開発により、自動運転車両が、自車両のセンサの死角・検知外の制御に必要な対象物の位置・属性情報等を、俯瞰的に状況把握することが可能となることを支援する。（図 2）

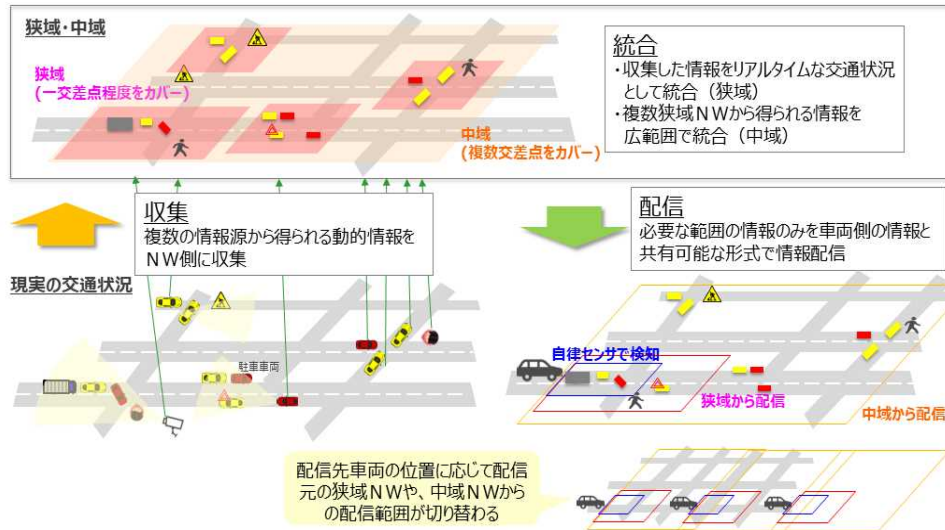


図 2 研究開発の全体像

④ 研究開発の成果

本研究開発の成果としては、複数の情報源から情報を収集することとなるため、複数情報源とサーバ間での共通的なデータフォーマットやプロトコルが要求されることから、インフラ・車両間、サーバ間における I/F 仕様などの国内外の規格を参考に、共通的なインターフェースを策定する。さらに収集した情報を結合する際の条件を検討・整理した上で、情報統合における指標案を策定する。

また、収集した情報を自動運転車両へ配信する際に、NW 側から配信する情報が、車両側が保有する情報と共有可能な形式となるように情報配信手法の策定を行う。

最終的には、本研究開発における成果を、道路環境における様々な情報源から情報を収集する際の、標準的な収集・配信インターフェース、統合指標のガイドラインの策定につなげるような形での検討を目指す。

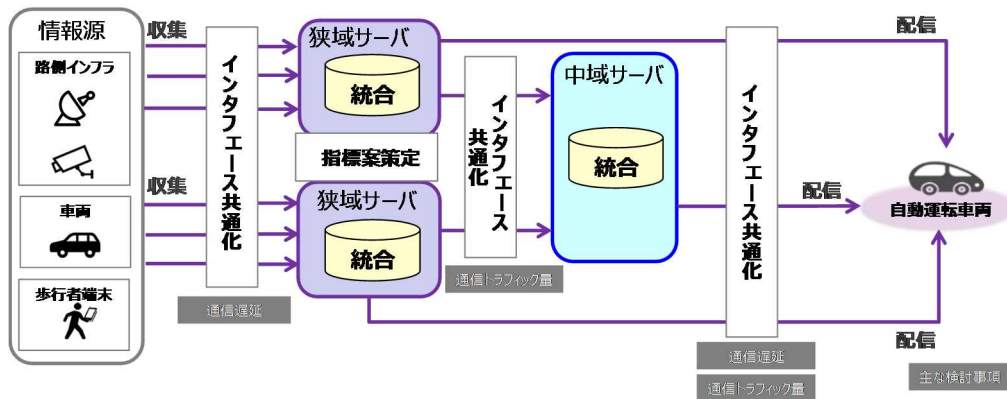


図 3 研究開発の成果全体像イメージ

(2) 業務実施期間

2019年8月19日 ～ 2021年2月28日まで

(3) 受託者

以下の4社でコンソーシアムを結成し、本件を受託している。

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

2. 2019年度における実施内容

2019年度における主な実施内容として、2020年度の総合確認に向けて、自動運転車両やセンサ等各種情報源等の前提条件の整理、並びに交差点や車両間における距離・配信区間、その前提状況における交差点又はその周辺環境での具体的なユースケースの検討・整理を行い、本研究開発にて提供する情報収集・統合・配信の仕組みの適用可能性や課題について、机上での検討を実施した。

- 協業・検討体制の検討
- 研究開発の前提条件やユースケース、評価検証の制約条件等の整理及び試験環境の設計
- 関係府省庁や自動車工業会に対する個別ヒアリング、研究開発運営委員会の開催及び有識者から得られた研究開発に対する指摘・助言等の精査

3. 研究開発内容の詳細

(1) 狭域側研究開発内容

① 研究開発概要

自動運転車両との V2I、V2N 通信は、通信方式、インターフェースが統一されていないため、国内外で整備されている各種インターフェースについて調査を行い、通信インターフェースの共通化を検討する。また、自動運転車両との V2I、V2N 通信に最適な通信方式及び通信遅延や通信トラフィック削減についても合わせて検討を実施する。

車両情報のクラウドへの配信、動的情報を含むマップ情報の車両への配信については、インフラ・車両間、サーバ間における I/F 仕様などの国内外の規格を参考に、必要な要素・支援手順を検討し、通信インターフェースの共通化に向けた検討を行う。

② 研究開発で考慮するユースケース

①を推進する上では、具体的なユースケースの設定、及び、前提条件の検討が不可欠である。以下、自動運転車の円滑・快適な走行を実現するために、インフラからの情報提供が必要と考えられる具体的なユースケースについて検討を行った。以下に検討結果を示す。

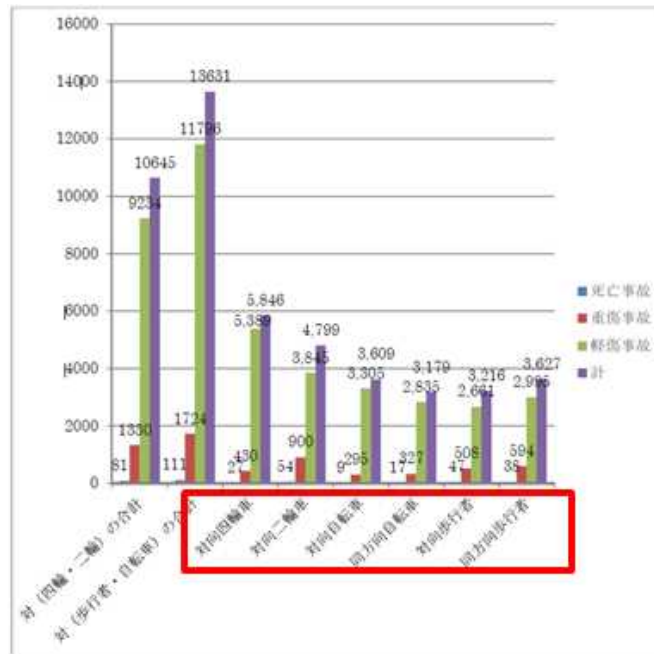
A) ユースケースの選定について

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、信号交差点での交通事故が多い右折支援をユースケースとして選定した。

検知対象を検討するにあたり、「自動走行の実現に向けた車両・歩行者等検知情報提供技術の確立に関する調査研究」における研究成果を参照することとした。

その上で、検知対象としては、信号交差点における右折事故における 2 当構成の値を考慮し、対向(車両、自転車、歩行者)、同方向(歩行者、自転車)を対象とした。加えて、ドライバー支援を目的とした路側センサのニーズ分析結果を考慮し、右折先の渋滞や障害物も検知対象とした。(図 4)

信号交差点における交通事故について（平成27年）			
行動類型	事故発生状況	支援対象（案）	検知対象（案）
右折	最も発生件数が多い。 対車両事故と対歩行者事故の発生件数はほぼ半々。 歩行者事故は重大事故が多い。	右直事故	対向直進の四輪車・二輪車
		歩行者事故（含む自転車）	交差点横断中の歩行者（含む自転車）
直進 左折	〈略〉		



信号交差点における右折事故における2当構成（平成27年）

路側センサーのニーズ分析					
	支援事象	車載（自律） センサの実施	危険 度合	事故発生件数 （平成27年）	
【安心安全】	1 右折時直進 車両警報	困難	4	10,645	5
	2 横断歩道 歩行者警報	困難	4	24,620	6
	3 左折巻き込み 防止	可能	4	2,016	3
	4 出会い頭衝突 警報	困難	4	13,375	5
	5 前方渋滞情報 提供	困難	2	7,351	4
	6 合流支援	困難	3	不明	1
	7 車線変更支援	可能	3	不明	1
	8 危険物警報	可能	2	不明	1

【円滑快適】
研究開発
支援範囲

図 4 ユースケースの選定根拠¹

¹ 「自動走行の実現に向けた車両・歩行者等検知情報提供技術の確立に関する調査研究」報告書

B) 想定ユースケース一覧

狭域エリアの各社の保有技術、実験環境を考慮し、信号交差点における右折支援向けの通信活用のユースケースを以下のように想定する。(図 5)

また、各支援事象に対して各社以下の様に取り組む方針である。

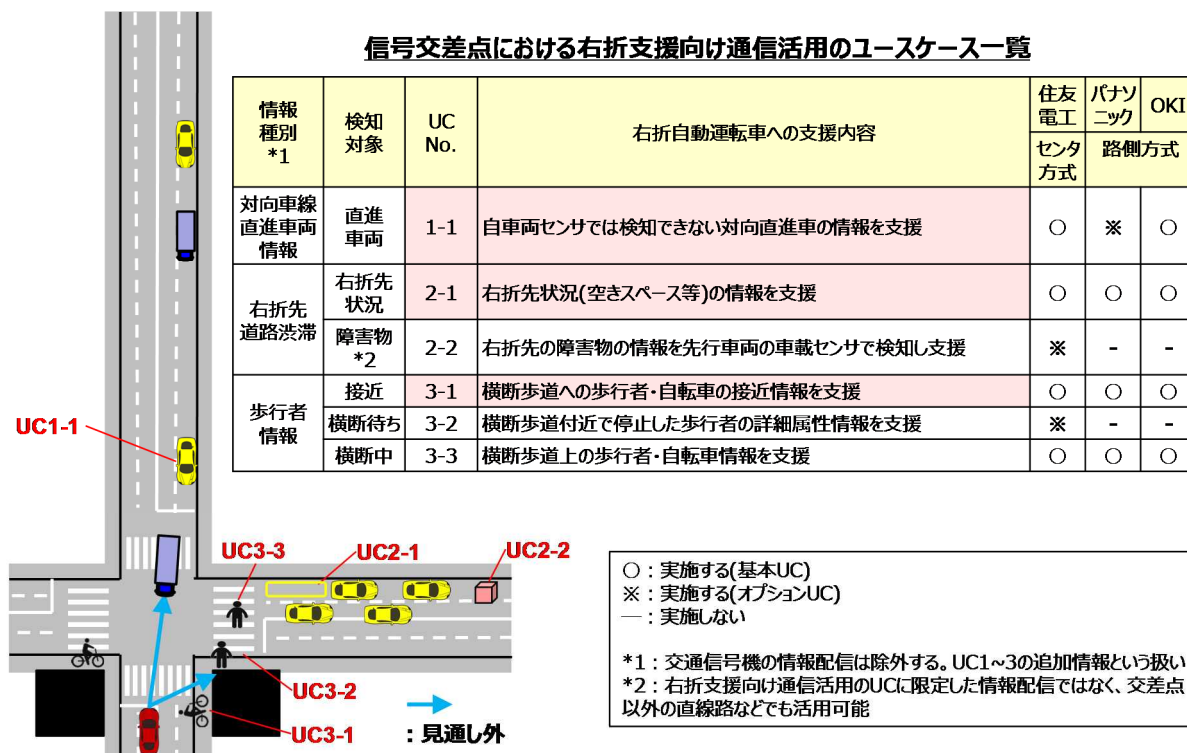


図 5 信号交差点における右折支援向け通信活用のユースケース一覧

③ 想定ユースケースの前提条件

②のユースケースにおいて、動的情報の抽出・収集・配信に関する技術要件を検討するため、想定する自動運転車の挙動や、各ユースケースにおいて想定する自動運転車への支援手順などの前提条件の検討が必要である。以下、検討した前提条件について示す。

本研究開発で支援対象とする自動運転車両の前提条件は、以下のように設定する。

- 支援対象は自動運転レベル4以上
- 車載の自律センサを図 6 の通り想定 (建物や他車両などの障害物の先は検知不可)

- 自動運転車両は、主に車載センサ情報を使用して自律走行する。見通し外等で車載センサが検知できない場合については、路側からの情報（自動車、自転車、歩行者などの位置、速度、移動方向、属性など、交差点周辺の統合された交通状況情報）も使用する（図 7）
- 車載センサで検知した情報、もしくは路側からの情報を受けて、自動運転車両は、停止線での停止、交差点内での一時停止、右折可否などの判断を行う。

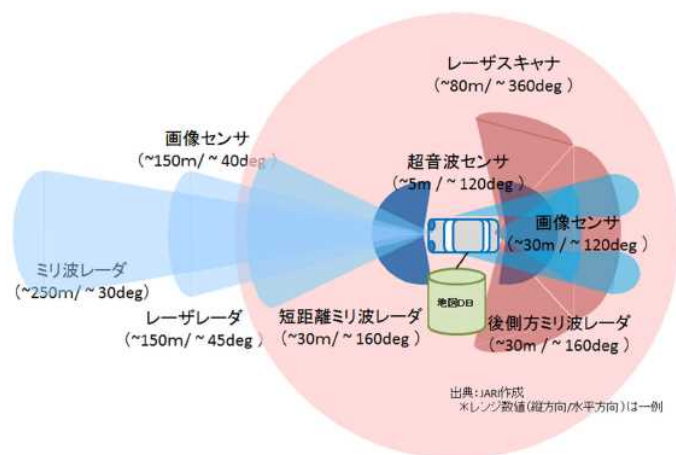


図 6 車載（自律）センサの検知範囲²

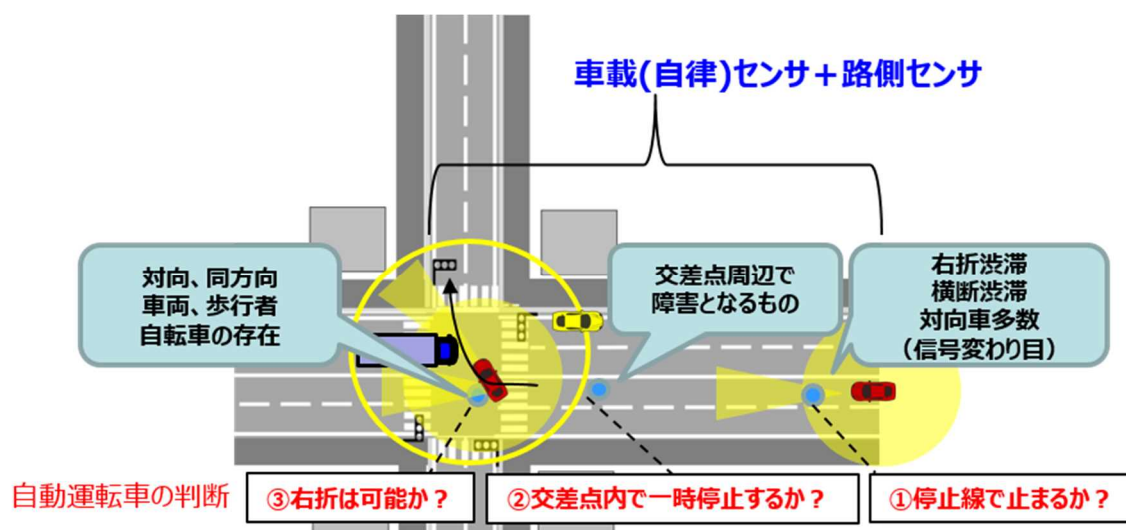


図 7 交差点右折時の自動運転車の走行と自動運転車の走行判断ポイント

A) 対向車線に直進車両が存在する場合における情報支援手順

このユースケースでは、対向車線に、右折待ちの直進車両が存在している影響で、見通し外となる場合でも円滑に右折可能とすることを目的としてい

² 2014年3月27日 一般財団法人日本自動車研究所 I T S 研究部」の資料から抜粋

る。

路側からの情報支援がない状況では、交差点の中央を右折起点と定義した場合、そこまで一旦進んだ後、対向車両が見えるところまで頭出しを行い、自律センサで確認をしていく動きになることが想定されるが、この場合、対向の直進車あるいは後続車両の流れを乱してしまう可能性がある。

路側から対向直進車の接近情報を配信することで、対向車の流れに影響することなく、自車両の頭出しが可能となり、右折の円滑化を実現できると考える。

具体的な支援手順としては、まず自動運転車両が交差点に近づくと減速を開始して、以下の図 8 に示すように、対向の右折車両がいる場合には、交差点の右折起点で一旦停止する。その後、路側センサからの対向車に関する情報を活用して、一定区間対向車が来ていない状況が確認できれば頭出しを開始し、配信情報と車載センサの両面から安全確認をした上で右折を行う。

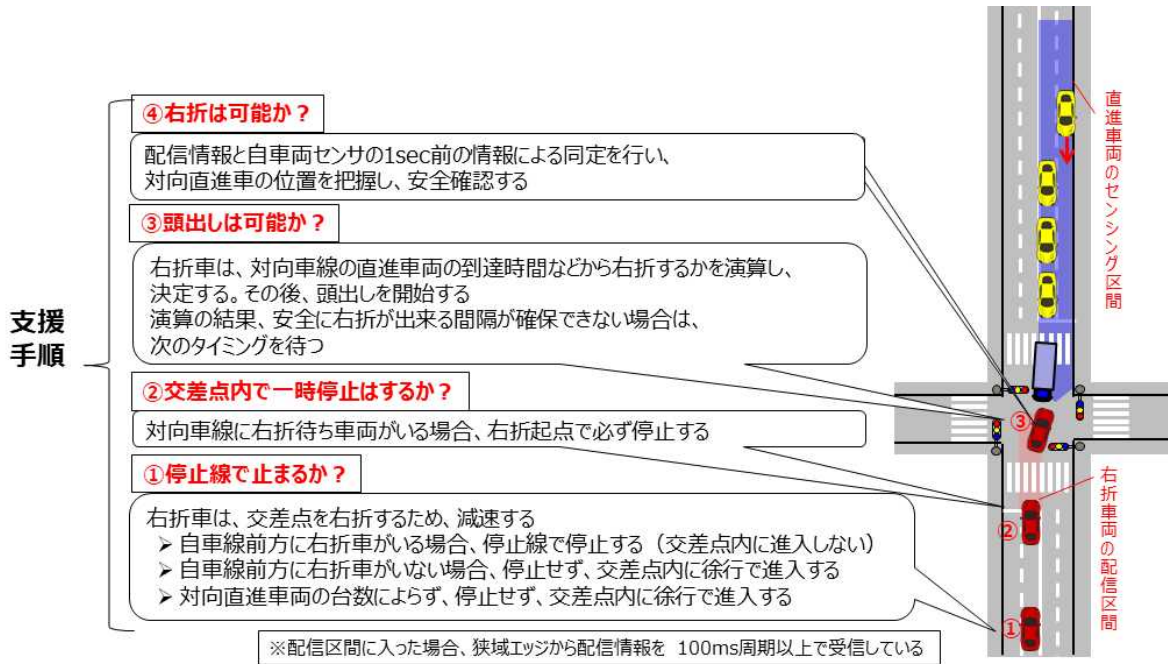


図 8 対向車線の直進車に関する情報支援手順

B) 右折先道路の渋滞時における情報支援手順

このユースケースでは、右折先の混雑状況に応じて、自動運転車両が交差点へ進入可能かどうかをあらかじめ判断できるようにすることを目的としている。

路側からの情報支援がない状況では、右折先の渋滞を自律センサで検知できないため、右折を開始してしまう。ここで、仮に右折先が混雑していた場合には、交差点の中に自車両が滞留してしまい、交通流を乱す可能性がある。

路側から右折先の状況を配信することで、右折先のスペースがあれば、交差点へ進入して右折を開始、右折先のスペースがなければ、交差点の手前（停止線）で一旦停止することが可能となり、右折の円滑化が実現できると考える。（図 9）

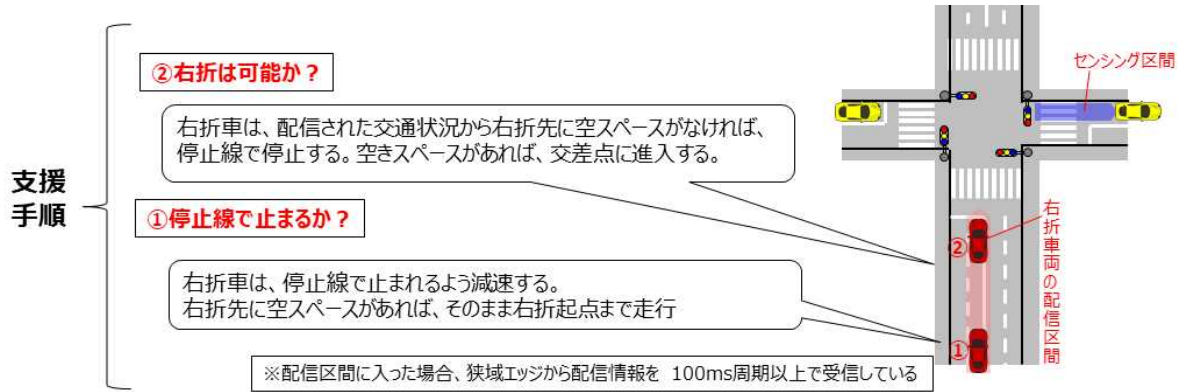


図 9 右折先の道路状況に関する情報支援手順

C) 歩行者等が存在する場合における情報支援手順

このユースケースでは、交差点に接近する歩行者・自転車を検知することで、円滑に右折可能となることを目的としている。

路側からの情報支援がない状況では、歩行者・自転車の接近をあらかじめ検知できないため、右折を開始してしまう。

路側から歩行者・自転車の接近情報をあらかじめ配信しておくことで、接近する歩行者・自転車がない場合に右折を開始することが可能となり、右折の円滑化を実現できると考えている。（図 10）

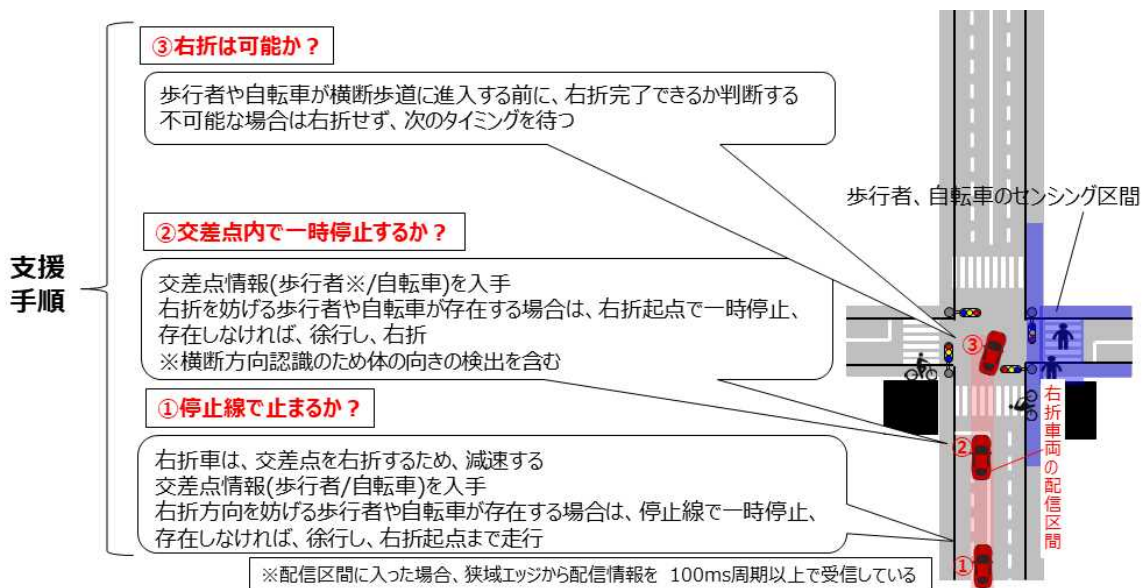


図 10 交差点周辺の歩行者・自転車に関する情報支援手順

④ 交差点周辺の物体検出範囲及び情報通信範囲

前述のユースケース検討、及び、前提条件検討により、導出した交差点周辺の物体検出範囲及び情報通信範囲について、以下に検討結果を示す。(図 11)

(ア) 対向車線に直進車両が存在する場合

自動運転車両の右折所要時間と対向車の車速から物体検出すべき範囲を設定する。まず、右折所要時間について、停止線～右折起点までの所要時間を3秒、右折起点からの所要時間と路側機と自動運転車両の情報処理時間の合計を7.5秒、対向車の車速は70km/hと仮定して計算し、予測センサの検知距離を150mと設定する。

(イ) 右折先道路渋滞時

右折先のセンシングの区間としては、右折後に大型車が入るスペース19mを検知距離と設定した。また、自動運転車両への情報配信区間は、自動運転車両が右折のために交差点の手前で減速を始めた後に、路側システムから受け取った交差点周辺の情報に基づいて停止線の手前で円滑に停止できるかという観点に基づいて69mと設定した。

(ウ) 歩行者等が存在する場合

対向から来る自転車の速度を15km/hを仮置きし、(ア)で設定した自動運転車両の右折所要時間から、路側センサに求められる歩行者・自転車の検知距離を32mと設定した。

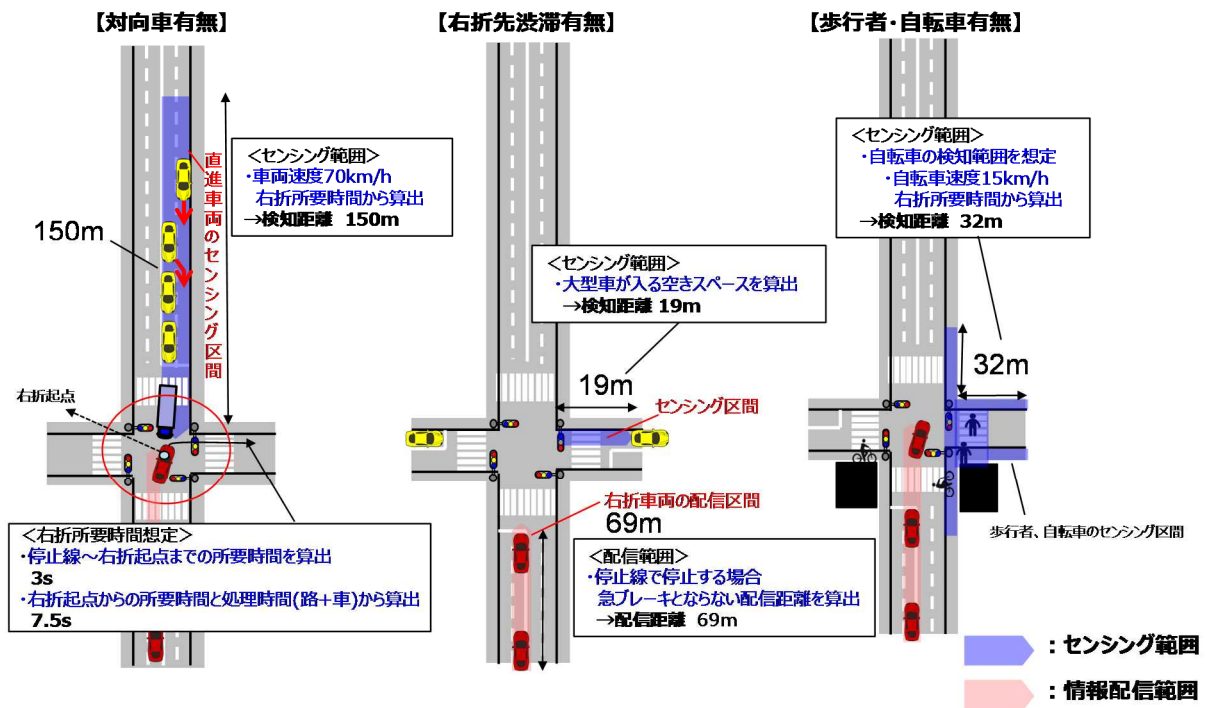


図 11 交差点周辺の物体検出範囲及び情報通信範囲

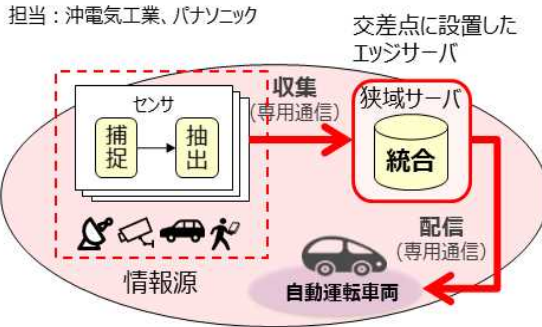
⑤ 実証システム検討

実証システムとしては、物標情報の抽出・統合処理の実装方法とその実装方法に適した通信方式を踏まえたシステム構成として、情報源側で物標情報の抽出を行い、路側エッジサーバにて情報を統合する仕組みを構築することを検討している。

上述のシステム構成における物標情報の処理方式としては、狭域通信による情報の収集・配信を行う路側処理方式と情報源側で収集したセンサ情報をそのままネットワーク側エッジサーバに送信し、サーバ側で物標情報の抽出・統合するため、モバイル通信による情報の収集・配信を行うセンタ処理方式の2方式を提案する。(図 12)



狭域方式 ①路側処理方式
 情報源側で物標情報の抽出を実施し、路側エッジサーバにて統合する方式
 ※収集・配信には専用通信を利用する



狭域方式 ②センタ処理方式
 情報源側で捕捉したセンサ情報をそのままNW側エッジサーバに送信し、サーバ側で物標情報の抽出・統合を行う方式（一部センサ情報は情報源で抽出）
 ※収集・配信にはモバイル通信を利用する

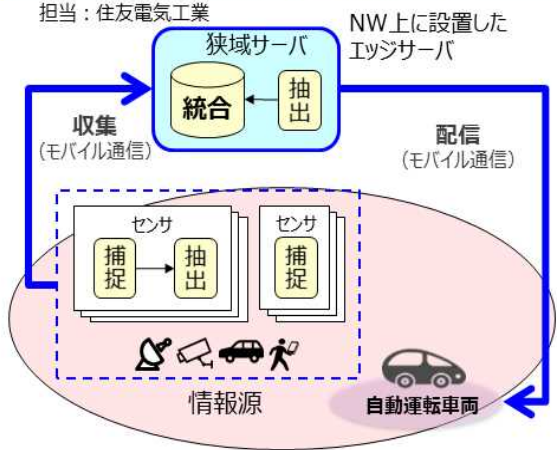


図 12 物標情報の処理方式

路側処理方式、及び、センタ処理方式について、情報源からの収集・統合・自動運転車への配信における通信インターフェース概要の検討結果を、以下の図 13、図 14 にそれぞれ示す。また、各図において、インターフェースの共通化を検討する箇所を色付き(青、ピンク)で示す。

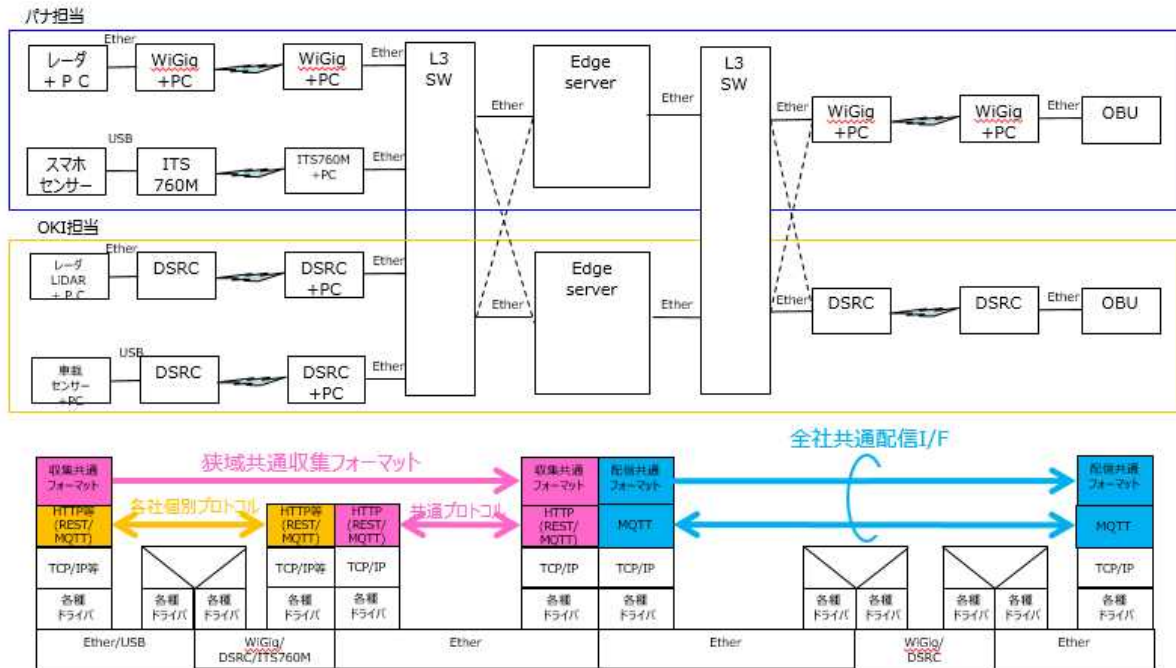


図 13 路側処理方式(通信インターフェース概要)

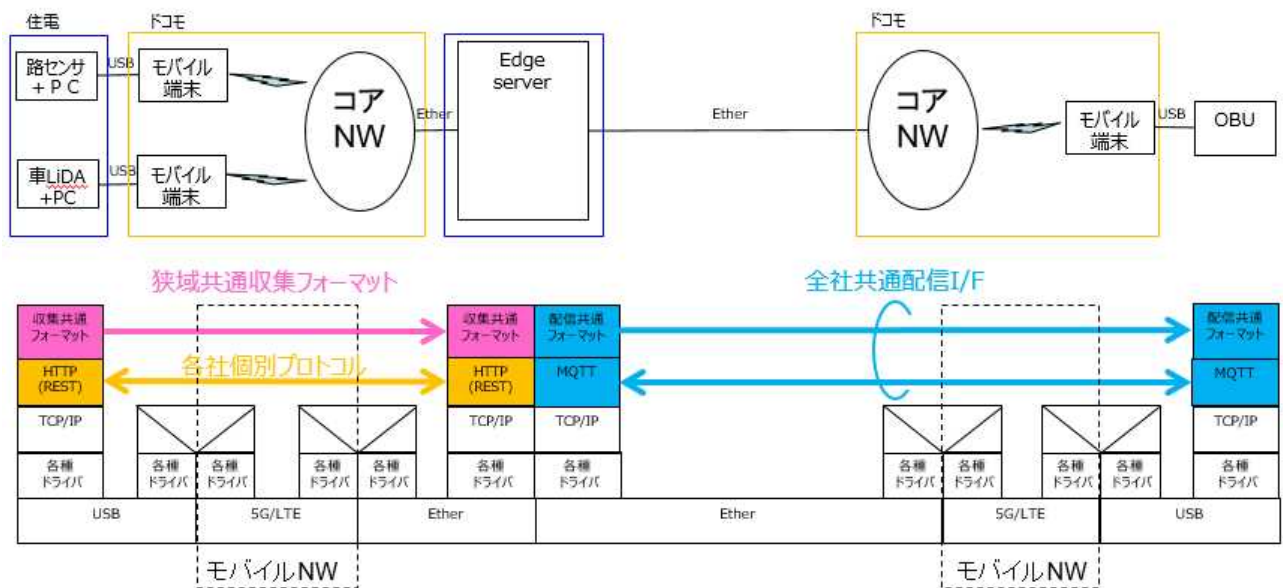


図 14 センタ処理方式(通信インターフェース概要)

⑥ 研究開発の課題(複数情報源からの情報統合における課題)

狭域の路側システムからの情報支援を自動運転制御に活用するには、路側から配信する情報、特に物体の位置・速度情報をより正確に路側側で収集することが重要であると考えます。前述の各ユースケースに対応していくためには、交差点周辺を漏れなくカバーできる複数の路側センサ配置が必要と考えます。一方で、例えば、遠方用のセンサと近傍の交差点センサのエリアの重複、あるいは交差点内をカバーする複数のセンサ間のエリア重複によって、検知結果が冗長となるケースが想定される。自動運転車両に対しては、過不足ない情報を配信する必要があるため、これを解決するために物体の同一判定が必要となる。(図 15)

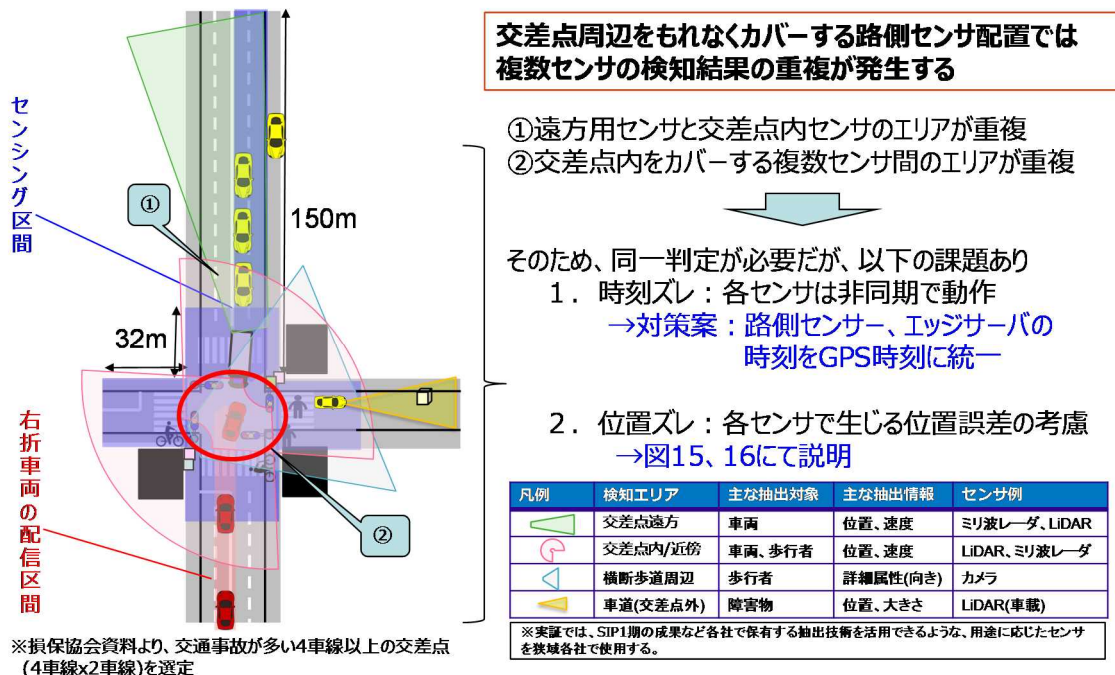


図 15 複数情報源からの情報統合における課題

しかし、同一判定時には、センサ間の時刻ずれ、位置ずれの問題が発生すると予想される。時刻ずれに関しては、路側センサあるいはエッジサーバの時計をGPSの時刻に統一して時系列の整合をとる対策を検討している。位置ずれに関しては、センサの種別や検知対象の物体、あるいは検知距離によって、位置の誤差の生じ方が異なるため、これらの影響も考慮した対策の検討が必要と想定される。検討した対策案について、図 16 (ア) ~ (ウ)、図 16 (エ) にて示す。

(ア) 遠方用センサと交差点内センサのエリア重複

遠方用センサと交差点内センサのエリア重複に関する課題に対しては、重複部分の各センサからの検知結果をサーバに収集後に、同一判定をして情報を統合する必要があると考える。統合の際には、各センサで見え方が異なるため、その検出結果を一定期間トラッキングして、位置・向き・速度やこれらの時間的な変化、相関性から同一判定を行うことを検討している。また、路側のセンサとして、ミリ波レーダあるいはLiDAR、カメラを想定している。LiDARから得られる物体の外形情報を活用することで同一判定の精度が向上することを想定している。

(イ) 交差点内をカバーする複数センサ間 (同種) のエリア重複

交差点内の同種のセンサのエリアが重複するケースの課題に対しては、

(ア)と同様、検出結果を一定期間トラッキングして、位置・向き・速度やこれらの時間的な変化、相関性から同一判定を行うこと、センサの優先順位の考え方についても検討することを想定している。

また、センタ処理方式では、生データ(LiADRの点群)で統合することも可能なため、より正確な外形情報が得られることを想定しており、同一判定の精度が向上することを想定している。

(ウ) 交差点内をカバーする複数センサ間(異種)のエリア重複

カメラやLiDARといった異種センサを複数設置したケースの課題については、(ア)、(イ)と同様に、検出結果を一定期間トラッキングして、位置・向き・速度やこれらの時間的な変化、相関性から同一判定を行うことを想定している。

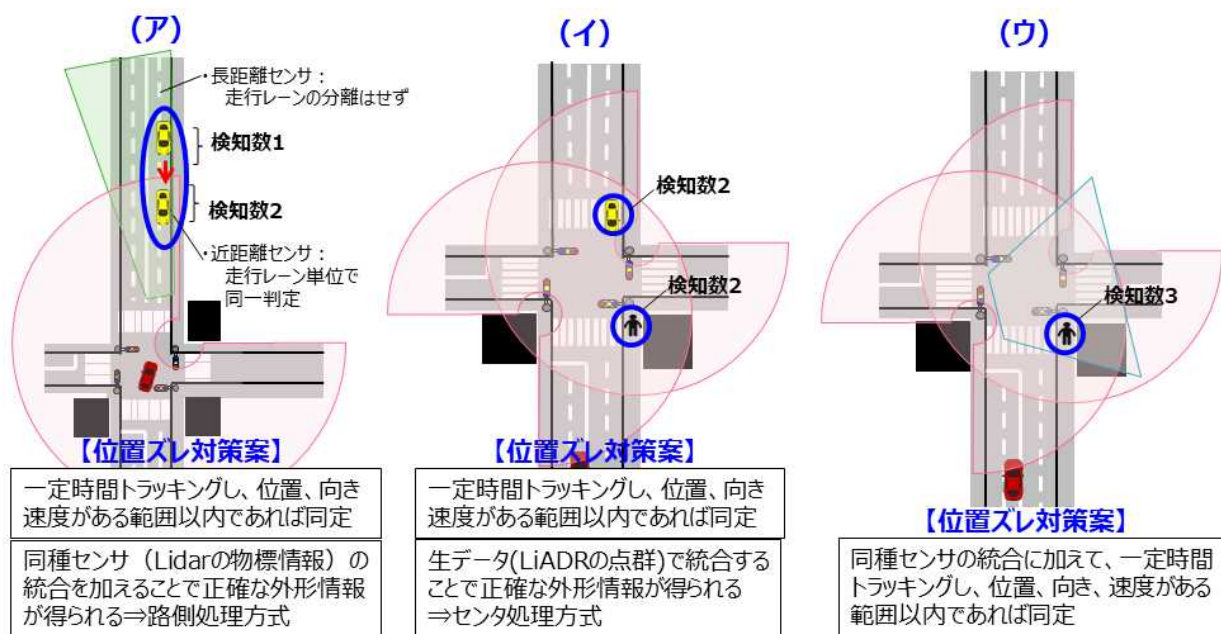


図 16 路側センサの位置ズレ課題への対策案

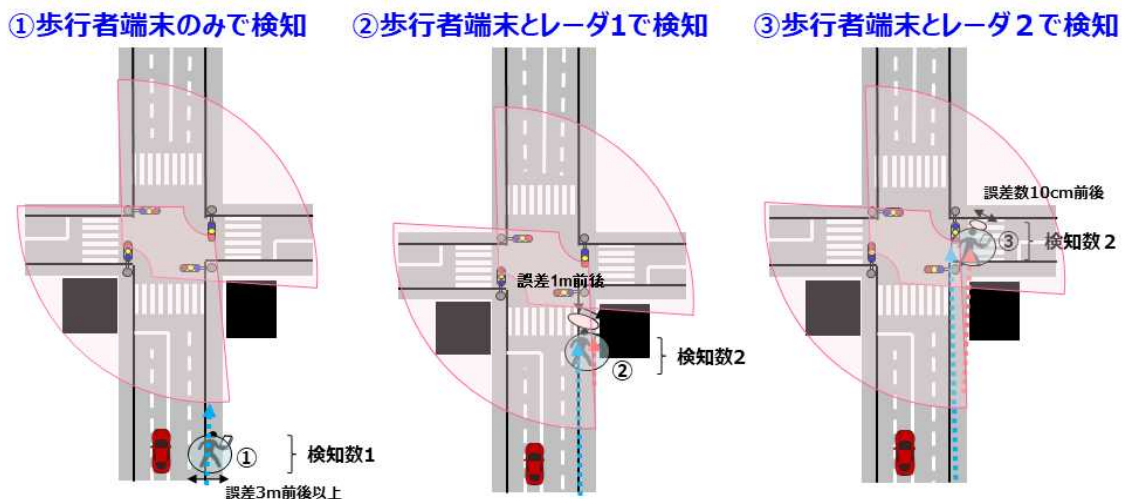
(エ) 交差点内をカバーする複数センサの検知情報と端末情報の重複

路側センサで検出した位置と、歩行者(自転車含)が保持する端末を利用した位置のずれについて、課題の事例と対策案を示す。(図 17)

まず、図 17①の路側センサの範囲外では、歩行者端末から位置情報が収集される。その端末を持った歩行者が路側センサの検知エリアに入ると複数の検知結果が得られてしまうため、これらを同一物体として統合していく必要があると考えている。このとき、歩行者端末の誤差は周辺に建物がある環境では3m以上あるのに対して、ミリ波レーダでは誤差が1m前後であるため、こうした誤差が異なるものを、どのように同一物体としてみなしていくのか

が課題と考える。

対策としては、位置情報のみで統合することは困難であると想定されるため、このユースケースについても、一定期間、検査結果をトラッキングして、進行方向、速度を加味した挙動の相関性から同一判定を行うことを検討している。



【対策案】 位置ズレ：一定時間トラッキングし、位置、向き、速度がある範囲以内であれば同定
以上の方法で同定が難しい場合は、挙動の相関性による同一判定

図 17 路側センサと端末を持った歩行者/自転車の位置ズレ課題

狭域側の各ユースケースや前提条件及び課題やその対策案については、机上検討の深堀を行いつつ、2020年度における総合確認において、検証を行っていく。

(2) 中域側研究開発内容

① 中域側の想定ユースケース

中域側では、自動運転車両による交差点手前での事前の車線変更、経路変更をユースケースに設定した（図 18）。

ユースケースの選定根拠として、平成 29 年度より実証実験が開始されている「中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転サービスの実証実験」において、路上駐車の影響が、自動運転が継続できない主な事象として挙げられており、駐車車両等の交通流を阻害する車両の存在を事前に配信することで、自動運転車両の円滑な走行を支援し、交通流の円滑化に寄与できるものと考えられるため、本ユースケースを設定している。

上記で設定したユースケースを対象に、通信方式・共通インターフェースの策定、情報配信手法の策定について研究開発を進めていく。

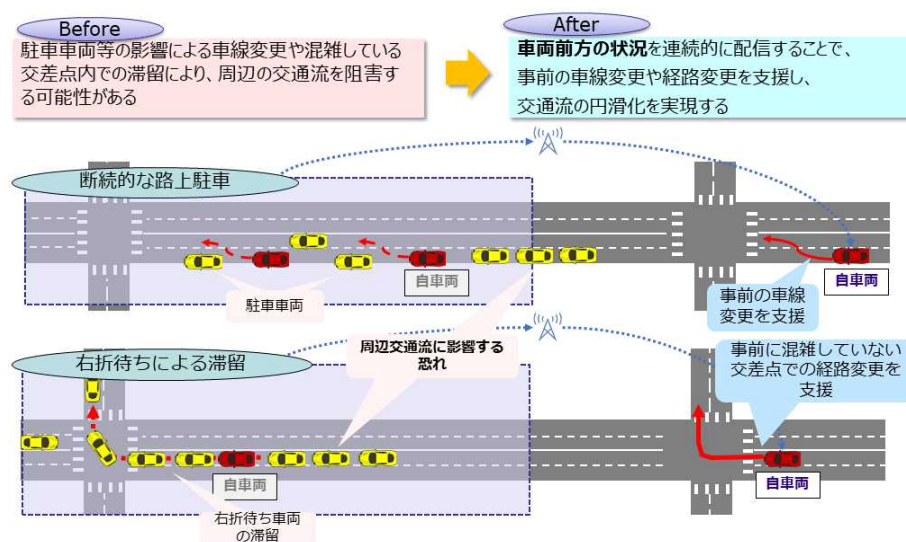


図 18 通信活用が期待されるユースケース

② 中域ユースケースにおける支援方法

中域ユースケースにおける支援方法の机上検討を実施した。

具体的には、自動運転車両による事前の車線変更、経路変更を支援するため、まずは狭域ネットワーク等で収集した情報を、中域のユースケースに必要な情報（障害物情報、車両位置・速度情報等）だけに絞り、共通インターフェースを介して収集し、中域に設けたエッジサーバの中で統合する。次に、収集・統合した情報の中から、車線変更・経路変更を促すような交通流を阻害する情報（停車車両、滞留車両等）を識別する。その上で、識別した情報等を踏まえて、車両前方の状況を連続的に自動運転車両に配信する 3 つのステップで支援することを想定している。（図 19）

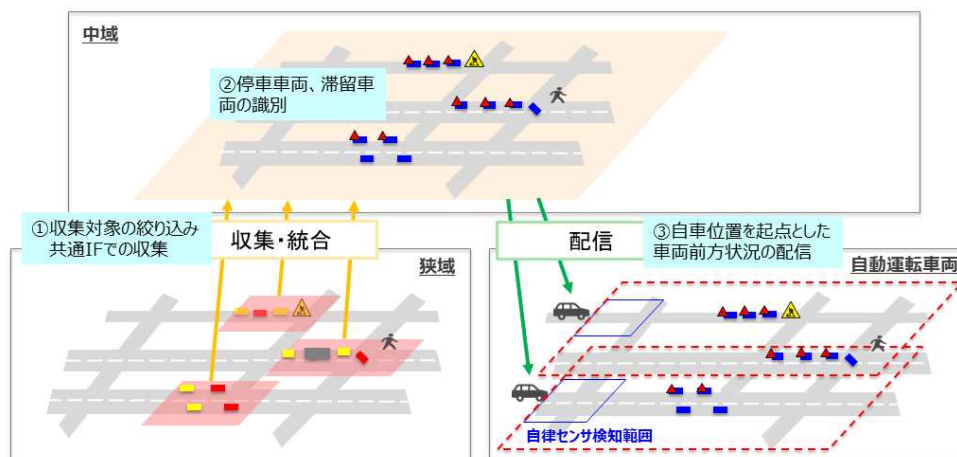


図 19 中域ユースケースにおける支援方法

③ 各種前提条件

中域における研究開発を実施する上での前提条件の検討を、以下のような観点で行った。

A) 情報配信の範囲・頻度

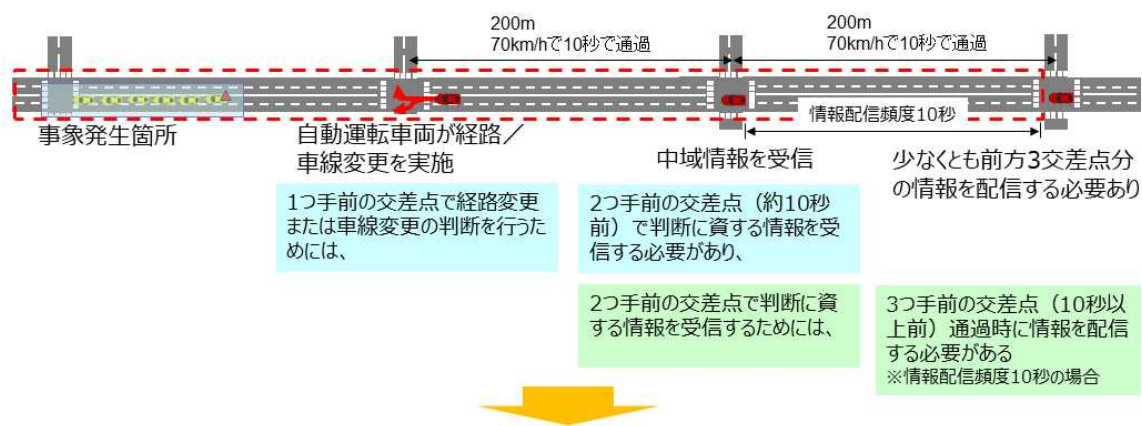
中域ユースケースでは、少なくとも事象発生箇所の1つ手前の交差点で経路変更を含む回避行動を行うことを想定し、その回避行動に資する情報を配信することが最低限の要求条件であると考えている。(図 20)

1つ手前の交差点で、経路変更または車線変更の回避行動を行うためには、前提として自動運転車両で判断・制御にどの程度時間がかかるかを仮定する必要があるが、約10秒前に情報を配信しておけば回避行動の判断ができると仮定する。交差点の間隔を200mとすると、結果的に回避行動を行う交差点の1つ手前の交差点(事象発生箇所の2つ手前の交差点)通過時に車両側で情報を受信する必要があると考えられる。

次に、2つ手前の交差点で中域の情報を受信する場合、情報配信頻度に依存するため、情報配信頻度を10秒と考えると、10秒手前で情報を配信する必要があると考える。そのため、事象発生箇所の3つ手前の交差点通過時に情報配信する必要があると想定している。

以上より、最低限の情報配信範囲は3つ程度の交差点となるが、その3つ程度の交差点を包含する範囲として、マージンを考慮し、最大1km四方程度の範囲の情報を配信することで、今回のユースケースが実現できると考える。また、その際の情報配信頻度は、10秒を想定する。配信範囲と頻度がトレードオフの関係になっているが、今回のユースケースにおける想定を基本とし、

状況に応じて、情報配信範囲と頻度を可変にする仕組みを導入する方式を採用することで、通信トラフィック量を抑制しつつ車両側に必要な情報を配信可能となるよう、最適な配信範囲と配信頻度を検討していく。



【前提条件（配信範囲・頻度）】

項目	前提条件
情報配信範囲	車両前方3～4交差点分を包含する範囲 (最大1km×1km程度の範囲を想定)
情報配信頻度	10秒

左記を基本として、車両走行速度に応じて最適な配信範囲と配信頻度を検討

図 20 中域ユースケースの情報配信の範囲・頻度に関する前提条件

B) 情報の統合について

情報統合については、車両台数、情報収集頻度、情報の保持期間等を基に収集される情報のトラフィック量を試算するとともに、情報統合を実施するエッジサーバの最適な設置基準・諸元・構成等を検討する。(図 21)

まず、車両台数としては交通センサ等のデータによると、1 km²当たりピーク時で約 2,000 台としている。仮に、中域で統合する範囲を 1 市区町村程度とした場合、東京都区部など交通量が非常に多い場所は最大約 5～6 万台を前提条件として設定する。また、情報収集は交通がリアルタイムに変化しているため、1 秒の頻度で収集することを想定しているが、これについても配信側と同様に、可変的に切替え可能な収集制御の仕組みを導入する。さらに、情報の保持期間については、停車車両や滞留車両の判定に必要な時間分は保持しておく必要があるため、最大 10 分程度を想定している。

項目	前提条件
車両台数	ピーク時 約2000台/km ² ※一例として市区町村単位程度で設置した場合、最大 約5.6万台
情報収集頻度	1秒 ※可変的に切り替え可能な収集制御を実施
情報保持期間	停車車両や滞留車両の判定に必要な時間分（最大10分程度を想定）

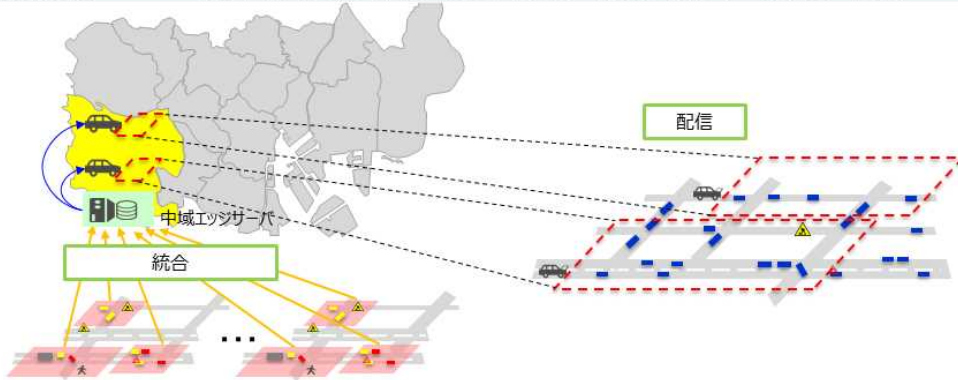


図 21 中域ユースケースの情報の統合に関する前提条件

C) システム構成

情報収集元は狭域ネットワークのほかに、車両の位置情報や道路管理者等の一般に利用できる情報の活用を前提にして、インターフェースを検討する。

(図 22)

情報配信先は自動運転車両を想定している。なお、このとき配信車両側は中域サーバと通信可能であり、自車両の位置情報が送信可能であるという前提を置いている。

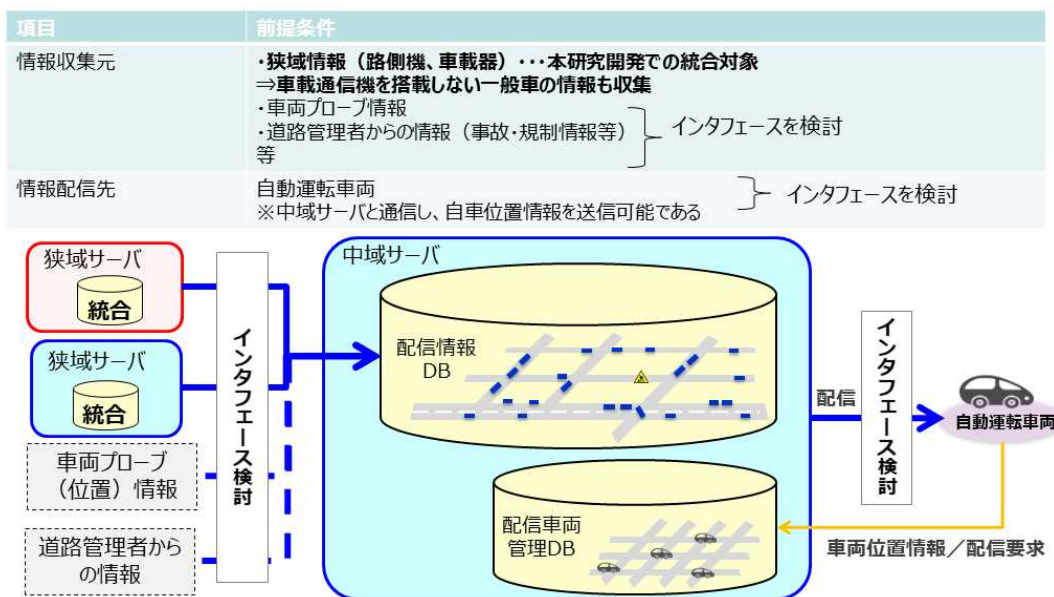


図 22 中域ユースケースのシステム構成に関する前提条件

④ 研究開発の課題

中域エリアにおける広範囲の情報を随時更新するとともに、配信先となる車両情報についても常に更新・管理が必要であることが研究開発の課題として想定される。この課題の解決にあたり、配信サーバの負荷を抑制しつつ配信を実施するシステムアーキテクチャの検討が必要となる。(図 23)

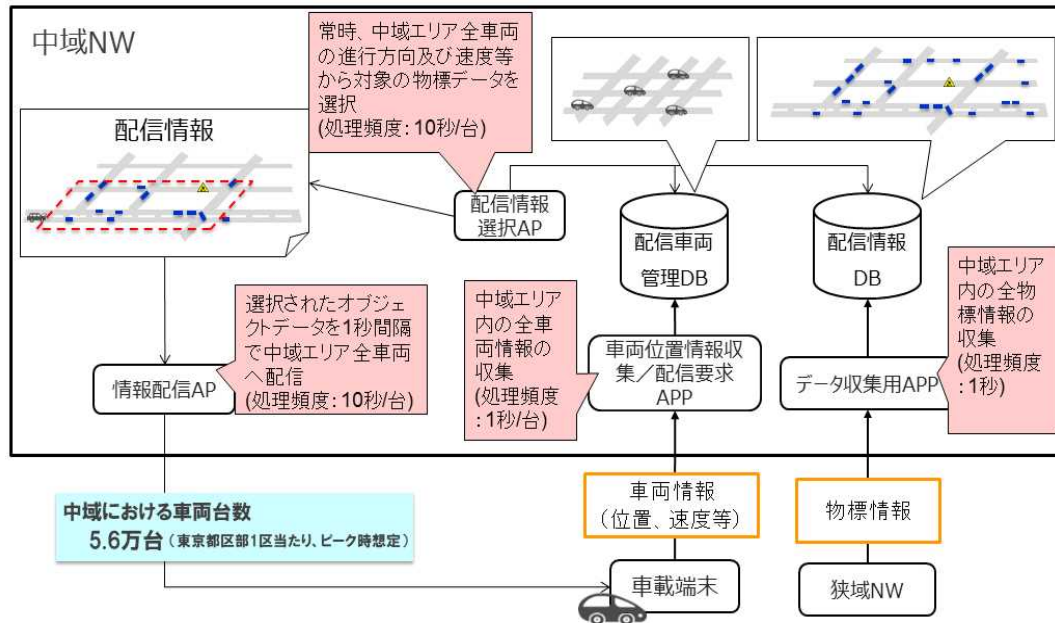


図 23 中域ユースケースにおける研究開発の課題

⑤ 情報配信技術の開発方針

情報配信技術の開発方針を以下のように検討した。

A) 情報配信制御技術

配信制御技術については、対象車両の位置や速度が時々刻々変化していく中で、実際の交通環境に応じて、配信の頻度や配信の範囲を可変に切りかえるために、いかにリアルタイムで配信対象のデータや車両の位置を把握して更新していくかがポイントとなる。

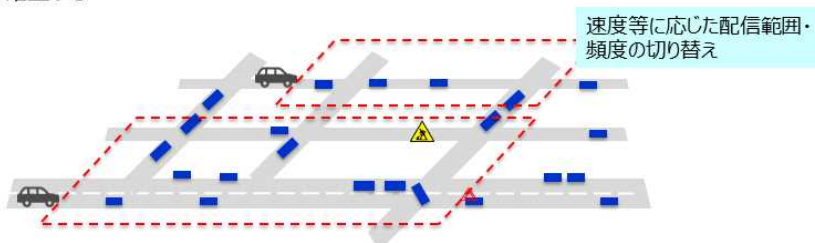
B) 情報配信方式 (ダイナミックマップとの連携)

情報配信の方式については、共有可能な形式として、関連する国際標準の規定を参考にしながら、Reference Point からの相対位置参照方式を採用して位置配信を検討していく。この方式の採用理由としては、位置座標系で送信すると、自動運転車両側の保有する地図に依存して位置が特定されてしまうため、保有する地図に依存しない位置参照方式の配信を検討している。これは、狭域側も共通フォーマットとして自動運転側に配信するため、狭域側

と協力しながらフォーマットの検討を行っていく。

・情報配信制御技術

情報の配信頻度や配信範囲等を対象車両の走行速度等の実際の交通環境に応じて可変に切り替える
⇒配信対象車両の位置・速度をリアルタイムに把握・更新するとともに、配信対象データをリアルタイムに選択する技術を確立する



・情報配信方式（ダイナミックマップとの連携）

自動運転車両側の情報と共有可能な形式として、ISO17572-4の規定等を基に、Reference Pointからの相対位置参照方式を検討する。
⇒自動運転車両が保有する地図に依存しない位置参照方式での配信を検討
※狭域／中域共通フォーマットとして検討する

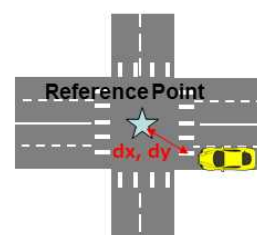


図 24 情報配信技術の開発方針

⑥ 情報統合技術の開発方針

情報統合技術の開発方針を以下のように検討した。

A) 情報収集制御技術

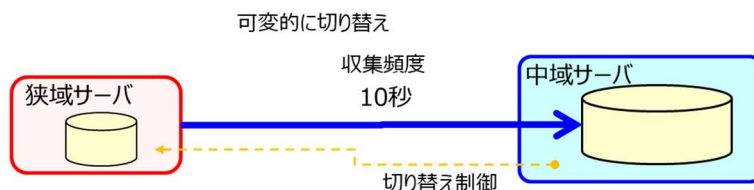
情報統合の前段として、情報を収集する必要があるが、制御技術として、狭域のネットワークから情報収集する際の情報収集の頻度や物標情報そのものの種別を可変的に切替えられるような制御技術を開発する。

B) 情報統合技術

情報統合技術としては、事前の車線変更、経路変更を支援する情報として、駐車車両・滞留車両等の識別情報を付与することを想定している。

・情報収集制御技術

狭域NWから情報を収集する頻度等を可変的に切り替える



・情報統合技術

狭域NW等から収集した情報を基に、中域ユースケース（事前の車線／経路変更）における支援に必要な情報として、停車または滞留車両に識別情報を付与する。

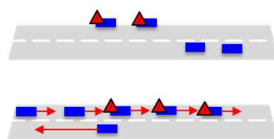


図 25 情報統合技術の開発方針

⑦ 情報収集／配信インターフェースの開発方針

情報収集／配信インターフェースの開発方針を以下のように検討した。

情報収集及び配信のインターフェースとして、データ項目、メッセージフォーマット、接続方式、通信プロトコルを検討する。データ項目としては、中域における支援に必要な情報項目に絞り込んで収集するために、ID・取得時刻・物標種別・位置座標・速度・移動方向に絞って情報収集元から収集できるようにする。また、情報配信先に対しては、情報統合により停車または滞留車両として識別した物標に識別情報を付与して配信していくことを想定している。（図 26）

具体的なメッセージフォーマットについては、世界的な標準機関（欧州であれば ESTI）の規定を参考に検討していく。

通信プロトコルについては、まず情報配信側の主な要件として以下の表に掲げてあるような通信要件を想定して、想定した通信要件をもとに通信プロトコルの仕様を検討していく。

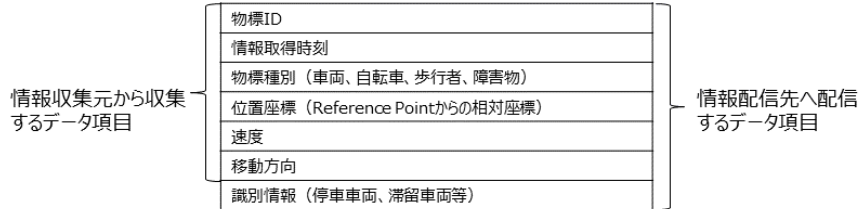
サーバ側の通信要件としては、多数台に接続したものに対して情報配信していくことを想定した場合に、多数の端末からのデータを一元的に収集して管理可能であること、端末の側もサーバへの接続、切断が容易であることが必要であると考えている。また、移動車両を対象にしているため、ネットワークが一時的に不通となっても、その後継続可能であること、加えて、セッション開設時の制限としてサーバ・端末のどちらからもセッション開設可能で、非同期の処理で行うことが必要であることなど、複数の要件を満たす必

要がある。

そのため、多数接続という特徴を考慮したプロトコルの採用について検討している。

検討項目 (案)

[データ項目、メッセージフォーマット]



※ 詳細なメッセージフォーマットはETSI EN 302 637-2やETSI TS 102 894-2等を参考に検討する。

[接続方式、通信プロトコル]

主に情報配信側の要件として、下記のような想定を実施。想定要件を基に通信プロトコル仕様を検討する。

検討項目	想定する要件
サーバ側の通信要件	多数のクライアントからのデータを一元的に収集し管理可能であること
端末側の通信要件	サーバへの接続、切断が容易であること
断続的なデータ送信	ネットワークが一時的に普通であっても、その後継続可能であること
セッション開設時の制限	サーバ、端末どちらからでもセッション開設可能、非同期処理であること
レスポンス速度	低遅延レスポンス、ヘッダが軽量であること
高速通信への対応	サーバ-端末双方向の大容量通信可能であること
拡張性	サーバ側の変更、端末側の増加への対応が容易であること
セキュリティ	認証の仕組みが容易であること
使用条件(言語、ミドルウェアなど)	多数の言語でサポートされていること
コスト/開発効率	高価な設備は必要とせずIoT機器への実装も容易であること

図 26 情報収集 / 配信インターフェースの開発方針

⑧ 狭域⇒中域⇒自動運転車両の連携構成案

今回の検討・検証で行う試験構成の狭域・中域自動運転車両の連携構成案を以下の図 27 に示す。

詳細なインターフェース仕様は狭域側と連携して検討している段階である。連携に用いるプロトコルについては、図 26 に示す通信プロトコルに求められる想定要件に合致するプロトコルとして、今回の試験では MQTT のプロトコルを採用することとする。また、中域側にブローカーを設定して、このブローカーを介したインターフェースを通じて、狭域側、自動運転車両側と通信していくことを想定した構成で試験環境を構築していくことを検討している。

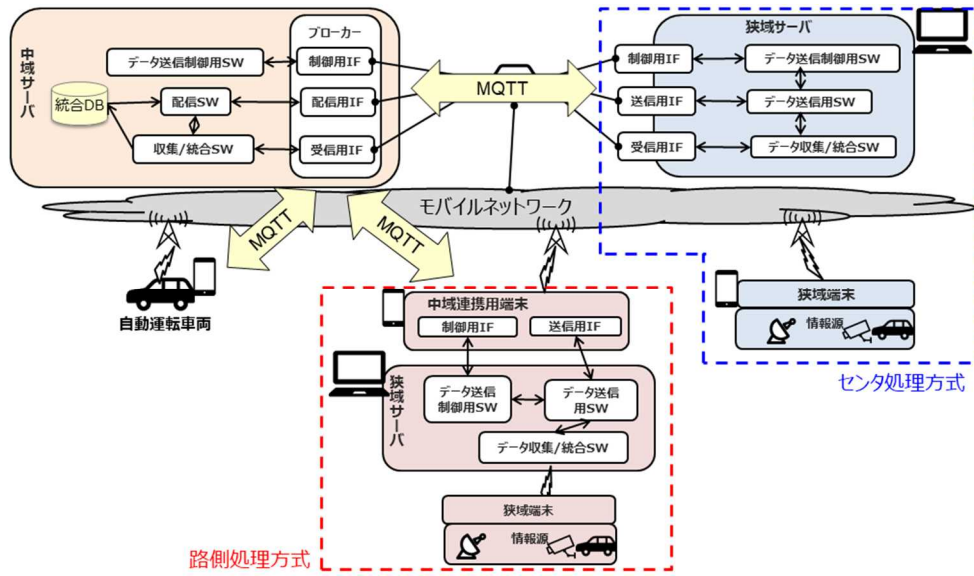


図 27 狭域⇒中域⇒自動運転車両の連携構成案

4. 2020年度における実施予定内容

2020年度においては、2019年度の机上検討結果を踏まえ、総合確認を行い、検討内容の検証及び本研究開発に対する評価を実施する。

- 2020年度第1四半期までを目途に、実機検証のための環境構築及び机上検討・シミュレーションによる検証を進める。
- 2020年度第3四半期には総合確認及び研究開発の評価を実施する。
- 関係者及び有識者への個別ヒアリングや研究開発運営委員会を引き続き開催し、研究開発及び成果へのフィードバックを行う。

以上