



「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」

2020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

2021年3月

< 目 次 >

1. 調査研究の概要.....P2
2. 各要素の技術検討.....P11
3. 実証実験.....P36
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.....P45

1. 調査研究の概要

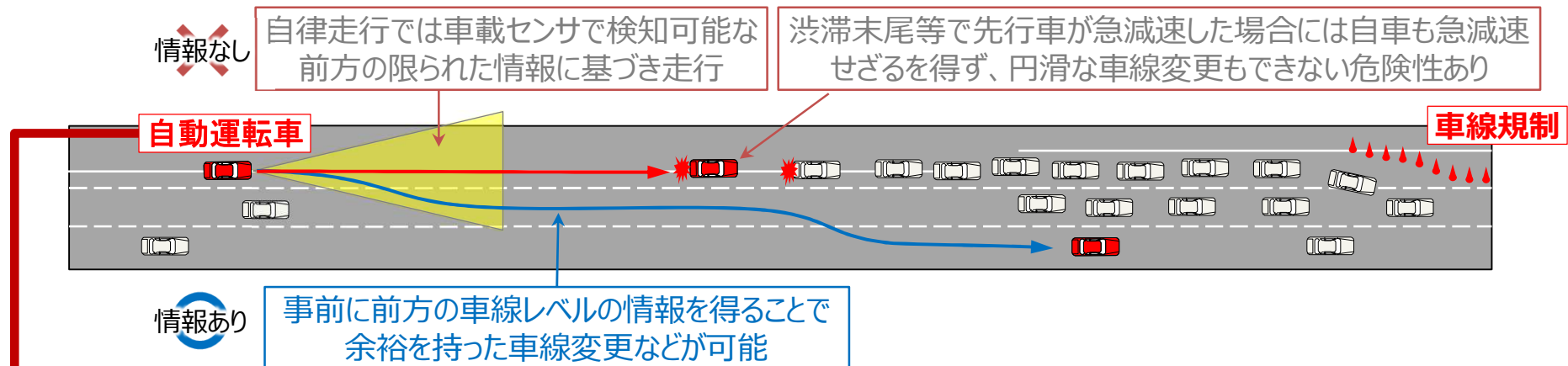
1.1. 事業目標

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

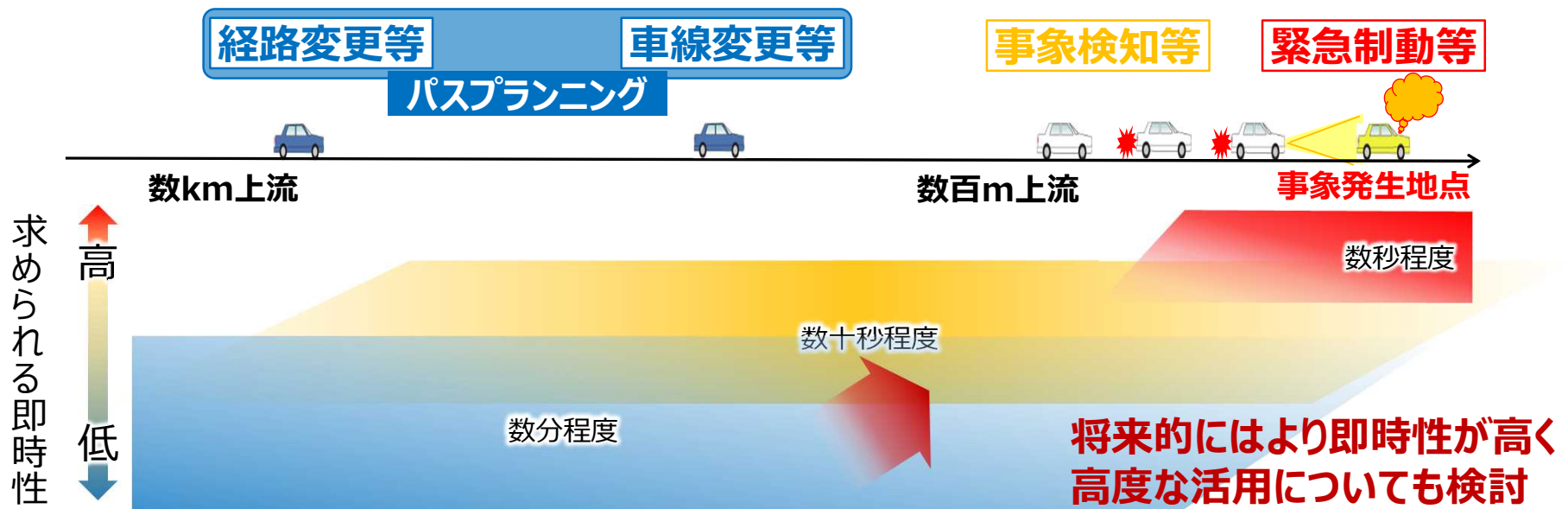
- 自動運転車両が適切な判断や制御を行うには、自車が置かれている各シーンで必要となる制御を行うまでの距離によって段階があり、車線レベルの情報は各段階で必要。
- 各段階の特徴に応じて様々な通信手段を用い、得られる情報を総合的に組み合わせることが重要。
- 各シーンの特長に応じた車線レベル道路交通情報の有用性や使い方等の検討を行っており、本施策では車線変更を中心としたパスプランニングでの活用から検討を進めている。



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

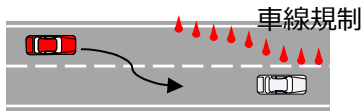
1.1. 事業目標

対象ユースケースと情報提供のメリット

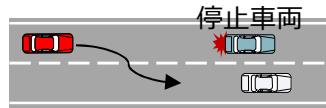
- 車線変更等の制御にあたり前方の車線レベル情報が有効となる3つのユースケースを対象に検討。

対象ユースケース

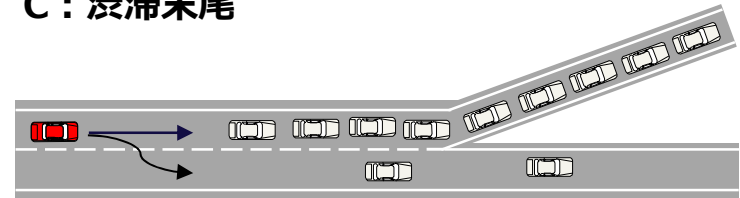
A : 車線規制 (工事等)



B : 交通事故・故障車両・落下物、障害物等



C : 渋滞末尾



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, 停止	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

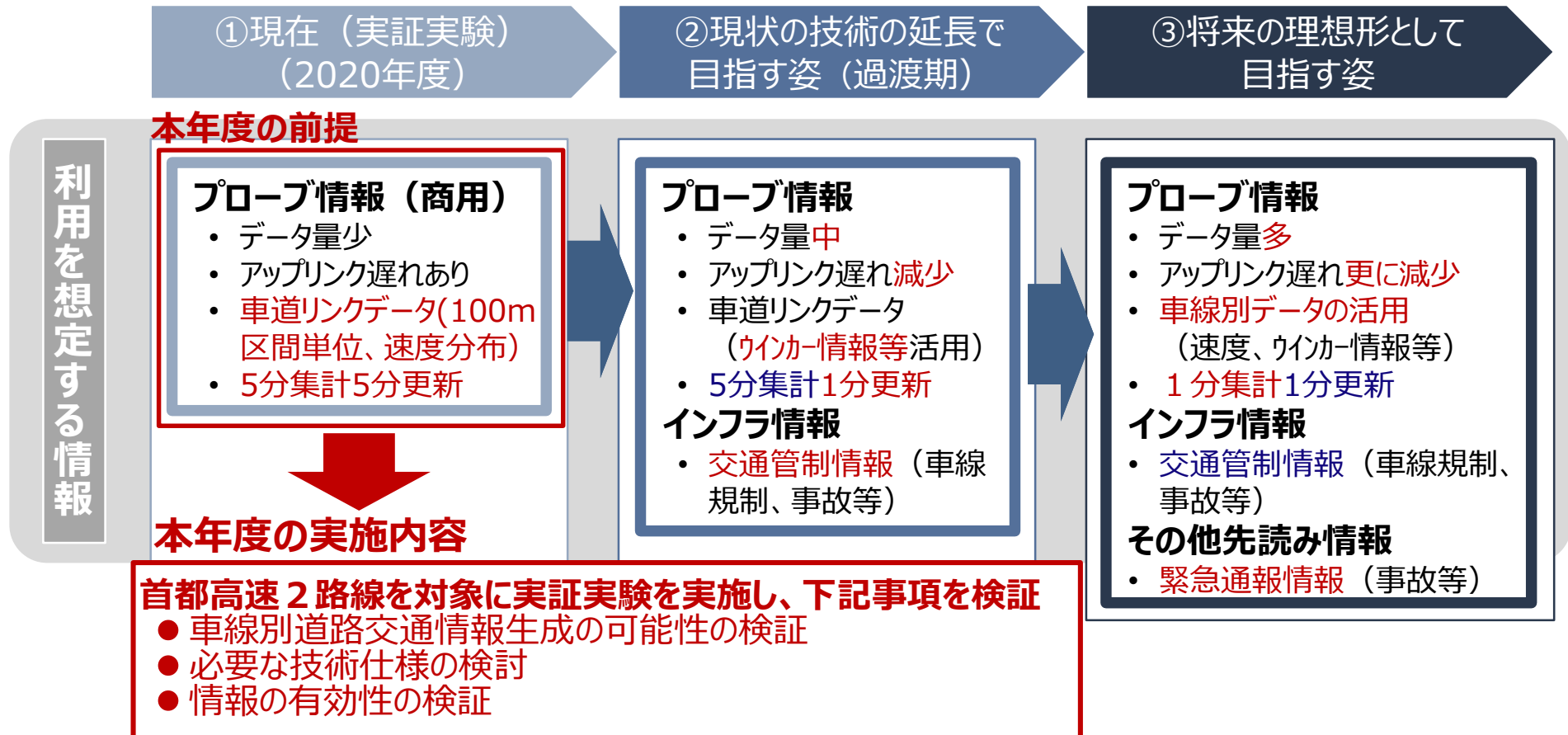
情報提供のメリット

- 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・円滑性の向上が期待
- 自動運転レベル 1 ~ 2 の車両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。



1.2. 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、駐車車両情報、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

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、2020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 ①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

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

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

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

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

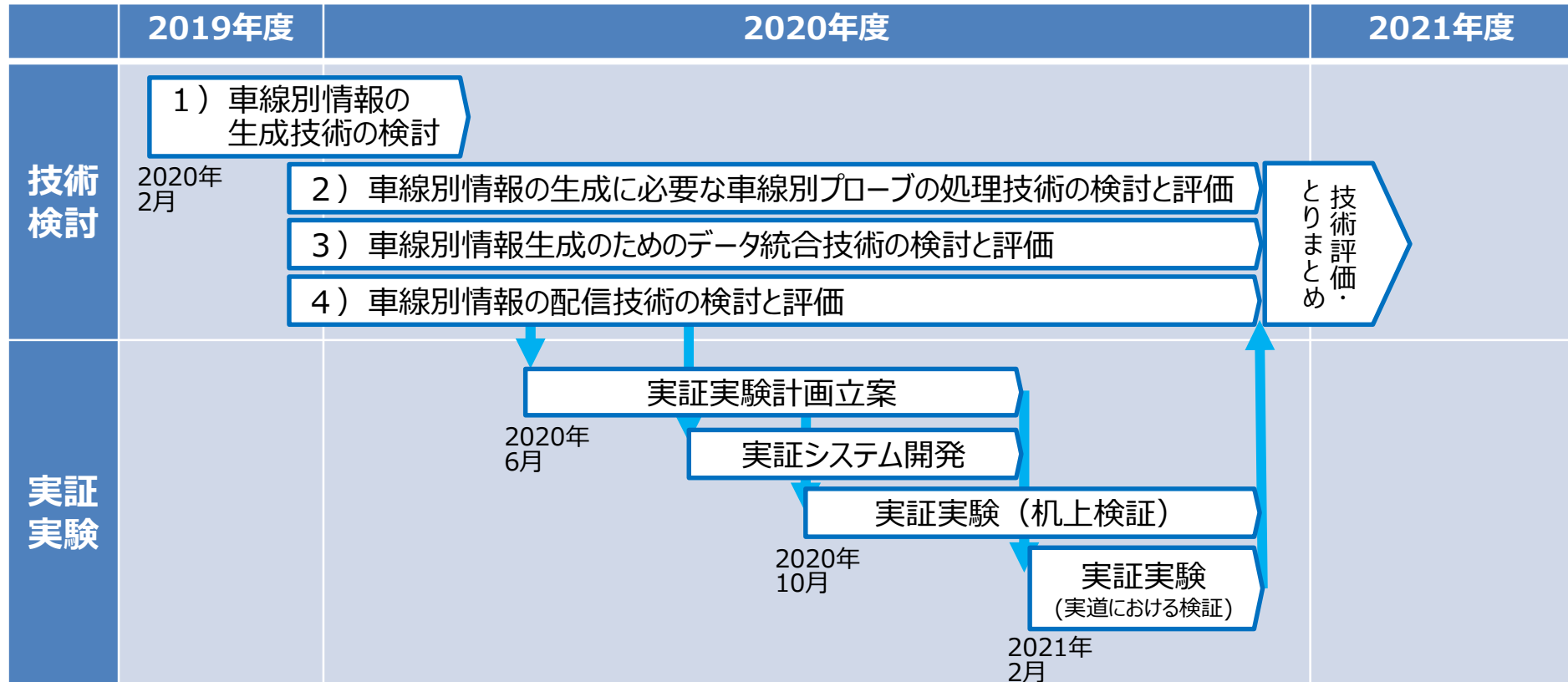
- ・ 車線レベル道路交通情報のユースケースに基づく評価
- ・ 情報内容や位置表現の確からしさの評価

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することを想定

1.2. 事業概要

本研究開発の実施スケジュール



2. 各要素の技術検討

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

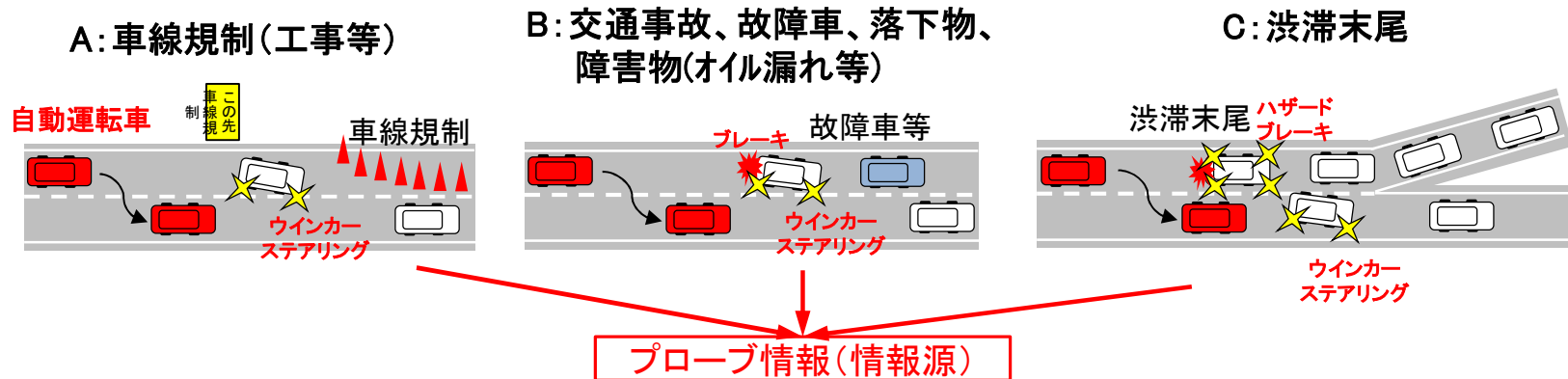
- 高速道路及び自動車専用道路を対象に、
 - ①各社の車両から収集するプローブ情報（リンク別旅行速度等）の統計データ
 - ②落下物情報・事象規制情報等を車線別に分類したデータの各々のデータより車線別情報を生成する方法について検討する。
- なお、本業務においては早期実用化を目指すために、入手可能な（自動運転車両ではない既販車両から得られるデータの意）データを活用するものである。
- なお、2019年度においては、車線別情報を生成する方法について基礎的検討を行った。また、入手可能なデータについて、プローブ提供事業者にヒアリング調査を実施した。

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 : 車線規制 (工事等)	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 : 渋滞末尾 (方向別渋滞等)
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"> ●ウインカーの多発 ●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"> ●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
自動運転車の振舞い	早めの回避 (車線変更等)		早めの回避 (車線変更等) または渋滞末尾への追従

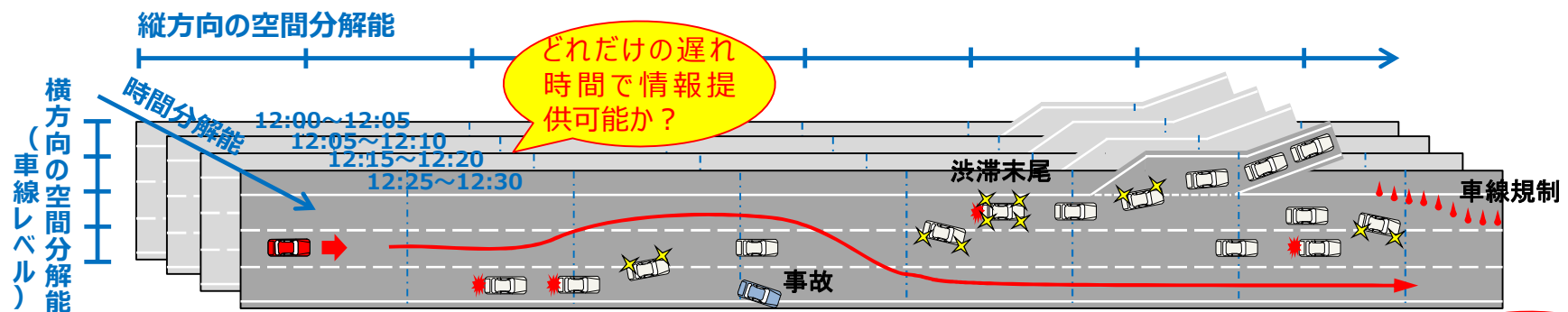
2.1. 車線別情報の生成技術の検討

(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					多発		
ステアリング		P26 補足説明参照	左多発	P26 補足説明参照	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) 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ィ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ィ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。

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

(2) 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

2.2. 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。

■ 車線別プローブデータの出力形式

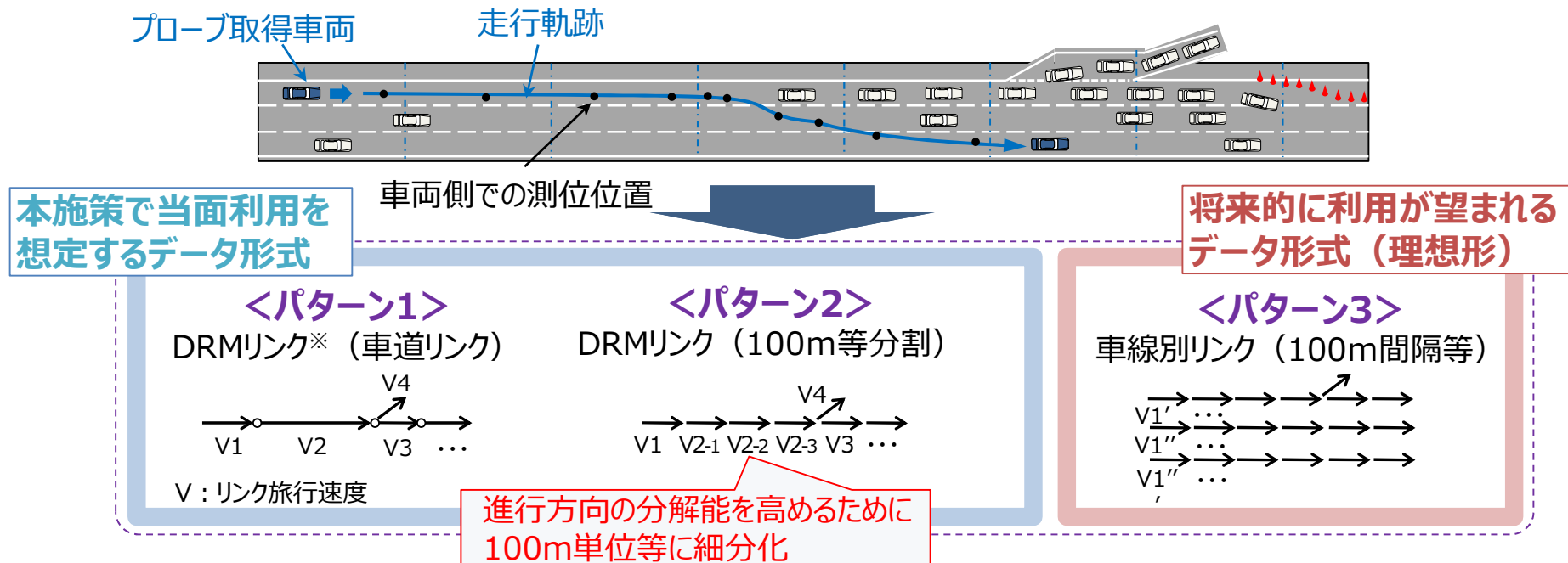
- 車線別プローブデータの出力形式について、一般社団法人 JASPAR (Japan Automotive Software Platform and Architecture) にて策定しているインタフェース仕様案で対応可能かを検証の上、対応が困難である場合には実証実験の目的を達成できる出力形式案を作成する。
- なお2020年度は、JASPARにて策定しているインタフェース仕様案をベースに、実証実験の目的を達成できるように出力形式案を作成した。

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

2.2.1 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、現状で活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。



※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. 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

Adus-workshop

■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、2020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		○	次年度以降の 利用を想定
	ウインカー発生数			
	ステアリング発生数			

実験システムによる検証
で使用するデータ範囲

注1) 速度層別台数の
データ形式イメージ

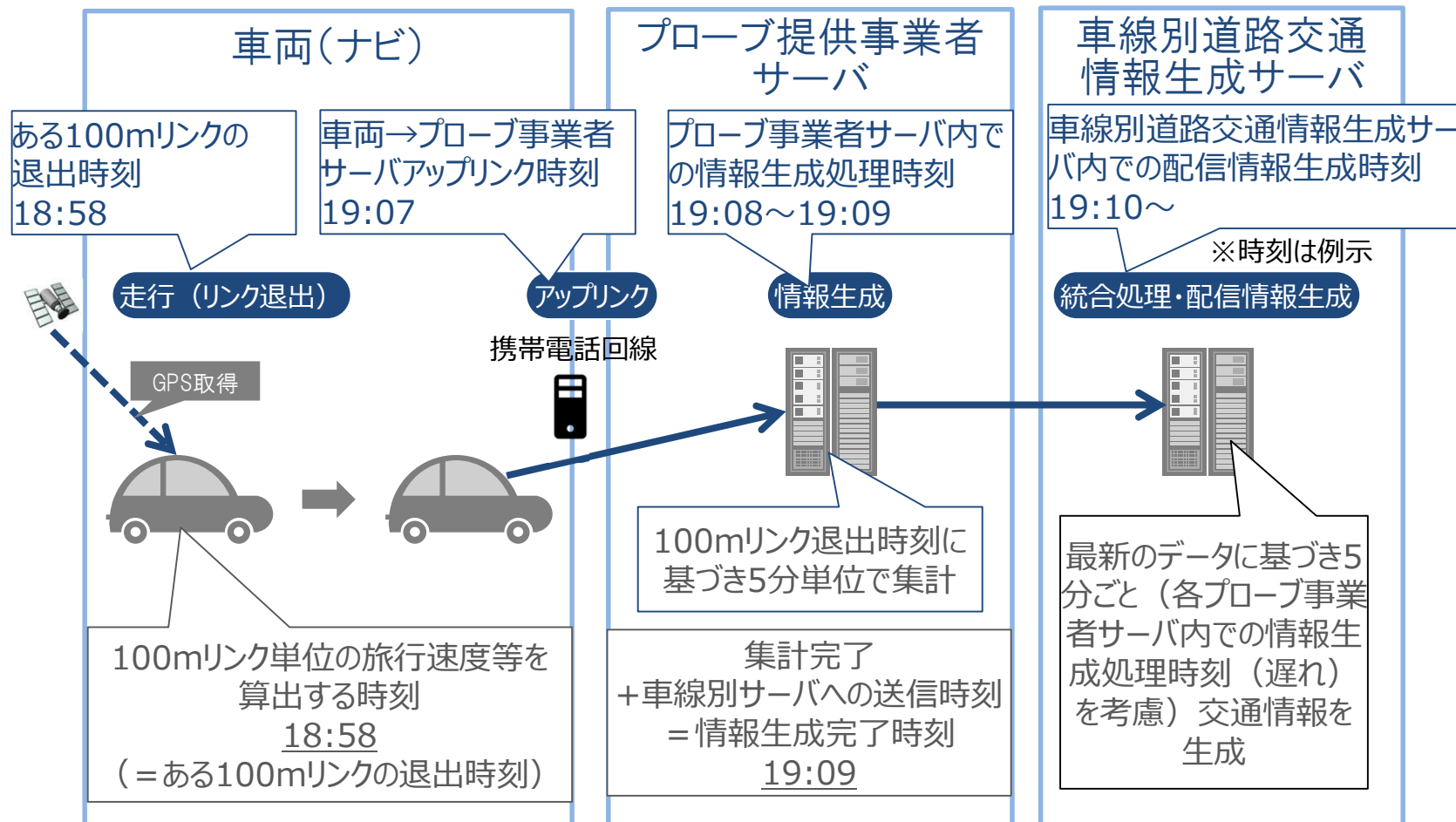
速度階級区分	台数
0 < V ≤ 10km/h	
10 < V ≤ 20km/h	
⋮	
110 < V ≤ 120km/h	
120 < V	

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

■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. 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

■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	
19:20				階層6	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

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. 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

■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、情報生成に必要な遡り階層数についての確認を行った。

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

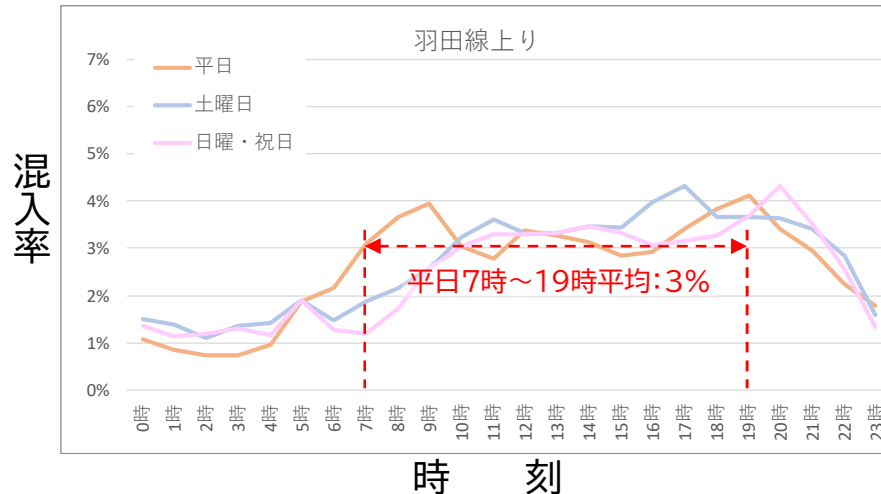
2.2.2 技術評価

■プローブ情報収集量の確認（混入率）

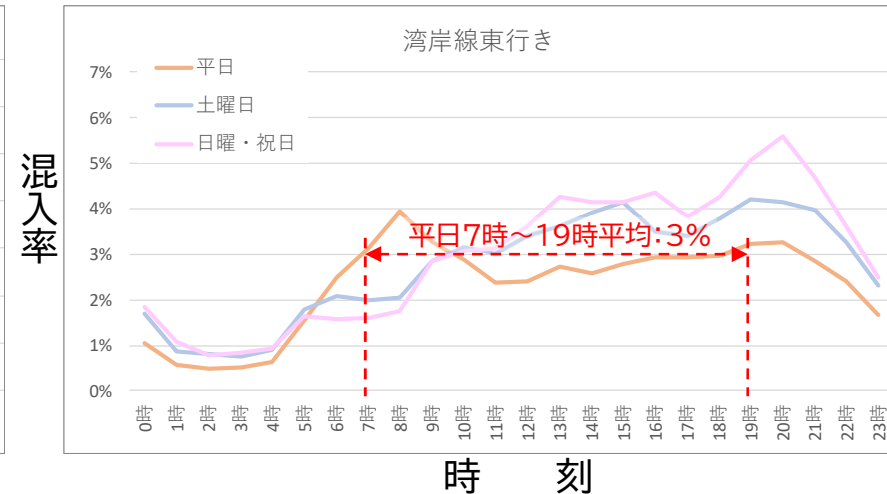
- 現状で収集可能なプローブ情報（速度層別台数）での混入率は首都高速道路（羽田線、湾岸線）で**3%程度**（平日/昼間）
- 羽田線（上り）で**6台/5分**、湾岸線（東行き）で**8台/5分**に相当。

○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センサス時間帯別交通量と比較

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

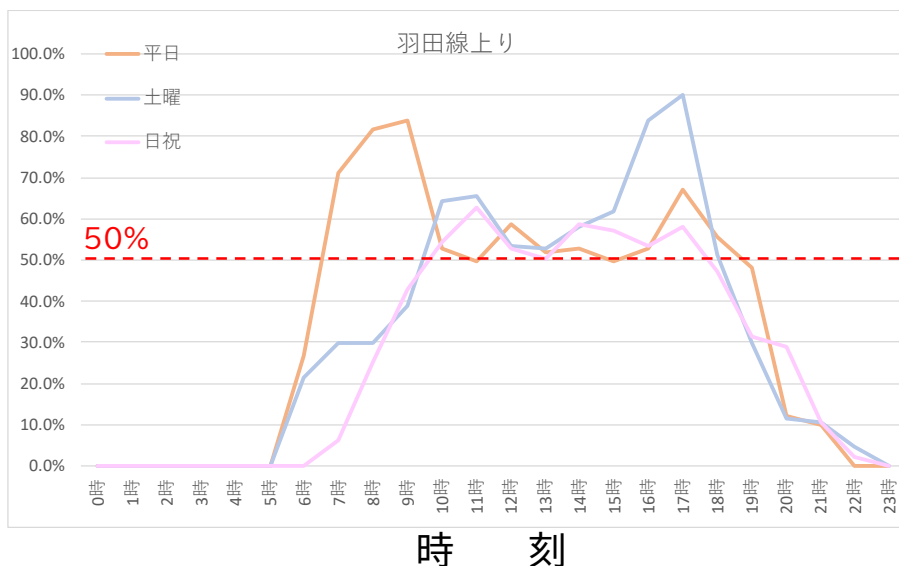
■プローブ情報収集量の確認（5分あたり台数）

- 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

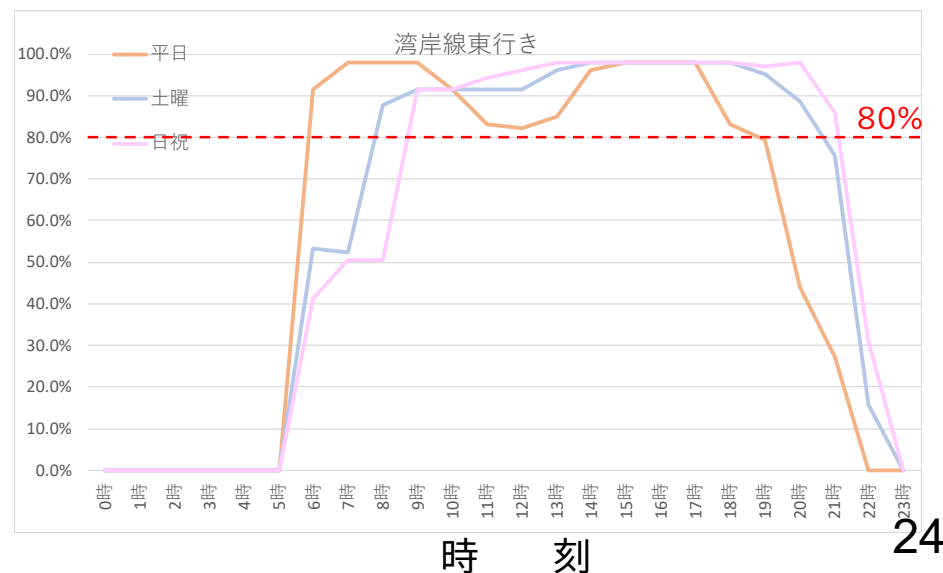
※都市内高速道路の速度分布において±10km（信頼度95%）の精度で平均旅行速度が算出できるサンプル数

○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)



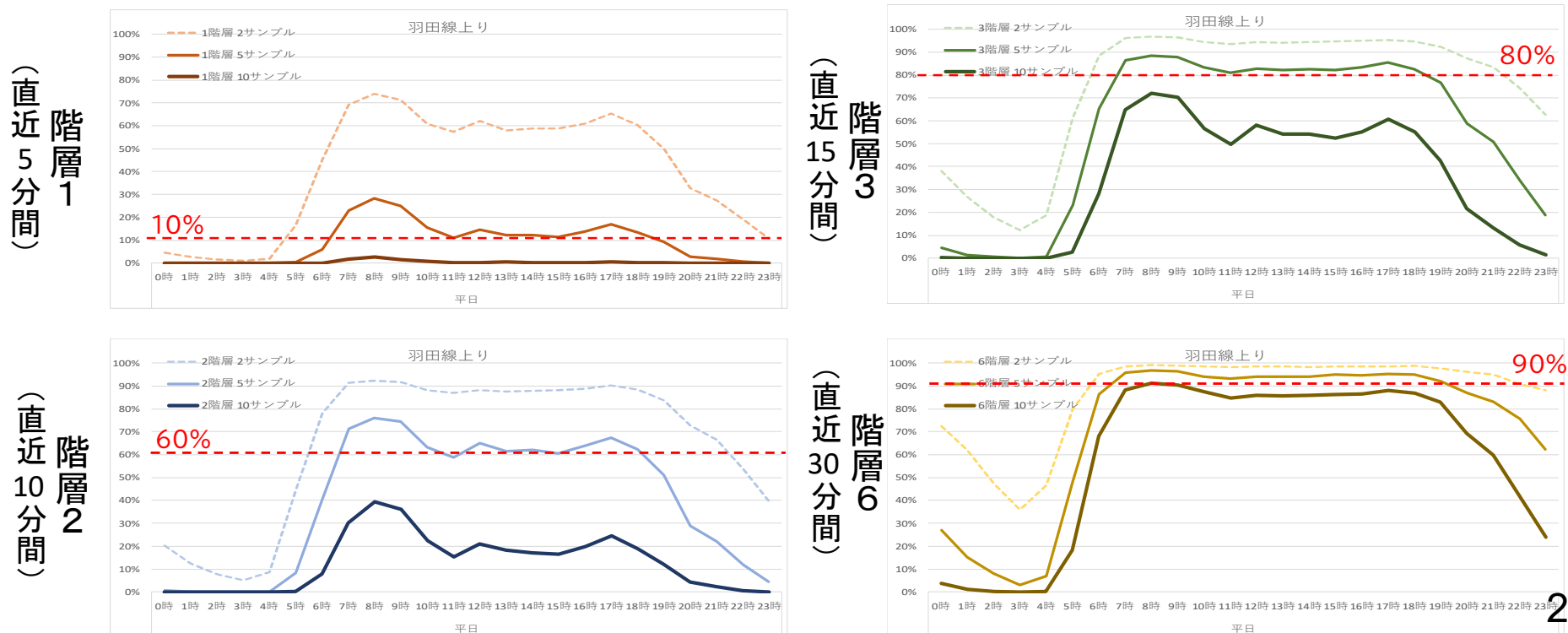
2.2. 車線別情報の生成に必要な車線別プローブの処理技術の検討と評価

2.2.2 技術評価

■ 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



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

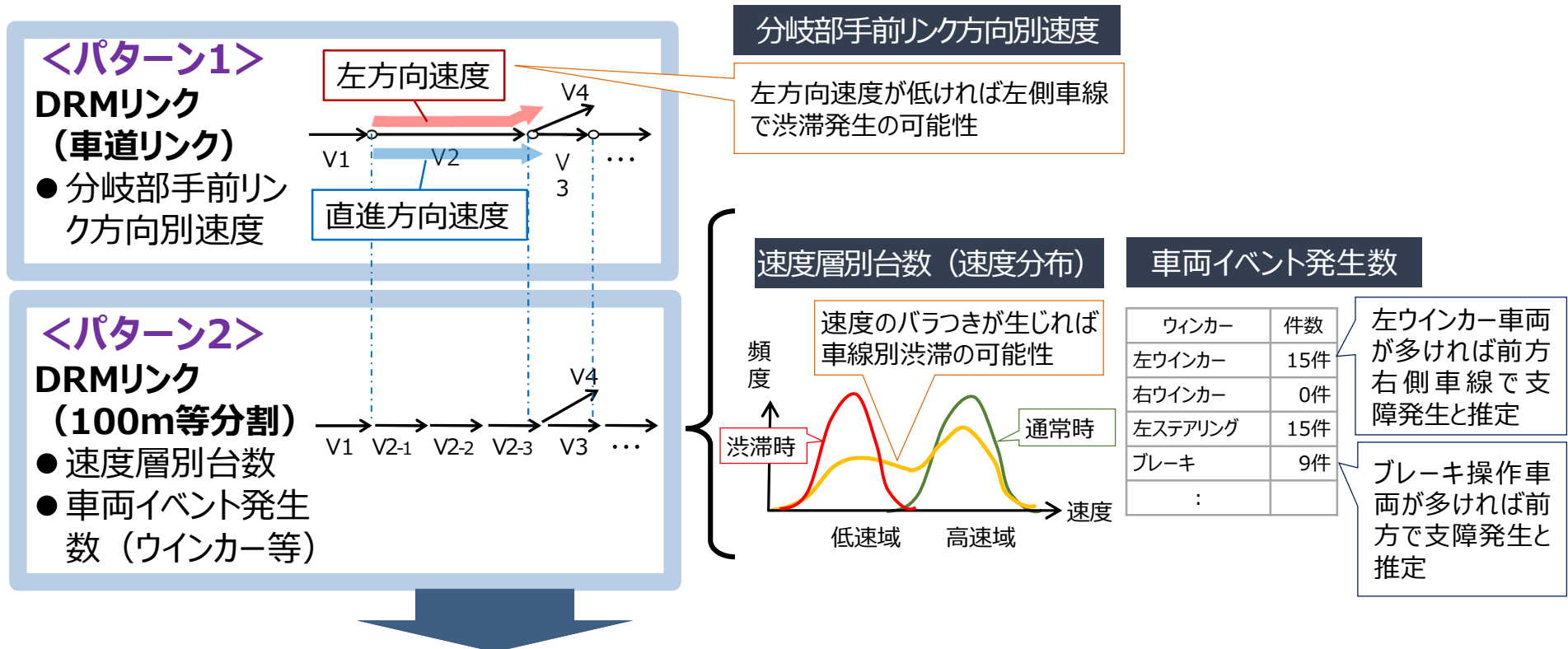
- 各社のプローブ情報の統計データについて、プローブデータ数や精度等の違いを踏まえ車線別情報として統合する統計処理方法について以下を想定し、検討する。
- また、上記統合処理により車線別情報を生成するに当たり、落下物等情報や事象規制情報等を車線別に分類したデータを参照し、活用する方法について検討する。
- 2019年度においては、プローブ情報の統計データについて、車線別情報として統合する統計処理方法の基礎的検討を行った。
- また、2020年度は、統合したプローブ統計情報から車線別情報を生成するロジックを検討した。

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>



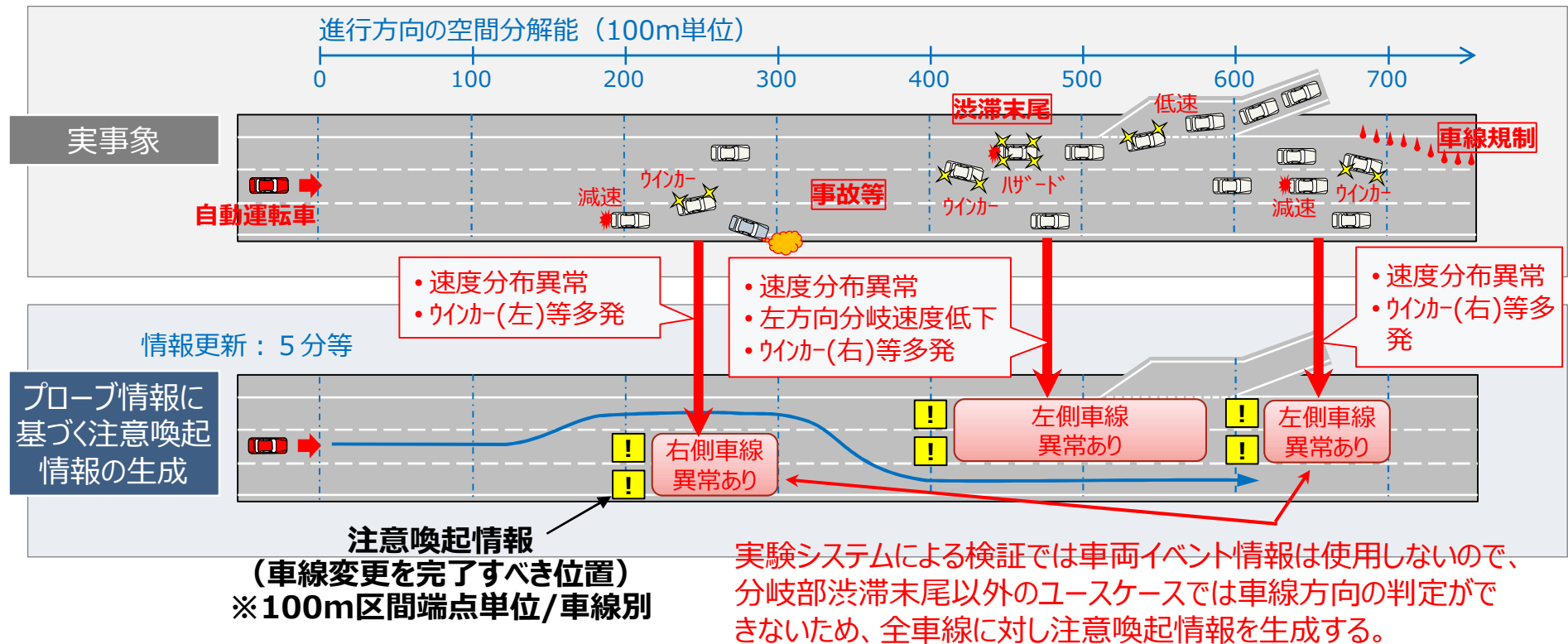
- パターン2の**速度層別台数情報**から100m単位で進行方向の異常発生箇所を特定
- 車線別異常の場合、パターン2の**ウインカー情報**等から支障車線の方向（左右の別）を判定
- 分岐部では、パターン1の**方向別速度**から分岐方向別の車線別渋滞（左直等の別）を判定

2.3. 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

■ 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. 車線別情報生成のためのデータ統合技術の検討と評価

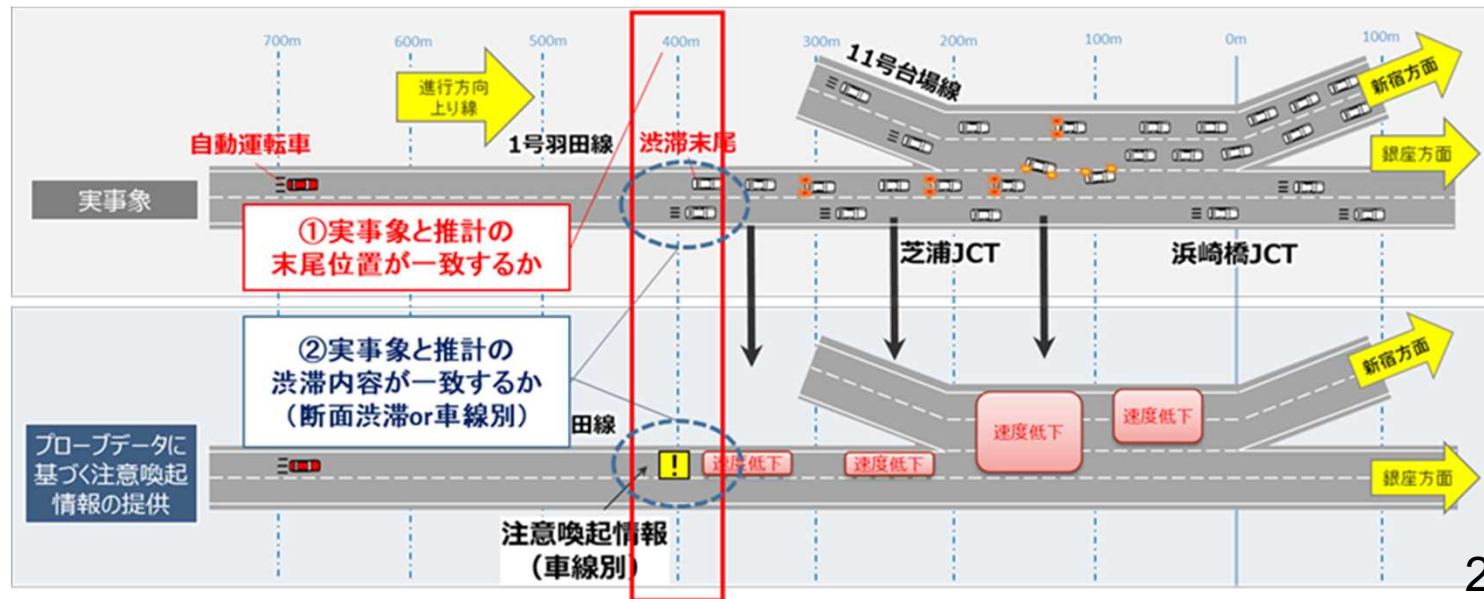
2.3.2 技術評価

- 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。

■ 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。

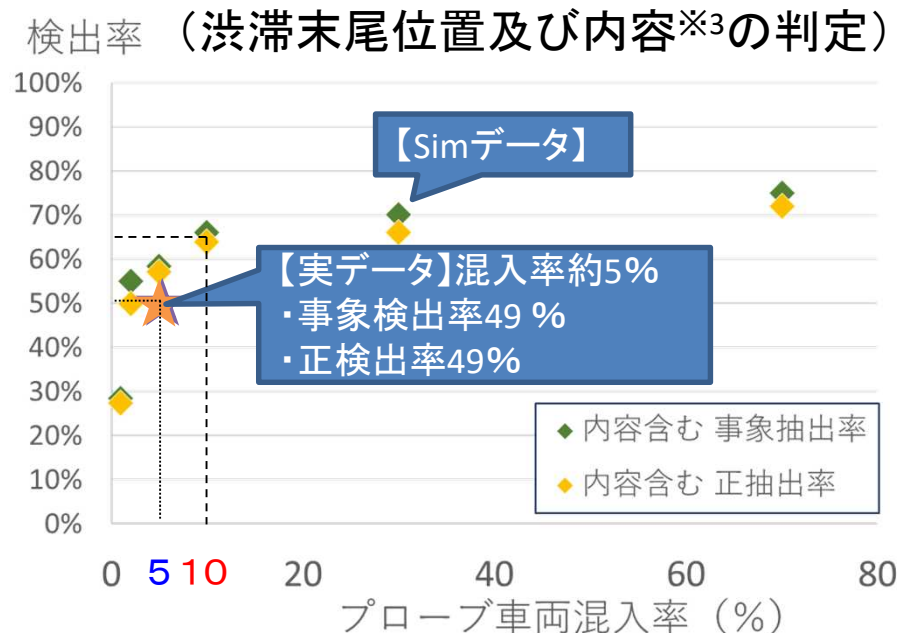
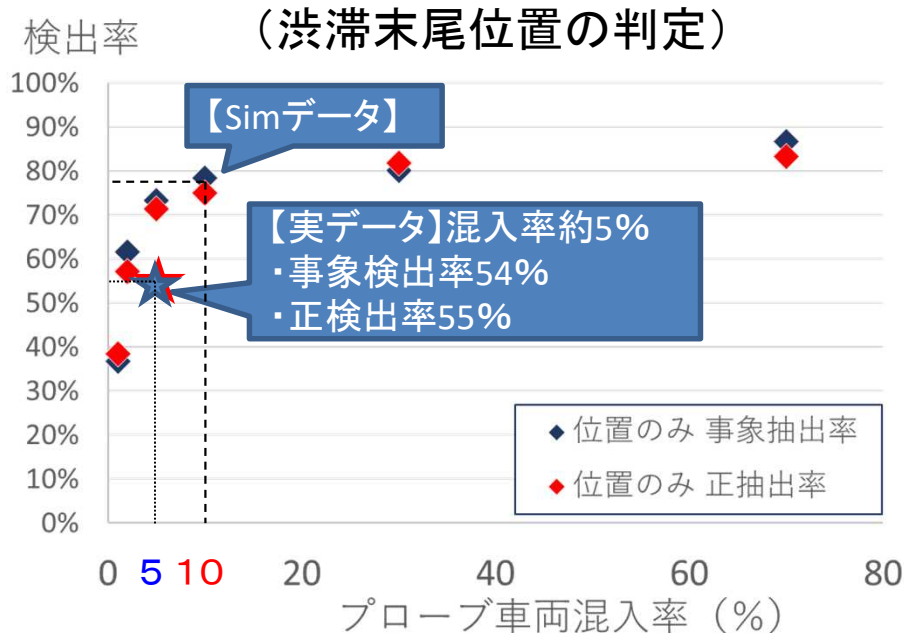
速度情報を用いた事象検知方法の検証イメージ



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（羽田線入り浜崎橋JCT手前区間）

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と想定）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。

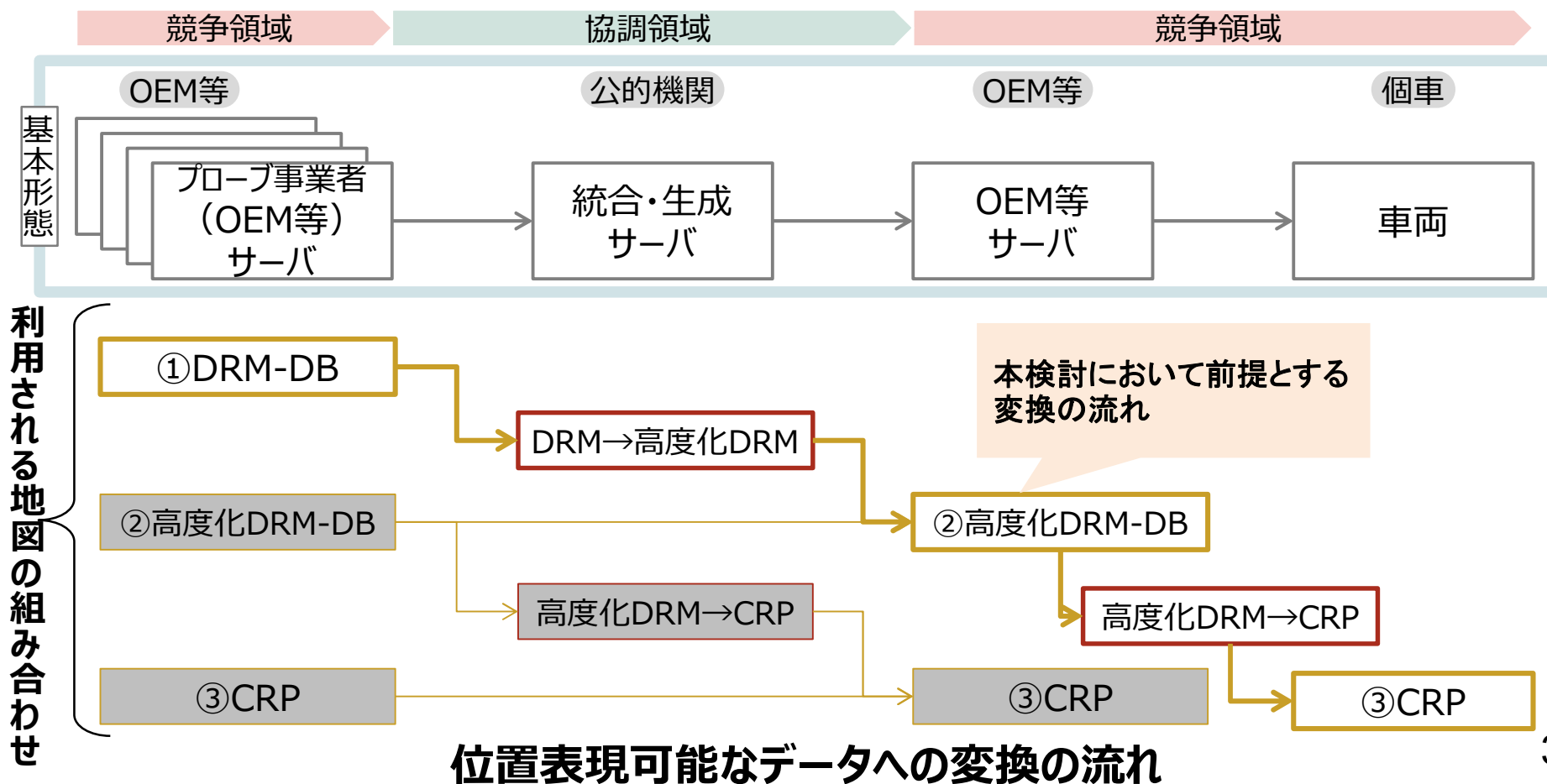
2.4.1 技術検討

■位置表現可能なデータへの変換

- プローブ提供事業者～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



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. 車線別情報の配信技術の検討と評価

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、「99：その他」の標記番号を利用。
→今後、必要に応じて渋滞末尾情報を配信するための専用標記番号の採番を検討。

○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。

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「VICS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。
- なお、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。

3.1 実証実験実施方針

- 市販車両から取得可能なプローブ情報を用いて、3つのユースケースにより生じる渋滞末尾位置に関する注意喚起情報を生成し、オンラインで情報提供
 - 実験参加者は情報提供期間中に対象区間を走行し、情報を受信/閲覧した上で、アンケートに回答
- ※走行推奨区間は車線別渋滞が生じやすい1号羽田線上り浜崎橋JCTを先頭とする「平和島IC→汐留IC間」

① 情報提供区間

右図の実験対象区間の範囲

1) 走行推奨区間

- ・ 1号羽田線上り
(平和島IC → 汐留IC)
- ※渋滞による注意喚起情報を受信する可能性が高い
- ※時間帯によって車線別の注意喚起情報となる

2) 走行推奨時間帯

- ・ 注意喚起情報を受信する可能性の高い以下の時間帯
- 平日朝 (9-10時頃)**
- 平日夕方 (15-17時頃)**

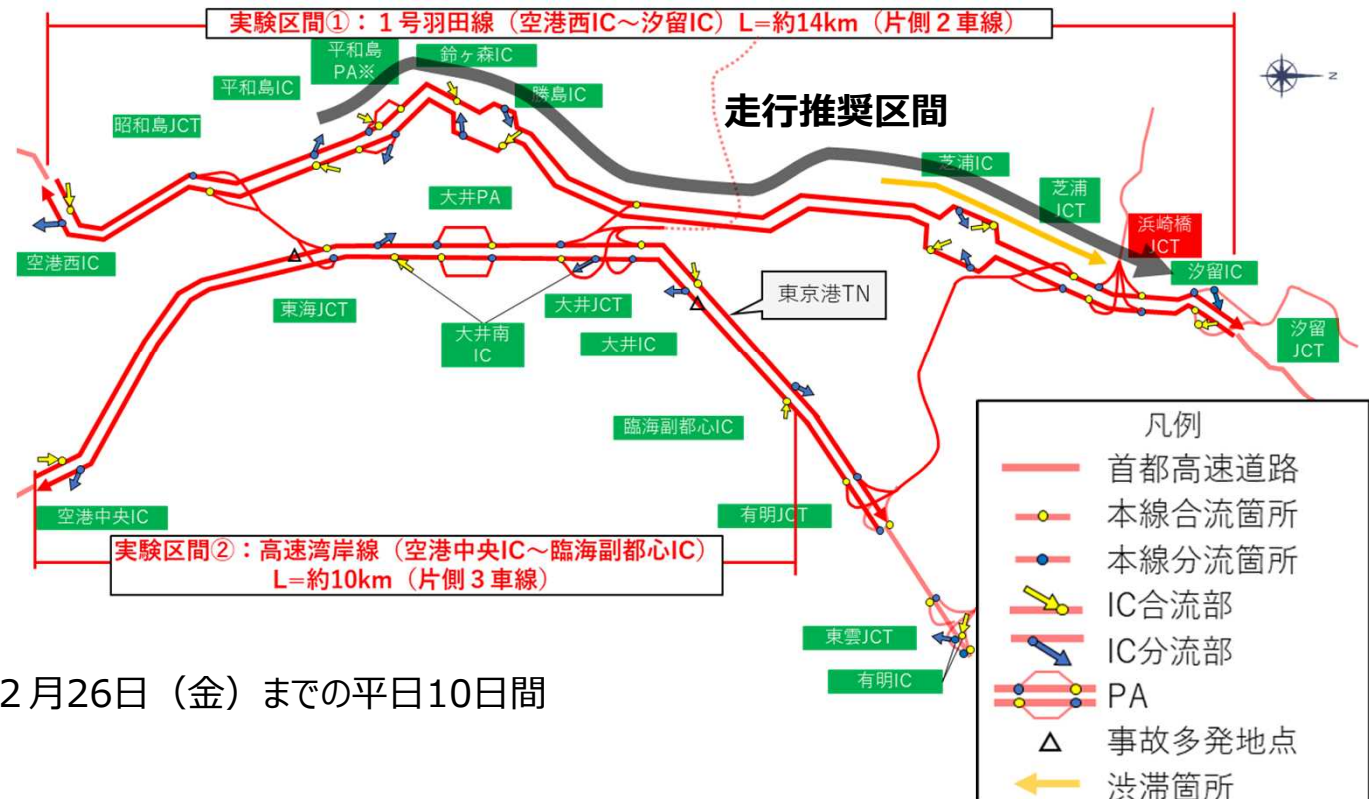
② オンライン情報提供期間

- ・ 2021年2月15日 (月) から 2月26日 (金) までの平日10日間
- ・ **9:00-17:00**

③ 提供情報

以下の注意喚起情報を5分周期で提供

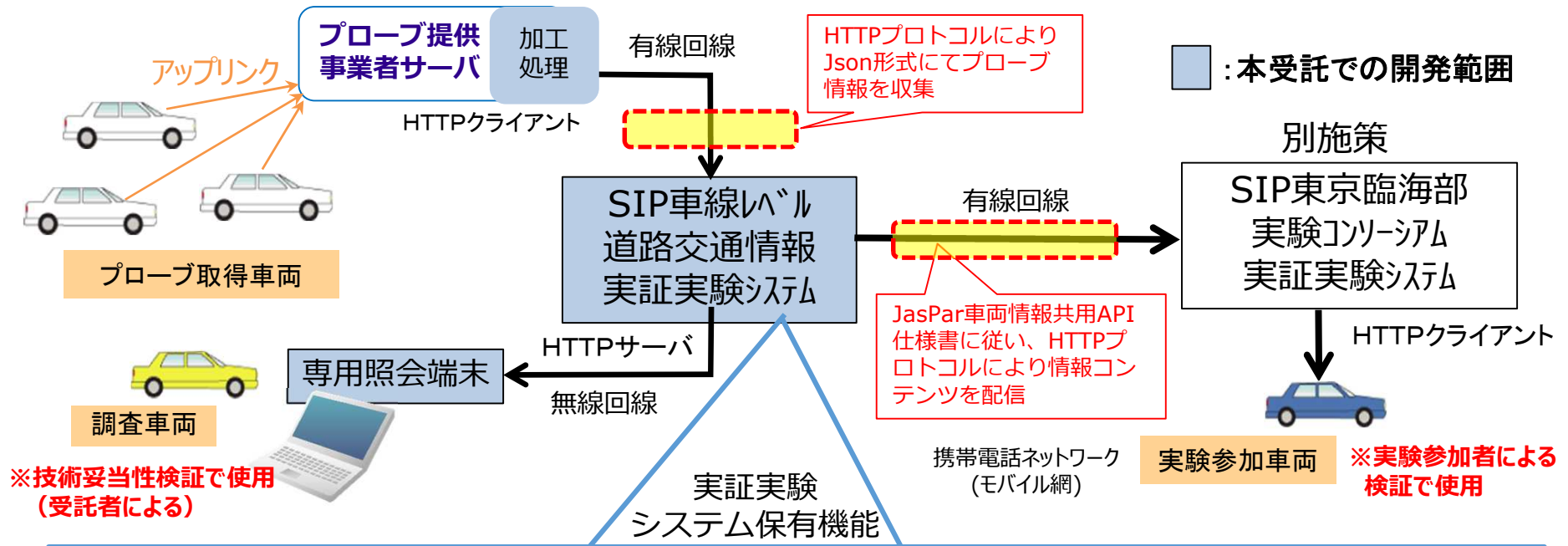
- 「渋滞末尾」位置 (100m区間単位) ※一部箇所、時間帯は車線別



3.1 実証実験実施方針

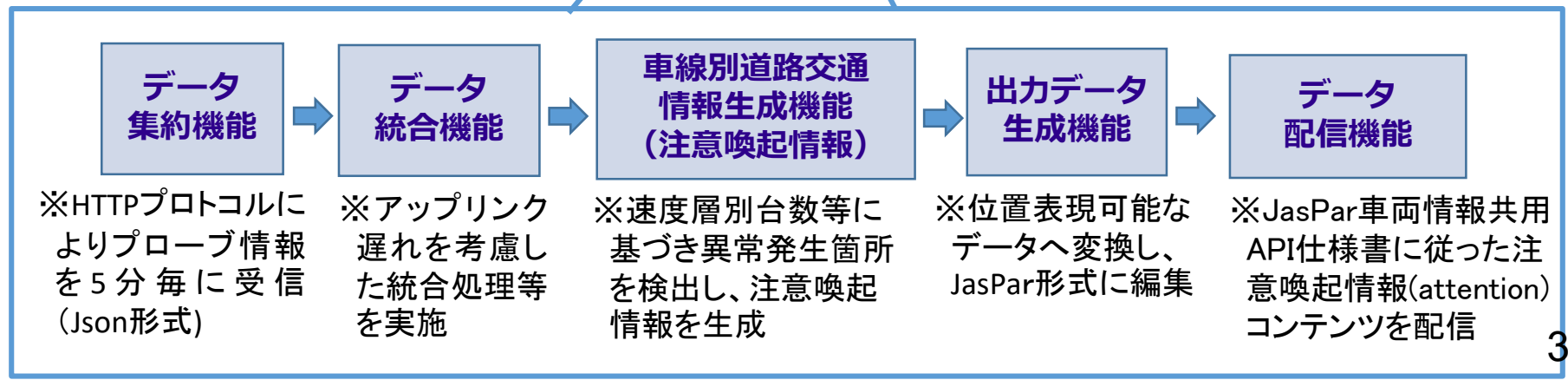
実証実験システムの構成

- 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

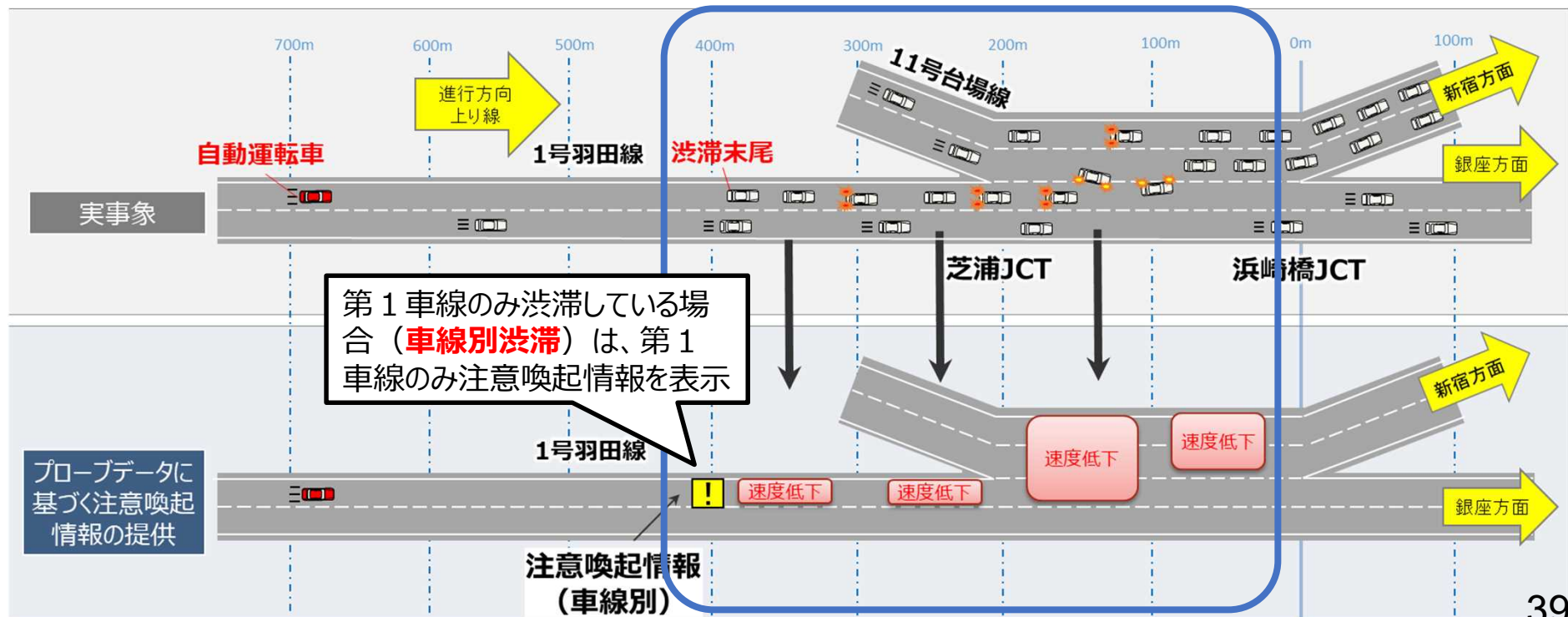


3.1 実証実験実施方針

主要検証フィールドでの渋滞発生状況と情報配信の概要

- 1号羽田線上りでは平日朝夕、浜崎橋JCTを先頭とする渋滞が恒常的に生じる。
- 新宿方面が渋滞するため、渋滞列が羽田線左車線に溢れ、**時間帯により車線別渋滞が発生**するため、主要検証フィールドとして位置づけ。
- **注意喚起情報**として、渋滞末尾位置を**100m単位**、**5分間周期**で生成。
- 渋滞が**第1車線のみ**の場合は当該車線に**注意喚起情報**を表示。両車線（断面渋滞）の場合は両車線に表示。

第1車線のみ渋滞している場合

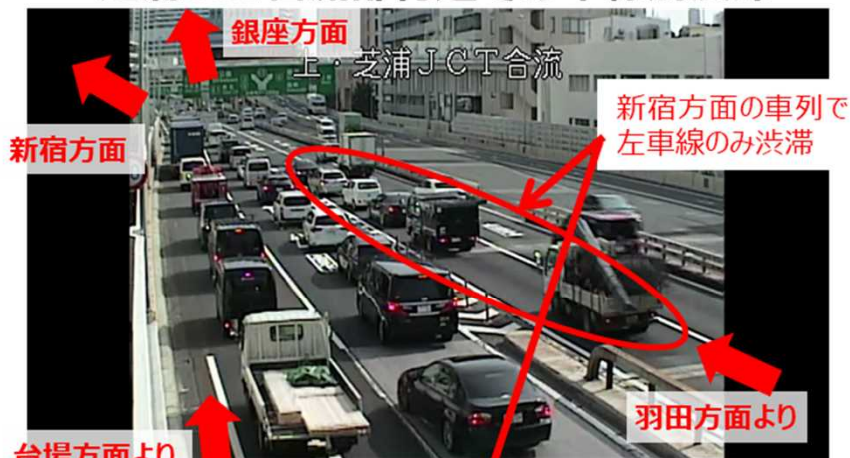


3.1 実証実験実施方針

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。

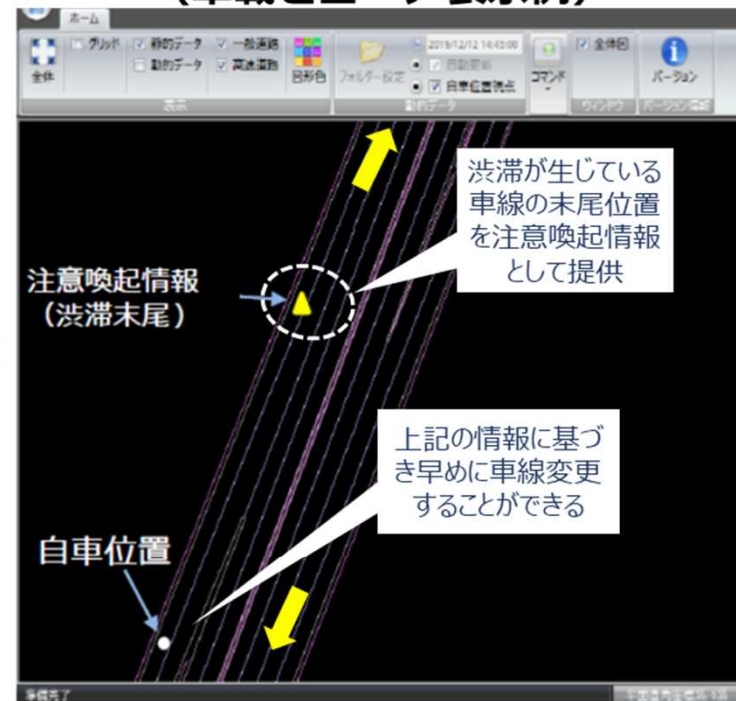
芝浦JCT合流部付近での車線別渋滞



走行映像



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)



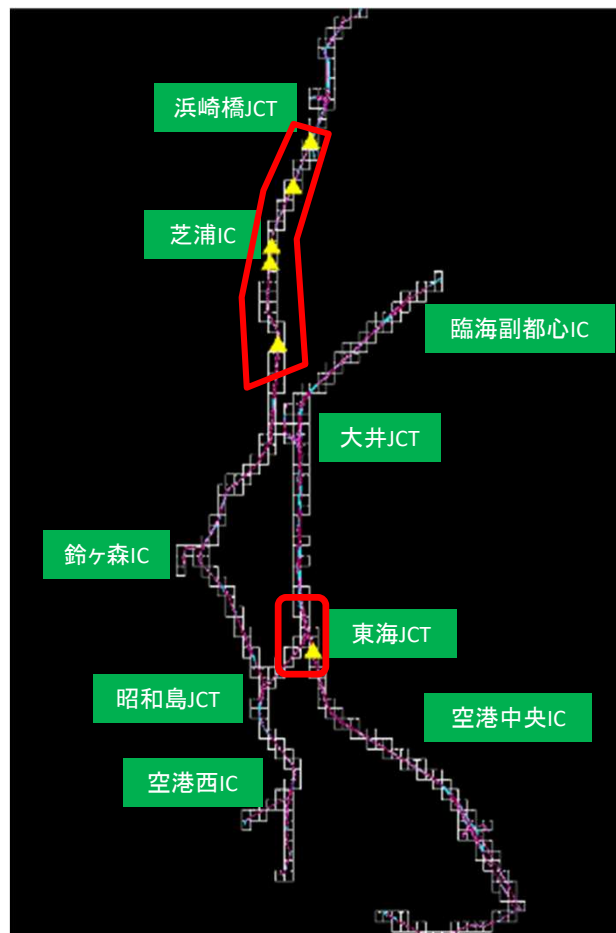
3.2 実証実験の実施概要

実証実験期間中の注意喚起情報の配信状況

- 2/24（水）朝混雑時の状況：ビューア表示をみると、当日の交通状況と概ね対応。

2021/2/24（水） 9:30

配信情報ビューア表示



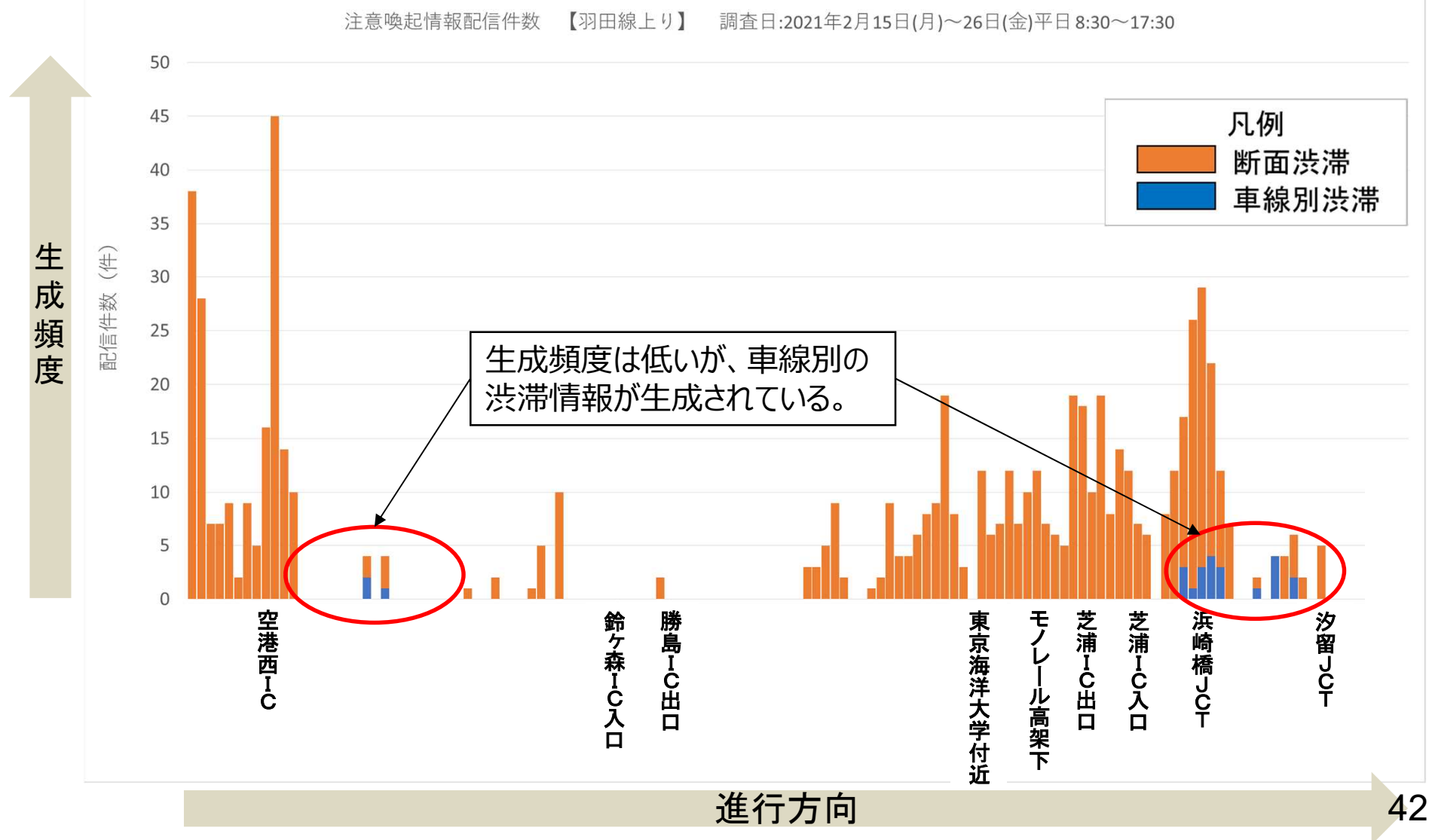
例えば、2/24（水）09:30のビューア表示をみると、羽田線上りの浜崎橋JCT～芝浦IC周辺、湾岸線東行きの東海JCTにおいて注意喚起情報が表示されており、当日の交通状況と概ね対応していた。

（同時刻帯のJARTIC道路交通情報により確認）

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

- 羽田線上市における注意喚起情報の生成地点をみると、渋滞末尾位置に対応して情報が生成されており、浜崎橋JCT付近においては**車線別渋滞情報が多く生成**されている。



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

※走行区間は羽田線乗り・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 (速報) ※今後回答理由の確認やクロス分析、走行映像との照合等を行い考察する

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

※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
えれば必要=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%

必要情報と理由
⑤渋滞末尾
⑥交通事故
⑦車線規制

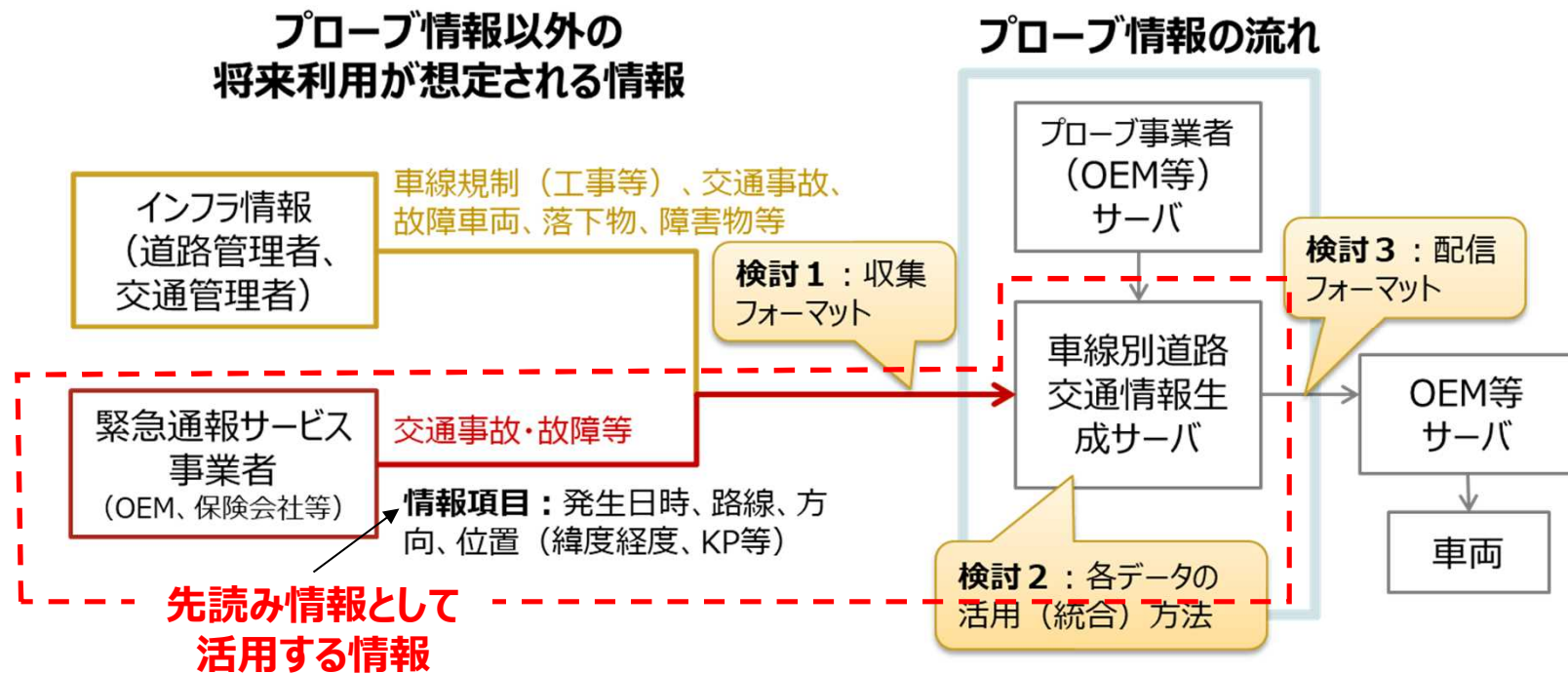
⑫実用化に向けた改善点

- ・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

アンケートの設問構成と結果の概要

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。
- さらに、交通管制情報の事故等記録をダミーデータとして、収集するプローブ統計情報の過去データから車線推定できるか検証する。
- なお、2020年度においては、ワーニング情報の情報源（事業者）及び入手可能な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