

**「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)／
クラウド等を活用した信号情報提供の社会実装に向けた研
究開発」**

**2021年度分 中間報告書
概要版**

一般社団法人UTMS協会
日本信号株式会社
オムロンソーシアルソリューションズ株式会社
パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

2022年4月

【参考】 公募資料における研究項目

- a 信号情報センターの社会的な機能要件(必要性)に関する検討
- b 信号情報センターの技術要件に関する検討
- c 信号情報センターの実施主体に関する検討
- d 信号情報以外の情報(交通規制情報等)の統合的な配信に関する検討
- e 信号情報と高精度三次元地図の連携に関する検討
- f 信号情報の精度向上に関する検証
- g 信号情報の通信遅延の軽減に関する検討
- h 警察庁信号情報集約システムの機能の軽減に関する検討

* 以下の資料における a ~ h の記号で示す内容は上記の通り。

1 テーマの分担

テーマ1 「クラウド等を活用した信号情報提供の社会実装に向けた研究開発（信号情報センターの社会的な機能要件(必要性)に関する検討等）」

【一般社団法人UTMS協会】

a、c

テーマ2 「クラウド等を活用した信号情報提供の社会実装に向けた研究開発（信号情報センターの技術要件に関する検討等）」

【パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社】

b、h

テーマ3 「クラウド等を活用した信号情報提供の社会実装に向けた研究開発（信号情報以外の情報(交通規制情報等)の統合的な配信に関する検討等）」

【日本信号株式会社】

d、g

テーマ4 「クラウド等を活用した信号情報提供の社会実装に向けた研究開発（信号情報の精度向上に関する検証及び信号情報の通信遅延の軽減に関する検討等）」

【オムロンソーシアルソリューションズ株式会社】

f、g

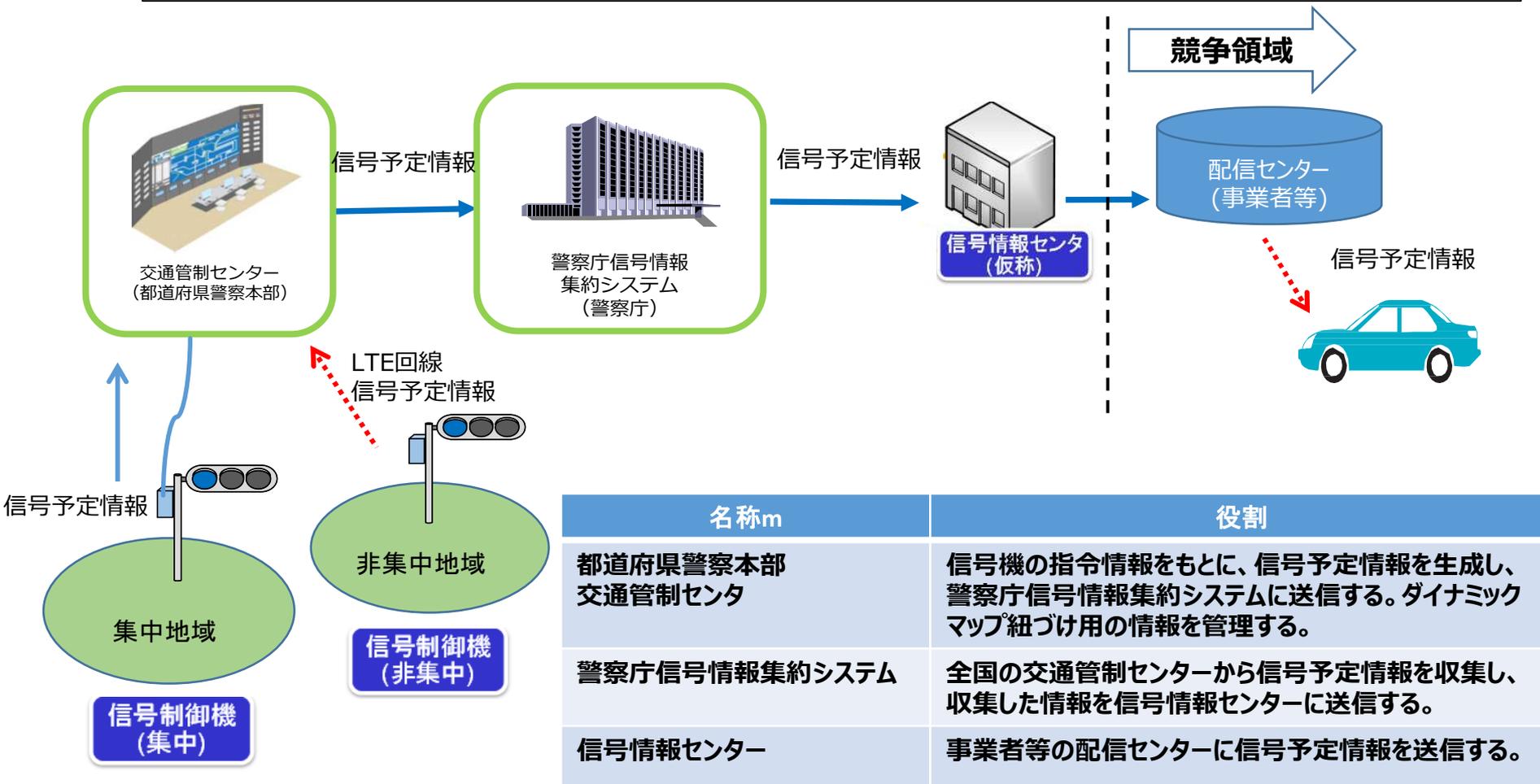
2 事業の経緯

研究名	2018年度以前	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
<p>クラウド等を活用した信号情報提供に係る研究開発 [ITS無線路側機等の路車間通信以外の手法による信号情報の提供に係る研究開発]</p> <p>(V2N)</p>	<p>海外の民間車両メーカー等による技術開発に関する動向を把握</p>	<ul style="list-style-type: none"> 海外事情を含めた基礎調査 信号情報提供方式の提案 <p>低コスト化等への期待</p>	<ul style="list-style-type: none"> 機能要件の詳細化 工場レベルの検証 信号情報提供方式の選定 	<ul style="list-style-type: none"> 機能要件の詳細化 課題への対応策の検討 モデルシステムの構築・検証 来年度以降の検証で構築するシステムの仕様書の策定 	<ul style="list-style-type: none"> 信号情報センターの社会的要件、技術的要件等の検討 他の情報との連携・統合に関する検討 課題への対応策の改善 	<p>モデル事業・検証</p>
<p>【参考】自動運転の実現に向けた信号情報提供技術等の高度化に係る研究開発(V2I)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 光ビーコンを活用したTSPSの実用化 ITS無線路側機を活用したDSSSの実用化 	<ul style="list-style-type: none"> 海外事情を含めた基礎調査 次年度への準備 	<ul style="list-style-type: none"> 機能要件の詳細化 課題への対応策の策定 工場レベルの検証 他方式を含めた比較検討 上記を踏まえた仕様化 	<ul style="list-style-type: none"> 低コスト化等の推進による普及への継続的取り組み 		

3 研究の概要

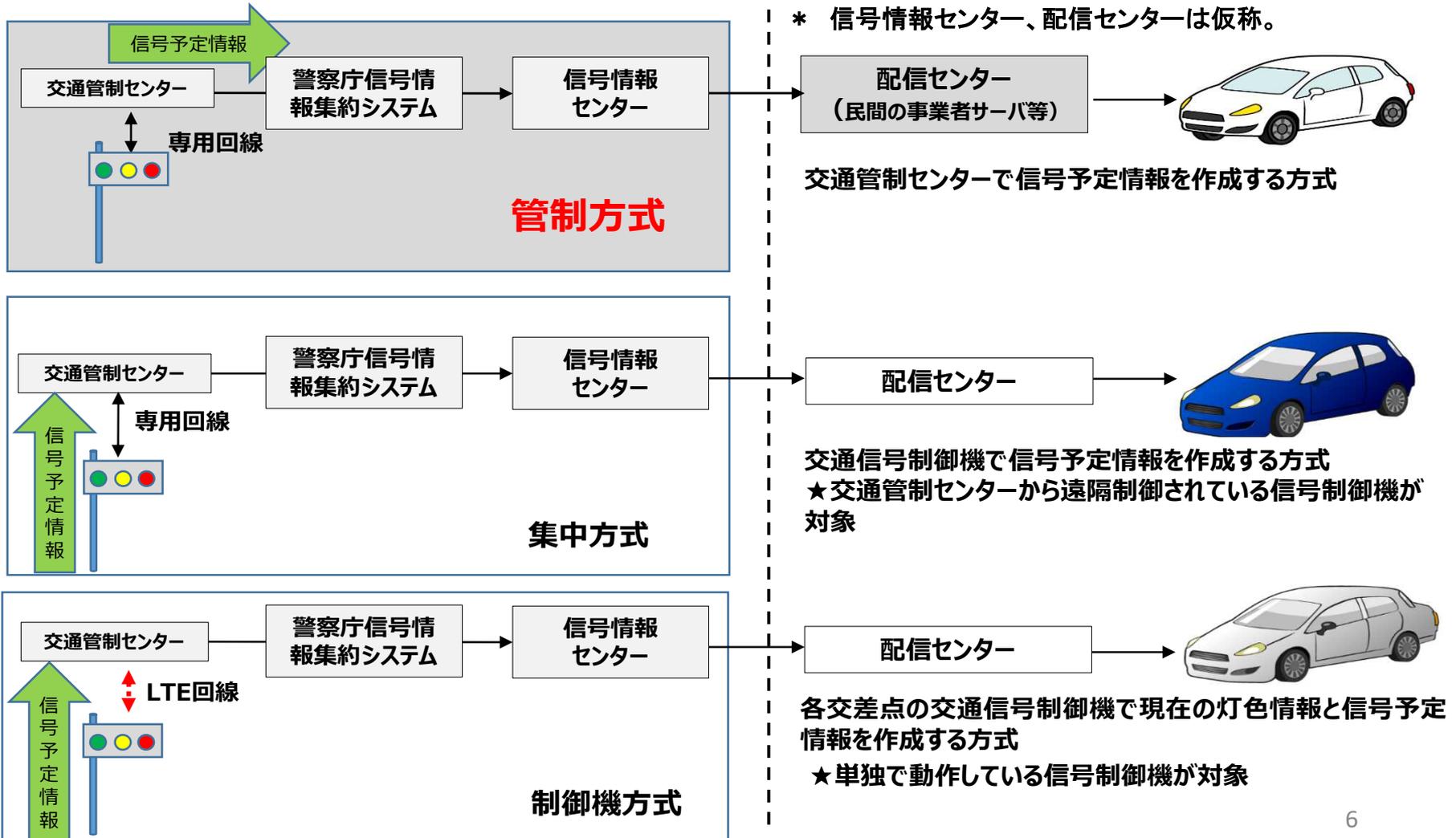
【概要】

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）においては、自動運転に係る激しい国際競争の中で世界に伍していくため、自動車メーカーの協調領域となる世界最先端のコア技術（信号・プローブ情報をはじめとする道路交通情報の収集・配信などに関する技術等）を確立し、一般道で自動運転（SAE レベル3相当）を実現するための基盤を構築し、社会実装することを内容としている。本事業では、その一環として、クラウド等を活用した信号制御提供の社会実装に向けた研究開発を行う。



4 信号情報提供の手法

交通管制センターや信号制御機で生成される信号予定情報をLTE等の回線を介して警察庁信号情報集約システムに一旦集約した後、配信センターに送り出す提供手法等について研究開発を行う。令和元年度の検討の結果を踏まえて管制方式を軸に検討を進め、同方式を補完するために集中方式・制御機方式の検討を行う。



5 実施体制

一般社団法人UTMS協会 a、c
(両委員会の運営を担当)

パナソニックシステムソリューションズ
ジャパン株式会社 b、h

検討結果、検証結果を提出

日本信号株式会社 d～g

管制方式、集中方式を検証

オムロンソーシャル
ソリューションズ株式会社 f、g

管制方式、制御機方式を検証

信号情報センター検討委員会

警察庁、交通インフラメーカー、車両メーカー、交通情報提供事業者、通信キャリア等

【審議課題】

- a 信号情報センターの社会的な機能要件(必要性)に関する検討
- b 信号情報センターの技術要件に関する検討
- c 信号情報センターの実施主体に関する検討
- h 警察庁信号情報集約システムの機能の軽減に関する検討

審議を通じて確認
オーバーラップ部分は双方で確認

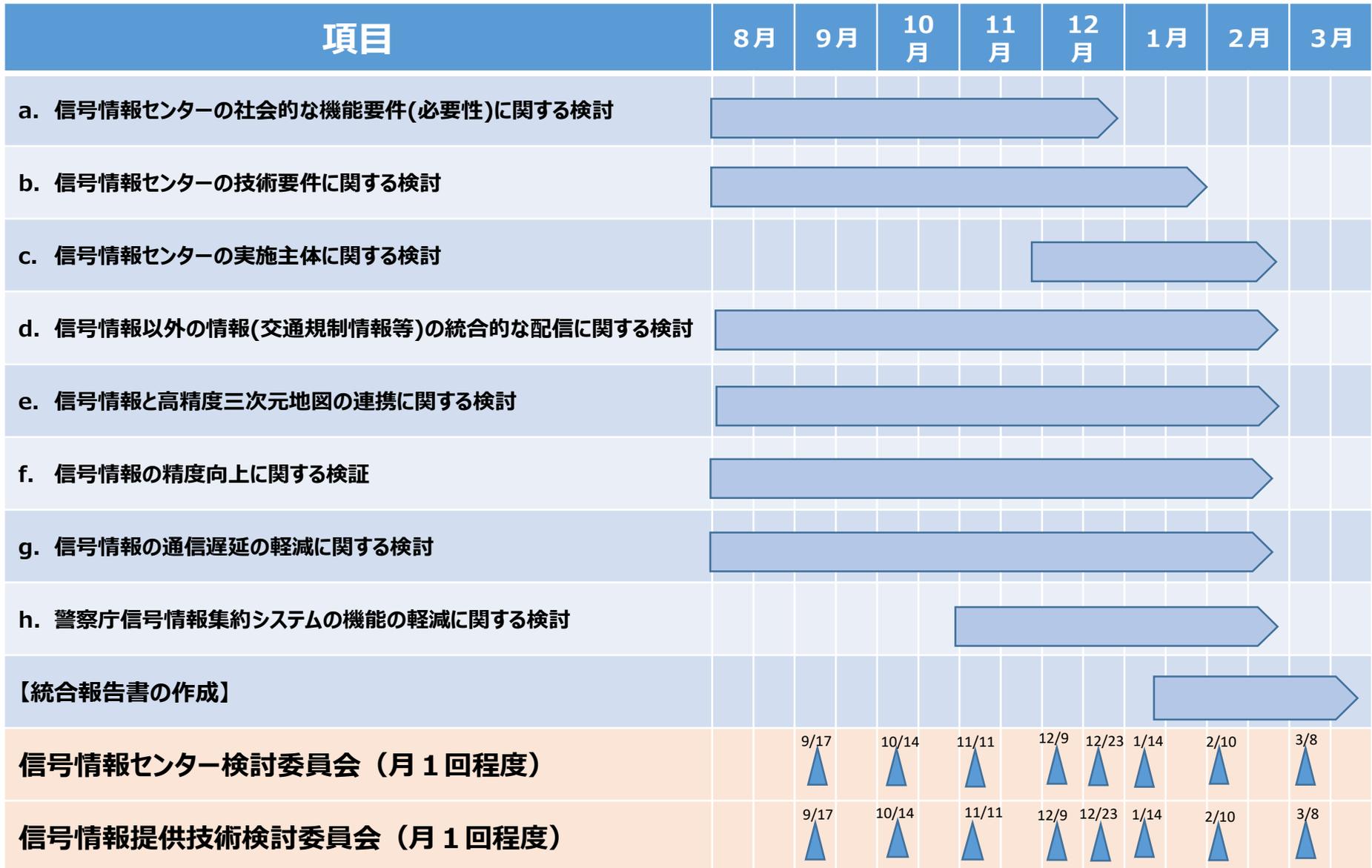
クラウド等活用信号情報提供技術検討委員会

警察庁、交通インフラメーカー、車両メーカー、地図関係企業、通信キャリア等

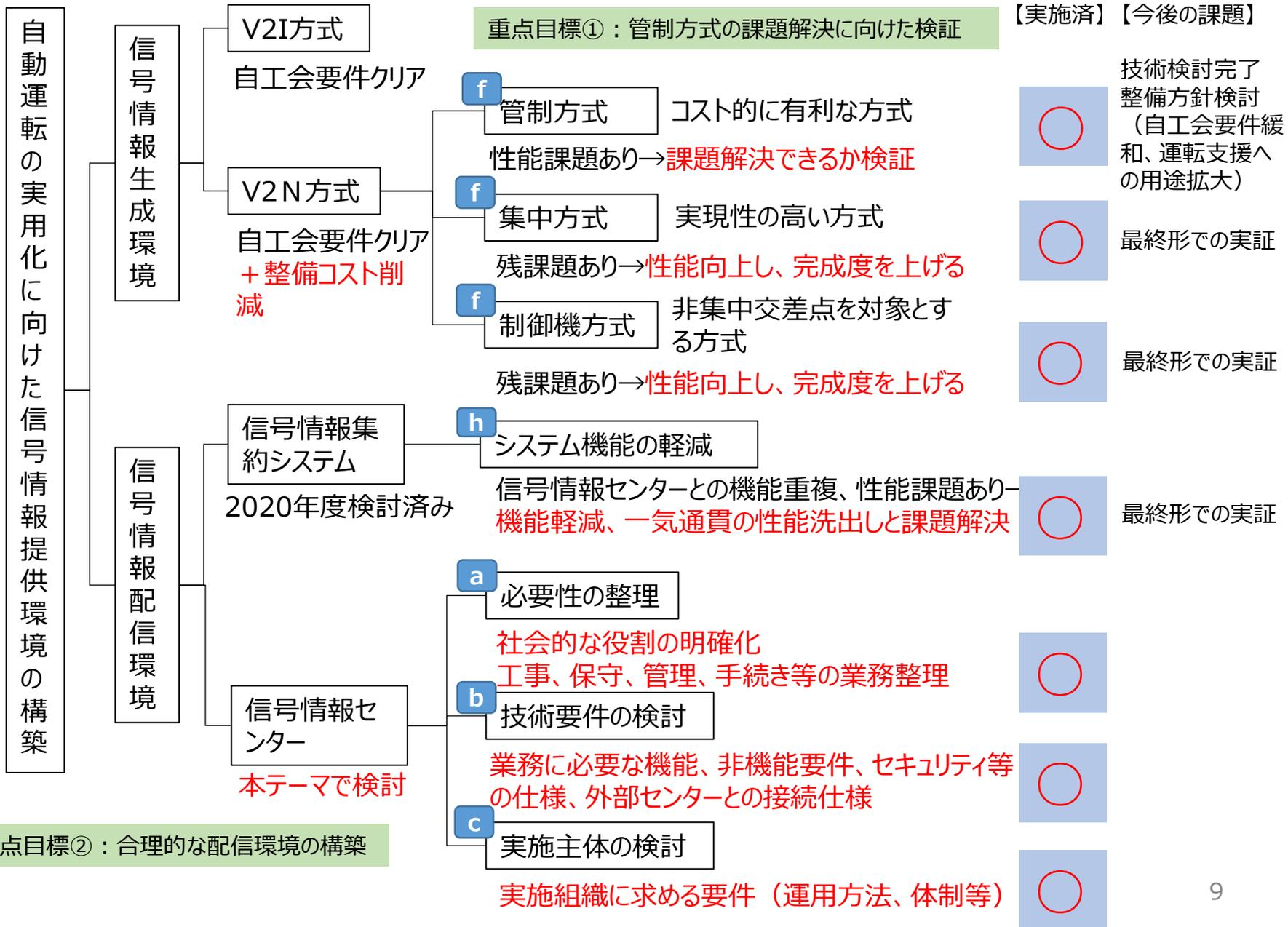
【審議課題】

- d 信号情報以外の情報(交通規制情報等)の統合的な配信に関する検討
- e 信号情報と高精度三次元地図の連携に関する検討
- f 信号情報の精度向上に関する検証
- g 信号情報の通信遅延の軽減に関する検討

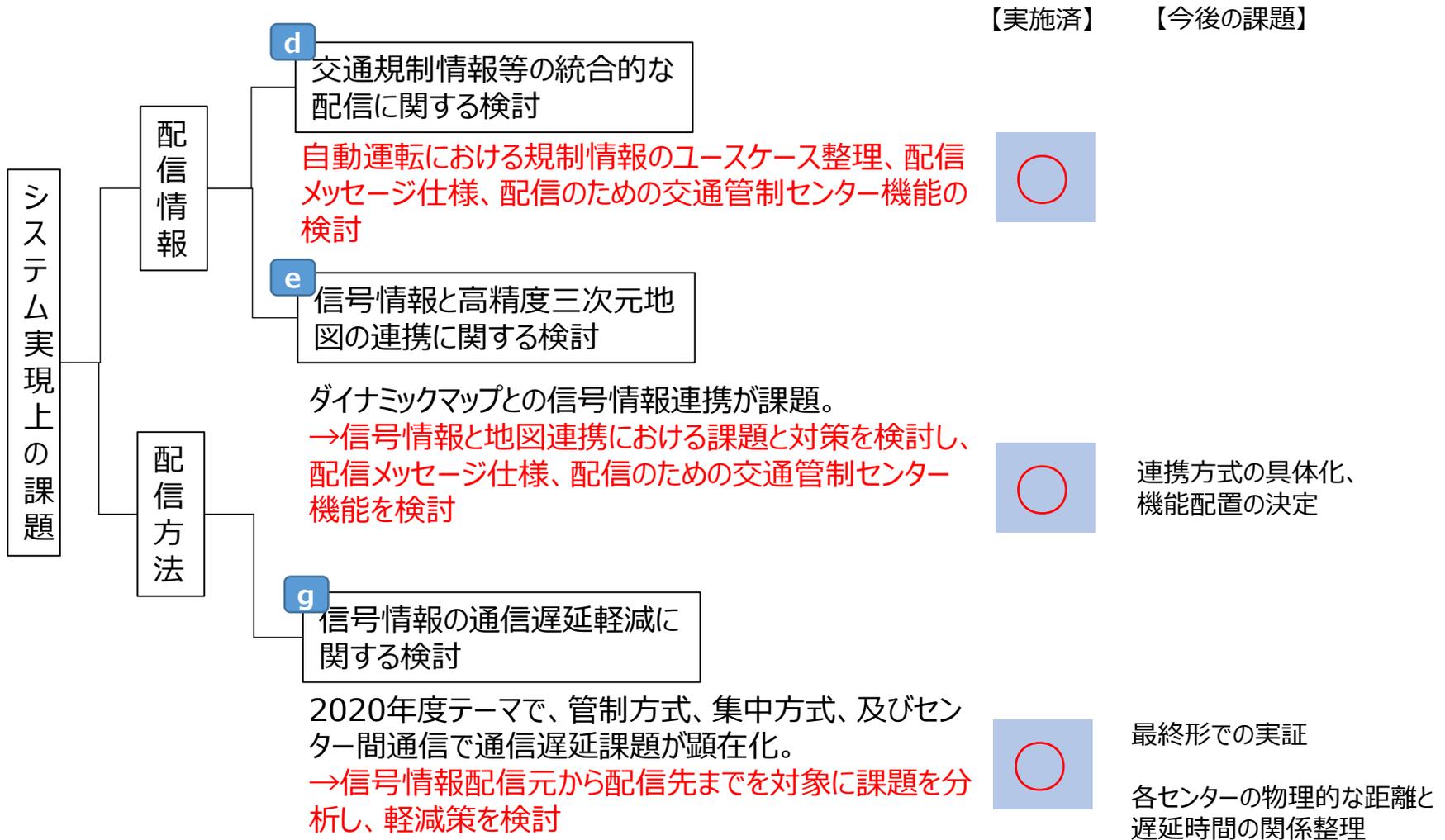
6 研究開発スケジュール



7 研究開発の目標に対する成果と課題(1/2)



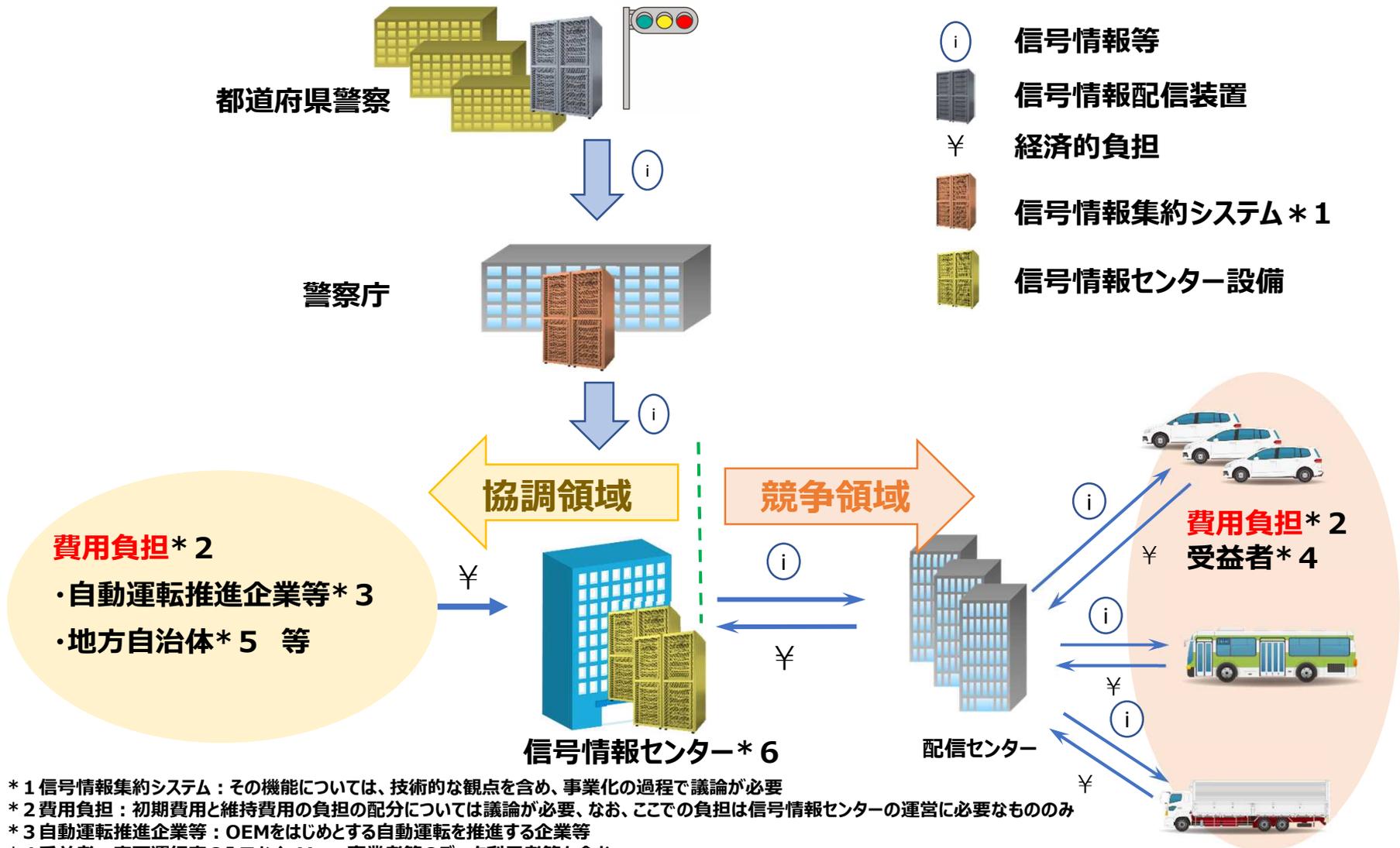
7 研究開発の目標に対する成果と課題(2/2)



8 信号情報センター事業全体像(想定)

(一般社団法人UTMS協会)

a



- * 1 信号情報集約システム：その機能については、技術的な観点を含め、事業化の過程で議論が必要
- * 2 費用負担：初期費用と維持費用の負担の配分については議論が必要、なお、ここでの負担は信号情報センターの運営に必要なもののみ
- * 3 自動運転推進企業等：OEMをはじめとする自動運転を推進する企業等
- * 4 受益者：車両運行車のみでなく、Maas事業者等のデータ利用者等も含む
- * 5 地方自治体：都道府県警察は含まない。例としては、バス等を運行する都道府県、市、町、村
- * 6 信号情報センター：理念的な位置付けの記載であり、機能の地域分散等については、今後議論が必要

8 信号情報センターが備える必要のある社会的要件

(一般社団法人UTMS協会)

a

項目	必要な社会的要件	課題
組織体の運営	<ul style="list-style-type: none"> ・経営企画機能 ・ファイナンスの確保機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材確保（受益者負担の確保を含むファイナンス経験、公共的な観点で考え得る能力） ・関係機関との意思疎通の円滑性
信号情報の中継	<ul style="list-style-type: none"> ・中継に関するオペレーション機能 ・イベント発生時のリカバリー対応機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材確保（オペレーション経験） ・類似業務の経験
信号情報センター施設の整備・維持・管理・保守・運用	<ul style="list-style-type: none"> ・信号情報センター施設の企画・設計及び関係する発注機能 ・セキュリティ管理機能 ・日常的な障害処理 ・配信センターへのサポート 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材の確保（フィールドエンジニアリング、動的データベースの専門家） ・類似業務の経験 ・全国的な体制の確保
配信センターへの技術的な接続	<ul style="list-style-type: none"> ・接続用装置等の設置(信号情報センター施設の工事施行含)等実施機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材確保（技術管理能力） ・類似業務の経験
配信センターへの手続的な接続	<ul style="list-style-type: none"> ・受付（条件の確認）機能 ・費用（受益者負担分）の徴収機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材確保（カスタマーサービス経験） ・類似業務の経験
配信センターへの技術的なサポート	<ul style="list-style-type: none"> ・仕様、規格等の確認等の技術サポート 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材確保（新規開発した信号情報提供技術に関する知見）

※ 赤字の人材は信号情報センターで確保することが必要。オペレーション、施設関係は外部依存も可能。 12

8 信号情報センターの実施主体の条件

(一般社団法人UTMS協会)

C

道路交通法との関係

従来の交通情報よりも高い信頼を要求される信号情報等を担うという観点から、少なくとも**道路交通法施行規則第38条の7第2項**を満足することが必要

「道路の交通に関する情報を提供することにより道路における交通の安全と円滑に寄与することを目的とする……同条第一項に規定する交通情報の提供に係る事務を行うのに必要かつ適切な組織、施設及び能力を有する」(道路交通法施行規則第38条の7第2項)

社会的要件の充足

必要な社会的要件 (スライド12) を充足することが必要

- 機能要件のうち、施設整備、技術サポートその他技術的な解決を図ることが適当な項目については、他の組織に依存することが可能

考慮すべき事項

- 数の限定
- 既存組織の活用
- 経験組織の参画

- 警察と競争領域の間を中継するという事業の性格上、警察側の負担、セキュリティの維持、全国的な統一性、事業の成立性等の観点からは、**信号情報センターを担う組織はできるだけ少ない数とすることが適切 (可能であれば、中立・公正性を担保でき、地域的な機能分散を視野に入れつつもそれらを統合的に管理できる全国的な体制及び24時間体制を有する1組織)**
- 自動運転を支えるという性格上、サステナビリティを担保する経営の確実性が重要であり、**一定の実績を保有する既存の組織体の事業を拡大することにより実現することは有力な方法の一つ**
- 企画、経営判断等に必要の人材確保の必要性から、**交通情報の分野において、経験を有する組織の参画が必要**

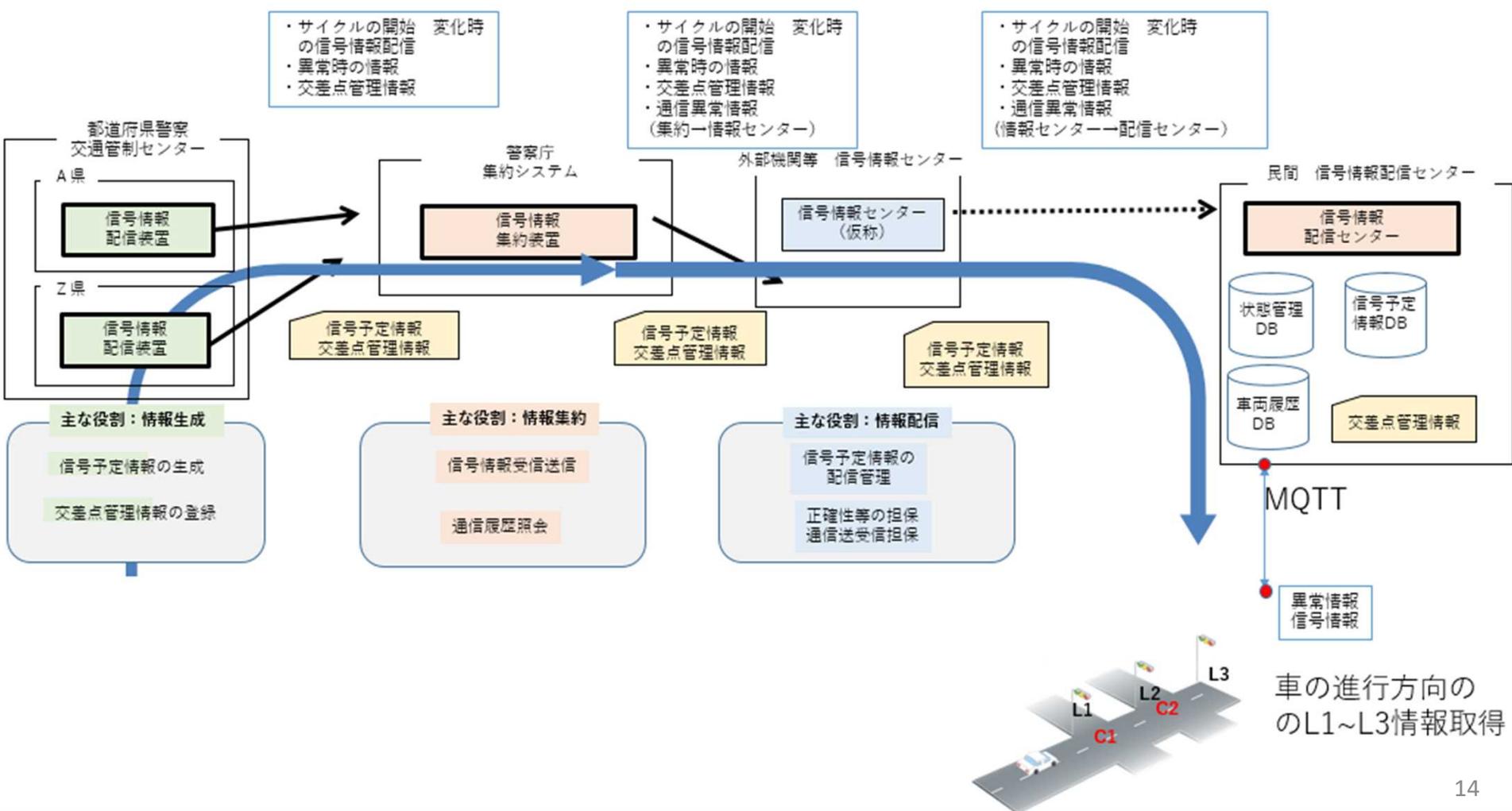
9 信号情報センターの技術要件のための全体構成や必要な機能

(パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社)

b

【信号情報センター等の技術要件】

- ・都道府県警察交通管制センターから、提供された信号情報を警察庁信号情報集約システムで集約して、信号情報配信センターに送信する信号情報センターのシステムの仕様化 (2021年度に信号情報集約システムの仕様書作成済)
- ・上記各装置間の役割の再設計



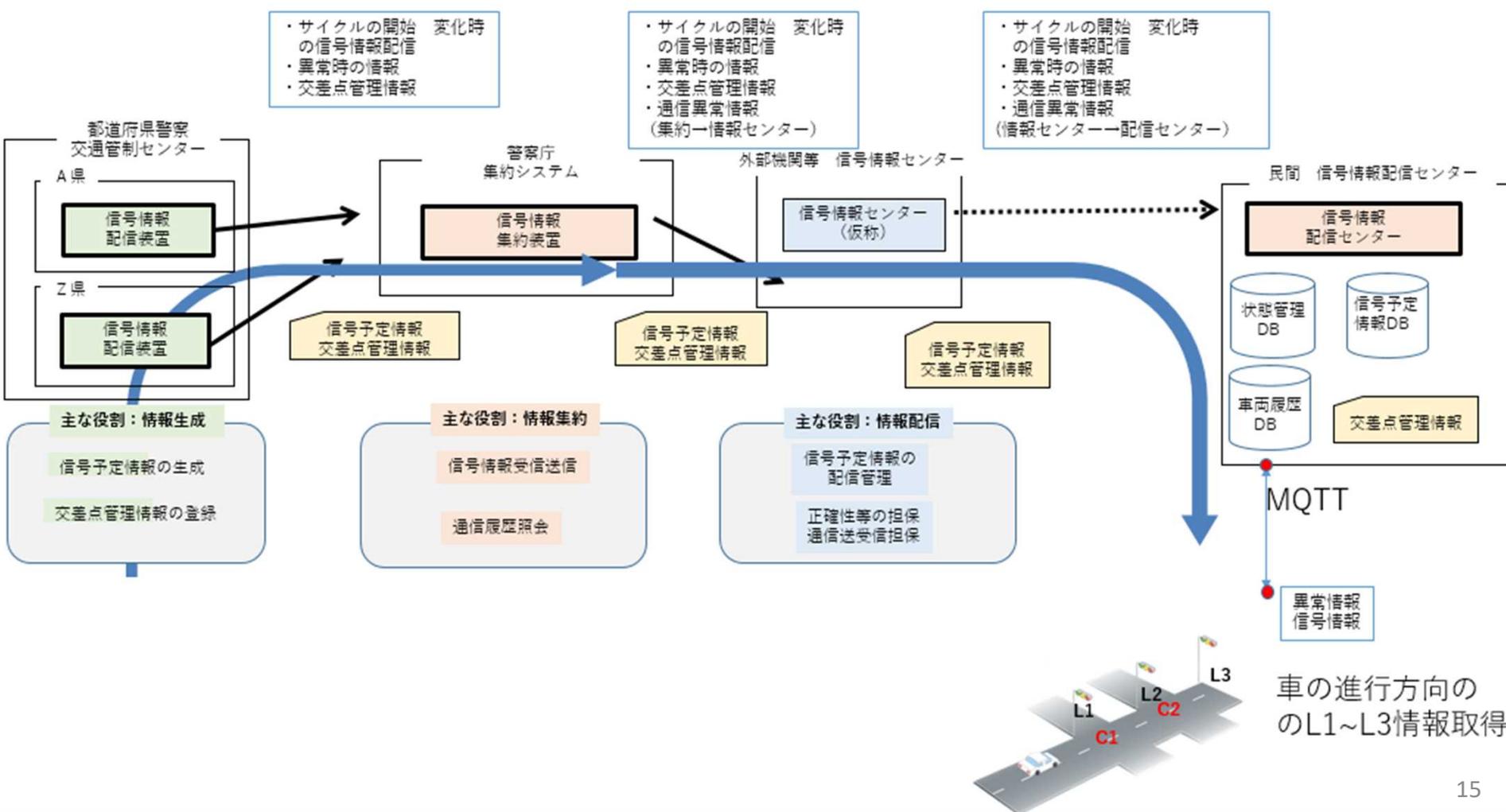
9 信号情報センターの技術要件のための全体構成や必要な機能

(パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社)

b

【信号情報センター等の技術要件】

- ・都道府県警察交通管制センターから、提供された信号情報を警察庁信号情報集約システムで集約して、信号情報配信センターに送信する信号情報センターのシステムの仕様化 (2021年度に信号情報集約システムの仕様書作成済)
- ・上記各装置間の役割の再設計



9 信号情報センターの技術要件のための構成、機能配置検討

(パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社)

b

(1) ハードウェア構成の検討

- ハードウェア構成の整理（各装置の役割）
- リソース容量(メモリ、ハードディスク) の算出(日単位、月単位)
- 信号情報集約装置と信号情報センターのシステム装置のハードウェア及びその機能要件
- 技術要件（性能）の検討

(2) システム構成(装置配置と機能の整合性)

- 必要最小限のシステム構成検証（監視、通信ログ保存、データベース）
机上及び装置活用検討(以下の項目を考慮)
- 交差点管理情報の運用に合わせたデータ管理
- 信号予定情報と装置間のエラー情報の送信方法
- OS・ミドルウェア以外に必要なデータベース構築用ソフトウェアのシステム中立性要件を考慮した検討

(3) 帳票（参照系）の検討

(4) ネットワーク環境及び非機能要件

9 信号情報センターの技術要件の機能整理

(パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社)

b、h

信号情報集約システムと信号情報センターの機能の検討と項目決定

システム機能上の役割分担

信号情報を提供するサービスを実現するうえで、信号情報集約システム及び信号情報センターシステムの要件検討の前提とするシステム機能の分担案である。

	協調領域		競争領域 (民間)
システム	都道府県警察 ／交通管制システム	警察庁 ／信号情報集約システム	配信センター ／配信センターシステム
主たる装置	信号情報配信装置	信号情報集約装置	信号情報配信サーバ (仮)
システム 機能の分担	●信号予定情報の生成	●全国情報集約 ・ルート1本化	●信号情報等の 規約整合性の確保
	●交差点管理情報の登録	●通信監視 (通信異常対応)	—
	●通信等の管理・照会	●履歴照会	●配信の管理・照会
	●信号予定情報の提供管理 (信号予定情報の 整合性の確保)	●実証実験の各種検証 (サービス立上げ時含む)	●提供情報の管理

【凡例】

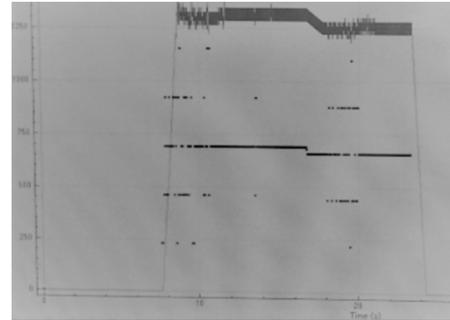
●赤色：機能がシフトするもの (昨年度仕様から)

10 性能測定(性能改善・ボトルネック要因)

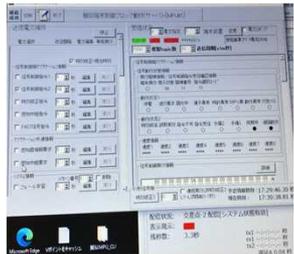
(パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社)



実行	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
歩道	16	2	2	3	3	2	16	2	3	3	4										
歩道内	16	2	2	3	3	2	16	2	3	3	4										
歩道外	16	2	2	3	3	2	16	2	3	3	4										
歩道	16	2	2	3	3	2	16	2	3	3	4										
歩道外	16	2	2	3	3	2	16	2	3	3	4										



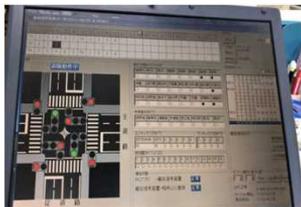
msg_id	class	connect	disconnect	subscribe
002	MQTT	0	0	0
003	MQTT	0	0	0
004	MQTT	0	0	0
005	MQTT	0	0	0
006	MQTT	0	0	0
007	MQTT	0	0	0
008	MQTT	0	0	0
009	MQTT	0	0	0
010	MQTT	0	0	0
011	MQTT	0	0	0
012	MQTT	0	0	0
013	MQTT	0	0	0
014	MQTT	0	0	0
015	MQTT	0	0	0
016	MQTT	0	0	0
017	MQTT	0	0	0
018	MQTT	0	0	0
019	MQTT	0	0	0
020	MQTT	0	0	0



交通管制センター

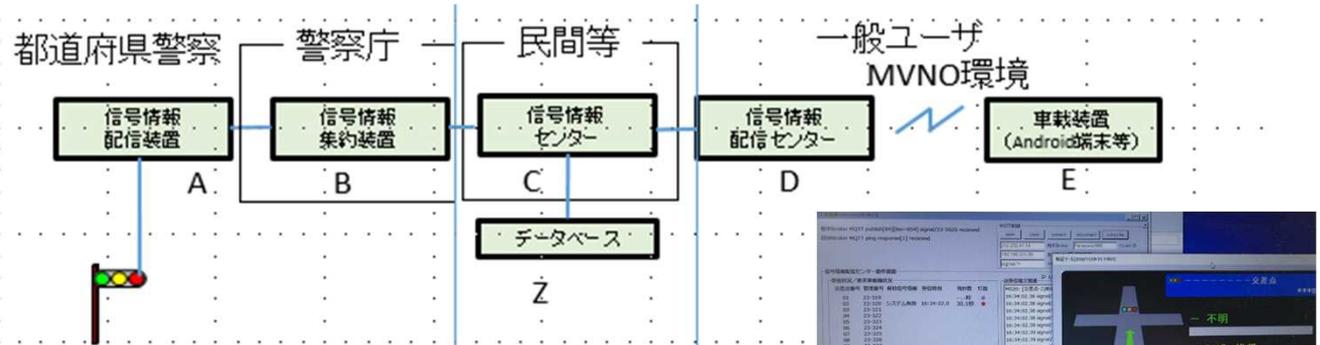


端末対応装置



0.1秒対応疑似信号制御機

信号情報配信装置 USB-LAN等での12.5Mbps帯域 信号情報配信センター



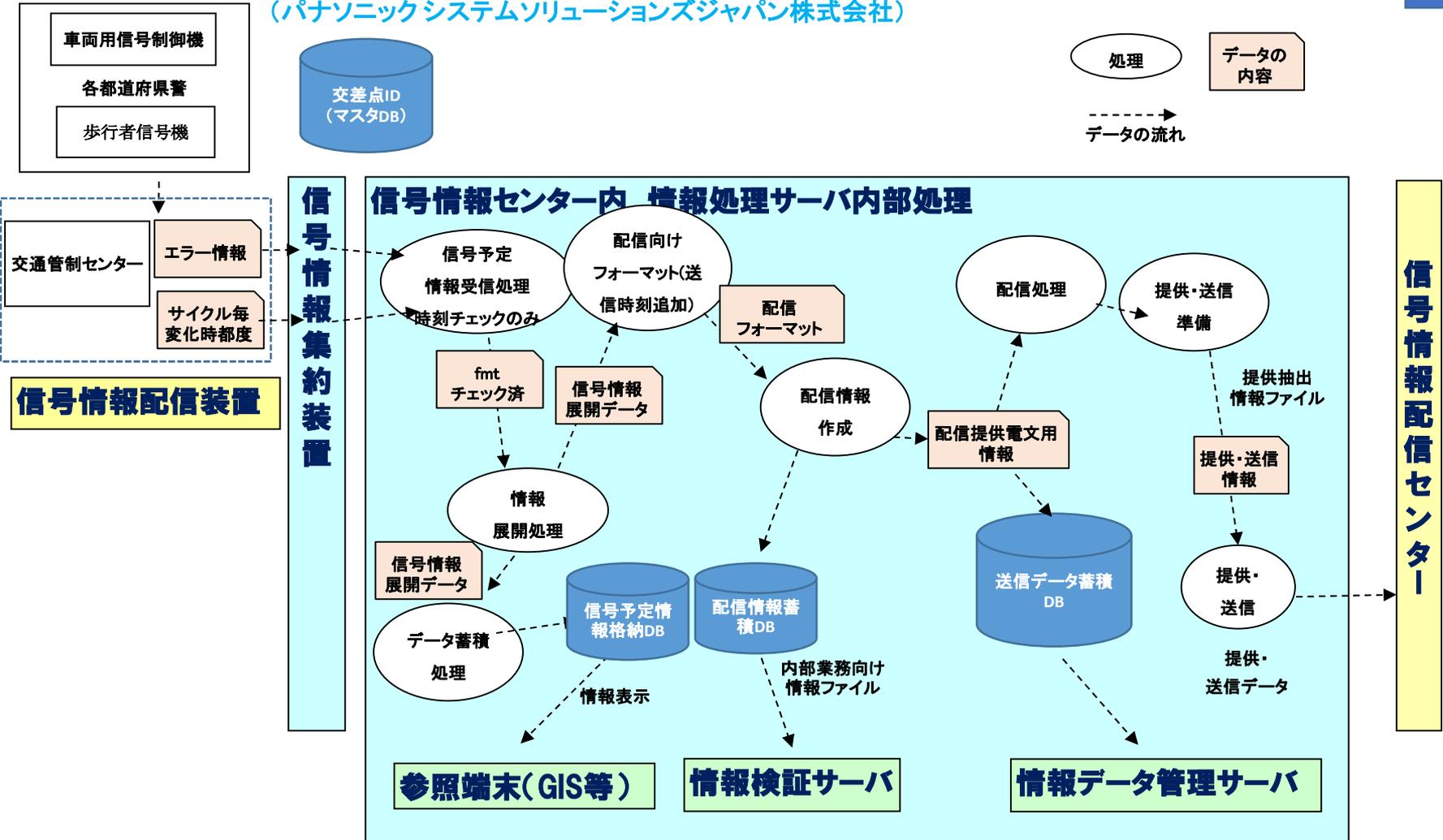
同時通信数をシミュレーション
 4000交差点 60秒サイクル時
 100交差点 (99.99%)



一般公衆回線でのパケット通信時のエージングデータ取得予定再送回数の取得

10 遅延軽減等のための内部処理検討

(パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社)



- ①ヘッド負荷処理部の性能測定環境構築
- ②同時通信処理数の見直し
- ③時刻チェック処理
- ④再送処理なし

10 性能測定結果

(パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社)

測定環境

模擬信号情報配信装置(各県警) – 模擬信号情報集約装置間 帯域12.5Mbps
サイクル長 100秒 信号予定情報サイズ 585バイト 同時通信数 256交差点
場所：福岡 東京 同時間帯で測定 17:00～19:30

・2020年度は2装置間で検証を行ったが、2021年度は4装置（生成装置、集約装置、信号情報センター、配信センター装置）を別セグメントに配置する等経路数を実環境に近い模擬環境を構築

結果

福岡 最大 2.63秒 平均0.87秒

東京 最大 1.57秒 平均0.47秒

(PULL通信での接続環境)

- ・信号情報センターの処理時間としては通信時間を含んでも30～60msで配信。
- ・センターを整備する都道府県と車載機の距離が離れると、通信遅延が拡大。



10 性能測定結果

(パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社)

g

- 2020年度はデータベースへの書き込みまでの遅延時間と配信センターから模擬車載機までの配信時間をそれぞれ評価して加え合わせて評価した。その結果、2秒から3秒程度の遅延という結果を得た。
- 2021年度はデータベース書き込みと並行してデータ伝搬結果MQTT-PINGを1秒間隔で車載機とセンター間で通信して呼をはることで、200ms～500msに遅延が縮小した。



MQTT-PING 1秒での連続稼働



MQTT-PINGなしでの連続稼働

○ 24時間連続稼働で2回 センターと車載機間で通信が切れて測定不能 リトライで復旧

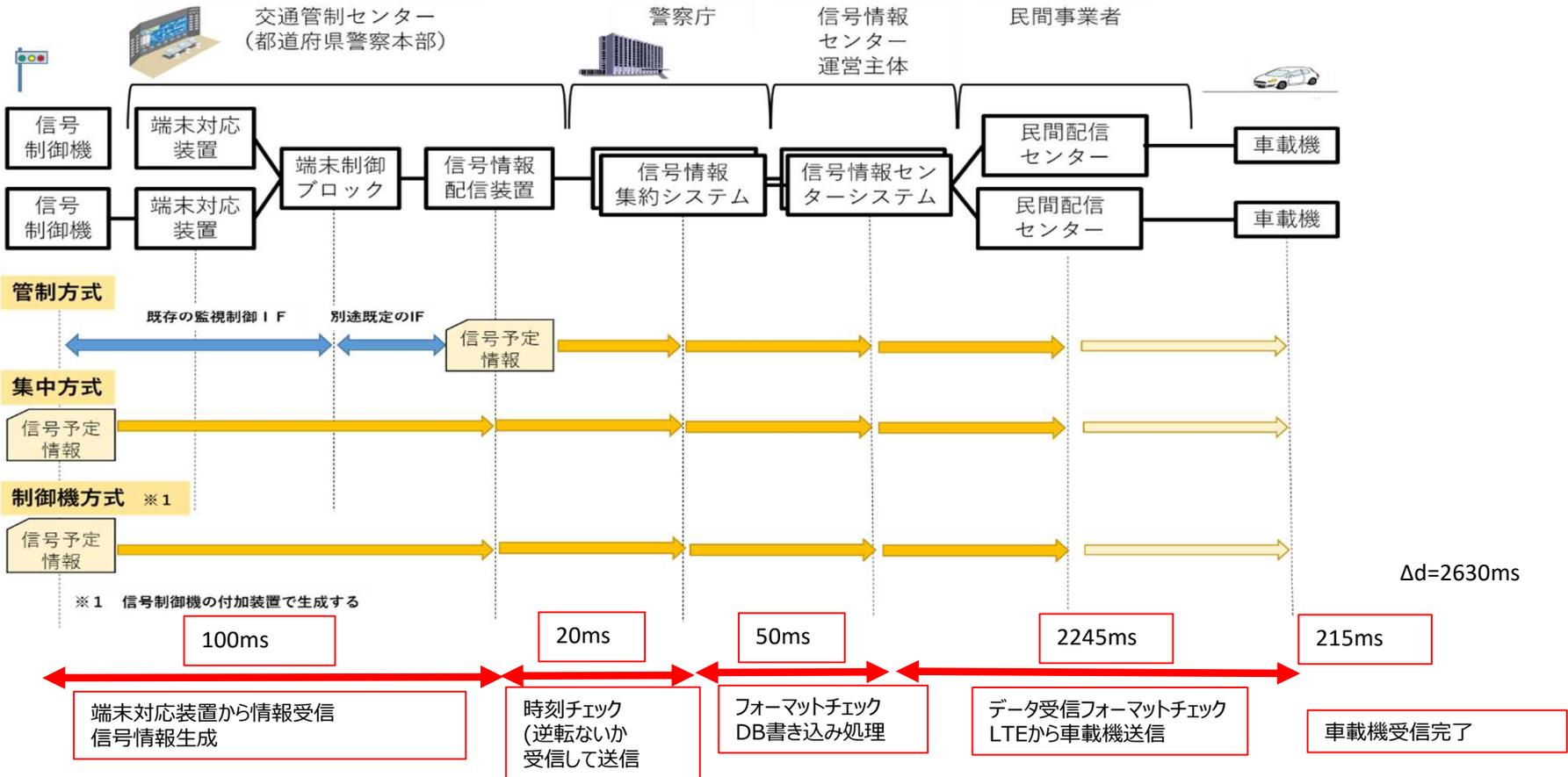
10 Δt と Δd の考察

(パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社)

※ Δd = 処理 + 通信遅延



福岡 最大値2630msの場合 (スライド19参照)



サイクル開始から青が終了するまでの時間 > 信号予定情報が車載機に届くまでの時間 + Δt を確認した

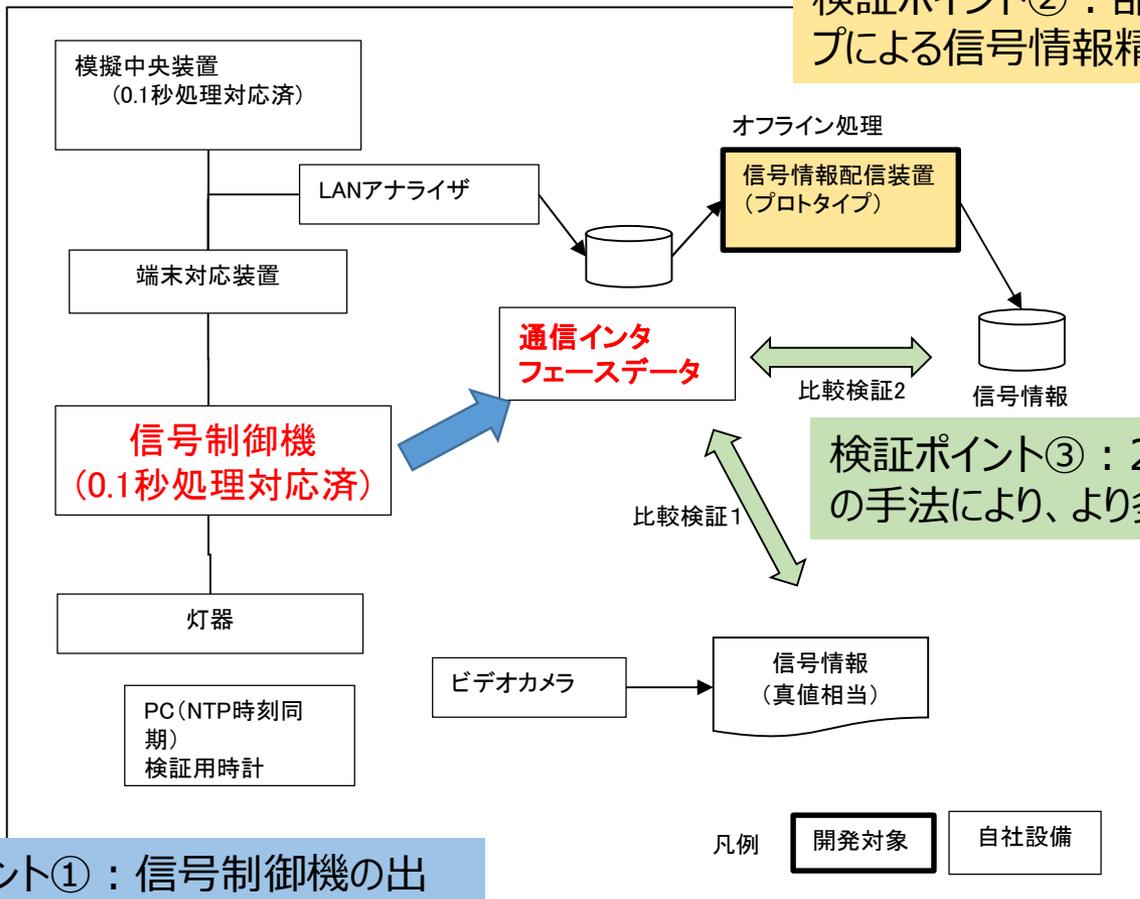
10 信号情報の精度向上に関する検証(管制方式)

(オムロンソーシャルソリューションズ株式会社)



信号制御機 (0.1秒処理) の出力データに基づき、信号情報を編集するため、出力データの精度が必要な精度であることを確認する。短期間で有効な検証を行うため、オフライン処理のプロトタイプを開発。より多くのデータ (長期間) を対象に検証するため、ビデオカメラの他、データ同士の比較を実施。

検証ポイント②：部分的なプロトタイプによる信号情報精度の検証



検証ポイント③：2020年度と同等の手法により、より多くのデータを検証

検証ポイント①：信号制御機の出力データの精度検証

11 信号情報の精度向上に関する検証(管制方式)

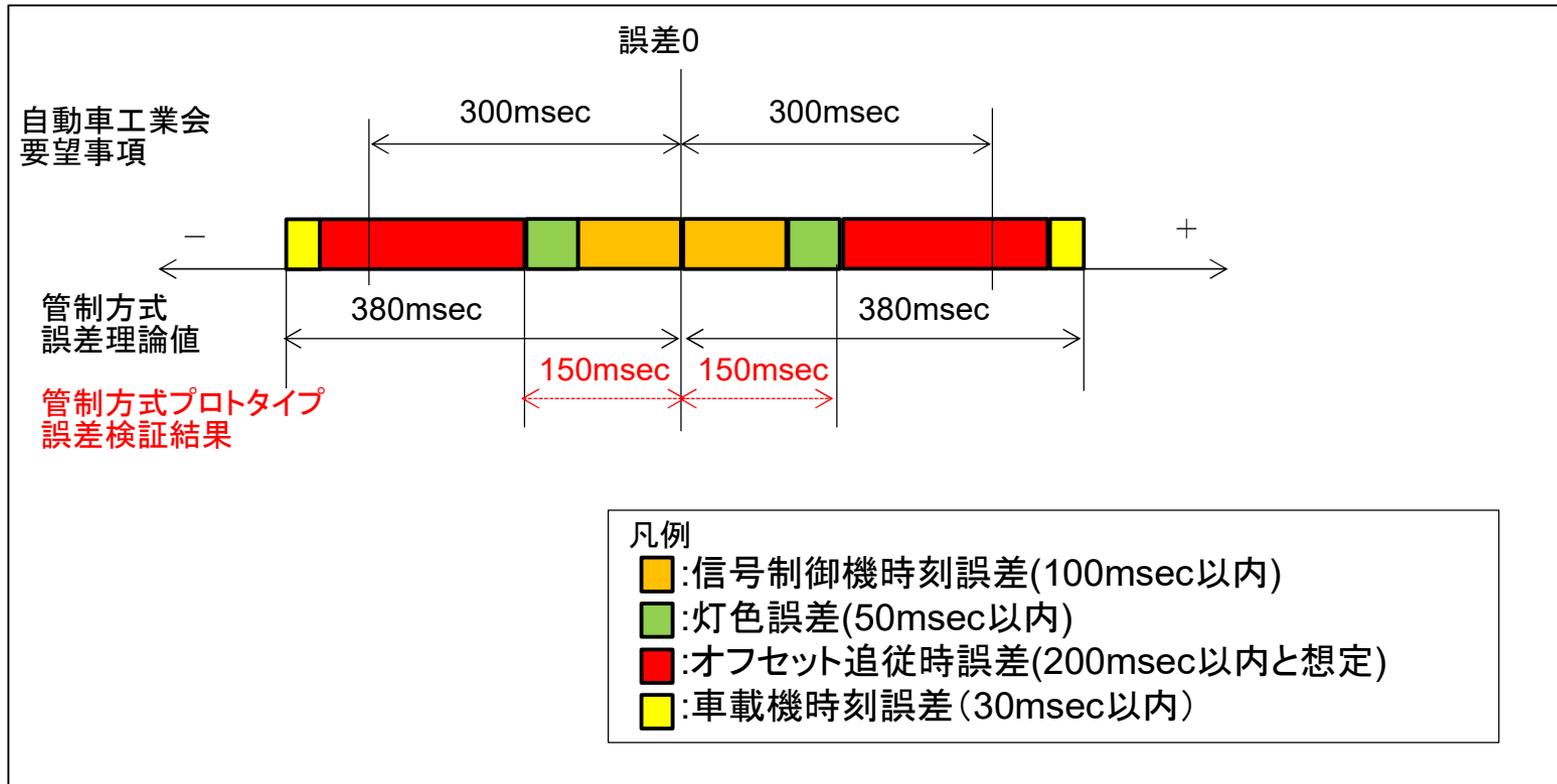
(オムロンソーシャルソリューションズ株式会社)

f

検証ポイント	検証結果	課題・見通し
信号制御機の実出力データの精度検証	GPSによる時刻精度向上を確認(誤差100msec未満)	通常時は問題なし。交差点でのGPS衛星捕捉状況の確認が必要。
	信号制御履歴の精度向上を確認(誤差150msec未満)	回線の精度向上を達成したため課題なし。
	リコール要求受付情報の精度を確認	これまで課題であった押ボタン(回転型)交差点での信号情報提供が可能となった。
部分的なプロトタイプによる信号情報精度の検証	自社製の信号制御機に対して、自工会要望事項を満たすことを検証。	他社製の信号制御機に対しては、オフセット追従時に性能低下が予測され、自工会要望事項を満たせない可能性あり。自工会要望事項の緩和を含めて、議論継続検討する予定。
	異常時動作仕様を実データを元に検討。	異常時の車載機側での動作を含めて課題有無を確認中。

補足資料: 管制方式の誤差分析モデル

他社製の信号制御機の場合、オフセット追従時誤差として最大200msecが加算され、トータルで380msecの信号誤差が生じる可能性あり。



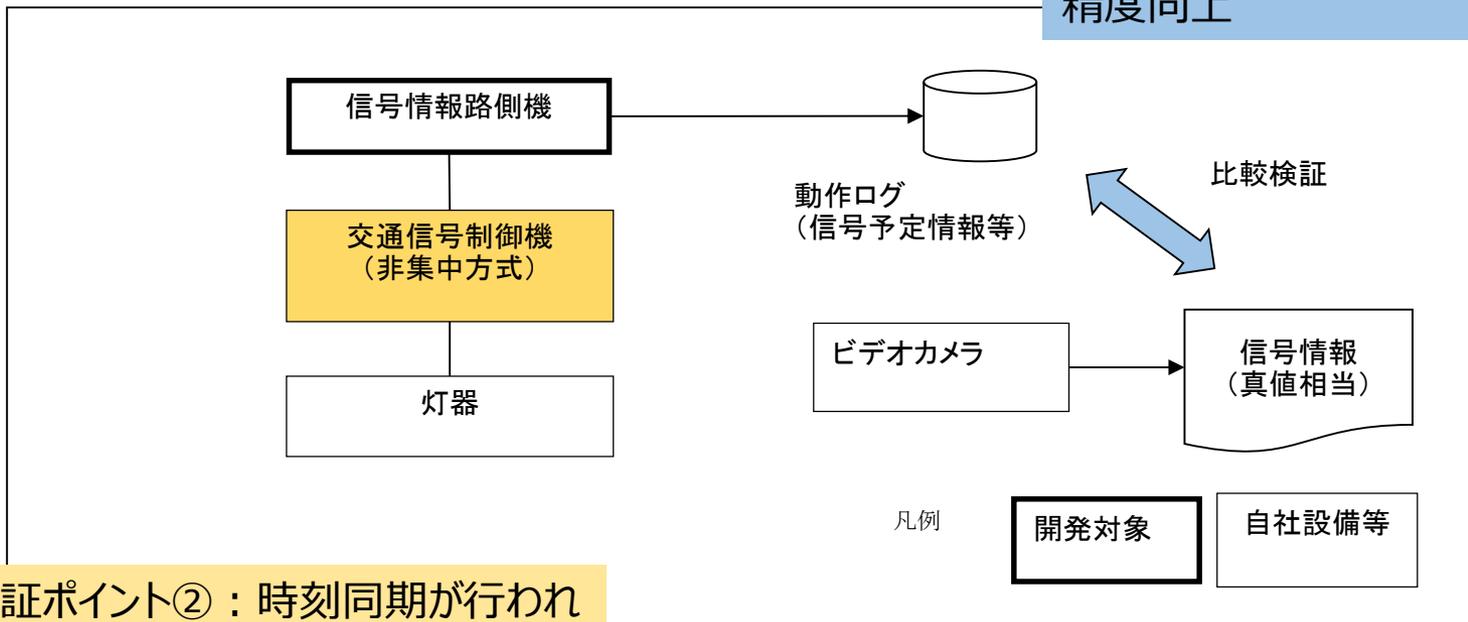
12 信号情報の精度向上に関する検証(制御機方式)

(オムロンソーシアルソリューションズ株式会社)



2020年度の県警モデルシステムにおける検証であきらかとなったオフセット追従時の精度低下に対する対策を行い、精度向上されることを検証する。また、2020年度、検証されていない時刻同期が行われない制御機の精度検証を行う。

検証ポイント①：オフセット追従時の精度向上



検証ポイント②：時刻同期が行われない制御機の検証

補足：制御機方式は、運用中の信号制御機に“信号情報路側機を付加する”本方式の他に、制御機方式に対応した信号制御機に更新する方式がある。

12 信号情報の精度向上に関する検証(制御機方式)

(オムロンソーシャルソリューションズ株式会社)

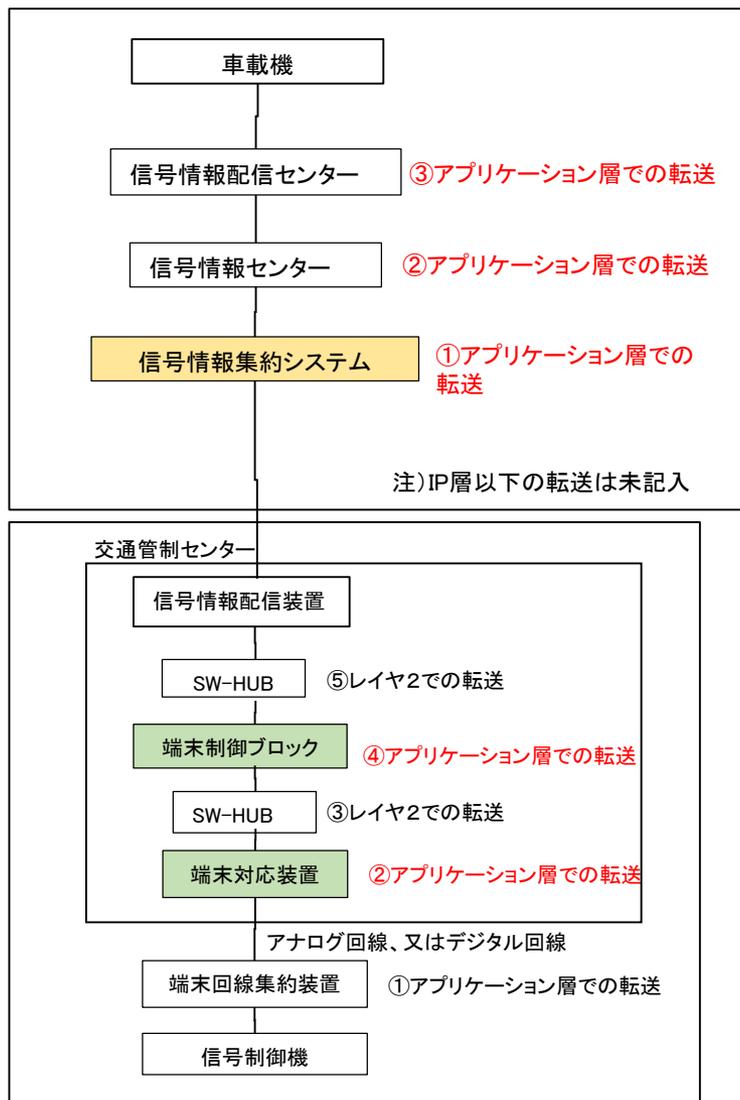
f

検証ポイント	検証結果	課題・見通し
オフセット追従時の精度向上	系統動作時、信号制御機メーカーによっては0.1秒単位のオフセット追従が発生することを確認。0.1秒単位でオフセット追従を学習することで、自工会要望事項を満足することを確認。	交差点で運用される信号制御機を対象に長期間稼働で精度を検証することが必要である。 0.1秒でオフセット追従が行われるメーカーの信号制御機を用いた動作検証を行うことが望ましい。
交通信号制御機の時刻同期が行われていない場合の信号予定情報検証	交通信号制御機の時刻同期が行われていない場合でも、制御機の時刻推定により、信号予定情報を正しく生成できることを検証。	交差点で運用される信号制御機を対象に長期間稼働で精度を検証することが必要である。

12 通信遅延軽減

(オムロンソーシアルソリューションズ株式会社)

アプリケーション層での転送時間が通信遅延の要因と仮定し、装置毎の遅延時間を計測し、性能向上策を検討する。



検証ポイント①：通信遅延の要因をアプリケーション層での転送と仮定

必要最小限の転送機能では、処理遅延は小さく課題なし。

検証ポイント②：センター間通信は、MQTTでの転送処理をプロトタイプで実装し遅延時間を計測、全体の通信遅延時間を見積もり

信号機数、または信号予定情報の同時生成数が増えると、数%の割合で遅延時間が増大する。

通信特有の遅延への対処検討中。

検証ポイント③：既存インタフェースの転送時間を調査、性能向上策を検討

仕様上1.4秒程度の遅延時間の発生を確認。今後、前提条件としてタイミング設計する。

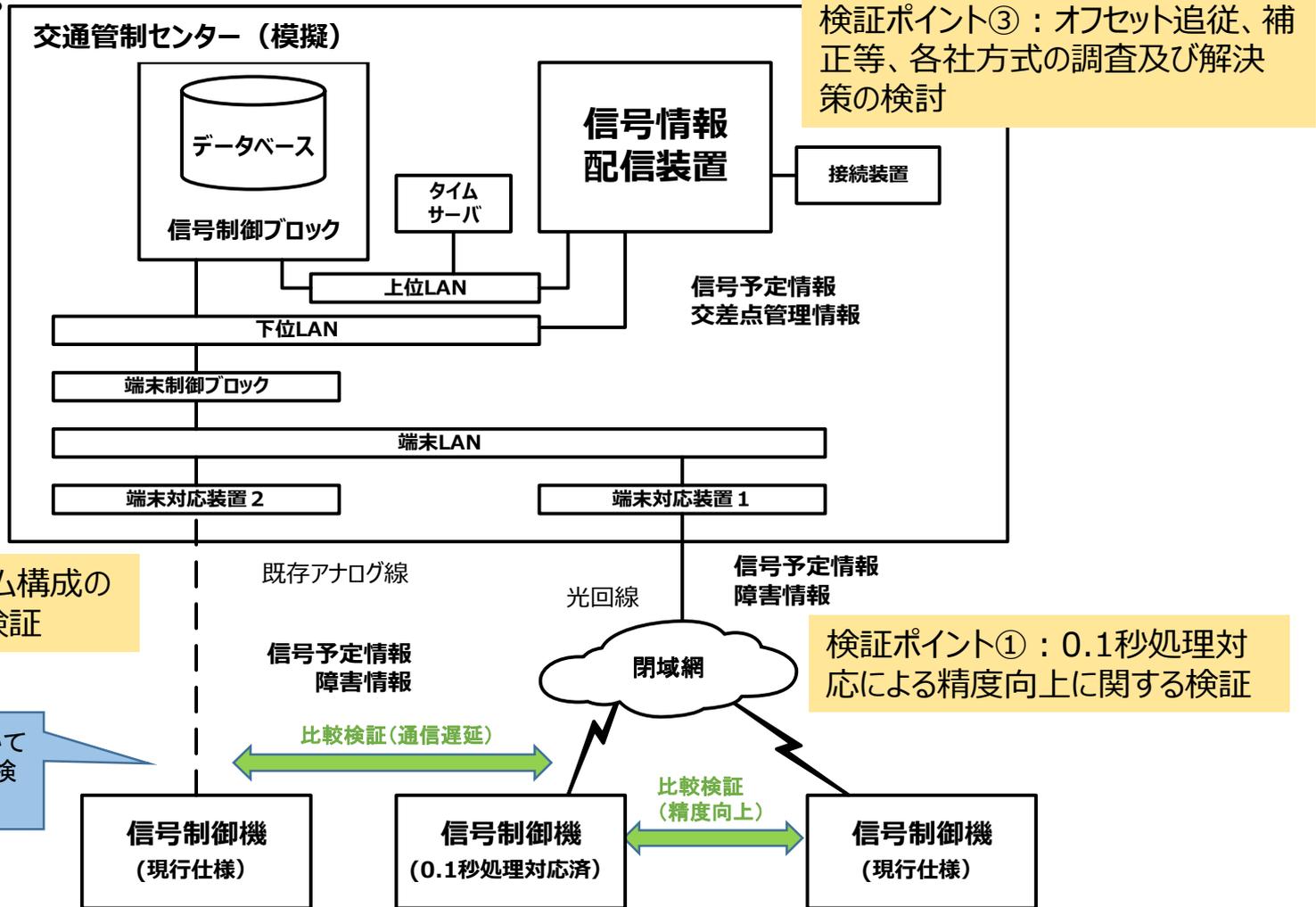
13 信号情報の精度向上に関する検証

(管制方式・集中方式) / 通信遅延軽減

f、g

(日本信号株式会社)

模擬の交通管制センターの環境を構築し、信号制御（0.1秒処理）を行った場合と現行仕様（1秒処理）との比較検証を行う。2020年度の実フィールドでのデータを有効活用しながら検証を行い、実フィールドに導入した際の効果を推測する。



通信遅延については2020年度の検証結果を引用

13 信号情報の精度向上に関する検証

(管制方式・集中方式)／通信遅延軽減(検証結果)

f、g

(日本信号株式会社)

検証ポイント①：0.1秒処理対応による精度向上に関する検証

2020年度の埼玉で実証した交差点を構内で模擬し、管制方式・集中方式の両方式で検証を行い、2020年度（旧仕様での実験結果）との比較を行った。

2020年度実験結果との比較（管制方式）

単位(ミリ秒)

年度	交通信号制御機の版	計測回数	最大値	最小値	平均値	標準偏差
2020年度	版4	84	-3,073	-43	-2,066	645
	版4(GPS補正あり)	84	-2,191	-244	-1,366	631
2021年度	版5	114	267	-117	170	46

2020年度（版4）に比べ、2021年度（版5）のずれは大幅に減少し、精度の向上が見られた。

2020年度実験結果との比較（集中方式）

単位(ミリ秒)

年度	交通信号制御機の版	計測回数	最大値	最小値	平均値	標準偏差
2020年度	版4	170	1,312	7	476	481
	版4(GPS補正あり)	181	274	0	-12	75
2021年度	版5	236	-167	0	-71	34

2020年度（版4・GPS補正あり）に比べ、2021年度（版5）のずれは若干減少し、精度の向上が少しだけ見られた。

13 信号情報の精度向上に関する検証

(管制方式・集中方式) / 通信遅延軽減(検証結果)

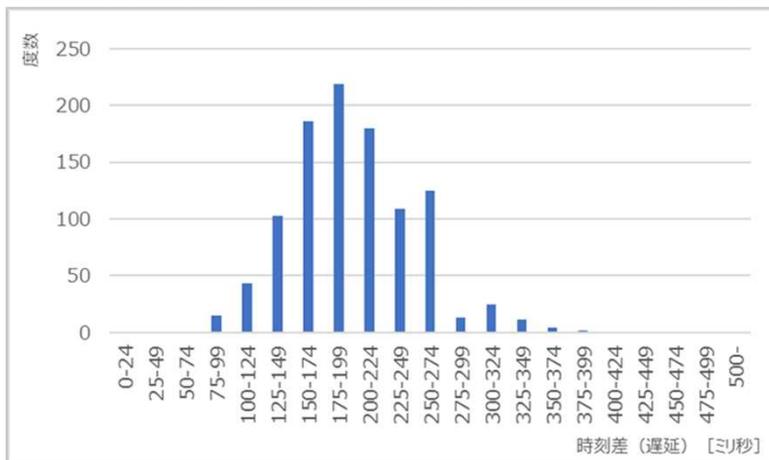
(日本信号株式会社)

f、g

検証ポイント②：システム構成の違いによる通信遅延の検証

交通信号制御機でのデータ作成時刻、端末対応装置および模擬車載機でのデータ受信時刻の時刻差を通信遅延として測定し、2020年度（現地でのアナログ回線を使った実験結果）との比較を行った。

交通信号制御機 - 端末対応装置間の通信遅延（集中方式）



- 交通信号制御機でのデータ生成～端末対応装置でのデータ受信までの時刻の差異（≒MVNO回線区間で発生した遅延）は90～390ミリ秒となった。
- これまでに経験のある他の実証実験でも、MVNO回線区間の実績値は平均100～200ミリ秒程度であり、それらと同等の結果となった。

2020年度実験結果との比較（交通信号制御機—模擬信号情報センター間 集中方式）

単位(ミリ秒)

年度	交通信号制御機の版	端末との通信回線	計測回数	最大値	最小値	平均値	標準偏差
2020年度	版4(GPS補正あり)	アナログ	105	4,720	1,350	2,307	855
2021年度	版5	MVNO	1,035	1,430	550	960	148

2020年度（アナログ回線）に比べ、2021年度（MVNO回線）の遅延は大幅に減少しているが、端末対応装置がⅡ→Ⅰになることで、経由する装置が減ることも影響していると考えられる。

13 信号情報の精度向上に関する検証

(管制方式・集中方式)／通信遅延軽減(検証結果)

(日本信号株式会社)

f、g

検証ポイント③：オフセット追従、補正等、各社方式の調査及び解決策の検討

【背景】

管制方式においては、交通管制センターでオフセット追従による信号秒数変化を加味した信号予定情報を生成する必要があるが、**オフセット追従量を各スプリットに配分する際の配分方法等**において、交通信号制御機メーカー各社の計算方法に細かな違いがあると想定されており、交通管制センターでの計算結果と信号灯器の出力が合わない可能性がある。

【アンケート調査の実施】

実施期間： 令和3年12月23日から令和4年1月7日

対象者： 交通信号制御機を製造している5社

内容： オフセット追従量の決定・算出方法についてと、問題に対する解決策について

【結果】

アンケート調査の結果、オフセット追従量の決定・算出方法については、各社違いがあることがわかった。新仕様の交通信号制御機による実現を前提とした場合、オフセット追従時の認識誤差は最大で500msec程度となる可能性がある。

他の課題解決と合わせて、対応についてどうするか引き続き検討を行う必要がある。

<参考> オフセット： 信号機間の位相差（切り替わりタイミングのずれ）

オフセット追従： 交通状況や時間帯等でサイクル長、オフセットが変わるときに、交通への影響や安全性を考え、徐々に目標値に変更していくこと

13 信号情報の精度向上に関する検証まとめ(検証結果)

d、e

(日本信号株式会社)

交通信号制御機及び交通管制センター側の中央装置の新仕様化により、2020年度の課題であった管制方式における認識誤差が大きくなる件については、改善されることを確認した。また、集中方式についても、多少ではあるが、精度が向上することを確認した。

項目	内容	管制方式	集中方式	制御機方式 (路側機生成)	制御機方式 (制御機生成)	警A
信号情報 生成精度	通常動作 ^{注1}	○	○	○	○	○
	オフセット追従時	× ^{注2}	○	○	○	○
	端末感応制御	—	○	○	○	○
フェールセーフ	異常検出 (灯色との整合性)	×	○	○	○	○
運用	集中制御	○	○	—	—	○
	非集中制御	—	—	○	○	—

—：対象外

注1) 管制センターで決定した信号秒数で交通信号制御機が動作する状態

注2) 最大500msec程度の認識誤差が発生する可能性がある (自工会目標±300msec)

集中制御の交差点については、管制方式と集中方式の組合せにより、非集中制御の交差点については、制御機方式により、信号情報生成における精度は認識誤差±300msec以内を満足できると考える。但し、管制方式におけるフェールセーフ、また、V2Nによる各方式共通で通信遅延の問題があり、異常発生時や端末感応制御により制御秒数が切り替わった際に通知が遅れることへの対策については継続検討が必要である。

14 信号情報以外の情報(交通規制情報等)の統合的な配信に関する検討／信号情報と高精度三次元地図の連携に関する検討



(日本信号株式会社)

有識者と実現に向けた検討を行うとともに、いくつかの事例をもとに、シミュレート（机上検証）を行った。

項目名	属性	単位	備考
DF_提供点管理番号			
DF_都道府県コード	bin(8)	E-2	
DF_提供点種別コード	bin(1)	E-4	
DF_交差点 ID / 車線 ID	bin(16)	O-2	
子情報	bin(8)		最上位ビット 1 の場合、複数車線であることを示す。
DF_交差点名称	bin(16+32)		2バイト表示文字で32文字とする
DF_交差点 ID 中心位置座標(交差点識別情報の登録手続にサイズを合わせた)			
バージョン情報	bin(8)		登録情報のバージョン番号
DF_中心経度			
DF_経度 (DB)	bin(8)	B-1	
DF_経度 (分)	bin(8)	B-2	
DF_経度 (秒)	bin(16)	B-3	1/100 秒
DF_中心経度			
DF_経度 (DB)	bin(8)	B-4	
DF_経度 (分)	bin(7)	B-5	
DF_経度 (秒)	bin(16)	B-6	1/100 秒
DF_交差点情報(各方向情報など)			
運用モード	bin(1)		0:テスト 1:運用
DF_方向数 (D)	bin(7)		方向数
DF_方向角情報: 1			
方向別角情報	bin(8)		真北を 0 度とした絶対方位 (1.5 度単位: 0~230) を表す
DF_方向角情報: 1			

検討ポイント①：交通規制情報と統合できるか



検討ポイント②：地図との紐づけに必要な情報と I D 等の付与ルールについて

紐づけ



交差点管理データ (例)



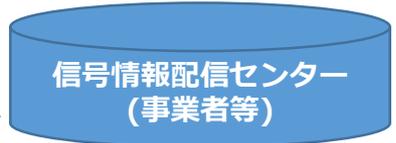
交差点管理データ



交差点管理情報



交差点管理データ



競争領域



検討ポイント③：機能配置と維持管理方法について

システム構成 (例)

14 信号情報以外の情報(交通規制情報等)の統合的な配信に関する検討/信号情報と高精度三次元地図の連携に関する検討



(日本信号株式会社)

交通規制情報との統合 (検討ポイント①)

各都道府県警察で高精度三次元地図との紐づけのために定義する交差点管理情報のうち、交差点IDと中心経度緯度情報については、既にオープンデータ化されている交通規制情報に合わせることにした。

大分類	フォーマット項目	属性	バイト数	注意点
県情報				
	都道府県コード	コード	2	【共通コード】都道府県コード参照
	警察署コード	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード1	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード2	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード3	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード4	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード5	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード6	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード7	コード	4	各都道府県警察で定義
	関連警察署コード8	コード	4	各都道府県警察で定義
規制種別情報				
	共通規制種別コード	コード	6	【共通コード】共通規制種別コード参照
	点・線・面コード	コード	2	【共通コード】点・線・面コード参照
	県別規制種別名称	文字	100	
年月日管理				
	規制決定年月日	日付	10	YYYY/MM/DD
規制番号管理				
	都道府県別ユニークキー	数値	12	都道府県別ユニークキー
	規制番号	数値	8	
	番号	数値	8	
規制情報 場所				
	規制場所の経度緯度	座標	無制限	世界測地系(WGS84) 可変長で度の小数値 経度、緯度、各々小数点を含んで最大で16バイト(16文字) "経度(X1) 緯度(Y1)" "経度(X2) 緯度(Y2)" "経度(Xn) 緯度(Yn)" 例: "135.22490 35.31567" "135.22411 35.31572" "135.24131 35.72572"
	規制場所始点	文字	200	
規制情報 路線名				
	1-路線1	文字	60	
	1-路線2	文字	60	
	1-路線3	文字	60	
	1-路線4	文字	60	
規制情報 方向				
規制情報 対象・除外 時間				
規制情報 規制種別項目				
	更新理由	文字	200	
	備考	文字	600	

各都道府県警察で整備する交差点管理情報

構成DF/DE	表現形式	備考
DF_提供点管理番号		
DE_都道府県コード	bin(8)	
DE_提供点種別コード	bin(4)	
DE_交差点ID/単路ID	bin(47)	
DE_複数差路フラグ	bin(8)	最上位ビット 1 の場合、複数差路であることを示す
DE_交差点名称	bin(16*32)	2 バイト表現文字で3 2 文字とする
DF_交差点情報		
バージョン情報	bin(8)	交差点管理情報の世代(1~)を表す。道路改良工事等で交差点の位置が変更となったり、方路数が変更となった場合に、車両側で認識している静的情報と番号情報との整合を防ぐための情報。
DF_中心経度緯度		
DE_経度	bin(32)	位置の経度情報。測地系はWGS84(もしくはそれと同等のもの)。プラスは東経、マイナスは西経を示す。単位は0.0000001度。範囲は-180~180。
DE_緯度	bin(32)	位置の緯度情報。測地系はWGS84(もしくはそれと同等のもの)。プラスは北緯、マイナスは南緯を示す。単位は0.0000001度。範囲は-90~90。
運用モード	bin(1)	0:ゲスト 1:運用
DE_方路数 (I)	bin(7)	方路数 (最大8)
DF_方路角度情報: I		
方路別角度情報	bin(8)	真北を0度とした絶対方位 (1.5度単位: 0~239) を表す
DF_方路角度情報: I		

JARTICWebサイト 交通規制情報 (103種別) 説明書から

14 信号情報以外の情報(交通規制情報等)の統合的な配信に関する検討／信号情報と高精度三次元地図の連携に関する検討

(日本信号株式会社)

1. 高精度三次元地図紐づけ調査結果まとめ (検討ポイント②)

東京臨海部実証実験では、高精度三次元地図と信号情報を紐づけるための対応テーブル(以降信号情報対応テーブル)を設けることで、高精度三次元地図上の灯器と信号情報の紐づけを実現している。従って、信号情報対応テーブルで定義された、**交差点ID(場所の特定含む)と方路を提供**することで、高精度三次元地図を用いた信号情報提供の実現が可能であると考ええる。

2. 機能配置案について (検討ポイント③)

東京臨海部実証実験では、模擬車載機で信号情報対応テーブルを管理していたが、社会実装を見据えた場合、各事業者が管理する情報ではなく、ダイナミックマップと同様に協調領域で管理すべき情報と考える。

都道府県警 (含警察庁)	信号情報提供における協調領域 (信号情報センター・地図ベンダー等)	競争領域 (自動車メーカー、自動運転事業者等)
以下の情報を提供 ・情報を特定するための交差点IDと地図上の場所を特定するための位置情報 ・方路IDと地図上の場所を特定するための情報	・信号情報 (交差点ID、方路) と高精度三次元地図 (停止線 (方路)、灯器) とを紐づけるための信号情報対応テーブルの管理 ・高精度三次元地図と信号情報の紐づけ	車両へ信号情報を配信

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(NEDO)が管理法人を務め、内閣府が実施した「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）」(NEDO管理番号：JPNP18012)の成果をまとめたものです。