

「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)／ 車線別プローブ等を活用した自動運転制御の技術 検討及び評価」

成果報告書

概要版

パシフィックコンサルタンツ株式会社

2023年3月

< 目 次 >

1. 調査研究の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P2
2. 各要素の技術検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P13
3. 実証実験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P79
4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術
の検討及び検証・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P101
5. 悪天候や路面状況に関する車両プローブデータの
活用検討及び検証・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P109

1. 調査研究の概要

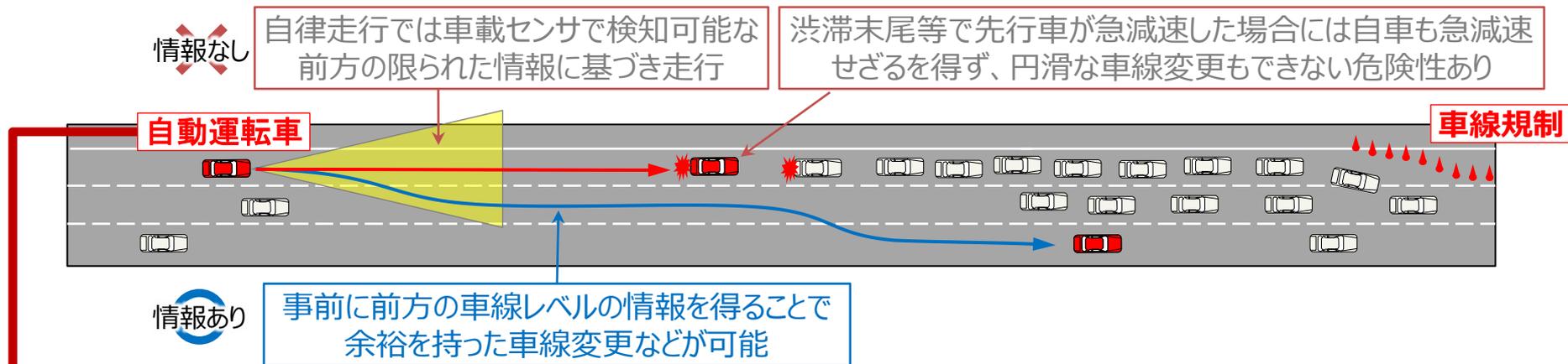
1.1. 事業目標

高速道路での自動運転時に、前方に停止車両や落下物等がある場合や流出路渋滞が存在する場合など、事前に得られる情報が不足している場合や不精緻、不正確である場合に、走行車線から減速車線への車線変更がスムーズに行えない等のケースが想定される。これら想定されるケースを解決するための一つの方策として、車線別の道路交通情報を自動運転車両が入手することで、あらかじめ早い段階で車線変更をする等により安全かつ円滑な自動走行が可能となる。

1.1. 事業目標

車線レベル道路交通情報の必要性

- **車線レベル道路交通情報**は、車載センサでは検知できない前方の状況を把握し、あらかじめ車線変更を行う等により、**安全かつ円滑な走行を実現する上で必要な情報**である。
- 車線レベル道路交通情報の生成にあたっては、**交通状況を面的に把握可能な車両プローブ情報**の活用が有効であり、さらに道路・交通管理者の情報等を組合せ、高度化を図ることが期待される。



車両側のニーズ

- どの車線を走行すべきか？
 - どのタイミングで車線変更すべきか？
- 上記を判断する上で**車線レベル道路交通情報が必要**

ニーズへの
対応

各種情報源を組合せ効果的に情報生成

- **車両プローブ情報**
面的かつ位置を精緻に把握可能
- **道路・交通管理者情報**
車両からは得られない事象原因等の情報が把握可能
- **その他（緊急通報情報等）**
緊急性の高い情報を即時的に把握可能

1.1. 事業目標

本施策のスコープ

- 自動運転車両が適切な判断や制御を行うには、自車が置かれている各シーンで必要となる制御を行うまでの距離によって段階があり、車線レベルの情報は各段階で必要となる。
- 各段階の特徴に応じて様々な通信手段を用い、得られる情報を総合的に組み合わせることが重要である。
- 各シーンの特長に応じた車線レベル道路交通情報の有用性や使い方等の検討を行っており、本施策では車線変更を中心としたパスプランニングでの活用から検討を進めている。



1.1. 事業目標

本施策のスコープ

- 本施策では、**早期社会実装に向け、実用化済みの車両プローブ情報**を活用し、従来の道路交通情報と同等程度のリアルタイム性での情報生成・提供技術の検討から取り組みを始めている。
- 将来的には、より即時性の高い情報生成・提供を目指す。



本施策の当面のスコープ

早期社会実装に向け実用化済みの車両プローブ情報を活用し技術検討

1.1. 事業目標

対象ユースケースと情報提供のメリット

- 車線変更等の制御にあたり前方の車線レベル情報が有効となる3つのユースケースを対象に検討することとした。

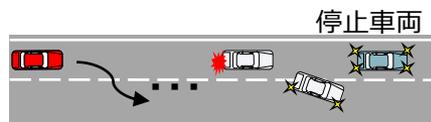
対象ユースケース

※車線規制は夜間に実施されることが多く、夜間はプローブデータの取得量が少なくなるため評価対象としない。

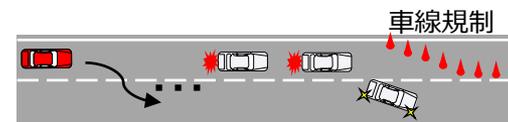
A : 渋滞末尾 (分岐支援、通過支援)



B : 交通事故・故障車両・落下物、障害物等



C : 車線規制 (工事等) ※



要件	対象場所	通信	制御用途(車両制御または情報提供等)	即応性(情報入手後の車両応答)
	高速道路	V2N	車線変更, 走行計画変更, 速度調整	不要

注) SIP協調型自動運転ユースケース(第1版2020年9月3日)を参考に設定

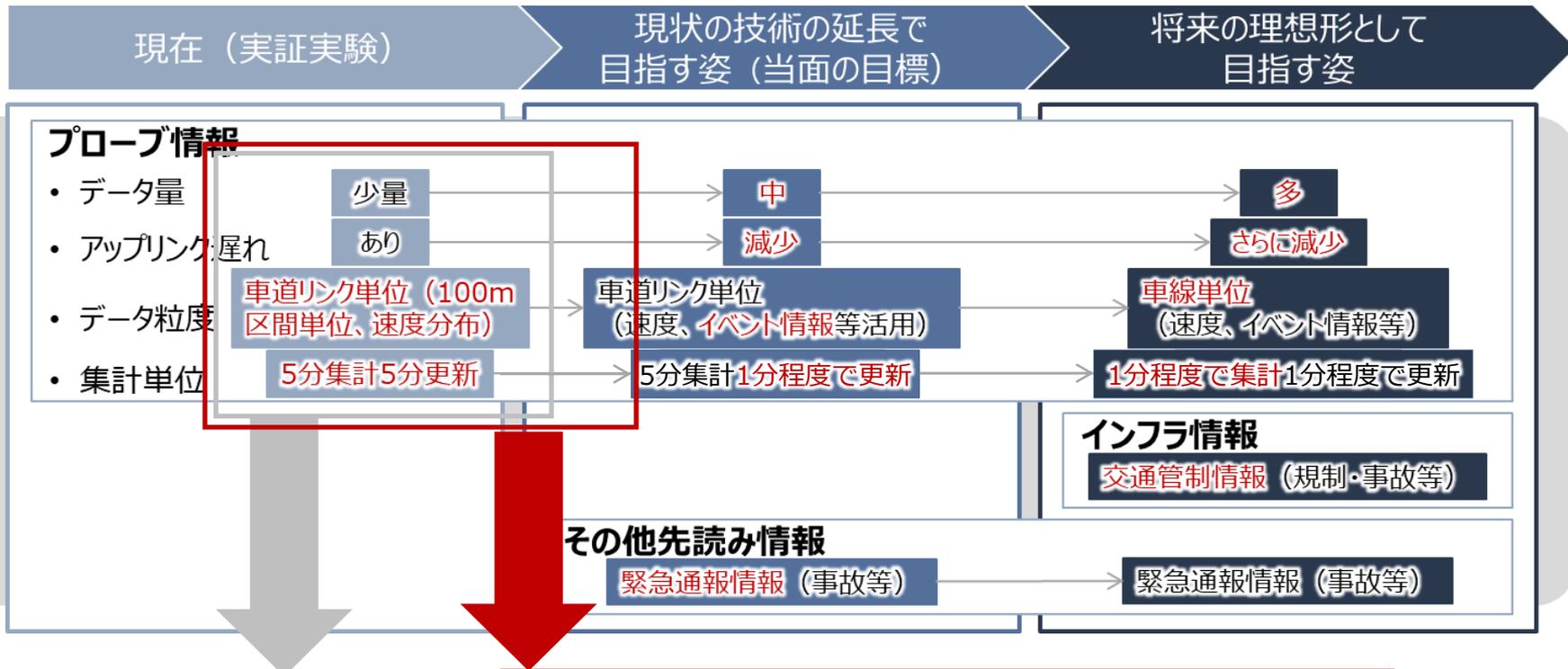
情報提供のメリット

- 前方等の状況に基づき予め早い段階で車線変更を行う等により、ユースケースに示した事象に遭遇した際の自動運転車両自体の急減速等の発生回避や後続車両からの追突防止、無理のない車線変更による**安全性・円滑性の向上等が期待される。**
- **自動運転レベル1～2の車両への支援情報や、一般ドライバーへの支援情報としても有効である。**

1.1. 事業目標

将来の目指す姿と本事業の検討範囲

- 将来はコネクティッドカーの普及に伴いデータの量と質が向上し、アップリンク遅れの無い情報により精度の高い情報提供ができるようになることを前提に検討を進めるものとした。



2020年度 :

- 取得可能なプローブ情報の検討と収集
- 必要な技術仕様の検討と実験システムの開発
- 分岐部での方向別速度を用いた車線レベル情報の生成技術の検証

2021年度 : 車両制御イベント情報 (ウインカー情報等) を活用した分岐部以外での情報生成技術の検討と実証

2022年度 : プローブ提供事業者増、システム改良を行い、現状取得可能なデータ量での情報生成可能性、情報精度等を検証

利用を想定する情報

1.2. 事業概要

本検討・評価業務は、上記方策を実用化するために、車線別の渋滞情報、停止車両情報、落下物等情報及び事象規制情報（以下「車線別情報」という）を収集し、自動運転車両に提供するための技術検討を行った。

具体的には、東京湾岸2020 実証実験の首都高速道路羽田線並びに湾岸線において実証実験（以下「実証実験」という）を行った。この方策については、自動運転システムへの活用のみならず、レベル1やレベル2の運転支援システムとしての活用についても検討した。

上記の研究開発目的を達成するため、下記研究開発項目を実施した。

a. 各要素の技術検討

- 1) 車線別情報の生成技術の検討
- 2) 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価
- 3) 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価
- 4) 車線別情報の配信技術の検討と評価
- 5) 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価
- 6) 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価

b. 実証実験

c. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

d. 悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

1.2. 事業概要

本研究開発の検討の流れ

a. 各要素の技術検討(要件検討・仕様検討)

a1) 車線別情報の生成技術の検討

車両から取得するプローブデータ情報

イベント情報(規制情報・落下物・故障車)

データ処理技術の要件検討

- 車線別情報の生成技術
- プローブ情報の処理技術
- データ統合技術

a2) 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価

a3) 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価

a4) 車線別情報の配信技術の検討と評価

高精度3次元地図との結び付け

- 位置参照点(CRP)の設置
- 車線レベルの位置参照方式に準じたデータ生成

a5) 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価

a6) 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価

実験・開発への反映

フィードバック

b. 実証実験

実証実験
計画立案

1) 実証実験箇所におけるノードリンク地図の作成・更新

2) 検討した技術・仕様に基づく実験システムの構築

3) 実証実験

- 車線レベル道路交通情報のユースケースに基づく評価
- 情報内容や位置表現の確からしさの評価

※実証実験の主たる運営は実証実験コンソーシアムが担当

c. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

d. 悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

1.2. 事業概要

要素技術の検討（本研究での検討事項）

本研究では、商用のプロブ車両情報等より、渋滞末尾位置や支障車線に関する注意喚起情報を生成し、自動運転車両に提供することを目指している。

本事業の取り組み範囲として、ユーザー車両への情報配信までの一連の流れにおいて、協調領域であるデータ提供事業者からのデータ集約・統合、情報生成、位置表現、OEM等への配信までを対象としている。

なお本事業は、実証実験を通じた有効性検証や技術評価を踏まえ、車線レベル道路交通情報の実用化に向けた技術仕様（情報解像度、配信頻度、配信フォーマット等）の具体化を図るものである。

車線レベル道路交通情報の生成・提供に関する技術仕様

技術仕様

①データ共有（集約）仕様

プロブデータ等を提供者のサーバから情報統合・生成サーバに共有いただく際のセンター間のデータ共有仕様（データ項目・フォーマット・収集頻度等）

②複数の情報源のデータ統合仕様

複数の情報提供事業者から収集したデータの統合処理仕様

③車線別道路交通情報の生成仕様

活用可能なデータから車道別の道路交通情報を生成する技術仕様

④位置表現可能なデータへの変換仕様

生成した車線別の道路交通情報を表現（配信）可能なデータ形式及び変換仕様（CRP・ダイナミックマップへの変換等） ※本機能の可否を含め検討

⑤データ共有（配信）仕様

生成した情報を情報統合・生成サーバからOEM等のサーバに配信する際のセンター間のデータ共有仕様（データ項目・フォーマット・配信頻度等）

前提・考慮すべき条件

関連する仕様等

- センター間のデータ共有仕様
 - ・ JASPAR仕様
- 位置表現に関する仕様
 - ・ 拡張DRM-DB
 - ・ CRP

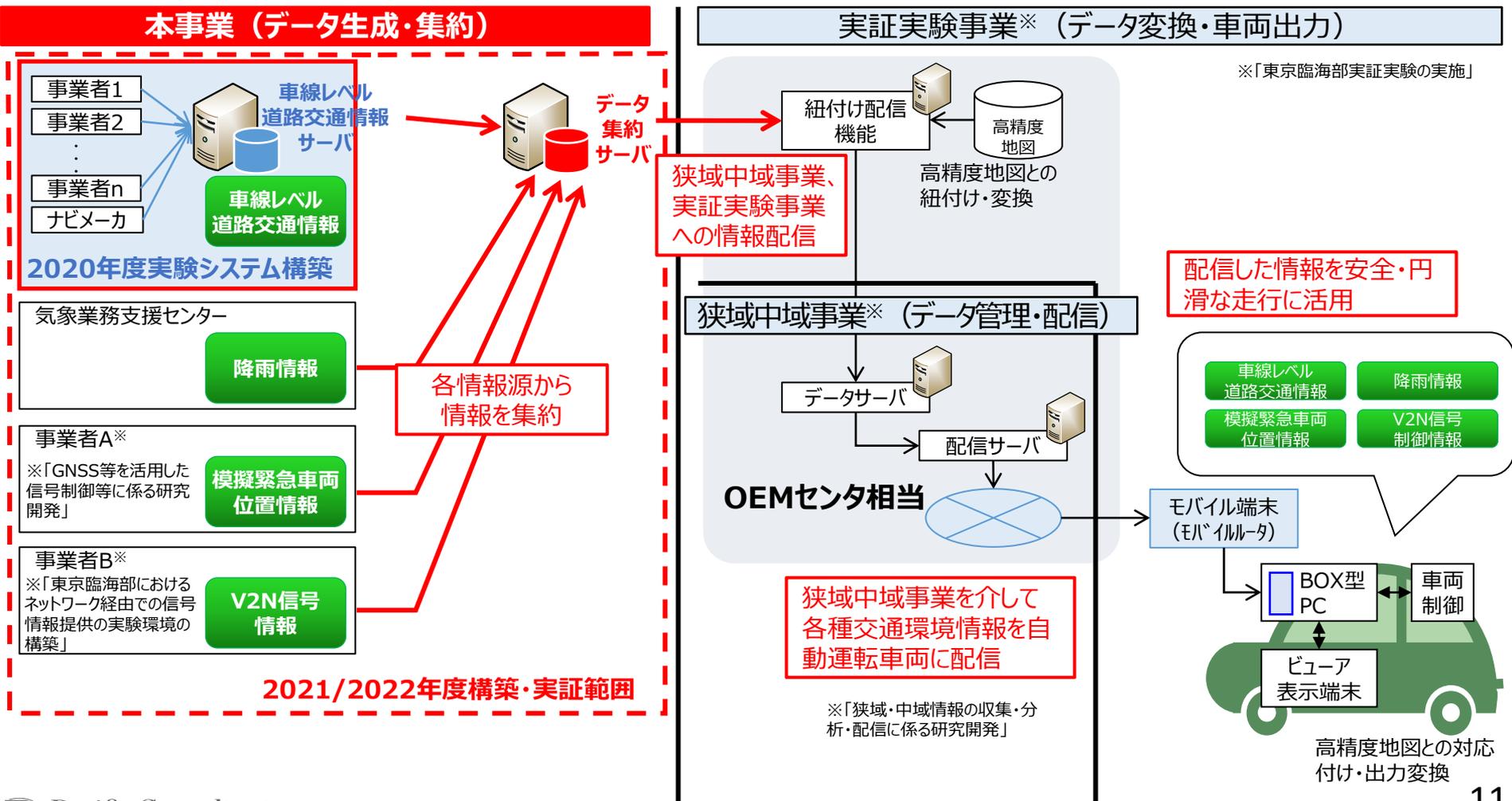
早期実用化に向け活用可能なデータ

- ・ 商用ベースの車両から入手可能なプロブ情報
→車道レベルの旅行時間情報・イベント情報等

1.2. 事業概要

実証実験環境の全体構成

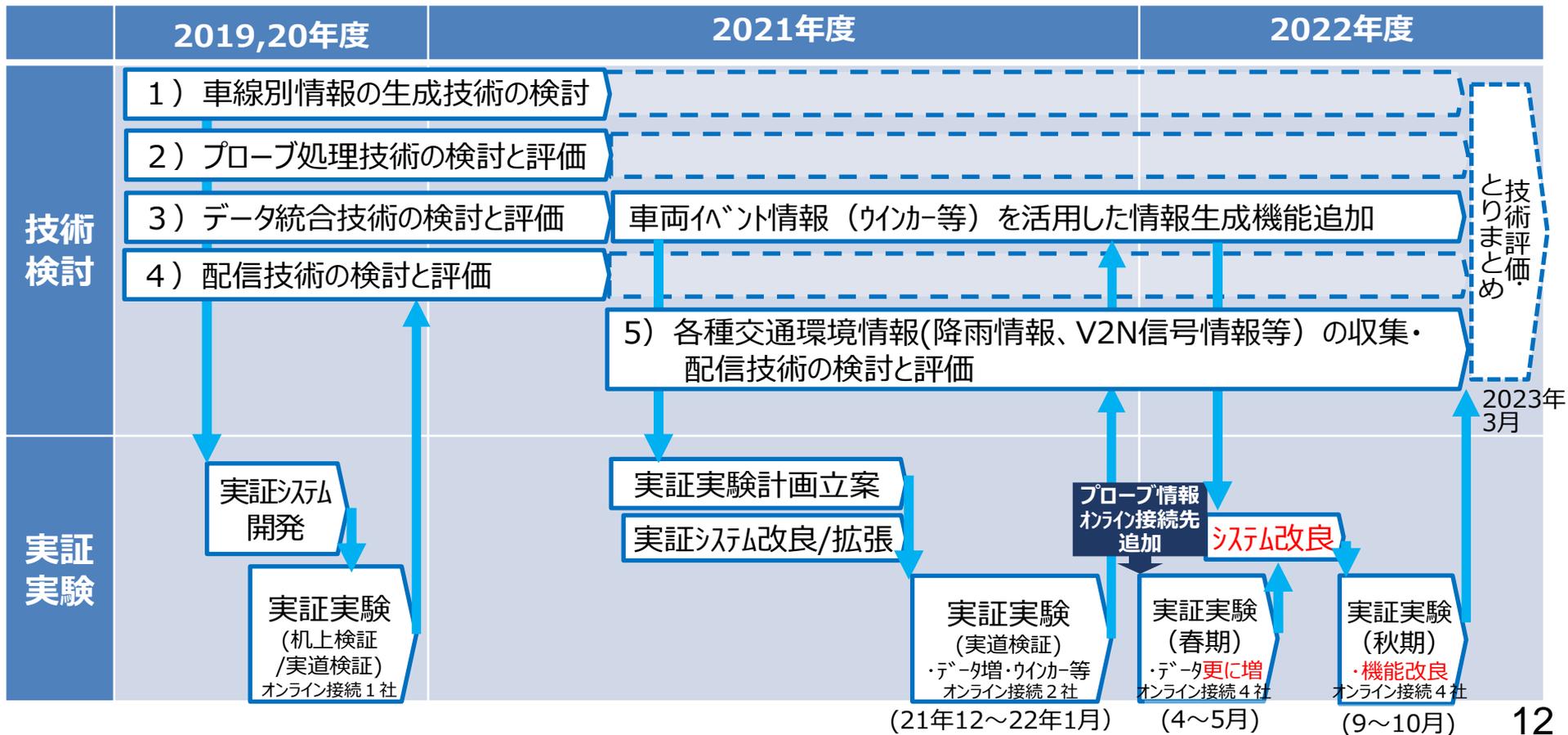
- 自動運転車両の適切な判断や制御に活用しうる**各種交通環境情報**を、2020年度より実証実験システムを構築している**車線レベル道路交通情報**と併せて一元的に集約し、**車両側（OEMセンタ相当）**に提供する**実験環境**を構築し、**実証実験**を行った。



1.2. 事業概要

本研究開発の実施スケジュール

- **2021年度**：2020年度の実証実験に対し接続する**プローブ提供事業者を追加（1社→2社）**し、**プローブデータ量を増やす**とともに、**車両イベント情報（ウインカー情報）を活用した情報生成機能を追加し、分岐部方向別渋滞以外での車線レベル情報の生成可能性を検証した。**
- **2022年度**：**プローブ提供事業者を更に追加（2社→4社、データ量更に増）**するとともに、**実証実験を春秋2回行い、PDCAを回し技術検証**を実施した。



2. 各要素の技術検討

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

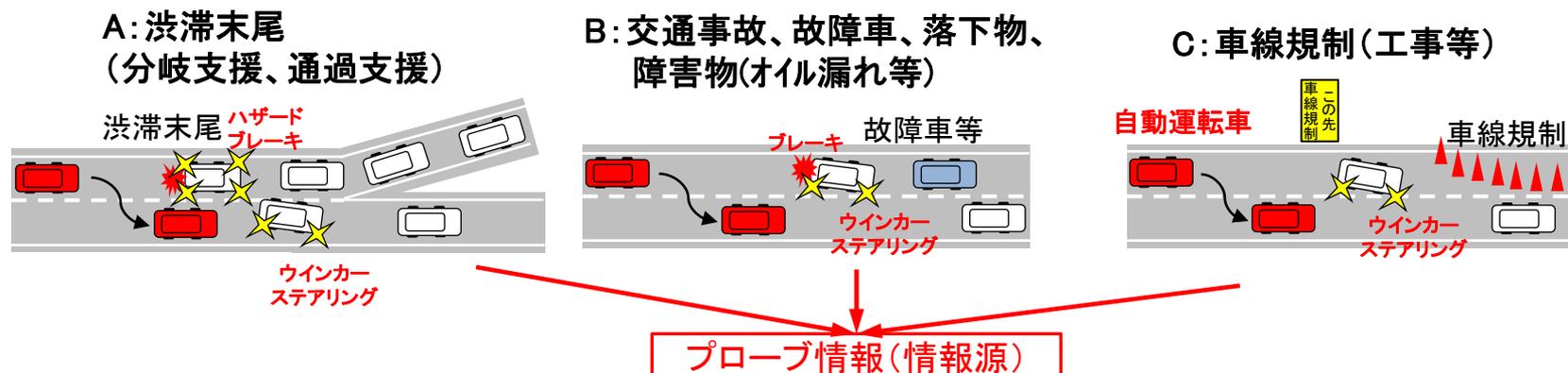
- 高速道路及び自動車専用道路を対象に、各社の車両から収集するプローブ情報（リンク別旅行速度等）の統計データより車線別情報を生成する方法について検討した。
- なお、本業務においては早期実用化を目指すために、入手可能な（自動運転車両ではない既販車両から得られるデータの意）データを活用するものである。
- なお、2019年度においては、車線別情報を生成する方法について基礎的検討を行った。また、入手可能なデータについて、プローブ提供事業者にヒアリング調査を実施した。

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

(1) 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

■ 対象とするユースケース事象とプローブ情報による検知概念

- 自動運転車が車線レベルの道路交通情報を活用するユースケースは以下の3つ。
- ユースケースに応じ、**利用可能なプローブ情報を使い分けて事象検知**することを検討した。



対象とするユースケースとプローブ情報による当該事象の検知方法等

ユースケース	A : 渋滞末尾 (分岐支援、通過支援)	B : 突発事象 (交通事故、故障車、落下物、障害物(オイル漏れ等))	C : 車線規制 (工事等)
自動運転車が入手する情報	車線別道路交通情報 ※準動的情報 (1分レベル)		
車線レベルの事象発生地点の検知方法 (情報源)	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道別プローブ (分岐部での方向別) での速度低下位置 ● ハザード、ブレーキの多発 ● ウインカー、ステアリングの多発 	<ul style="list-style-type: none"> ● ウインカーの多発 ● ステアリングの多発 ● ブレーキの多発 	<ul style="list-style-type: none"> ● ウインカーの多発 ● ステアリングの多発
自動運転車の振舞い	早めの回避 (車線変更等) または渋滞末尾への追従	早めの回避 (車線変更等)	

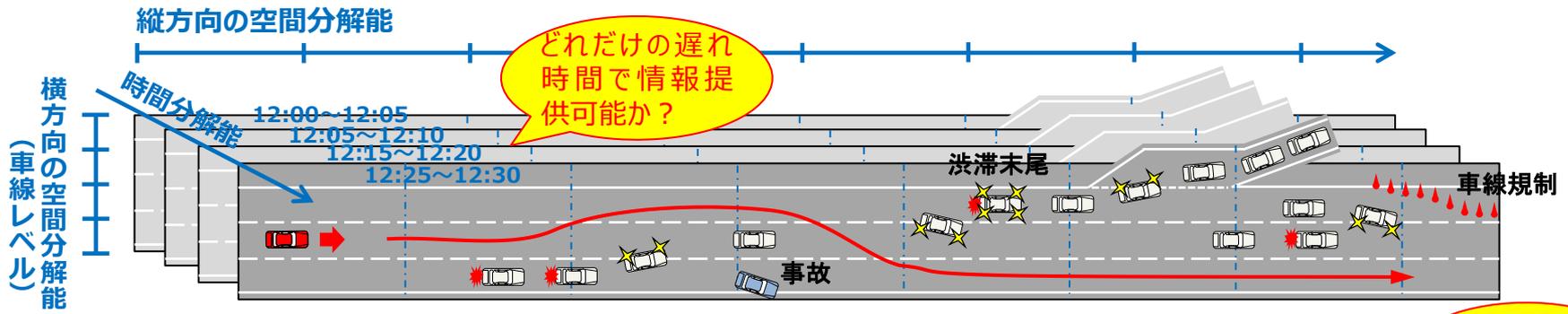
2.1. 車線別情報の生成技術の検討

(1) 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

■ 自動運転に必要となる車線別道路交通情報の生成概念

- ユースケースに応じ、利用可能なプローブ情報を使い分けて **事象発生位置（車線変更を完了すべき地点）** を特定し、自動運転車に提供する。

自動運転車へ提供する車線別道路交通情報の生成イメージと検討課題



収集するプローブ情報（車道別）のイメージ

ウイinker			左多発		右多発	右多発
ブレーキ		多発	多発		多発	多発
ハザード					多発	
ステアリング			左多発		右多発	右多発
速度層別サンプル数		低速度帯発生	低速度帯発生		低速度帯発生	低速度帯発生
分岐部方向別速度					左方向速度低	左方向速度低

事象判定に有効なデータ項目は何か？

生成する車線別道路交通情報のイメージ

車線別 道路交通情報			右側車線 支障あり		左側車線 渋滞末尾あり	左側車線 支障あり
---------------	--	--	--------------	--	----------------	--------------

データ統合

どの程度の分解能が支援情報として有効か？

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

(1) プローブ提供事業者へのヒアリング調査

- 車線別情報生成に必要な、活用可能な車両からの情報についてデータ形式及び情報項目を整理するにあたり、複数のプローブ提供事業者に対してヒアリング調査を実施した。

<ヒアリング調査実施期間>

- ・2020年2月下旬～3月上旬

<調査方法>

- ・事前にヒアリングシートを送付し、調査当日にヒアリングを実施

<プローブ提供事業者に対するヒアリング項目>

- ・オフラインによる過去プローブデータの提供の可否、提供時期見込み
- ・イベント事象（ウインカー発生等）の把握可能な点群データの提供可能性
- ・実証実験におけるオンライン接続提供の可否、接続準備に要する期間
- ・プローブデータ提供契約の手続き内容、必要な調整事項 等

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

(2) 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

■ 情報生成方法の事前検証方法

○ 実データによる検証方法

- 対象ユースケースのうち、予め実施が把握できる車線規制（工事等）と、恒常的に車線別渋滞が発生する1号羽田線上り浜崎橋JCTを先頭とする渋滞を対象に、実際のプローブ情報を入手し、情報生成方法の確からしさの検証を行うこととする。
- 対象事象や車両挙動の発生状況はCCTV録画映像により確認するものとする。

○ ダミーデータによる検証方法

- 生成する情報の確からしさは、実際に取得されるプローブ情報に基づき検証することが望ましいが、**早期に100m単位の車道別プローブやウインカー情報等を入手することが困難**であることと、検証に用いる**映像録画が限定的**となるため、**交通シミュレーションによりユースケース事象を再現**し、プローブ情報の取得量を仮定することで**ダミーデータを作成し、検証することも併用**する。
- 検証では、車線支障発生箇所に対するウインカー等発生個所の空間的バラつき、100m間隔等での取得量や、速度層別サンプル数との関係性等を明確にする。

2.2. 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価

2.2.1 技術検討

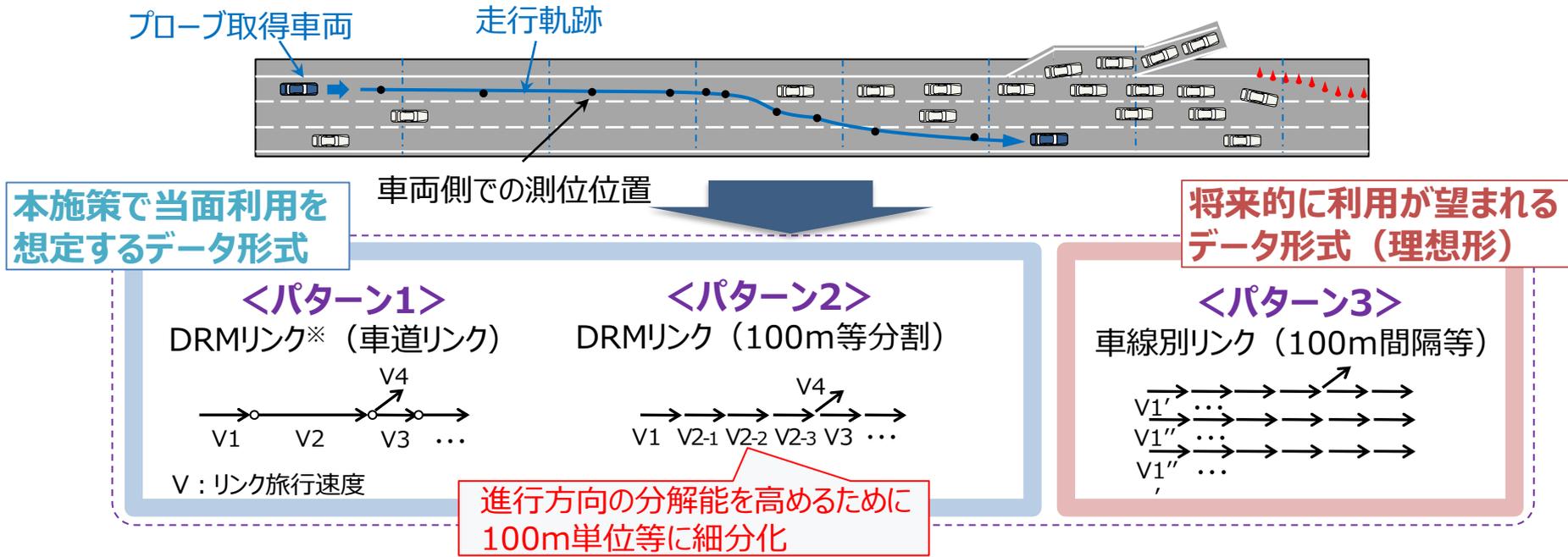
■ 車線別プローブの生成に係る基礎技術

- 2.1で検討した方法のうち、実証実験の実施が可能なものを対象として、プローブの処理技術について検討した。
- なお、2019年度においては、車線別情報生成に必要な、活用可能な車両からの情報についてデータ形式及び情報項目の整理を行った。
- また2020年度は、プローブ提供事業者よりプローブ情報を収集する際の情報項目、データ集計定義、収集フォーマット（JSON形式）について整理を行った。さらにプローブ車両からのアップリンク遅れを考慮した階層構造のデータ形式について整理を行った。

2.2.1 技術検討

■ 活用可能なプローブ情報

- 車線別道路交通情報を生成するには**車線別のプローブ情報（パターン3）**の利用が望ましいが、現状で利用可能なデータは**車道リンクに紐づけられた情報（パターン1, 2）**である。
- 本施策では当面、**パターン1, 2のプローブ情報**を活用して車線別道路交通情報を生成することを検討する。



※DRMリンク：日本デジタル道路地図協会が作成しているデジタル道路地図におけるリンク形式

2.2.1 技術検討

■使用するプローブ情報の内容

- **プローブ事業者から入手するプローブ情報の利用**は、策定した方法で生成した情報の信頼性等の評価を行うための**机上検証**と、実証実験で実験参加車両まで実際に情報配信を行う**実験システムによる検証**に大別される。
- **プローブ情報の集計時間単位**は、現状の収集状況等を踏まえて**5分値**で収集する。

実証実験で使用するプローブ情報

集計 リンク単位	データ項目		実証実験	
			机上検証 (過去データ 利用)	実験システム による検証 (オンライン/リアル タイムデータ)
パターン1 DRMリンク 単位	分岐部 方向別速度 (5分値)	分岐部手前リンク における方向別速 度	○	○
パターン2 DRMリンク 100m分割 単位	リンク速度 (5分値)	平均速度	○	○
		速度層別台数 ^{注1)}	○	○
	車両イベント 発生数 (5分値)	ブレーキ発生数		
ウイinker発生数			○	○ ^{注2)}
ステアリング発生数				

**注1) 速度層別台数の
データ形式イメージ**

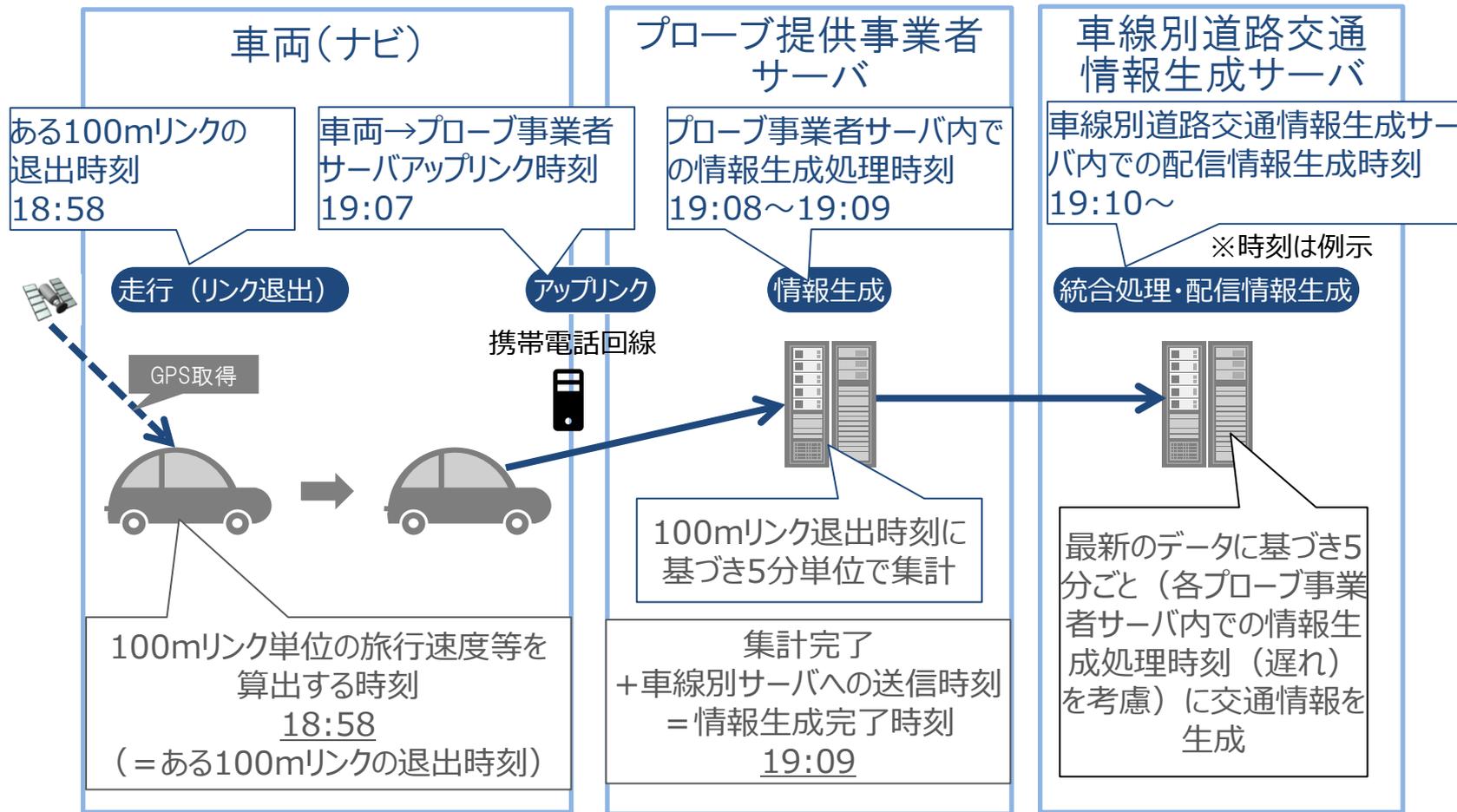
速度階級区分	台数
0<V≤10km/h	
10<V≤20km/h	
⋮	
110<V≤120km/h	
120<V	

**注2) 2020年度の実証
実験システムでは使用せず**

2.2.1 技術検討

■データ共有（集約）（アップリンク遅れの発生）

- プローブ車両の走行情報が、プローブ提供事業者の情報生成サーバにアップリンクされるまでには、一定時間を有することが想定され、プローブ情報を収集する際にはこれに留意する。



車両でのデータ取得から情報収集までの流れ

2.2.1 技術検討

■データ共有（集約）（アップリンク遅れデータの取扱い方法）

- プローブ情報には遅れてアップリンクされてくるデータも多いと想定され、最新データだけでは必要サンプル数を得られない可能性がある。
- よって、データ共有（集約）段階においては下記を考慮する。
 - プローブ車両の走行時刻に基づき5分単位（これを「階層」と言う）で集約する。
 - 階層毎（6階層）に直近の過去データを集約。階層1では直近5分、階層6では直近過去30分のデータを集約する。
 - 各階層枠のデータ取得率を確認しつつ、生成ロジックを検討することとした。

配信情報 生成時刻	100mリンク退出時刻								
	18:30- 18:35	18:35- 18:40	18:40- 18:45	18:45- 18:50	18:50- 18:55	18:55- 19:00		19:00- 19:05	
19:00	階層6	階層5	階層4	階層3 10	階層2 5	階層1 4	19:00時点の配信情報生成では 所要サンプル数10を確保する ため階層1～3 まで統合		
19:05		階層6	階層5	階層4	階層3 10	階層2 8	階層1 6	19:05時点では 階層1～2 まで統合	
19:10			階層6	階層5	階層4	階層3 12	階層2 10	階層1 10	19:10時点では 階層1のみ利用
19:15				階層5	階層4	階層3	階層2	階層1	次の生成時刻では 時間経過により アップリンク遅れの データが加算される
19:20				階層6	階層5	階層4	階層3	階層2	

所要サンプル数を確保するためのデータ統合イメージ ※所要サンプル数を10とした場合

2.2.1 技術検討

■データ共有（集約）（収集データフォーマット）

- プローブ提供事業者からデータ集約する際のデータ収集フォーマットは、**アップリンク遅れを考慮し**、収集締切時刻の**過去30分前までの情報を5分刻みで集計可能**となるように設計することとした。

プローブ提供事業者より収集するフォーマット構造

構成情報		主な情報
基本情報		測地系、タイムゾーン、情報生成時刻
プローブ情報	DRM基本情報	DRMリンクバージョン、2次メッシュコード、リンク番号
	階層1～6	収集締切時刻の過去30分前までの情報を5分刻みで集計。
	DRMリンク単位情報	方向別平均旅行速度
	階層1～6	収集締切時刻の過去30分前までの情報を5分刻みで集計。
	100m分割リンク単位情報	分割シリアル番号、分割リンク距離 平均速度情報、速度層別情報、その他車両情報、方向別平均旅行速度

※プローブ提供事業者より、データ表現はJson形式で、HTTPプロトコルによるファイル転送で情報を収集する。

■データ共有（集約）（収集データ項目と定義）

- プローブ提供事業者より収集する情報項目について、**統一した定義を規定した。**
- 「その他車両情報（ウinker、ブレーキ等）」についても**イベント発生回数をカウントする定義を規定した。**

2.2. 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価

2.2.2 技術評価

- 2.2.1の検討結果を踏まえ、プローブ提供事業者より収集するプローブ統計情報（リンク別旅行時間、および速度帯別車両情報等）より、車線別情報を作成するために必要となる情報が作成できることを確認する。また、実証実験における検証結果を踏まえ、必要な改良を行った。
- なお2020年度は、複数のプローブ提供事業者から過去のプローブ統計情報を調達し、時間帯別区間別の情報生成率や、情報生成に必要な遡り階層数についての確認を行った。

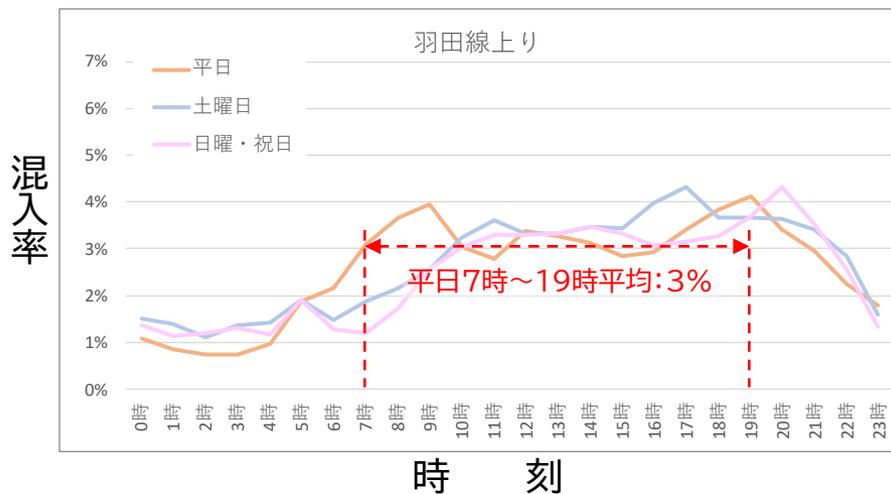
2.2.2 技術評価

■プローブ情報収集量の確認（混入率）

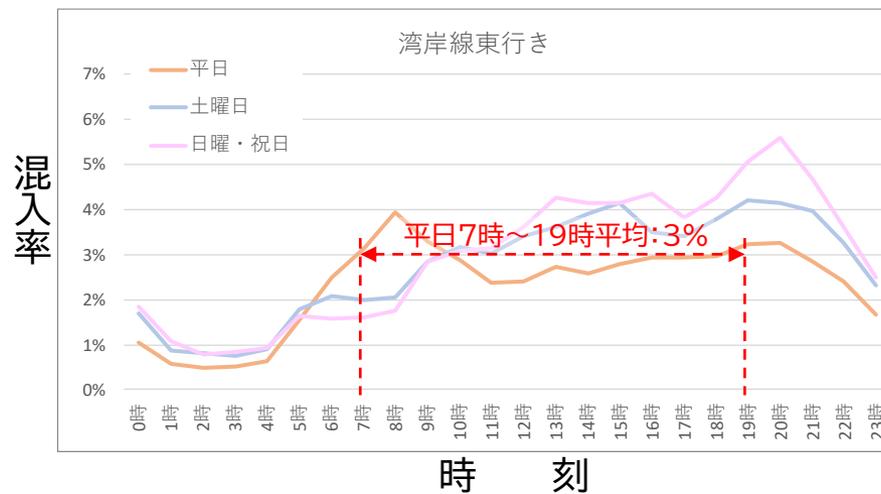
- 現状で収集可能なプローブ情報（速度層別台数）での混入率は首都高速道路（羽田線、湾岸線）で**3%程度**（平日/昼間）であった。
- 羽田線（上り）で**6台/5分**、湾岸線（東行き）で**8台/5分**に相当する。

○速度層別台数(100m区間単位・混入率) 2020/7/8~8/7

羽田線(上り)



湾岸線(東行き)



※H27センサ時間帯別交通量と比較

2.2.2 技術評価

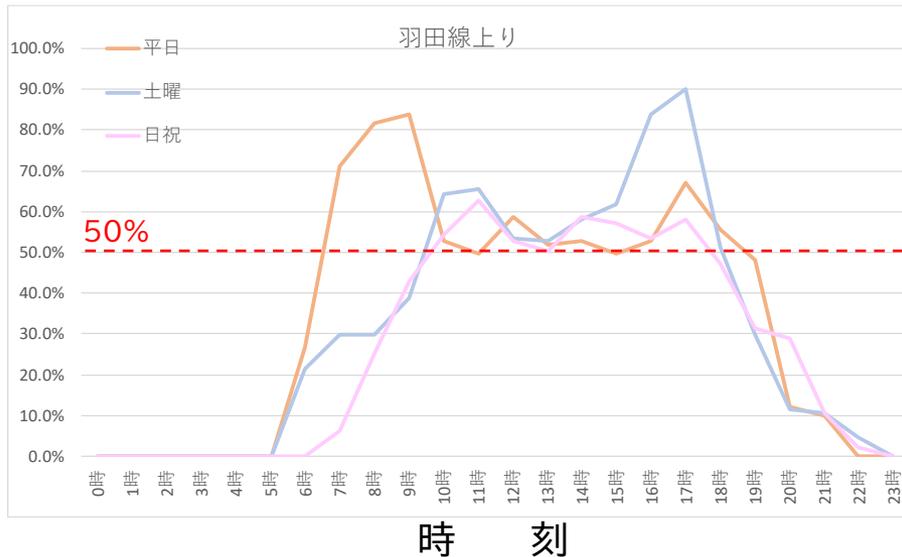
■プローブ情報収集量の確認（5分あたり台数）

- 羽田線は、曜日によらず、昼間は5台/5分以上※の区間が概ね5割以上であった。
- 湾岸線は、曜日によらず、昼間は5台/5分以上※の区間が概ね8割以上であった。
- 両路線ともに、夜間は5台/5分が確保できない。
 - 昼間においては現在の収集可能データ量で一定精度の情報生成の可能性

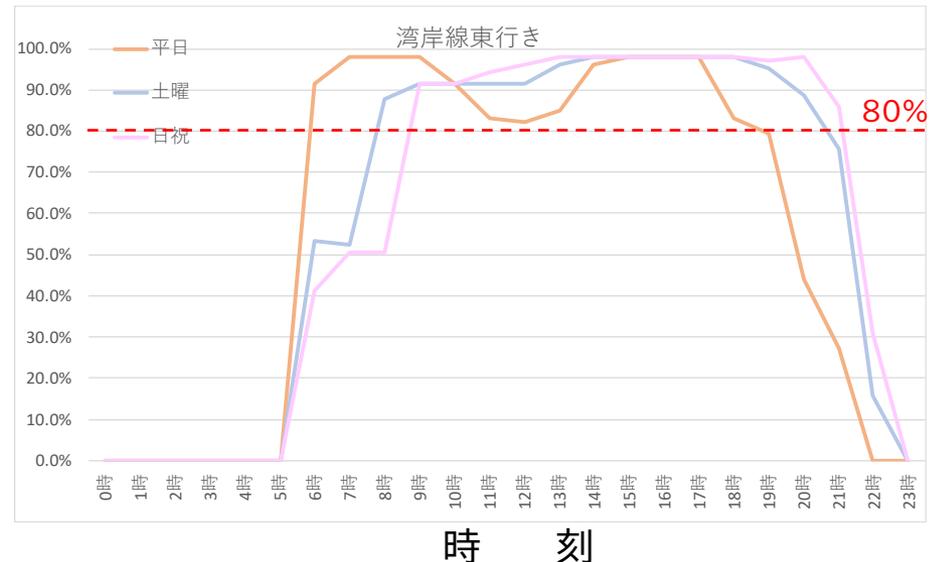
※都市内高速道路の速度分布において±10km（信頼度95%）の精度で平均旅行速度が算出できるサンプル数

○速度層別台数が5台/5分以上取得出来ている区間(100m単位)の割合
2020/7/8～8/7 平日平均

羽田線(上り)



湾岸線(東行き)



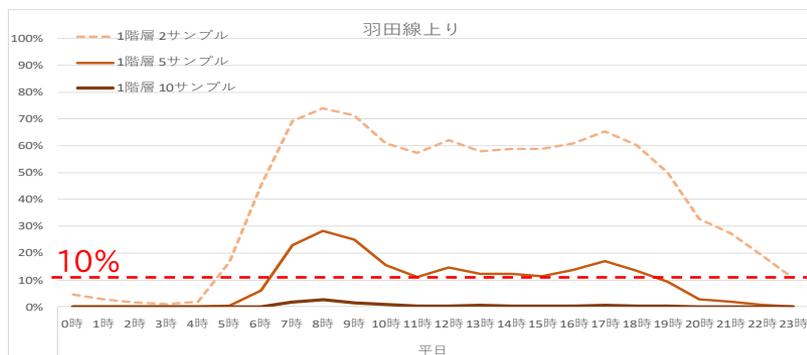
2.2.2 技術評価

■アップリンク遅れの発生状況（5台確保に必要な遡り時間）

- 各OEM等においてプローブ情報収集時にアップリンク遅れが生じているため、遅れて収集されるデータも活用できるように、5分単位で過去30分までデータを収集することとした。
- 5台以上データを確保しようとする場合、直近5分で収集できる区間割合は10%、過去10分まで遡ると60%、過去15分まで遡ると80%程度となる（羽田線上路）。
- アップリンク遅れを考慮すると区間や時間帯によって5台のデータを収集するのに15分程度かかることが想定されるが、コネクティッドカーの普及増大により今後向上が期待できる。

○情報生成率 羽田線上路 2020/7/8～8/7 平日平均

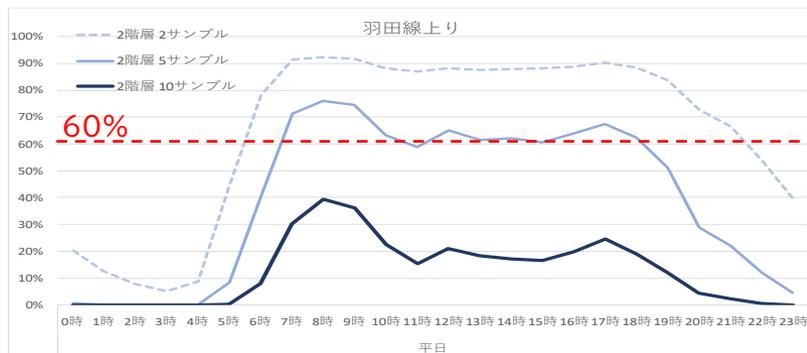
（直近5分間）
階層1



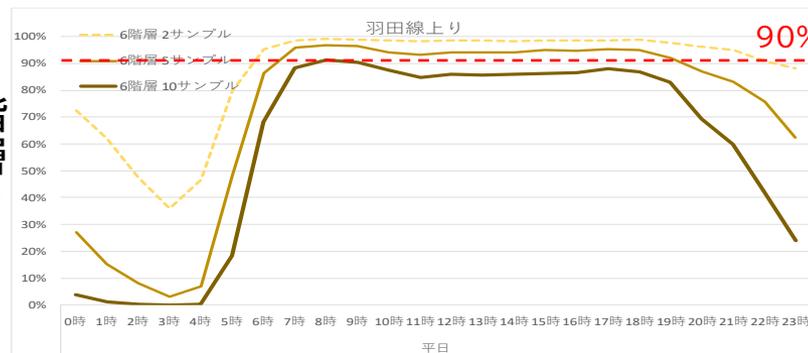
（直近15分間）
階層3



（直近10分間）
階層2



（直近30分間）
階層6



2.3. 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価

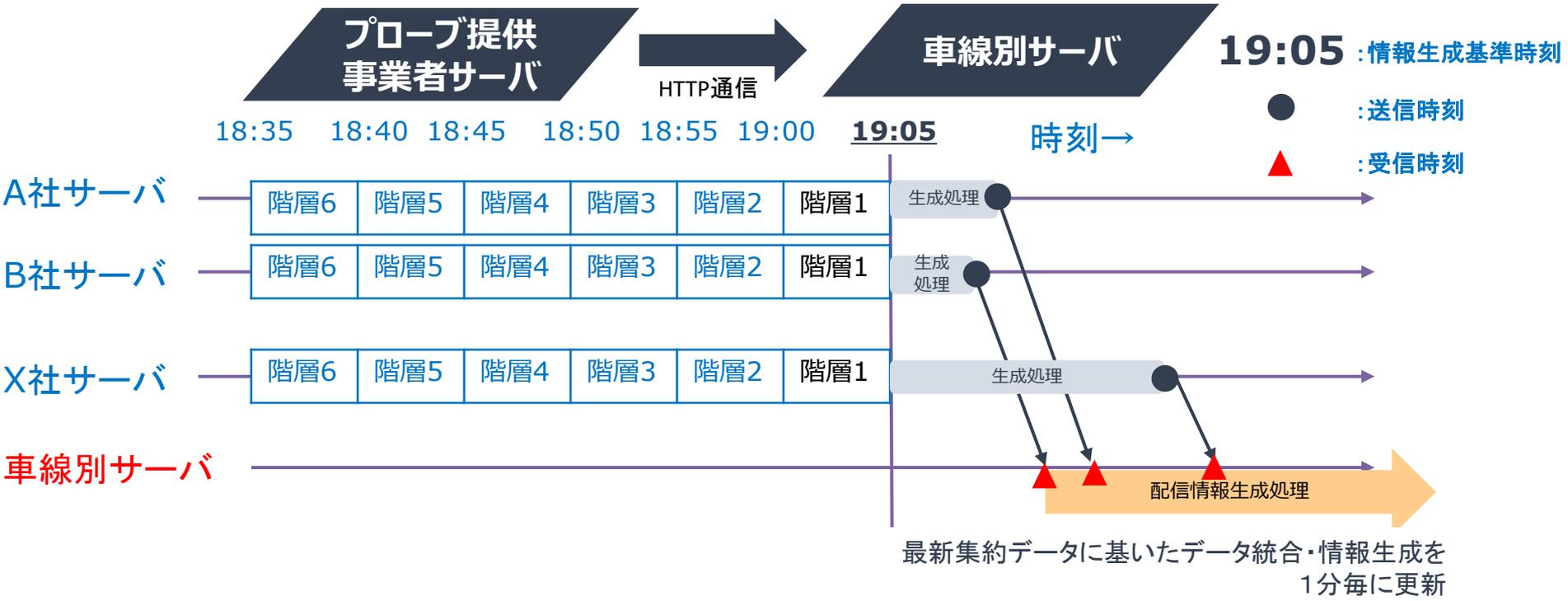
2.3.1 技術検討

- 各社のプローブ情報の統計データについて、プローブデータ数や精度等の違いを踏まえ車線別情報として統合する統計処理方法について検討した。
- なお、2019～20年度は、統合したプローブ統計情報（速度情報）から車線別情報を生成するロジックを検討した。
- また2021年度は、当実証実験サーバにおいて実装している車線別情報を生成するロジックを改良し、車両イベント情報（ウinker発生回数等）も活用して車線別情報を生成するロジックを検討した。

2.3.1 技術検討

■ 各社サーバからの情報受信時刻のばらつきを考慮したデータ統合・情報生成

- リアルタイムオンラインデータによる実験では、各プローブ提供事業者におけるデータ生成等の処理時間により、当実証実験サーバがデータを受領できる時刻も異なる。
- そこで、情報生成に際しては、情報生成基準時刻に対して当実証実験サーバがプローブ情報を受領できる時刻の遅れや、プローブ提供事業者毎のばらつきを考慮して、最新の集約データに基づいたデータ統合・情報生成を1分毎に更新する仕様とした。



各社サーバからの情報受信時刻のばらつきを考慮したデータ統合・情報生成

2.3. 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価

2.3.1 技術検討

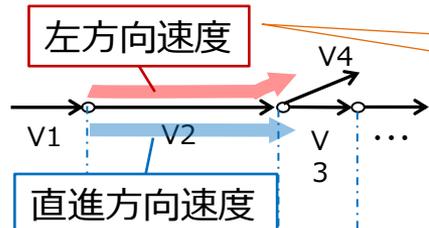
■プローブ情報のリンクが持つ情報と車線別情報生成の基本的考え方

<プローブ情報のリンクが持つ情報>

<パターン1>

DRMリンク (車道リンク)

- 分岐部手前リンク方向別速度



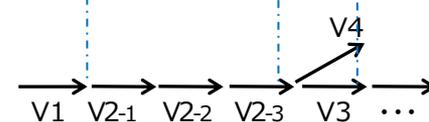
分岐部手前リンク方向別速度

左方向速度が低ければ左側車線で渋滞発生の可能性

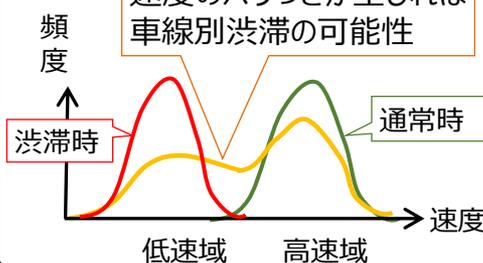
<パターン2>

DRMリンク (100m等分割)

- 速度層別台数
- 車両イベント発生数 (ウイinker等)



速度層別台数 (速度分布)



車両イベント発生数

ウイinker	件数
左ウイinker	15件
右ウイinker	0件
左ステアリング	15件
ブレーキ	9件
:	

左ウイinker車両が多ければ前方右側車線で支障発生と推定

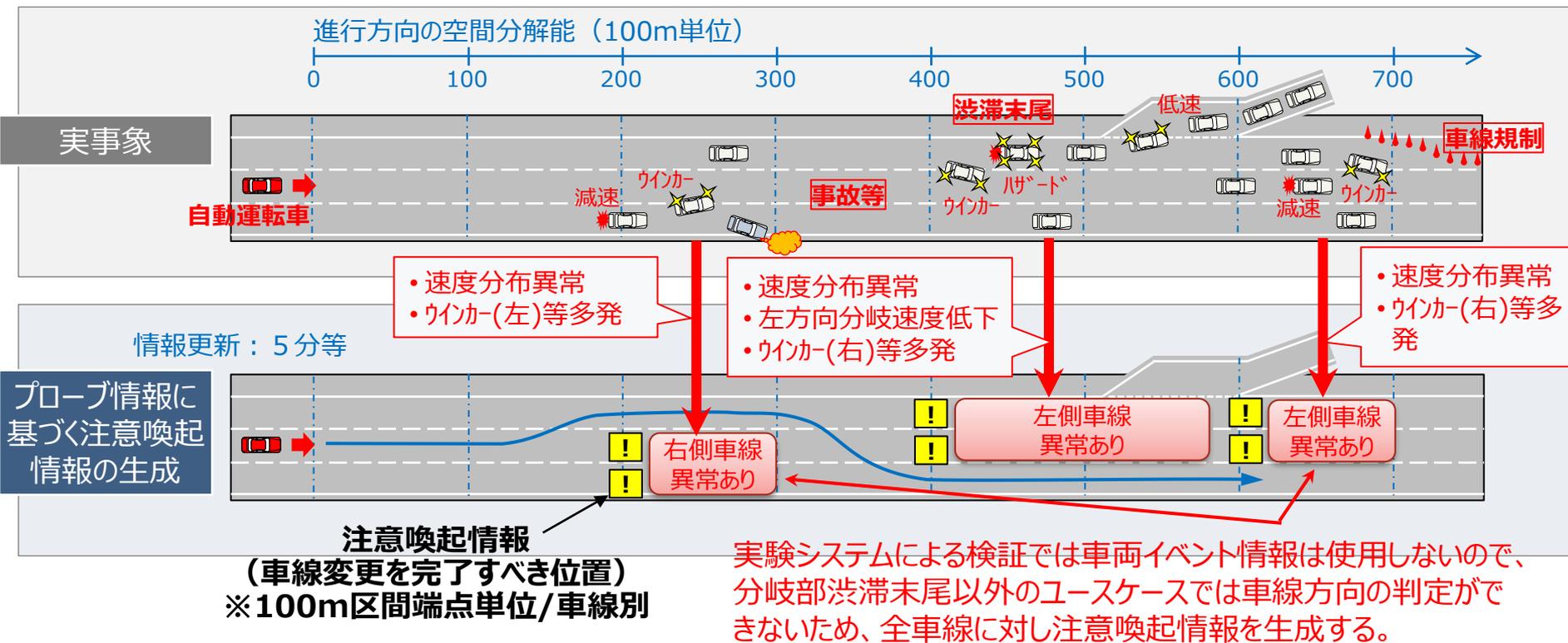
ブレーキ操作車両が多ければ前方で支障発生と推定

- パターン2の**速度層別台数情報**から100m単位で進行方向の異常発生箇所を特定
- 車線別異常の場合、パターン2の**ウイinker情報**等から支障車線の方向 (左右の別) を判定
- 分岐部では、パターン1の**方向別速度**から分岐方向別の車線別渋滞 (左直等の別) を判定

2.3.1 技術検討

■生成する車線別道路交通情報

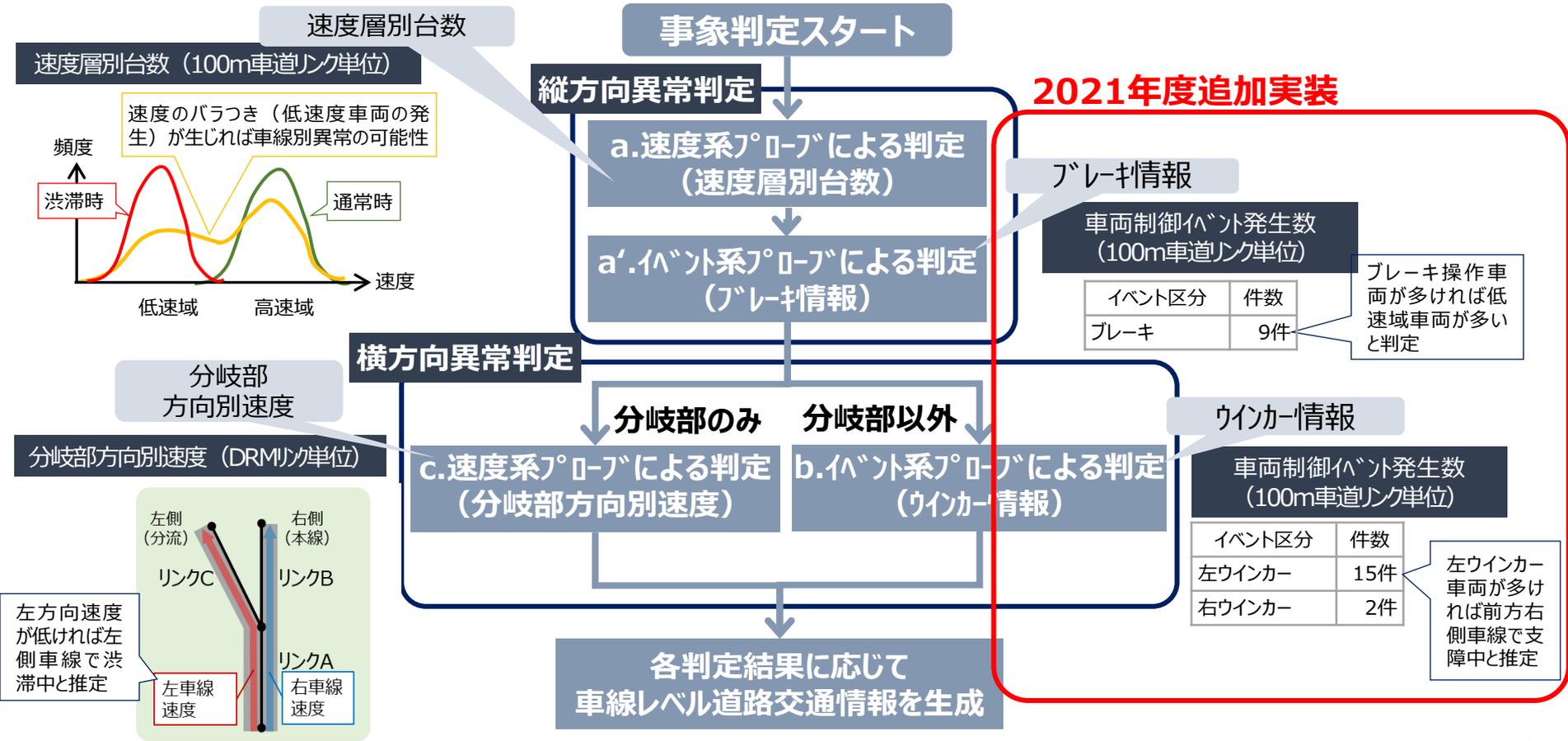
- 対象ユースケースに該当する下記の**注意喚起情報**の生成可能性を検証した。
- 実験システムによる検証では車両イベント情報の処理機能は実装しないため、**分岐部渋滞末尾**のユースケースを中心に検証することとした。



2.3.1 技術検討

■ 車線別道路交通情報の生成に関する事象判定フロー

- 注意喚起情報生成のための事象判定は、縦（進行）方向の渋滞区間判定（a,a'）と、車線レベル情報を生成するための横（車線）方向異常判定（b,c）の2つの処理から成る。
- 横方向異常の判定は、分岐部で方向別速度から渋滞車線の左右方向を判定する処理（c）と、分岐部以外のユースケースで支障車線の左右方向を判定する処理（b）に分かれる。
- 縦方向のみの異常判定となった場合は、全車線に対し注意喚起情報を生成する。



事象判定の基本フローと使用データ

2.3. 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価

2.3.2 技術評価

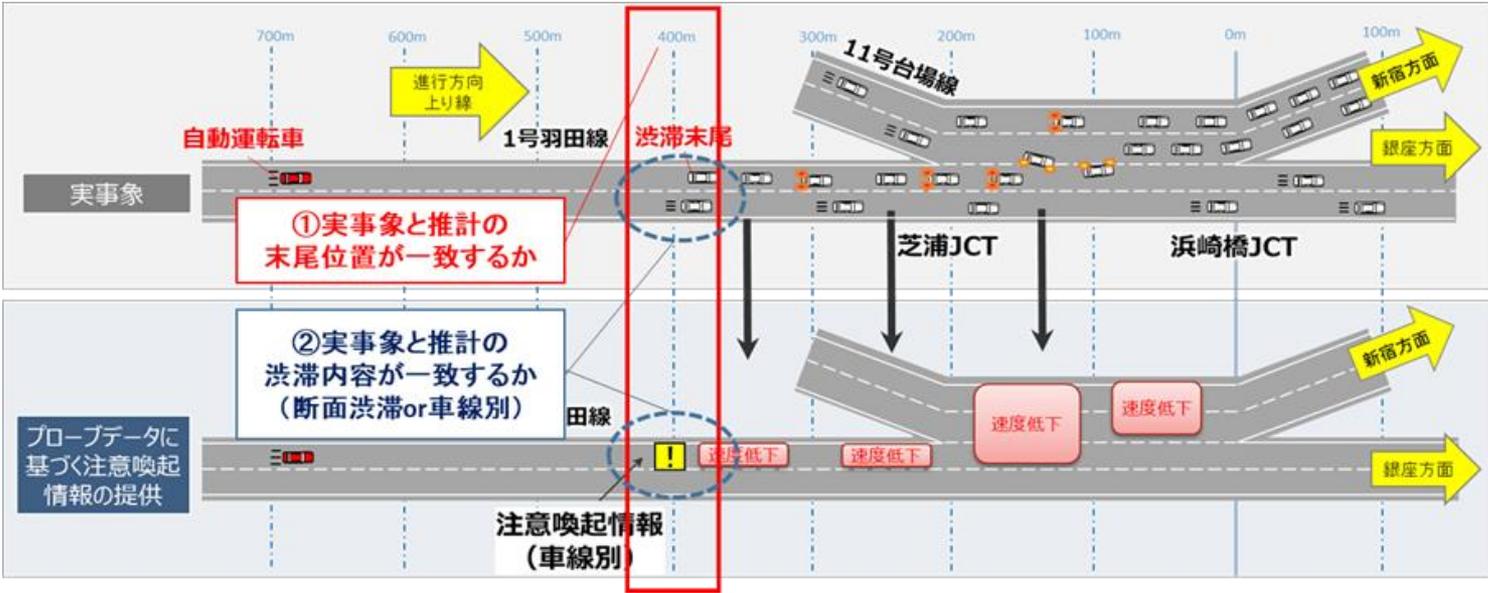
- データ統合サーバを構築し、前項の技術検討を踏まえた統計処理方式を用いて車線別情報を作成する。作成した車線別情報に対して、情報精度など実用化に向けた課題分析を行い、必要な改良を行った。
- なお、2020年度においては、データ統合サーバを構築し、過去のプローブ統計情報を用いて車線別情報を生成した。さらに、実際の交通状況との比較を行い、情報精度の評価を行った。
- また、2021年度においては、ウインカー情報を含む過去のプローブ統計情報を用いて、分岐部以外の区間（東海JCT合流部）で車線別情報を生成した。

2.3.2 技術評価

■ 情報生成精度の事前検証（速度層別台数データによる事象検知）

速度情報（速度層別サンプル数）により、渋滞末尾位置や車線別の速度差を検出するために必要なサンプル数を検証する。具体的には、交通マイクロシミュレーション結果より把握される車線別の交通状況（これを真値とする）と、シミュレーション結果より生成した疑似プローブ情報に基づく推計結果を突合し、真値に対する事象検出率等により評価するものとした。

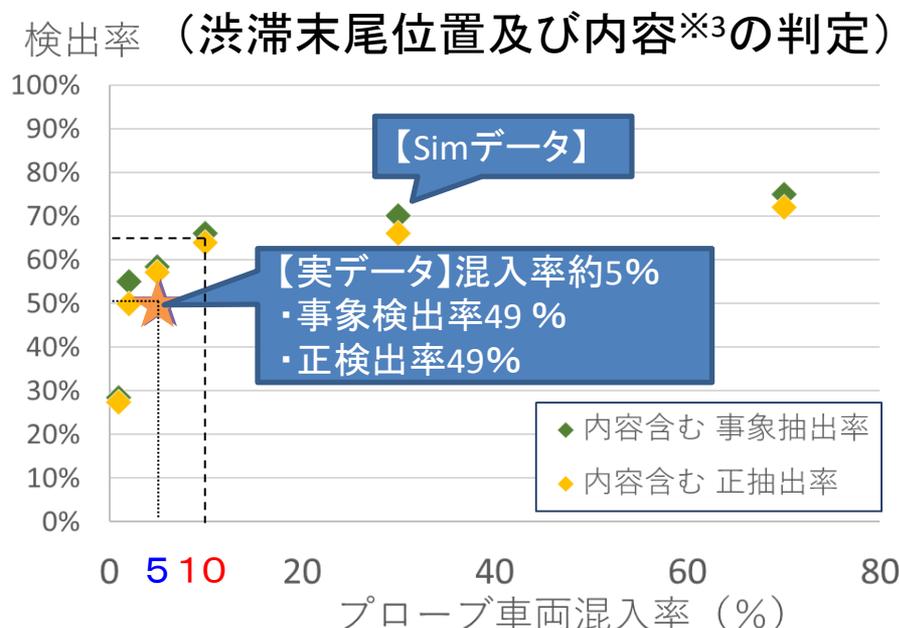
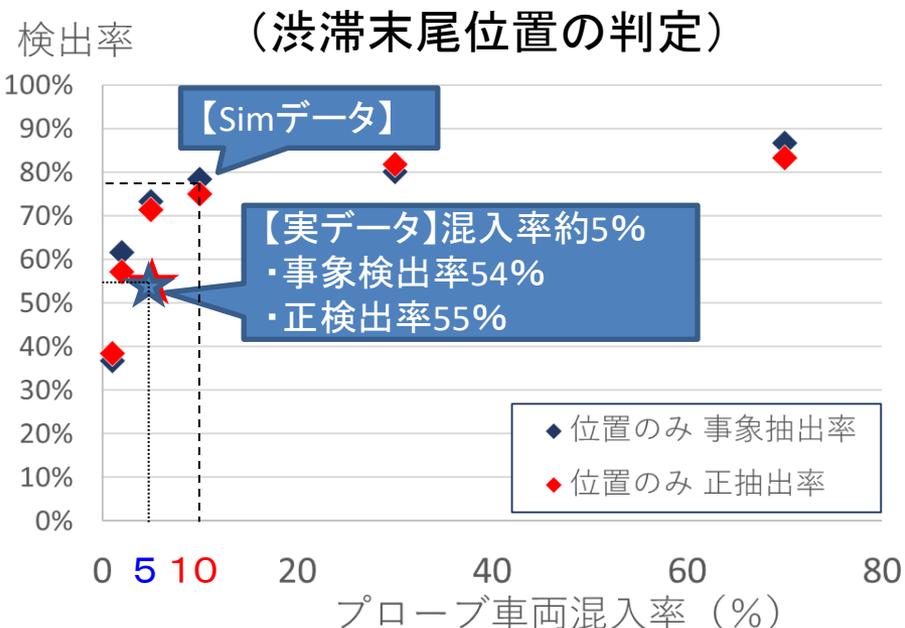
速度情報を用いた事象検知方法の検証イメージ



2.3.2 技術評価

■ 情報生成精度の事前検証（速度層別台数データによる事象検知）

- 交通シミュレーション結果よりプローブ車両混入率に応じた情報生成精度を整理※1した。
 - 10%程度の混入率で7割程度の情報生成精度が期待
- 今回収集した実データでの情報生成精度※2は、渋滞末尾位置で5~6割、内容（車線別渋滞か断面渋滞か）を含むと5割程度であった。
 - 実データにはアップリンク遅れが含まれるため、シミュレーション結果に比べやや低い精度となる。



※1 プローブ車両混入率：1%、2%、5%、10%、30%、70%、判定サンプル数：混入率1%と2%⇒2台、混入率5%と10%⇒5台、混入率30%と70%⇒10台

※2 CCTV映像や走行映像にて確認した真値（車線別渋滞や断面渋滞）と比較
※3 内容の判定：「車線別渋滞」または「断面渋滞」を判定

- 事象検出率 = 実際の渋滞事象のうち、推計により検出できた渋滞事象の割合
- 正検出率 = 推計により検出した渋滞事象のうち、的中した渋滞事象の割合

プローブ車両混入率と事象判定精度の関係（羽田線入り浜崎橋JCT手前区間）

2.3.2 技術評価

■ 過去データによるウinker情報を使った車線レベル情報の生成（東海JCT合流部渋滞）

- 平日朝夕に湾岸線東行き東海JCTでは湾岸分岐線から大量に合流する車両を原因とした、**第1車線を中心とした車線別渋滞**が生じやすい。
- 速度系プローブ情報による**速度異常連続区間**と、ウinker情報による**合流部や渋滞末尾の挙動**から、渋滞末尾や先頭部における注意喚起情報が生成できるかを過去のプローブデータから確認した。



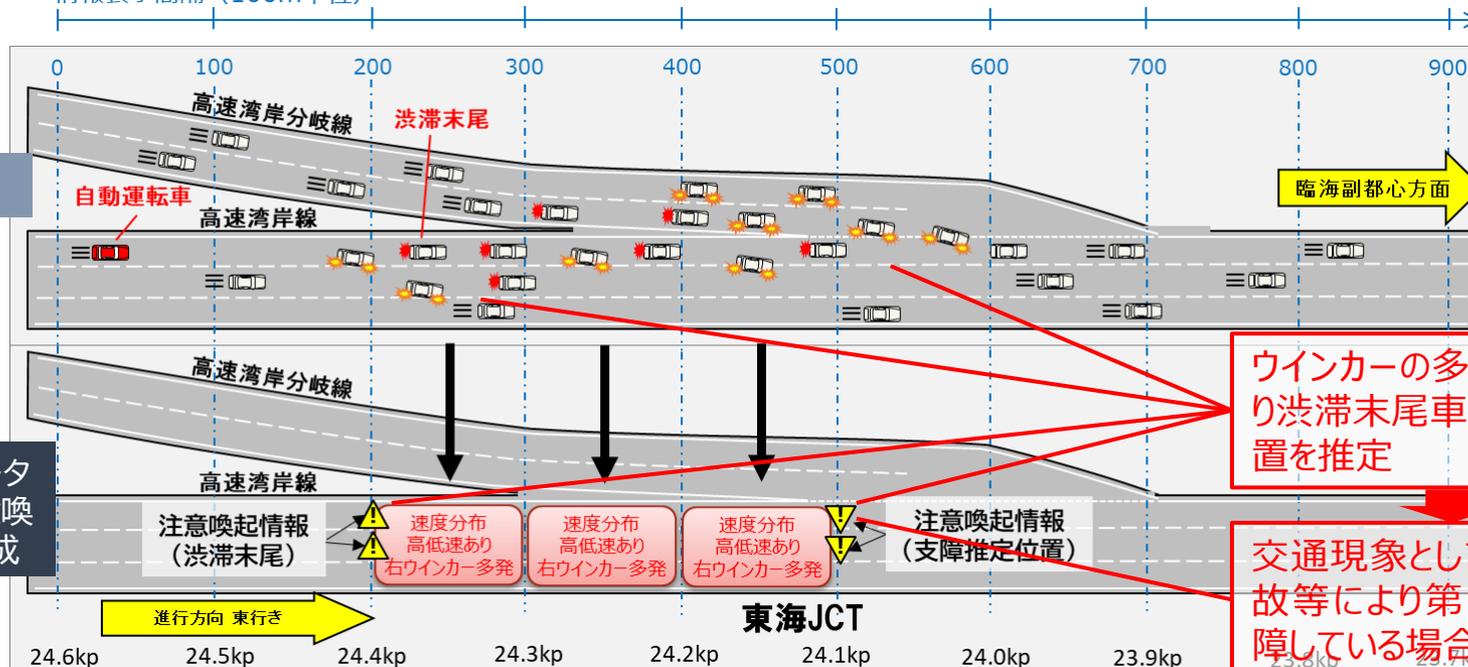
合流部手前の車線別渋滞の様子

(2020年8月6日事前検証時走行映像, 10:39頃)

出典：受託者撮影映像に加筆

東海JCT合流部の交通現象と情報生成概念

情報表示間隔 (100m単位)



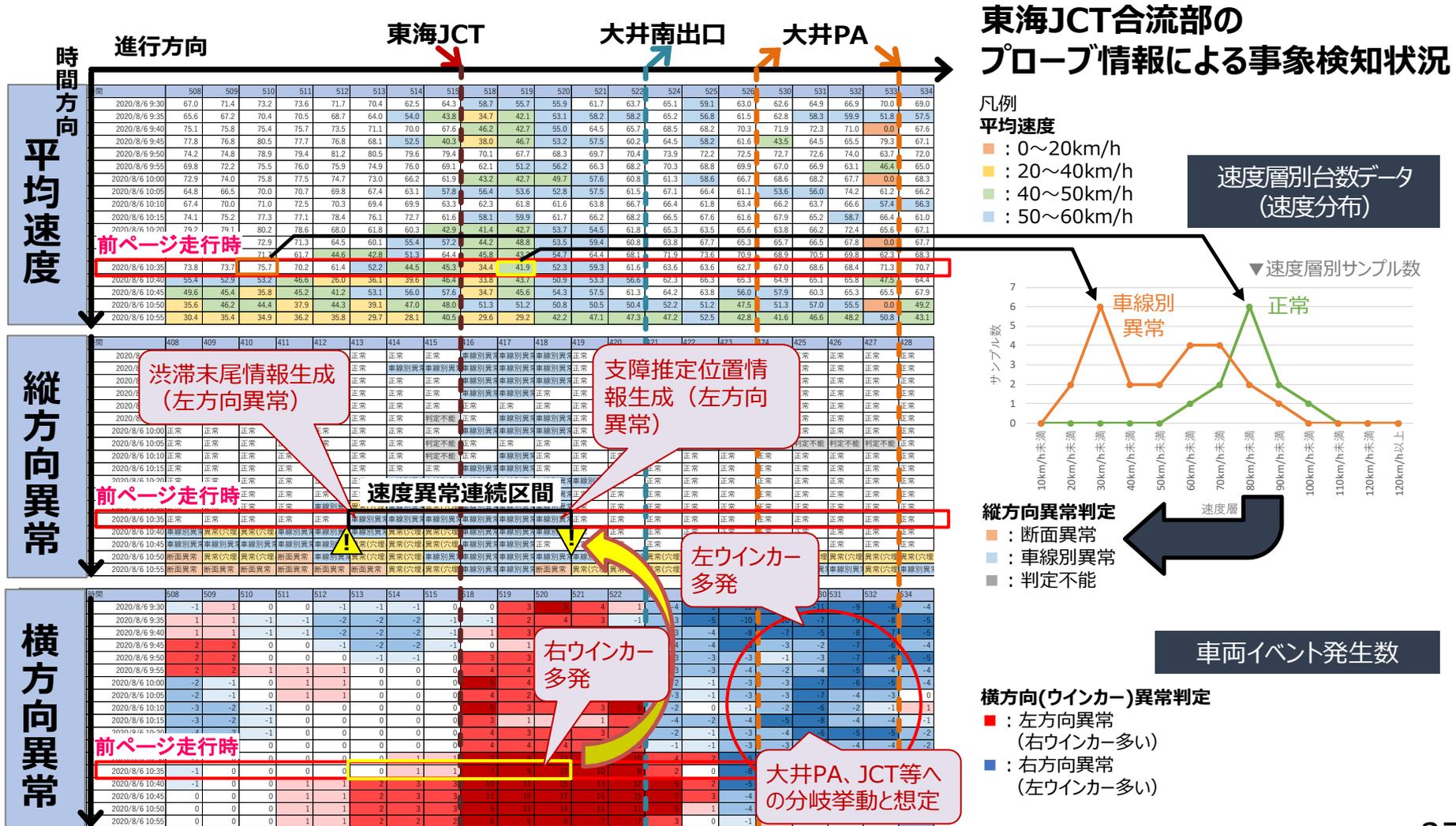
ウinkerの多発方向により渋滞末尾車線、支障位置を推定

交通現象としては交通事故等により第1車線が支障している場合にも相当

2.3.2 技術評価

■過去データによるウinker情報を使った車線レベル情報生成（東海JCT合流部渋滞）

- 縦方向異常（速度分布異常）と、横方向異常（ウinker多発）とを組み合わせることで、東海JCT合流に伴う車線別渋滞を検出し、**支障発生位置と渋滞末尾位置（時間帯により車線別）**の情報生成が可能となる。



(2020年8月6日事前検証時プローブデータより)

2.4. 車線別情報の配信技術の検討と評価

2.4.1 技術検討

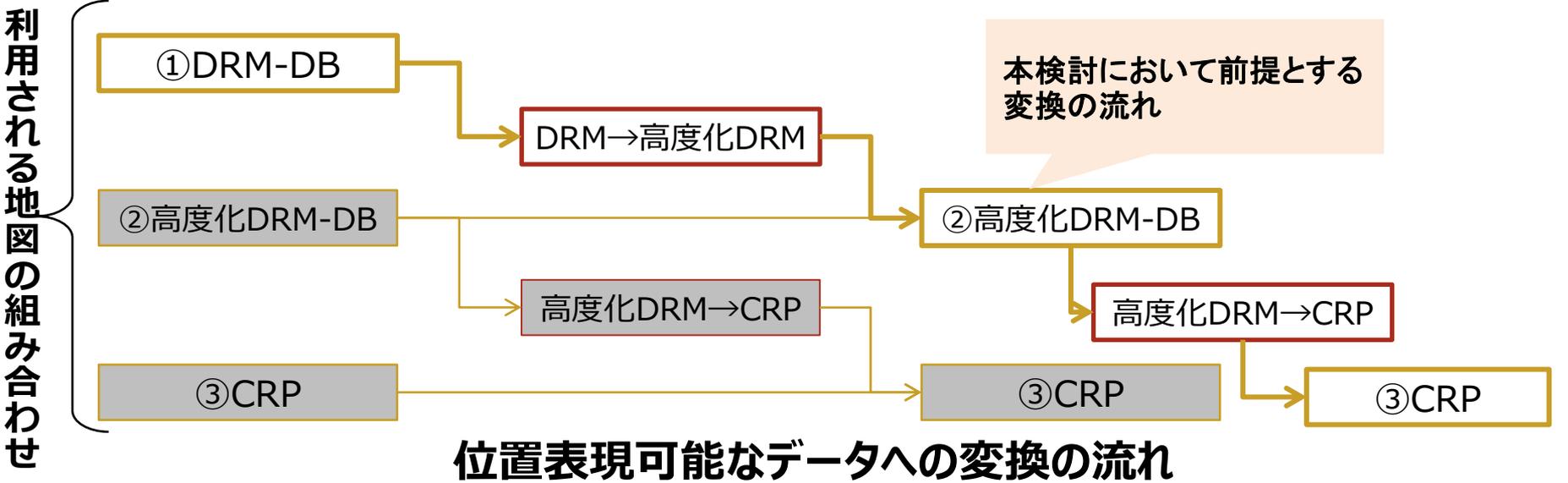
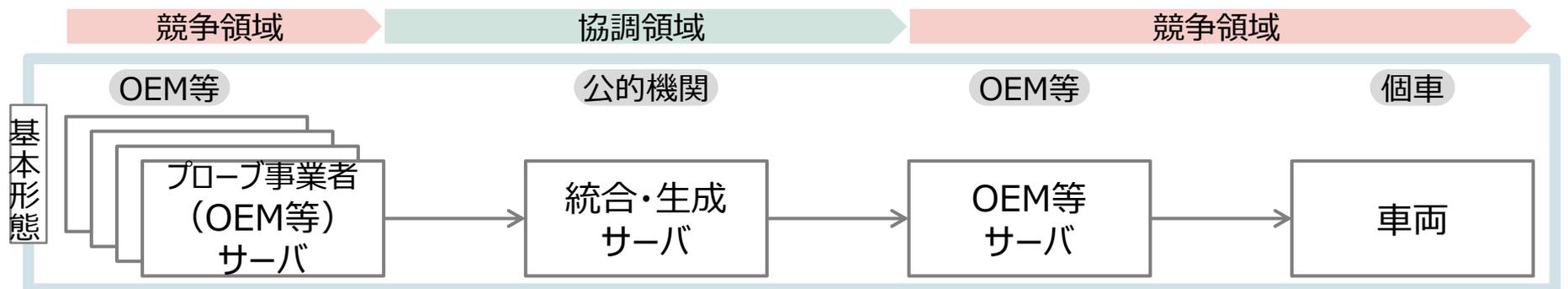
- 2.3において統合した車線別情報を、実験参加車両もしくはそれを中継するサーバ（将来的に社会実装される段階では、各自動車メーカーのテレマティクスセンター等がこの中継サーバに該当するようになる想定）へ提供する技術を検討した。
- 具体的には、高精度3次元地図に車線別情報を重畳するための位置参照方法、位置にあわせ提供する車線別情報の情報項目などを検討したうえで、メッセージフォーマットを検討する。検討に際しては、他のSIP施策、他の主体で実施されている検討を踏まえることとした。
- そのうえで、位置参照方法、提供する車線別情報の情報項目の記述内容、符号化形式などを検討し、符号化方法を具体化した。
- なお、2019年度及び2020年度においては、高精度3次元地図に車線別情報を重畳するための位置参照方法に基づいたノードリンク地図の作成方法に関する検討を行った。

2.4.1 技術検討

■位置表現可能なデータへの変換

- プロブ提供事業者～車両までのデータフローにおいて、利用される地図の組み合わせは以下のように想定される。
 - 必要となる高度化DRM方式※1、CRP方式※2地図の生成にあたり、今後の実用化に向けた課題等を整理した。

※1 一般財団法人日本デジタル道路地図協会及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンターのリンク地図を車線別に表現した位置参照方式
※2 SIP第2期「高精度3次元地図における位置参照点（CRP）のあり方に関する調査検討」で検討されているCRP設定仕様に基づいた位置参照方式



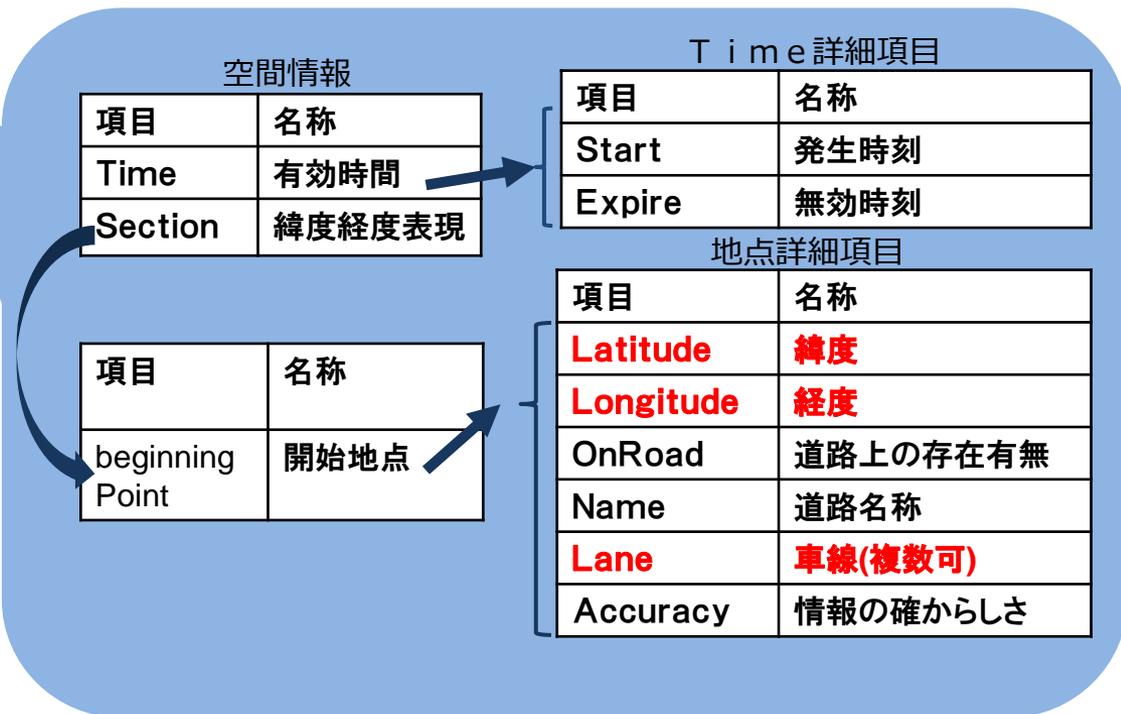
2.4.1 技術検討

■データ共有（配信）ーデータ配信仕様ー

- 生成した情報を情報統合・生成サーバから、東京臨海部実証実験コンソーシアム（将来のOEMテレマティクスセンター等を想定）のサーバに配信する際のセンター間のデータ共有について、JASPAR仕様規格を適用した。
- サーバ間で参照するメッセージセットは、「空間情報」と「コンテンツ本体」より構成し、空間情報には有効時間と緯度経度表現が含まれる。
- 生成した注意喚起情報を表示する地点並びに車線区分については、地点詳細項目の緯度・経度、車線により記述するものとした。

メッセージ構成のイメージ

Administration		管理情報
Container	Basic	空間情報
	Contents	コンテンツ本体



2.4.1 技術検討

■データ共有（配信）ーデータ配信仕様ー

- 生成した注意喚起情報は、コンテンツ本体において、「5.注意喚起事象」に位置付けて配信した。
- 項目Subject, Accuracyについては、下図に示す定義を用いて実証実験を行った。

メッセージ構成のイメージ

Administration		管理情報
Container	Basic	空間情報
	Contents	コンテンツ本体

項番	コンテンツの種類	定義
1	交通流状況	区間内の車両の平均速度、台数などの情報
2	規制状況	交通規制の情報
3	環境状況	気温、天候、推定路面状態、日射量、規程などの情報
4	障害物	落下物や停止車両などの情報
5	注意喚起事象	緊急車両、道路作業、要注意車両などの情報
6	車両イベント	ABSやESCの作動地点などの情報
7	駐車位置	駐車が可能／不可能な位置とそれに関する情報
8	道路構造変化	道路形状変化、ペイント変化、付帯設備変化、亀裂や陥没などの情報

注意喚起事象詳細項目

項目	名称
Sequence	分別／管理するための番号
Subject	注意喚起すべき対象【実証実験では「50:渋滞末尾」・「60:支障箇所」を追加して使用】
Accuracy	情報の確からしさ【実証実験では「5:階層1までのデータで生成された情報」・「4:階層2まで」・「3:階層3まで」・「2:階層4まで」・「1:階層5以降」として使用】

2.4. 車線別情報の配信技術の検討と評価

2.4.2 技術評価

- 技術検討結果を踏まえ、決定された位置参照方式の定義によるデータ表現で車線別情報を作成し、実証実験用のプローブデータ統合サーバと、東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバ間との間で情報交換するためのインタフェースを実装し、技術使用の妥当性を評価する。実装するインタフェースについては、東京臨海部実証実験コンソーシアムと協議し、詳細事項を決定した。
- なお、2020年度においては高度化DRMに準じた位置参照方式の定義によるデータ表現で車線別情報を作成し、プローブデータ統合サーバに東京臨海部実証実験コンソーシアムの実験用サーバとの間で情報交換するためのインタフェースを実装した。

■ 位置表現可能なデータへの変換

○ 車線レベル道路交通情報を表現するためのデータ基盤整備

- 車線レベル道路交通情報の統合・生成処理のために、道路レベル地図（実証実験においてはDRM-DB）と、高精度3次元地図を元データとして、100m毎の区間の車線数を整理したデータを生成した。
- 今後の課題として、車線レベルの位置表現が可能なデータ基盤の整備と、継続的な更新体制を構築することが挙げられる。

2.4.2 技術評価

■データ共有（配信）

○データ配信仕様

- 実証実験を通じ、注意喚起情報を配信する際に、現行のJASPAR仕様の課題を整理した。
- 現行仕様には、注意喚起コンテンツとして「渋滞末尾」は規定されていなかったが、実証実験では渋滞末尾情報を明示的に配信するために、渋滞末尾は50、支障箇所は60を新たな標記番号として規定した。

○データ配信処理時間

- 情報遅延を最小限とするため 1 分毎の起動処理を実現するAPIを実装。なお、APIの処理時間は7秒程度であった。
- 東京臨海部コンソサーバからのリクエストを受けてからレスポンスするまでの車線別サーバ内の応答時間は 1 秒未満であった。

2.5. 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価

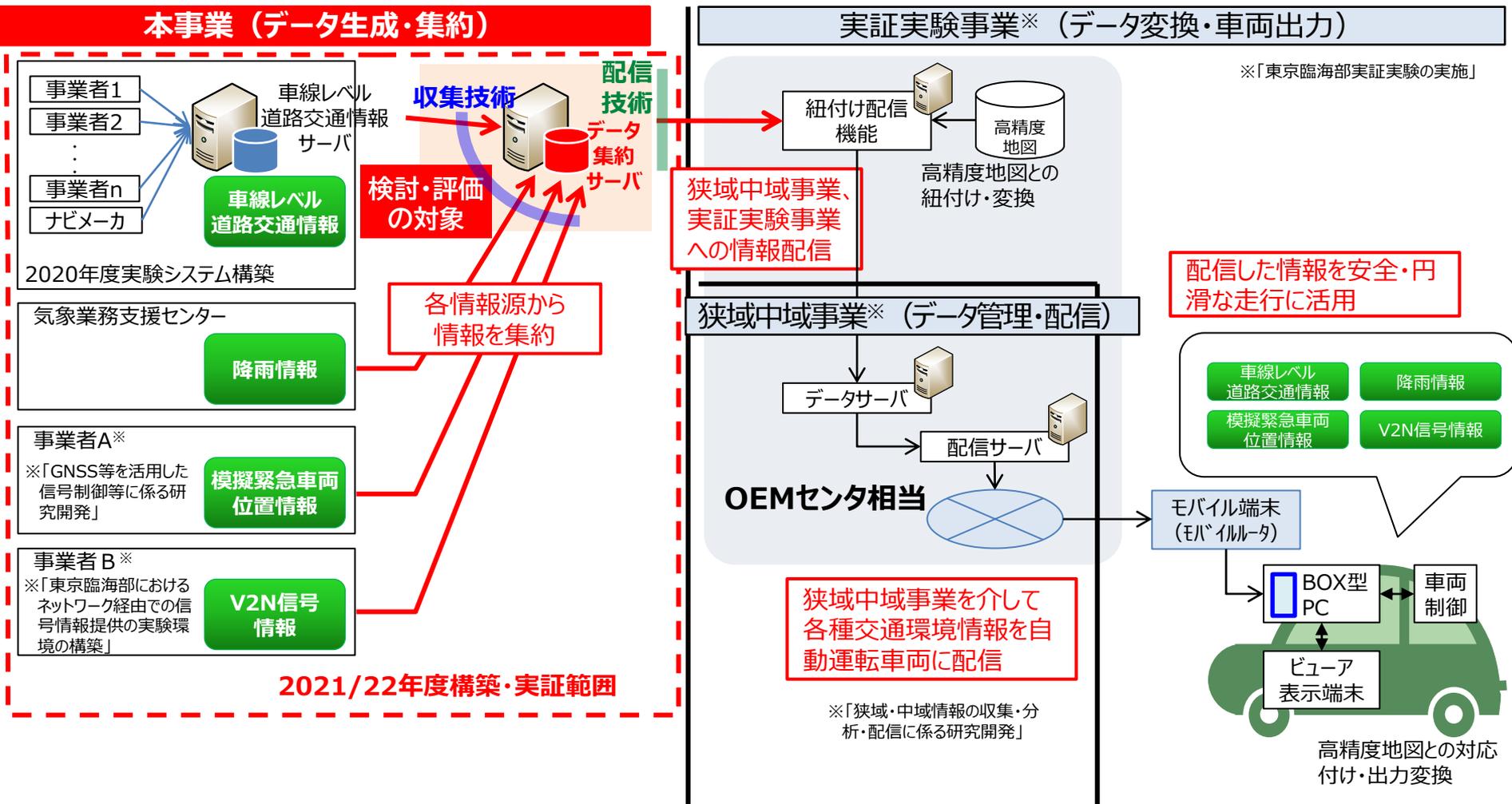
2.5.1 技術検討

- 2.1.～2.4.を受けて配信される車線レベル道路交通情報を含む交通環境情報（下表）を、情報源から収集する技術を検討した。

交通環境情報	情報源	備考
車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交通情報サーバ	本事業において生成・配信
降雨情報	気象業務支援センター	情報源側既存事業において生成、本事業において配信
模擬緊急車両 位置情報	事業者A※ ¹ における情報生成サーバ ※ ¹ 「GNSS等を活用した信号制御等に係る研究開発」	他のSIP事業において生成、本事業において配信
V2N信号情報	事業者B※ ² における情報生成サーバ ※ ² 「東京臨海部におけるネットワーク経由での信号情報提供の実験環境の構築」	他のSIP事業において生成、本事業において配信

2.5.1 技術検討

- 下図に示すデータ集約サーバで実施する各種交通環境情報の**収集技術**・**配信技術**を2.5.および2.6.で検討、評価した。



2.5.1 技術検討

- 情報源のインタフェース仕様等を基に、各種交通環境情報の配信周期、情報表現形式、通信方式を検討、整理した。

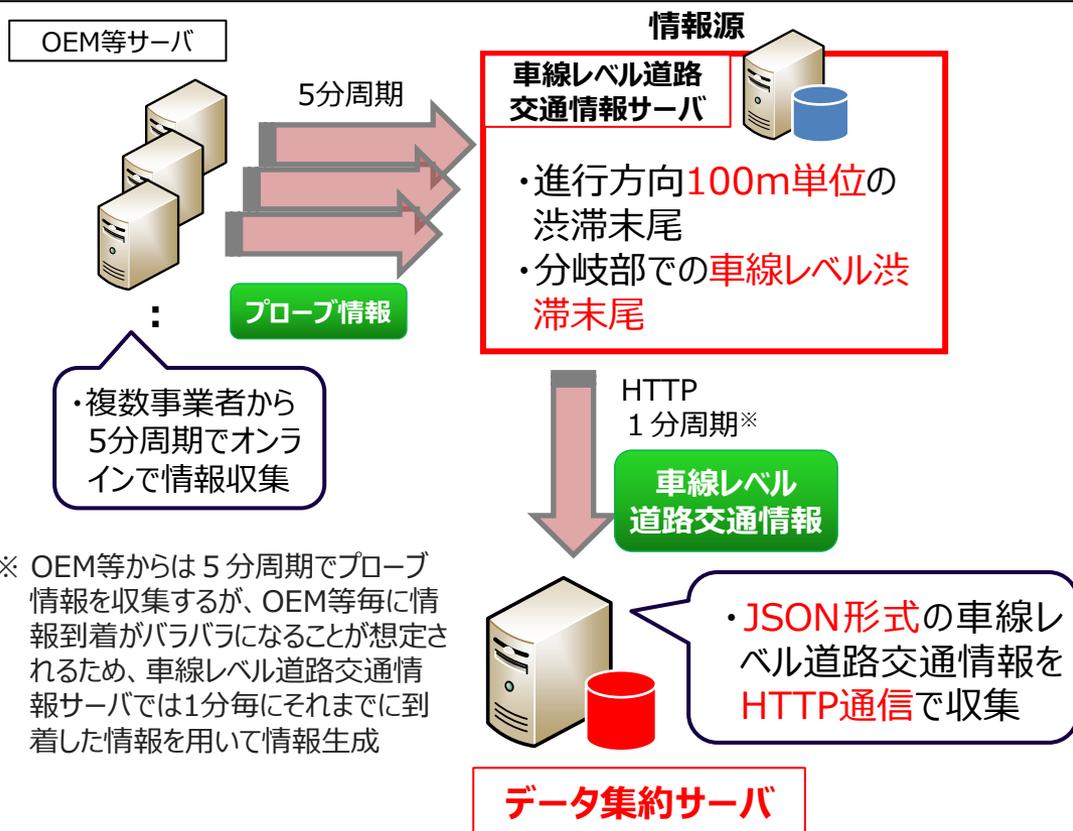
交通環境情報	情報源	収集周期	情報表現形式	通信方式
車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交通 情報サーバ	1分周期	JASPAR : JSON形式 コンテンツ : attention	HTTP
降雨情報	気象業務支援センター	5分周期	GRIB2 (国際気象通報式FM92 GRIB 二進形式格 子点資料気象通報式 (第2版))	SFTP
模擬緊急車両位 置情報	事業者A※ ¹ における情報 生成サーバ ※ ¹ 「GNSS等を活用した信号制御 等に係る研究開発」	随時	独自のバイナリ形式	UDP
V2N信号情報	事業者B※ ² における情報 生成サーバ ※ ² 「東京臨海部におけるネットワー ク経由での信号情報提供の実験環 境の構築」	随時	独自のバイナリ形式	UDP

2.5.1 技術検討

(1) 車線レベル道路交通情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

- 車線レベル道路交通情報は、2020年度に本事業で構築した車線レベル道路交通情報サーバで情報生成・配信を行ったインタフェース仕様（**JASPAR仕様**）に沿って収集するものとした。
- JASPAR仕様の注意喚起情報として、**JSON形式のデータをHTTP通信により分周期で収集するものとした。**
- 車線レベル道路交通情報の情報項目は、2.1.～2.4.で定義した項目に準拠した。



JASPAR仕様の注意喚起情報に沿ったJSON形式 (コンテンツ : attention)

```
“container”:[
  {“basic”:{
    “time”:{
      “start”:"2020-10-01T13:30:00.000",
      “expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"
    },
    “section”:{
      “beginningPoint”:{
        “latitude”:36.1234567,“longitude”:139.1234567,
        “onRoad”:"on”,“name”:"首都高速羽田線"
        “lane”:[“1”,“2”],“accuracy”:"1"
      }
    }
  },
  “contents”:{
    “attention”:{“sequence”:"1”,“subject”:"50"}
  }
}
]
```

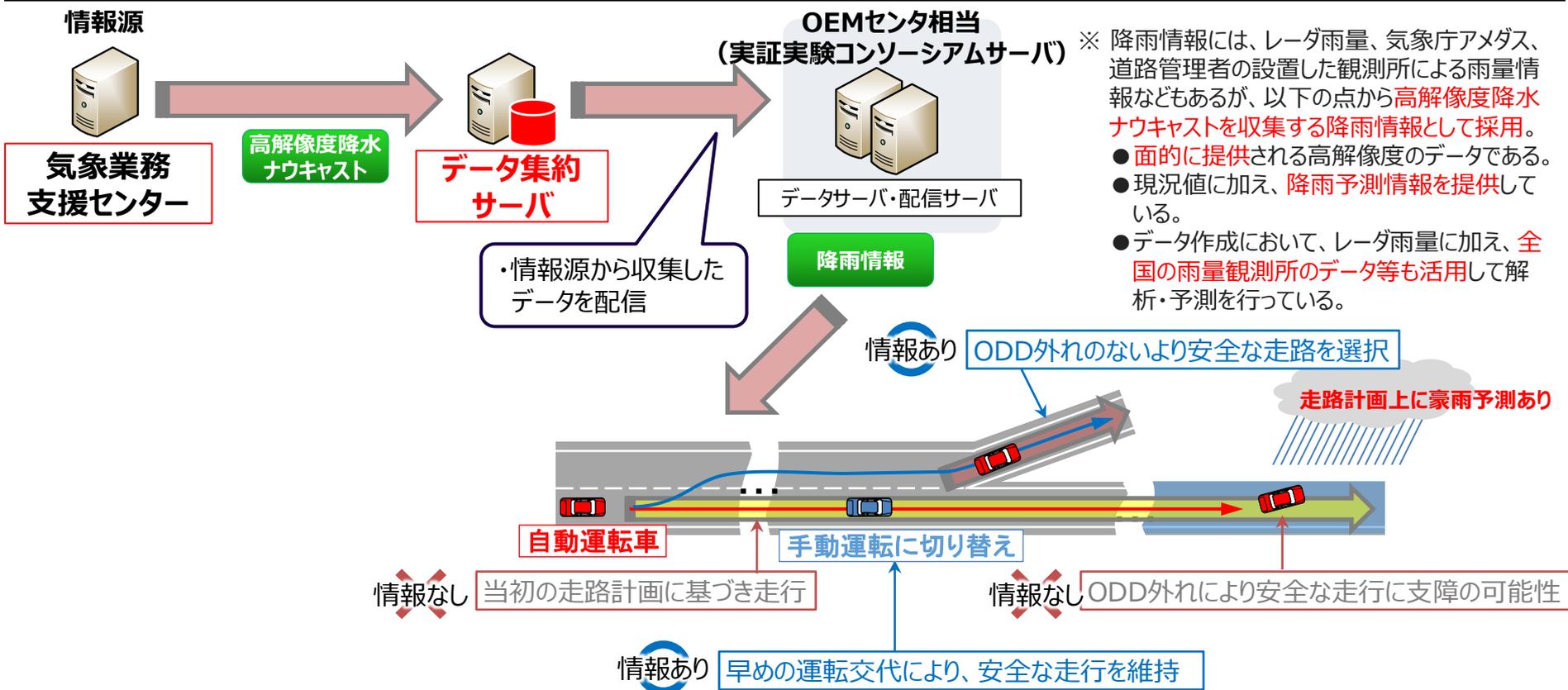
標記番号は下記を使用
【渋滞末尾】標記番号 : 50
【支障箇所】標記番号 : 60

2.5.1 技術検討

(2) 降雨情報の収集技術の検討

■ 情報収集・配信における実証仮説

- 高精細な降雨情報を利用してODD外れを先読み判断、余裕を持ってドライバーへのTOR発出や走路計画の変更を実現する。
- 「既存の高解像度降水ナウキャスト配信サービス」を活用し、250m格子ごとの中心座標緯度経度で表現した5分間隔降雨予測情報を、実証実験事業側に配信するものとした。



2.5.1 技術検討

(2) 降雨情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

- 「既存の高解像度降水ナウキャスト配信サービス」を活用し、気象業務支援センターのオンライン配信仕様に沿って提供される、高解像度降水ナウキャストを収集するものとした。
- 上記の配信仕様に従い、**GRIB2※形式の降水強度と5分間積算降水量をSFTP通信により5分周期で収集**（データ項目の詳細は次頁参照）するものとした。

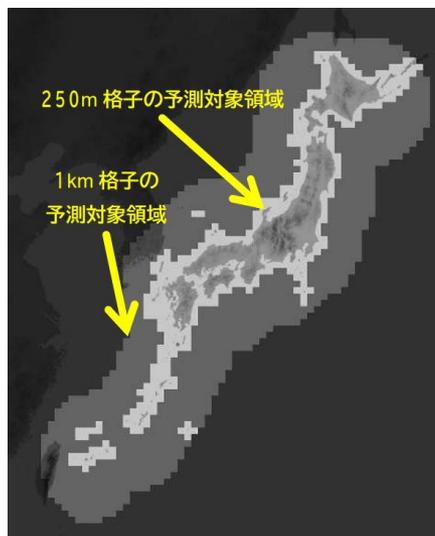
※GRIB2：国際気象通報式FM92 GRIB 二進形式格子点資料気象通報式（第2版）

情報源

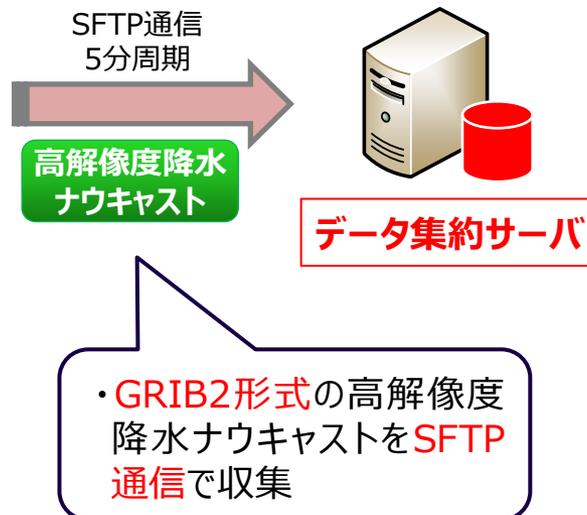
気象業務支援センター

■ 高解像度降水ナウキャスト

- ・気象庁の気象レーダーや国交省XRAINの観測データ、地上観測局のデータ等を基に作成。
- ・**250m格子**（海上は1km格子）単位の**5分間における瞬間的な降水強度**および**5分間積算降水量**のデータとして配信。
- ・**実況および5分毎30分後**までの予測値を配信。



出典：配信資料に関する技術情報（気象編）第398号
高解像度降水ナウキャストの提供開始について
（気象庁予報部、H26.5.30（H26.8.5一部訂正））
<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/398.pdf>



2.5.1 技術検討

(2) 降雨情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

高解像度降水ナウキャストにおけるデータ仕様（降雨強度の例）

節番号	節の名称・該当テンプレート	オクテット	内容	表	値	備考		
第0節	指示節	1~4	GRIB		'GRIB	国際アルファベットNo.5(CCITT IA5)		
		5~6	保留		missing			
		7	資料分野	符号表0.0	0	気象分野		
		8	GRIB版本号		2			
		9~16	GRIB報全体の長さ		*****			
		第1節	識別節	1~4	節の長さ		21	
				5	節番号		1	
				6~7	作成中枢の識別	共通符号表C-1	34	東京
				8~9	作成副中枢		0	
				10	GRIBマスター表バージョン番号	符号表1.0	10	現行運用バージョン番号(最新バージョンは)
11	GRIB地域表バージョン番号			符号表1.1	1	地域表バージョン1		
12	参照時刻の意味			符号表1.2	1	予報の開始時刻		
13~14	資料の参照時刻(年)				※1			
15	資料の参照時刻(月)				※1			
16	資料の参照時刻(日)				※1			
17	資料の参照時刻(時)		※1					
18	資料の参照時刻(分)		※1					
19	資料の参照時刻(秒)		※1					
20	作成ステータス	符号表1.3	1	0=現業プロダクト、1=現業的試験プロダクト				
21	資料の種類	符号表1.4	2	解析及び予報プロダクト				
第2節	地域使用節	不使用			省略			
第3節	格子系定義節	1~4	節の長さ		72			
		5	節番号		3			
		6	格子系定義の出典	符号表3.0	0	符号表3.1参照による		
		7~10	資料点数		※2	可変		
		11	格子点数を定義するリストのオクテット数		0			
		12	格子点数を定義するリストの説明		0			
		13~14	格子系定義テンプレート番号	符号表3.1	0	緯度・経度格子		
		15	地球の形状	符号表3.2	4	GRS80回転楕円体		
		16	地球球体の半径の尺度因子		missing			
		17~20	地球球体の尺度付き半径		missing			
		21	地球回転楕円体の長軸の尺度因子		1			
		22~25	地球回転楕円体の長軸の尺度付きの長さ		63781370			
		26	地球回転楕円体の短軸の尺度因子		1			
		27~30	地球回転楕円体の短軸の尺度付きの長さ		63567523			
		31~34	緯線に沿った格子点数		※2	可変		
		35~38	経線に沿った格子点数		※2	可変		
		39~42	原作成領域の基本角		0			
		43~46	端点の経度及び緯度並びに方向増分の定義に使われる基本角の細分		missing			
		47~50	最初の格子点の緯度	10-6度単位	※2			
		51~54	最初の格子点の経度	10-6度単位	※2			
55	分解能及び成分フラグ	フラグ表3.3	0x30					
56~59	最後の格子点の緯度	10-6度単位	※2					
60~63	最後の格子点の経度	10-6度単位	※2					
64~67	方向の増分	10-6度単位	※12500[1/80]	250mエリアは3125[(1/80)/4]、1kmエリアは12500[1/80]				
68~71	方向の増分	10-6度単位	※250mエリアは2083[(2/3)*(1/80)/4]、1kmエリアは8333[(2/3)*(1/80)]					
ここまでテンプレート3.0	72	走査モード	フラグ表3.4	0x00				

出典：「配信資料に関する技術情報（気象編）第398号
高解像度降水ナウキャストの提供開始について
（気象庁予報部、H26.5.30（H26.8.5一部訂正））
<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/398.pdf>」に加筆

【参照時刻】

- ・提供されるデータセットの時刻
- ・世界標準時（UTC）で記述

【格子系定義・地球形状等】

- ・座標系、楕円体の定義をGRIB2の符号表のコード等で記述

【格子点数・端点緯度経度等（格子点の定義）】

- ・高解像度降水ナウキャストでは、日本全体を複数の領域に分割して提供。
- ・分割された領域ごとに、北西端と南東端の格子点（格子の中心）の緯度経度、領域に含まれる格子点数等を定義。

2.5.1 技術検討

(2) 降雨情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

高解像度降水ナウキャストにおけるデータ仕様（降雨強度の例）

節番号	節の名称・該当テンプレート	オクテット	内容	表	値	備考	
第4節	プロダクト定義節	1~4	節の長さ		82		
		5	節番号		4		
		6~7	テンプレート直後の座標値の数		0		
		8~9	プロダクト定義テンプレート番号	符号表4. 0	50011	Xバンドレーダーを使用した予測プロダクト(テンプレート4.8の拡張版)	
		10	パラメータカテゴリー	符号表4. 1	1	湿度	
		11	パラメータ番号	符号表4. 2	※203	降水強度レベル値(解析、予報)	
		12	作成処理の種類	符号表4. 3	※214	降水強度の誤差の要因	
		13	背景作成処理識別符	符号表JMA4.1	151	0.解析・解析誤差、2.予報	
		14	予報の作成処理識別符		missing	降水ナウキャスト	
ここから テンプレート4.50011	↓	15~16	観測資料の参照時刻からの締切時間(時)		0		
		17	観測資料の参照時刻からの締切時間(分)		5		
		18	期間の単位の指示符	符号表4. 4	※1	0分	
		19~22	予報時間		※1		
		23	第一固定面の種類	符号表4. 5	1	地面又は水面	
		24	第一固定面の尺度因子		missing		
		25~28	第一固定面の尺度付きの値		missing		
		29	第二固定面の種類	符号表4. 5	missing		
		30	第二固定面の尺度因子		missing		
		31~34	第二固定面の尺度付きの値		missing		
		35~36	全時間間隔の終了時(年)		※1		
		37	全時間間隔の終了時(月)		※1		
		38	全時間間隔の終了時(日)		※1		
		39	全時間間隔の終了時(時)		※1		
		40	全時間間隔の終了時(分)		※1		
		41	全時間間隔の終了時(秒)		※1		
		42	統計を算出するために使用した時間間隔を記述する期間の仕様数		1		
		43~46	統計処理における欠測資料の総数		0		
		47	統計処理の種類	符号表4. 10	196	196.代表値(解析、予報)	
		48	統計処理の時間増分の種類	符号表4. 11	2	同じ予報開始時刻を持ち、予報時間に増分が加えられる	
		49	統計処理の時間の単位の指示符	符号表4. 4	0	分	
		50~53	統計処理した期間の長さ		※5	5.解析、誤差情報、予報)	
		54	連続的な資料増分の増分に関する時間の単位の指示符		0		
		55~58	連続的な資料増分の時間の増分		0	連続的な処理の結果	
		59~66	レーダー等運用情報1		※3		
		67~74	レーダー等運用情報2		※3		
		ここまで テンプレート4.50011	75~82	レーダー等運用情報3		※3	

【パラメータ番号】

- データの種類を定義（降水強度、降水強度の誤差要因、積算降水量等）

【予報時間】

- 参照時刻（提供データの時刻）から予報開始時刻までの差分

【全時間間隔の終了時】

- 予報値の時刻

【統計処理した期間の長さ】

- 予報値の統計処理の期間
- 高解像度降水ナウキャストは5分間

出典：「配信資料に関する技術情報（気象編）第 398 号

高解像度降水ナウキャストの提供開始について

（気象庁予報部、H26.5.30（H26.8.5一部訂正））

<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/398.pdf>」に加筆

2.5.1 技術検討

(2) 降雨情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

高解像度降水ナウキャストにおけるデータ仕様（降雨強度の例）

節番号	節の名称・ 該当テンプレート	オクテット	内容	表	値	備考	
第5節	資料表現節 ここから テンプレート5.200 ↓ ↓ ↓ ここまで テンプレート5.200	1~4	節の長さ		*****		
		5	節番号		5		
		6~9	全資料点の数		※2	可変	
		10~11	資料表現テンプレート番号	符号表5.0	200	格子点資料-ランレングス圧縮	
		12	1データのビット数		8		
		13~14	今回の圧縮に用いたレベルの最大値		V	Vは可変(<=M)	
		15~16	レベルの最大値		M		
	17	データ代表値の尺度因子		※	2:(解析、予報)通報する代表値は10**2倍されている。0:(誤差情報)代表値がカテゴリ番号m=1~M、レベル0は欠測値、単位はmm/h(予報、解析)又はカテゴリ(誤差)		
	16+2×m~ 17+2×m	レベルmに対応するデータ代表値					
第6節	ビットマップ節	1~4	節の長さ		6		
		5	節番号		6		
		6	ビットマップ指示符		255	ビットマップを適用せず	
第7節	資料節 テンプレート7.200	1~4	節の長さ		*****		
		5	節番号		7		
	6~nn	ランレングス圧縮オクテット列		D	資料テンプレート7.200で記述された形式		
第8節	終端節	1~4	7777		"7777"	国際アルファベットNo.5(CITT IAS)	

【資料表現テンプレート等】

- ・データ値、データの圧縮方法や解凍、値の変換に必要なパラメータ等。

出典：「配信資料に関する技術情報（気象編）第398号

高解像度降水ナウキャストの提供開始について

（気象庁予報部、H26.5.30（H26.8.5一部訂正））

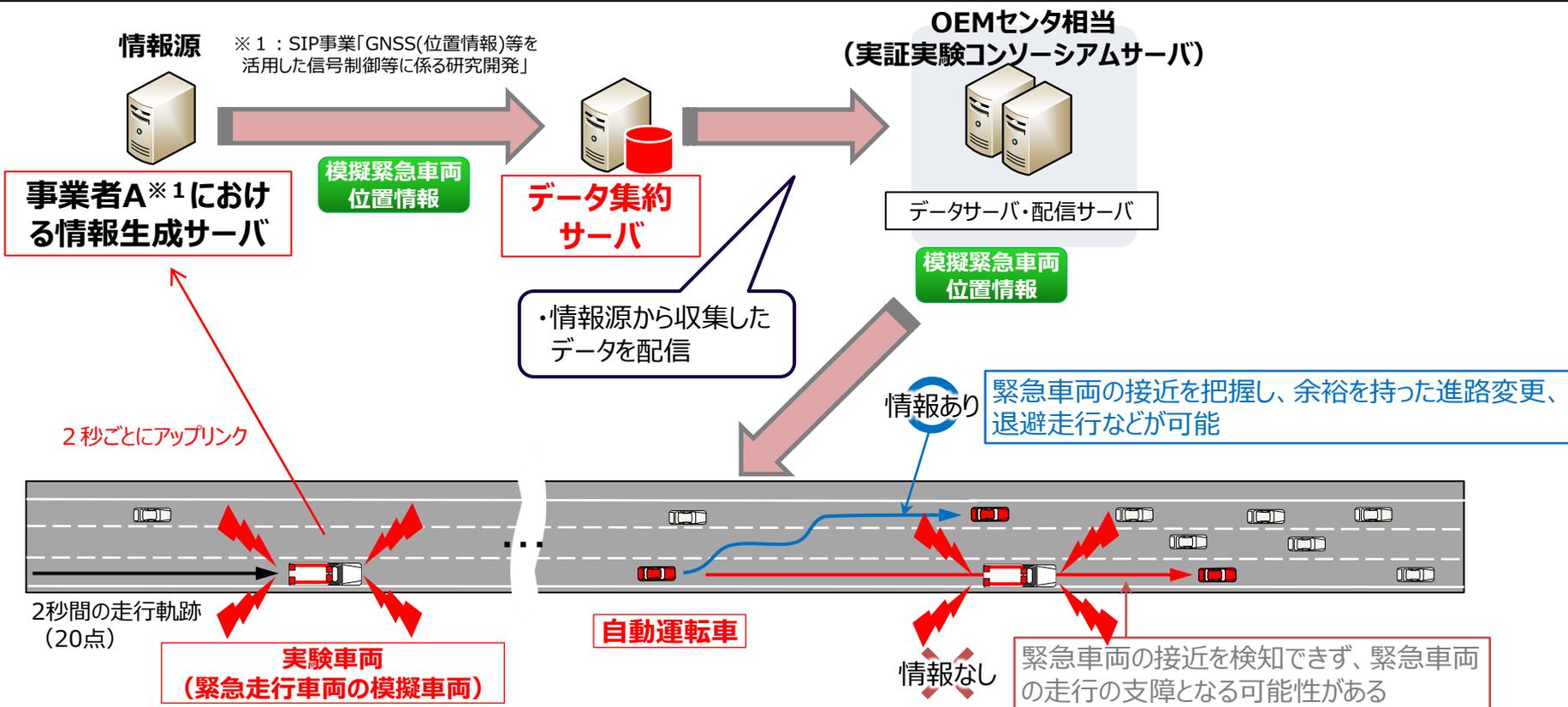
<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/398.pdf>」に加筆

2.5.1 技術検討

(3) 模擬緊急車両位置情報の収集技術の検討

■ 情報収集・配信における実証仮説

- 接近中の模擬緊急車両位置情報の取得により、適切な注意喚起、進路変更、退避走行等を実現する。
- SIP事業「GNSS(位置情報)等を活用した信号制御等に係る研究開発」で構築されたモデルシステム設備を活用し、模擬車載機を積載した実験車両を緊急車両に見立てて走行し、車両位置を示す緯度経度情報を収集し、実証実験事業側に配信するものとした。



2.5.1 技術検討

(3) 模擬緊急車両位置情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

- SIP事業「GNSS(位置情報)等を活用した信号制御等に係る研究開発」で規定されたインタフェース仕様（緊急車両位置情報配信サーバ通信アプリケーション規格）に沿って、模擬緊急車両から2秒ごとにアップリンクされる模擬緊急車両位置情報を収集するものとした。
- 上記インタフェース仕様に従い、**模擬緊急車両の①車載機情報、②最新緯度経度、③2秒間の走行軌跡**をUDP通信により随時収集（データ項目の詳細は次頁参照）するものとした。

情報源

事業者A※1における情報生成サーバ



■ 模擬緊急車両位置情報

以下の情報を2秒ごとにバイナリで収集

- ① **車載機基本情報**（送信時刻、車両ID、運行状態（通常/緊急走行中）等）
- ② **最新緯度・経度**
- ③ **2秒間の走行軌跡**（計測時刻、緯度経度、速度等最大20点）

情報がない場合はヘッダのみ（データ長0）のハートビートを送信

<データ部（最大504バイト）>							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
車載機基本情報 (16 バイト)							①
最新緯度情報 (4 バイト)							②
最新経度情報 (4 バイト)							
GNSS 連続情報 (最大 480 バイト)							③

UDP通信
随時

模擬緊急車両
位置情報

データ集約サーバ

・独自のバイナリ形式の模擬緊急車両情報をUDP通信で収集

※1：SIP事業「GNSS(位置情報)等を活用した信号制御等に係る研究開発」

2秒ごとにアップリンク



実験車両
(緊急走行車両の模擬車両)

2.5.1 技術検討

(3) 模擬緊急車両位置情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

緊急車両位置情報配信サーバ通信アプリケーション規格に沿ったデータ項目

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
情報種別							
通番							
データ長							
.							
. データ部 (最大 504 バイト)							
.							

【情報部ヘッダ】
データなしの場合は
情報部ヘッダのみの
ハートビートを送信



<データ部 (最大504バイト)>

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
① 車載機基本情報							
(16 バイト)							
② 最新緯度情報							
(4 バイト)							
最新経度情報							
(4 バイト)							
③ GNSS 連続情報							
(最大 480 バイト)							

① 車載機基本情報

車載機の識別番号等の基本情報。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
車載機時刻							
(8 バイト)							
車両 ID 情報							
(5 バイト)							
予備							
運行状態							
連続情報総数							

データ項目	概要	形式
車載機時刻	車載機情報の送信日時	BCD形式
車両ID情報	車載機固有の識別番号	バイナリ形式
運行状態	通常：0 緊急走行中：1	バイナリ形式
GNSS連続 情報格納数	走行軌跡データの格納数 (0~20)	バイナリ形式

② 最新緯度・経度情報

最新の緯度・経度（世界測地系）。

コード形式 : 符号ありバイナリ（緯度、経度各4バイト）
 単位形式 : 10進度（係数：10⁷）
 数値範囲 : 【緯度】 -90.0000000~ 90.0000000
 【経度】 -180.0000000~180.0000000

2.5.1 技術検討

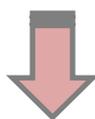
(3) 模擬緊急車両位置情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

緊急車両位置情報配信サーバ通信アプリケーション規格に沿ったデータ項目

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
情報種別							
通番							
データ長							
.							
. (データ部 (最大 504 バイト))							
.							

【情報部ヘッダ】
データなしの場合は
情報部ヘッダのみの
ハートビートを送信



<データ部 (最大504バイト)>

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
① 車載機基本情報							
(16 バイト)							
② 最新緯度情報							
(4 バイト)							
最新経度情報							
(4 バイト)							
③ GNSS 連続情報							
(最大 480 バイト)							

③GNSS連続情報							
走行軌跡データごとのデータ項目。							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
GNSS 計測時刻							
(5 バイト)							
予備							
緯度							
(4 バイト)							
経度							
(4 バイト)							
移動速度							
予備							
海拔高度							
(2 バイト)							
ジオイド高度							
(2 バイト)							
HDOP 値							
(2 バイト)							
測位衛星数							
測位状態							

データ項目	概要	形式
GNSS 計測時刻	GNSS受信モジュールでの計測時刻	BCD形式
緯度 経度	単位、範囲等の仕様は最新緯度・経度情報と同様	符号あり バイナリ形式
移動速度	単位形式：km/h 数値範囲：0～255	符号なし バイナリ形式
海拔高度	単位形式：m (係数：10) 数値範囲：-3276.8～3276.8	符号あり バイナリ形式
ジオイド高度	単位形式：m (係数：10) 数値範囲：-3276.8～3276.8	符号あり バイナリ形式
HDOP※値	GNSSの測位品質 単位形式：なし (係数：10 ²) 数値範囲：0～99.99	符号なし バイナリ形式
測位衛星数	単位形式：なし 数値範囲：0～12	符号なし バイナリ形式
測位状態	0：未測位 1：単独測位 2：DGPS測位 3：- 4：RTK Fix 5：RTK Float	符号なし バイナリ形式

※HDOP：二次元位置精度低下率 (Horizontal Dilution of Precision)
水平面内の位置の測定誤差の目安を示す値

2.5.1 技術検討

(4) V2N信号情報の収集技術の検討

■ 情報収集・配信における実証仮説

- 配信遅延が想定されるネットワーク経路による信号情報を現示表と絶対時刻同期で補完することにより、自動運転車およびドライバーの有効活用を実現する。
- SIP事業「東京臨海部におけるネットワーク経路での信号情報提供の実験環境の構築」で構築されるシステムからV2N信号情報を収集し、実証実験事業側に配信するものとした。

情報源

※ 1 : SIP事業「東京臨海部におけるネットワーク経路での信号情報提供の実験環境の構築」



V2N信号
情報

事業者B※1における
情報生成サーバ



データ集約
サーバ

・情報源から収集した
データを配信

OEMセンタ相当
(実証実験コンソーシアムサーバ)



データサーバ・配信サーバ

V2N信号
情報

情報あり

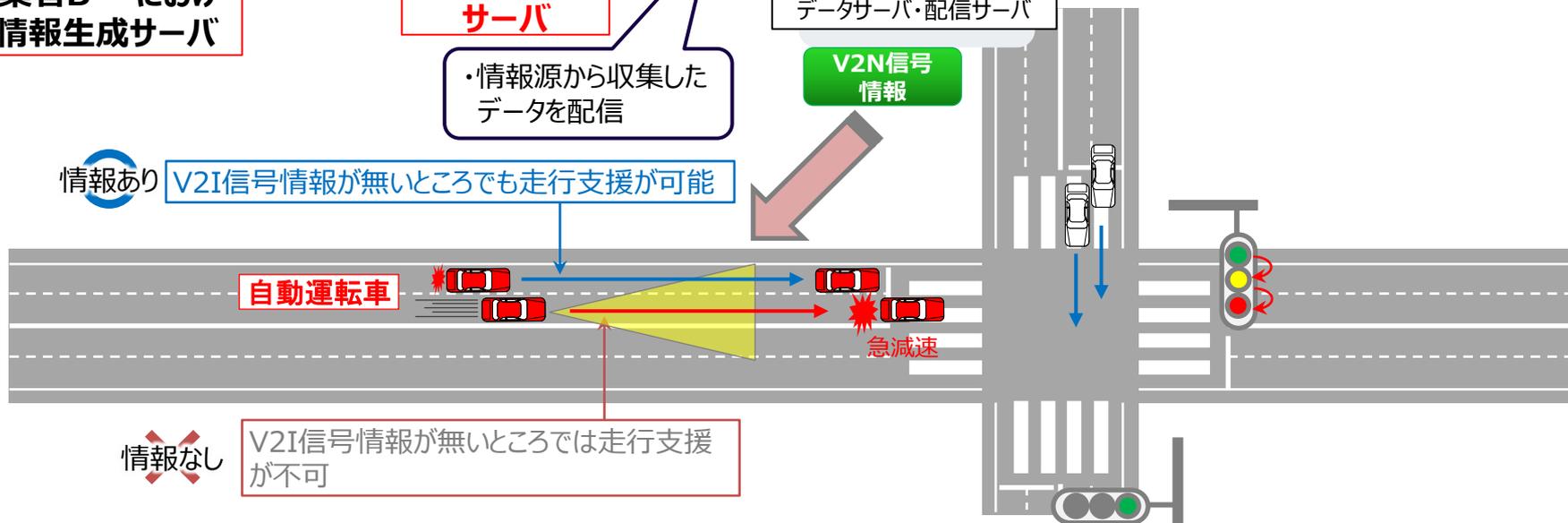
V2I信号情報が無いところでも走行支援が可能

自動運転車

急減速

情報なし

V2I信号情報が無いところでは走行支援が不可



2.5.1 技術検討

(4) V2N信号情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

- SIP事業「東京臨海部におけるネットワーク経由での信号情報提供の実験環境の構築」で規定されたインタフェース仕様に沿って提供されるV2N信号情報を収集するものとした。
- 上記インタフェース仕様に従い、①提供地点の管理情報、②信号予定情報をUDP通信により随時収集するものとした（データ項目の詳細は次頁参照）。
- 信号の設置されている交差点の管理情報は、インタフェース仕様上は定義されているが、本実験においては情報源から配信されないこととなったため、交差点管理情報は収集対象外とした。

情報源

事業者B※1における情報生成サーバ



■ V2N信号情報

以下の情報を配信

① 提供地点管理情報

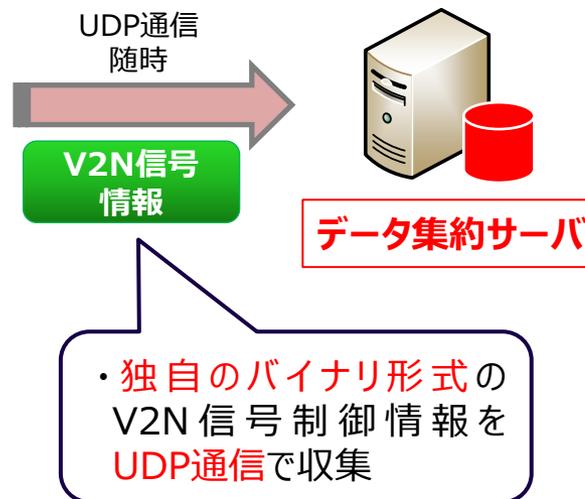
提供地点の交差点ID、灯器数、方路等の静的な情報

② 信号予定情報

今後の信号灯色の変化パターン・継続秒数予測値

③ 交差点管理情報

信号の設置されている交差点の名称、緯度経度等の静的な情報（本検討では収集対象外、データ長「0」とする）



※1：SIP事業「東京臨海部におけるネットワーク経由での信号情報提供の実験環境の構築」

2.5.1 技術検討

(4) V2N信号情報の収集技術の検討

■ 情報収集の仕様概要

V2N信号情報のインタフェース仕様に沿ったデータ項目

構成	表現形式	コード
提供地点管理番号		
都道府県コード	bin(8)	E-1
提供点種別コード	bin(1)	E-2
交差点ID/単路ID	bin(15)	C-1
予備	bin(8)	D-8
予備	bin(8)	D-8
バージョン番号(規格)	bin(8)	C-3
バージョン番号(定義情報)	bin(8)	C-4
予備	bin(8)	D-8
予備	bin(8)	D-8
作成日時		
年	bin(8)	A-1
月	bin(8)	A-2
日	bin(8)	A-3
時刻(時)	bin(8)	A-4
時刻(分)	bin(8)	A-5
時刻(秒)	bin(8)	A-6
時刻(10ミリ秒)	bin(8)	A-7
信号状態情報	bin(8)	E-1
特定制御動作中フラグ	bin(8)	D-8
システム状態	bin(8)	F-1
イベントカウンタ	bin(8)	F-2
車灯器数	bin(8)	C-5
歩灯器数	bin(8)	C-6
接続方路数(I)	bin(8)	D-9
サービス方路数(J)	bin(8)	D-10
サービス方路信号情報: 1		
方路ID	bin(8)	C-2
信号通行方向情報有無フラグ	bin(1)	F-3
予備	bin(7)	D-7
信号通行方向情報	bin(8)	F-4
車灯器情報ポインタ: 1	bin(16)	F-5
:		
車灯器情報ポインタ: I	bin(16)	F-5
歩灯器情報ポインタ: 1	bin(16)	F-5
:		
歩灯器情報ポインタ: I	bin(16)	F-6
:		
サービス方路信号情報: J		

※交差点管理情報は提供なし

車灯器情報(×車灯器数)

車灯器ID	bin(4)	C-5
灯色出力変化数(K)	bin(4)	F-7
車両灯器情報(1)		
丸信号灯色表示	bin(8)	F-8
青矢信号表示方向	bin(8)	F-9
カウントダウン停止フラグ	bin(1)	F-10
最小残秒数	bin(15)	F-11
最大残秒数	bin(16)	F-12
:		
車両灯器情報: K		

歩灯器情報(×歩灯器数)

歩灯器ID	bin(4)	C-6
灯色出力変化数(L)	bin(4)	F-7
歩行者信号情報: 1		
歩行者信号表示	bin(8)	F-13
カウントダウン停止フラグ	bin(1)	F-10
最小残秒数	bin(15)	F-11
最大残秒数	bin(16)	F-12
:		
歩行者灯器情報: L		

赤枠の情報項目の定義は、V2Iに存在しない項目。

→0固定もしくは不定とする(下記)。

バージョン番号: 0固定

作成日時: 次サイクル開始時刻(秒以下は不定)

信号状態情報: 0固定

特定制御動作中フラグ: 設定しない(0)

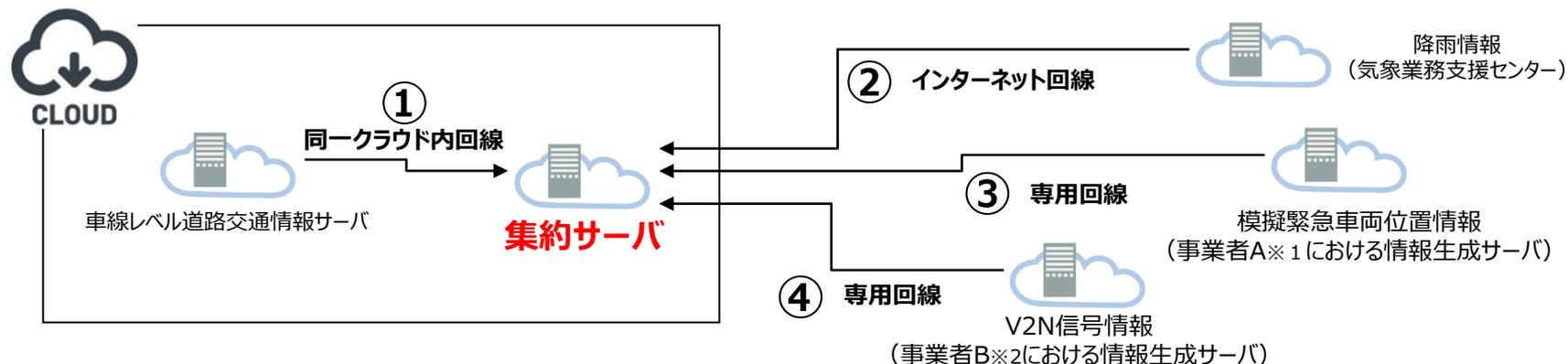
2.5. 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価

2.5.2 技術評価

- 2.5.1の検討結果を踏まえ、実証実験用のデータ集約サーバ（収集機能）を構築し、前項の技術検討を踏まえたデータ収集方式を用いて情報源から交通環境情報を収集できることを確認した。また、収集した交通環境情報に対して、収集頻度・処理時間など実用化に向けた課題分析を行った。

2.5.2 技術評価

- 各情報源と集約サーバとの間の通信は、収集する情報のインタフェース仕様等の特性に応じて、適切な情報セキュリティ対策を行った上で検証を実施した。



番号	交通環境情報	通信対象サーバ	セキュリティ対策の内容
①	車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交 通情報サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ■ AWS間通信サービスのピアリング接続を採用 <ul style="list-style-type: none"> ・情報を暗号化し、パブリックインターネットを通過することがないため、一般的なエクスプロイト（脆弱性利用型不正プログラム）や DDoS 攻撃（サービスを妨害する攻撃）などの脅威を低減
②	降雨情報	気象業務支援センター	<ul style="list-style-type: none"> ■ AWS通信サービスのインターネットゲートウェイ接続を採用 <ol style="list-style-type: none"> 1)インバウンドルールによるパケットフィルタリング（IPフィルタリング） 2)通信ポート制限 3)SFTPプロトコルによるユーザー認証
③	模擬緊急車両 位置情報	事業者A※1におけ る情報生成サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ■ クラウドゲートウェイクロスコネクト（NTT東日本接続サービス）とビジ ネスイーサ網を組み合わせた閉域通信網を採用 <ul style="list-style-type: none"> ・インターネットを介さないセキュアなネットワークからダイレクトにAWSへ 接続
④	V2N信号情報	事業者B※2におけ る情報生成サーバ	

※1：SIP事業「GNSS(位置情報)等を活用した信号制御等に係る研究開発」

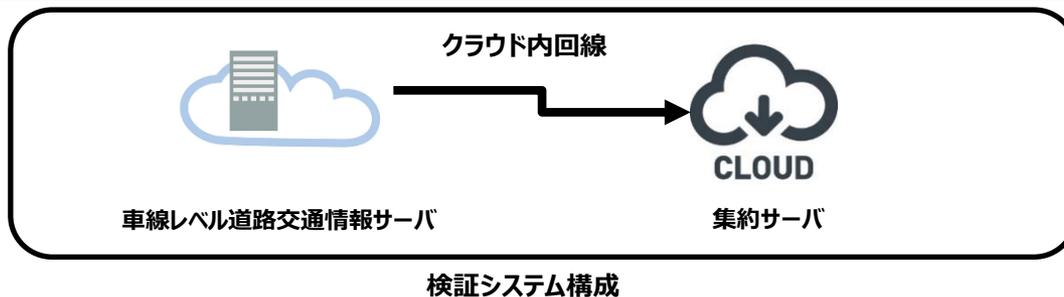
※2：SIP事業「東京臨海部におけるネットワー
ク経由での信号情報提供の実験環境の構築」

2.5.2 技術評価

(1) 車線レベル道路交通情報の収集技術の評価

■ 情報収集の検証方法

- 車線レベル道路交通情報を生成する車線レベル道路交通情報サーバと集約サーバ間をクラウド内回線で接続した。



■ 検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

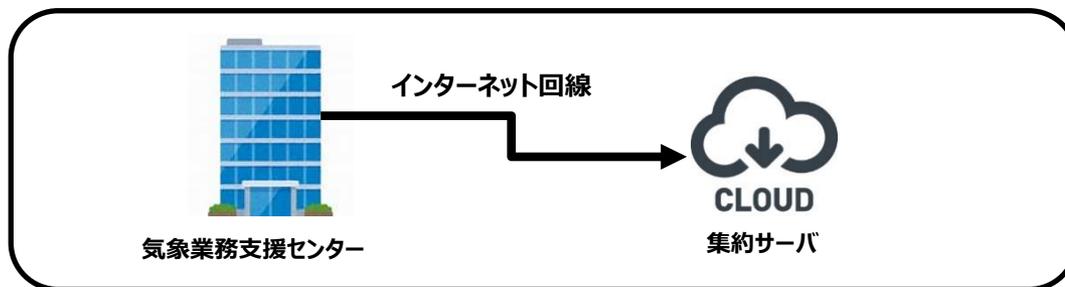
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに5分毎に車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに収集した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	集約サーバアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを目視で確認。

2.5.2 技術評価

(2) 降雨情報の収集技術の評価

■ 情報収集の検証方法

- 降雨情報を配信する気象業務支援センターと集約サーバ間をインターネット回線で接続した。



検証システム構成

■ 検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

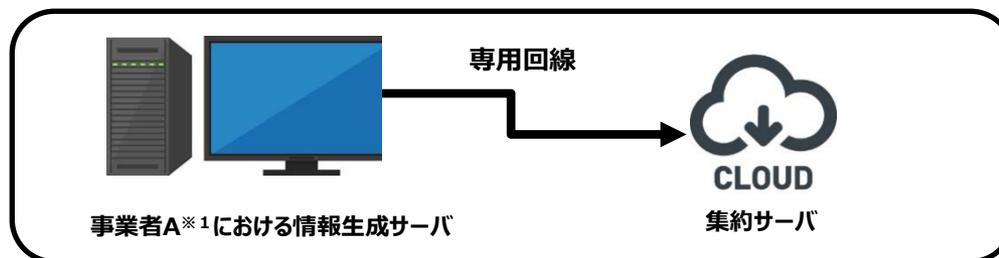
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに5分毎に降雨情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに収集した降雨情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで降雨情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	集約サーバアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを目視で確認。

2.5.2 技術評価

(3) 模擬緊急車両位置情報の収集技術の評価

■ 情報収集の検証方法

- 模擬緊急車両位置情報を配信する事業者A※¹における情報生成サーバと集約サーバ間を専用回線で接続した。



検証システム構成

※1：SIP事業「GNSS(位置情報)等を活用した信号制御等に係る研究開発」

■ 検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

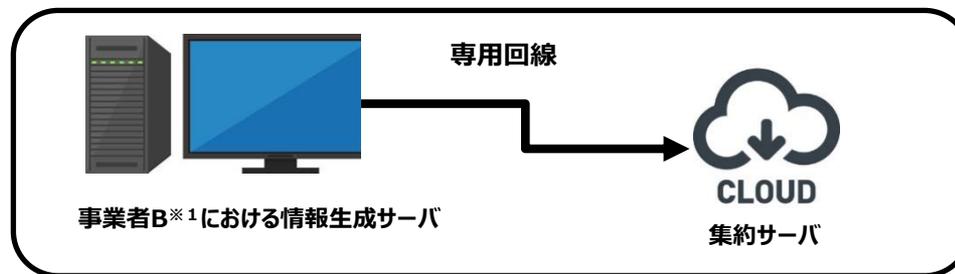
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信ログ確認 (日時、データサイズ)	収集した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	集約サーバアプリケーションの情報収集ログに記録されている日時・データサイズと収集した模擬緊急車両位置情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認。

2.5.2 技術評価

(4) V2N信号情報の収集技術の評価

■ 情報収集の検証方法

- V2N信号情報を配信する事業者B※¹における情報生成サーバと集約サーバ間を専用回線で接続した。



※1：SIP事業「東京臨海部におけるネットワーク経由での信号情報提供の実験環境の構築」

検証システム構成

■ 検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信ログ確認 (日時、データサイズ)	収集したV2N信号情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	集約サーバアプリケーションの情報収集ログに記録されている日時・データサイズと収集したV2N信号情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認。

2.6. 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価

2.6.1 技術検討

- 2.5.において収集、蓄積した交通環境情報を、実験参加車両への提供を中継するサーバ（将来的に社会実装される段階では、各自動車メーカーのテレマティクスセンター等がこの中継サーバに該当するようになると想定）へ提供するための変換および配信する技術を検討した。

2.6.1 技術検討

- OEMセンタ相当（実証実験コンソーシアムサーバ）側への配信は、各種交通環境情報の特性を踏まえて配信周期、情報表現形式、通信方式を検討、整理した。

交通環境情報	配信周期	情報表現形式	通信方式	備考
車線レベル 道路交通情報	1分周期	JASPAR : JSON形式 コンテンツ : attention	HTTP	OEMセンタ相当（実証実験 コンソーシアムサーバ）側から のリクエストを受けて配信
降雨情報	1分周期	JASPAR : JSON形式 コンテンツ : environment	HTTP	OEMセンタ相当（実証実験 コンソーシアムサーバ）側から のリクエストを受けて配信
模擬緊急車両位置 情報	随時	独自のバイナリ形式	WebSocket	
V2N信号情報	随時	独自のバイナリ形式	WebSocket	

2.6.1 技術検討

- 情報表現形式は、JASPAR仕様（車両情報共用仕様）の採用を基本とするが、以下の観点を踏まえて採用する表現形式を決定した。
 - JASPARはJSON形式データのため、**バイナリ形式等と比べてデータ量が大きくなる。**
 - **緊急性や変動性が高くリアルタイム性が求められる情報は変換後のデータ量等を勘案し、情報源のデータ形式をそのまま用いるなどを考慮する。**

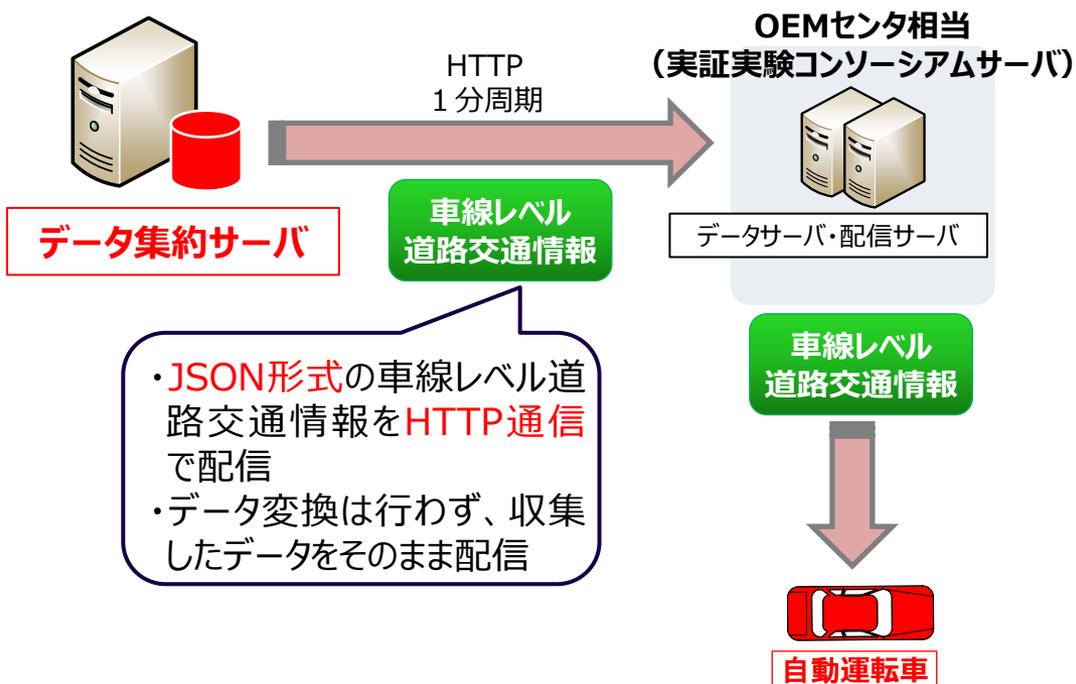
判断の観点	JASPAR形式（JSON形式データ）	バイナリ形式
データ特性	○：人間がデータの内容を理解しやすい形式 ▲：データ表現形式（数値、文字）の取り決めが必要	○：コンピュータが理解しやすい形式 ▲：CPU依存性を無くすための定義や扱いの取り決め必要
即時性	▲：情報の解釈・処理に時間がかかる	○： 情報の解釈・処理が早い （通信速度などが要求される事案で採用）
データ量	▲：半角1文字を表現するのに1バイト必要（文字数によりデータ量が肥大化する）	○： 少ないサイズで多くのデータを表現 （0～255の数値を1バイトで表現）
拡張性	○：データ項目追加等の 拡張への互換性が高い （認知していない項目は破棄して処理継続することが可能）	▲：データ項目追加等の拡張への互換性に課題がある（原則として仕様改訂、プログラム改修が必要）
評価	 一定周期での配信など比較的リアルタイム性の低い情報の配信に採用	 緊急性や変動性が高くリアルタイム性が求められる情報の配信に採用

2.6.1 技術検討

(1) 車線レベル道路交通情報の配信技術の検討

■ 情報配信の仕様概要

- 車線レベル道路交通情報は、JASPAR仕様の注意喚起情報として車線レベル道路交通情報サーバから1分周期で収集しているため、変換等の処理を行わず、JASPAR仕様に沿って、**JSON形式のデータをHTTP通信により1分周期で受け付けたリクエストに対して配信**するものとした。
- 車線レベル道路交通情報の情報項目は、2.1.~2.4.で定義した項目に準拠した。



JASPAR仕様の注意喚起情報に沿ったJSON形式 (コンテンツ : attention)

```
“container”:[
  {“basic”:{
    “time”:{
      “start”:"2020-10-01T13:30:00.000",
      “expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"
    },
    “section”:{
      “beginningPoint”:{
        “latitude”:36.1234567,“longitude”:139.1234567,
        “onRoad”:"on”,“name”:"首都高速羽田線"
        “lane”:[“1”,“2”],“accuracy”:"1"
      }
    }
  }
  “contents”:{
    “attention”:{“sequence”:"1”,“subject”:"50"}
  }
}
]
```

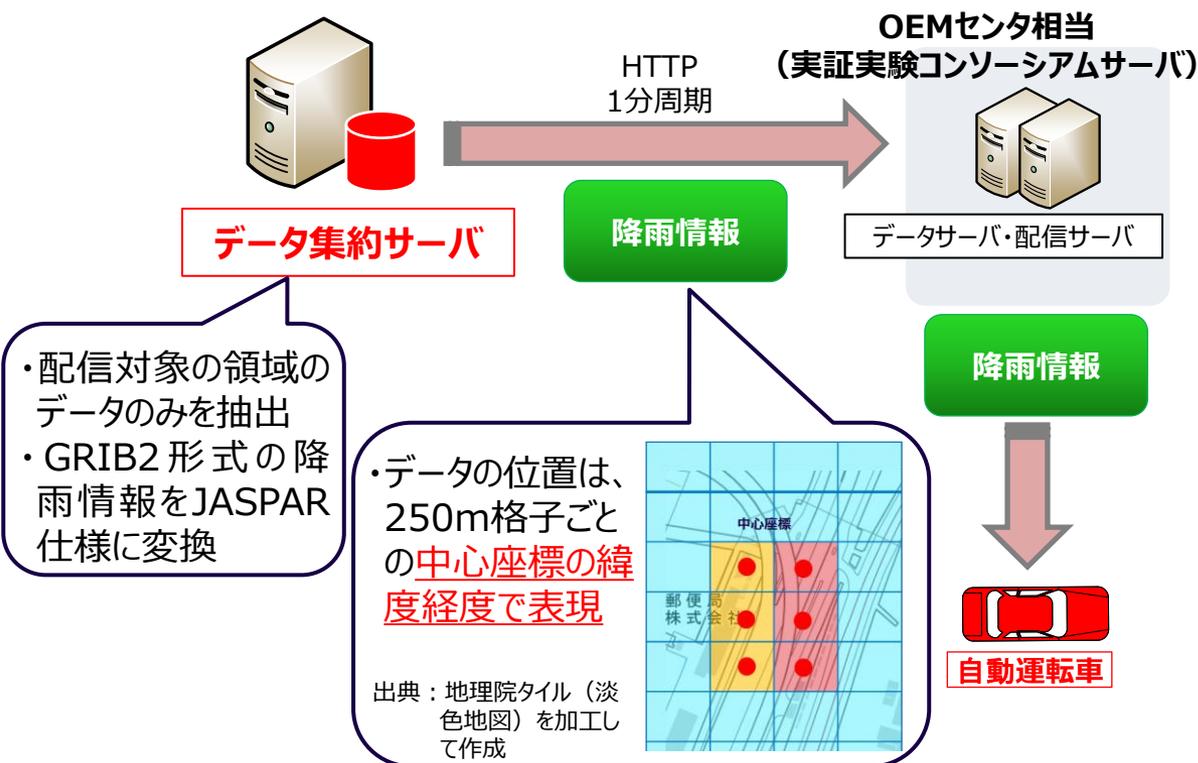
標記番号は下記を使用
【渋滞末尾】標記番号 : 50
【支障箇所】標記番号 : 50

2.6.1 技術検討

(2) 降雨情報の配信技術の検討

■ 情報配信の仕様概要

- 降雨情報は、5分ごとの一定周期で収集する情報のため、JASPAR仕様の環境情報としてデータ形式の変換処理を行い、車線レベル道路交通情報の周期に併せて、**JSON形式のデータをHTTP通信により1分周期で受け付けたリクエストに対して配信**するものとした（データ形式は次頁参照）。
- 収集する降雨情報は全国分のデータであり配信情報量が膨大になることから、**配信情報量の削減のため、実証実験エリアに該当する領域を抽出**して変換処理を実施するものとした。



配信対象の領域とデータ記述順



出典：地理院タイル（淡色地図）を加工して作成

2.6.1 技術検討

(2) 降雨情報の配信技術の検討

■ 情報配信の仕様概要

- 情報源からは、降雨情報として降雨強度と5分間積算降水量を収集するが、**瞬間的な降雨の強さのほう**が**自動運転の制御により有効**と想定されることから、**降雨強度を降雨情報として配信**するものとした。
- 車両は常に移動しており実況解析値だけでは過去の情報となる可能性があるため、降雨情報は、**実況解析値だけでなく予測値（5分ごと30分後まで）**も併せて**配信**するものとした。

JASPAR仕様の環境情報に沿ったJSON形式（コンテンツ：environment）

```
“container”:[
  {“basic”:{
    “time”:{“start”:"2020-10-01T13:30:00.000",“expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"},
    “section”:{“beginningPoint”:{“latitude”:36.1234567,“longitude”:139.1234567,“accuracy”:"3"}}
    “contents”:[
      “environment”:{“sequence”:"1",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],“accuracy”:"3"},
      “environment”:{“sequence”:"2",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],“accuracy”:"3"}
    ]
  },
  {“basic”:{
    “time”:{“start”:"2020-10-01T13:30:00.000",“expire”:"2020-10-01T13:35:00.000"},
    “section”:{“beginningPoint”:{“latitude”:36.5671234,“longitude”:139.5671234,“accuracy”:"3"}}
    “contents”:[
      “environment”:{“sequence”:"1",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],“accuracy”:"3"},
      “environment”:{“sequence”:"2",“rain”:[“20.00”,“25.00”,“25.00”,“30.00”,“35.00”,“35.00”,“40.00”],“accuracy”:"3"}
    ]
  }
]
```

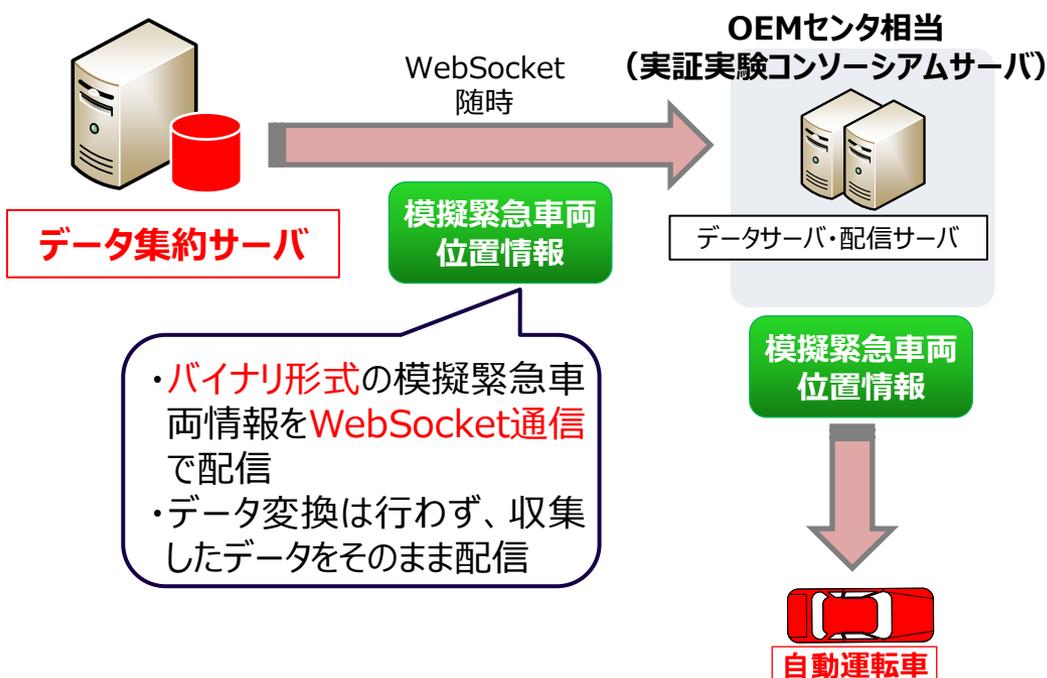
降雨強度の実況解析値および予測値を配列で配信

2.6.1 技術検討

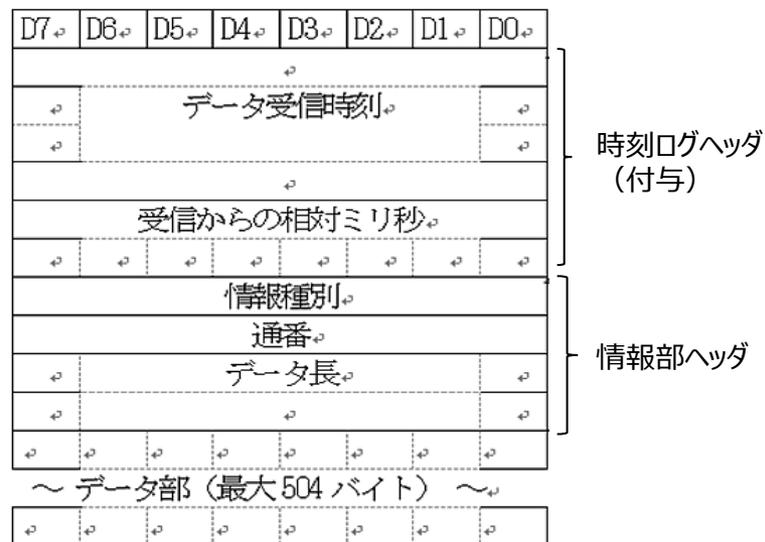
(3) 模擬緊急車両位置情報の配信技術の検討

■ 情報配信の仕様概要

- 模擬緊急車両位置情報は、情報の特性として緊急性や変動性が高く、即時性が最優先と考えられたため、データ形式の変換等の処理を行わず、収集したバイナリ形式データをそのまま配信するものとした。
- 情報の収集が随時（不定期）のため、随時配信可能で通信プロトコル手順が簡便なWebSocket通信により情報を配信するものとした。
- 実証実験において配信遅延を計測可能なよう、収集した情報にデータ集約サーバで受信処理を行った時刻（時刻ログヘッダ）を付与。



模擬緊急車両位置情報のデータ構造

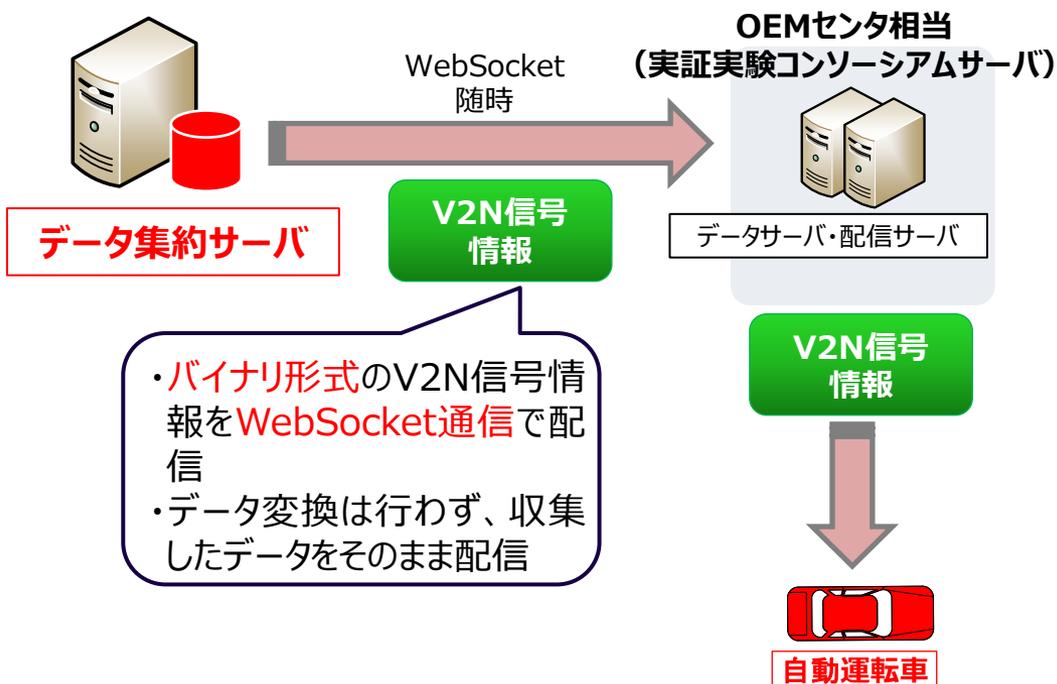


2.6.1 技術検討

(4) V2N信号情報の配信技術の検討

■ 情報配信の仕様概要

- V2N信号情報は、**情報の特性として緊急性や変動性が高く、即時性が最優先**と考えられたため、データ形式の変換等の処理を行わず、**収集したバイナリ形式データをそのまま配信**するものとした。
- 情報の収集が随時（不定期）のため、随時配信可能で**通信プロトコル手順が簡便なWebSocket通信により情報を配信**するものとした。
- 実証実験において配信遅延を計測可能なよう、収集した情報にデータ集約サーバで受信処理を行った時刻（時刻ログヘッダ）を付与するものとした。



V2N信号情報のデータ構造

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	時刻ログヘッダ (付与)
データ受信時刻								
受信からの相対ミリ秒								
情報種別								情報部ヘッダ
通番								
信号予定情報データ長								
交差点管理情報データ長								
⋮								
〜 信号予定情報データ部 (最大 1424 バイト)								
⋮								
〜 交差点管理情報データ部 (最大 86 バイト)								
⋮								

2.6. 各種交通環境情報の配信技術の検討と評価

2.6.2 技術評価

- 2.6.1の検討結果を踏まえ、実証実験用のデータ集約サーバ（変換・配信処理機能）を構築し、前項の技術検討を踏まえたデータ配信方式を用いて、東京臨海部実証実験コンソーシアムが準備する実験用サーバに対して交通環境情報を変換・配信できることを確認した。また、変換・配信した交通環境情報に対して、変換処理時間、配信処理時間など実用化に向けた課題分析を行った。

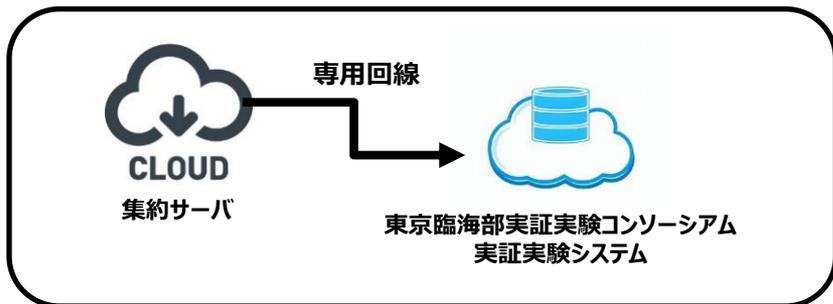
交通環境情報	導通評価検証	検証結果	配信遅延検証結果
車線レベル 道路交通情報	PINGコマンド疎通試験	○	・プローブ収集が情報生成アプリケーションの起動に間に合っているかどうかで異なる。
	配信データ蓄積状況確認試験	○	
	配信データフォーマットチェック	○	
降雨情報	PINGコマンド疎通試験	○	・天候（晴れや雨）による影響はほとんどなし ・約155秒遅れて情報配信が可能
	配信データ蓄積状況確認試験	○	
	配信データフォーマットチェック	○	
模擬緊急車両 位置情報	PINGコマンド疎通試験	○	・伝送時間の誤差最大で10ミリ秒程度
	配信ログ確認（日時、データサイズ）	○	
V2N信号情報	PINGコマンド疎通試験	○	・伝送時間の誤差最大で10ミリ秒程度
	配信ログ確認（日時、データサイズ）	○	

2.6.2 技術評価

(1) 車線レベル道路交通情報の配信技術の評価

■ 情報配信の検証方法

- 車線レベル道路交通情報を配信する集約サーバと東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システム間を専用回線で接続した。



■ 配信遅延検証結果

- 車線別道路交通情報サーバでは、情報生成アプリケーションの起動タイミングを正常1分+10秒としており、情報生成には5秒程度掛かっている。
- 情報生成の時間は、プローブ収集が情報生成アプリケーションの起動に間に合っているかどうかで異なる。

プローブ収集が、

間に合っている	間に合っていない
↓	↓
15秒 遅延	75秒 遅延

■ 導通評価検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

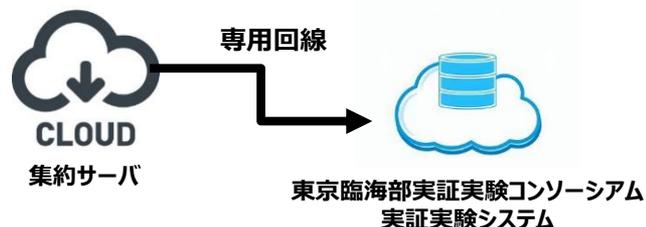
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに1分毎に配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	配信データフォーマットチェック	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションで配信した車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを確認。

2.6.2 技術評価

(2) 降雨情報の配信技術の評価

■ 情報配信の検証方法

- 降雨情報を配信する集約サーバと東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システム間を専用回線で接続した。



■ 配信遅延検証結果

- 降雨情報(高解像度ナウキャスト)情報を解析した。
⇒JSON形式(送信形式)の情報生成処理に平均8秒程度要する。
- 天候(晴れや雨)による情報生成処理時間への影響はほぼないことを確認した。
- 約155秒遅れて情報配信が可能(正常は5分周期)である。

■ 導通評価検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

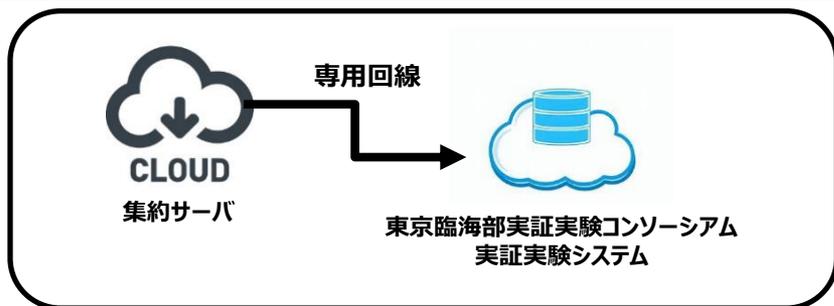
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに1分毎に配信した降雨情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに配信した降雨情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認した。
3	配信データフォーマットチェック	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションで配信した降雨情報を取り込む処理で読み取り異常(フォーマット違反)がないこと。	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを確認した。

2.6.2 技術評価

(3) 模擬緊急車両位置情報の配信技術の評価

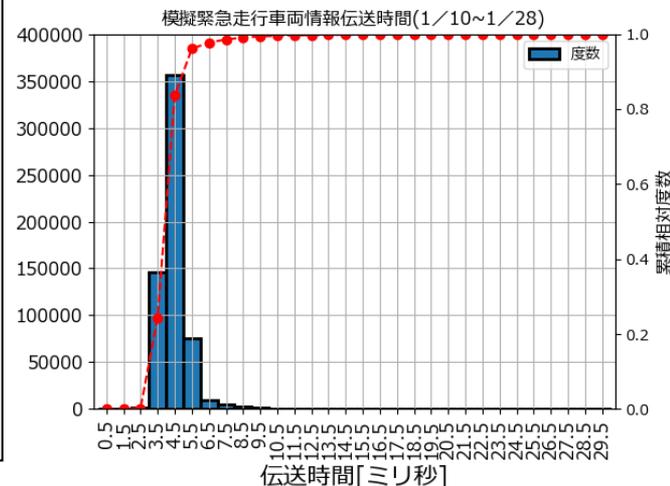
■ 情報配信の検証方法

- 模擬緊急車両位置情報を配信する集約サーバと東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システム間を専用回線で接続した。



■ 配信遅延検証結果

- 伝送時間の誤差最大で10ミリ秒程度。
- 伝送バイトが少ないため、配信遅延への影響は小さいことを確認した。



■ 導通評価検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

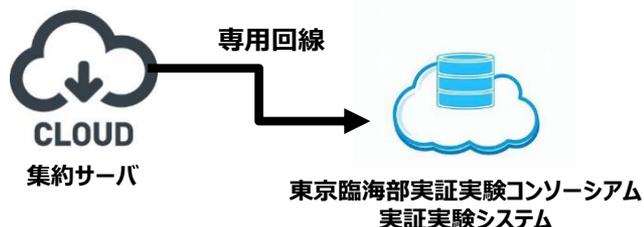
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	集約サーバアプリケーションの情報配信ログに記録されている日時・データサイズと収集した模擬緊急車両位置情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認した。

2.6.2 技術評価

(4) V2N信号情報の配信技術の評価

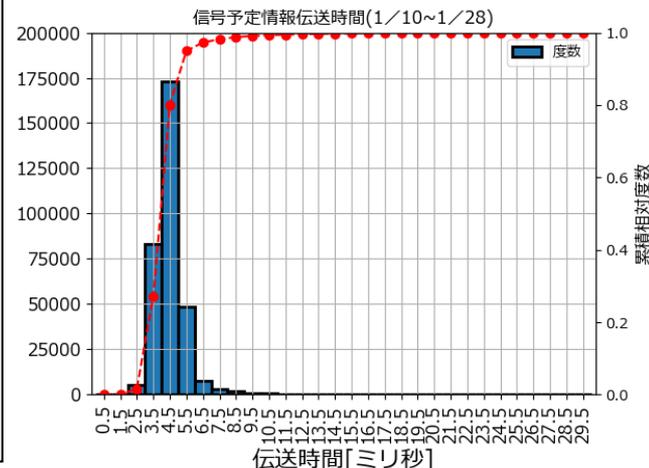
■ 情報配信の検証方法

- V2N信号情報を配信する集約サーバと東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システム間を専用回線で接続した。



■ 配信遅延検証結果

- 伝送時間の誤差最大で10ミリ秒程度。
- 伝送バイトが少ないため、配信遅延への影響は小さいことを確認した。



■ 導通評価検証結果

- 各検証項目において、評価基準を満たす結果となった。

項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がmsオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信したV2N信号情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	集約サーバアプリケーションの情報配信ログに記録されている日時・データサイズと収集したV2N信号情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認。

3. 実証実験

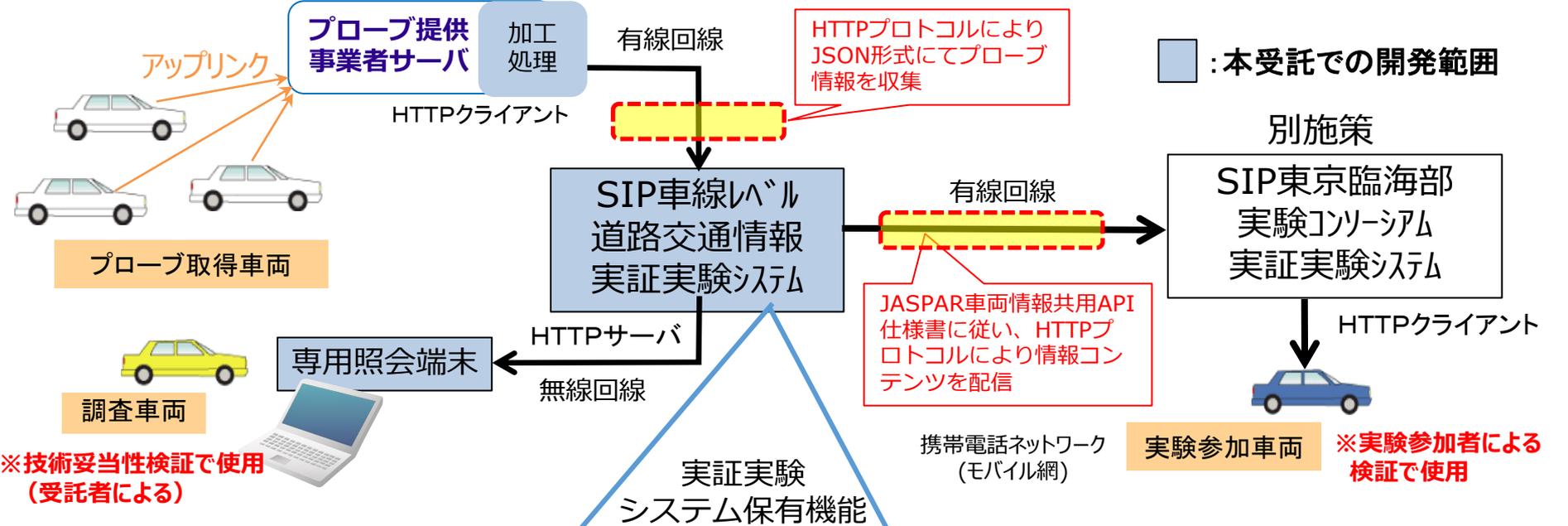
3.1. 実証実験実施方針

- 2の各要素の技術検討並びに評価を実証するために実証実験を行った。
- 実証実験に当たっては、一般財団法人日本デジタル道路地図協会（以下「DRM協会」という）及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンター（以下「VICSCenter」という）のリンク地図を車線別に表現した位置参照方式（高度化DRM）の定義並びにSIP第2期「高精度3次元地図における位置参照点（CRP）のあり方に関する調査検討」で検討されているCRP設定仕様に基づいた位置参照方式の定義を踏まえた2種類のノードリンク地図を実証実験箇所（首都高速道路湾岸線（台場～羽田中央）並びに首都高速道路羽田線（汐留～羽田西））について作成し、実証実験に用いた。
- 2020年度においては、プローブ提供事業者よりオンライン接続によるリアルタイムプローブ情報を調達し、東京臨海部実証実験コンソーシアムと協力して、上記区間において実験参加車両に車線別情報を配信する実証実験を実施した。なお、実証実験箇所について2種類のノードリンク地図を作成し、うちDRM協会及び一般財団法人道路交通情報通信システムセンターのリンク地図を車線別に表現した位置参照方式（高度化DRM）の定義を踏まえたノードリンク地図を実証実験に用いた。また、車線別情報の有効性を検証するため実験参加者に対するアンケート調査を実施した。
- 2021年度においては、データ集約サーバを新規に構築して情報提供元との接続を行い、各種交通環境情報をデータ集約サーバに蓄積し、所定の通信仕様に変換した上で、別事業①のデータサーバへの配信を行った。このうち、車線別情報については、オンライン接続するプローブ提供事業者を1社から2社に増やすと共に、ウインカー情報を活用することで分岐部以外でも車線別情報を提供した。
- 2022年度においては、前年度に構築した実証実験環境を維持し、各種交通環境情報をデータ集約サーバに蓄積し、別事業①のデータサーバへの配信を行った。このうち、車線別情報については、オンライン接続するプローブ提供事業者を2社から4社に増やすと共に、実験⇒技術評価⇒検討・改良⇒実験といったPDCAサイクルを回すことを目的に、春期（4～5月実施）と秋期（9～10月頃）の2回に分けて実証実験を実施した。

3.1. 実証実験実施方針

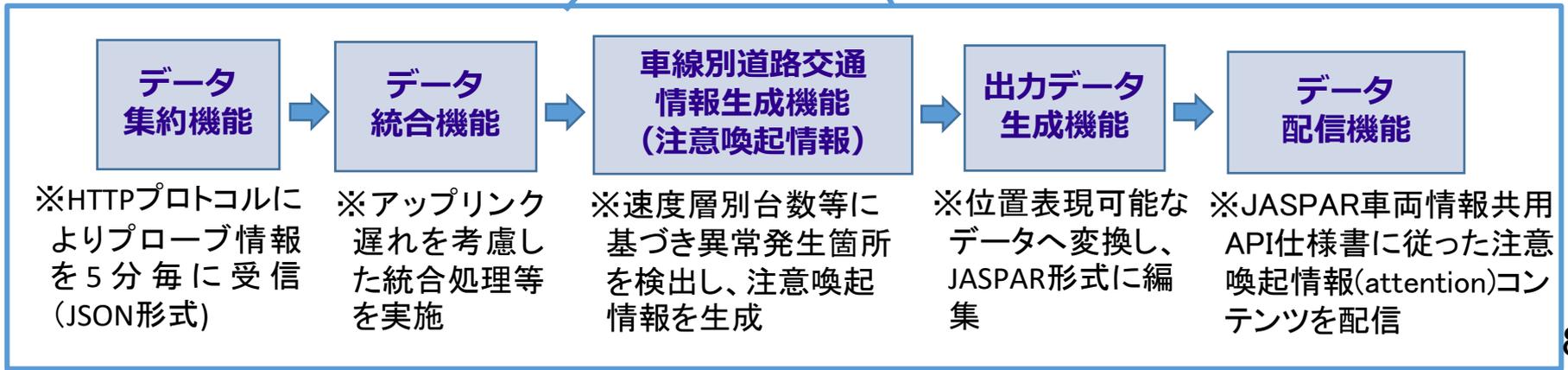
実証実験システムの構成

- HTTPプロトコルによりJSON形式にてプローブ情報を収集し、実証実験システムサーバにおいて車線レベル道路交通情報を生成した。
- JASPAR車両情報共用API仕様書に従い、HTTPプロトコルにより情報コンテンツを配信した。



※技術妥当性検証で使用
(受託者による)

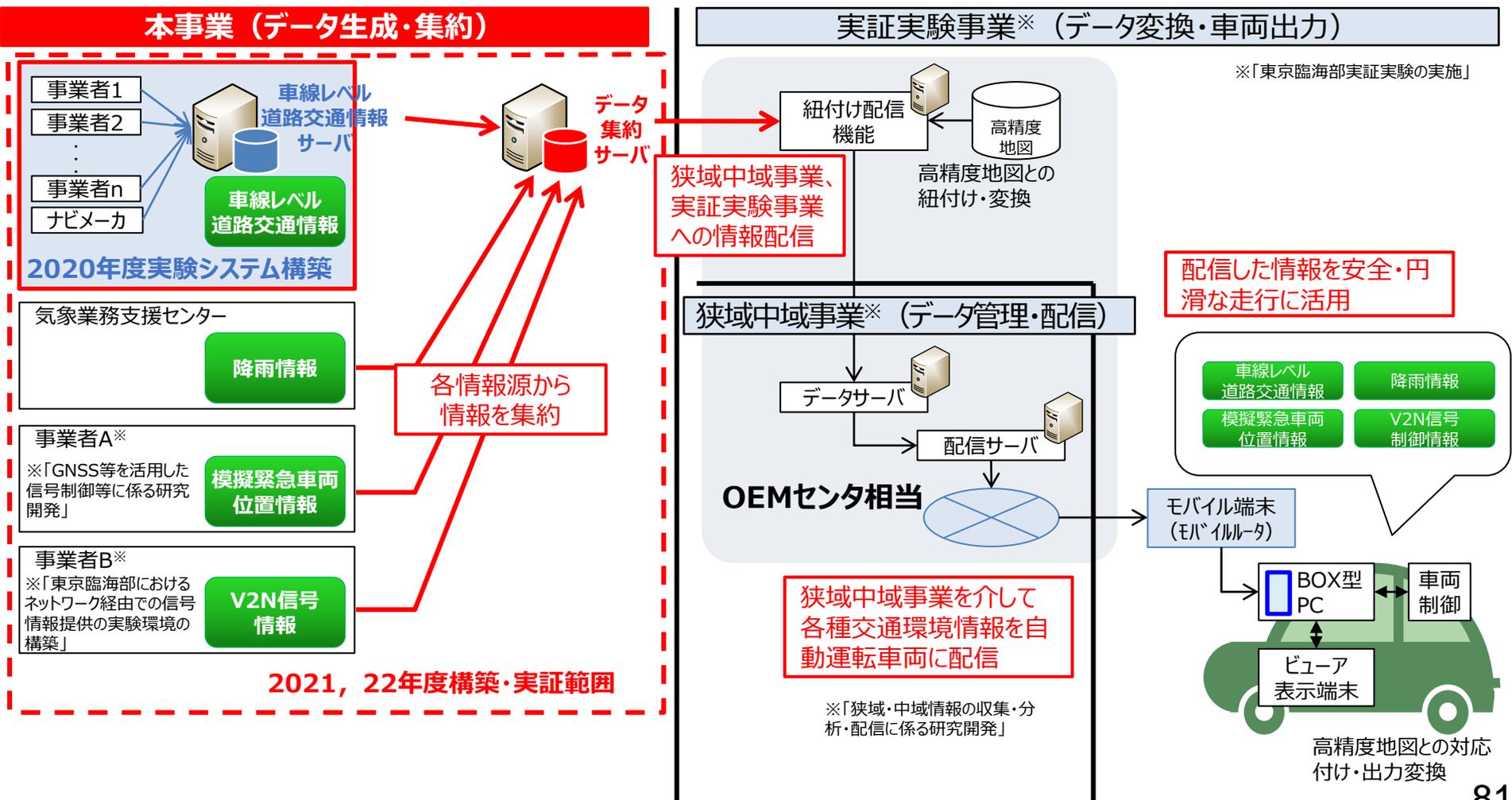
※実験参加者による
検証で使用



3.1. 実証実験実施方針

実証実験システムの構成

- 自動運転車両の適切な判断や制御に活用しうる**各種交通環境情報**を、2020年度より実証実験システムを構築している**車線レベル道路交通情報**と併せて一元的に集約し、**車両側（OEMセンタ相当）**に提供する**実験環境**を構築し、**実証実験**を行った。



3.1. 実証実験実施方針

■ 実証実験での情報生成対象区間と主要検証フィールド

- 情報生成の実証実験は、**首都高速羽田線**、**高速湾岸線**の下図区間を対象とした。
- 対象ユースケースの主たる検証フィールドは以下のとおりである。
 - **A-1：渋滞末尾（分岐支援）**：恒常的に車線別渋滞が発生する**浜崎橋JCT分流部**
 - **A-2：渋滞末尾（通過支援）**：恒常的に車線別渋滞が発生する**東海JCT合流部**
 - **B：事故等**：実験区間内で発生したもののうちデータ取得できたものを**適宜**対象

実証実験での情報生成対象区間とユースケース毎の主要検証フィールド



凡例	
	首都高速道路
	本線合流箇所
	本線分流箇所
	IC合流部
	IC分流部
	PA

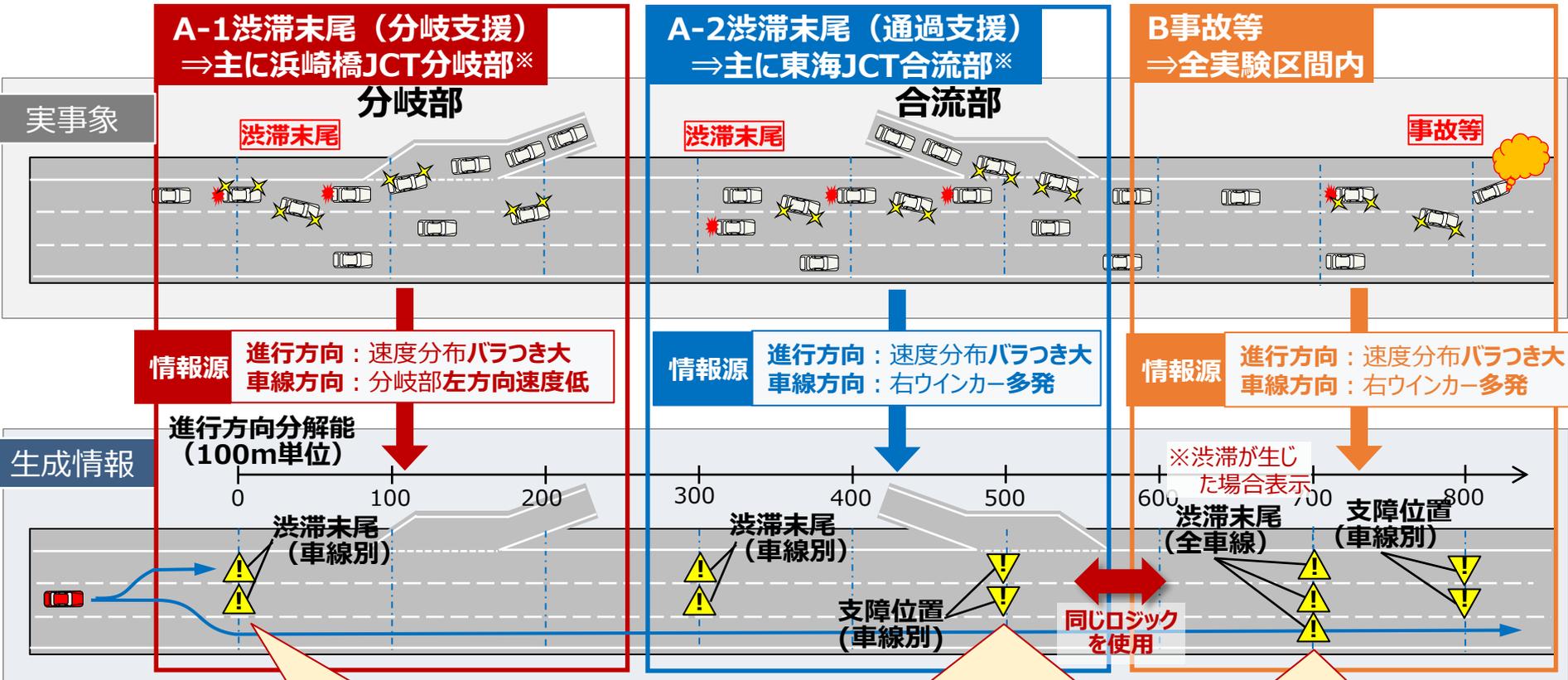
出典：NTTインフラネット地図を加工して作成

出典：首都高速道路 CCTV映像に加筆

3.1. 実証実験実施方針

■対象ユースケースにおける情報生成の概要

- 渋滞末尾と支障位置の注意喚起情報（進行方向100m単位）を5分間周期で生成するものとした。
- 車線別渋滞の判定の場合、3車線以上の区間では支障車線の車線番号までは特定できないため、左右の支障方向側から最遠の車線以外の全ての車線に注意喚起情報を表示するものとした。



※図の道路構造は実際の浜崎橋JCT分岐部や東海JCT合流部とは異なる

左側車線渋滞の場合は、最右車線以外全てに渋滞末尾を表示

・合流部渋滞の先頭では、ウinker多発を検出した場合、ウinker方向の反対側車線に支障位置を表示
 ・ただし、ウinker多発が検出されない場合は支障位置は表示しない（単路部等での自然渋滞の先頭部も同様）

車線方向判定の情報量が十分でなく、左右の判定ができない場合は、全車線に渋滞末尾を表示

3.1. 実証実験実施方針

浜崎橋JCTでの車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ

- 羽田線第1車線で車線別渋滞発生時、**第2車線は密な交通状態**で流れており、銀座方面に直進する場合、**直ぐの車線変更は困難**である。
- 事前に走行車線前方の情報が分かれば、**余裕を持って車線変更**できる。

芝浦JCT合流部付近での車線別渋滞

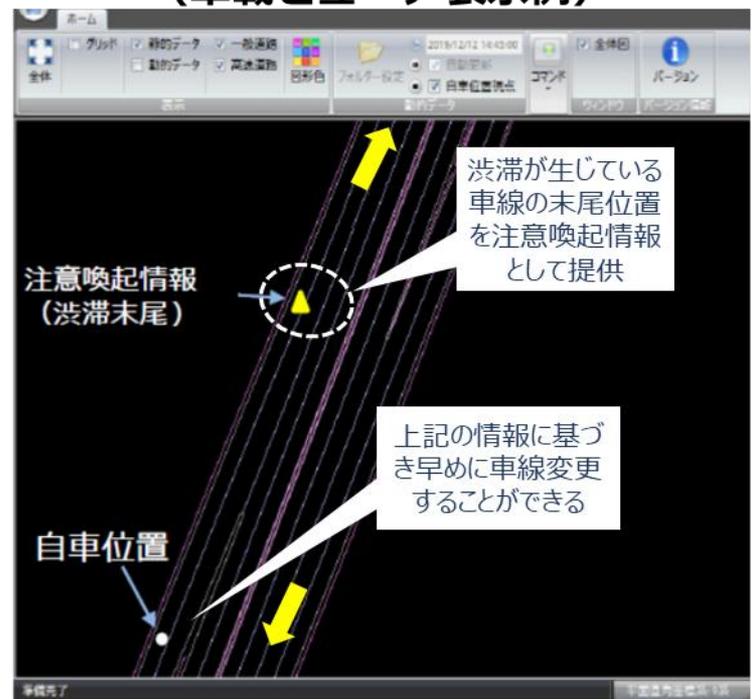


走行映像 出典：首都高速道路CCTV映像に加筆



出典：受託者撮影映像に加筆

高精度3D地図への車線レベル道路交通情報の表示イメージ (車載ビューア表示例)



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

3.1. 実証実験実施方針

東海JCTでの車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ

車線別渋滞（特定車線）の場合の注意喚起情報の表示イメージ

- 羽田線からの合流車両による織り込み機会が増えると、湾岸線の第1車線を走行する車両の走行が妨げられ、合流部を先頭に車列を形成し始める。
- 湾岸線の第1車線が車線別渋滞となるが、交通量が多いと第2車線も渋滞となる。

湾岸線東行き走行映像



高速湾岸線（東）空港中央IC～東海JCT間の交通状況
(2020年8月平日, 10:39頃) 出典：受託者撮影映像に加工

配信情報ビューアの表示例（イメージ）



※断面渋滞（全車線）の場合、注意喚起情報は3車線全てにおいて表示される。

出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

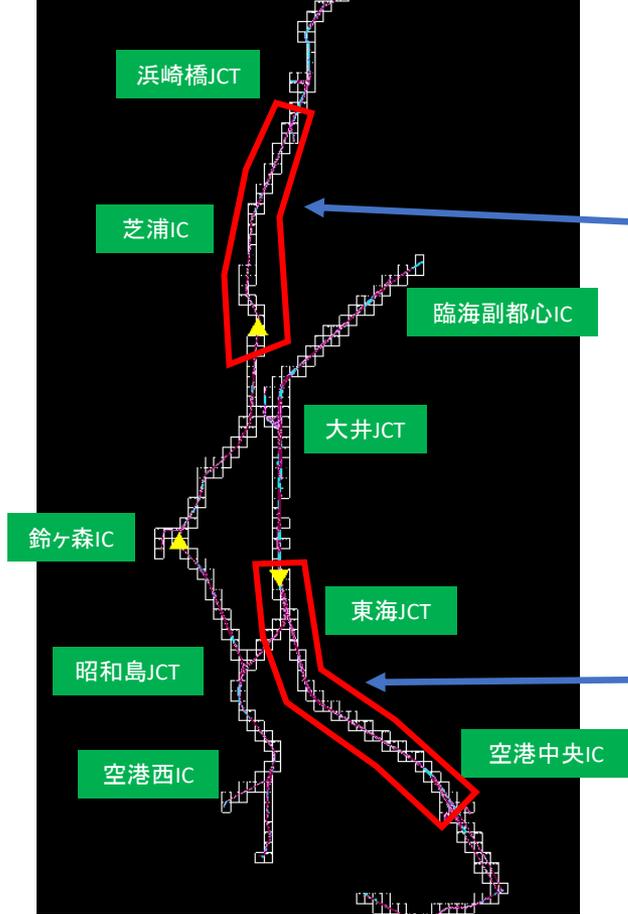
3.2. 実証実験の実施概要

実証実験間中の注意喚起情報の配信状況

・2021/12/20（月） 10:00のビューア表示をみると、羽田線上り：浜崎橋JCT～芝浦IC周辺において注意喚起情報（渋滞末尾位置）、湾岸線東行き：東海JCTにおいて注意喚起情報（支障推定位置）が表示されており、当日の交通状況と概ね対応している。

2021/12/20(月) 10:00

配信情報ビューア表示



JARTIC渋滞情報



出典：実証実験コンソーシアムで準備した高精度3次元地図データを、同コンソーシアムで準備したビューアソフトウェアで表示

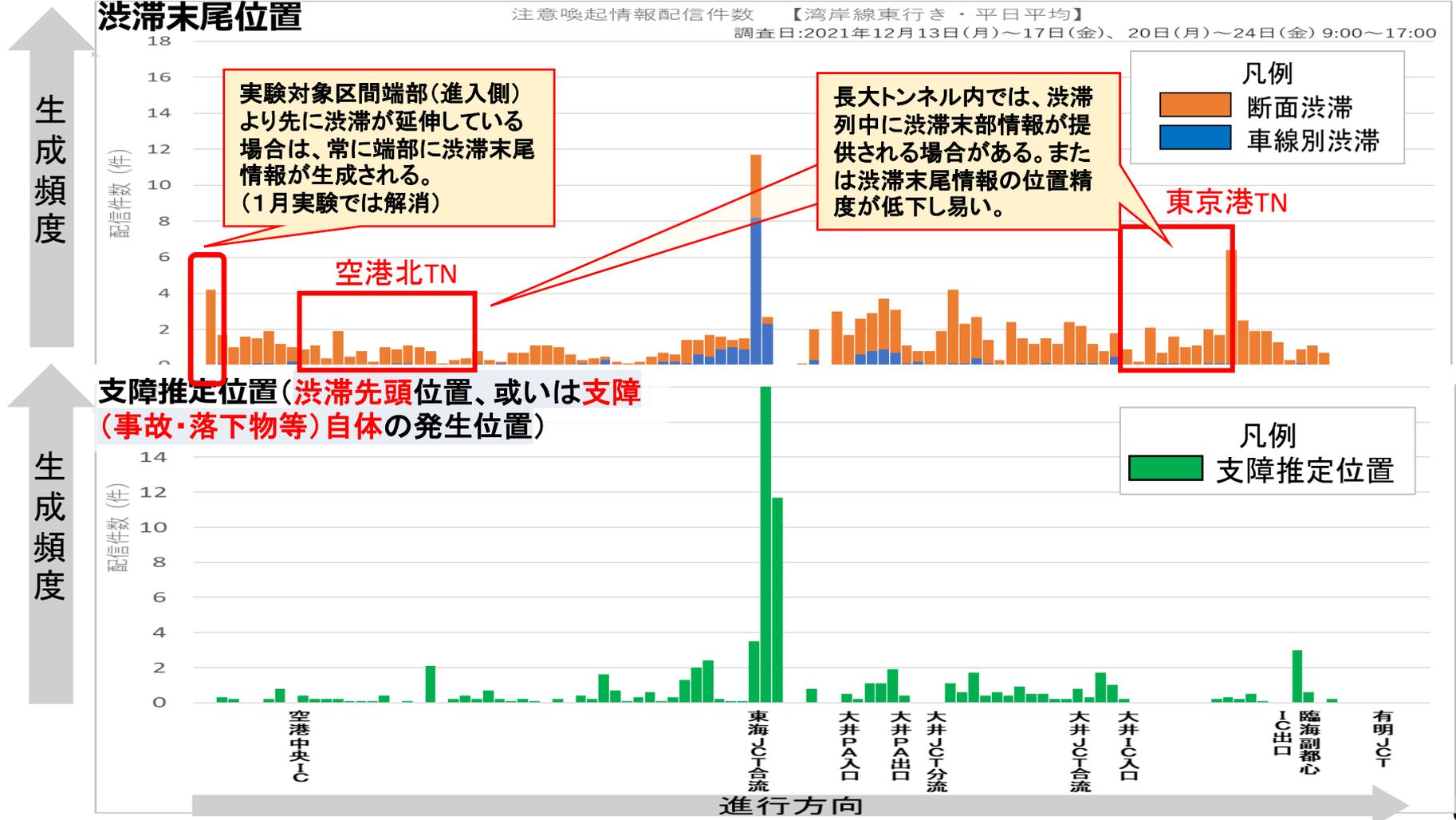
出典：JARTICホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>) 画像に加筆

3.2. 実証実験の実施概要

実証実験期間中の注意喚起情報（内容別）の配信頻度

・2021年度期間中の湾岸線（東行き）における注意喚起情報の生成地点をみると、特に**東海JCT周辺**の生成頻度が高い。なお、**車線別渋滞情報**は、**東海JCT周辺、大井PA出入口周辺**において生成されている。

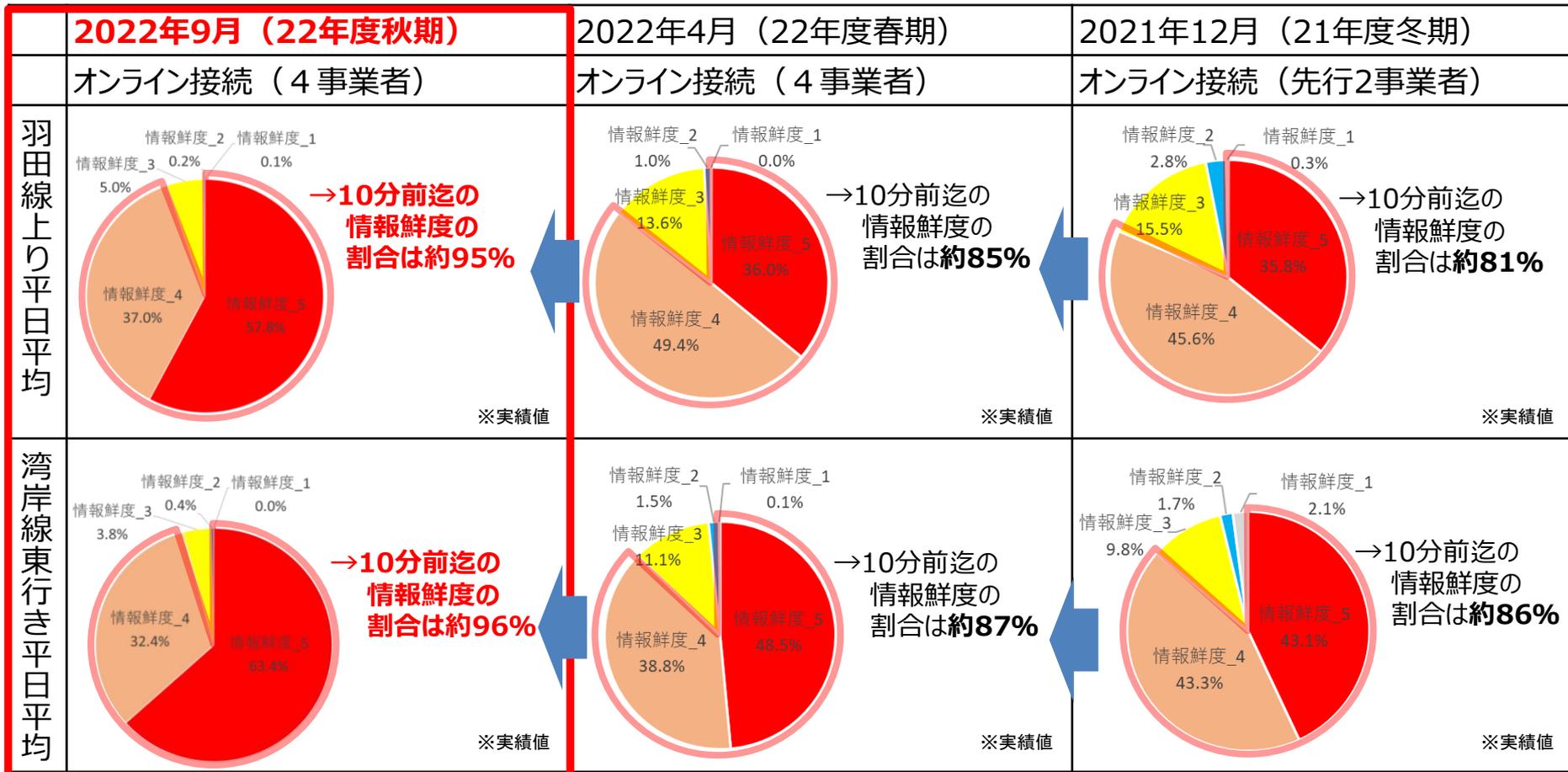
注意喚起情報配信件数【湾岸線東行き・平日平均】



3.2. 実証実験の実施概要

実証実験期間中の注意喚起情報鮮度の状況

・注意喚起情報配信件数の**情報鮮度**別内訳をみると、鮮度の高い直近5分（階層1）、10分（階層1+2）の**データ数の増加**に従い、配信情報の**鮮度も向上**した。



※調査日
 2021年12月13日(月)～17日(金),12月20日(月)～24日(金)9:00～17:00
 2022年4月18日(月)～22日(金),25日(月)～28日(木) 9:00～17:00
 2022年9月15日(木)～30日(金) 9:00～17:00 ※27日(火) 除く
 ※情報生成時点（1分刻み）の情報鮮度を集計

情報鮮度5	直近5分間のデータ（階層1）を使用
情報鮮度4	直近10分間のデータ（階層1+階層2）を使用
情報鮮度3	直近15分間のデータ（階層1～3）を使用

3.3. 実験参加者による有効性評価

アンケート内容と結果の概要

アンケートA票(走行毎に回答)

- 走行日時・区間
- 配信情報と実事象との合致度

車線を特定した渋滞末尾位置情報
⇒合っていた+概ね合っていた=44%

アンケートB票(全走行を踏まえ回答)

●自動運転車両(レベル3以上)の
パスプランニングに資する情報
として質問

●ドライバー(自動運転レベル2以下)の
パスプランニングに資する情報として質問

①有効+どちらかと言えば有効
=54%(よく分からない27%)

①情報の有効性

比較

⑧情報の有効性

②どのくらい手前で情報が必要か?
⇒200m~2km
③必要な情報の位置精度(進行方向)
⇒100~300m
④必要な情報の更新周期
⇒1~2分

サービス要件
(都市内/都市間
高速道路別)
②タイミング
③位置精度
④更新周期

比較

サービス要件
⑨タイミング
⑩位置精度
⑪更新周期

⑨どのくらい手前で情報
が必要か?
⇒200m~2km
⑩必要な情報の位置精度
(進行方向)
⇒50~500m
⑪必要な情報の更新周期
⇒1~5分

※何れも都市内高速の場合の回答

必要情報と理由
⑤渋滞末尾
⑥交通事故
⑦車線規制

※何れも都市内高速の場合の回答

⑤⑥⑦渋滞末尾位置⇒必要+どちらか
と言えば必要=82~91%
⑤⑥⑦渋滞区間⇒必要+どちらかと言
えば必要=72~81%
⑤⑥⑦支障箇所そのものの位置⇒必要+
どちらかと言えば必要=63~73%

⑫実用化に向けた改善点

- ・位置精度が高く、更新周期が短いほど、応用先は広がる
- ・時間帯によりあっていないことも多く、更新時間に改善の必要がある。
- ・情報生成時刻、渋滞延長局面か解消局面かの情報が追加されると良い。等

3.3. 実験参加者による有効性評価

アンケート内容と結果の概要

① 配信情報と実事象との合致度 ※参加者ドラレコ映像と配信情報ログを突合し確認

- ・注意喚起情報の位置を通行した機会に対し、実際に渋滞末尾に遭遇した割合は4割弱である。
- ・渋滞末尾に遭遇しなかったケースは、使用したプローブ情報の鮮度が古い傾向を確認した。
- ・許容される遡り階層数は、少なくとも第3階層（直近15分）迄が目安となると考えられる。
⇒今後、オンライン接続可能なプローブ提供事象者の参加が拡大すれば目安は達成可能と見込まれる。

② 配信情報の有効性 ※自動運転車両（レベル3以上）のパスプランニングに資する情報として

- ・車線別情報について、過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば有効」と回答
- ・実道路における実証実験で、配信情報と実事象との合致度が高かった参加者の評価が高い傾向である。
⇒情報精度を高めることで有効性評価も高まることが想定される。
- ・車線を特定しない情報でも過半数の参加者が「有効」「どちらかと言えば」と回答 ⇒早期社会実装の可能性

③ サービス要件 ※都市内高速の場合の回答

- ・必要な情報の更新周期：1～2分 ⇒プローブ提供事象者の制約が解消されれば改善可能性有
- ・どのくらい手前で情報が必要か？：200m～2km ⇒時速60kmを仮定すると更新周期とも整合
- ・必要な情報の位置精度（進行方向）：100～300m
⇒プローブ提供事象者の参加拡大により、誤差300m以内は達成可能と見込まれる

④ その他必要な情報 ※自動運転車両（レベル3以上）のパスプランニングに資する情報として

- ・いずれのユースケースも「渋滞区間」や「支障箇所そのものの位置」のニーズは高い。
⇒今後の開発優先順位として参照

⑤ 実用化に向けた改善点

- ・ドライバーに資する情報としても2/3の参加者が「有効」「どちらかと言えば」と回答 ⇒早期社会実装の可能性
- ・実用化に向けた改善点として位置精度、更新時間の向上に関する要望が挙げられた。
⇒プローブ提供事象者側の制約が解消されれば改善可能性有

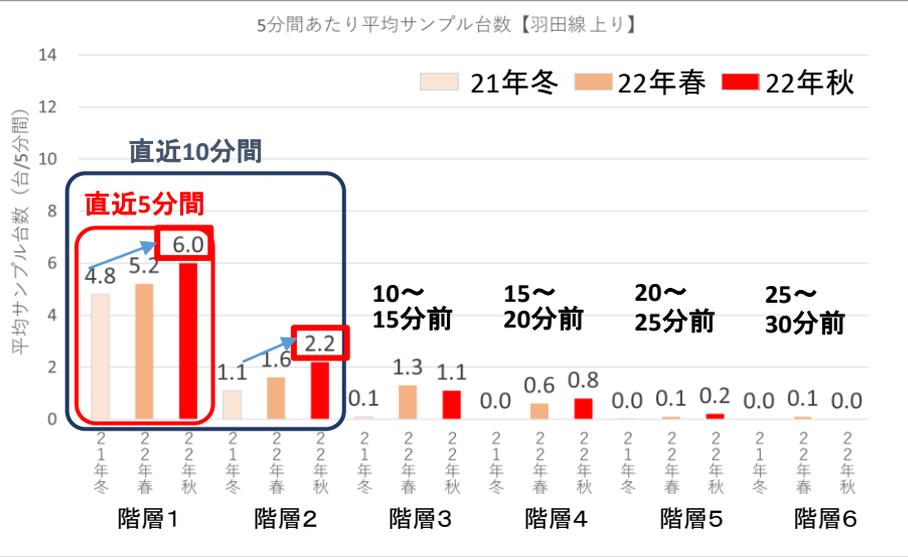
3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実証実験を通じて得られた知見

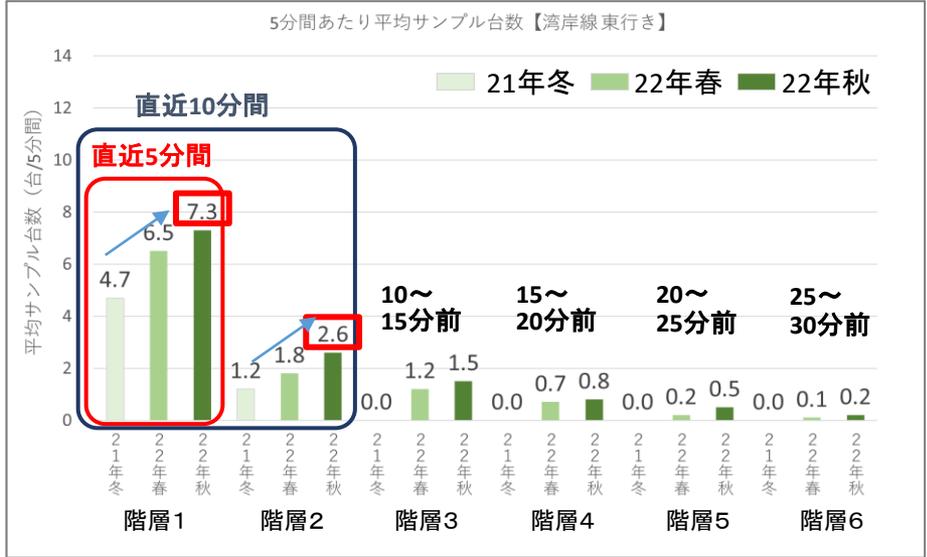
主要評価項目	実証実験を通じて得られた知見
①取得できたプローブ量とリアルタイム性	<ul style="list-style-type: none"> ・直近5分で取得できた平均データ量は、春実験5.2～6.5台→秋6.0～7.3台に増加（1.1倍）した。 ・約60%が直近5分、95%が直近10分までのデータで情報生成できた。 ・ただし、長大トンネル部ではアップリンクが阻害され、直近10分までのデータでの情報生成割合は72%に低下※ <p style="font-size: small;">※湾岸線東京港トンネル秋実験'22/9/29朝タピーク時(7～9,17～19時)の値</p>

■ 5分間あたり平均プローブ台数（21年度冬、22年度春・秋）

羽田線上り



湾岸線東行き



<調査日>

- ・21年冬：2022年1月10日(月)～28日(金) 平日15日間 9時～17時
- ・22年春：2022年4月4日(月)～8日(金) 平日5日間 9時～17時
- ・22年秋：2022年9月15日(木)～30日(金) 平日11日間 9時～17時 ※27日(火)除く

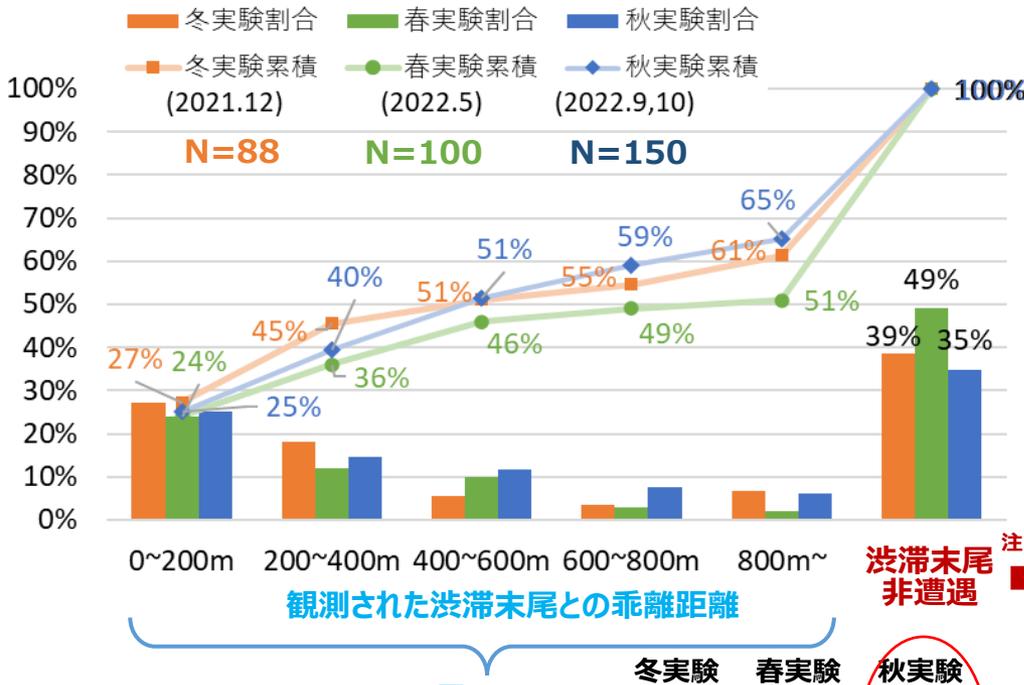
3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実証実験を通じて得られた知見

主要評価項目	実証実験を通じて得られた知見
②進行方向の情報精度	<ul style="list-style-type: none"> ・情報提供時の渋滞末尾遭遇率は65%、うち6割は乖離距離800m以下*に収まっている。 <small>※5分判定では渋滞伸縮により500~1,000mの乖離は生じ得ることから800m以下を目安として設定</small> ・5分判定では交通状態^変の変化に対し相応の誤差が生じる。

■ 提供された渋滞末尾情報と観測された渋滞末尾との乖離距離等

＜湾岸線、羽田線計＞



注1) **渋滞末尾非遭遇**：渋滞末尾情報は表示されたが、試験車両は渋滞に遭遇しなかった等、対応する渋滞末尾が観測されなかった場合

注2) **渋滞末尾遭遇率**：渋滞末尾情報が生成されたうち、渋滞末尾が観測された割合

注1) **実験を通じて約35%を達成**
※春実験時は交通量が少なく軽微な渋滞の頻発により誤差が増大したものと考察（改良により秋実験では改善）

【情報生成時の渋滞末尾遭遇率^{注2)}】61%⇒51%⇒65% **→ 実験を通じて約65%を達成**

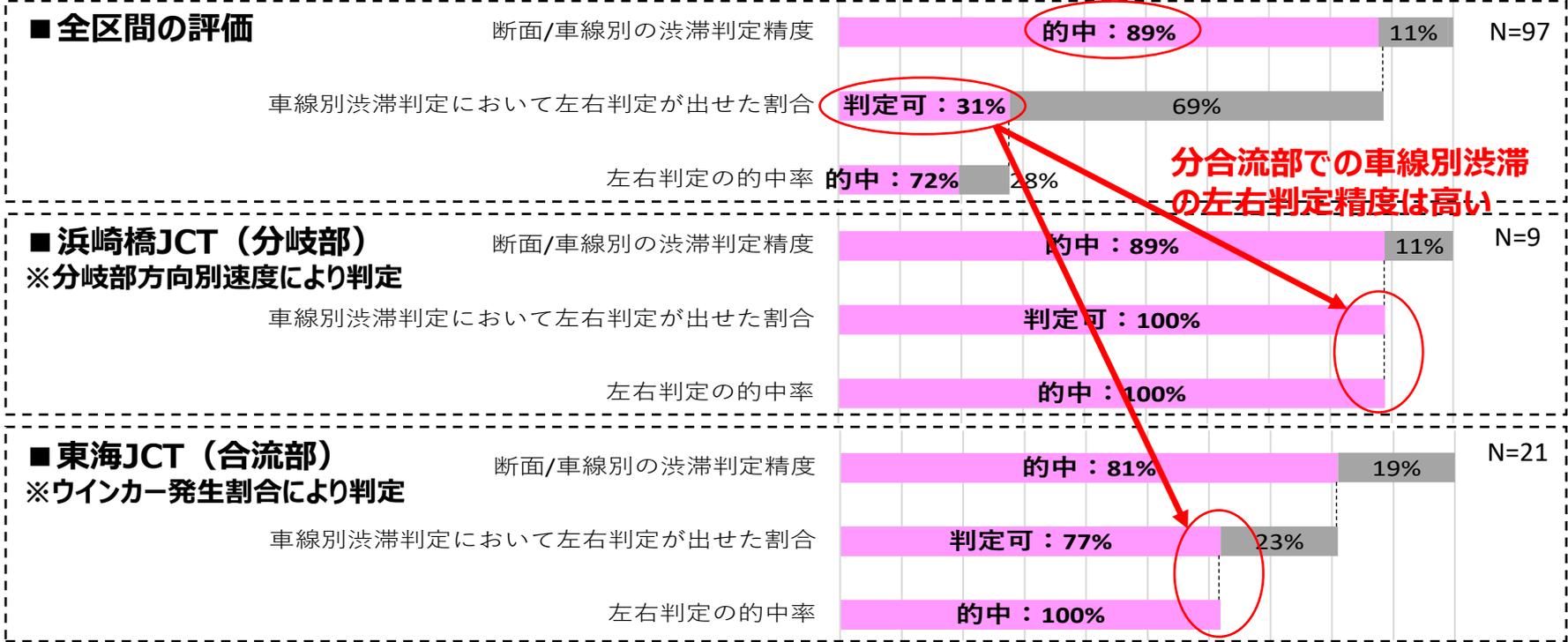
【乖離距離800m以内の割合】55%⇒49%⇒59% **→ 実験を通じて約60%を達成**

3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実証実験を通じて得られた知見

主要評価項目		実証実験を通じて得られた知見
③車線方向の情報精度	全実験区間	・ <u>渋滞の断面/車線別の判定は9割が正しく行われたが、うちウインカー発生等が検出され左右の判定ができたケースは3割であった。</u> ウインカーが検出されないケースが多い。
	分合流部	・ただし、車線別渋滞が頻発する <u>主要検証フィールド（浜崎橋JCT、東海JCT）</u> のみで見ると、 <u>左右の判定ができた割合は77～100%と高く、その的中率は100%。</u>

特定部位における車線方向の情報精度の全区間評価結果との比較



注) 全区間の評価：調査車両によって観測された渋滞状況と、提供された渋滞末尾情報の違いを判定
 分合流部の評価：CCTV映像で渋滞状況が把握できる5/19,5/31について、提供された渋滞末尾情報とCCTV映像から判読した渋滞状況の違いを判定（見かけ時間で評価）

3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実証実験を通じて得られた知見

主要評価項目	実証実験を通じて得られた知見
④一定の判定精度を得るための必要データ数	・交通挙動が複雑な 合流部 で 5分あたり15台以上 、 単路部 で 10台以上 のデータ数があると、 渋滞判定が的中する傾向にある 。

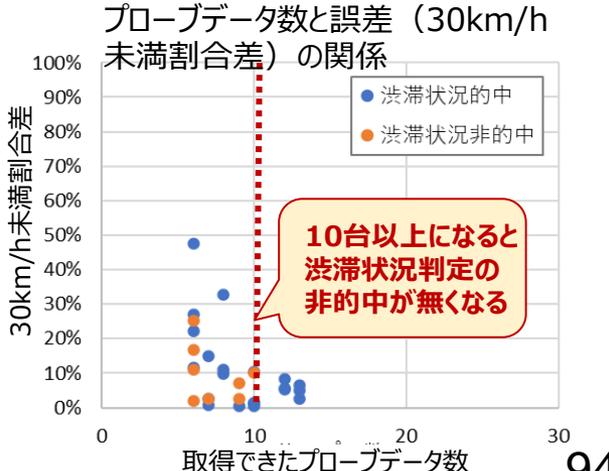
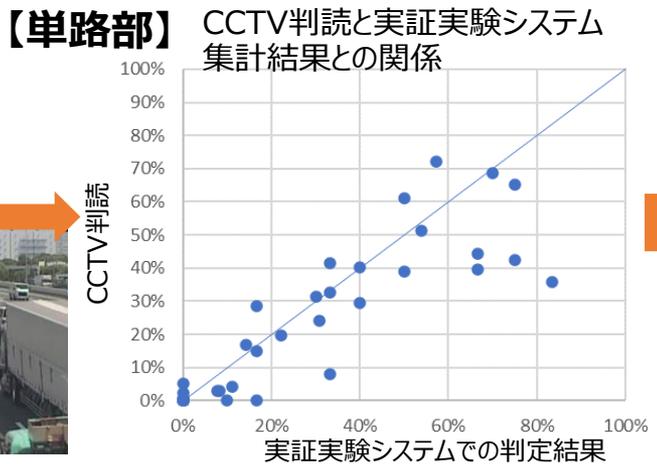
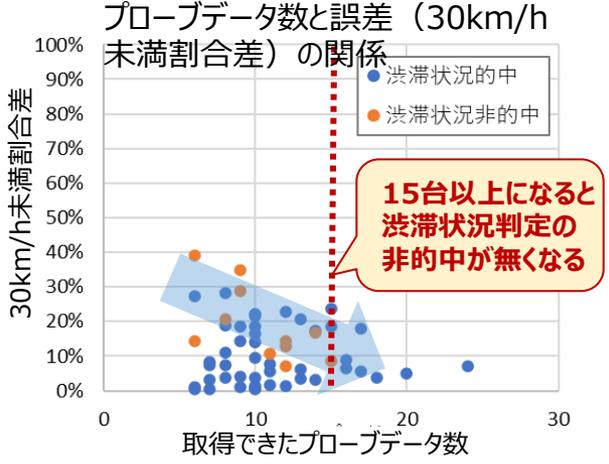
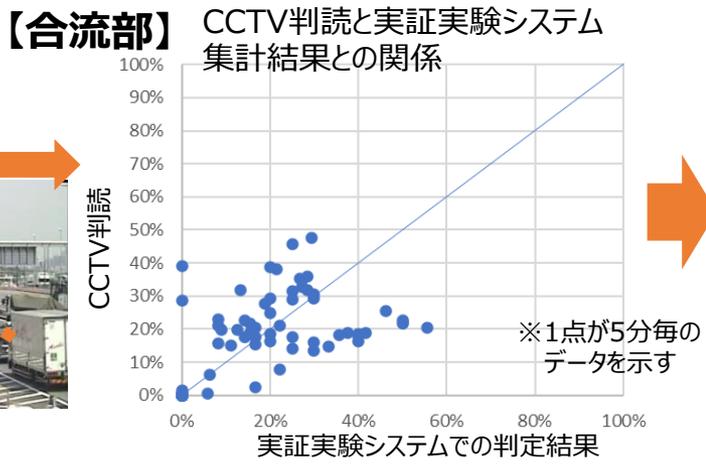
■ 車線別渋滞判定指標(30km/h未満車両割合)のプローブとCCTVから判読した結果の比較 (実時間)

湾岸線東行き (東海JCT)
 注)2022年5月19日 (木) 7:30~10:00、
 5月31日 (火) 10:30~13:00を観測



出典：NTTインフラネット地図を加工して作成

出典：首都高速道路CCTV映像に加筆



3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実証実験を通じて得られた知見

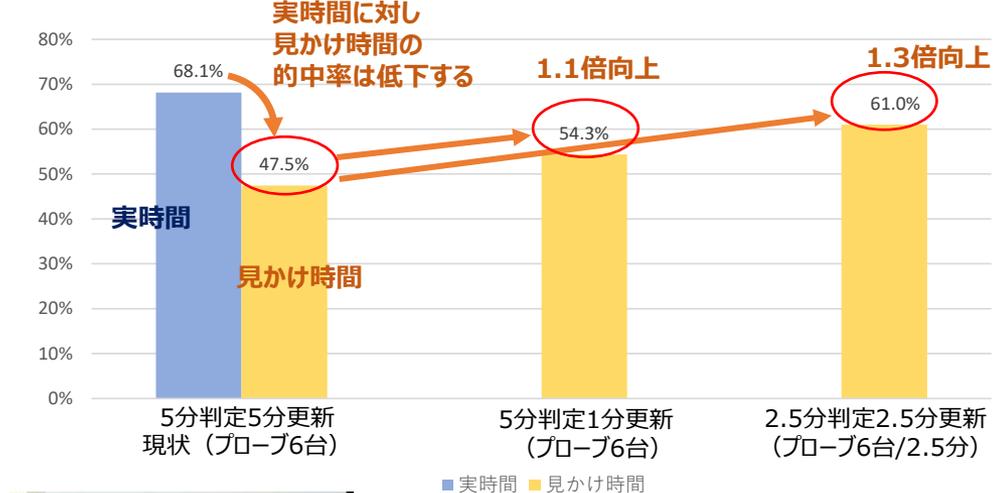
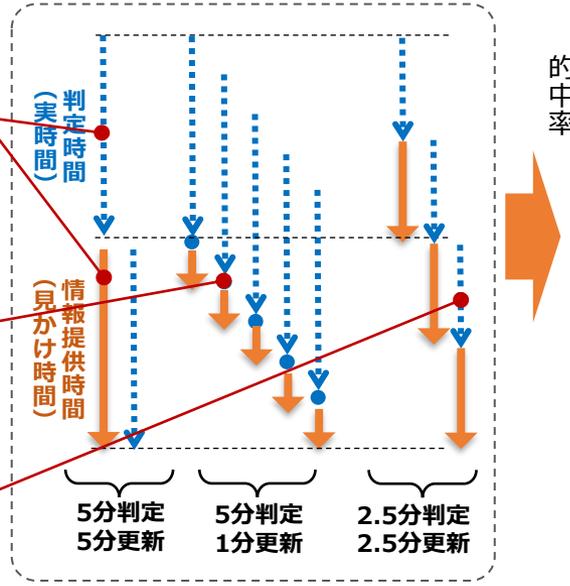
主要評価項目	実証実験を通じて得られた知見
⑤ 判定時間※1や情報更新間隔の短縮効果の分析	<ul style="list-style-type: none"> ・提供情報の的中率を上げるには判定時間や情報更新間隔を短縮することが有効である。 ・提供情報の的中率が低下する交通状態変化時において、現状5分判定のままだでも情報更新間隔を1分に短縮することで生成情報の的中率は約1.1倍向上する。 ・プローブデータ増を必要としない情報更新間隔の短縮を優先して行うことが有効である。

事象判定時間※1と情報更新間隔を短縮した場合の事象的中率向上の試算 (合流部における交通状況変化時のみでの試算)

前の5分間（実時間）での判定が合っても情報提供時間（見かけ時間）に交通状態が変化していれば提供情報は的中しない。

1分更新すれば判定時間が5分であっても情報が随時更新されるため、的中率は向上

判定時間を短縮すれば、的中率は上がるが、相応のプローブデータ増が必要



■ 利用データ：東海JCT（合流部）CCTV映像から計測（2022年5月19日(木)7:40～8:15 ※交通状況変化時間帯）

■ 方法：全車両の速度計測データからランダムに一部サンプルを取得して渋滞状況判定をした場合の全サンプルとの誤差を検証（100回平均値）

判定時間※1と情報更新間隔の関係

※1 この判定時間にはプローブデータを収集・蓄積する時間が含まれている。なお、実際の判定自体に要する時間は数秒である。

3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実証実験を通じて得られた知見

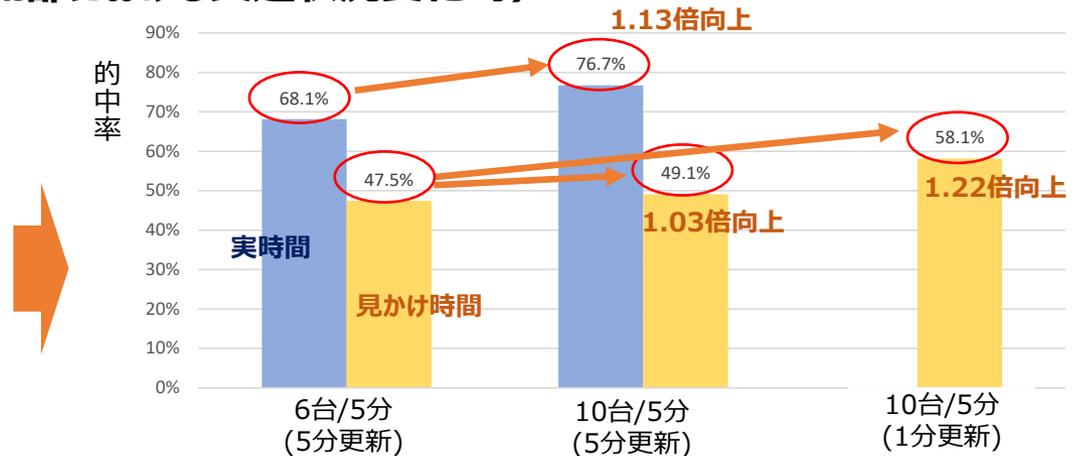
主要評価項目	実証実験を通じて得られた知見
⑥ 将来データ数が増加した場合の精度向上効果の分析	<ul style="list-style-type: none"> コネクティッドカーの普及台数は、'25年で現在の1.24倍、'30年で1.59倍との予測 現状のプローブ取得台数を踏まえると、'30年には5分あたり平均10台程度取得できる可能性がある。 その場合、合流部での生成情報の実時間の中率は交通状況変化時で1.13倍向上（的中率77%）、見かけ時間の中率は交通状況変化時で1.03倍向上（的中率49%）と試算される。

プローブデータ数が増大した場合の事象的中率向上の試算（合流部における交通状況変化時）

コネクティッドカー普及台数予測に基づく情報的中率試算ケースの設定

	2022年 (現況)	2025年	2030年	2035年
コネクティッドカー普及台数の増加率※	1.00	1.24倍	1.59倍	1.82倍
5分あたりプローブ取得台数予測値	6.0~7.3台	7.4~9.1台	9.2~11.2台	11.4~13.9台
試算ケース値	6台	10台	15台	

※富士経済「コネクティッドカー・V2X・自動運転関連市場の将来展望2020」コネクティッドカー普及台数予測値より算定



出典：首都高速道路CCTV映像

■ 利用データ：東海JCT（合流部）CCTV映像から計測（2022年5月19日(木)7:40~8:15 ※交通状況変化時間帯）

■ 方法：全車両の速度計測データからランダムに一部サンプルを取得して渋滞状況判定をした場合の全サンプルとの誤差を検証（100回平均値）

3.4. 実証実験評価のとりまとめ

■ 実用化に向けた考察

- a. 本情報生成手法により、車道レベルのプローブから車線レベルの交通情報を生成することが一定の道路交通条件下で可能であることが確認できた。
- b. 特に、恒常的に車線別渋滞が発生する分岐部（出口含む）や合流部は交通量（取得できるプローブ）も多いことから、車線レベル渋滞情報提供の早期実用化の可能性は高い。
- c. その他区間（単路部等）においても、全車線（断面）渋滞としての渋滞末尾情報等の提供であれば、既存サービスより細かい粒度で進行方向の渋滞情報の提供できる可能性を確認した。
- d. ただし、様々な交通環境および、交通流状況において高い精度で情報生成するには、現状のプローブデータ量では十分ではないが、今後のコネクテッドカーの普及に伴う収集プローブデータの増加に伴う改善が期待できる。
- e. 精度向上を図るには、情報更新間隔の短縮他、データ処理配信方法のさらなる改善案がある一方、通信コストの増加も含め、費用対効果も含めた事業面での検討も必要である。
- f. また、高精度3D地図の普及等に伴い、今後利用が可能になると想定される車線単位のプローブ情報の活用による、更なる精度向上も期待される。

3. 4. 実証実験評価のとりまとめ

本情報生成手法の道路交通条件別の適用性

- **交通量が多く恒常的に車線別渋滞が発生する分岐部（出口含む）や合流部**では、車線レベル情報提供の**早期実現性は高い**。単路部でも、**進行方向は従来より細かい粒度で全車線渋滞として渋滞末尾情報の提供は可能**
- 長大トンネル、側道等近接、織込み区間では、情報精度が低下する場合がある。

車線別渋滞判定における本手法の現プローブ取得状況における主たる道路交通条件毎の適用性

		①分岐部 (出口含む)	②合流部	③単路部	④織込み 区間	⑤側道等 近接	⑥長大 トンネル部	⑦車線閉塞によ る車線別渋滞	⑧分岐部 (両側)
道路交通形態と 情報生成例									
実証実験での 検証箇所		羽田線上り浜崎橋 JCT分岐部	湾岸線東行き東海 JCT合流部	実験対象区間全 線	湾岸線大井PA ～大井JCT間等	羽田線芝浦IC 湾岸線大井PA等	湾岸線東京港トン ネル等	羽田線上り大井JCT 合流部追突事故等 (参考資料参照)	(箱崎JCT) ※実証実験の対象では ない
本情報生成手 法の適用性※1		○分岐部ロジック	○	○	○	○	○	○	○分岐部ロジック ※実証はしていない
現状の データ 取得状 況での 適用性 ※1	進行 方向	○	○	○	○	△停止車両等の本 線誤マッチングによ り誤判定起き易い	△アップリンク阻害 により取得データ 減り誤差大	○	○
	車線 方向	○渋滞末尾情報 に分岐方向情報 の付与も可能 左右判定出せた 割合100%	○合流車が多く合 流部でウイinker が多発する場合 左右判定出せた 割合77%	△ウイinkerが検 出されない場合 あり 左右判定出せた 割合31%	△ウイinkerが左 右発生し判定 が困難	△ 誤判定10回/日 (50分)発生※2	△ 直近10分での情報生 成割合72%に低下※3	○統計的な検証は できていない	○
改善案		早期実現性高い		・車線別プローブ 利用による車線方 向判定精度向上	・車線別プローブ 利用による車線方 向判定精度向上	・リンク長の延長によ る誤マッチング抑制 ・車線別プローブ利 用による車線方向判 定精度向上	・トンネル内通信環 境の改善 ・車両側データ蓄 積容量の増		

※1) ○：一定のデータ量が取得できれば情報生成可能，△：大きな情報誤差が生じる場合あり
 ※2) 羽田線上り芝浦IC付近(冬実験, '21/12/20)の値 ※3) 東京港トンネル(朝タピーク時)の値

3. 5. 実証実験結果を踏まえた技術検討成果

■ 要素技術毎の技術検討成果概要（1/2）

検討事項	技術検討の目的	技術検討の成果概要
①データ共有（集約）	・プローブを提供事業者サーバから情報統合・生成サーバに共有する際のセンター間のデータ共有仕様を検討	【技術仕様】 <ul style="list-style-type: none">● 収集データ項目と集計定義、収集フォーマット（json形式）● 収集頻度（5分間）、アップリンク遅れデータの取扱い方法● DRMリンクから100mリンクへの分割方法 【技術評価】 <ul style="list-style-type: none">◆ 現在オンライン収集可能なプローブ提供事業者4社のデータを収集し、データ取得傾向を確認<ul style="list-style-type: none">⇒ 直近5分で可能な平均データ量は、2車線区間（羽田線）で6.0台、3車線区間（湾岸線）で7.3台
②複数の情報源のデータ統合	・複数の情報提供事業者から収集したデータの統合処理仕様を検討	【技術仕様】 <ul style="list-style-type: none">● 統合時の数値データの取扱い、所要サンプル数の確保方法● 複数プローブ提供事業者における情報提供時刻のばらつきへの対応 【技術評価】 <ul style="list-style-type: none">◆ 遡り階層数と情報生成率（区間割合）の関係を確認<ul style="list-style-type: none">⇒ 約60%が直近5分（階層1）、約95%が直近10分（階層1 + 階層2）までのデータで情報生成可能⇒ ただし、長大トンネル部ではアップリンクが阻害され、直近10分までのデータでの情報生成割合は72%に低下

3. 5. 実証実験結果を踏まえた技術検討成果

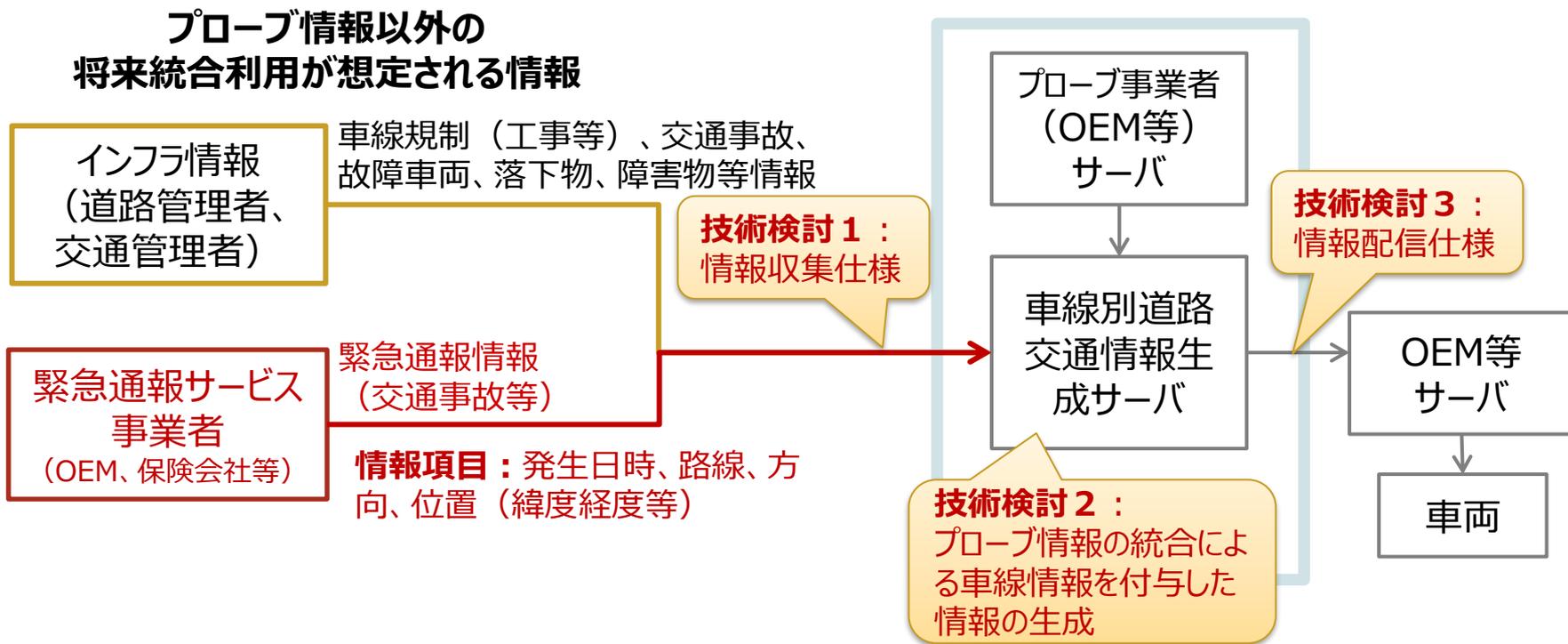
■ 要素技術毎の技術検討成果概要 (2/2)

検討事項	技術検討の目的	技術検討の成果
③車線別道路交通情報の生成	・車道別プローブから車線レベル道路交通情報を生成する技術仕様を検討	【技術仕様】 <ul style="list-style-type: none">●速度層別台数情報から進行方向（100m単位）の車線別渋滞状況を判別するロジックを構築●車線別渋滞の場合、分岐部では分岐部手前リンク方向別速度から支障車線の方向（左直等の別）、分岐部以外ではウインカー情報から支障車線の方向（左右の別）を判定するロジックを構築 【技術評価】 <ul style="list-style-type: none">◆車道レベルのプローブから車線レベルの交通情報を生成することが一定の道路交通条件下で可能であることを確認
④位置表現可能なデータの変換	・生成した車線レベル道路交通情報を表現（配信）可能なデータ形式及び変換仕様を検討	【技術仕様】 <ul style="list-style-type: none">●車線方向の位置表現可能なノードリンク地図の作成方法●高精度地図に重畳するための位置参照方法 【技術評価】 <ul style="list-style-type: none">◆実際のデータ試作を通じた気づき事項を技術仕様（案）に反映
⑤データ共有（配信）	・生成した情報OEM等のサーバに配信する際のセンター間のデータ共有仕様を検討	【技術仕様】 <ul style="list-style-type: none">●JASPAR仕様を適用（現行のJASPAR仕様の課題を整理）●情報遅延を最小限とするため1分毎の起動処理を実現するAPIを実装 【技術評価】 <ul style="list-style-type: none">◆APIの処理時間は7秒程度

4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

- 情報鮮度の高い突発事象情報を提供する手段として、緊急通報サービス等から交通事故等の情報（緊急通報情報）を得て活用することが考えられる。
- ここではその情報の収集と配信処理仕様の検討、並びにプローブ情報と統合利用し閉塞車線を推定することで、車線レベルの緊急通報情報の生成可能性を検証する。

プローブ情報の利用の流れ



プローブ情報以外に将来統合利用が想定される情報と緊急通報サービスからの情報に関する技術検討の内容

4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

4.1. 緊急通報サービス情報の情報源並びに情報収集仕様

- 緊急通報サービスはOEM、保険会社等で行われており、それらが情報源の候補となる。
- 緊急通報サービスから関係機関が得られる情報項目は、その普及の加速化に向けてガイドラインが策定されており、これに沿った情報項目が収集されることを想定する。
- ガイドラインの情報項目には閉塞車線に関する情報は含まれていない。

緊急通報情報の情報源の例

サービス事例	サービス概要
(1)OEMによるサービス事例 (HELPNET※1)	<ul style="list-style-type: none"> ・HELPNETサービスは、自動車メーカーがユーザー向けに提供する緊急通報サービスに採用。 ・エアバッグ連動による自動発報、または簡単な操作でHELPNETセンターに通報。通報者と会話、状況を確認し、必要に応じ消防・警察に連絡。 ・会話と同時にデータ送信。正確な位置情報・車両情報により、救急車・パトカーが素早く現場に到着。
(2)保険会社によるサービス事例 (GK見守るクルマの保険※2)	<ul style="list-style-type: none"> ・専用ドライブレコーダーが一定以上の衝撃を検知し、約30秒間、車両の移動が確認できない場合、事故と判定し、位置情報や衝撃検知時の「イベント記録」等を送信。 ・専用安否確認デスクのオペレータは、専用ドライブレコーダーを通じてドライバーに安否確認コールを行う。

※1出典:HELPNETの仕組みと流れ
(<https://www.helpnet.co.jp/about/flow/>)を基に受託者が整理

※2出典:GK見守るクルマの保険(三井住友海上)
(<https://www.msins.com/personal/car/gk/mimamoru-dr.html#anc-06>)
を基に受託者が整理

緊急通報情報(交通事故等)で 想定される情報項目※3

項番	通知事項	内容
1	自動/手動通報	自動通報、手動通報の別
2	緯度・経度	緯度、経度情報 (測地系及び表現形式(度表記)は救援機関の指定する条件に合わせる こと)
3	位置精度	緯度、経度情報の誤差半径(単位:メートル)
4	車両の進行方向	車両の進行方向を示す方位等
5	走行軌跡	事故発生場所まで走行してきた経路を表す軌跡情報 (一定間隔で取得された複数地点の軌跡情報(上記2~4)10地点程度(※ 1))
6	車両の種類	大型車、バス、車両の車種名等
7	車体番号	車台番号 又は 車両の特定に用いる通報機器ごとに付与された一意の 番号
8	燃料種類(※2)	ガソリン、軽油、LPG、電気、水素等の燃料名
9	事故発生時刻	通報が発生した時刻
10	呼び返し用電話番号	通報者と連絡が可能な自動通報装置、携帯電話等の電話番号
11	契約者氏名	車両所有(使用)者の氏名(法人を含む)
12	登録ナンバー	車両登録番号(例:名古屋123あ1234)
13	事業者ID	接続機関を特定するための識別子
14	発信元電話番号	接続機関の発信元電話番号
15	通報要因	接続機関のオペレータが通報者との会話の中で確認した通報区分 (例:交通物損、応答なし)

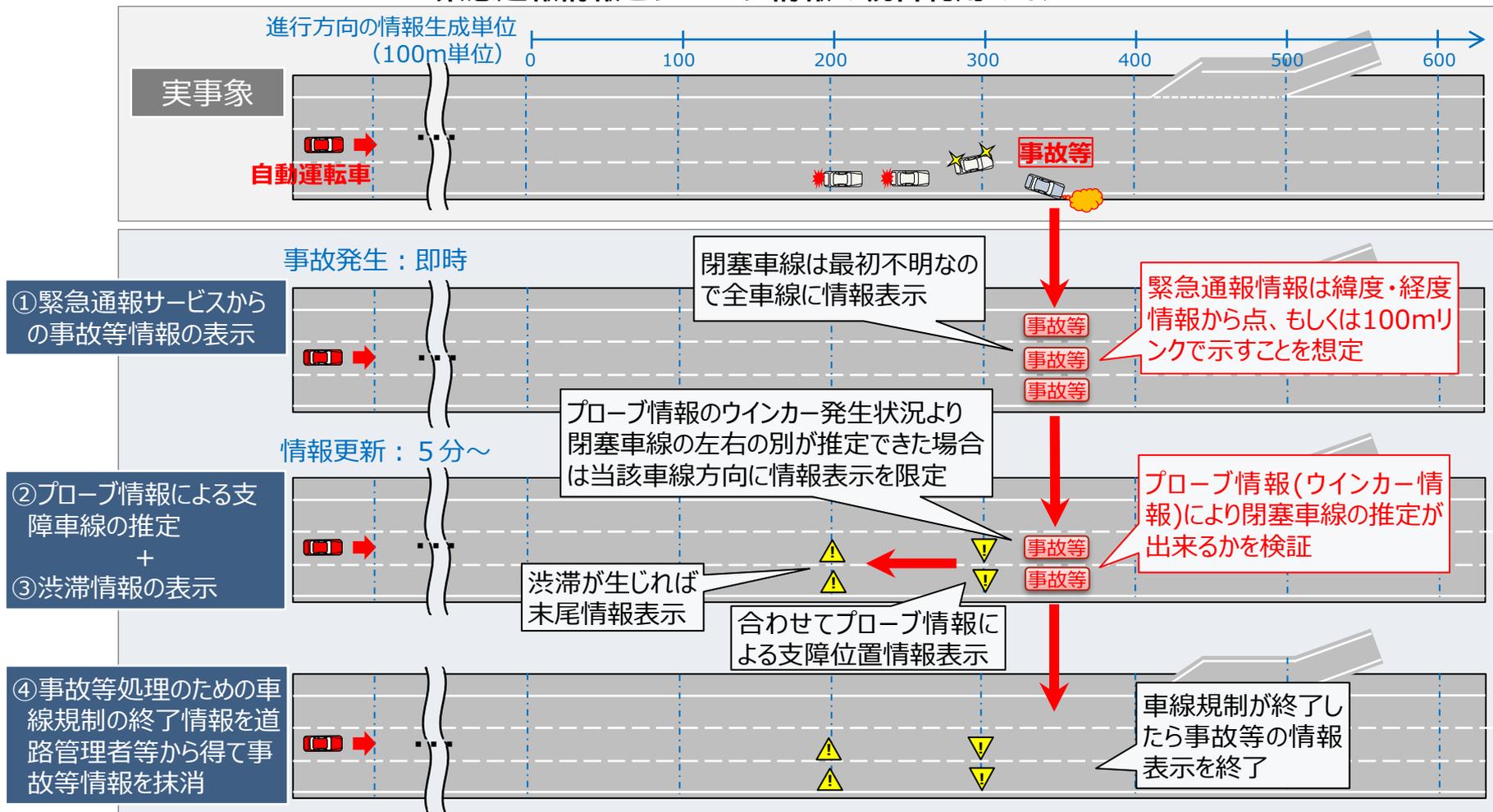
※3出典:接続機関における自動車からの緊急通報の取扱いに関するガイドライン(H30.5、警察庁・消防庁・国土交通省)

4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

4.2. プローブ情報の統合利用による車線レベルの緊急通報情報生成の検討

- 緊急通報情報とプローブ情報の統合利用による情報生成のイメージは下図の通りである。
- 事故等による閉塞車線は最初不明だが、即時性のある注意喚起情報の提供が可能。その後プローブ情報により閉塞車線が推定可能であることを検証した。

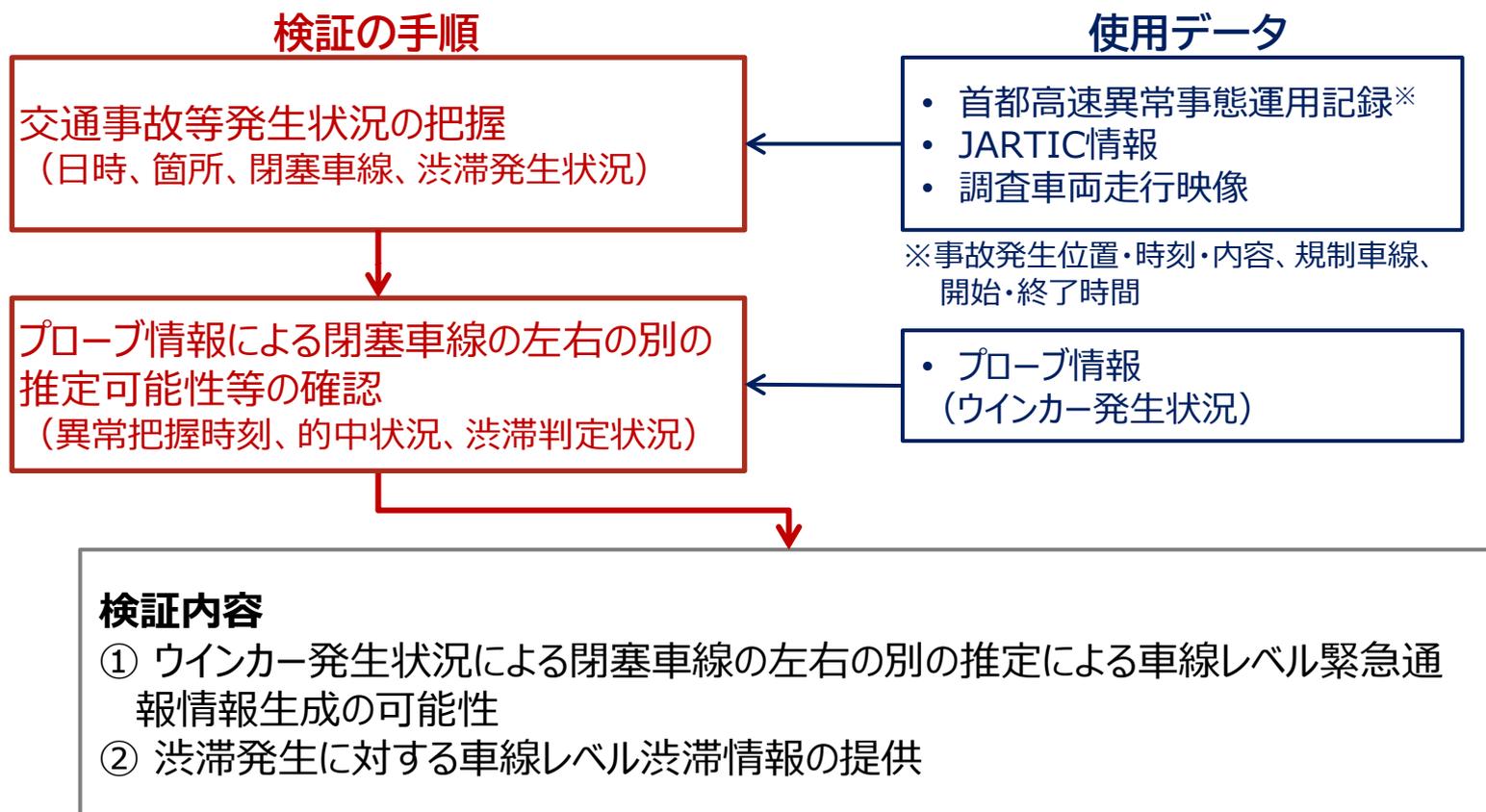
緊急通報情報とプローブ情報の統合利用のイメージ



4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

4.3. 車線レベルの緊急通報情報の生成可能性の検証

- プローブ情報により、より即時性のある注意喚起情報の提供、その後のプローブ情報による閉塞車線の推定等が可能かを検証した。
- 検証の手順、使用データは下図の通りである。



車線レベルの緊急通報情報の生成可能性等の検証方法

4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

4.3. 車線レベルの緊急通報情報の生成可能性の検証

- 羽田線（上り）大井JCT合流部先頭付近での追突事故に対し、①ウイカー発生状況による閉塞車線の左右の別の推定、及び ②渋滞発生に対する車線レベル渋滞を検出した。
- プロブ情報により、閉塞車線の推定、注意喚起情報の提供が可能な事を確認した。

<羽田線（上り）大井JCT合流部先頭付近の合流車線における事故渋滞の検出例>

- 大井JCT合流部先頭付近の合流車線でトラックの追突事故が発生
- 発生場所の右側車線に注意喚起情報（支障位置）が生成（左ウイカーを多く検出）、約300m後方に渋滞末尾情報（右車線）が生成される（10:45）
- 以降、注意喚起情報が継続表示され、渋滞末尾は延伸。

調査車両からの映像



出典：受託者撮影映像に加筆

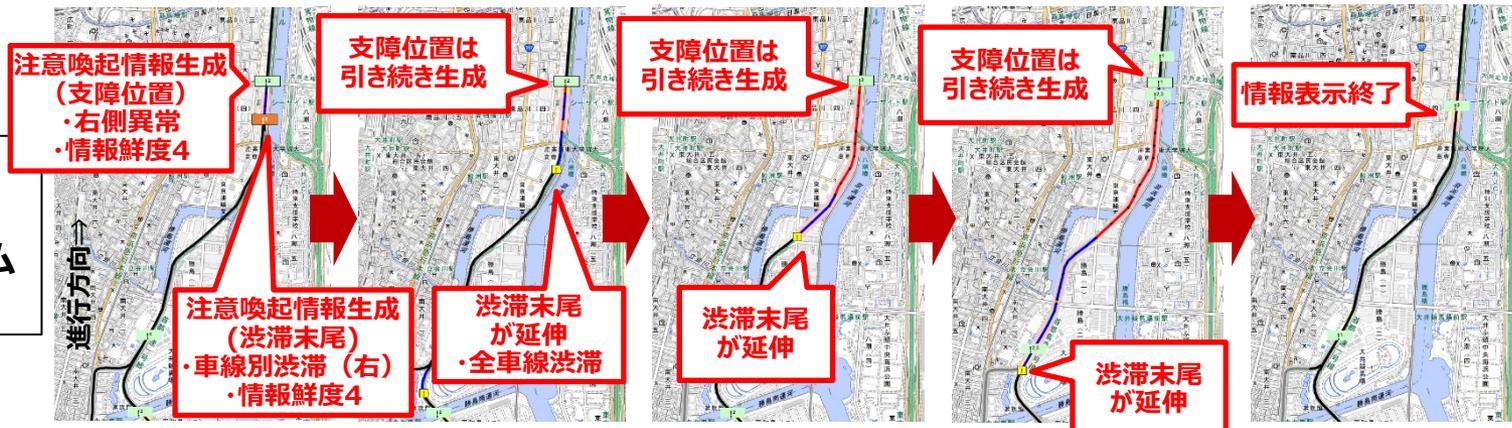
① 10:45

② 10:50

③ 11:00

④ 11:45

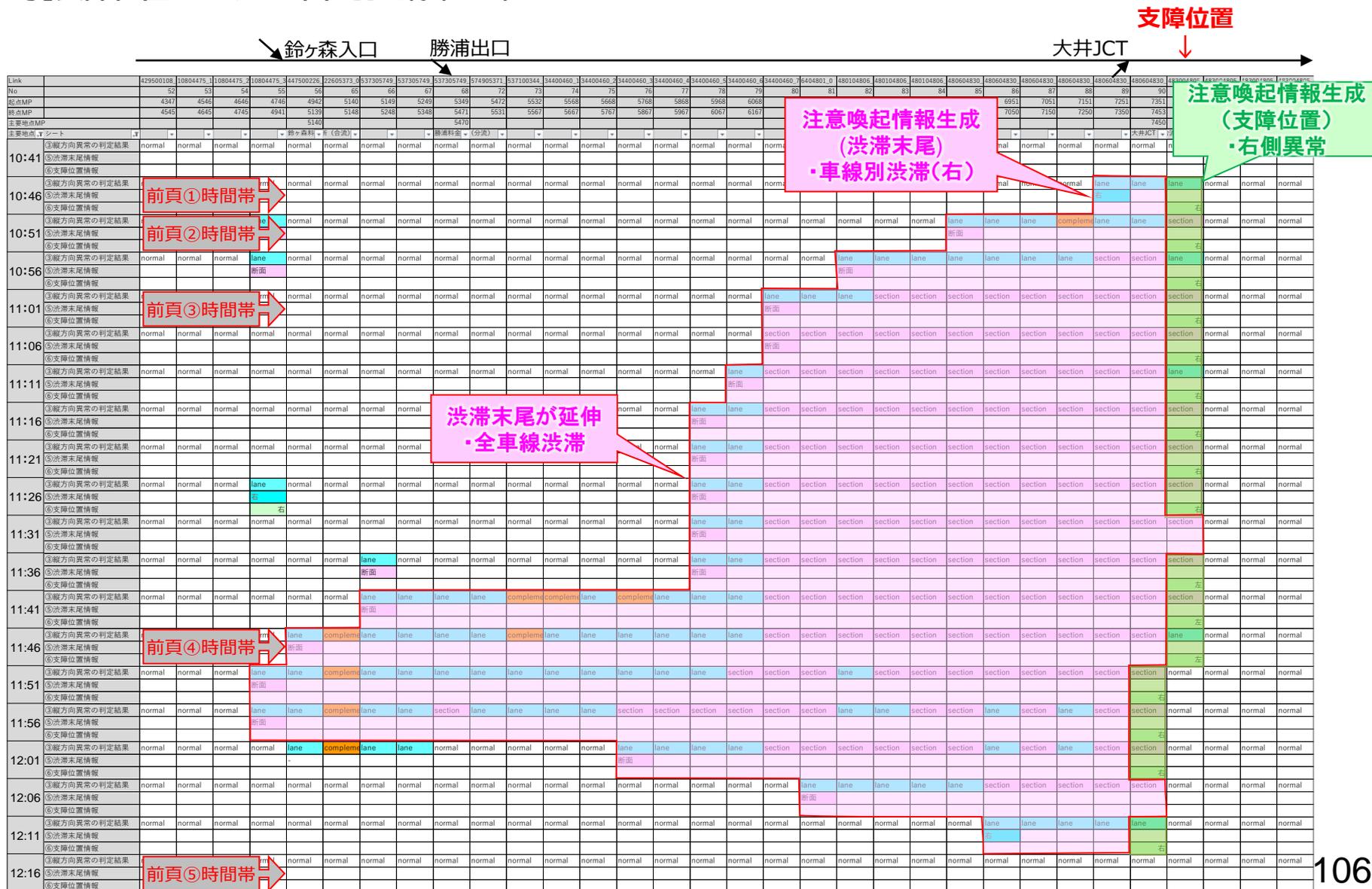
⑤ 12:15



4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

4.3. 車線レベルの緊急通報情報の生成可能性の検証

【参考】支障位置のモザイク図 羽田線(上り)



4. 準動的レベルの先読み情報を活用した要素技術の検討及び検証

4.4. 情報配信仕様の検討

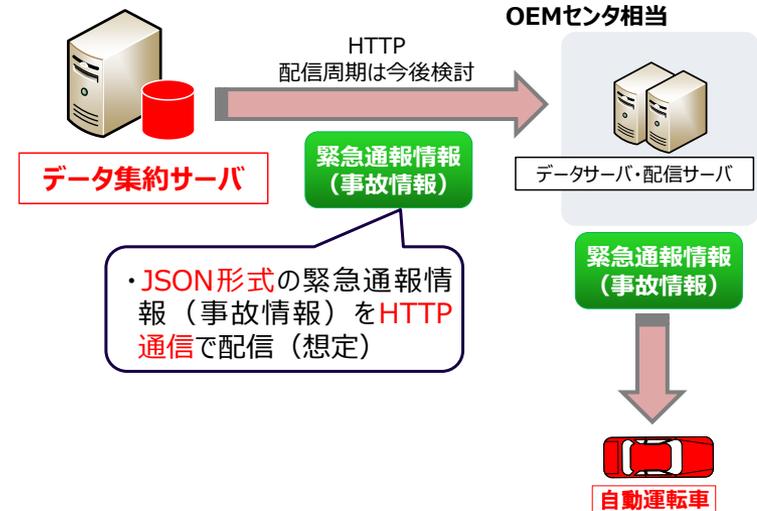
- 緊急通報情報はJASPAR仕様における障害物情報（コンテンツ：obstacle）として配信することが可能である。
- よって、情報配信仕様はJASPAR仕様に沿ったインタフェース（HTTPプロトコル、JSON形式の情報表現）を想定する。なお、情報配信周期については、情報源からの情報収集可能周期を踏まえ、今後検討する必要がある。

JASPAR仕様の障害物情報に沿ったJSON形式のデータ例

```
“container”:[
  {“basic”:{
    “time”:{
      “start”：“2020-10-01T13:30:00.000”,
      “expire”：“2020-10-01T13:35:00.000”
    },
    “section”:{
      “beginningPoint”:{
        “latitude”：“36.1234567,”“longitude”：“139.1234567,”
        “onRoad”：“on,”“name”：“首都高速羽田線”
        “lane”：“[“1,”“2”],”
        “accuracy”：“1”
      }
    }
  }
  “contents”:{
    “obstacle”:{
      “sequence”：“1,”“size”：“L,”“move”：“1,”“object”：“停止車両”
    }
  }
}
]
```

閉塞車線に関する車線レベル情報を付与箇所

緊急通報情報の配信イメージ



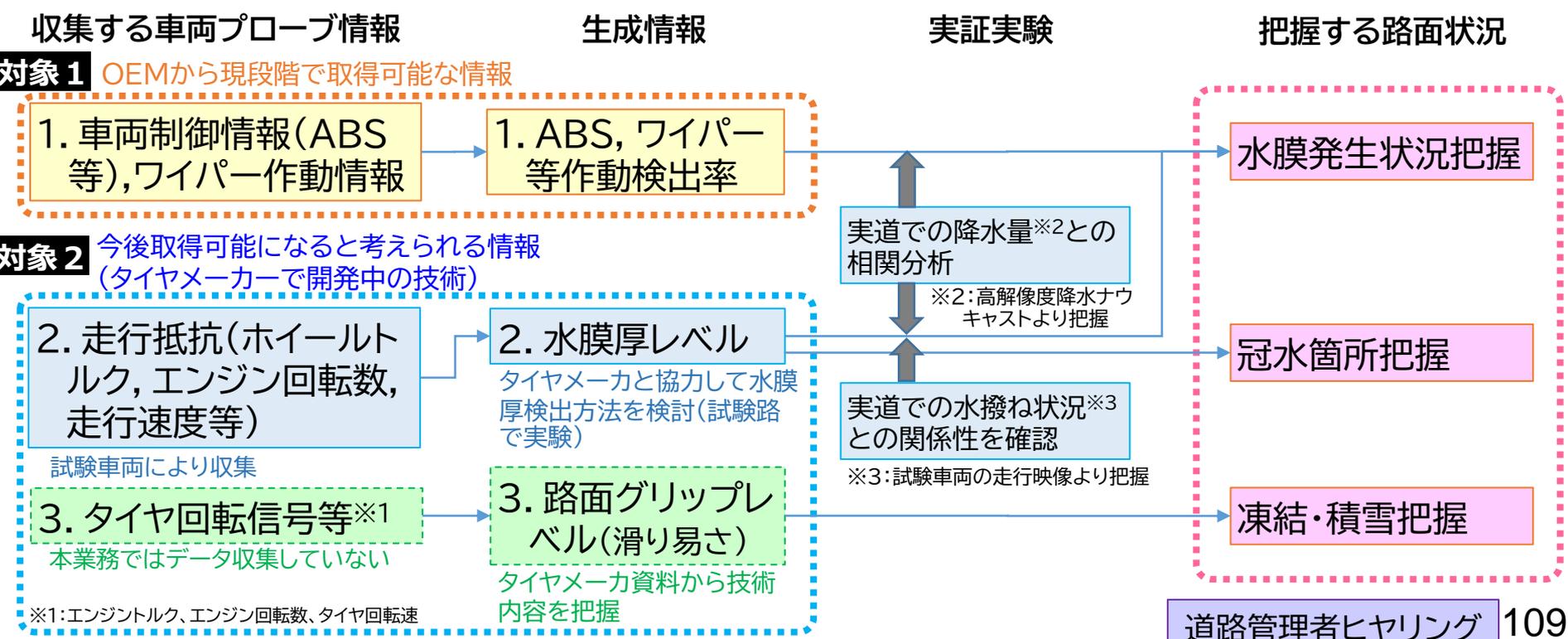
5.悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

- 自動運転の安全性向上や道路管理の効率化・高度化を目的とし、車両プローブデータを用いて、豪雨等の悪天候やそれに伴う水膜形成等の路面状況を検出する手法を検討し、評価・検証を行った。
 - 1) 要素技術の検討
- 利用可能な車両プローブデータや技術について整理を行った上で、自動運転や道路管理への活用可能性を検討した。
 - 2) 車両プローブデータの収集、評価
 - 1) で整理した利用可能な車両プローブデータを一定期間収集した上で、当該期間の天候や路面状況と収集した車両プローブデータとの比較評価を行った。なお、比較評価を行うために必要な天候や路面状況に関するデータについても収集した。
 - 3) 自動走行や道路維持管理への活用方法の検討
 - 1) 2) の検討を踏まえ、車両プローブデータから降雨・路面水膜状況等を把握し、自動走行や道路維持管理に活用する方法について検討し、実用化に向けた可能性についてとりまとめた。

5. 悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

5.1. 要素技術の検討

- 道路管理やドライバー・自動運転車への有効な情報提供への活用を目的とし、**プローブ情報**を活用して**水膜発生、冠水等の路面状況の検出可能性**を検討した。
- 検出可能性を検討するにあたって、対象とした車両プローブ情報は以下の通りである。
 - 対象1**：OEMから現状収集可能な路面状況把握に係るプローブ情報として、**車両制御情報（ABS等作動情報）**、並びに**ワイパー作動情報**
 - 対象2**：タイヤメーカーから今後取得可能と考えられる**路面グリップレベル**、**水膜厚レベル**の入力データとなる、**タイヤ回転信号**、**走行抵抗等**



5.1. 要素技術の検討

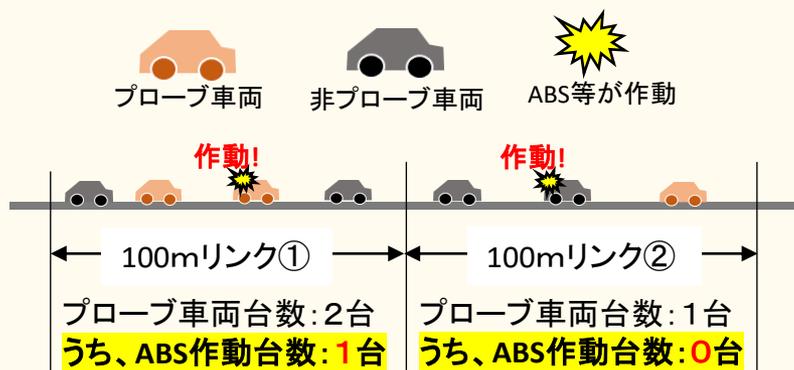
対象1：車両制御情報、ワイパー情報の利活用の概要

- 車両制御情報（ABS等）及びワイパー作動情報（高速、低速、間欠）は、OEMから**5分間毎100mリンク区間毎**（車線レベル道路交通情報の実証実験で使用したものと同一形式）の**統計情報（作動台数）**としてオフライン形式により取得した。

➤ 一般に**水膜形成状況は降水量に起因**するため、区間毎の**ABS等の車両制御発生状況又はワイパー作動情報と降水量の関係**から、水膜厚の推定が可能と仮定し検証を実施するものとした。

＜100mリンク区間単位によるデータ集計イメージ＞

- OEMからは当該**5分間**において、当該**100mリンク区間**を通過したプローブ車両台数と、うち区間内でABS等を作動させた台数を**統計情報**として収集



＜水膜形成の推定可能性の分析イメージ＞

同一時間帯における100mリンク区間毎の取得データを照合

区間毎ABS等又はワイパー作動検出率※1

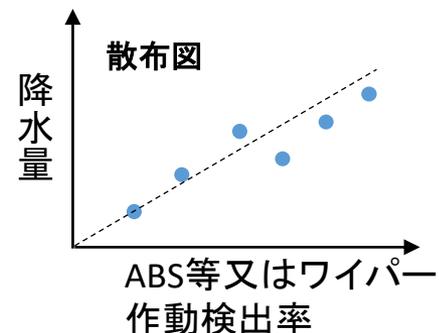


区間毎降水量※2

散布図を作成し、降水量との相関性を把握

※1 作動検出率
= 作動台数 / プローブ車両台数

※2 ナウキャスト250mメッシュデータ
対応する100mリンク区間に
紐づけて作成



5.1. 要素技術の検討

対象2：路面グリップレベル、水膜厚レベルの推定方法の概念

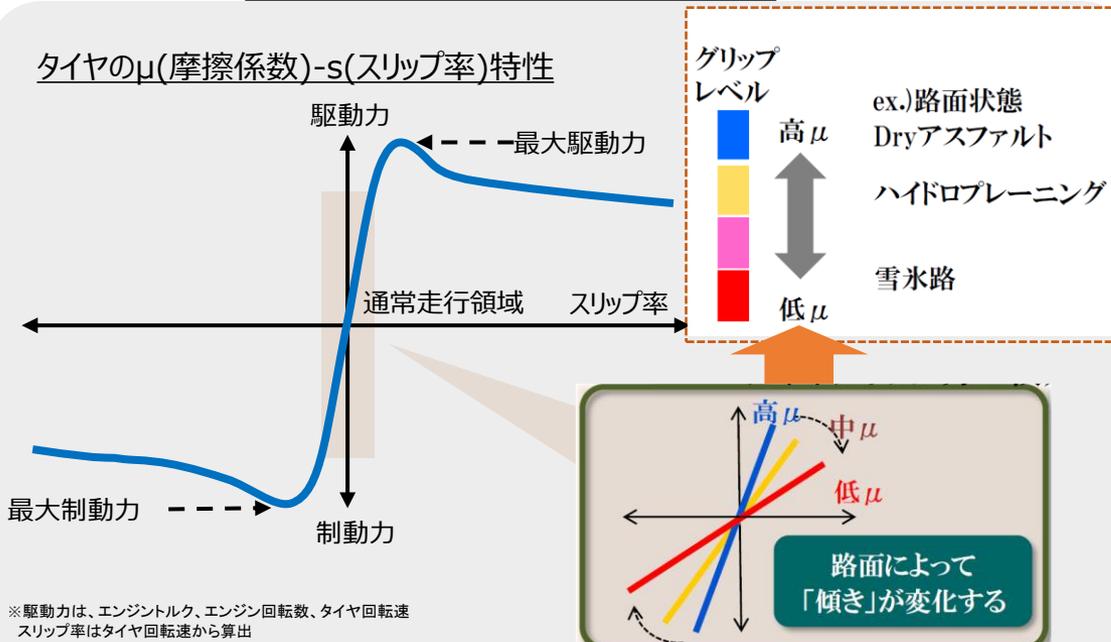
【路面グリップレベル】

- 路面の滑り易さによって、**スリップ率と駆動力等の関係(傾き)が異なる**。この傾きを**タイヤ回転信号**（エンジントルク、エンジン回転数、タイヤ回転速等）から導出し、路面の滑りやすさ（**路面グリップレベル⇒4段階**）を検出する（タイヤメーカーにて先行して技術開発）。

【水膜厚レベル】

- 走行時の自動車の駆動力情報を用い、**水膜走行時の走行抵抗の変化より水膜厚を推定**する方法を検討
- **試験路（水膜厚10mmまで）での検証**の後、駆動力、走行抵抗等の必要データを取得できる**機器を搭載した試験車両**を**実道で雨天時に走行**させ、水膜厚を推定する。

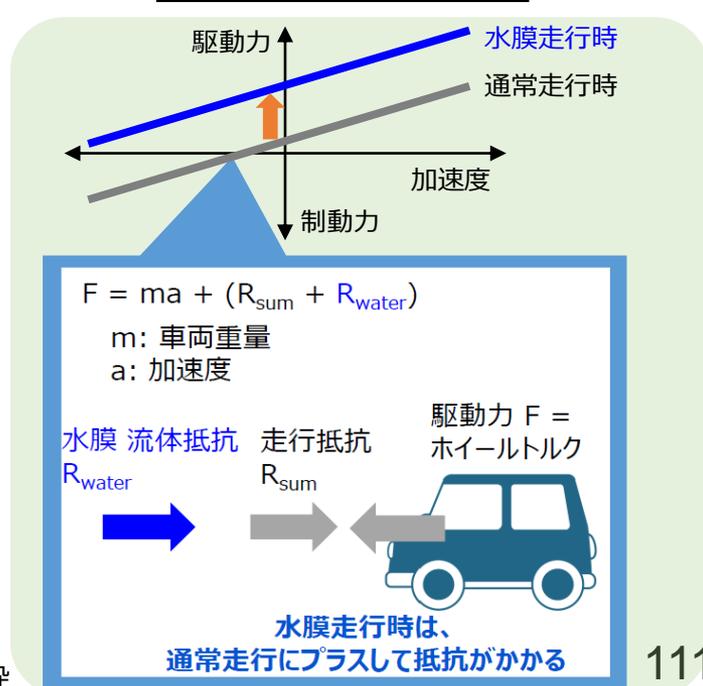
路面グリップレベルの検出概念



※駆動力は、エンジントルク、エンジン回転数、タイヤ回転速
スリップ率はタイヤ回転速から算出

出典：住友ゴム工業株式会社資料より抜粋

水膜厚さの検出概念



5. 悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象1 : 車両制御情報等の収集 (2022年8~11月)

- 範囲 : 首都高速1号羽田線・湾岸線 (車線レベル道路交通情報の実証実験と同じ)

対象2 : タイヤの回転信号、走行抵抗情報等の取得 (2022年8~9月)

- 範囲 : 対象1と同じ+一般道 (国道357号新木場~船橋)

プローブ情報の収集範囲

【対象1・2】首都高速区間 (1号羽田線、湾岸線)



出典 : NTTインフラネット地図を基に加筆

【対象2】国道357号区間 (新木場~船橋)



出典 : NTTインフラネット地図を基に加筆

水膜厚さ計測に用いた試験車両及び計測機器

対象2 (実道での水膜厚さ計測)の走行データ取得日数

走行区分	降雨区分			走行日数計
	少しでも降った	降った (5mm以上 / 昼間12h)	かなり降った (25mm以上 / 昼間12h)	
羽田線・湾岸線	3日	2日	2日	4日
国道357号	8日	4日	1日	8日



出典 : 受託者撮影 (車両・機器の提供 : 住友ゴム工業株式会社)

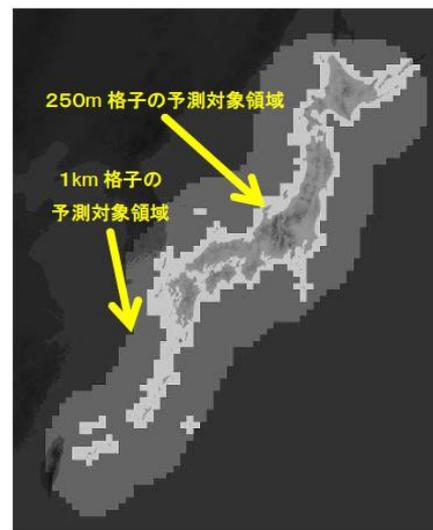
5.2. 車両プローブデータの収集、評価

実道での降水量との相関分析には、「高解像度降水ナウキャスト」を活用

高解像度降水ナウキャストとは

- 気象業務支援センターが提供する気象情報
- 詳細かつ高精度なレーダー画像と降水量予測を提供
- 局地的な大雨の監視・予測能力の強化を目的とする
- **高解像度降水ナウキャスト**と**高解像度降水ナウキャスト（5分間降水量）**の2種類を提供
(→瞬間的な降水強度を表す)
- **250m 四方**の細かさ（海上は1km四方、30分先まで。35分から60分先までは1km四方）で予報され、**5分毎に更新**
- 全国20カ所の気象ドップラーレーダーデータ、気象庁・国土交通省・地方自治体が保有する全国約10,000カ所の雨量計の観測データ、ウィンドプロファイラやラジオゾンデの高層観測データ、国土交通省レーダ雨量計のデータを活用して予測

情報名称	高解像度降水ナウキャスト ※瞬間的な降水強度	高解像度降水ナウキャスト(5分間降水量) ※5分間の積算降水量
定義	現在の降水強度(瞬間的な降水の強さ)のまま1時間降り続けた場合何ミリになるかを表す。 (単位：mm/h)	5分間の降水量は何ミリかを表す。 (単位：mm)
メッシュ間隔	30分先まで：250m×250m, 35分先から60分先まで：1km×1km	
更新間隔	5分毎（実況および5分毎30分後までの予測値を配信）	
適用性	肌を感じる雨の強さを知るのに適する。	実際にどの程度降ったかを知るに適する。
主な用途	連続的な利用	雨量値としての利用
特徴まとめ	詳細な予測としての利用	詳細な記録としての利用



出典：（一財）気象業務支援センターHP
<http://www.jmbc.or.jp/jp/index.html/>

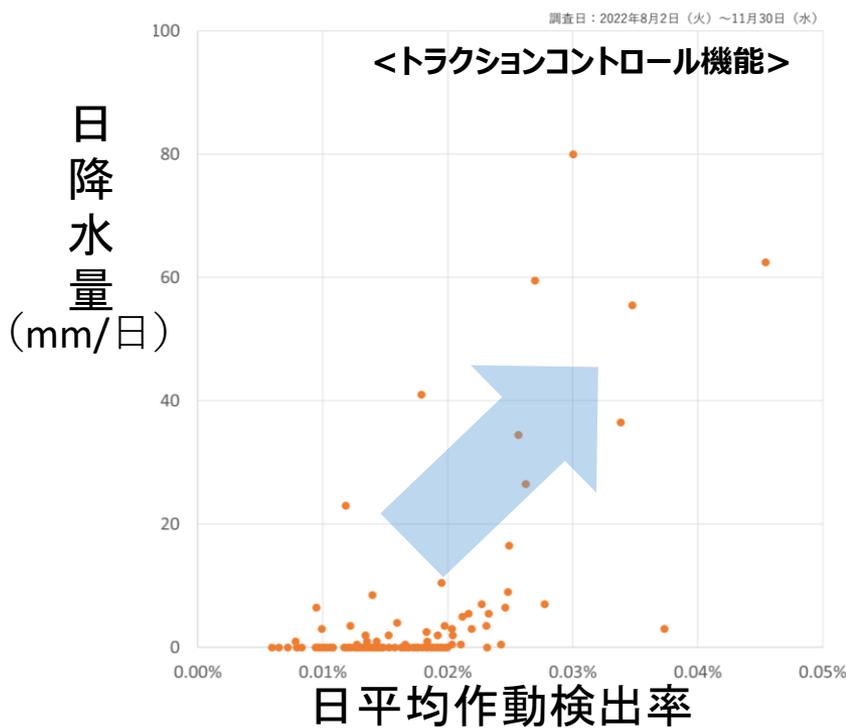
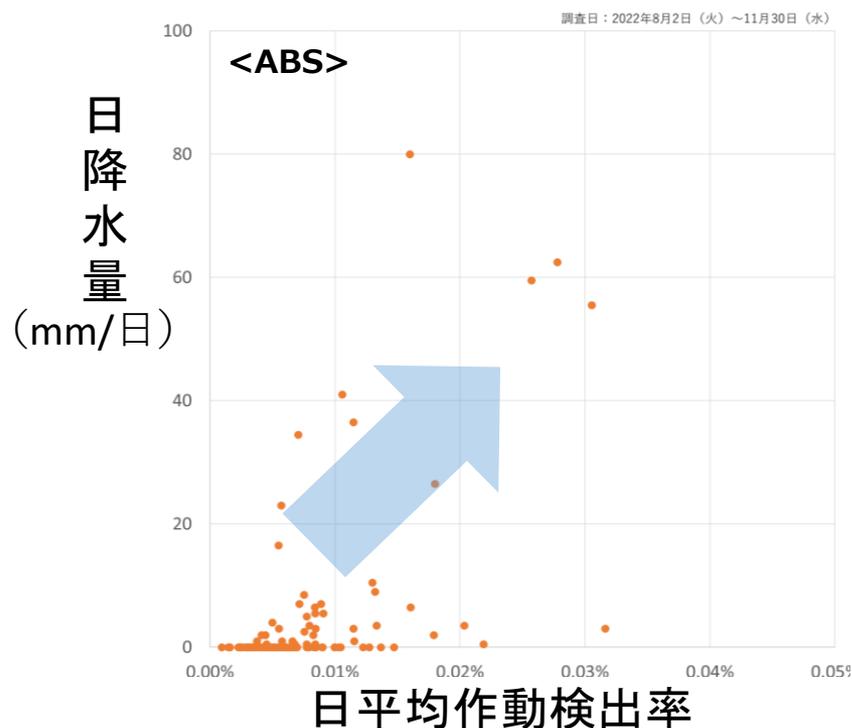
5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象1：OEMプローブ情報を使った実証実験結果（ABS等）

● 降水量が多いとABS等作動の検出率が高まる傾向

- 一般に水膜形成状況は降水量に起因するため、ABS等作動の検出率は路面の水膜形成状況に関係すると考えられる。
- ただし、今回収集したプローブ情報のデータ収集周期ではABS等作動の検出数が少なく、データ収集周期を短くした場合の効果等の確認が今後必要である。
- ABS等の収集可能なプローブ情報の仕様はOEMで異なると考えられることから、今後他のOEMについても確認が必要である。

日降水量と日平均作動検出率との関係（羽田線上市り）



※集計対象期間：2022/8/2～11/30

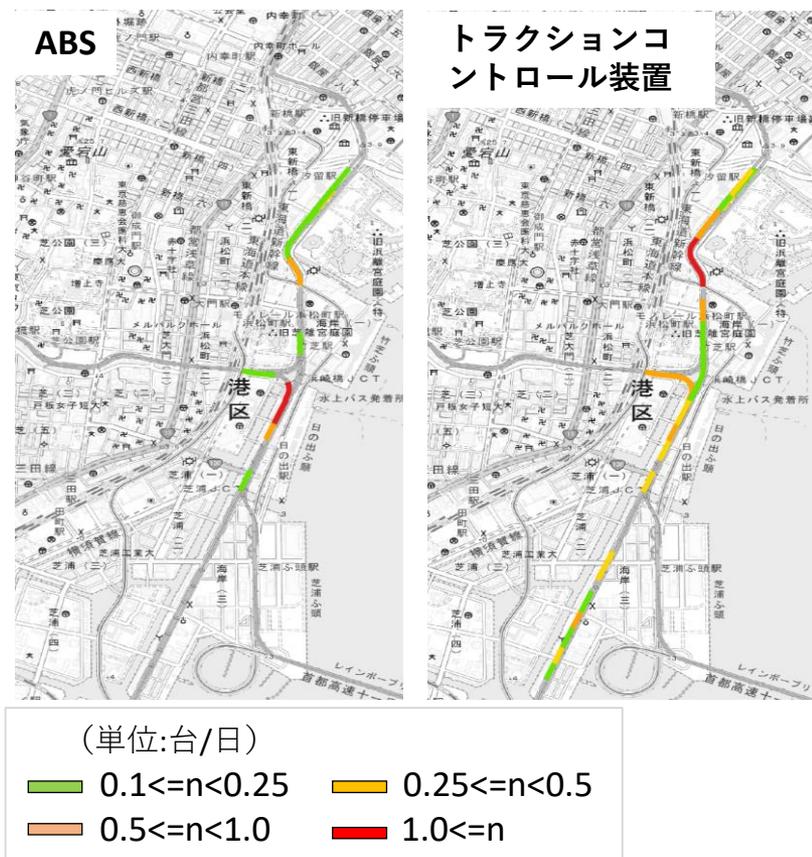
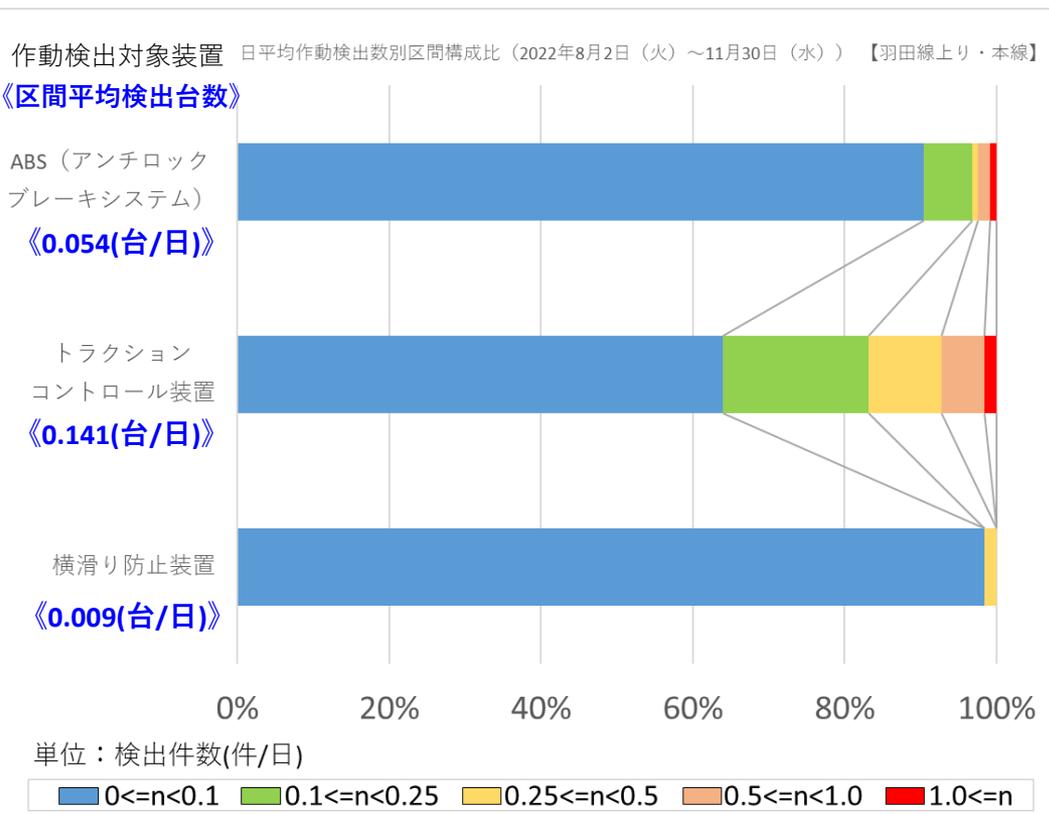
5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象1：OEMプローブ情報を使った実証実験結果（ABS等）

- 羽田線（上り）についてプローブ車両より得られるABS等の作動検出台数を100mリンク毎に整理した。
⇒作動検出台数が0.1台/日未満である区間数割合はABSで約9割を占める。
⇒検出区間としては、カーブ及びその前後区間や合流部、JCT部において検出されやすい傾向にある。

【日平均作動検出台数別区間構成比：羽田線上り】

【区間別日平均作動検出台数：羽田線上り(一部)】



調査日：2022年8月2日（火）～11月30日（水）

出典：地理院タイルを基に加工して作成

5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象1：OEMプローブ情報を使った実証実験結果（ワイパー）

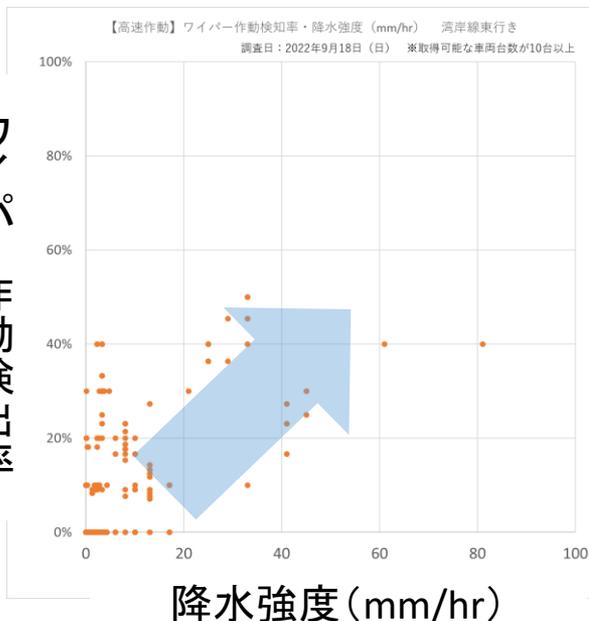
- 前頁と同じデータを用い、湾岸線東行き全ての100mリンクを対象に、ワイパー作動検出率と当該リンクに対応するナウキャスト250mメッシュの5分毎降水強度の関係を散布図に整理した。
 - ワイパーを高速作動させている車両の割合と降水強度の間に一定の相関関係が伺える。

ワイパー作動検出率と5分間降水強度(mm/hr)との関係（散布図）

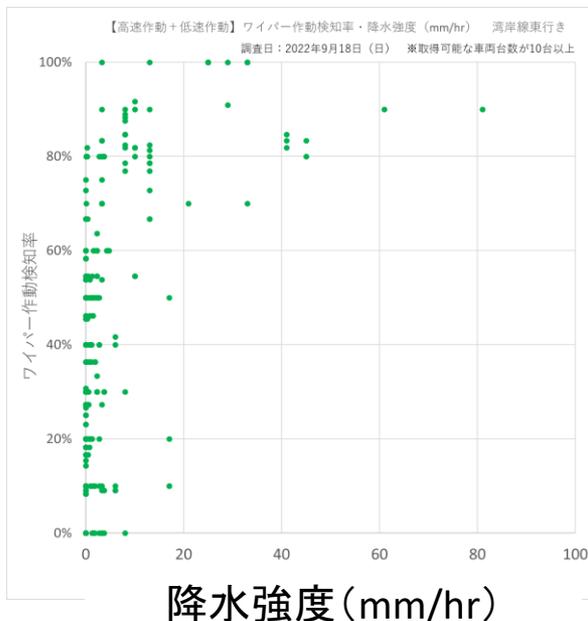
○湾岸線東行き 2022年9月18日(日)

※ワイパー情報取得可能なプローブ台数が10台/5分以上の100mリンクのみプロット

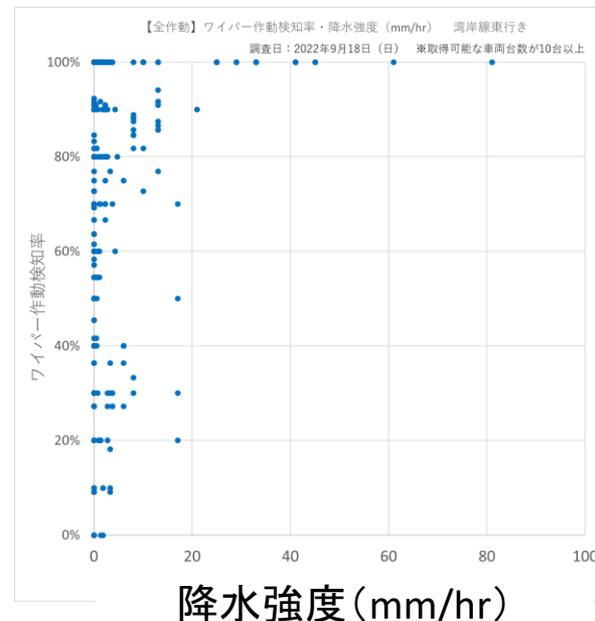
(ワイパー高速作動)



(ワイパー高速+低速作動)



(ワイパー全作動) ※間欠作動含む



5.2. 車両プローブデータの収集、評価

評価結果のまとめ（対象1）

<実用化の可能性に関する考察>

- ① 車両制御に係るプローブ情報（ABS等）は、降雨量の多い日は発生頻度が高まることを確認。一般に水膜形成状況は降水量に起因するため、ABS等作動の検出率は路面の水膜形成状況に関係すると考えられる。
- ② なお、現状のデータ収集周期ではABS等作動の検出数が少なく、データ収集周期を短くした場合の効果等の確認が必要である。
- ③ 業務の期間・規模の制約で、降雪、凍結時期の検証は未実施、およびOEM 1 社のみの車両プローブ情報による検証の為、ABS等作動のしきい値を始めとする情報仕様や精度の検証が未実施であり、今後これらの確認・検証が必要ある。

5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象2：水膜厚レベル検出方法の検討結果（検量線の作成）

- 「水膜厚」は、「水膜による抵抗値/走行速度の二乗（以下、新規指標）」と線形関係にあり、「水膜による抵抗値」と「走行速度」により求めることが出来ると仮定した（タイヤメーカーの知見に基づく）。
 - テストコース（水膜厚10mmまで）での計測結果より、線形近似式（検量線）が作成できることを確認した。
 - 理論上、冠水（水膜厚20cmなど）の検出も可能と考えられる（今後検証必要）。

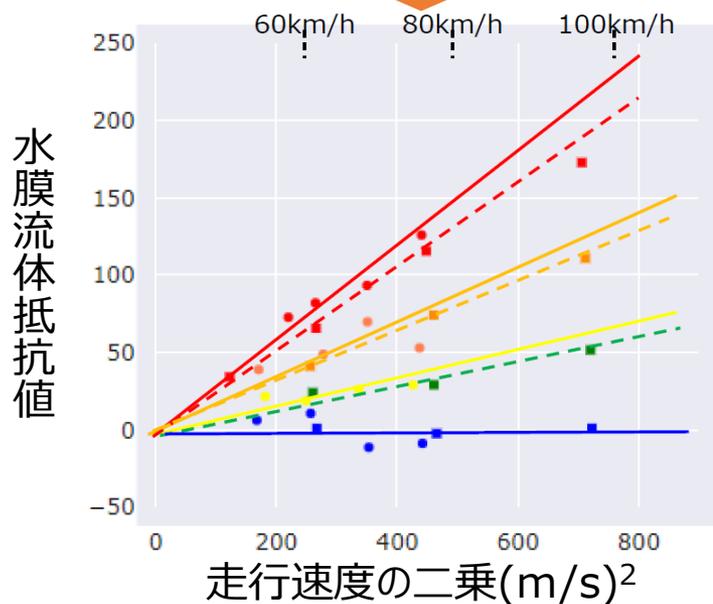


出典：受託者撮影

水膜厚さ推定のための検量線作成の手順

- 水膜10mm
- 水膜9.5mm
- 水膜5.5mm
- 水膜5mm
- 水膜2.7mm
- 水膜1mm
- wet
- Dry
- 回帰線
- 回帰線

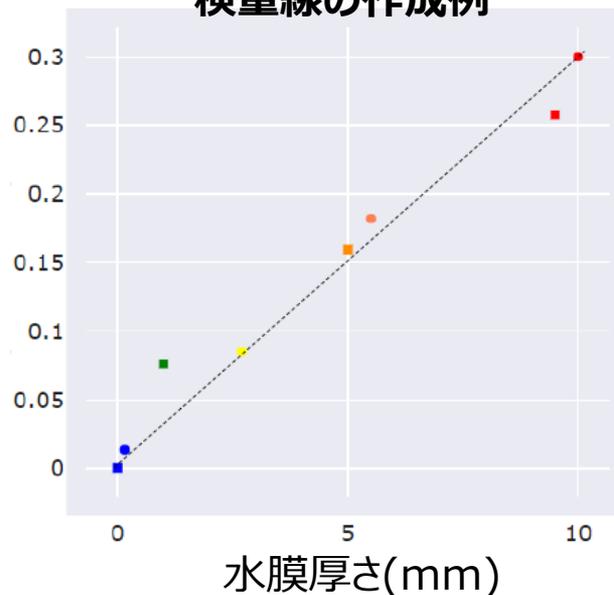
※各速度全条件データ平均値でプロット



出典：住友ゴム工業株式会社資料より抜粋

検量線の作成例

（左記グラフの新規指標の傾き）



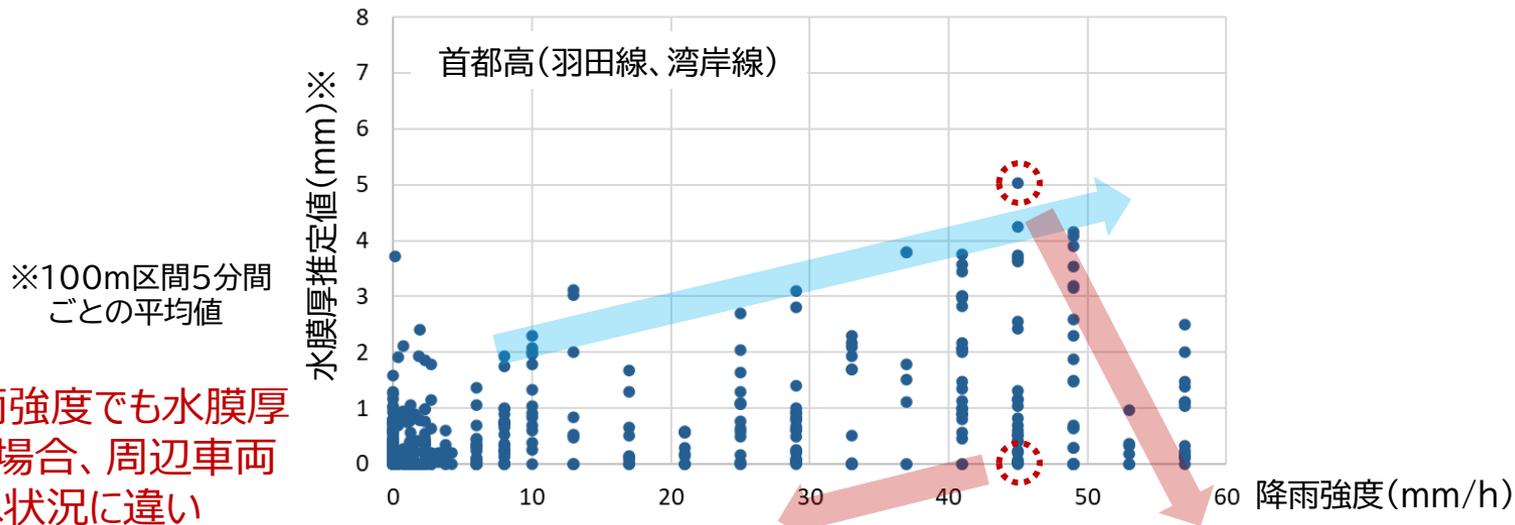
出典：住友ゴム工業株式会社資料より抜粋

5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象2：水膜厚レベルの実道路での検出試行結果

- 降雨強度が高くなると、水膜厚推定値の厚い区間が出現する傾向が見られた。
- 同じ降雨強度で水膜厚推定値が異なる箇所を走行映像から確認したところ、周辺車両の水撥ね状況より水膜厚の状況に差異が見られた。⇒水膜厚の程度に応じた検出ができていると考えられる。

降雨強度と水膜厚推定値の関係と実際の状況の確認

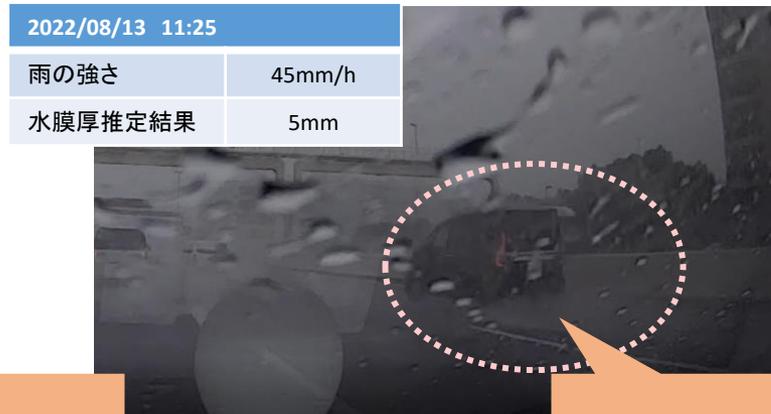


- 同じ降雨強度でも水膜厚が異なる場合、周辺車両の水撥ね状況に違い



出典：受託者撮影

水撥ね少



水撥ね多

5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象2：試行結果を踏まえた水膜厚レベル検出の課題と可能性

- 検量線に基づく水膜厚推定の課題として、路面ドライ時においても1～2mmの水膜厚が推定されたり、速度が遅いと（40km/h以下）誤差が大きくなる場合がある。
 - 上記を踏まえると、大まかな区分設定（例えば3段階）であれば水膜厚レベルの推定が可能と考えられる。

水膜厚さ推定における課題

- 水膜厚さの推定が出来ない条件が存在（旋回時、ブレーキ中、ギアチェンジ中、加速度大）
- 路面ドライ時においても、推定誤差のため、1～2mmの水膜厚さとして推定される場合がある
- 速度が遅いと（～40km/h）誤差が大きく、ドライ時でも大きな値が出現する可能性がある

検出条件と検出可能性

【条件】40km/h以上の速度で定常走行

【検出可能性】例えば以下の区分で水膜厚レベルの推定が可能（3段階の場合※）

- ① 水膜が張っていなかった可能性がある（0～4mmの水膜厚さと推定）
- ② 薄く水膜が張っていた可能性がある（5～9mmの水膜厚さと推定）
- ③ かなり水膜が張っていた可能性がある（10mm以上の水膜厚さと推定）

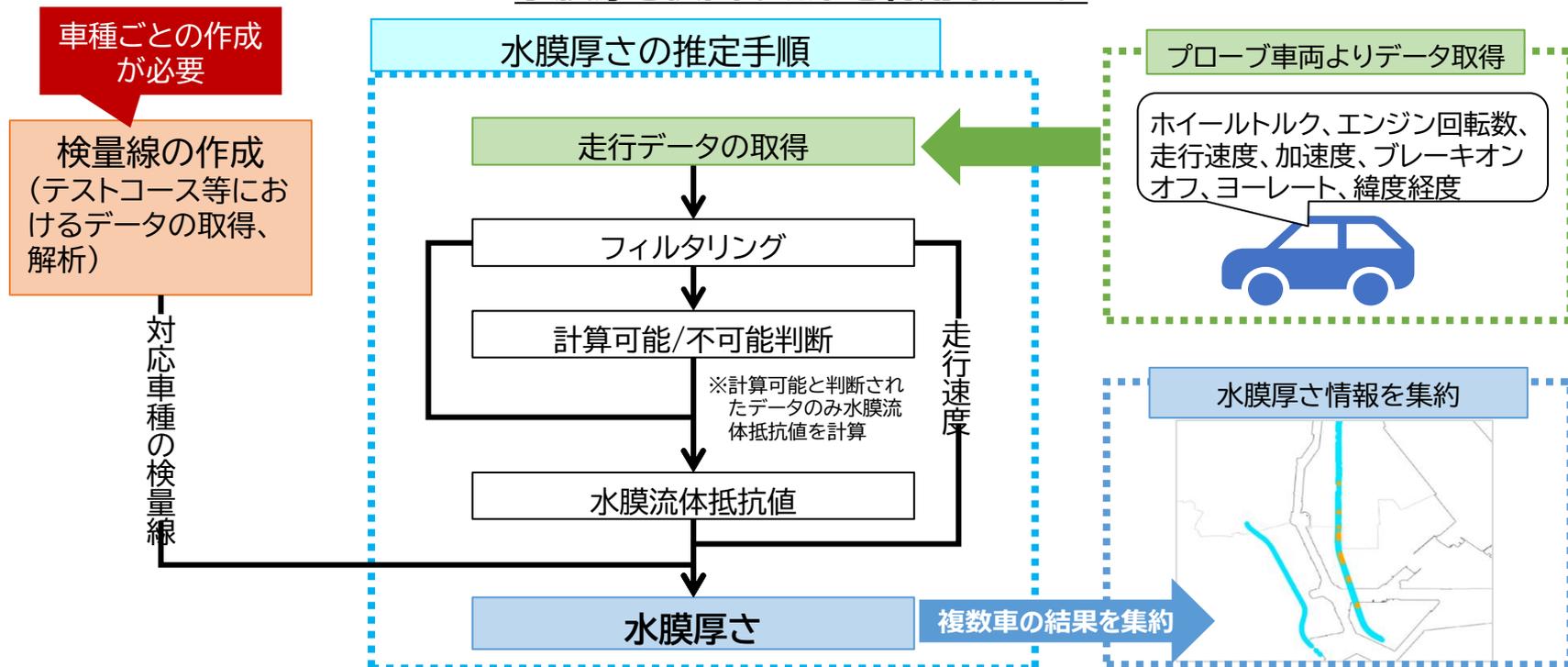
※段階数や閾値は今後検証が必要

5.2. 車両プローブデータの収集、評価

対象2：水膜厚レベル情報の生成実用化に向けた今後の残課題

- 検量線は現時点では車種ごとの作成が必要だが、検量線を事前に作成出来れば、水膜厚レベル情報を車両から得られるデータのみで生成することが可能である。
 - 乗車人員等の荷重、タイヤの内圧、タイヤの残溝（排水性が確保されている範囲で）は影響が小さい。
 - ただし、車種、タイヤの種類（サマータイヤ/スタッドレスタイヤの違い）によって検量線が異なる場合がある。
 - 検量線の一般化のため、検量線が異なる要因の洗い出しと対応方法の検討が今後必要である。

水膜厚さ検出の流れと利用イメージ



5.2. 車両プローブデータの収集、評価

評価結果のまとめ（対象2）

<実用化の可能性に関する考察>

- ① 水膜厚レベルについては、タイヤメーカーによる走行抵抗値検知技術にて検量線を作成し、水膜厚の計測が可能であることを試験路で確認。応用することで冠水の検出も可能と考えられる。
- ② 実道（雨天時）での計測では、目視ではあるが水膜厚の程度に応じた検出ができていることを確認した。
- ③ ただし実証実験の結果より、低速走行で計測誤差が大きく、路面ドライ時でも数ミリの水膜厚が検出される場合があるため、大まかな区分設定であれば水膜厚レベルの推定が可能と考えられる。
- ④ 一方、車種やタイヤ種類の違いにより検量線が異なる可能性があることを確認。検量線が異なる要因の洗い出しと対処方法の検討が今後必要である。

5. 悪天候や路面状況の検出に関する車両プローブデータの活用検討及び検証

5.3. 自動走行や道路維持管理への活用方法の検討

- 車両プローブ情報等から推定される、路面グリップレベル、水膜厚レベルから、道路管理やドライバー、自動運転車へ提供する**路面の凍結・積雪**、**水膜発生**、**冠水**事象について把握が可能である。
- 検証結果をもとに**道路管理者**（高速道路会社・国道事務所）へ車両プローブ情報の活用可能性について、**ヒアリング調査**を実施した。
- ヒアリング調査結果より、想定される**10のユースケース**を抽出した。

各路面状況把握において抽出されたユースケース

路面状況	凍結・積雪把握	水膜発生状況把握	冠水箇所把握
想定されるユースケース	①通行止め判断支援 ②ドライバー向け*1の滑り易さ情報の提供 ③凍結防止剤効果持続状況のモニタリング ④凍結防止剤のきめ細かな散布への活用 ⑤凍結抑制舗装実施箇所の判断	⑥舗装劣化(水撥ね防止)優先対策箇所の把握	⑦異常冠水発生箇所の特定 ⑧冠水のリアルタイム検知(ヒートマップ等) ⑨冠水の予兆検知 ⑩ドライバー向け*1の冠水情報の提供

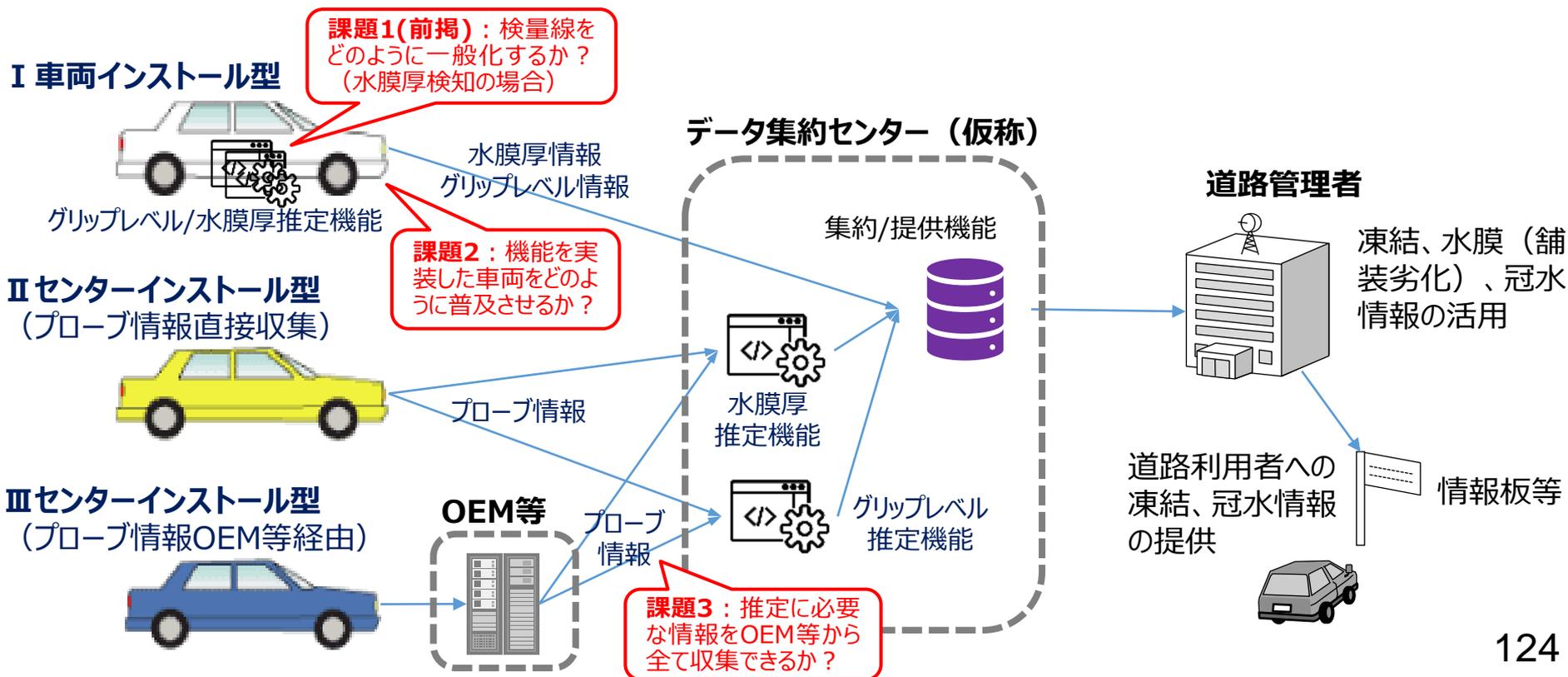
*1：ドライバー向けのユースケースは、自動運転・運転支援での活用可能性も考えられる

5.3. 自動走行や道路維持管理への活用方法の検討

実用化時に想定される機能配置の考え方と課題

- 今回検討したグリップレベルや水膜厚情報を収集して活用する場合、情報生成機能を車両側に実装するケースと、必要なプローブ情報を車両から直接、あるいはOEM等を経由して収集し、センター側で情報生成する3つのケースが考えられる。
- 課題として、車両側に実装する方法ではその普及方法、センター側に実装する方法では、必要なプローブ情報が収集できるのか、できない場合の対応方法等を、今後検討していく必要がある。

実用化時に想定される機能配置の考え方と課題



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。