

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期／スマートモビリティプラットフォームの構築／V2N方式による汎用的な交通信号情報提供プラットフォームに関する研究開発」

2023年度 成果報告書

オムロンソーシアルソリューションズ株式会社
日本信号株式会社
パナソニック コネク ト株式会社
一般社団法人UTMS協会

2024年3月

目次

1. 背景・目的	1
2. 研究開発の全体概要	2
3. サブテーマの一覧	4
4. 全体工程表	5
5. 2023年度の研究開発成果	6
5.1. サブテーマ1 「低コストな定周期信号機の信号情報生成技術の研究開発」	6
5.1.1. 概要	6
5.1.2. 成果	7
5.2. サブテーマ2 「V2N方式信号情報の実用化技術の研究開発」	9
5.2.1. 概要	9
5.2.2. 成果	10
5.3. サブテーマ3 「プラットフォームから多様なモビリティ対象への配信を円滑化するI/Fの規格化の研究開発」	12
5.3.1. 概要	12
5.3.2. 成果	14
5.4. サブテーマ4 「集中式、非集中式等の多様な信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報配信の研究開発」	15
5.4.1. 概要	15
5.4.2. 成果	18
5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」	19
5.5.1. 概要	19
5.5.2. 成果	20
5.6. サブテーマ6 「交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究」	27
5.6.1. 概要	27
5.6.2. 成果	28
6. 目標達成度	33

1. 背景・目的

【背景】

- 我が国の交通死亡事故死者の多くがいわゆる交通弱者（歩行者、自転車）であり、交差点における安全対策の一層の強化が課題
- カーボンニュートラルの観点からも交差点における通行の円滑化は急務
- 我が国において、配送ロボット、マイクロモビリティの普及をはじめ、モビリティの多様化が展望

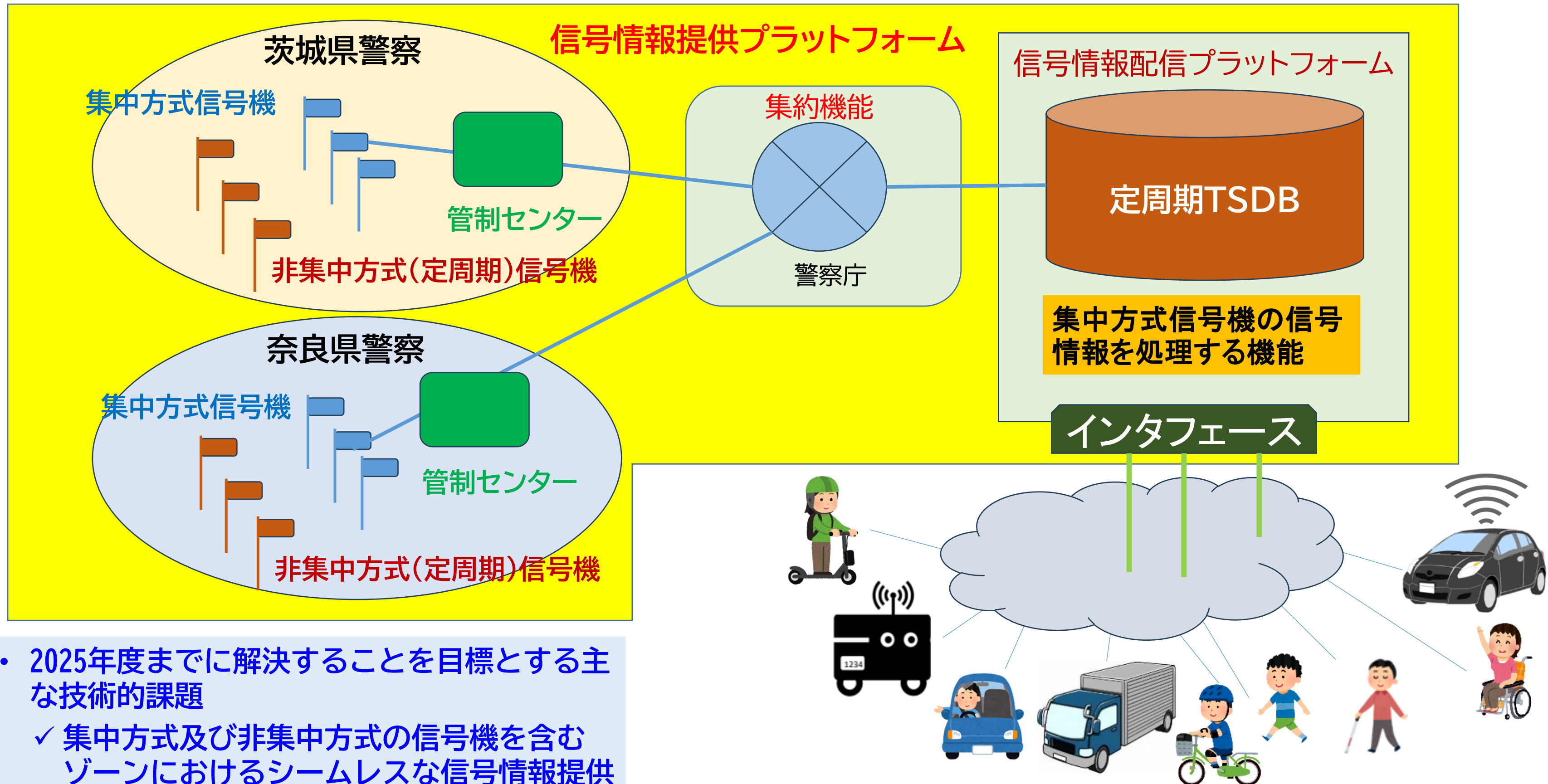
- SIP第2期事業において、自動運転車両を対象として、V2N方式の信号提供技術について研究開発を行い、一定の成果を得た
- 自動運転車に加え、ドライバーが運転する車両、歩行者、自転車、配送ロボット、マイクロモビリティ等の多様なモビリティにそれぞれの状況に応じた活用を図ることで、安全性・円滑性の向上が可能

ニーズ・シーズの
適合

【目的】

SIP第3期事業の目的の一つである、「自由に自立して安全・快適に環境・他人・まちに優しく皆が、モノが、サービスが移動できるモビリティディバイドのない社会の実現」の一環として、多様なモビリティに適用できる形でのV2N方式の信号提供技術を確立するとともに、信号情報提供プラットフォームを構築することにより、信号提供技術の社会実装を図る

2. 研究開発の全体概要



- 2025年度までに解決することを目標とする主な技術的課題
 - ✓ 集中方式及び非集中方式の信号機を含むゾーンにおけるシームレスな信号情報提供
 - ✓ 定周期TSDBの構築と正確性確保方策の開発
 - ✓ 信号情報提供プラットフォームの構築
 - ✓ 複数県をまたがる運用の確立
 - ✓ インタフェースの構築
 - ✓ 多様なモビリティに関するニーズへの対応

- **信号情報提供プラットフォーム**
信号機、管制センター、集約機能、信号情報配信プラットフォームを統合したもの
- **信号情報配信プラットフォーム**
定周期TSDB、集中方式信号機の信号情報の処理機能、提供のためのインタフェース等を備えた、信号情報配信の共通基盤となるシステム
- **定周期TSDB (Traffic Signal information DataBase)**
都道府県警察の管制センターに蔵置されている定周期信号機の信号情報を集約・蓄積したデータベース

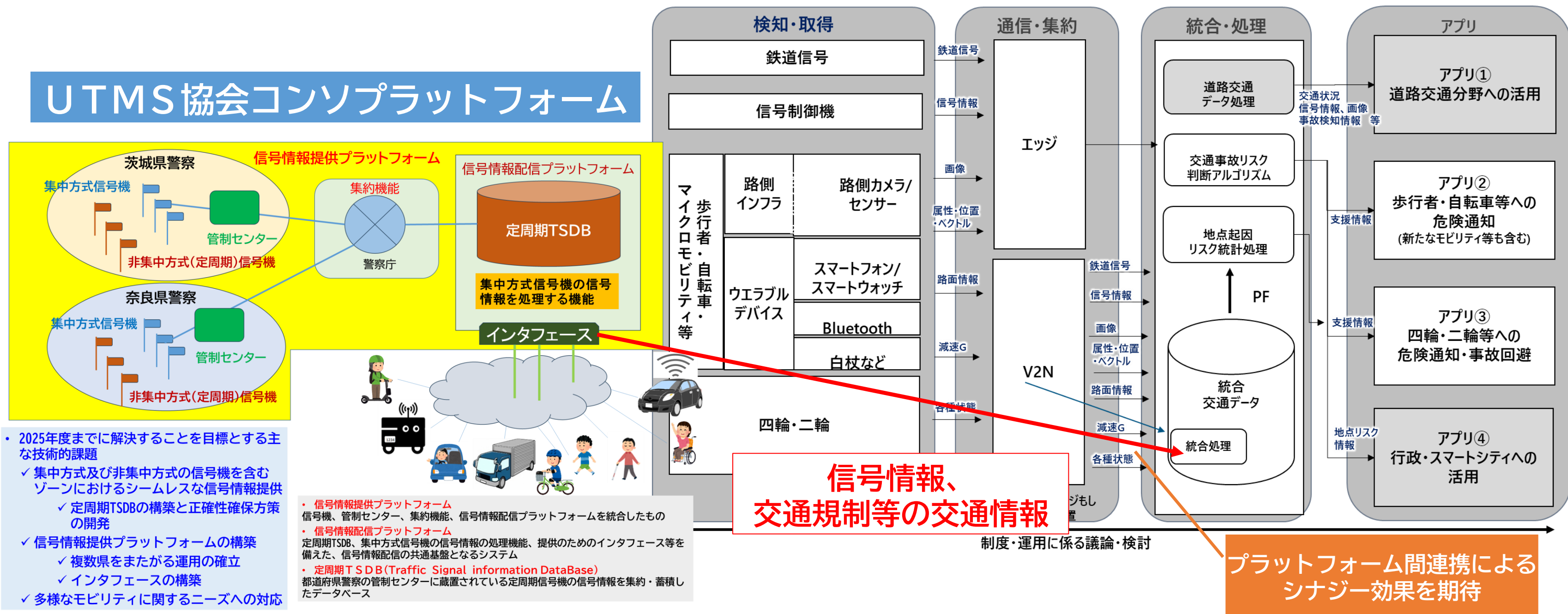
2. 研究開発の全体概要

□他コンソとの連携（日本信号コンソとの連携）

プラットフォーム間の連携により、茨城県警察及び奈良県警察が配信する信号情報を提供

日本信号コンソプラットフォーム

UTMS協会コンソプラットフォーム



【UTMS協会コンソと日本信号コンソとの役割分担】

(目的の相違)

- **UTMS協会コンソは**、多様なモビリティ、プラットフォーム等に対して、V2N方式による信頼性のある信号情報提供ができることの確認を目的としている。
- **日本信号コンソは**、提供を受けた信号情報等を活用して、具体的ユースケースにおいて、モビリティの安全性の向上をサポートすることができることの確認を目的としている。

(業務遂行上の分担)

- V2N方式(管制方式)による信号情報の生成元である都道府県警察に関わるものについてはUTMS協会コンソが実施する。
- 上記以外の部分については、それぞれのプラットフォーム内のシステム構築はそれぞれで担当し、両プラットフォームを結ぶ回線経費等の共通部分は今後の協議で按分する。

3. 各サブテーマの一覧

【各サブテーマの担当】

番号	サブテーマ名	担当
1	低コストな定周期信号機の信号情報生成技術の研究開発	オムロンソーシアルソリューションズ株式会社
2	V2N方式信号情報の実用化技術の研究開発	
3	プラットフォームから多様なモビリティ対象への配信を円滑化するI/Fの規格化の研究開発	日本信号株式会社
4	集中式、非集中式等の多様な信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報配信の研究開発	
5	定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発	パナソニックコネクト株式会社
6	交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究	一般社団法人UTMS協会

4. 工程表

研究事項を2023年度～2025年度に実施し、先導実証実験で必要な技術の確立を確認する。2026年度、2027年度に、多様なモビリティをユーザとして取り込み、総合実証実験で信号情報提供プラットフォームの効果を具体的に検証する。具体的には、5. で説明する6つのサブテーマに分けて、研究開発を遂行する。

年度		2023	2024	2025	2026	2027
サブテーマ 番号	全体	構想	先導実証実験準備	先導実証実験実施	総合実証実験実施	
1	定周期TSDB	技術調査、設計	実装	検証	改良設計	改良版検証
2	信号情報実用化技術 V2N-PICS技術	技術課題検討等 要件検討、設計	検証用アプリケーション実装	信号情報提供プラットフォーム検証 検証	改良設計	改良版検証
3	モビリティ毎の要件定義 高度化PICS改良 機器・模擬端末	ニーズ調査 仕様書・規格改訂案作成	要件定義、IF仕様定義 製作と構内実証	先導実証実験	総合実証実験	
4	信号情報提供技術課題 機器・模擬車載機	課題整理・実験仕様検討	実験準備 製作と構内実証	先導実証実験	総合実証実験	
5	定周期TSDB 新たな提供インターフェース 信号情報の提供先拡大	定周期信号情報生成技術の開発 国際標準化動向調査、新I/F設計	低速モビリティ向け要求仕様の検討 多様なモビリティを対象とした信号情報配信プラットフォームの構築			
6	ニーズ調査 総合実証実験	多様なモビリティに関するニーズ調査		実験準備	実証実験の運営	

5. 2023年度の研究開発成果

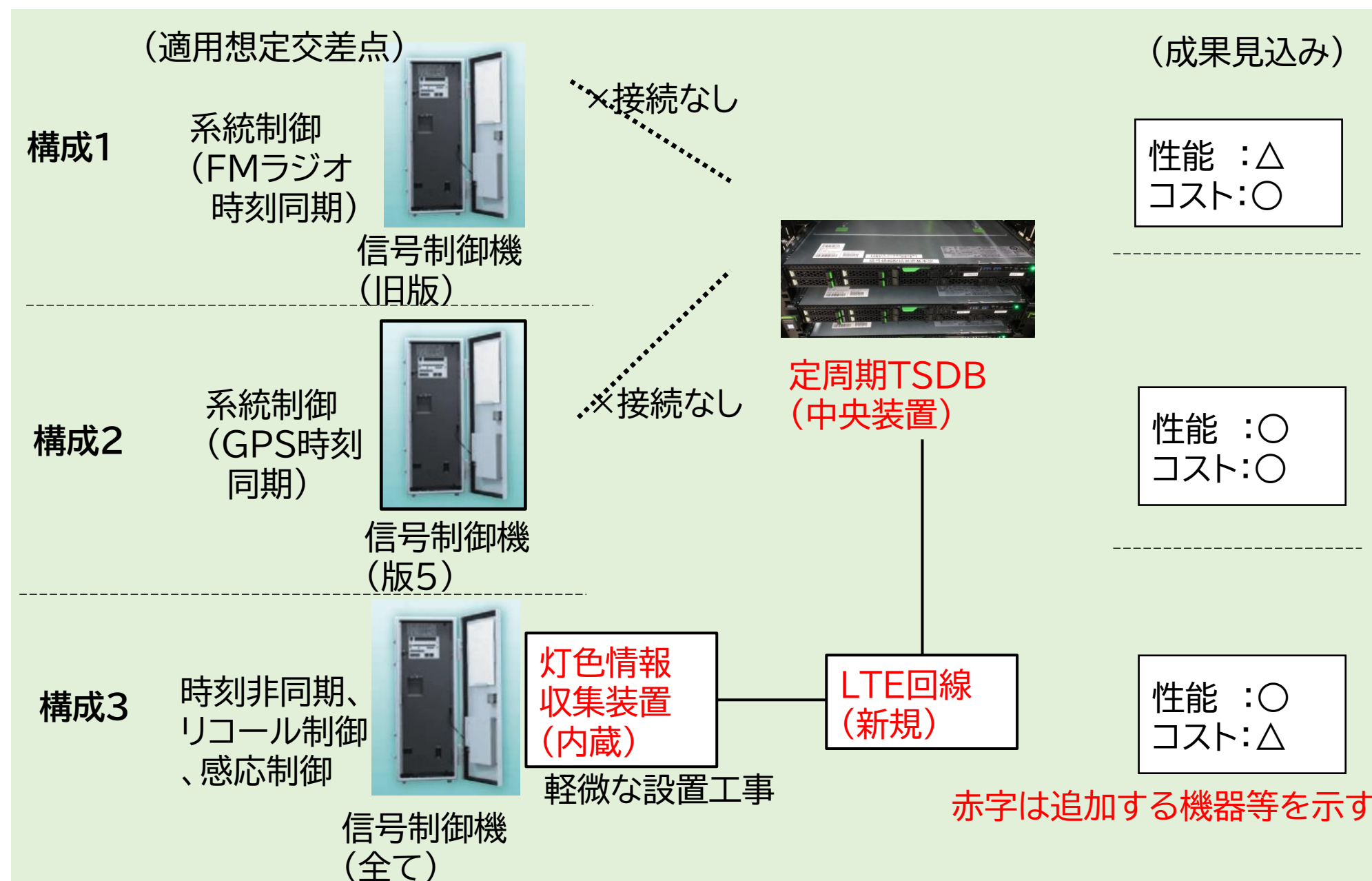
5.1. サブテーマ1 「低コストな定周期信号機の信号情報生成技術の研究開発」

5.1.1. 概要

日本全国の交差点に整備されている約21万基の信号制御機のうち、約7割は交通管制センターに接続されない定周期信号機である。SIP第2期では、定周期信号機の信号情報提供を行う制御機方式を検討したが実用化に向けてはコスト面での課題が指摘されている。そのため、サブテーマ1では、より低コストで一定の正確性で信号情報を提供できる新たな方式の研究開発を行う。

定周期信号機の種類、制御内容に応じた3つの構成を検討する。構成1と構成2は系統制御が行われており、時刻同期機能が備わっている交差点での適用を想定しており、時刻精度に違いはあるものの信号制御機と交通管制センターとの間の回線が不要であり、交通管制センターに設置する定周期TSDBがあらかじめ設定された情報をもとに信号情報を生成する点が共通している。

構成3は、時刻同期機能が備わっていなかったり、リコール制御及び感応制御のような外的要因により灯色が変わる制御が行われる交差点での適用を想定しており、交差点に設置した灯色情報収集装置を回線で交通管制センターと接続し、収集した灯色情報をもとに定周期TSDBが信号情報を作成する。



<用語説明>

系統制御:各交差点をスムーズに通過できるように隣接する交差点の青信号開始時間にずれを持たせる制御。

リコール制御:主道路を常に青信号とし押ボタンや車両感知により従道路を青にする制御。

感応制御:車両感知器等を用いて短時間の交通需要変化に対応して青時間の短縮、延長等を行う制御。

信号制御機 旧版:1秒単位での制御が行われており、時刻同期にFMラジオを用いている。

信号制御機 版5: 0.1秒単位での制御が行われており、時刻同期にGPSを用いている。

定周期信号機の信号情報生成の構成図

5.1. サブテーマ1 「低コストな定周期信号機の信号情報生成技術の研究開発」

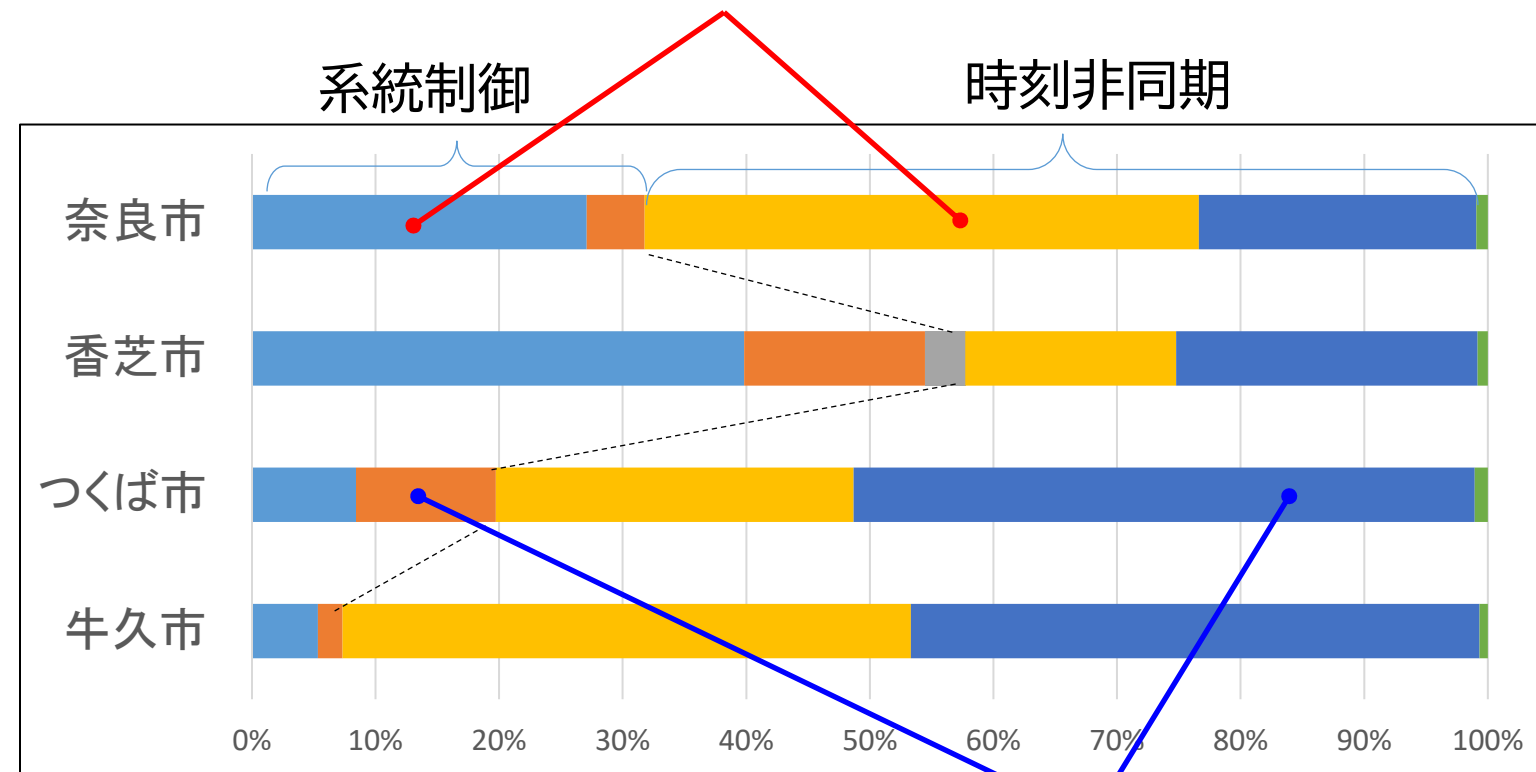
5.1.2. 成果

定周期TSDBの設計に必要な調査を実施し、定周期TSDB仕様書素案を作成した。

1) 定周期信号機の整備状況調査結果

提案する3つの構成のコスト低減効果を評価するため、4地域を対象にどの構成が適用できるかを調査した。地域によりばらつきはあるが、各地域の全定周期信号機に対して、構成1又2は37%から72%、構成3は28%から63%に適用できる見込みである。

特殊制御無し:構成1又は構成2が適用可能
(時刻非同期の制御機は、信号制御機更新時に系統制御、GPS時刻同期に変更する想定)



構成比率は地域によるばらつきが大きい
→整備エリア毎に、構成を考慮した整備コストの予算化が重要

リコール制御あり:構成3が適用可能
定周期信号機の整備状況調査結果

2) 定周期信号機の時刻精度調査結果

構成1及び構成2は、信号制御機の時刻精度が信号情報の精度に影響する。構成2は、GPSで時刻同期され、仕様書で±0.1秒以内の時刻精度であることが規定されている。一方、構成1は、FMラジオの時報等で時刻同期されるが、仕様書では時刻精度は規定されていない。そのため、構成1をとる9交差点を調査した結果、時刻誤差は±1秒以内と小さいことを確認した。このことから、構成1では信号情報の誤差を±1秒以内とし、構成2では±0.3秒以内とすることを目標とする。

5.1. サブテーマ1 「低コストな定周期信号機の信号情報生成技術の研究開発」

5.1.2. 成果

3) オフセット追従調査

定周期信号機では、時間帯に応じてあらかじめ設定されているパターンに信号周期が切り替わるようになっている。系統制御を行っている定周期交差点では、信号周期が切り替わるタイミングで、隣接した信号機における青時間の開始時刻のずれ（オフセット）を、最大5周期にかけて調整する動作（オフセット追従）をとるが、その動作は信号制御機メーカー毎、信号交差点毎に異なっており、動作原理に従って、なんらかの法則に沿ってパターン化することは困難と判断した。そのため、定周期信号機の動作原理から、同じ日種、同じ時刻では、同じオフセット追従動作をすると仮定し、過去の動作履歴を使用するとの結論を得た。

4) 信号情報の確認方法評価

構成1及び構成2は、信号制御機とは接続していない定周期TSDBにおいてあらかじめ設定された信号周期等の情報をもとに信号情報を生成しており、その時点の実際の信号制御機の動作状況は反映されていない。そのため、走行車両から得られるプローブ情報から算出した停止線通過時刻と信号灯色との整合性から、実際の灯色情報と信号情報にずれがないか間接的に確認する方法を試行した。十分な通過台数のプローブ情報が得られた交差点では、停止線通過時の灯色は青信号または黄信号であり、実際の信号灯色と信号情報に秒単位でずれが生じていないかまでは確認できないものの、一定の整合性があることを確認できた。今後は、十分な通過台数のプローブ情報が得られない場所での信号情報の確認方法について継続検討する。

5) 定周期TSDB仕様書案の作成

定周期TSDBの主機能は以下の通り。

構成1又は構成2を適用する交差点では、現在時刻と各種設定値を用いてサイクル開始直後に信号情報を編集し、信号情報配信装置に送信する。

構成3を適用する交差点では、灯色変化収集装置から受信した灯色変化情報からサイクル開始直後及びリコール現示の実現判定後に信号情報を編集し、信号情報配信装置に送信する。

灯色変化収集装置は、信号灯色の変化を監視し、変化時に時刻と灯色情報を定周期TSDBに送信する。

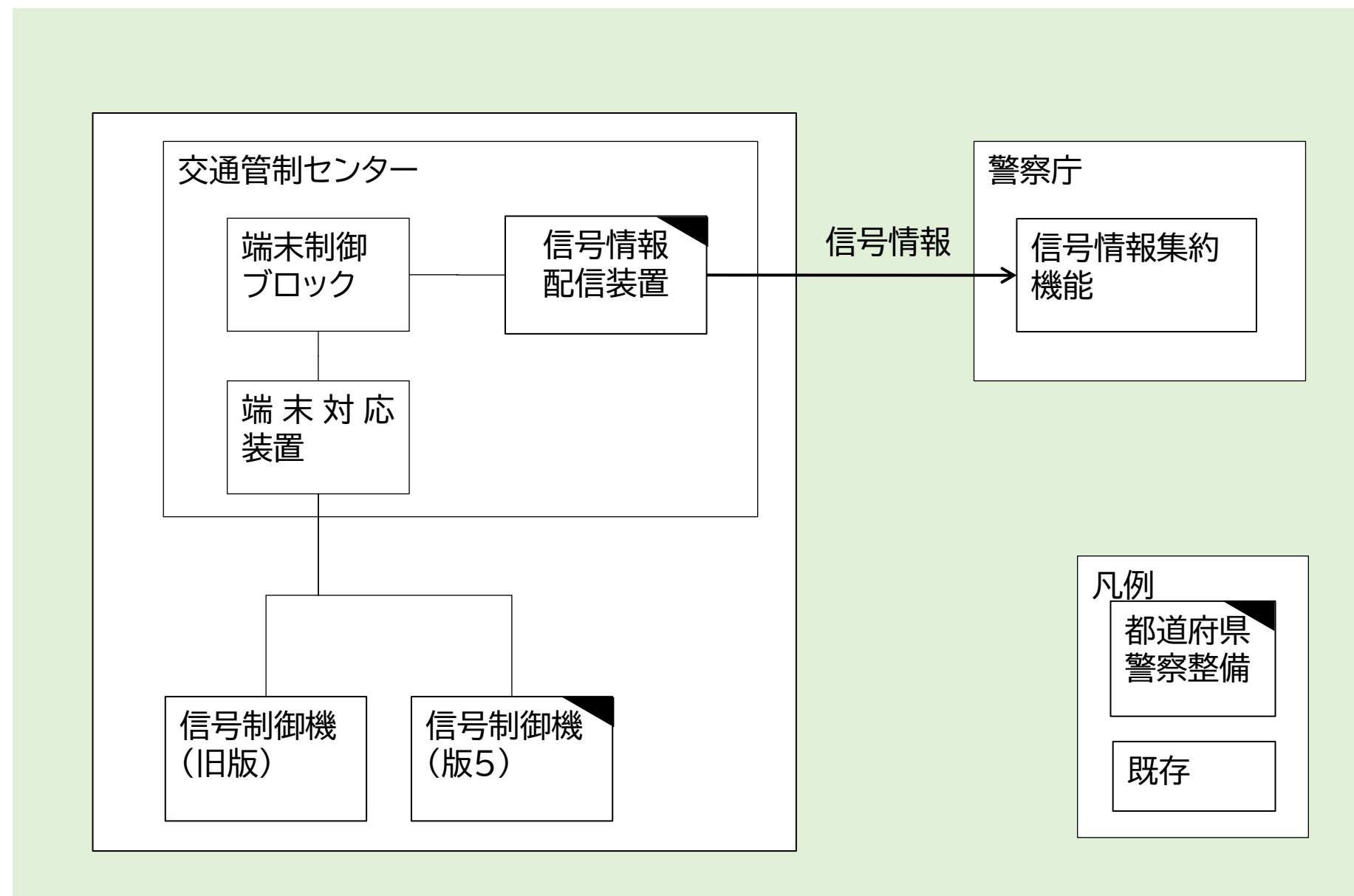
5.2. サブテーマ2 「V2N方式信号情報の実用化技術の研究開発」

5.2.1. 概要

サブテーマ2では、交通管制センター側で信号情報を生成するための技術開発を行う。具体的には、SIP第2期の実証実験で明らかになった課題に取り組み、信号情報配信装置仕様書及び信号情報提供共通メッセージ規格を改訂する。

その後、これらの仕様書及び規格を用いて、信号情報配信装置を茨城県警察交通管制センター内に整備し、特定のエリアで信号情報を提供し、実フィールドで自動運転と新たなユースケースの検証を実施する。本テーマでは各ユースケースの検証前に、交通管制センターから警察庁に送信する信号情報自体の検証を行う。

自動運転以外の新たなユースケースとして、高度化PICSを参考に、V2N方式により配信された信号情報を用いてスマートフォンで歩行者の横断支援が可能か検証する。この検証を通じて、自動運転以外の新たなユースケースに必要な情報、機能及び運用上の課題等を洗い出す。



交通管制センター側のシステム構成図

5.2. サブテーマ2 「V2N方式信号情報の実用化技術の研究開発」

5.2.2. 成果

信号情報提供プラットフォーム構築のための設計フェーズとして、以下の3項目に取り組んだ。

1) 信号情報提供プラットフォーム実証実験に関する要件定義

SIP第3期で予定されている先導実証実験及び総合実証実験に向けて、信号情報提供プラットフォーム自体の検証とV2N方式で配信された信号情報を使用するユースケースの実験を行う場所の選定をするため、要件定義を行った。

ユースケースの暫定案として、自動運転ユースケースに加えて、新たに①ドライバへの自動車運転支援、②歩行者への信号交差点横断支援、③無人配送ロボットの交差点通過支援、④低速モビリティの交差点通過支援の4つを選定し、それぞれのユースケースで信号情報に求められる性能、信号情報が提供される交差点の連続性等の要件を検討した。

実験場所として、2022年度に整備済みの奈良県に加えて、2024年度に新たに茨城県で整備を行う。茨城県では100箇所を超える交差点での信号情報提供を計画している。各ユースケースで実験可能な交差点や走行ルートの候補を事前検討した。この検討結果を参考に、今後、総合実証実験の実験参加者が実験交差点等を検討することを想定している。



実証実験場所

<用語説明>

先導実証実験：必要な技術の確立を実際の交通シーンで検証
総合実証実験：信号情報提供先の参加を得た実証実験、プラットフォームの効果検証（改善と最適化を含む）

5.2. サブテーマ2 「V2N方式信号情報の実用化技術の研究開発」

5.2.2. 成果

2) V2N方式で配信された信号情報提供の実用化検討

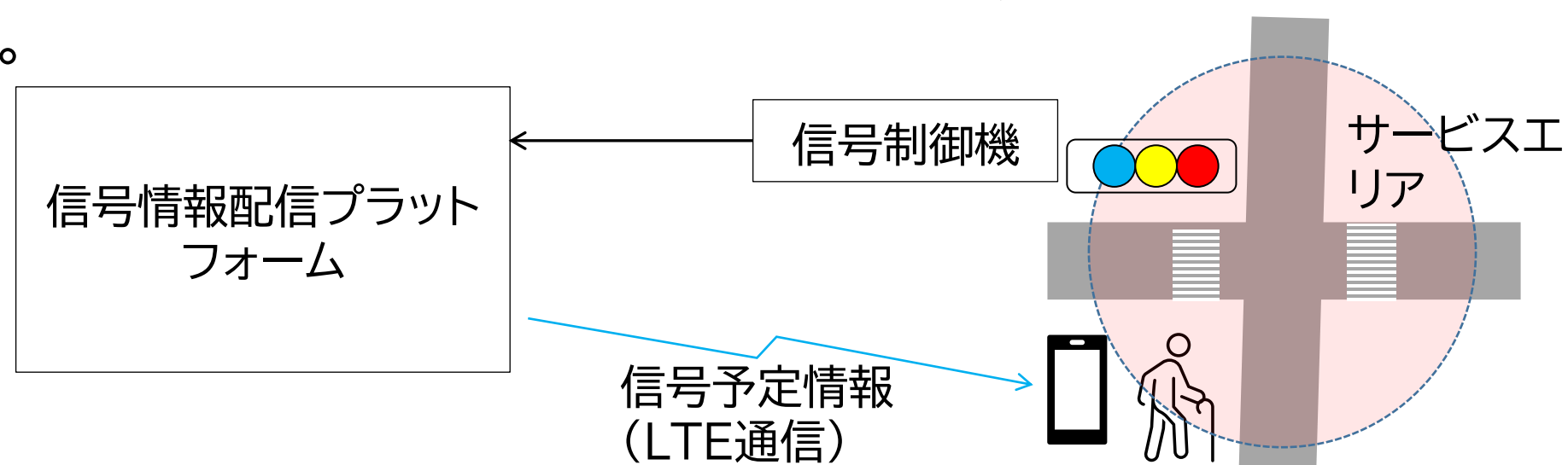
SIP第2期で明らかになった課題の解決に向けた検討を行った。信号情報提供の方式が管制方式で、リコール制御を行う交差点（押ボタン式信号等）において、押ボタン等が押されたことにより幹線道路の信号は黄信号に変化するが、V2N方式で配信された信号情報は青のままという事象が、極まれにはあるが発生した。これは、UDP/IP通信を用いる区間でのパケットロスにより押ボタンが押されたことを示す情報が信号情報配信装置に届かなかったことが原因である。その対策として、信号情報が一時的に不定となるが、誤った信号情報を提供しないことを優先して信号情報の提供方法を検討した。

3) V2N-PICSに関する技術検討

自動運転以外のユースケースとして、V2N方式により配信された信号情報を用いたスマートフォンアプリケーションケーション（V2N-PICS）で歩行者の横断支援が可能か技術検証を行う。高度化PICS（13ページ参照。）を参考に、先導実証実験向けのスマートフォンアプリケーション仕様書案を作成した。主な機能は以下の通り。

- ・ 交差点接近時のサービス開始判定
- ・ V2N方式で配信された信号情報の受信要求と受信処理
- ・ 時刻経過に伴う歩行者灯色と残秒数の表示更新

V2N方式で配信された信号情報には歩行者信号情報が含まれるが、歩行者が必要とする静的情報（交差点名称、横断歩道情報等）が含まれないため、交差点定義情報として検討を行った。交差点定義情報の配信方法は、2024年度に検討する。



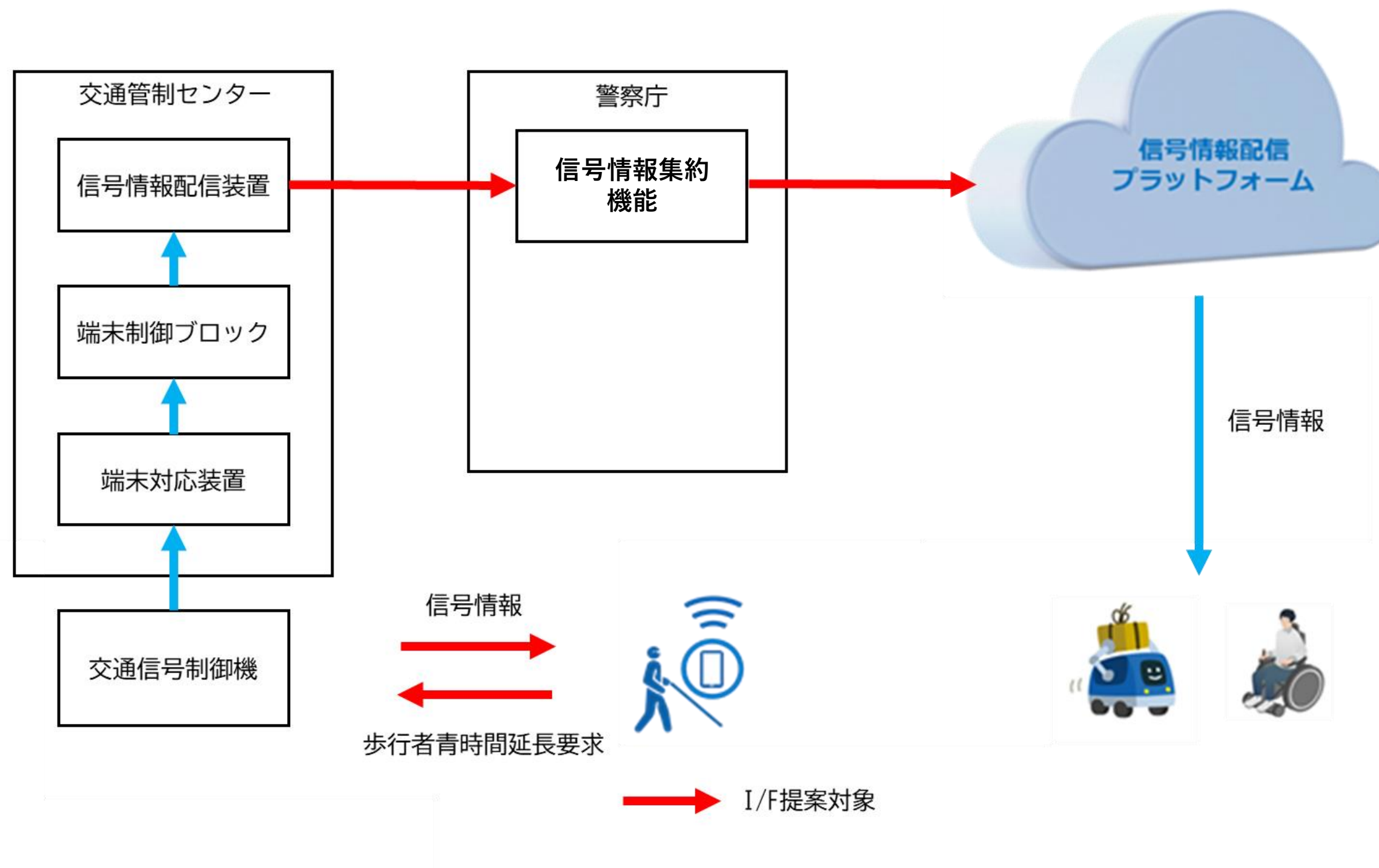
V2N-PICSに関する技術検証イメージ

5.3. サブテーマ3 「プラットフォームから多様なモビリティ対象への配信を円滑化するI/Fの規格化の研究開発」

5.3.1. 概要

SIP第1～2期において、信号情報を利用する自動車メーカーと連携して自動運転車両向けの信号情報提供の研究開発を実施するとともに、要件や、V2I方式やV2N方式における信号情報提供のためのメッセージセットの検討を実施した。

SIP第2期までに定めた要件やメッセージセットは、いずれも自動運転車両向けであり、信号情報配信のニーズが高まっている配送ロボット、小型モビリティ等の歩行者空間を利用するモビリティは考慮されていない。



5.3. サブテーマ3 「プラットフォームから多様なモビリティ対象への配信を円滑化するI/Fの規格化の研究開発」

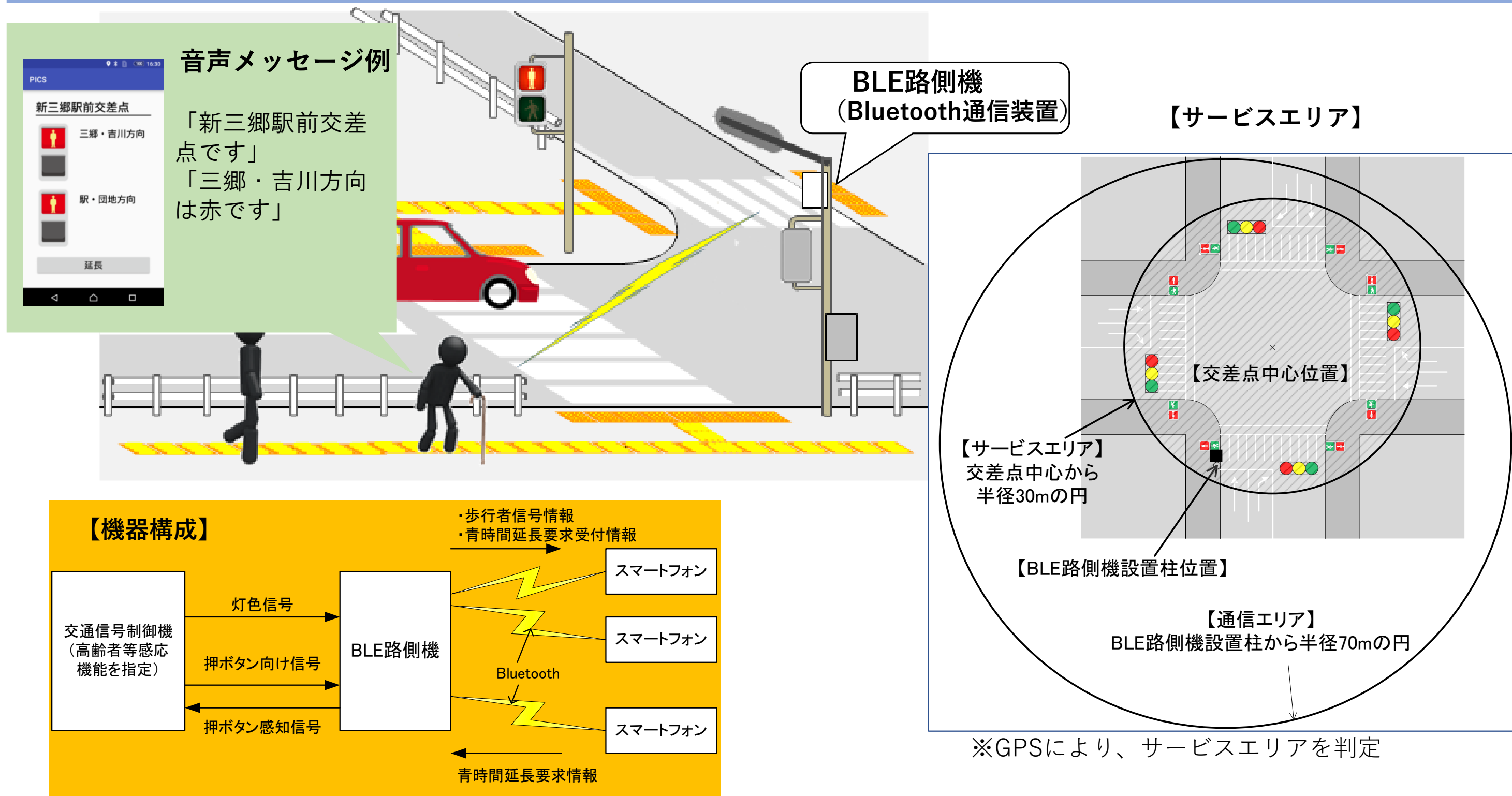
5.3.1. 概要

◆【参考】高度化PICS概要

高度化PICSはSIP第1期の成果を受けて実装したサービスである。高度化PICSに対応したアプリケーションを入れたスマートフォンを使用することで、交差点名称・信号状態の音声・振動による提供や、アプリケーションを操作することで押ボタン操作（歩行者青時間の延長や、歩行者青の呼び出し）が行える。

スマートフォンを利用したサービスの概要

- 交差点名称・信号状態を音声等で提供するサービス
- スマートフォンの操作により、歩行者青時間を延長するサービス



5.3. サブテーマ3 「プラットフォームから多様なモビリティ対象への配信を円滑化するI/Fの規格化の研究開発」

5.3.2. 成果

1) 支援対象の定義と関係団体の調査

多様なモビリティに対する信号情報提供の要件定義のための調査については、サブテーマ6のニーズ調査と連携して実施することとした。

サブテーマ6のニーズ調査に際して、本サブテーマの要件定義において必要な項目の追加を行い、2024年度にかけてアンケート及びヒアリングを行う。

今後、アンケート及びヒアリング結果を元に、各支援対象に対する要件定義及びI/Fの検討を実施する。

2) 高度化PICSの改良

運用を進める中で持ち上がった高度化PICSの以下の課題について、対策の検討を進めている。今後、対策の詳細な検討を行い、実験仕様の作成を進めている。

課題	検討内容
現状のインフラからの情報だけでは、交差点を横断する際の誘導支援が実現できない	インフラ側からの情報提供により音響付加装置を使用せずとも歩行者の誘導ができないかを検討している。 (BLE 5.xの機能等や、他の歩行者支援との組み合わせなど)
押ボタン式信号機では、押ボタンを押さなければ青の開始(横断開始)にならない	視覚障がい者等の利用者に対して、押ボタン式信号機で押ボタン要求を自動で出すなど、利便性を向上させるためのシステム側の機能や運用ルールについて検討している。

5.4. サブテーマ4 「集中式、非集中式等の多様な信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報配信の研究開発」

5.4.1. 概要

信号情報提供については、全ての信号交差点で配信サービスを実現してほしいとの要望があるが、SIP第1～2期においては、信号情報の生成が難しい信号制御方式における機能は、信号情報提供の対象外とされた。

機能	リコール1機能	リコール2機能	リコール3機能	歩行者感应機能	高齢者等感应機能	ギャップ感应機能	連動親機機能	連動子機機能	高速感应機能	ジレンマ感应機能	バス感应機能	自動生成機能	プロフィール制御機能	複数交差点制御連動機能
提供対象	○	×	×	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	△

○：提供対象、×：提供対象外、△：親交差点のみ提供対象

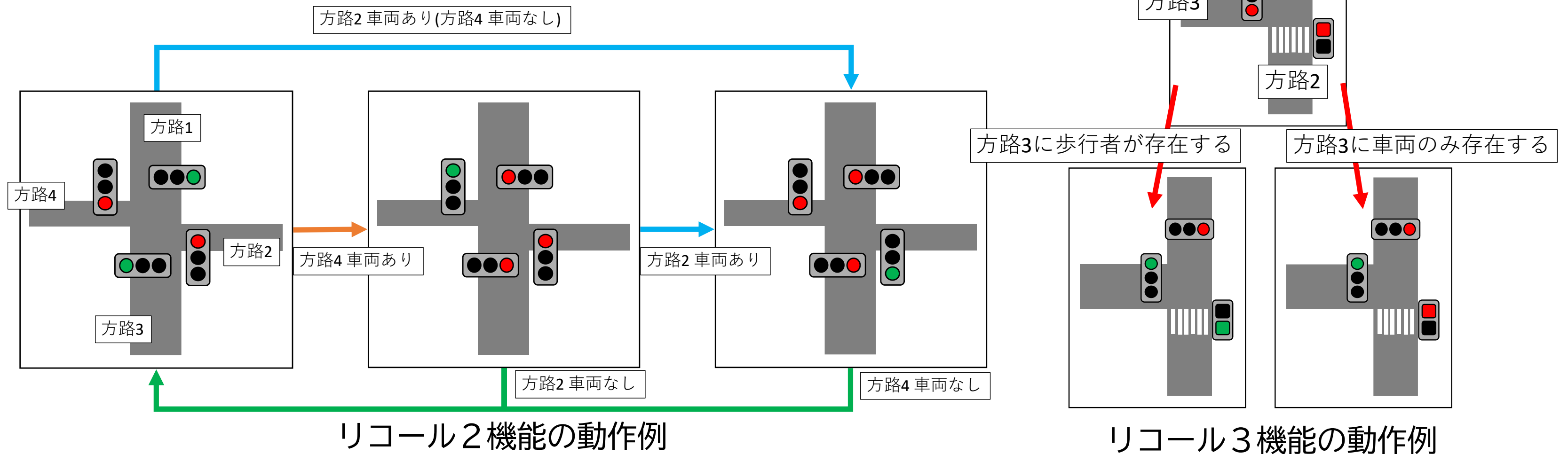
SIP第1～2期で提供対象外とされた機能

5.4. サブテーマ4 「集中式、非集中式等の多様な信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報配信の研究開発」

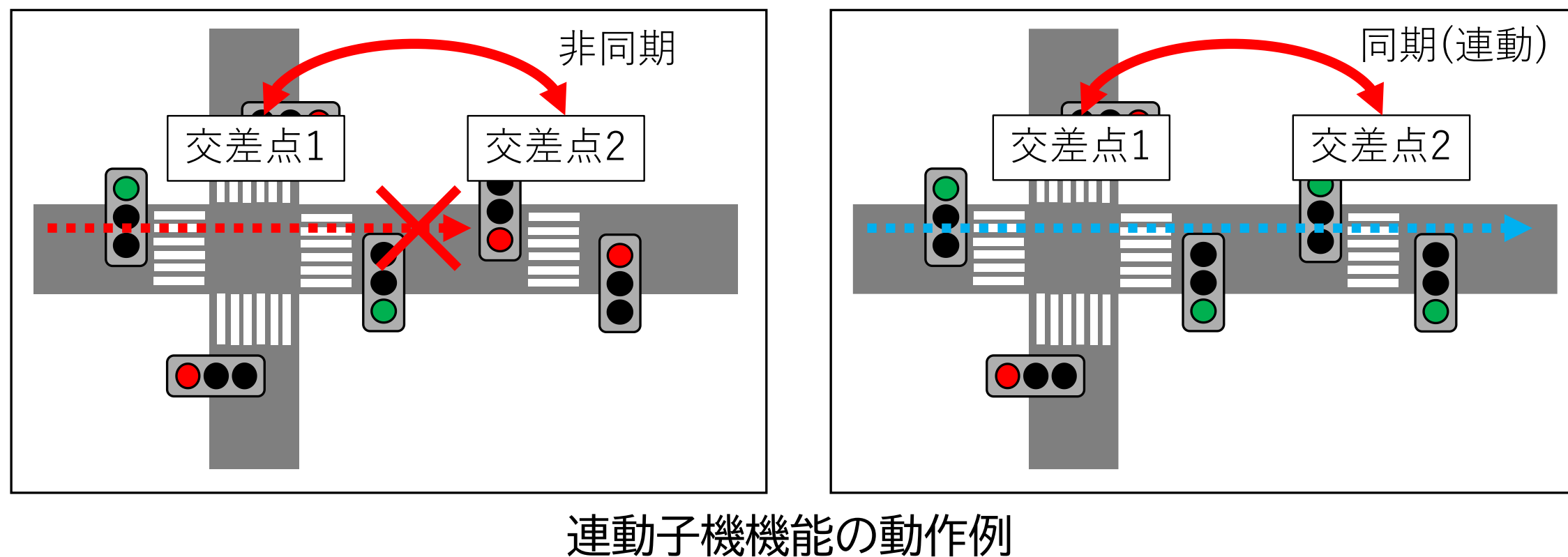
5.4.1. 概要

◆提供対象外とされた機能

◇リコール2, 3機能：車両や歩行者の要求がある場合のみ青を表示



◇連動子機機能：交差点間で黄信号などを渡すことで青信号の表示タイミングを同期させる



5.4. サブテーマ4 「集中式、非集中式等の多様な信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報配信の研究開発」

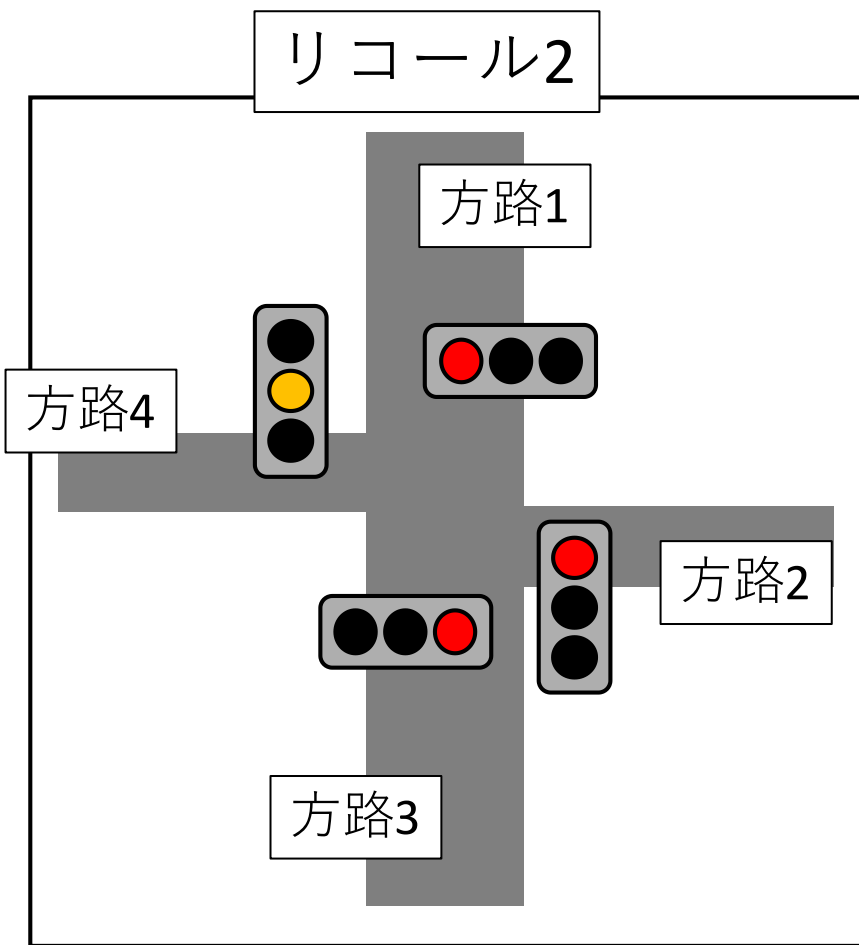
5.4.1. 概要

◆リコール2, 3機能における課題

実際に灯器が青になるまで、青の開始時刻が信号情報では分からないケースが存在する

【制御】

方路2に車両が存在しなければ方路1と3が青、
(方路1の青開始までに)方路2に車両が進入すると方路2が青になる



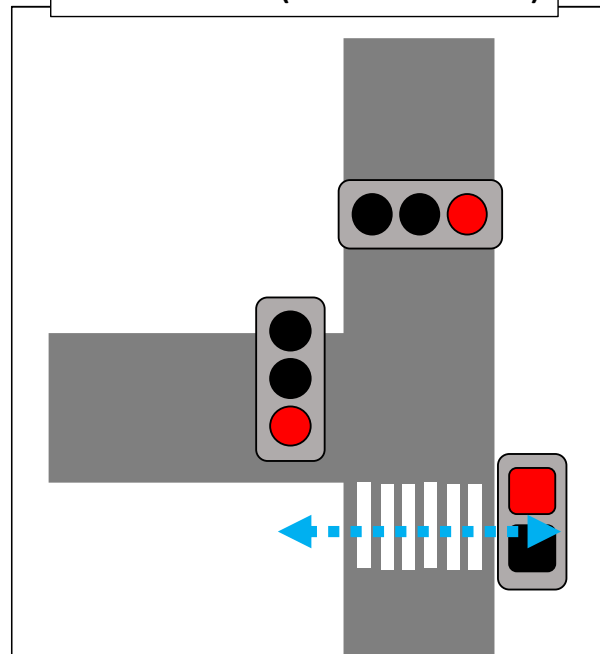
信号情報の状態(例)

方路1, 3 現在灯色 赤
残秒数 最小3秒～最大20秒

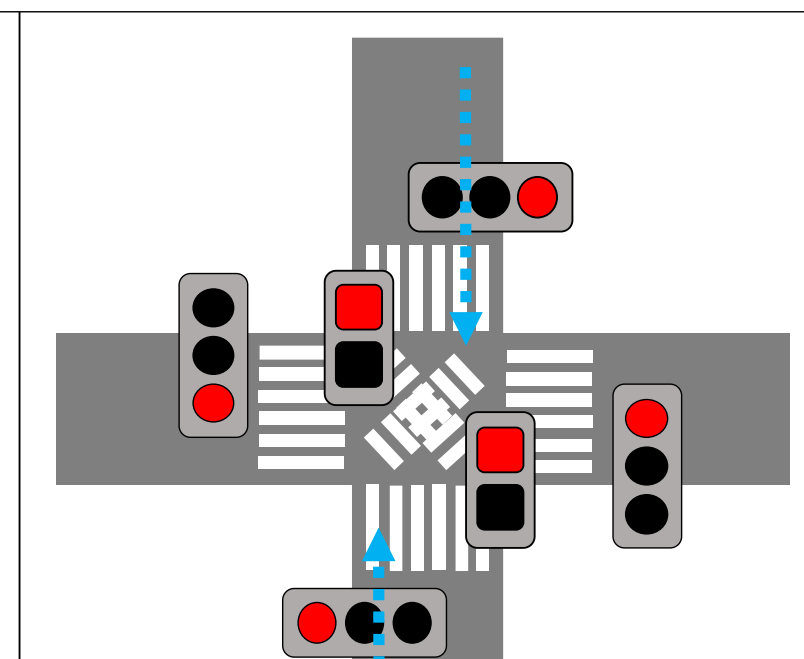
方路2 現在灯色 赤
残秒数 最小3秒～(最大不明)

→方路2に車両が進入しないことが分かっている場合、方路1, 3の青の開始時刻は、赤の最小残秒数である3秒後となる。しかし、この3秒の間に方路2に車両が進入する可能性があることから、3秒経過し方路1, 3の灯器が青になるまで又は方路2に車両が進入するまでは、方路1, 3の青の開始時刻は分からない。

リコール3(歩行者のみ)



歩者分離(歩行者専用現示押ボタン式)



※歩者分離(歩行者専用現示押ボタン式)の歩行者専用現示はリコール1機能やリコール2機能で実現される

車両からは歩行者の青が表示されないことは直前まで不明

車両からは歩行者の青が表示されないことは直前まで不明
(車両の青の開始は、青が表示されるまで確定しない)

5.4. サブテーマ4 「集中式、非集中式等の多様な信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報配信の研究開発」

5.4.2. 成果

1) シームレスな移動を支援するための課題整理

現状で、提供対象外とされている機能（リコール2、リコール3、連動子機）について対策案及び課題の整理及び検討を行った。

対策案の方向性としては、大まかに以下の4つとなるが、それぞれコスト増や交通への悪影響が存在している。

- ・ 信号情報の提供が行えるように装置仕様を変更する(コスト増)
- ・ リコール2機能及びリコール3機能はリコール1機能で代替する（機能縮退）
- ・ 連動子機機能は集中制御化(系統制御化)で代替する（コスト増）
- ・ 当該の機能を停止して信号情報の提供を行う(交通への影響あり)

今後、各対策案についての影響を検討するとともに、最終的な対策を決定する。

2) 実験仕様の提案

現状提供対象外とされている機能について、実験に向けた動作仕様の検討を実施した。

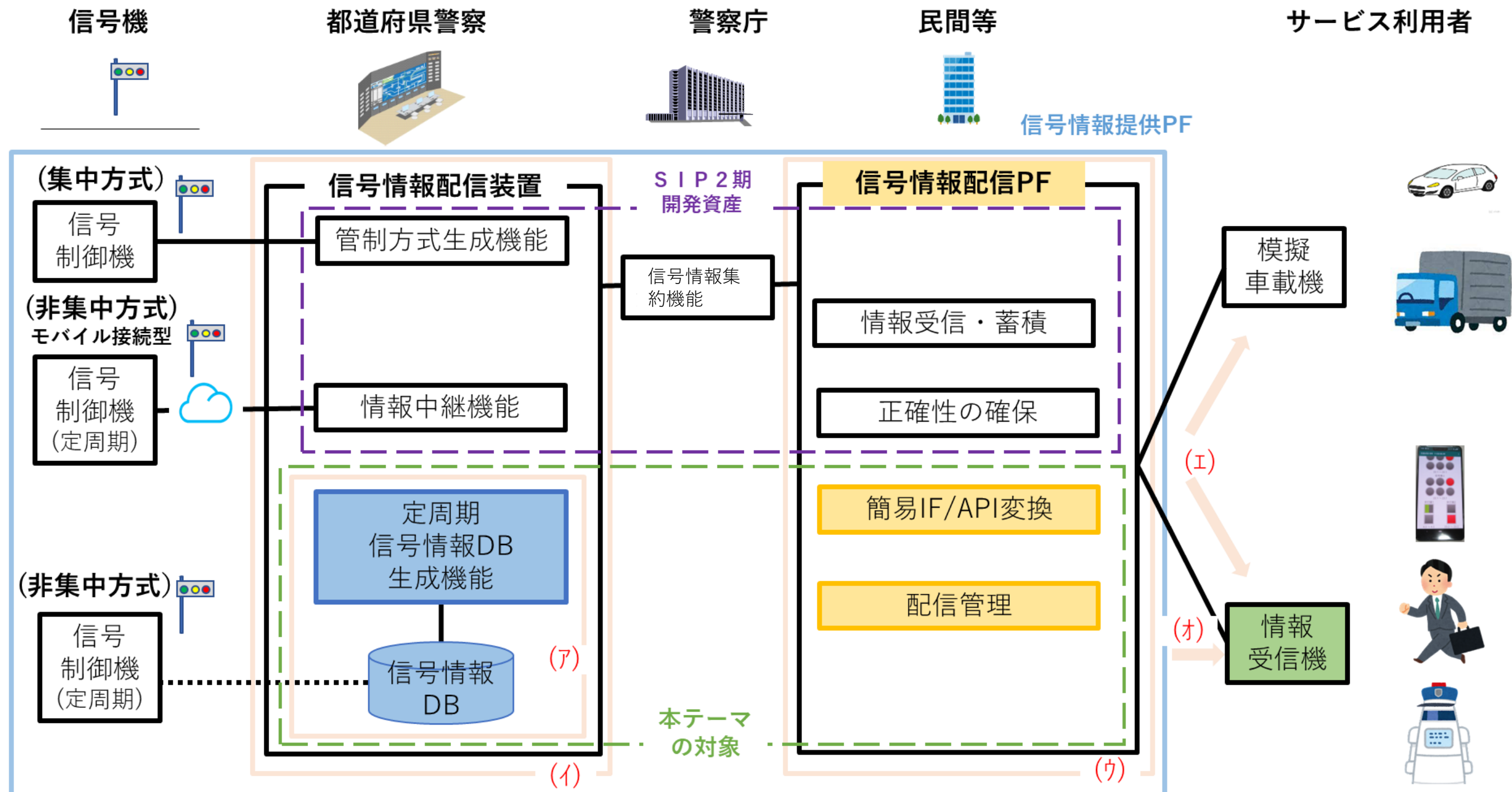
各機能における信号情報生成の動作については、今後、UTMS協会内において、交通信号メーカー、車両メーカーを交えた議論を行い、動作仕様を確定させる。

その後、サブテーマ3の要件定義の結果を受けて、最終的な実験仕様を確定する。

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.1. 概要

- ・非集中方式の定周期信号制御機の信号情報を正確に提供する技術開発を行う。
- ・多様なモビリティを対象としたインターフェース等を検討し、それを実装した信号情報配信プラットフォーム(PF)を構築し、配信検証を行う。



① 定周期信号制御機の信号情報生成技術の開発・検証 (ア)(イ)

2023年度取組み

② 多様なモビリティを対象としたインターフェース設計等 (エ)(オ)

2023年度取組み

③ 多様なモビリティを対象とした信号情報提供プラットフォームの構築(ウ~オ)

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.2. 成果

①非集中方式の定周期信号制御機における信号情報の生成技術の開発

定周期信号情報DBの机上検証

時限表情報から生成した模擬TSDBと、定周期信号制御機の信号情報の実行ログを比較検証

【机上検証方法】

- ①検証項目に従って時限表を作成する。
- ②時限表から、サイクル開始時刻とステップ毎の秒数を机上で算出する。
- ③定周期信号制御機に同じ時限表を設定し、実機動作させる。
- ④定周期信号制御機の制御実行履歴を取得し、机上算出結果と比較する。



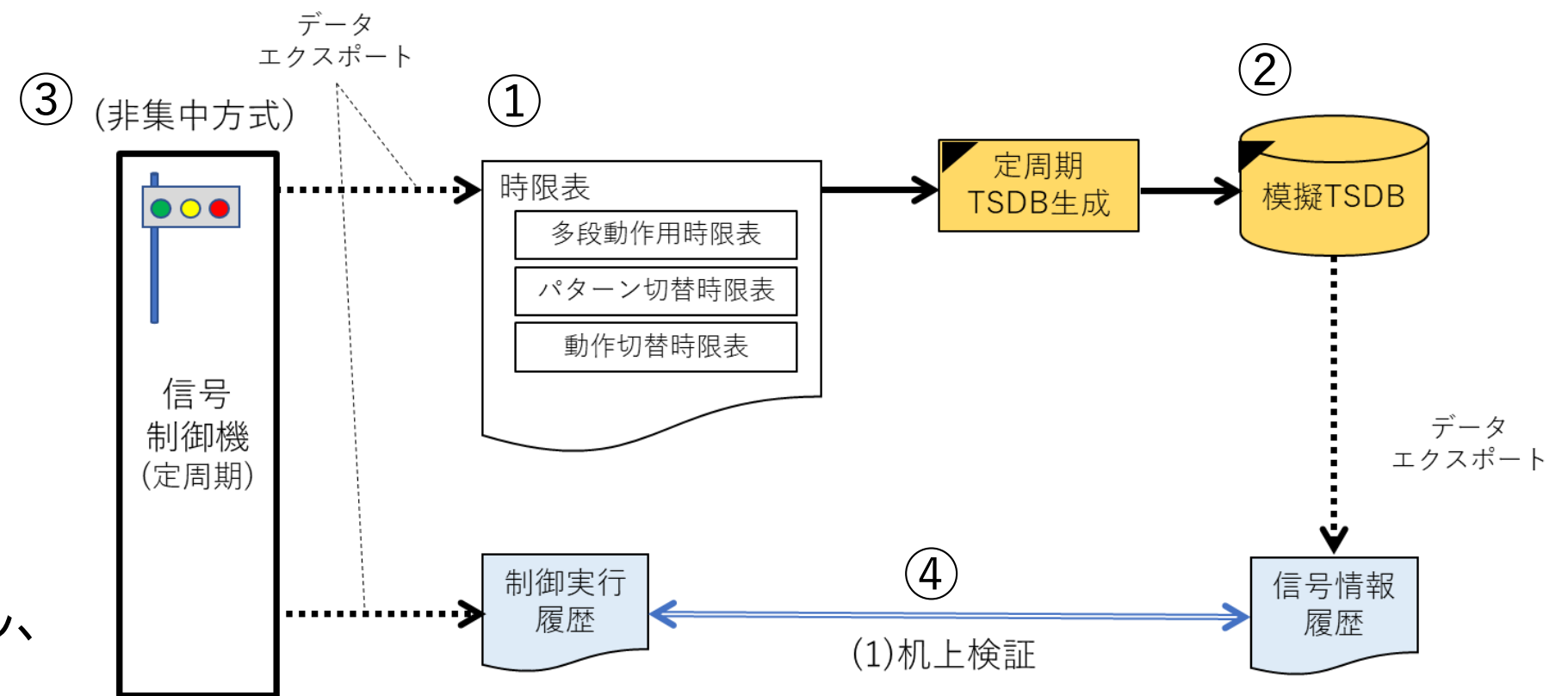
【机上検証の項目と対象】

検証項目

- ・パターン切替後検証(6サイクル以降)
- ・オフセット追従動作時検証(5サイクル以内)

検証対象

- ・**版5**の定周期信号制御機
- ・**版4**の定周期信号制御機(予備検証)



凡例： ■ 机上検証での開発対象

図 定周期信号情報DBの机上検証環境

時	分	秒	100ms	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	11	0	34.6	4	2	3	3	17.4	4	2	3	3
0	1	27	0	34.6	4	2	3	3	17.4	4	2	3	3
0	2	43	0	35.2	4	2	3	3	17.8	4	2	3	3
0	4	0	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3
0	5	20	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3
0	6	40	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3
0	8	0	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3
0	9	20	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3
0	10	40	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3
0	12	0	0	37	4	2	3	3	19	4	2	3	3

図 机上算出結果例

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.2. 成果

①非集中方式の定周期信号制御機における信号情報の生成技術の開発

定周期信号情報DBの机上検証結果（A社製・定周期信号制御機の机上検証結果）

①パターン切替後の机上検証

版5

	当日	前日	パターン切替の回数	机上検証結果	備考
1	土曜	平日	パターン切替：6回	1176/1176一致	
2	休日	土曜	パターン切替：2回	1223/1223一致	
3	休日	休日	パターン切替：2回	1223/1223一致	
4	平日	休日	パターン切替：10回	1097/1101一致	不一致4回は、時刻同期により第一現示が100msずれたことによる
5	平日	平日	パターン切替：10回	1102/1102一致	
6	平日	平日	パターン切替：10回	1105/1105一致	

版4

	当日	前日	パターン切替の回数	机上検証結果	備考
1	平日	平日	パターン切替：10回	1102/1102一致	
2	平日	平日	パターン切替：5回	1181/1181一致	
3	平日	平日	パターン切替：10回	1105/1105一致	

②オフセット追従動作時の机上検証

版5

	当日	前日	パターン切替の回数	机上検証結果	備考
1	土曜	平日	パターン切替：6回	30/30一致	
2	休日	土曜	パターン切替：2回	10/10一致	
3	休日	休日	パターン切替：2回	10/10一致	
4	平日	休日	パターン切替：10回	50/50一致	
5	平日	平日	パターン切替：10回	50/50一致	
6	平日	平日	パターン切替：10回	50/50一致	

版4

	当日	前日	パターン切替の回数	机上検証結果	備考
1	平日	平日	パターン切替：10回	44/50一致	不一致は全て丸め誤差による
2	平日	平日	パターン切替：5回	23/25一致	
3	平日	平日	パターン切替：10回	43/50一致	

版5：設計した算出方法の有効性を確認

- ・パターン切替後：概ね一致（±300ms以下の誤差で一致）※引き続き机上検証で、誤差量・発生確率を確認
- ・オフセット追従動作時：100%一致

版4：予備検証完了。今後、構内のビデオ検証により、誤差を再確認する

- ・パターン切替後：100%一致
- ・オフセット追従動作時：100ms単位の追従量の丸めにより第一現示の青時間の±1秒のずれが発生

※今後、他社製の定周期信号制御機の検証も課題・作業量を鑑みてコンソ内でも調整しながら推進する。

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.2. 成果

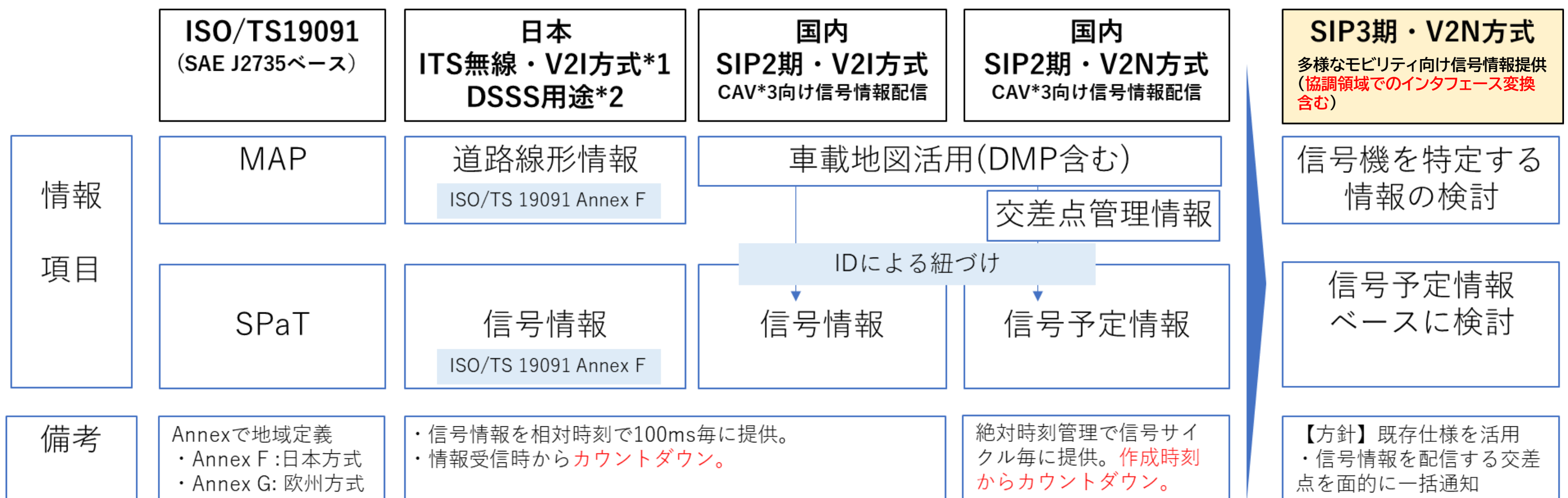
②国際標準化機構等の標準化動向を踏まえた新たな提供インターフェースの検討・設計

【実施計画】

- ・SIP第2期までの信号情報の提供方式について、新規ユーザ等のニーズ調査を踏まえ、新たな提供形態の必要性の検討。
- ・新たな信号情報の提供方式の必要性に応じて、国際標準化機構等の標準化動向を踏まえ、適切な提供インターフェースの設計。

【多様なモビリティ向けの信号情報提供にむけた検討・基礎調査のイメージ】

- ・既往の取組みでは車両向けに信号情報を提供しており国際標準などの規格になっている。
- ・多様なモビリティ(歩行者含む)に対して信号情報を配信するにあたり、これまで車両向けに提供されている情報を参考に、より望ましい情報提供の方法を検討する。



※1:V2I方式:Vehicle to roadside Infrastructureの略称。ここでは主にITS無線路側機(700MHz帯無線)からの路車間通信を用いるものを指す

※2:DSSS:Driving Safety Support Systemsの略称。ドライバーが安全に運転できるように支援するシステムを指す

※3:CAV:Connected Autonomous Vehicleの略称。コネクティッド自動運転車両を指す

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.2. 成果

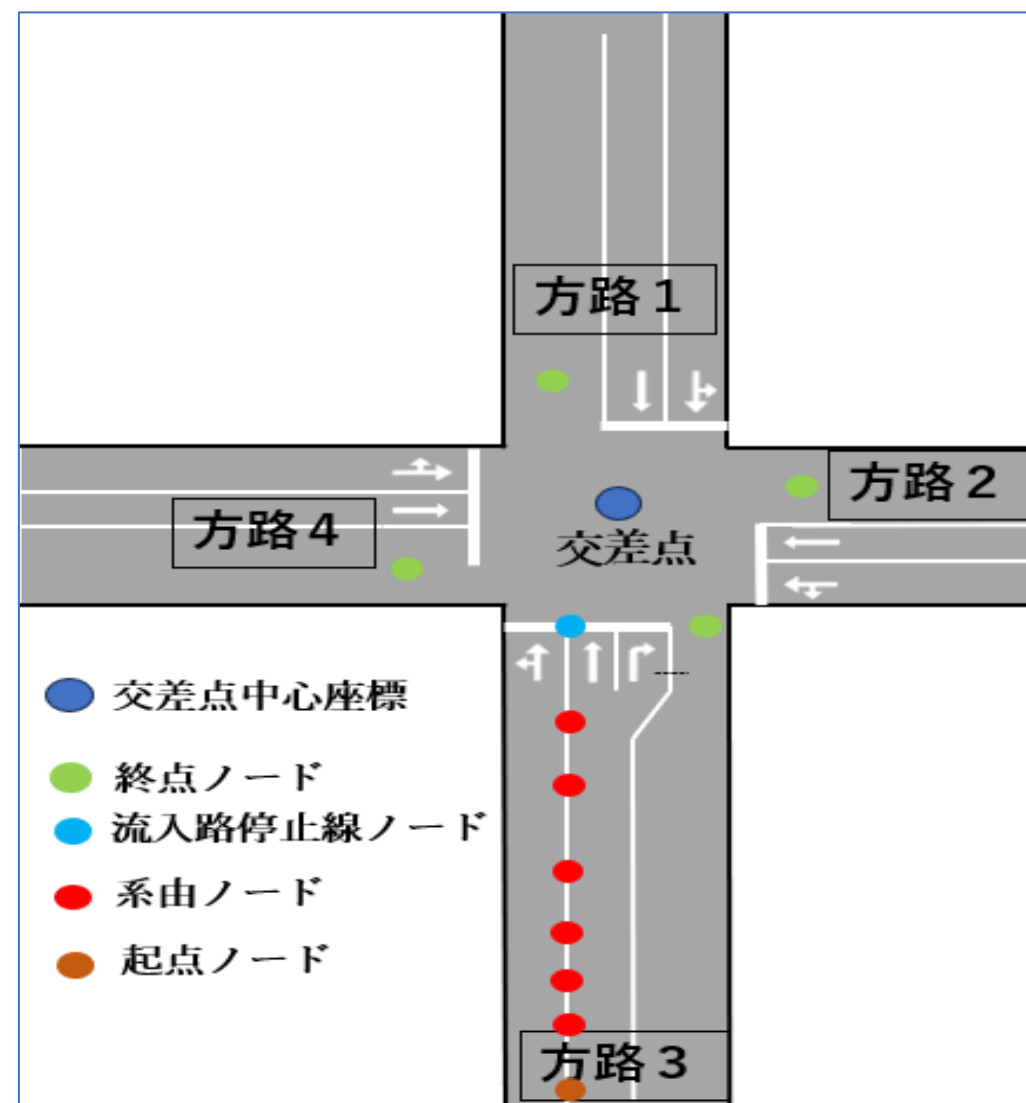
②国際標準化機構等の標準化動向を踏まえた新たな提供インタフェースの検討・設計

【道路線形情報とMAP】

道路線形情報についての主要ポイント

- ・車両は方路と進行方向の角度情報で判断
- ・交差点中心緯度・経度以外に停止線情報もわかる

ISO 道路線形情報



米国 J2735 MAP

- ・Intersections (交差点の地理的情報リスト)
- ・region (地域ID)
- ・id (交差点ID)
- ・laneSet (レーンのリスト)
 - ・LaneID (レーンID)
 - ・laneType (レーンタイプ属性)
 - ・manuevers (進行方向情報)
 - ・connectsTo (接続先レーンのリスト)
SignalGroup (信号のグループID)
- speedLimits (規制速度情報)
- roadSegments (作業箇所や事故に関するデータ)

凡例

○:付いている項目は対応先がないことを示す。

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.2. 成果

②国際標準化機構等の標準化動向を踏まえた新たな提供インタフェースの検討・設計

【信号情報のデータ構造】

新たなインタフェースを検討するにあたり、信号情報の国内と米国の相違点について調査した。
⇒信号情報の信頼度、歩行者用の信号情報について相違点があった。

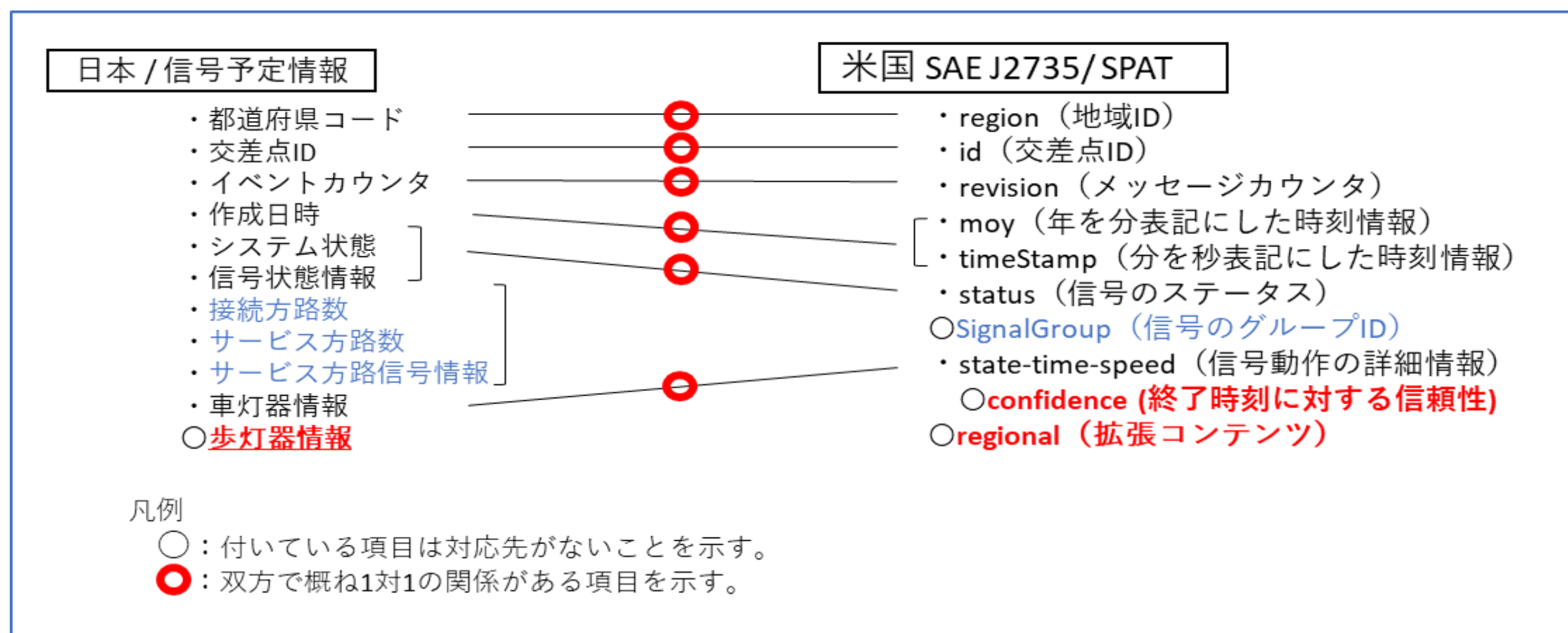
日本・信号情報と米国・SPaT(SAE J2735)の提供先と提供情報の相違点

【日本】

- ・車両用灯器と歩行者用灯器の両方を提供。
(サービス方路単位)

【米国】

- ・車両用灯器のみ提供。
(信号のグループID単位)
- ・信頼性に関する情報を提供。
- ・地域(国)毎の拡張コンテンツを扱う。



➡ 相違点を新たなインタフェースの設計に活用したい。

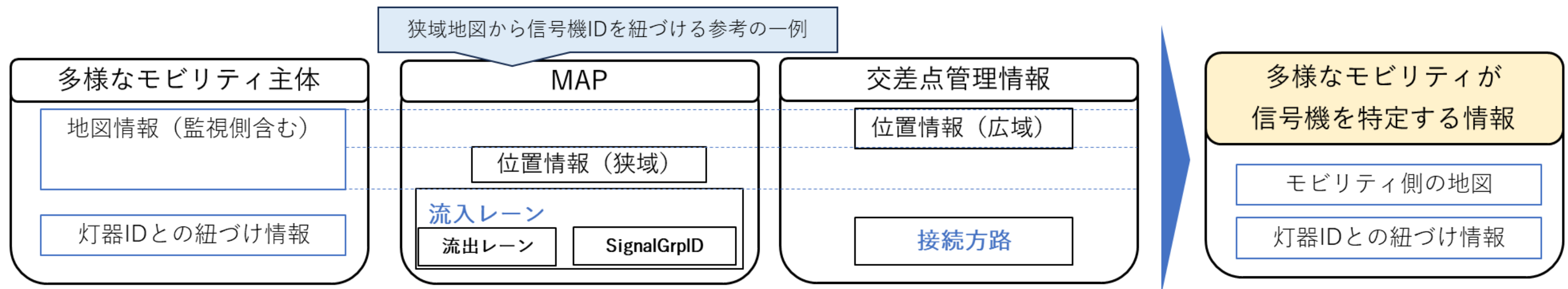
5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

5.5.2. 成果

②国際標準化機構等の標準化動向を踏まえた新たな提供インタフェースの検討・設計

【交差点等を特定する情報のデータ構造】

- ・V2N方式においては、道路線形情報を基礎とし整備しやすい簡易なデータ構造である交差点管理情報を定義して活用している。
- ・多様なモビリティへの信号情報提供に向け参考にするためにMAP情報を掘り下げ調査した。MAP情報では流入レーンに対して接続する流出レーンのリストを持ち、“Signal Group ID”を付与することで情報の活用を行っている。これを一例とし、より簡易で情報利用者にとって分かりやすい構造を検討していきたい。



日本(V2N情報)	地理的情報(交差点管理情報)
米国(SAEJ2735)	地理的情報(MAP)



データ構造を熟知していない情報利用者にとっては、
欧米(ISO/TS 19091)のデータ表現が参考になると考えられる。

5.5. サブテーマ5 「定周期信号制御機の信号情報データベースならびに信号情報配信先の用途拡大の研究開発」

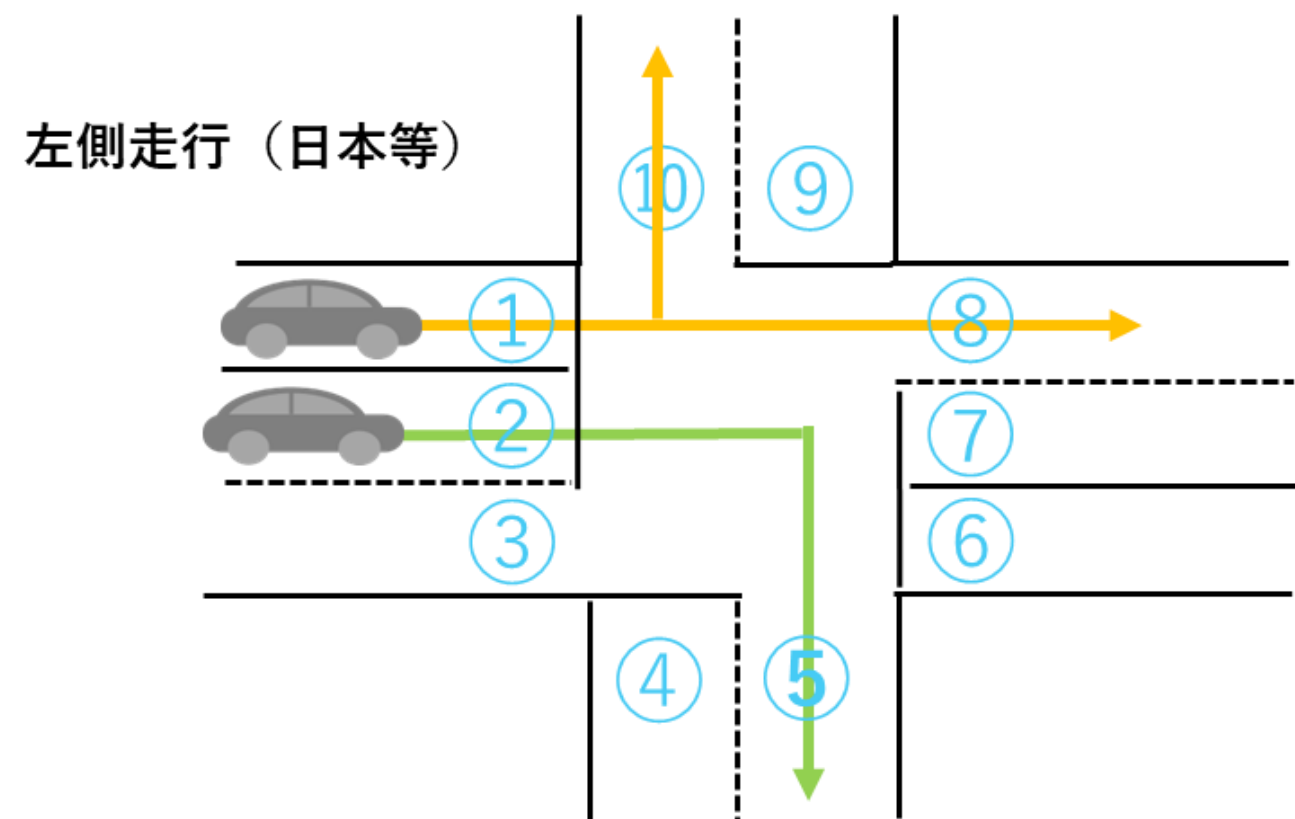
5.5.2. 成果

②国際標準化機構等の標準化動向を踏まえた新たな提供インタフェースの検討・設計

(例)MAPによるレーンと信号グループIDの関係

DF_connectsToList (connectsTo)

- DF_Connection
 - DF_ConnectingLane (ConnectingLane)…接続レーン
 - DF_IntersectionReferenceID (remoteIntersection)
…車線のメッシュを作成する手段を提供
 - DE_signalGroupID (signalGroup)…信号グループ
 - DE_RestrictionClassID (userClass)…ユーザの制限
 - DE_LaneConnectionID (connectionID)…レーン間接続のインデックス



オレンジ線 (LaneID : 1)

connectsTo

connection : 1
connectingLane
lane : 10
manuever : 1 (左折)
signalGroup : 1

connection : 2

connectingLane
lane : 8
manuever : 0 (直進)
signalGroup : 1

黄緑線 (LaneID : 2)

connectsTo

connection : 1
connectingLane
lane : 5
manuever : 2 (右折)
signalGroup : 2

5.6. サブテーマ6 「交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究」

5.6.1. 概要

□ 委員会の運営

V2N方式による汎用的な交通信号情報提供プラットフォーム検討委員会

- 先導及び総合実証実験用施設の構築に必要な仕様書等の文書のとりまとめ
- 先導及び総合実証実験の過程、結果等の確認
- 共同提案者が案を作成する文書の確認(共同提案者間の差異の調整を含む。)
- 統合報告書のとりまとめ

□ ニーズ調査(2023年度～2024年度)

- 【1】国内における自動運転、ドライバーによる運転、歩行者、マイクロモビリティ、配送ロボットその他信号情報を利用する可能性のある企業、団体のサーベイ
- 【2】国外における自動運転、ドライバーによる運転、歩行者、マイクロモビリティ、配送ロボットその他信号情報を利用する可能性のある企業、団体のサーベイ
- 【3】【1】でサーベイ対象となった企業・団体へのアンケートによるニーズ調査
- 【4】【3】のニーズ調査対象のうち、信号情報の活用可能性が高い企業・団体へのインタビューによるニーズ調査
- 【5】以上の結果を分析し、総合実証実験の公募対象について計画

分類	名称
交通インフラメーカー	オムロンソーシアルソリューションズ 株式会社 株式会社 京三製作所 コイト電工 株式会社 住友電気工業 株式会社 日本信号 株式会社 パナソニック コネクト 株式会社
自動車メーカー等	株式会社SUBARU トヨタ自動車 株式会社 日産自動車 株式会社 本田技研工業 株式会社 株式会社 デンソー
モビリティ提供関係事業者	BOLDLY株式会社 先進モビリティ株式会社 京セラコミュニケーションシステム株式会社 楽天グループ株式会社 一般社団法人ロボットデリバリー協会 マイクロモビリティ推進協議会
地図関係企業等	グーグル合同会社 トムトム・セールス・ビービー 株式会社ゼンリン LINEヤフー株式会社 株式会社ナビタイムジャパン
電気通信事業者等	株式会社NTTドコモ ソフトバンク株式会社 KDDI株式会社 京セラ株式会社 日本電気株式会社
関係団体	一般社団法人日本自動車工業会 公益財団法人日本道路交通情報センター 一般財団法人道路交通情報通信システムセンター
受託者連携	交通事故未然防止支援研究開発コンソーシアム

5.6. サブテーマ6 交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究

5.6.2. 成果

委員会の開催状況

開催日	主な議題
第1回 2024年 2月1日	<ul style="list-style-type: none">• 事業に関する説明• サブテーマ6のニーズ調査に関する説明• サブテーマ1、2に関する審議予定と検討状況報告
第2回 2024年 2月22日	<ul style="list-style-type: none">• SIP第2期事業の成果• 提供する「信号情報」の概要• 各サブテーマの状況報告• ニーズ調査で実施するアンケート案
第3回 2024年 3月22日	<ul style="list-style-type: none">• 信号情報の誤差、遅延等について• ニーズ調査で実施するアンケート案• 各サブテーマの状況報告

5.6. サブテーマ6 交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究

5.6.2. 成果

国内サーベイ調査結果

分野	調査企業数と主な企業	信号情報活用に関する動向等
(1) 自動車 製造関連	調査企業数：7社 主な調査企業 ・株式会社SUBARU ・トヨタ自動車 株式会社 ・日産自動車 株式会社 ・本田技研工業 株式会社 他	<ul style="list-style-type: none"> ・複数の自動車製造関連事業者において、信号連携による自動運転または安全運転支援のシステム開発が進められている。 ・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、信号情報をV2I方式やV2N方式により車両に配信する実証実験が行われ、実験参加者として、複数の自動車製造事業者が参加した。 ・一方で車載カメラを用いて前方の信号灯色を検出し、発進遅れ等の場合にドライバーに警告する等の機能実装も進められている。 <p>⇒自動運転と安全運転支援のそれぞれの面でV2N方式で配信された信号情報の必要性は高い。</p>

分野	調査企業数と主な企業	信号情報活用に関する動向等
(2) モビリティ 関連	調査企業数：21社 主な調査企業 ・BOLDLY株式会社 ・京セラコミュニケーションシステム 株式会社 ・楽天グループ株式 会社 ・先進モビリティ 株式会社 ・株式会社Luup 他	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロモビリティのシェアリングサービス関連の事業者は複数存在し、利用時は専用のスマートフォンアプリケーションを通じて、ポート検索や予約、決済等を行う方式が一般的になっている。 ・また、一部事業者のサービスにおいては、GPS端末を利用して、進入禁止エリアに入った場合の警告等、安全運転支援の取組が行われている。 <p>⇒将来的に、利用者の安全運転支援サービスの一環として、スマートフォン等を通じて信号情報が提供されることも想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配送ロボット関連においては、国内でも複数の事業者において、宅配や郵便物等の実証実験が開始されている。 ・2023年の道路交通法の改正により、配送ロボットなどは「遠隔操作型小型車」と定義され、届出制で公道での歩行者相当の通行が可能になっている。 <p>⇒今後、遠隔操作者の負担軽減や誤認識を減らすために、V2N方式で配信された信号情報を活用することも想定される。また、将来的に自動運転化する段階において、V2N方式で配信された信号情報の重要性は高まると考えられる。</p>

5.6. サブテーマ6 交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究

5.6.2. 成果

国内サーベイ調査結果

分野	調査企業数と主な企業	信号情報活用に関する動向等
(3) 地図情報 提供関連	調査企業数：5社 主な調査企業 ・グーグル合同会社 ・トムトム・セールス・ビービー ・株式会社ゼンリン ・LINEヤフー株式会社 ・株式会社ナビタイムジャパン	<ul style="list-style-type: none"> カーナビゲーションサービスにおいて信号機情報の位置情報を提供している事業者が存在する。 ⇒信号機の位置情報は既にカーナビ情報として提供されている。 高齢者や視覚障がい者を含む移動制約者を想定した歩行者の移動を支援する情報提供サービスを開始している事業者が存在する。 ⇒現時点では音響信号の有無など静的情報を扱っているが、今後は信号現示の情報など動的情報が扱われることも想定される。 安全運転支援や自動運転等を目的として、高精度な地図データ上に信号や歩行者、対向車など動的情報を反映するための信号情報配信プラットフォーム構築に取り組む事業者が存在する。 ⇒今後、上記の信号情報配信プラットフォームが社会実装される段階では、情報源としてV2N方式で配信された信号情報が活用されることが想定される。 その他、スマートフォンのカメラを活用して、前方信号機の灯色変化を認識し、発進遅れ時にドライバーに警告するアプリケーションの提供を開始している事業者が存在する。 ⇒スマートフォンのカメラ映像から信号灯色を検出し、ドライバーの安全運転支援を行うサービスが開始されており、今後は情報源がV2N方式で配信された信号情報により代替される、あるいは補完されることが想定される。
分野	調査企業数と主な企業	信号情報活用に関する動向等
(4) 電気通信 関連	調査企業数：7社 主な調査企業 ・株式会社NTTドコモ ・ソフトバンク株式会社 ・KDDI株式会社 ・京セラ株式会社 ・日本電気株式会社他	<ul style="list-style-type: none"> 路車協調による自動運転移動サービスの実証実験を開始している複数の事業者が存在する。 5Gを活用した信号情報提供による交差点の走行支援に取り組む事業者が存在する。 一方で、通行ルート上の信号機とV2N方式により連携して交差点を横断する配送ロボットの实証実験を実施した事業者が存在する。 ⇒今後も自動運転移動サービスや配送ロボットの社会実装において、V2N方式で配信された信号情報の活用が見込まれる。

5.6. サブテーマ6 交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究

5.6.2. 成果

調査フロー

【実施項目】

【調査対象（想定）】

【実施方針】

(1) 国内の企業・団体のサーベイ 40社程度

(2) 国外の企業・団体のサーベイ 10社程度

(1) の結果を踏まえ、
アンケート調査対象を抽出

(3) アンケートによるニーズ調査 40社程度

(3) の結果を踏まえ、
インタビュー調査対象を抽出

(4) インタビューによるニーズ調査10社程度

(5) 調査結果のとりまとめ

- 自動車、モビリティ、物流（配送）、電気通信、地図などの分野を対象に、道路を利用した人や物の移動に関する事業や技術を持つ企業を調査
- 国内については、各分野で大手の企業5社程度、加えて先進的な取り組みを行っている企業など2～3社程度の調査を想定
- 調査方法は文献とインターネットによる情報収集

- (1) で調査した企業・団体等を対象に、文書によるアンケート調査を実施
- 信号情報をV2N方式で取得できるとした場合の、具体的なユースケースや、データの精度・条件、取得方法等に対するニーズを把握

- (3) の対象とした企業・団体等の中から、10社程度を対象にインタビュー調査を実施
- 信号情報の具体的なユースケースを想定できる企業・団体を優先的に調査対象に選定
- (3) の調査結果をベースに、詳細を聴取

5.6. サブテーマ6 交通信号情報提供プラットフォームの多様なニーズ等に関する研究

5.6.2. 成果

アンケート案の概要

- アンケート調査の実施に向け、調査対象の選定や調査票の作成、調査票の送付を行った。
- 調査対象として約40社を選定し、調査項目は大きく①調査対象企業で実施している事業等について、②信号情報に対する需要、③信号情報提供に関する要望の3つとした。
- 調査結果のとりまとめは2024年度に予定している。

表 アンケートによるニーズ調査内容

大項目		主な設問内容(抜粋)	目的
1	調査対象企業で実施している事業等について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貴社の事業や保有技術の中で、道路を利用した移動や物流に関するものはありますか 	調査対象の企業・団体の事業内容や移動・物流分野との関連性を把握
2	信号情報に対する需要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貴社の事業等において、信号情報を活用できる可能性はありますか。また、具体的に想定される活用場面はありますか ・ どの様な場所や頻度で信号情報を受信できると良いですか ・ 信号情報が提供される場合、データを利用したいですか 	信号情報のユースケースやニーズを把握
3	信号提供情報に関する要望	<ul style="list-style-type: none"> ・ 信号情報を受信・利用する対象として想定されるものは何ですか。(自動車、マイクロモビリティ、歩行者 等) ・ どの程度の範囲の信号情報が取得できることが望ましいですか ・ 信号機のどのくらい手前から情報が必要ですか ・ 何サイクル先までの情報が必要ですか ・ 許容できる遅延や誤差はどの程度ですか ・ 青信号終了の何秒前までに、青信号の終了時刻が分かると良いですか 	信号情報に求める精度や必要なデータ範囲を把握
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 信号情報と合わせて提供されると良い情報はありますか ・ 信号情報の提供に際して、必要な安全対策や支援、課題などはありませんか ・ 信号情報の提供にかかる費用を負担しても良いと思われませんか ・ その他ご意見・ご要望 	その他、信号情報に関する要望を把握

6. 目標達成度

- ・ 次の目標(X-RL、KPI)を設定している。2023年度については、初年度であり、達成度を測る段階に至っていない。

■ 2027年までに達成すべきX-RL目標

- ・ TRL
 - 集中式、非集中式等の多様な交通信号機を含むゾーンにおけるシームレスな交通信号情報提供：7以上
 - 多様なモビリティを対象とする交通信号情報提供プラットフォームの構築：7以上
 - プラットフォーム・モビリティ相互間インターフェースの標準化：7以上
 - 交通信号情報提供先の多様化：7以上
- ・ BRL：7以上
- ・ GRL：6以上
- ・ SRL：6以上

■ 各段階（SIP中間時点／終了時点／終了後）で達成すべき

【SIP中間時点】

- ・ モビリティ支援技術開発・技術評価の完了
- ・ モビリティ支援技術仕様の具体化
- ・ 実証エリアでの信号見落とし等を原因とする事故統計に対する事故リスク低減事実の確認

【SIP終了時点】

- ・ モビリティ支援技術の製品化計画の立案
- ・ 数都市でのモビリティ支援技術の実装に向けたリファレンスロードマップの公開
- ・ 数都市での信号見落とし等を原因とする事故統計に対する事故リスク低減事実の確認

【SIP終了後（参考）】

- ・ モビリティ支援技術の製品化
- ・ 数都市でのモビリティ支援技術の実装
- ・ 交通事故件数の低減

■ データ連携について達成すべき目標

- ・ 交通信号情報提供プラットフォームのデータ連携に向けたインターフェースの標準化
- ・ 他の受託者やモビリティサービス事業者による交通信号情報提供プラットフォームの利用推進

本報告書には、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の下で
推進する「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期／スマートモビリティ
プラットフォームの構築」(研究推進法人: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管理番号:JPNP23023)の成果が含まれています。