

# 「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」

## 2021年度分 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

2022年3月

# < 目 次 >

- 1. 調査研究の概要.....P2
- 2. 各要素の技術検討.....P12
- 3. 実証実験.....P77
- 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.....P91

# 1. 調査研究の概要

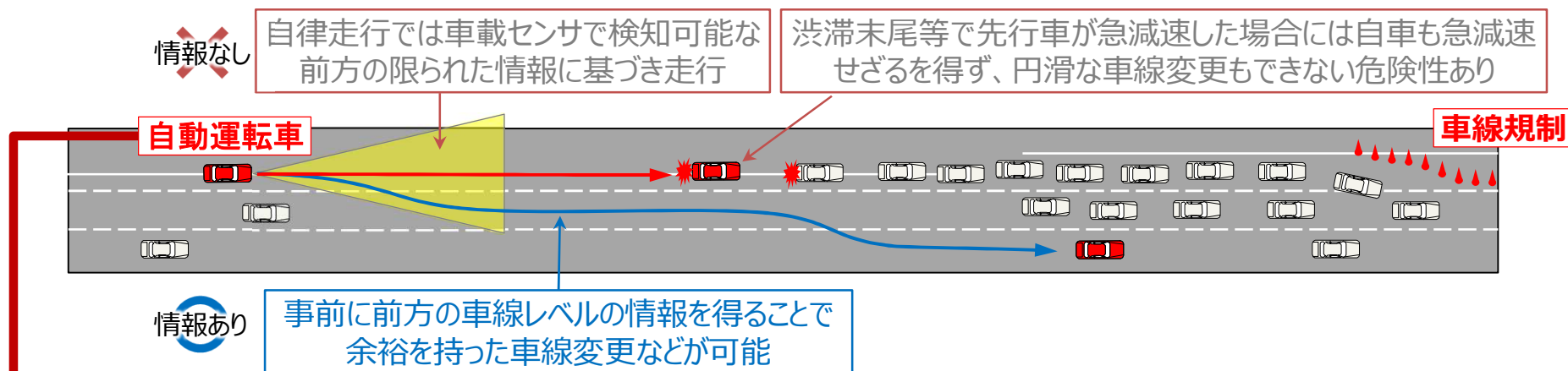
## 1.1. 事業目標

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**。
- 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。
- 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。
- 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

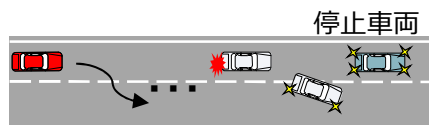
- 車線変更等の制御にあたり前方の車線レベル情報が有効となる3つのユースケースを対象に検討。

### 対象ユースケース

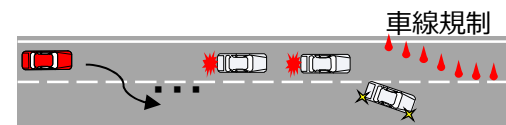
**A : 渋滞末尾  
(分岐支援、通過支援)**



**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**
- **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**

# 1.1. 事業目標

## 将来の目指す姿と本年度の検討範囲

- 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。

①現在（実証実験）  
（2020～21年度）

②現状の技術の延長で  
目指す姿（過渡期）

③将来の理想形として  
目指す姿

### 本年度の前提

#### プローブ情報（商用）

- データ量少
- アップリンク遅れあり
- 車道リンクデータ  
（速度、ウイカー情報※等）
- 5分集計5分更新

※2021年度  
より実施

### 本年度の実施内容

#### 首都高速 2 路線を対象に実証実験を実施し、下記事項を検証

- 車線別道路交通情報生成の可能性の検証
- 必要な技術仕様の検討
- 情報の有効性の検証

利用を想定する情報

#### プローブ情報

- データ量中
- アップリンク遅れ減少
- 車道リンクデータ  
（速度、ウイカー情報等）
- 5分集計1分更新

#### インフラ情報

- 交通管制情報（車線  
規制、事故等）

#### プローブ情報

- データ量多
- アップリンク遅れ更に減少
- 車線別データの活用  
（速度、ウイカー情報等）
- 1分集計1分更新

#### インフラ情報

- 交通管制情報（車線規制、  
事故等）

#### その他先読み情報

- 緊急通報情報（事故等）



## 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う。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）を行う。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するものとする。

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する。

### 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

なお、2019～21年度は、研究開発項目のうち「a. 各要素の技術検討」、「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」の一部について研究開発を行った。

# 1.2. 事業概要

## 本研究開発の検討の流れ

### 要件検討・仕様検討 (a.各要素の技術検討)

#### 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

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

#### 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

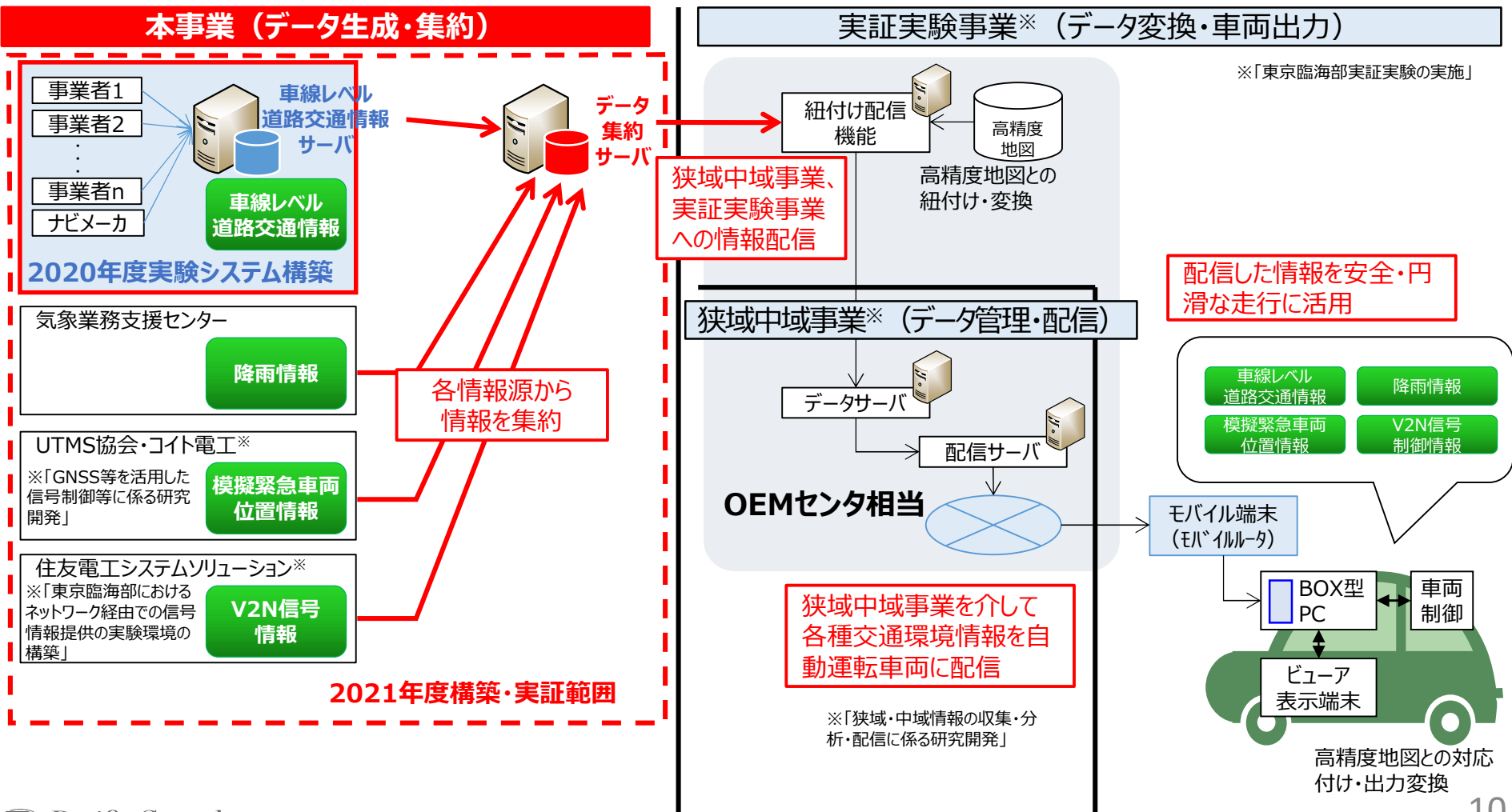
#### ② 技術評価

※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

# 1.2. 事業概要

## 実証実験環境の全体構成

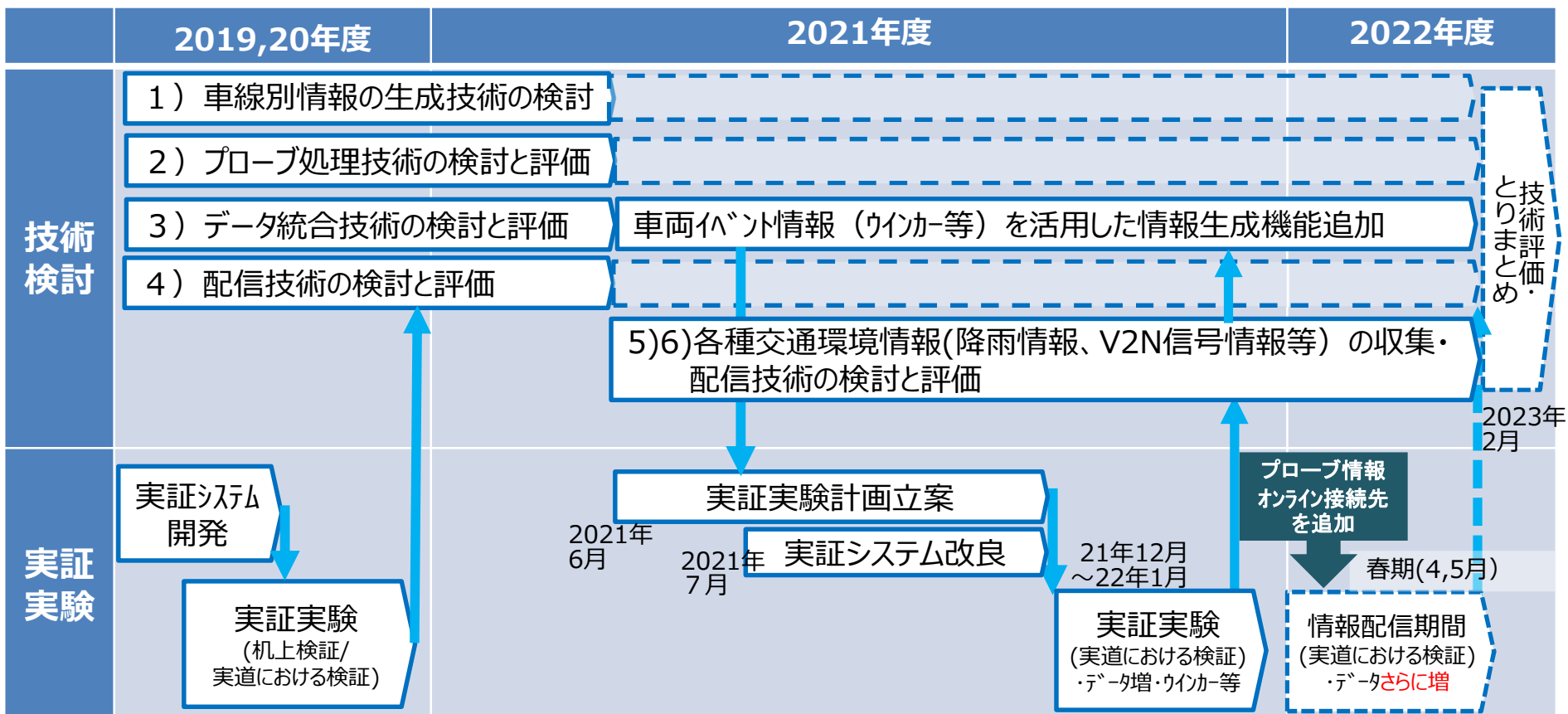
- 自動運転車両の適切な判断や制御に活用しうる**各種交通環境情報**を、2020年度より実証実験システムを構築している**車線レベル道路交通情報**と併せて一元的に集約し、**車両側（OEMセンタ相当）**に提供する**実験環境**を構築し、**実証実験**を行う。



## 1.2. 事業概要

### 本研究開発の実施スケジュール

- 2021年度は、**プローブデータ量を増やし安定的な情報生成を実道で検証**。更に**車両イベント情報（ウイカー等）**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情報生成可能性を検証。併せて**社会実装に向けた検討**を進めていた。



## 2. 各要素の技術検討

### 2.1. 車線別情報の生成技術の検討

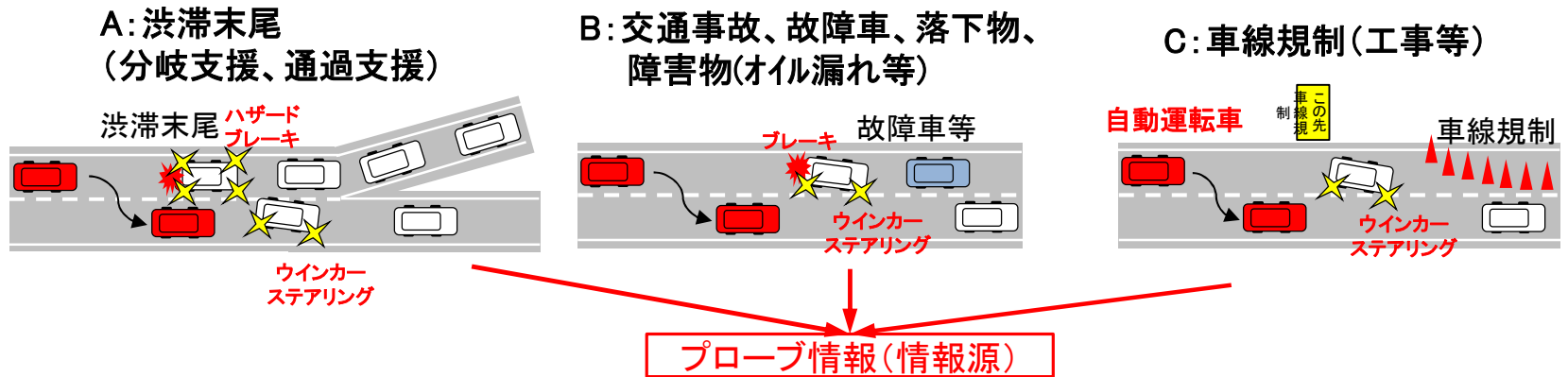
- 高速道路及び自動車専用道路を対象に、各社の車両から収集するプローブ情報（リンク別旅行速度等）の統計データより車線別情報を生成する方法について検討する。
- なお、本業務においては早期実用化を目指すために、入手可能な（自動運転車両ではない既販車両から得られるデータの意）データを活用するものである。
- なお、2019年度においては、車線別情報を生成する方法について基礎的検討を行った。また、入手可能なデータについて、プローブ提供事業者にヒアリング調査を実施した。

## 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**することを検討する。



#### 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"> <li>● 車道別プローブ (分岐部での方向別) での速度低下位置</li> <li>● ハザード、ブレーキの多発</li> <li>● ウインカー、ステアリングの多発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ウインカーの多発</li> <li>● ステアリングの多発</li> <li>● ブレーキの多発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ウインカーの多発</li> <li>● ステアリングの多発</li> </ul>
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)	

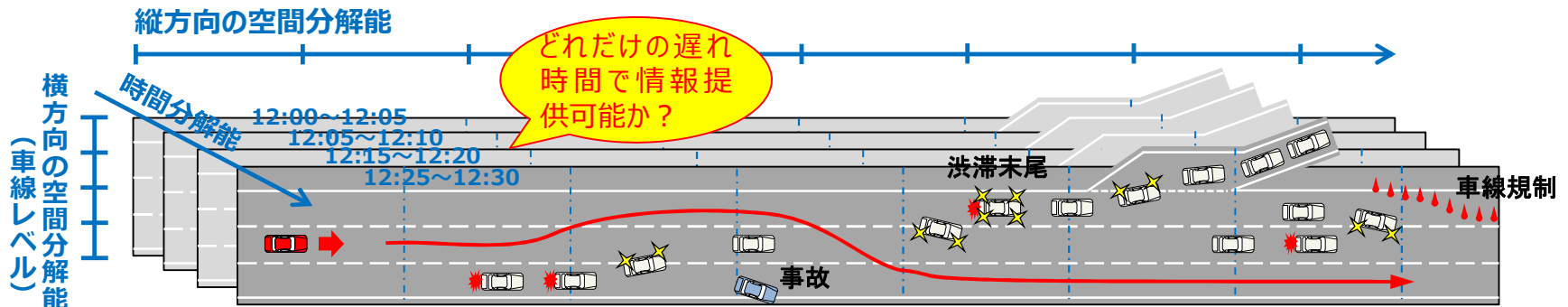
# 2.1. 車線別情報の生成技術の検討

## (1) 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

### ■ 自動運転に必要な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

ウインカー		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				
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。
- 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。

##### ○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化する。

## 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

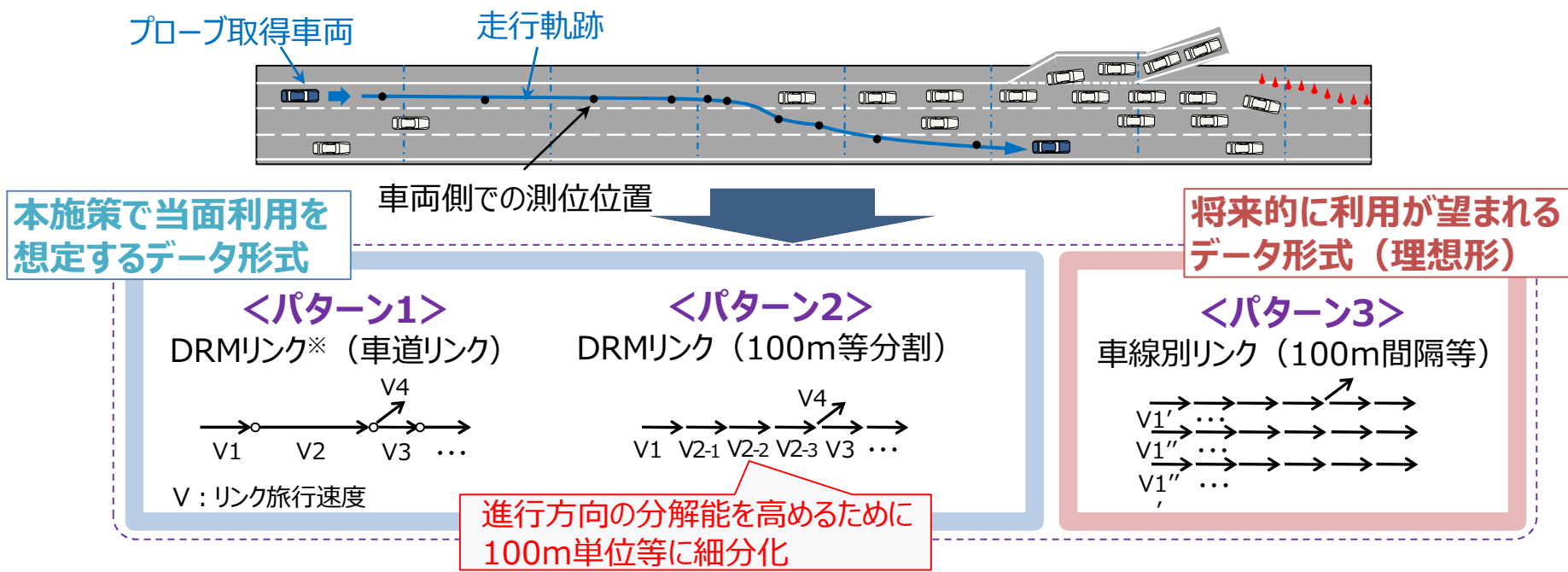
#### ■ 車線別プローブの生成に係る基礎技術

- 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する。
- 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）**
- 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。



## 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)
<b>パターン1</b> DRMリンク 単位	<b>分岐部 方向別速度</b> (5分値)	分岐部手前リンク における方向別速 度	○	○
<b>パターン2</b> DRMリンク 100m分割 単位	<b>リンク速度</b> (5分値)	平均速度	○	○
		速度層別台数 <sup>注1)</sup>	○	○
	<b>車両イベント 発生数</b> (5分値)	ブレーキ発生数		
ウイinker発生数		○	○ <sup>注2)</sup>	
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

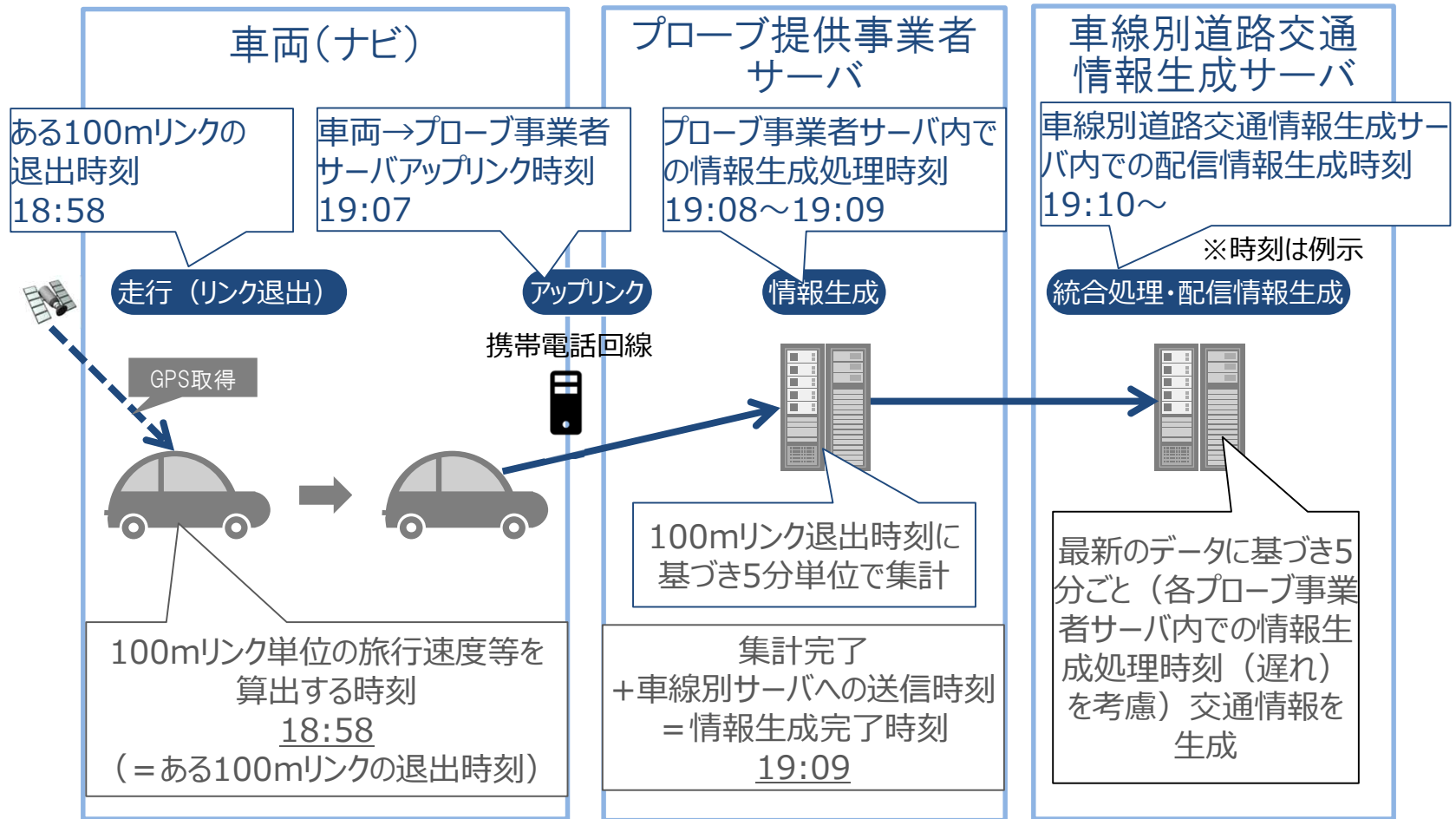
速度階級区分	台数
0<V≤10km/h	
10<V≤20km/h	
⋮	
110<V≤120km/h	
120<V	

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
  - 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
  - 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

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

#### 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**
- 「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**

## 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、必要な改良を行う。
- 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、情報生成に必要な逆り階層数についての確認を行った。



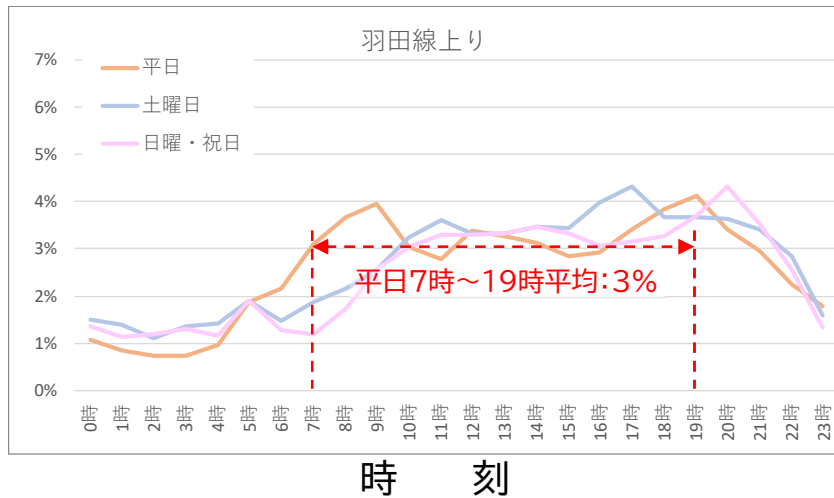
## 2.2.2 技術評価

### ■プローブ情報収集量の確認（混入率）

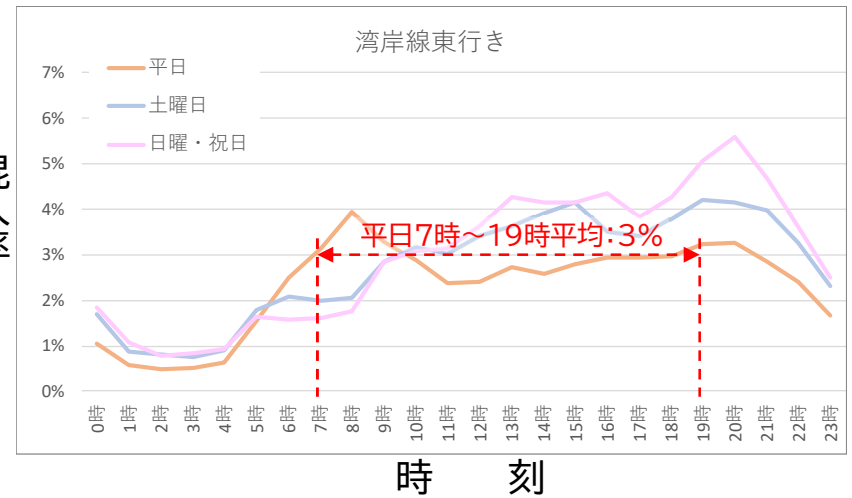
- 現状で収集可能なプローブ情報（速度層別台数）での混入率は首都高速道路（羽田線、湾岸線）で**3%程度**（平日/昼間）
- 羽田線（上り）で**6台/5分**、湾岸線（東行き）で**8台/5分**に相当。

### ○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

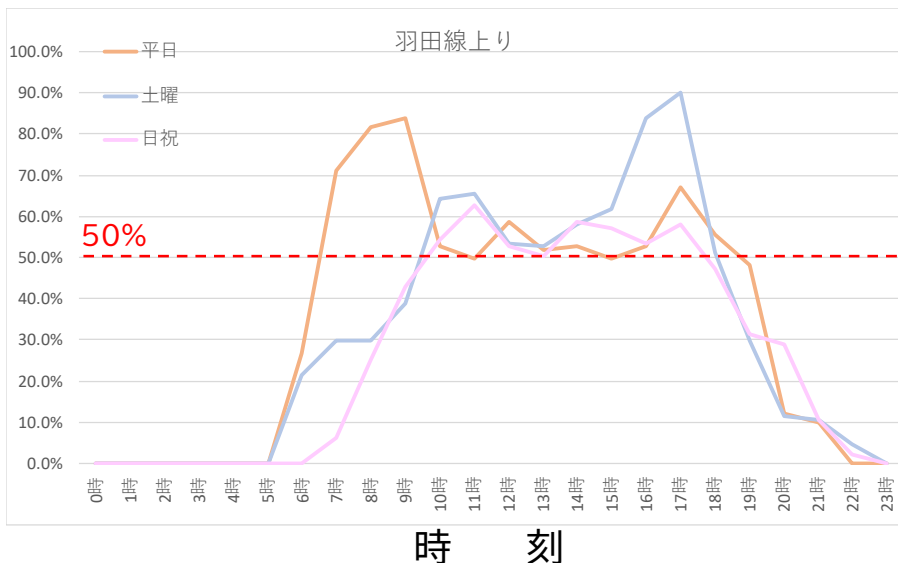
### ■プローブ情報収集量の確認（5分あたり台数）

- 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。
- 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。
- 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

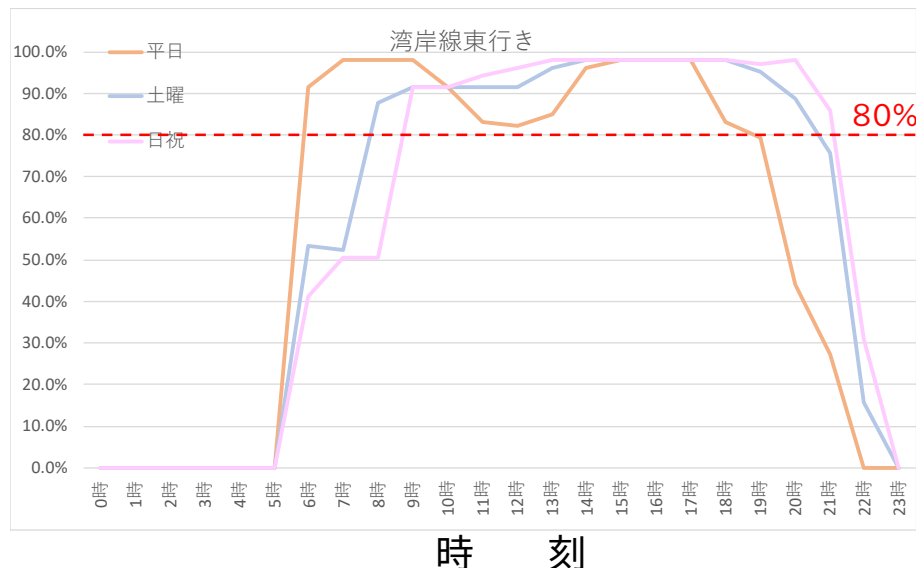
※都市内高速道路の速度分布において±10km（信頼度95%）の精度で平均旅行速度が算出できるサンプル数

○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)



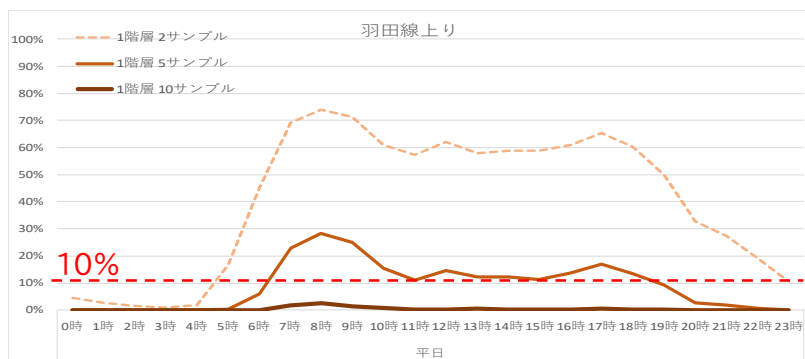
## 2.2.2 技術評価

### ■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）

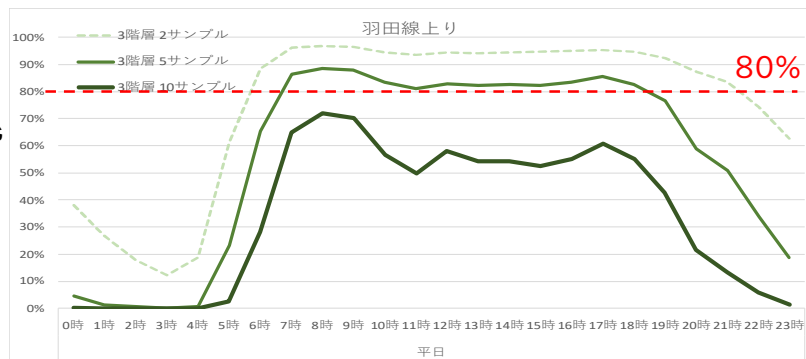
- 各OEM等においてプローブ情報収集時にアップリンク遅れが生じているため、遅れて収集されるデータも活用できるように、5分単位で過去30分までデータを収集する。
- 5台以上データを確保しようとする場合、直近5分で収集できる区間割合は10%、過去10分まで遡ると60%、過去15分まで遡ると80%程度となる（羽田線乗り）
  - アップリンク遅れを考慮すると区間や時間帯によって5台のデータを収集するのに15分程度かかることが想定されるが、コネクティッドカーの普及増大により今後向上が期待できる。

### ○情報生成率 羽田線乗り 2020/7/8～8/7 平日平均

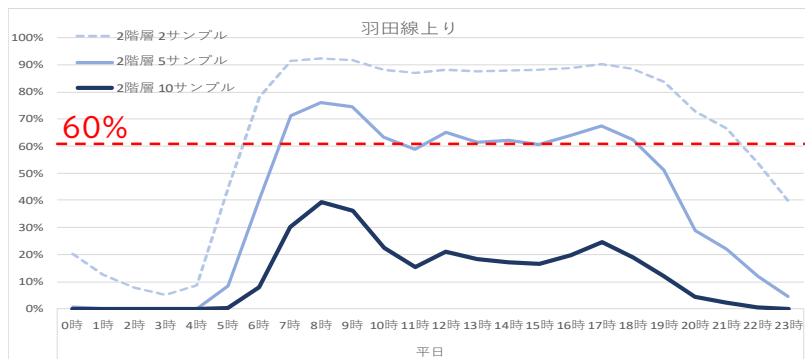
（直近5分間）  
階層1



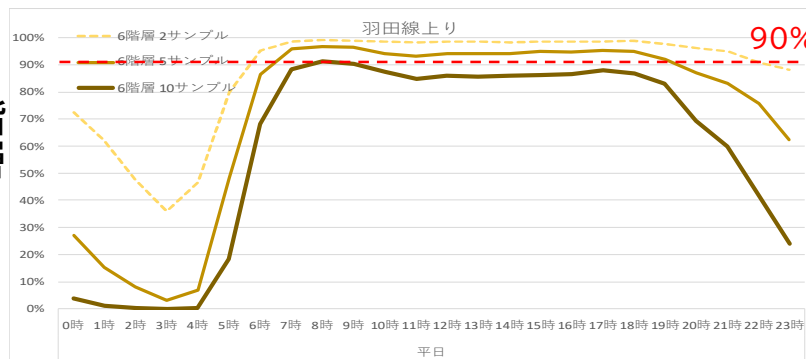
（直近15分間）  
階層3



（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

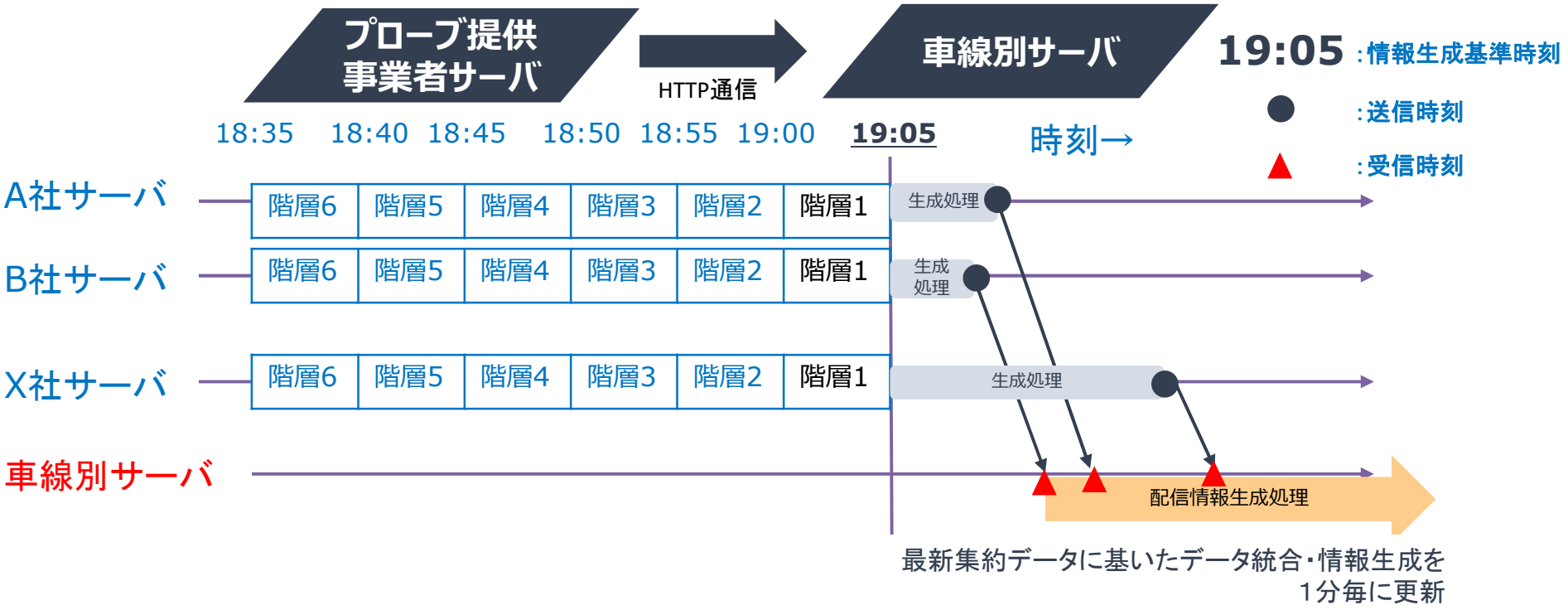
### 2.3.1 技術検討

- 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以下を想定し、検討する。
- また、上記統合処理により車線別情報を生成するに当たり、落下物等情報や事象規制情報等を車線別に分類したデータを参照し、活用する方法について検討する。
- 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（ウイ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

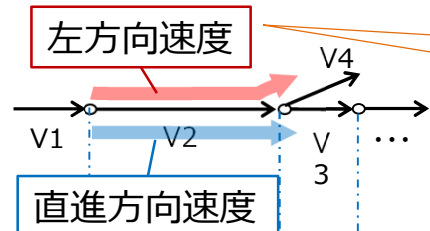
#### ■プローブ情報のリンクが持つ情報と車線別情報生成の基本的考え方

##### <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)

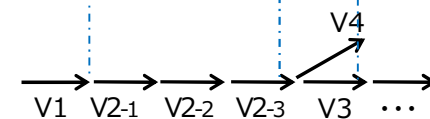
- 分岐部手前リンク方向別速度



##### <パターン2>

##### DRMリンク (100m等分割)

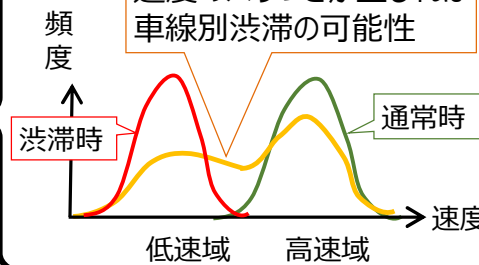
- 速度層別台数
- 車両イベント発生数 (ウイinker等)



##### 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

##### 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

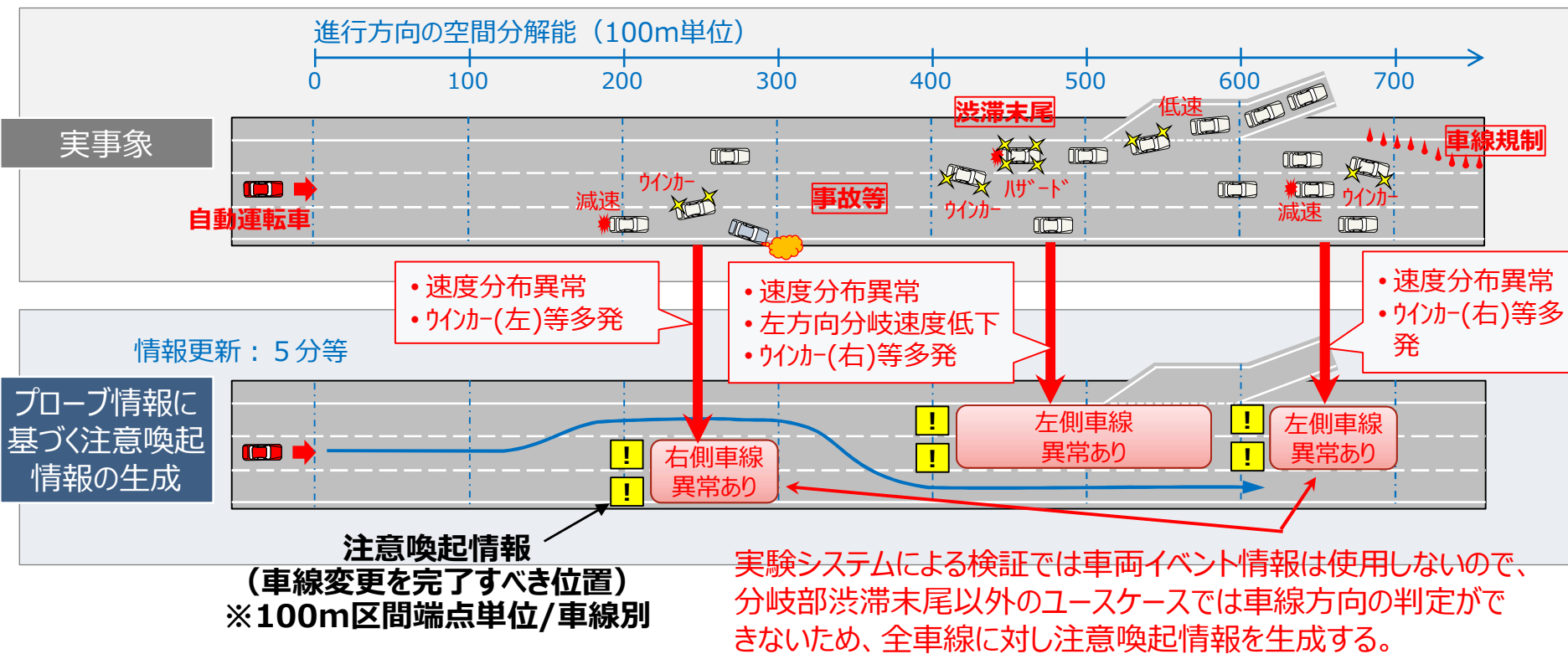
ブレーキ操作車両が多ければ前方で支障発生と推定

- 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

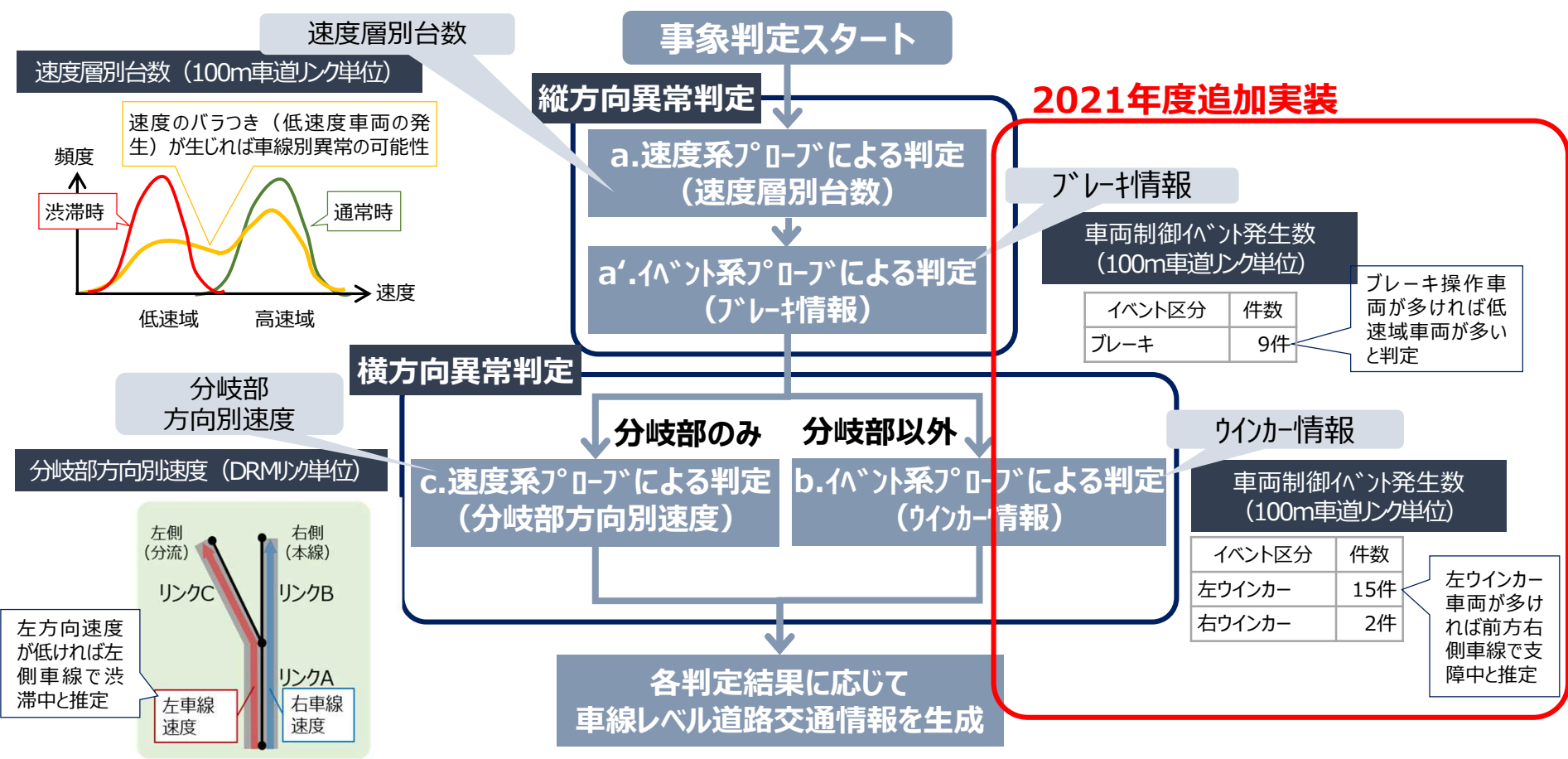
- 対象ユースケースに該当する下記の**注意喚起情報**の生成可能性を検証
- 実験システムによる検証では車両イベント情報の処理機能は実装しないため、**分岐部渋滞末尾**のユースケースを中心に検証を行う。



# 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

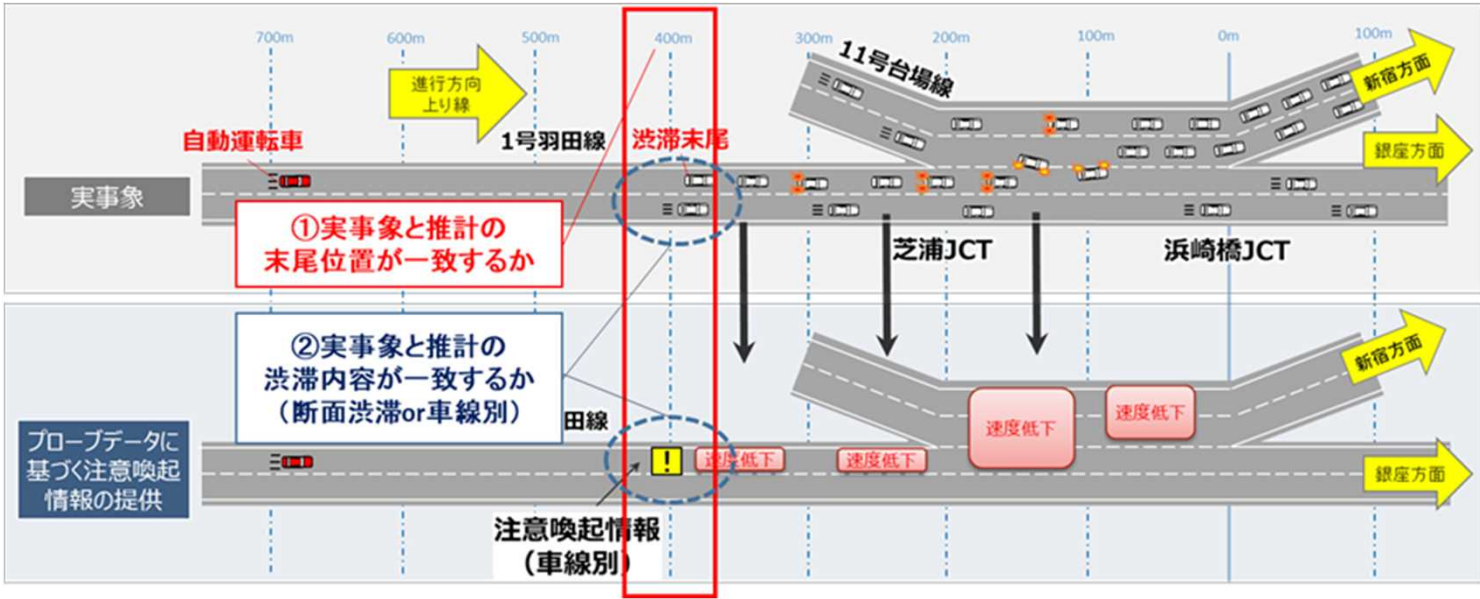
- データ統合サーバを構築し、前項の技術検討を踏まえた統計処理方式を用いて車線別情報を作成する。作成した車線別情報に対して、情報精度など実用化に向けた課題分析を行い、必要な改良を行う。
- なお、2020年度においては、データ統合サーバを構築し、過去のプローブ統計情報を用いて車線別情報を生成した。さらに、実際の交通状況との比較を行い、情報精度の評価を行った。
- また、2021年度においては、ウインカー情報を含む過去のプローブ統計情報を用いて、分岐部以外の区間（東海JCT合流部）で車線別情報を生成した。

## 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。

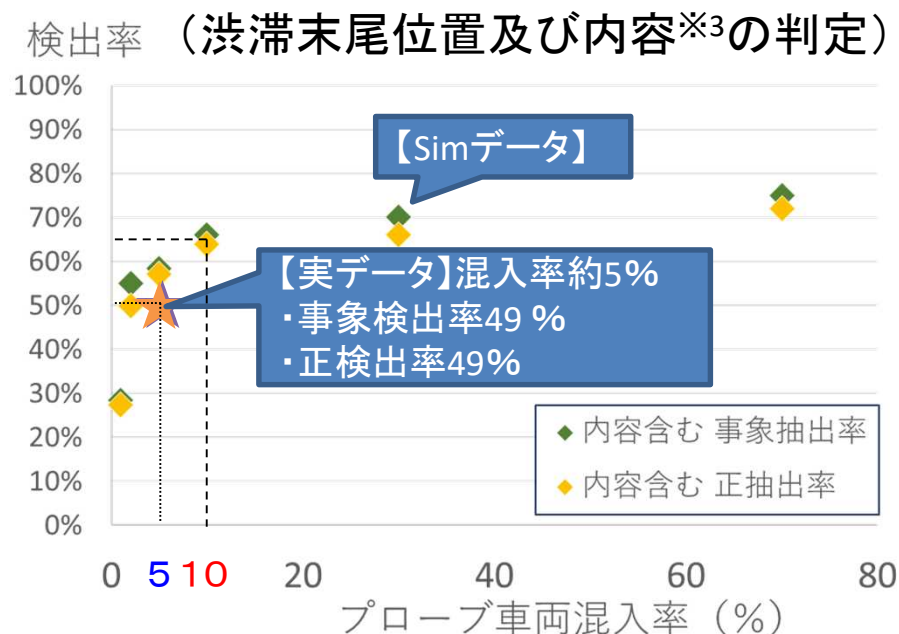
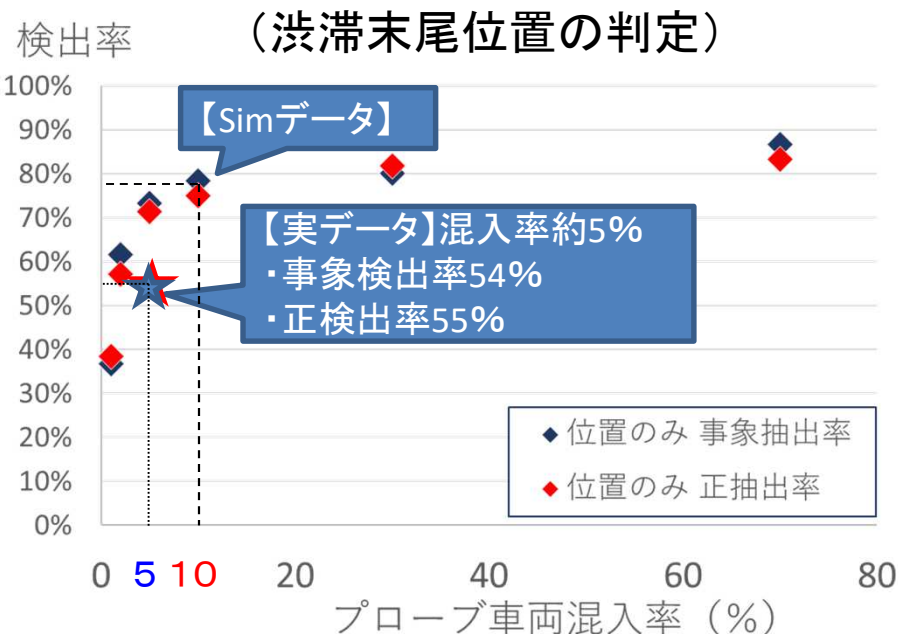
速度情報を用いた事象検知方法の検証イメージ



## 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
  - 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
  - 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



※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（羽田線上市崎橋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。

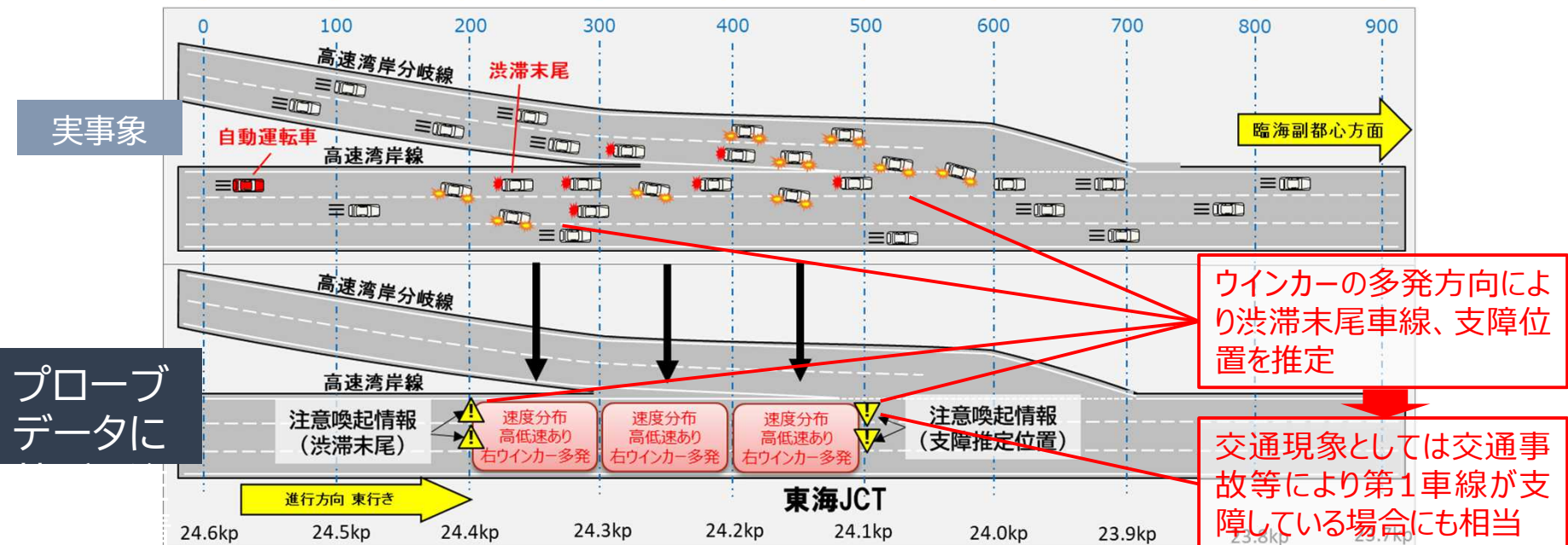


合流部手前の車線別渋滞の様子

(2020年8月6日事前検証時走行映像, 10:39頃)

### 東海JCT合流部の交通現象と情報生成概念

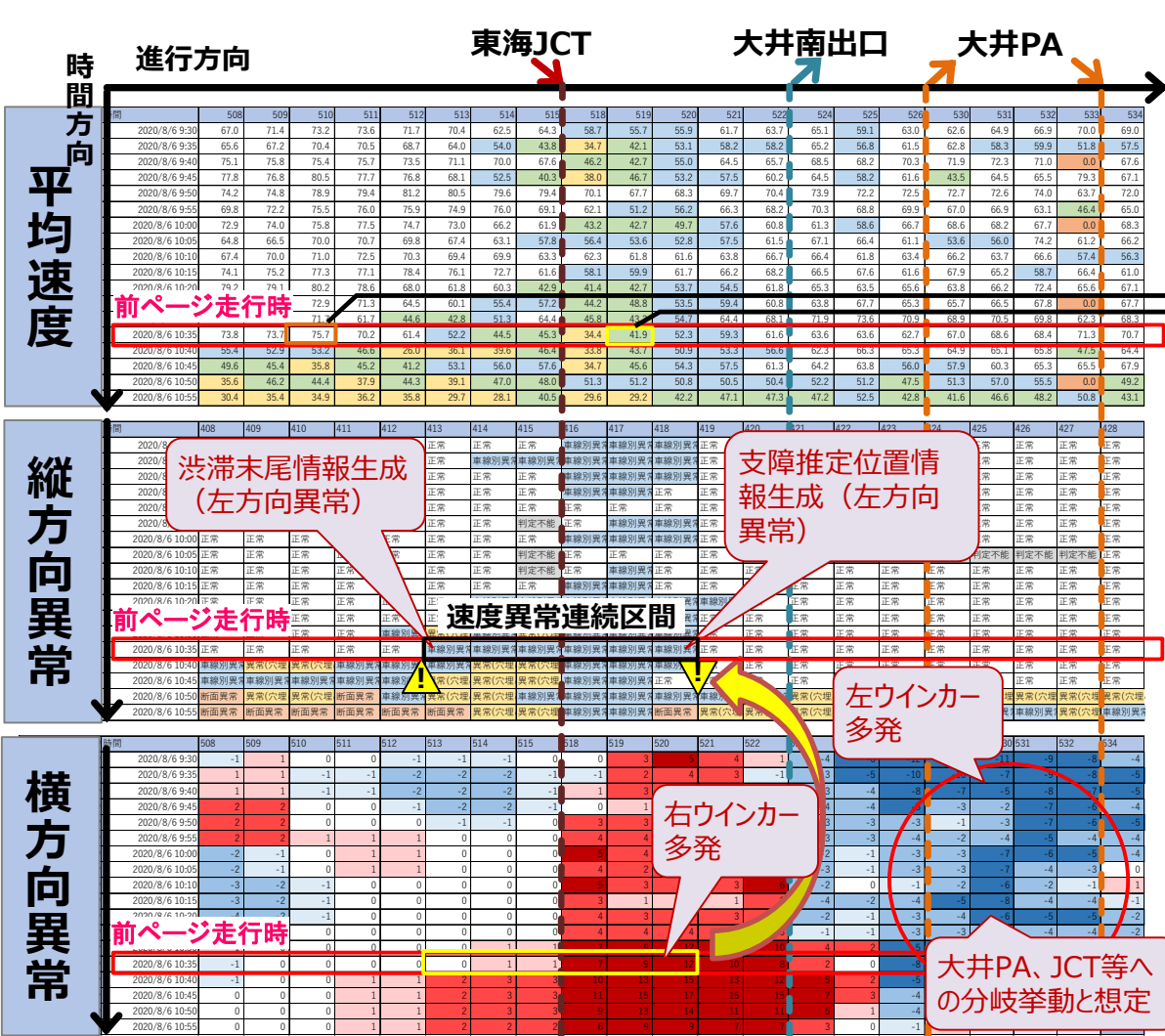
情報表示間隔 (100m単位)



# 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)

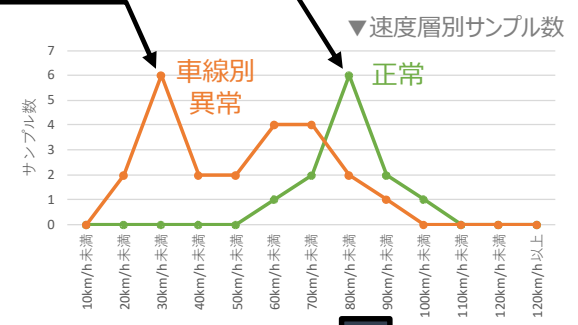
- 縦方向異常 (速度分布異常) と、横方向異常 (ウinker多発) とを組み合わせることで、東海JCT合流部に伴う車線別渋滞を検出し、**支障発生位置と渋滞末尾位置 (時間帯により車線別)** の情報生成が可能。



## 東海JCT合流部のプロブ情報による事象検知状況

- 凡例  
平均速度
- : 0~20km/h
  - : 20~40km/h
  - : 40~50km/h
  - : 50~60km/h

速度層別台数データ (速度分布)



- 縦方向異常判定
- : 断面異常
  - : 車線別異常
  - : 判定不能

## 車両イベント発生数

- 横方向(ウinker)異常判定
- : 左方向異常 (右ウinker多い)
  - : 右方向異常 (左ウinker多い)

(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

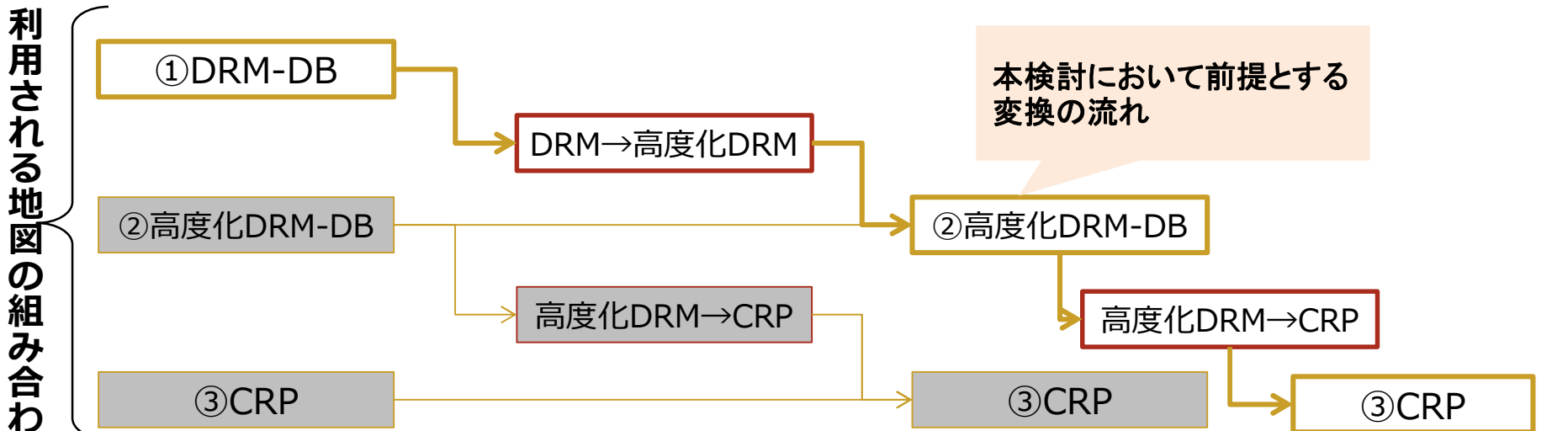
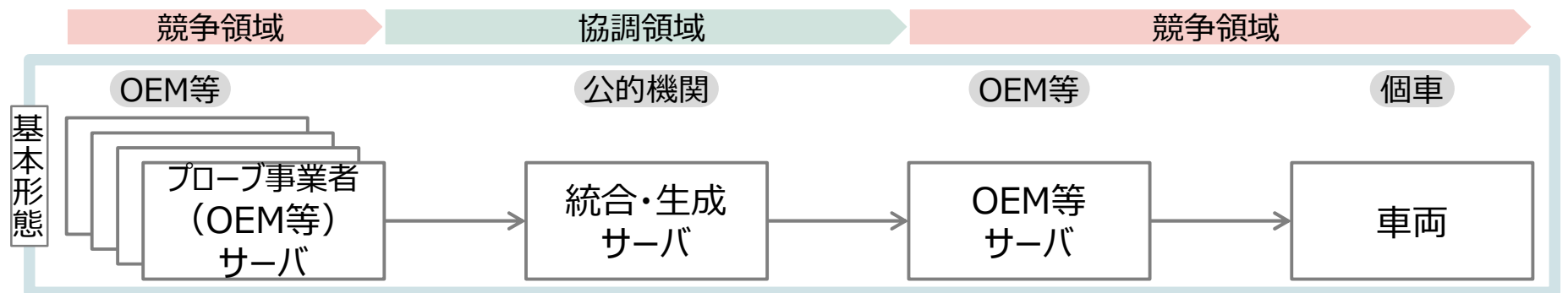
- 2.3において統合した車線別情報を、実験参加車両もしくはそれを中継するサーバ（将来的に社会実装される段階では、各自動車メーカーのテレマティクスセンター等がこの中継サーバに該当するようになる想定）へ提供する技術を検討する。
- 具体的には、高精度3次元地図に車線別情報を重畳するための位置参照方法、位置にあわせ提供する車線別情報の情報項目などを検討したうえで、メッセージフォーマットを検討する。検討に際しては、他のS I P施策、他の主体で実施されている検討を踏まえることとする。
- そのうえで、位置参照方法、提供する車線別情報の情報項目の記述内容、符号化形式などを検討し、符号化方法を具体化する。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

※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



位置表現可能なデータへの変換の流れ

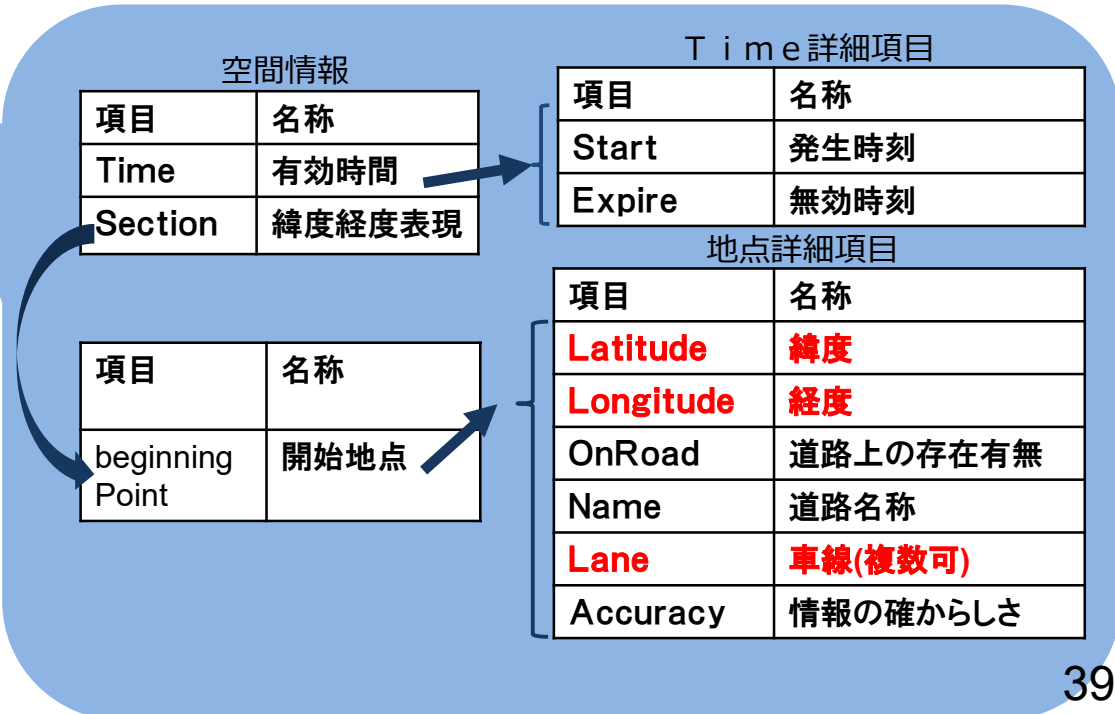
# 2.4.1 技術検討

## ■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。
- 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。

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. 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する。
- 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。
- 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必要あり。

## 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。
- 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3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

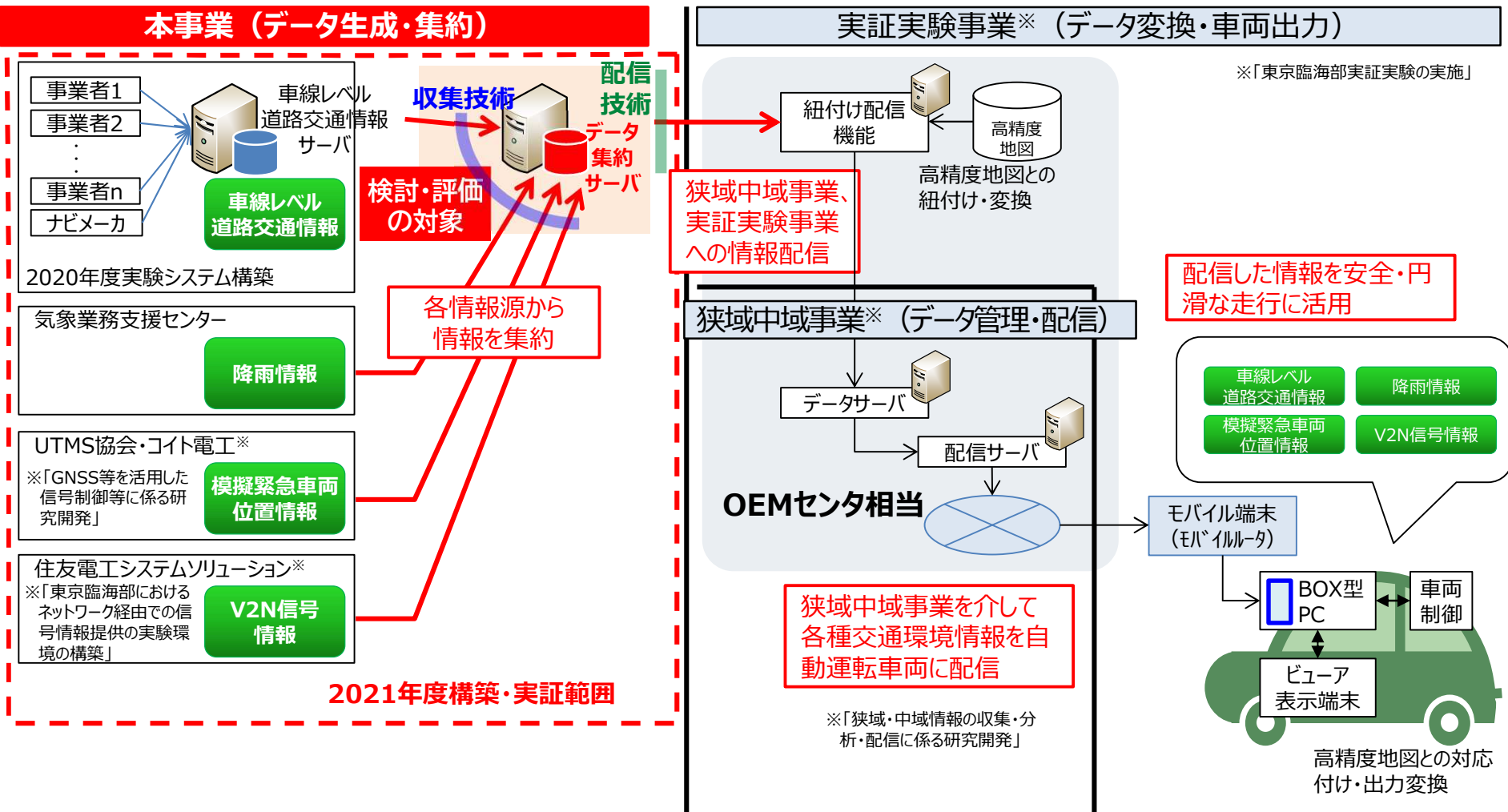
### 2.5.1 技術検討

- 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	UTMS協会・コイト電工 ※「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	住友電工システムソリューション ※「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。



## 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。

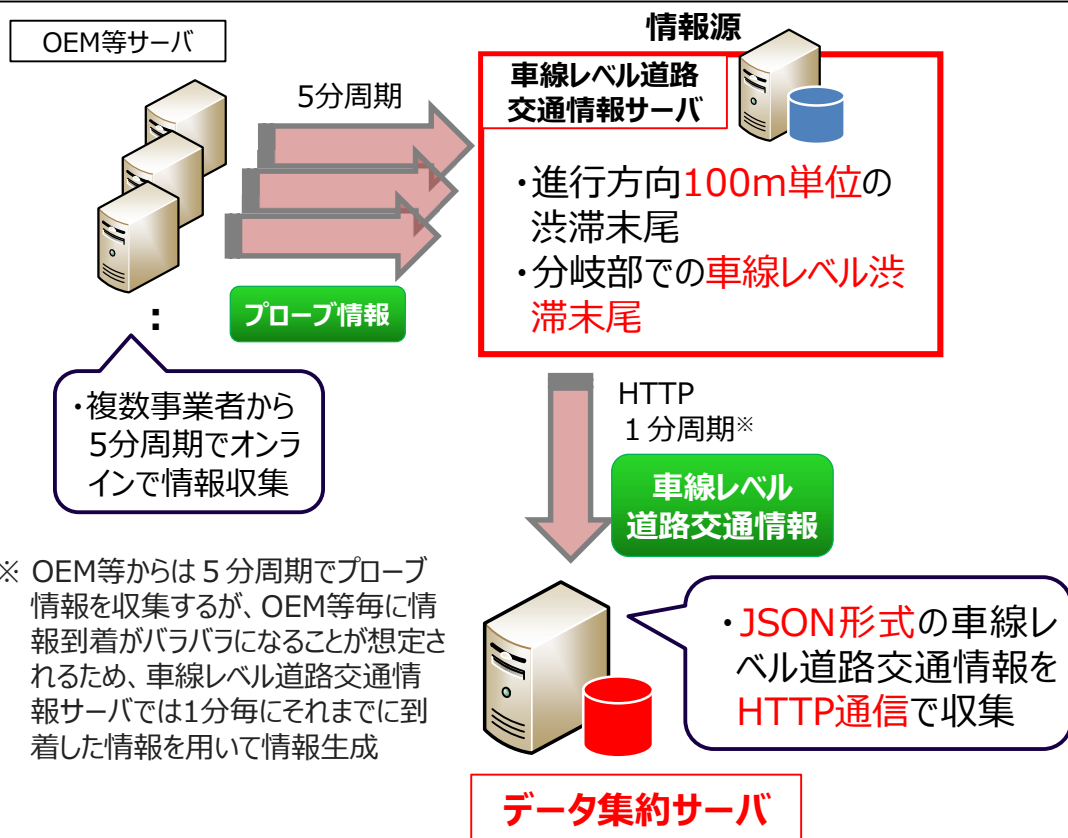
交通環境情報	情報源	収集周期	情報表現形式	通信方式
車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交通 情報サーバ	1分周期	JASPAR : JSON形式 コンテンツ : attention	HTTP
降雨情報	気象業務支援センター	5分周期	GRIB2 (国際気象通報式FM92 GRIB 二進形式格 子点資料気象通報式 (第2版) )	SFTP
模擬緊急車両位 置情報	UTMS協会・コイト電工	随時	独自のバイナリ形式	UDP
V2N信号情報	住友電工システムソリュー ション	随時	独自のバイナリ形式	UDP

## 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。
- 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1分周期で収集**。
- 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。



#### 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"}
  }
}
```

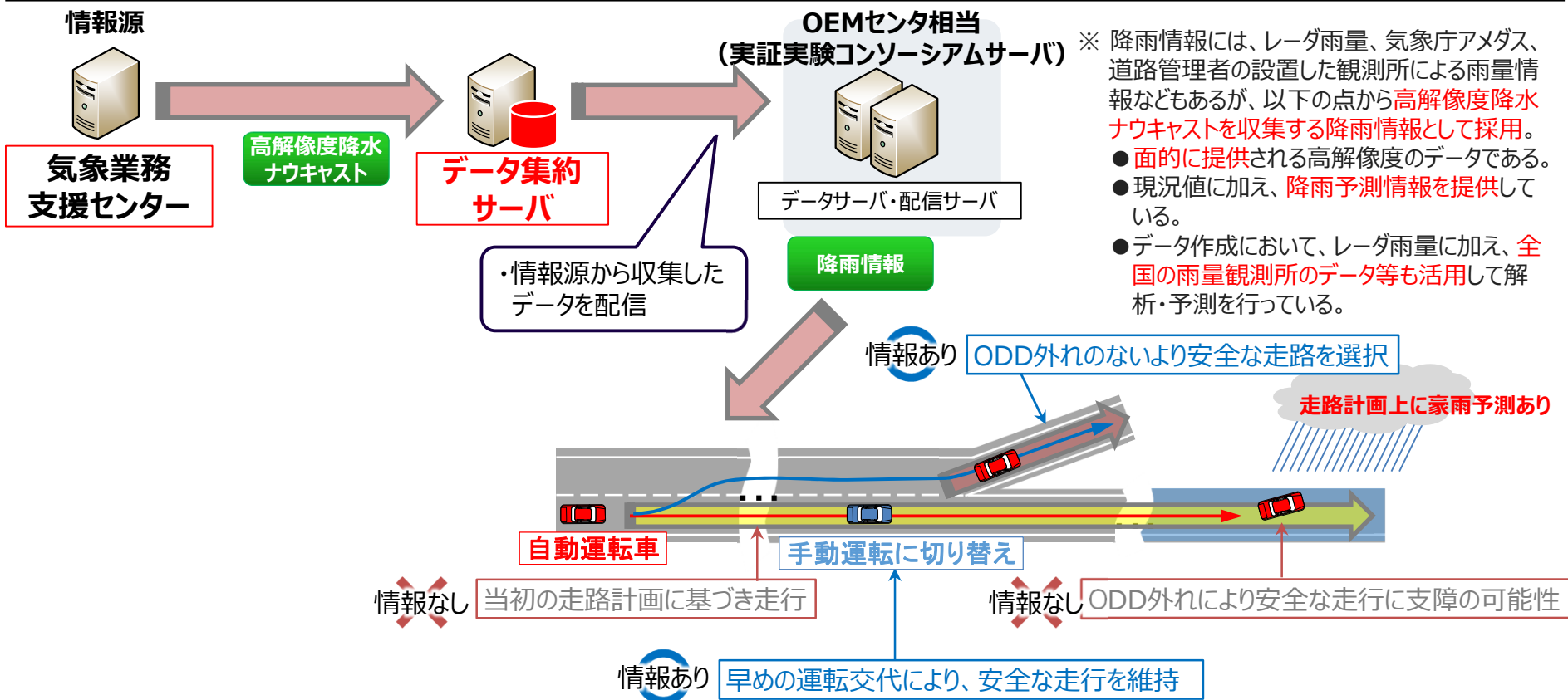
標記番号は下記を使用  
【渋滞末尾】標記番号 : 50  
【支障箇所】標記番号 : 60

## 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、余裕持ってドライバーへのTOR発出や走路計画の変更を実現。
- 「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。



## 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。
- 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）。

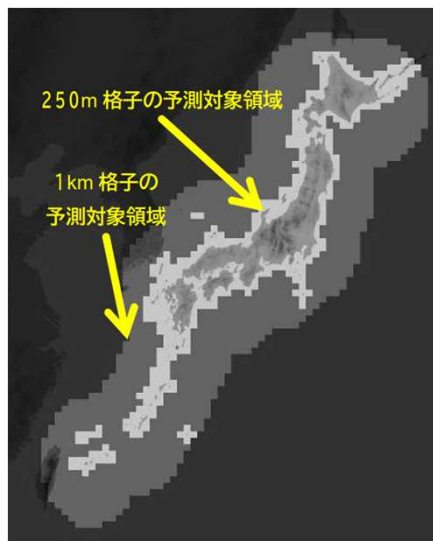
※GRIB2：国際気象通報式FM92 GRIB 二進形式格子点資料気象通報式（第2版）

#### 情報源

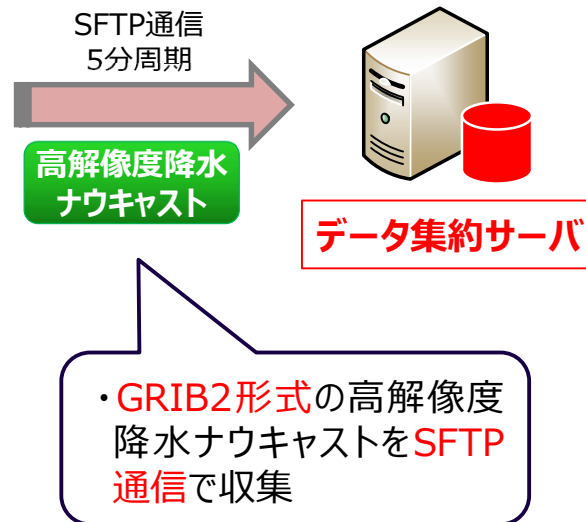
##### 気象業務支援センター

#### ■ 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。



画像出典：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版番号		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	作成中樞の識別	共通符号表C-1	34	東京
				8~9	作成副中樞		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					
第2節	地域使用節	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3節	格子系定義節	不使用				省略		
ここからテンプレート3.0 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	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>

【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) ※214 降水強度の誤差の要因
		12	作成処理の種類	符号表4. 3	2	0.解析・解析誤差、2予報
		13	背景作成処理識別符	符号表JMAA.1	151	降水ナウキャスト
		14	予報の作成処理識別符		missing	
	↓	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	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の数		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	(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	
	↓	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>

## 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=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
		7	資料節		*****		
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 IA5)	

#### 【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。

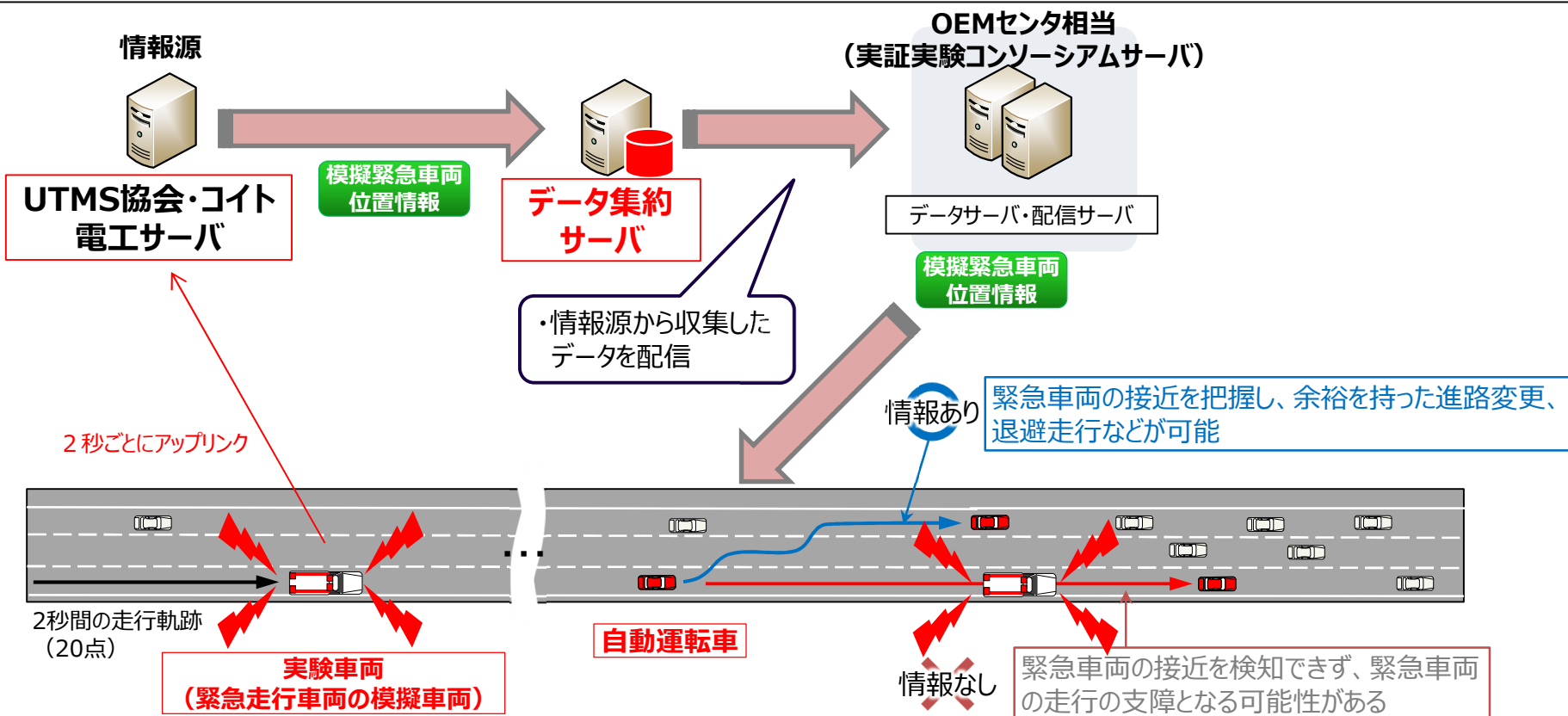
出典：配信資料に関する技術情報（気象編）第398号  
 高解像度降水ナウキャストの提供開始について  
 （気象庁予報部、H26.5.30（H26.8.5一部訂正））  
<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/398.pdf>

## 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。
- 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。



## 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。
- 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）。

情報源

#### UTMS協会・コイト電工サーバ



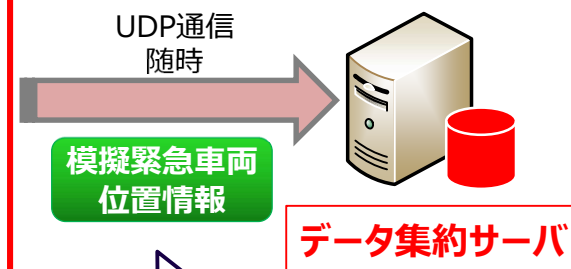
#### ■ 模擬緊急車両位置情報

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）

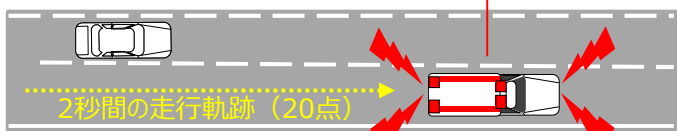
情報がない場合はヘッダのみ（データ長0）のハートビートを送信

<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



- ・ **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**

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
車載機基本情報							
(16 バイト)							
最新緯度情報							
(4 バイト)							
最新経度情報							
(4 バイト)							
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：10<sup>7</sup>）  
 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
車載機基本情報							
(16 バイト)							
最新緯度情報							
(4 バイト)							
最新経度情報							
(4 バイト)							
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 <sup>2</sup> ) 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

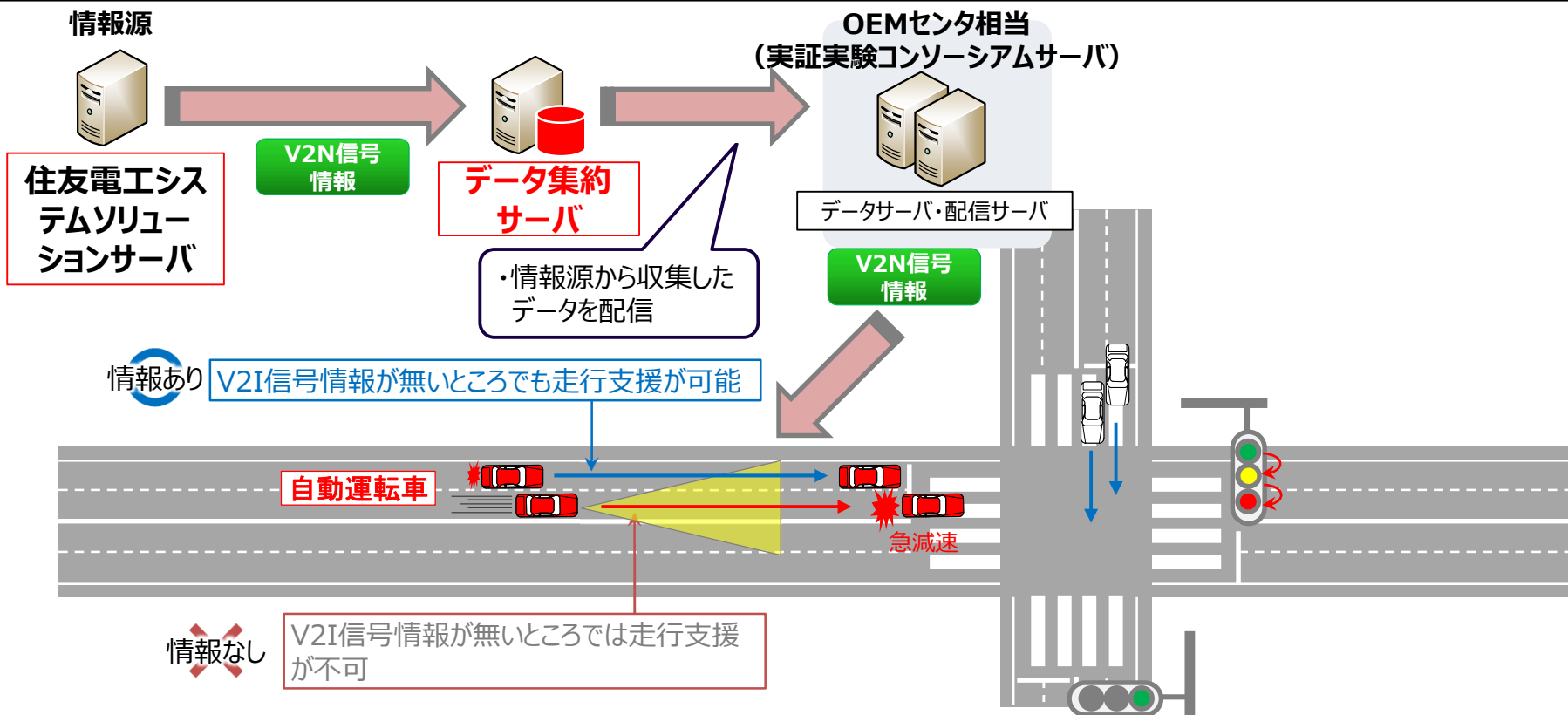
※HDOP：二次元位置精度低下率 (Horizontal Dilution of Precision)  
水平面内の位置の測定誤差の目安を示す値

## 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由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。
- 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。





## 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。
- 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（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。

#### 情報源

##### 住友電工システムソリューションサーバ



#### ■ V2N信号情報

以下の情報を配信

##### ① 提供地点管理情報

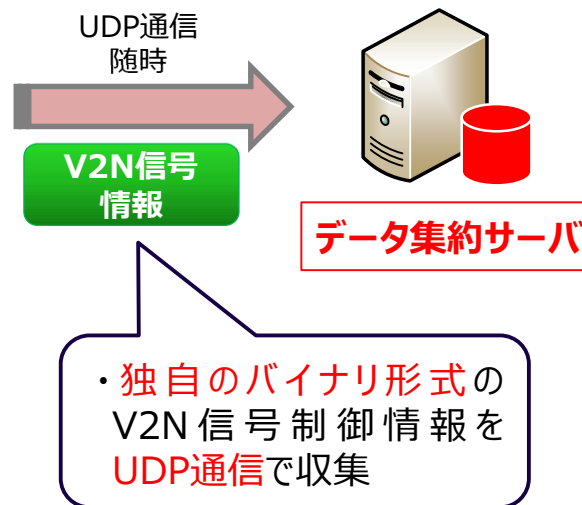
提供地点の交差点ID、灯器数、方路等の静的な情報

##### 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）



## 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)

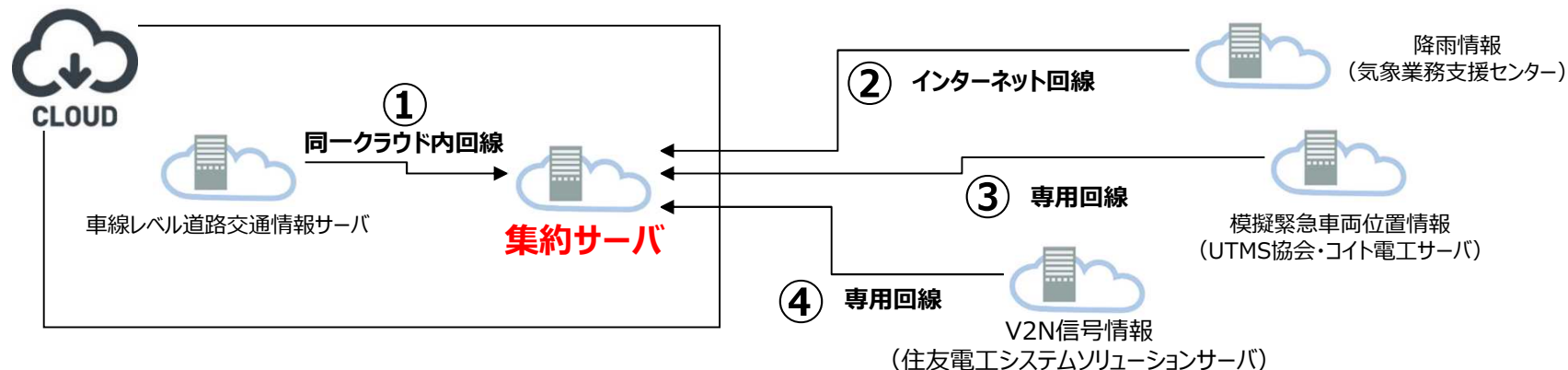
## 2.5. 各種交通環境情報の収集技術の検討と評価

### 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。



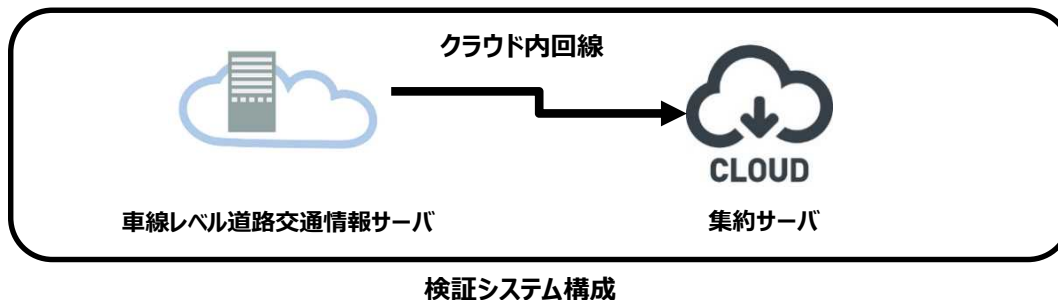
番号	交通環境情報	通信対象サーバ	セキュリティ対策の内容
①	車線レベル 道路交通情報	車線レベル道路交 通情報サーバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AWS間通信サービスのピアリング接続を採用           <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報を暗号化し、パブリックインターネットを通過することがないため、一般的なエクスプロイト（脆弱性利用型不正プログラム）や DDoS 攻撃（サービスを妨害する攻撃）などの脅威を低減</li> </ul> </li> </ul>
②	降雨情報	気象業務支援センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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"> <li>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）</li> <li>2)通信ポート制限</li> <li>3)SFTPプロトコルによるユーザ認証</li> </ol> </li> </ul>
③	模擬緊急車両 位置情報	UTMS協会・コイト電 工サーバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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"> <li>・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</li> </ul> </li> </ul>
④	V2N信号情報	住友電工システムソ リューションサーバ	

## 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



#### ■ 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。

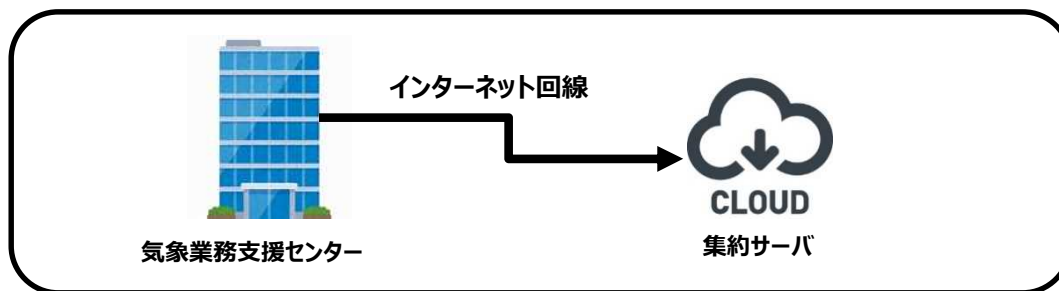
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がm s オーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに5分毎に車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに収集した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	集約サーバアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを目視で確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

## 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



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。

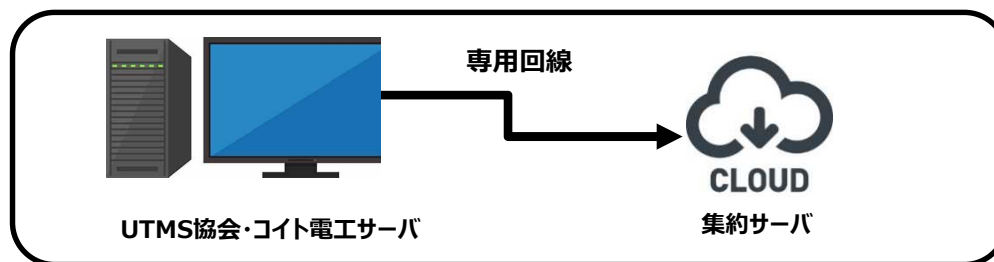
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がm s オーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに5分毎に降雨情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに収集した降雨情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	受信データフォーマットチェック	集約サーバアプリケーションで降雨情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	集約サーバアプリケーションの情報を取り込む処理の動作ログに取込異常メッセージがないことを目視で確認。

## 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UTMS協会・コイト電工サーバと集約サーバ間を専用回線で接続



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。

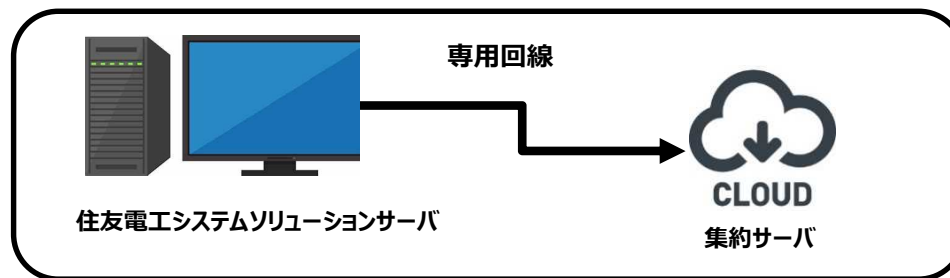
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がm sオーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	受信ログ確認 (日時、データサイズ)	収集した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	集約サーバアプリケーションの情報収集ログに記録されている日時・データサイズと収集した模擬緊急車両位置情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認。

## 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住友電工システムソリューションサーバと集約サーバ間を専用回線で接続



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m s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。

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。
  - 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。**

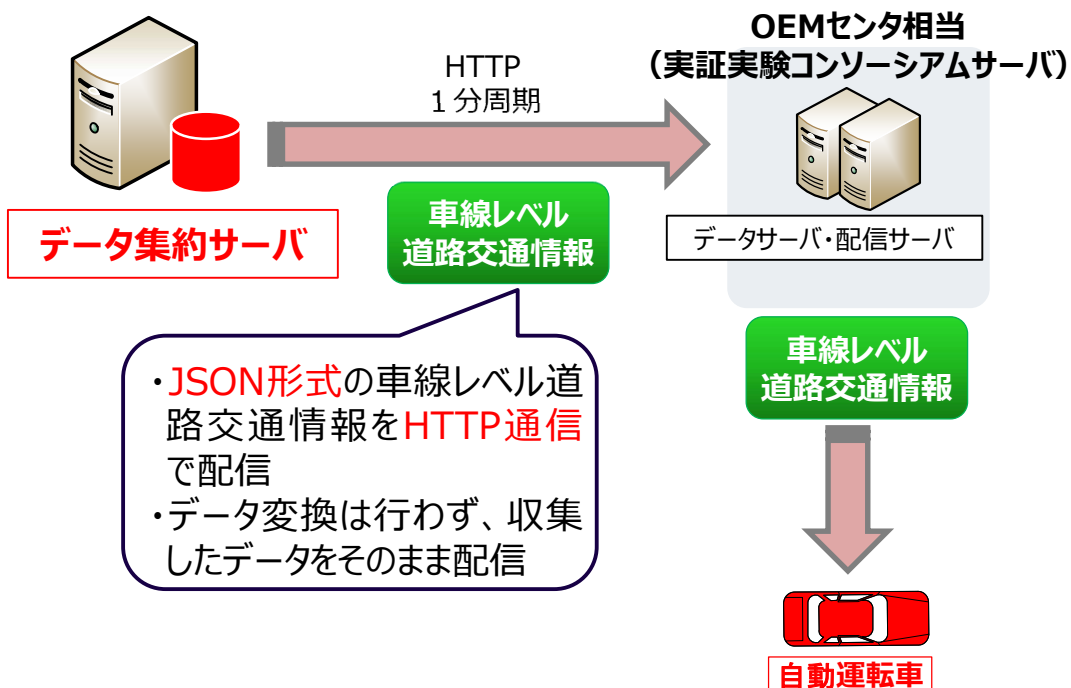
判断の観点	JASPAR形式（JSON形式データ）	バイナリ形式
データ特性	○：人間がデータの内容を理解しやすい形式 ▲：データ表現形式（数値、文字）の取り決めが必要	○：コンピュータが理解しやすい形式 ▲：CPU依存性を無くすための定義や扱いの取り決め必要
即時性	▲：情報の解釈・処理に時間がかかる	○： <b>情報の解釈・処理が早い</b> （通信速度などが要求される事案で採用）
データ量	▲：半角1文字を表現するのに1バイト必要（文字数によりデータ量が肥大化する）	○： <b>少ないサイズで多くのデータを表現</b> （0～255の数値を1バイトで表現）
拡張性	○：データ項目追加等の <b>拡張への互換性が高い</b> （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	 <b>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</b>	 <b>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</b>

## 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**。
- 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。



#### 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"}
  }
}
]
```

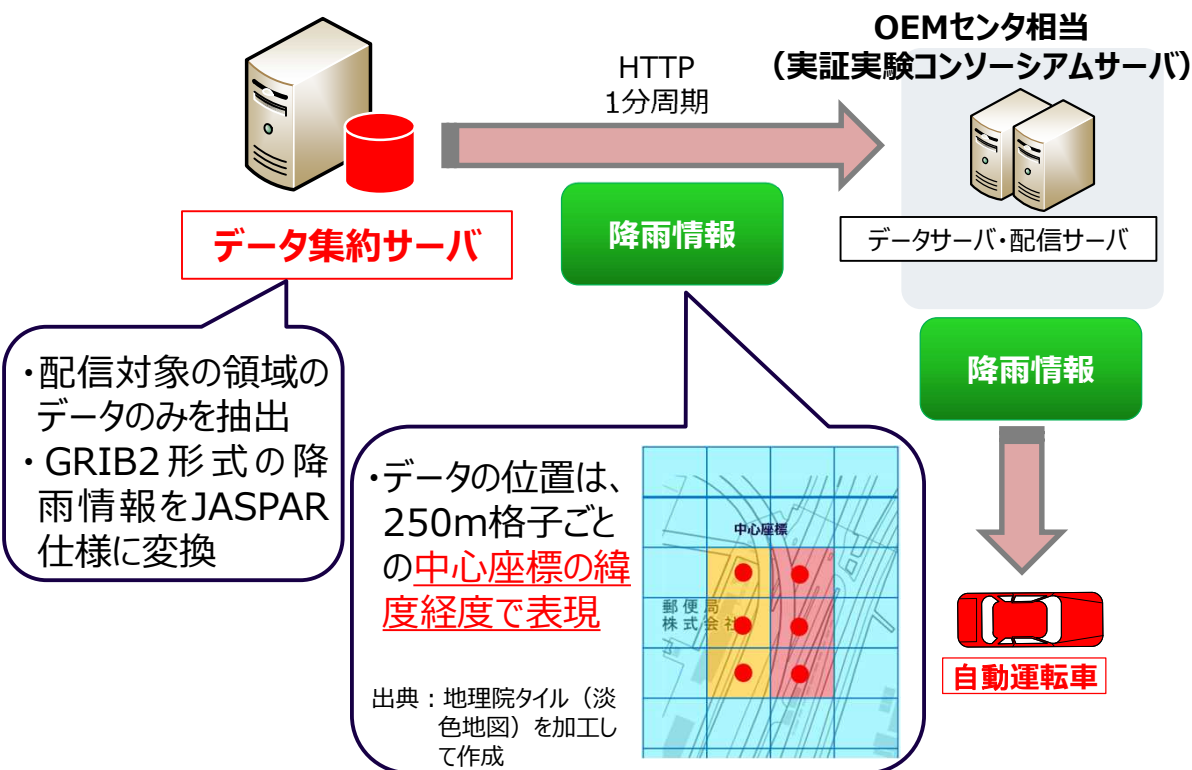
標記番号は下記を使用  
【渋滞末尾】標記番号 : 50  
【支障箇所】標記番号 : 50

## 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**（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。**



#### 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**。
- 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**。

#### 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"}
    ]
  }
]
```

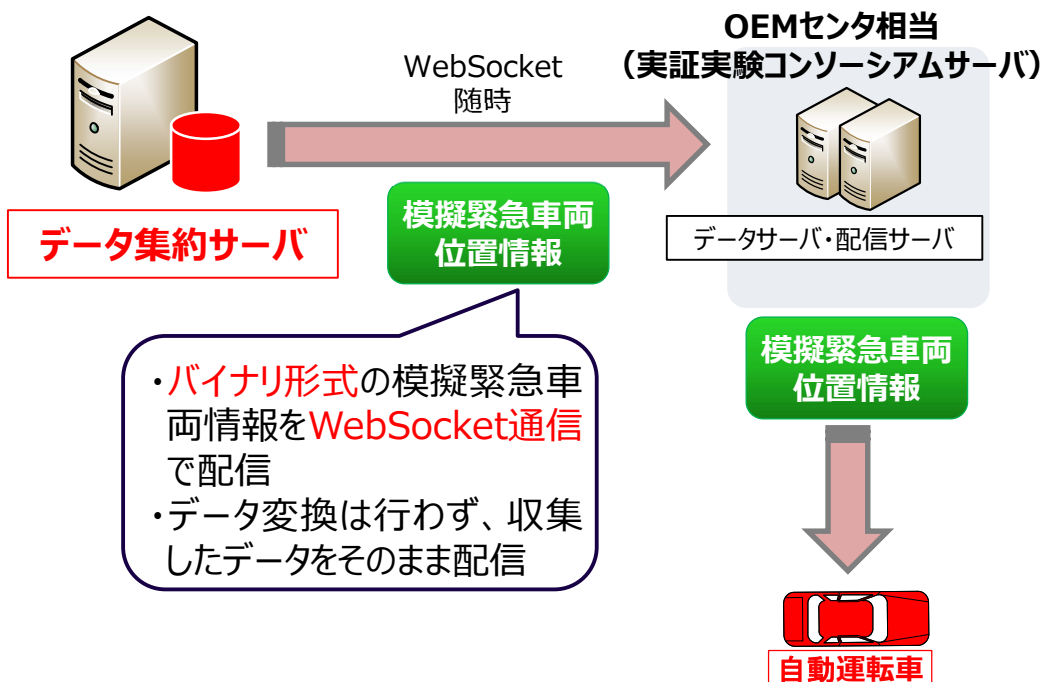
降雨強度の実況解析値および予測値を配列で配信

## 2.6.1 技術検討

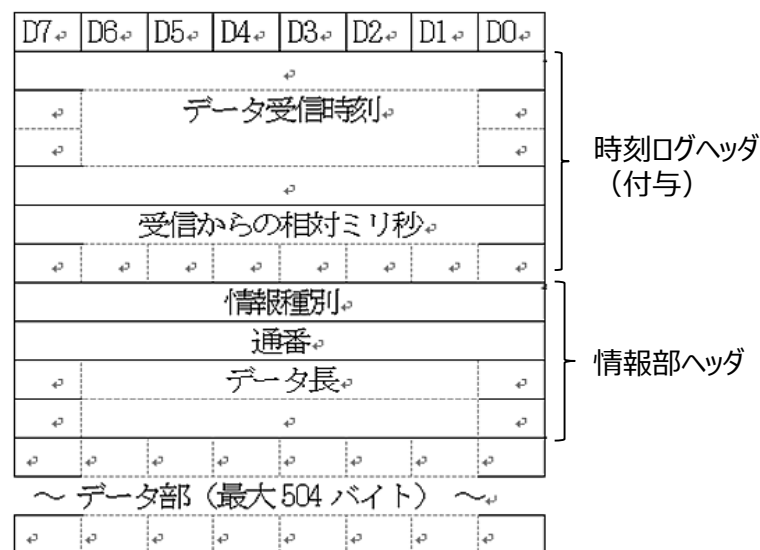
### (3) 模擬緊急車両位置情報の配信技術の検討

#### ■ 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**。
- 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**。
- 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

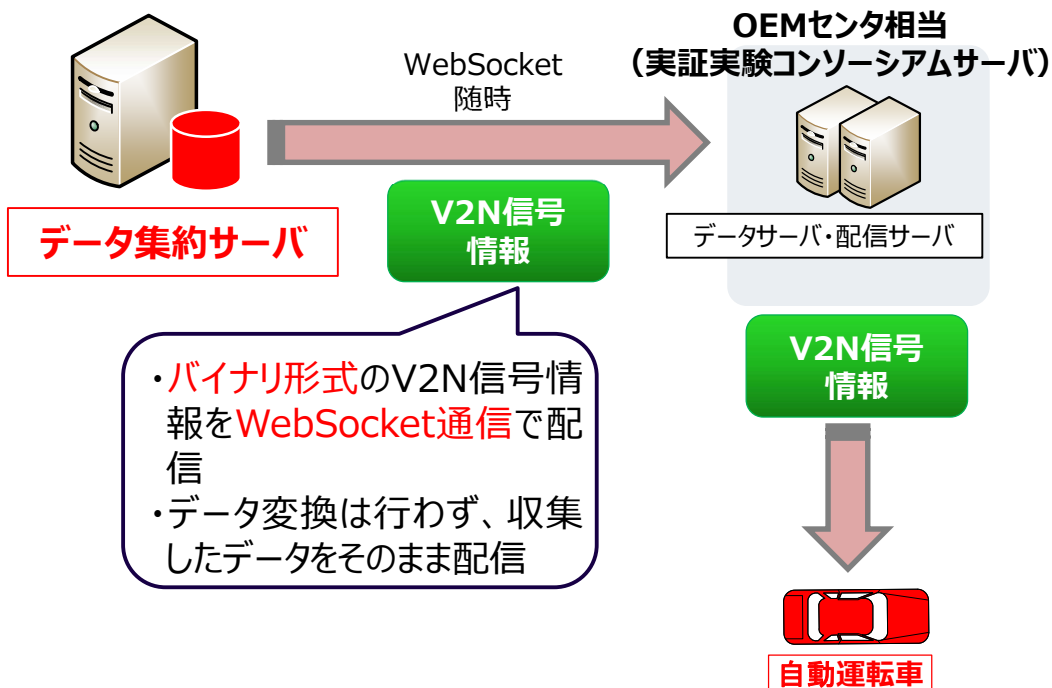


## 2.6.1 技術検討

### (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**。
- 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**。
- 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。



#### V2N信号情報のデータ構造

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
データ受信時刻							
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
受信からの相対ミリ秒							
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
情報種別							
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 88 バイト)							
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

時刻ログヘッダ (付与)

情報部ヘッダ



## 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。

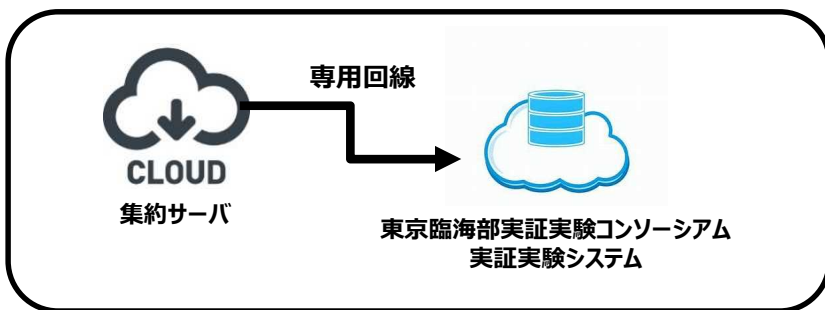
交通環境情報	導通評価検証	検証結果	配信遅延検証結果
車線レベル 道路交通情報	PINGコマンド疎通試験	○	・プローブ収集が情報生成アプリケーションの起動に間に合っているかどうかで異なる。
	配信データ蓄積状況確認試験	○	
	配信データフォーマットチェック	○	
降雨情報	PINGコマンド疎通試験	○	・天候（晴れや雨）による影響はほとんどなし ・約155秒遅れて情報配信が可能
	配信データ蓄積状況確認試験	○	
	配信データフォーマットチェック	○	
模擬緊急車両 位置情報	PINGコマンド疎通試験	○	・伝送時間の誤差最大で10ミリ秒程度
	配信ログ確認（日時、データサイズ）	○	
V2N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



#### ■ 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
↓	↓
<b>15秒遅延</b>	<b>75秒遅延</b>

#### ■ 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。

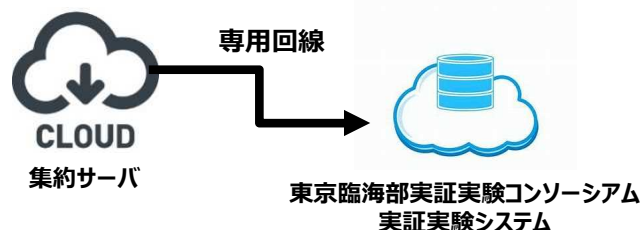
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がm s オーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに1分毎に配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに配信した車線レベル道路交通情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	配信データフォーマットチェック	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションで配信した車線レベル道路交通情報を取り込む処理で読み取り異常（フォーマット違反）がないこと。	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験シ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



#### ■ 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 ⇒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
- 約155秒遅れて情報配信が可能(正常は5分周期)

#### ■ 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。

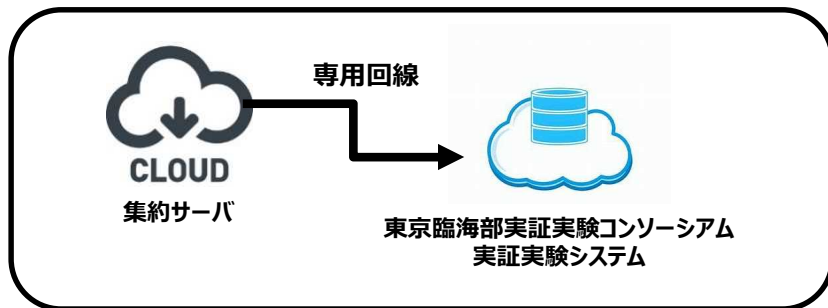
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がm s オーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信データ蓄積状況確認試験	蓄積フォルダに1分毎に配信した降雨情報ファイルが蓄積されること。	蓄積フォルダに配信した降雨情報ファイルが蓄積されていることを目視で確認。
3	配信データフォーマットチェック	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションで配信した降雨情報を取り込む処理で読み取り異常(フォーマット違反)がないこと。	東京臨海部実証実験コンソーシアム実証実験システムアプリケーションの情報を取り込む処理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

## 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

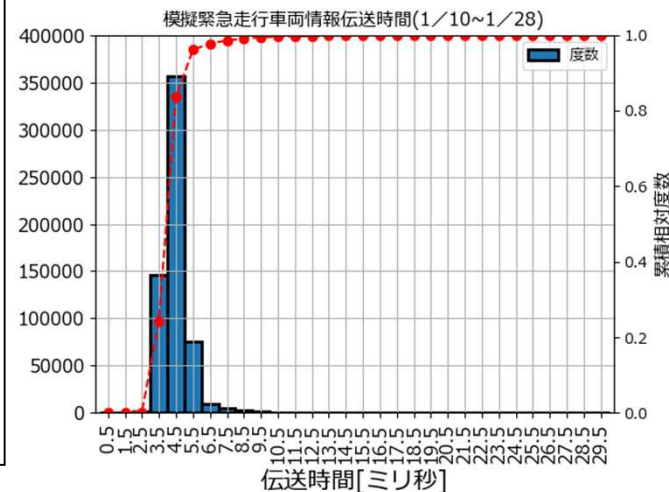
#### ■ 情報配信の検証方法

- 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



#### ■ 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



#### ■ 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。

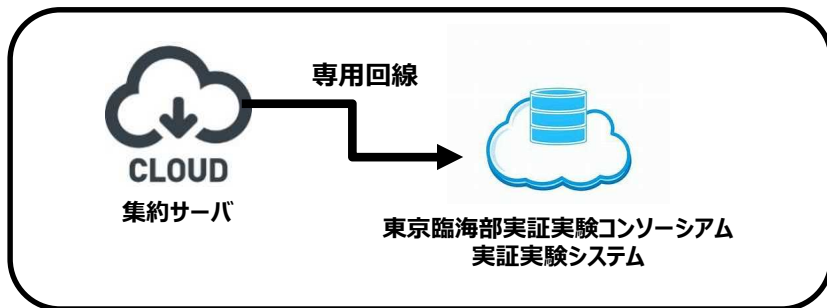
項番	評価項目	評価基準	評価結果
1	PINGコマンド疎通試験	PINGコマンド応答時間がm s オーダーであること。	すべて評価基準を満たす応答時間であった。
2	配信ログ確認 (日時、データサイズ)	配信した模擬緊急車両位置情報と集約サーバアプリケーションで取得した日時・データサイズが一致していること。	集約サーバアプリケーションの情報配信ログに記録されている日時・データサイズと収集した模擬緊急車両位置情報に格納されている日時・データサイズの値が一致していることを目視で確認。

## 2.6.2 技術評価

### (4) V2N信号情報の配信技術の評価

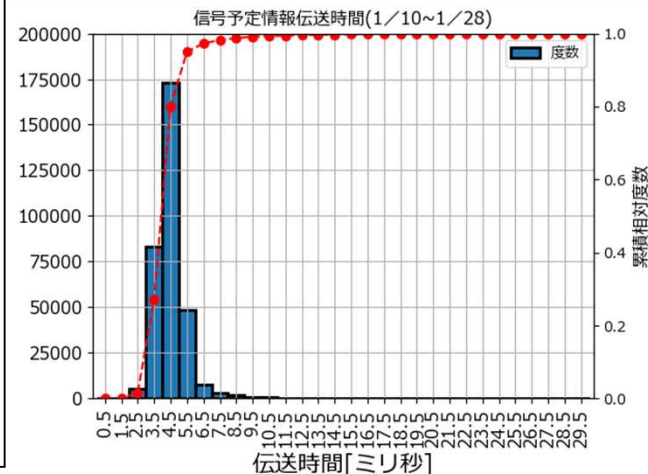
#### ■ 情報配信の検証方法

- 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



#### ■ 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



#### ■ 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m s 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

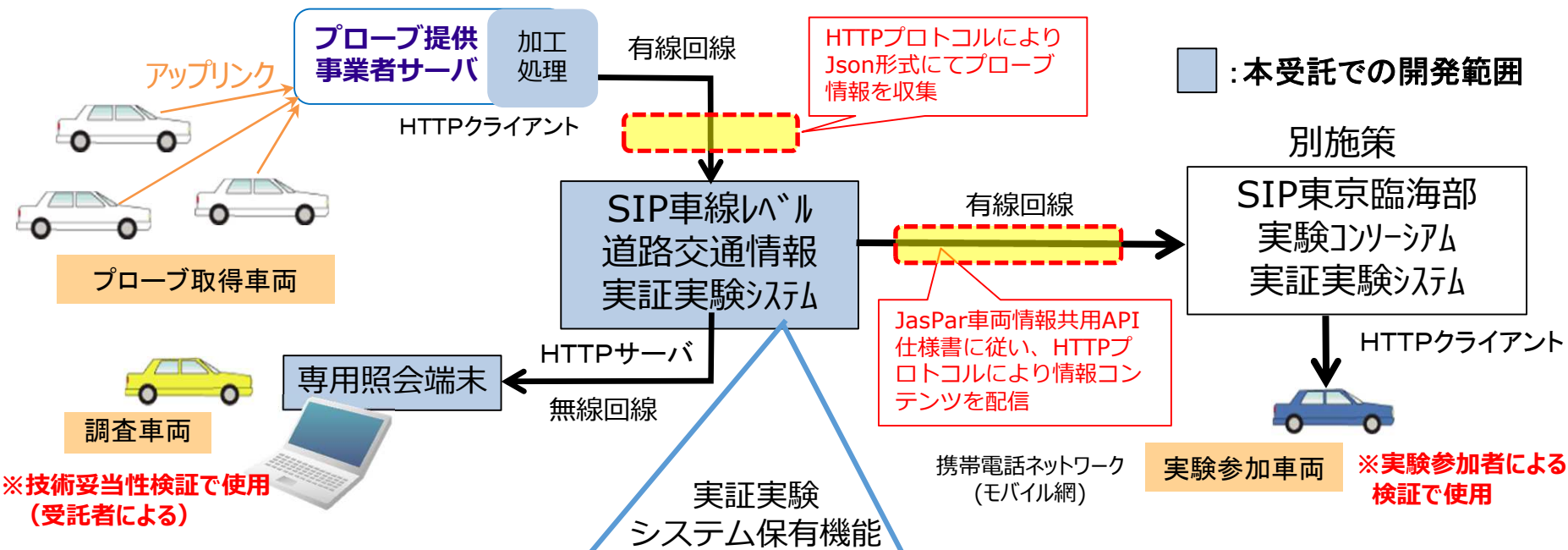
## 3.1 実証実験実施方針

- 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う。
- 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「VICISセンター」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S I P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。

# 3.1 実証実験実施方針

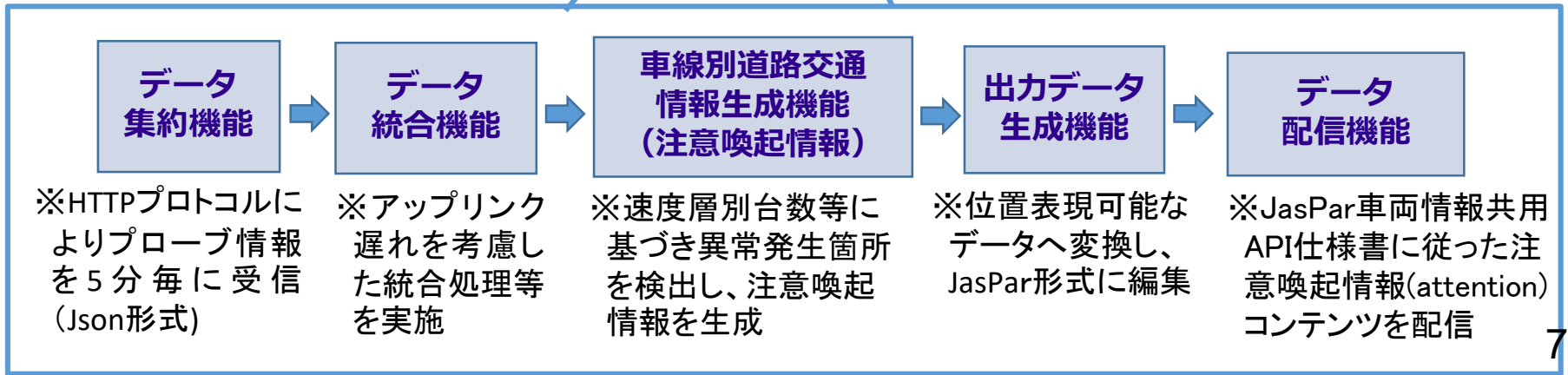
## 実証実験システムの構成

- 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
- 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



※技術妥当性検証で使用 (受託者による)

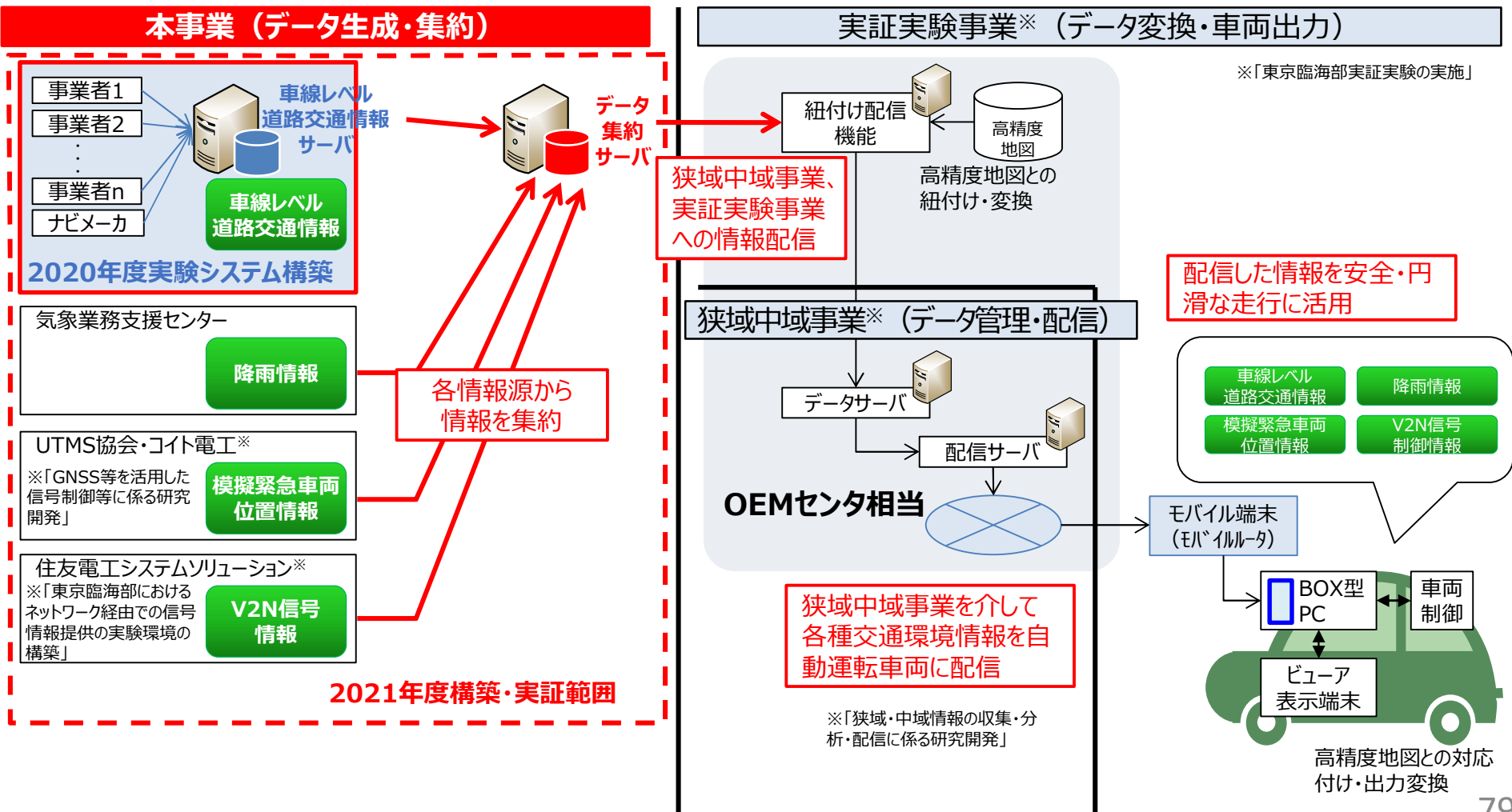
※実験参加者による検証で使用



# 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**を行う。



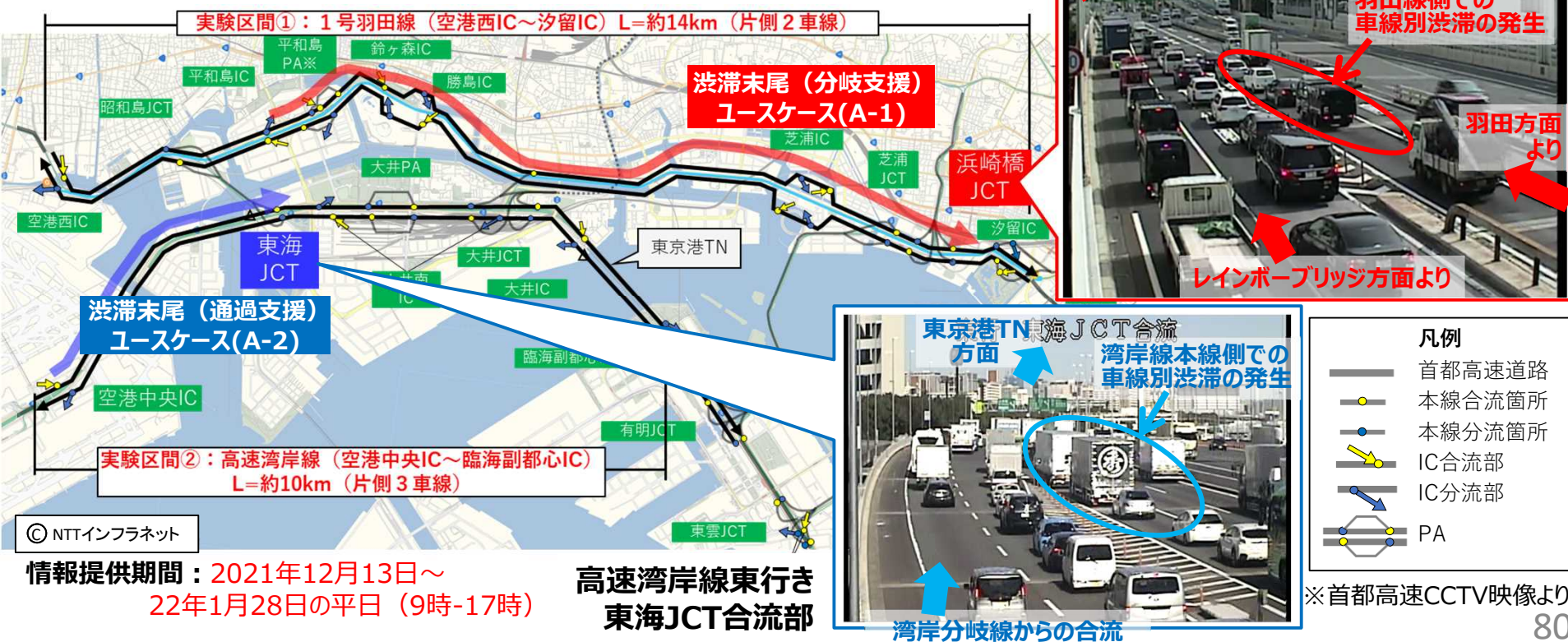


# 3.1 実証実験実施方針

## ■ 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。
- 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。
  - **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

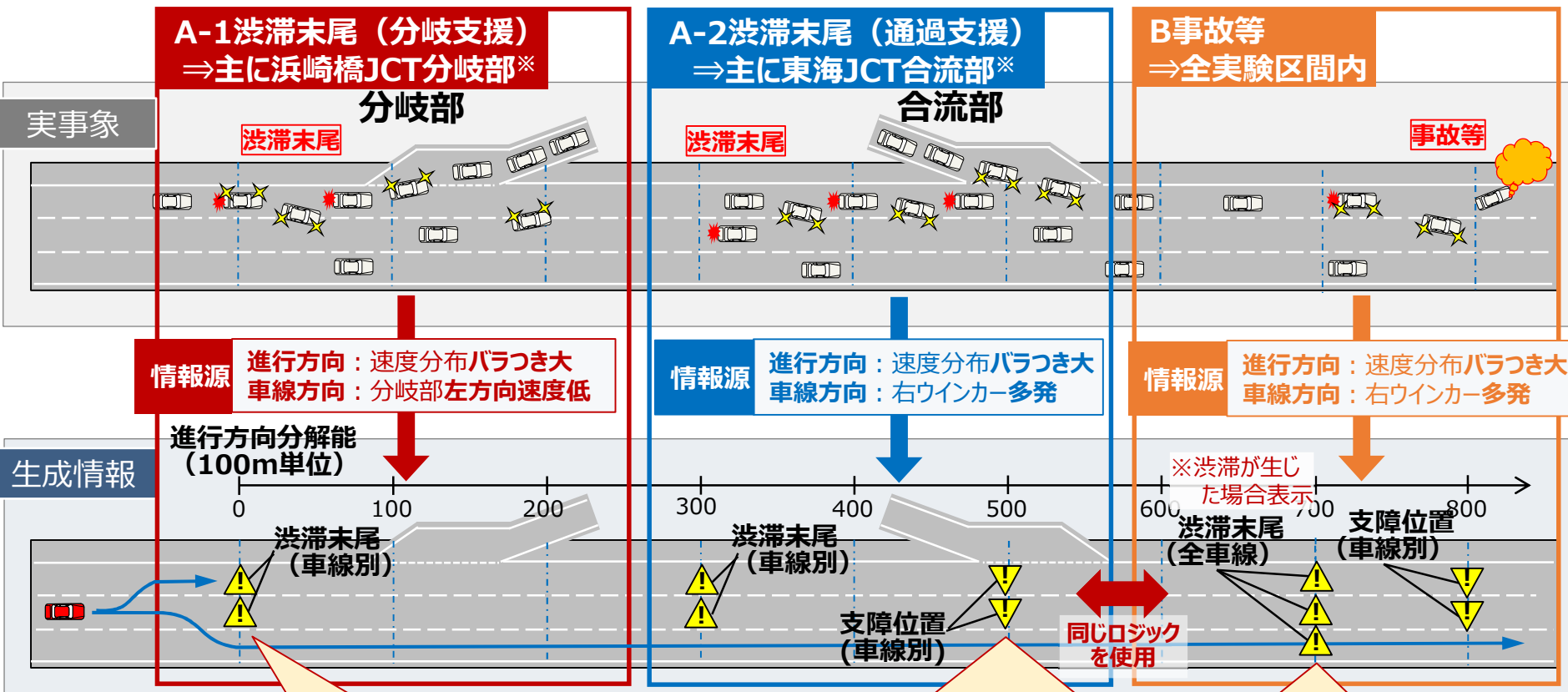
### 実証実験での情報生成対象区間とユースケース毎の主要検証フィールド



# 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
- 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。



※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、ウインカー多発を検出した場合、ウインカー方向の反対側車線に支障位置を表示  
・ただし、ウインカー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）

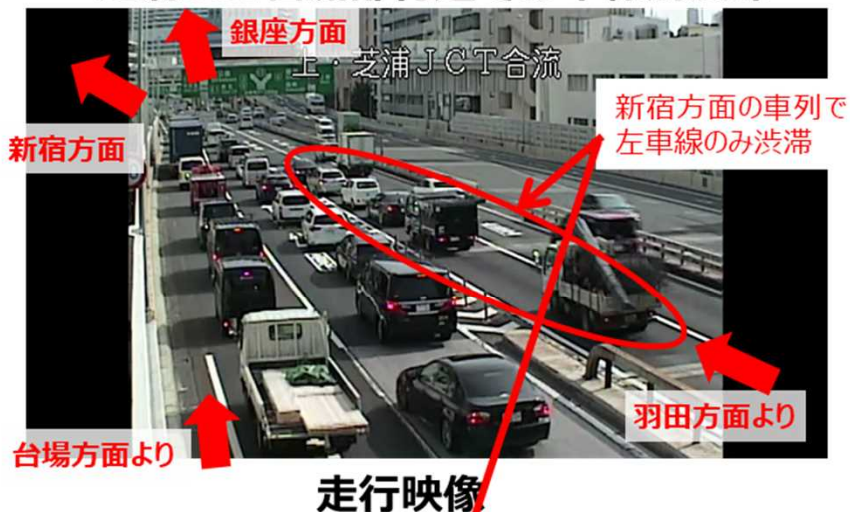
車線方向判定の情報量が十分でなく、左右の判定ができない場合は、全車線に渋滞末尾を表示

### 3.1 実証実験実施方針

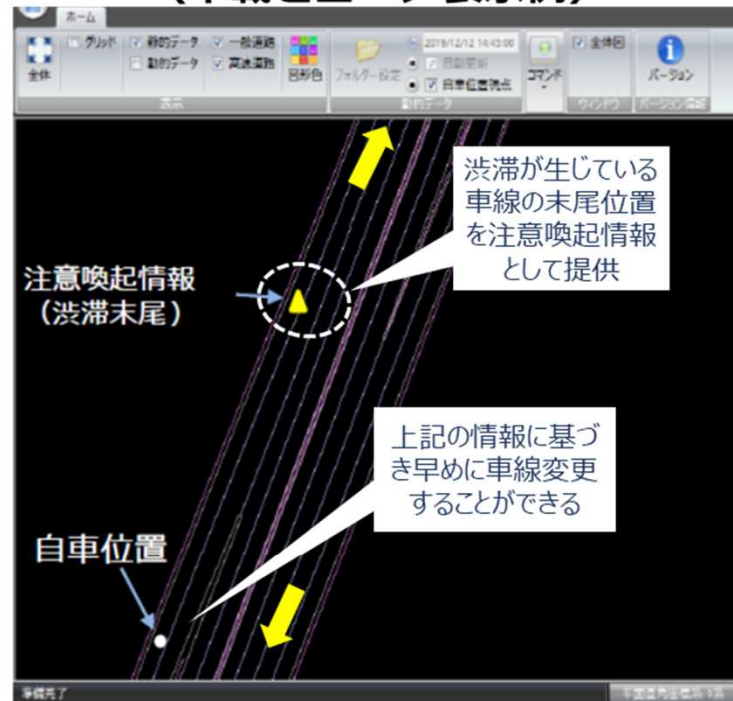
#### 浜崎橋JCTでの車線別渋滞の発生状況と情報配信イメージ

- 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。
- 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



#### 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)



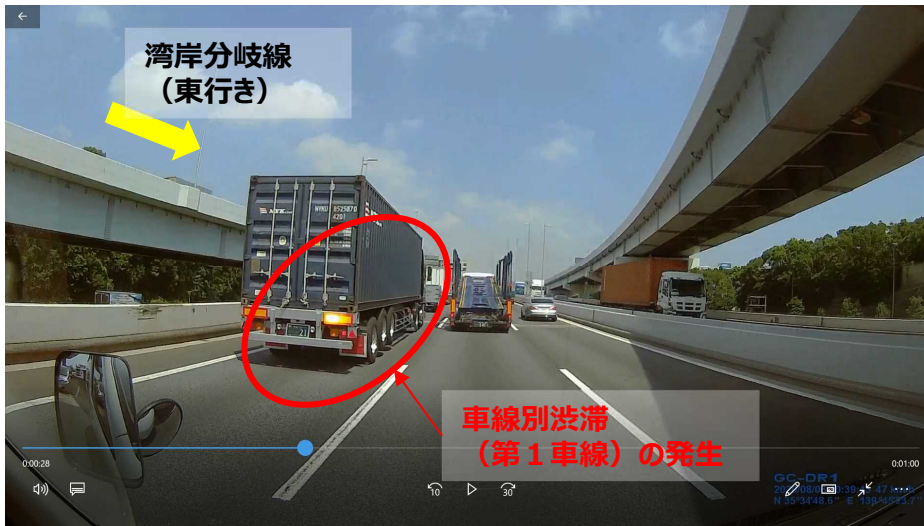
# 3.1 実証実験実施方針

## 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)

### 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。

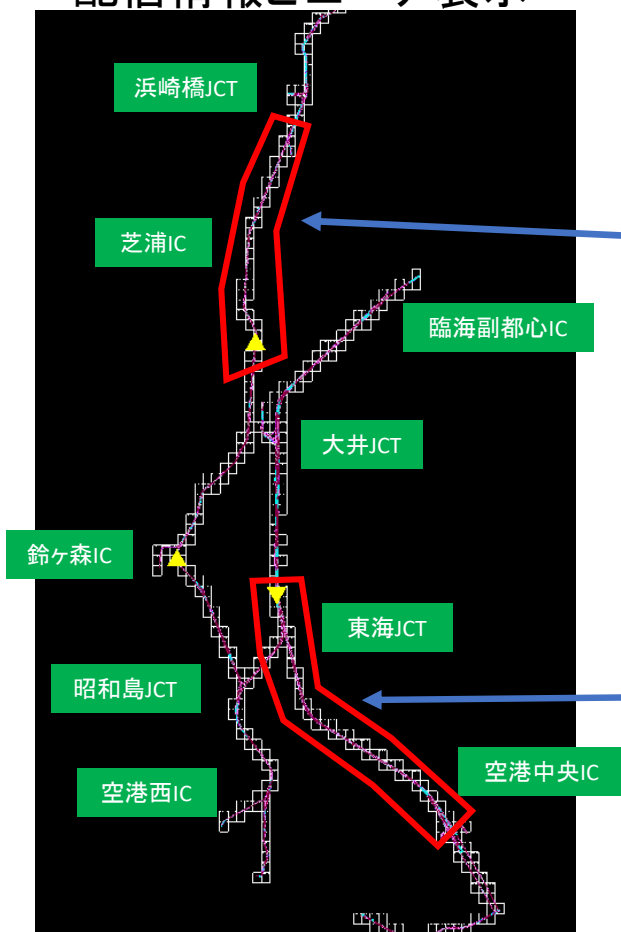
### 3.2 実証実験の実施概要

#### 実証実験間中の注意喚起情報の配信状況

・12/20 (月) 10:00のビューア表示をみると、羽田線上路：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



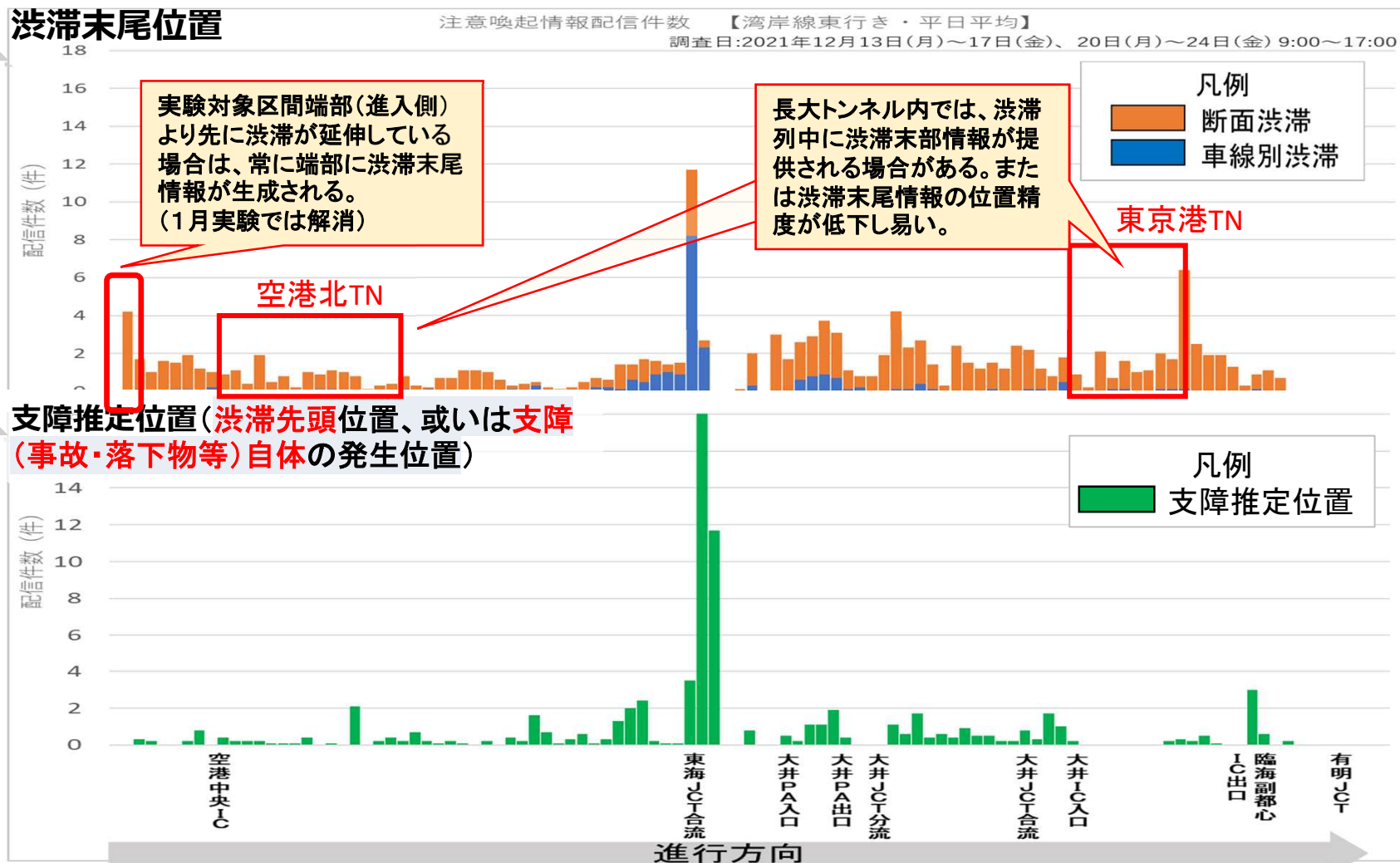
出典：JARTICホームページ (<https://www.jartic.or.jp/>)

## 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

- ・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

### 情報生成状況に関する21年度実証実験との比較

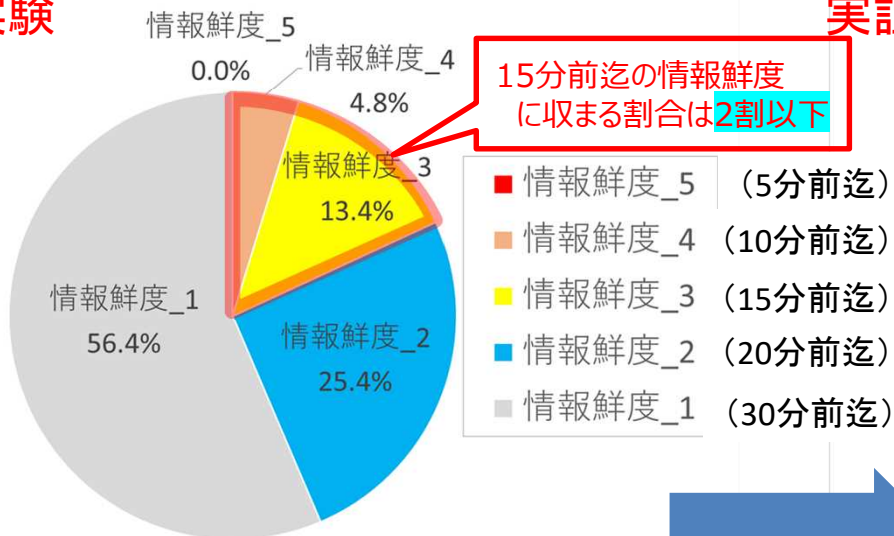
- ・21年度実証実験に比べ、オンライン接続可能な**プローブ社数が増加**（1社⇒2社）したことで、生成した注意喚起情報の**鮮度が大幅に向上**。
- ・また、**ウィンカー等**情報が利用可能となったことにより、**分岐部以外**においても**車線別渋滞が識別可能**となった。

#### ◆生成した渋滞末尾情報の情報鮮度内訳(構成比):湾岸線東行き

##### 20年度 実証実験

注意喚起情報の情報鮮度件数【湾岸線東行き】

調査日:2021年12月13日(月)~17日(金)、20日(月)~24日(金) 9:00~17:00

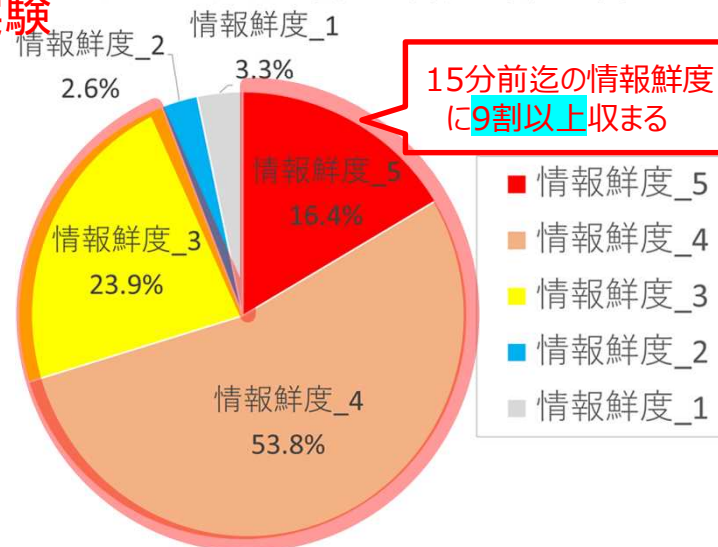


15分前迄の情報鮮度に収まる割合は2割以下

##### 21年度 実証実験

注意喚起情報の情報鮮度件数【湾岸線東行き】

調査日:2021年12月13日(月)~17日(金)、20日(月)~24日(金) 9:00~17:00



15分前迄の情報鮮度に9割以上収まる

#### ◆注意喚起情報(渋滞末尾)の生成件数(日平均):湾岸線東行き

##### 20年度実証実験

- ・断面渋滞:40件/日
- ・車線別渋滞:0件/日

ウィンカー情報を利用できなかったため車線別渋滞を識別できず

##### 21年度実証実験

- ・断面渋滞:116件/日
- ・車線別渋滞:22件/日

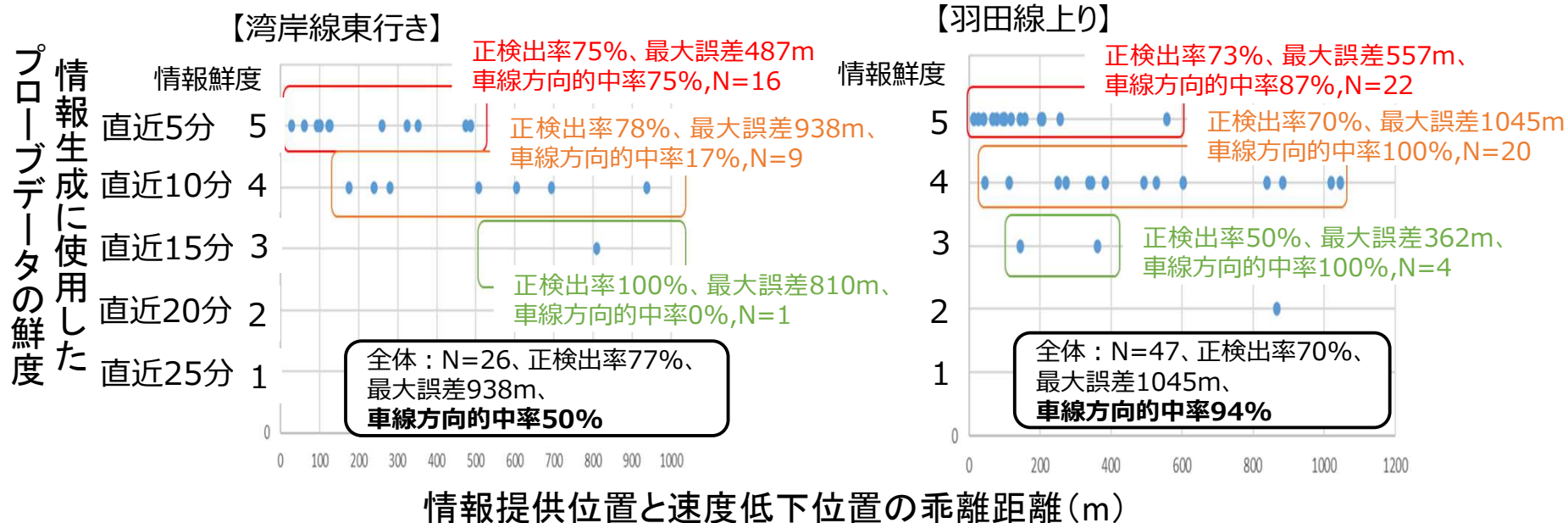
ウィンカー情報を利用することで東海JCT付近の車線別渋滞が識別可能に

## 3.2 実証実験の実施概要

### ◆生成した車線レベル道路交通情報の精度検証

- ・生成情報に対して、**実際の渋滞末尾位置との乖離状況**を比較すると、**正検出率は7～8割程度**。
- ・**情報鮮度5**（直近5分迄のプローブを使用）の場合でも渋滞末尾位置の**誤差は最大500m程度**発生、**鮮度が下がると位置誤差はさらに拡大**する傾向。  
（OEMが求める位置精度（進行方向）は誤差100～300m以内という意見が多い（20年度アンケート結果より））
- ・渋滞車線方向的中率は、羽田線上路(2車線)で94%、湾岸線東行き(3車線)で50%。

注意喚起情報（渋滞末尾情報）生成位置の精度検証結果  
 <情報鮮度と判定位置誤差の関係>



調査方法：調査車両による速度計測結果や映像記録による（20km/h以下で渋滞、40km/h超で回復として判定）

検証路線：湾岸線東行き、羽田線上路 検証対象：2021/12/20～12/24

湾岸線東行き：全40走行のうち、渋滞末尾情報が提供された21走行での26提供情報を対象

羽田線上路：全36走行のうち、渋滞末尾情報が提供された26走行での47提供情報を対象



### 3.3 実験参加者による有効性評価

実験参加者（アンケート回答者）の実証実験への参加形態

- 配信情報の有効性評価等に関するアンケート回答者は計11社。
- 実走行において配信情報を受信した回答者は5社、実験室で受信した回答者は2社。
- 実走行した各社の走行回数は2～13回。うち、配信情報を実際の交通状況と比較できた回数は1～8回。

アンケート回答者の実験参加状況

参加形態	参加者数
① オンライン配信実験に参加 (高速道路での実走行を伴う受信)	5社
② オンライン配信実験に参加 (実験室レベルでの受信)	2社
③ 配布映像資料のみ閲覧	3社
④ アンケートのみ回答	1社
計	11社

実験対象区間の走行状況

実験参加者	走行日数	走行回数	配信情報の確認回数	実際の交通状況と比較した回数
A社	2日間	9回	8回	8回
B社	1日間	2回	1回	1回
F社	3日間	9回	4回	4回
G社	4日間	13回	9回	6回
H社	2日間	2回	2回	2回

※走行区間は羽田線上路・下り

# 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
- ・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
- ・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、ワ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  
⇒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

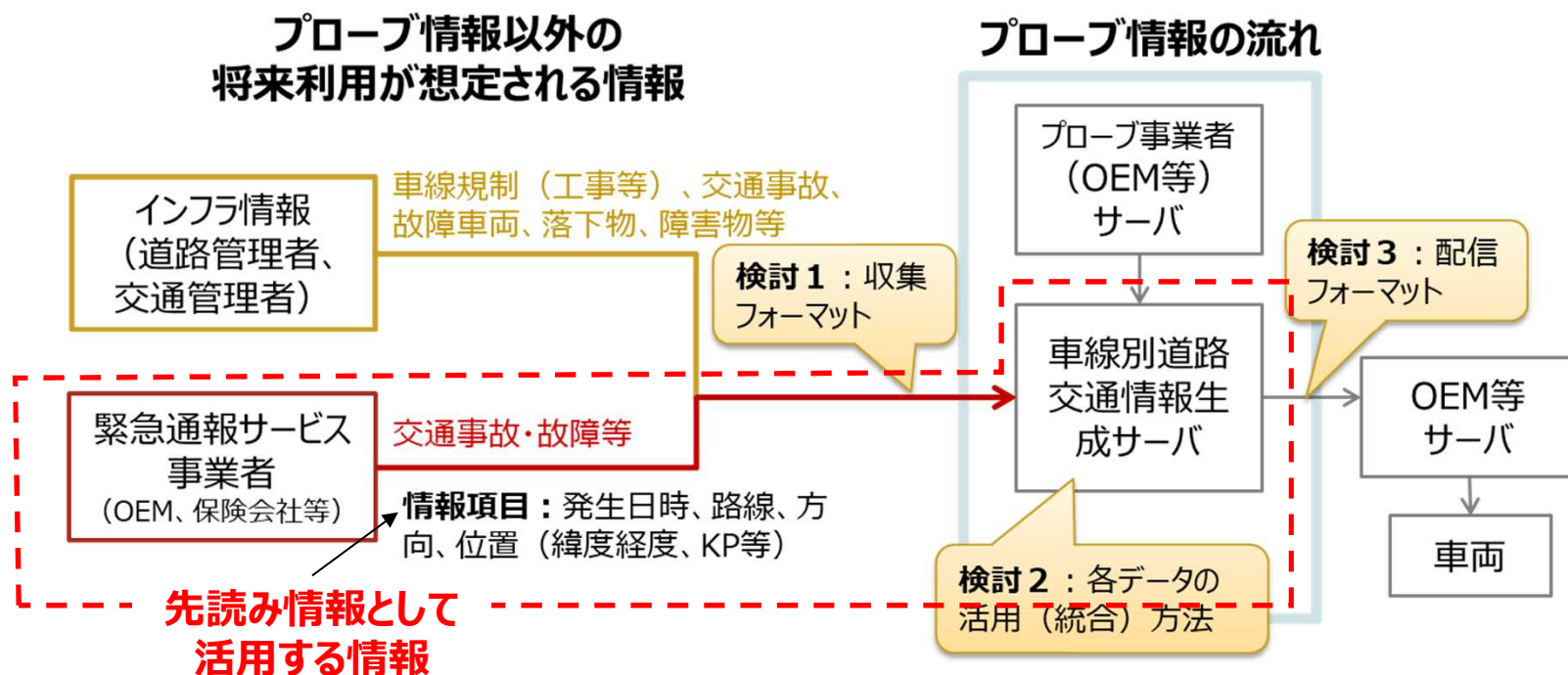
- ・いずれのユースケースも「渋滞区間」や「支障箇所そのものの位置」のニーズは高い  
⇒今後の開発優先順位として参照

#### 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の制約が解消されれば改善可能性有

## 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

- 準動的レベルの先読み情報として活用可能と考えられる情報源について整理すると共に、車線別情報生成への適用可能性について検討を行う。
- なお、2020年度においては、ワーニング情報の情報源（事業者）及び情報項目の整理を行った。



プローブ情報以外に将来利用が想定される情報とその利用に関する検討課題

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。