

「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」

2019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

2020年3月

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。

1.2. 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

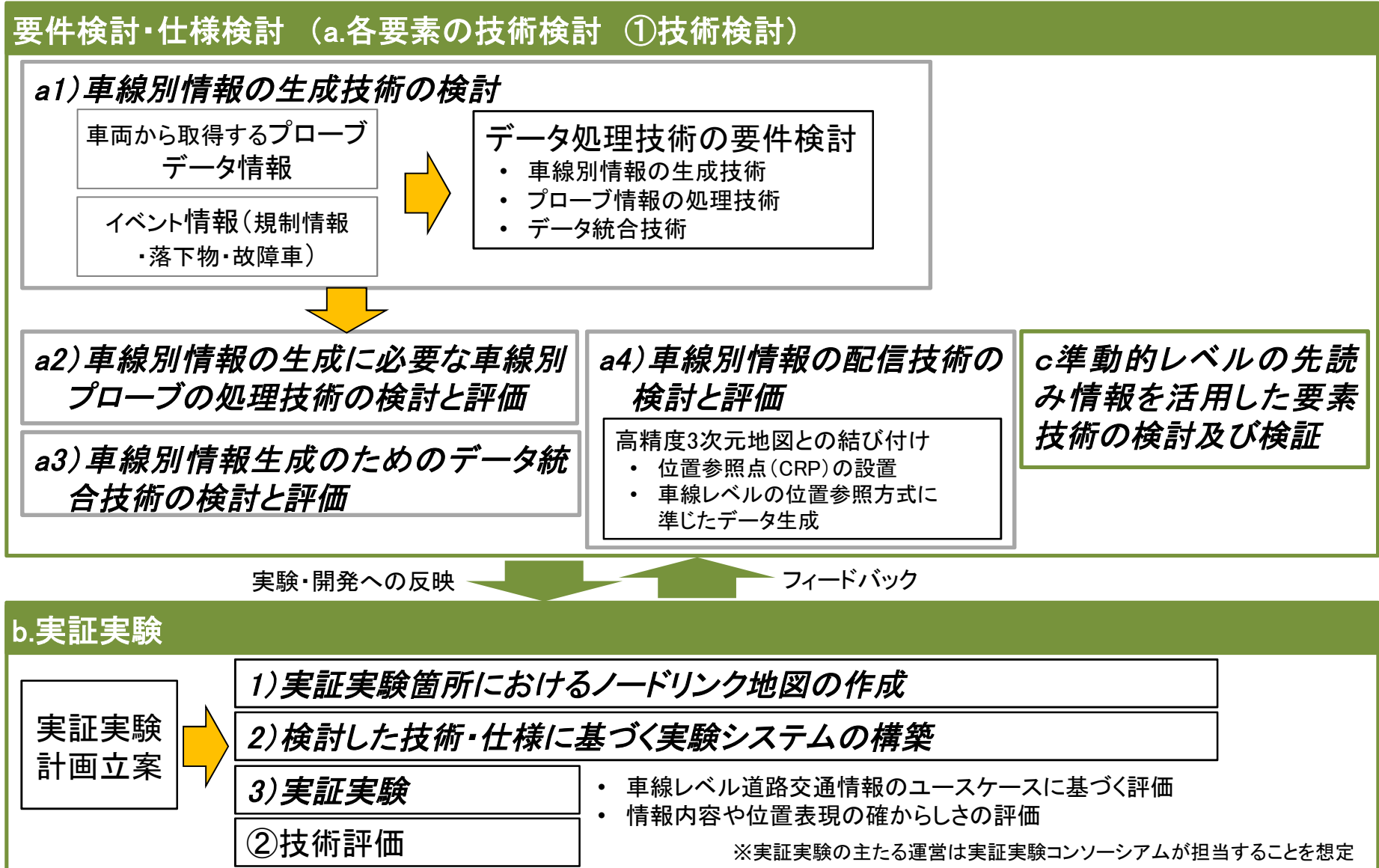
b. 実証実験

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、2019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」の一部について研究開発を行った。

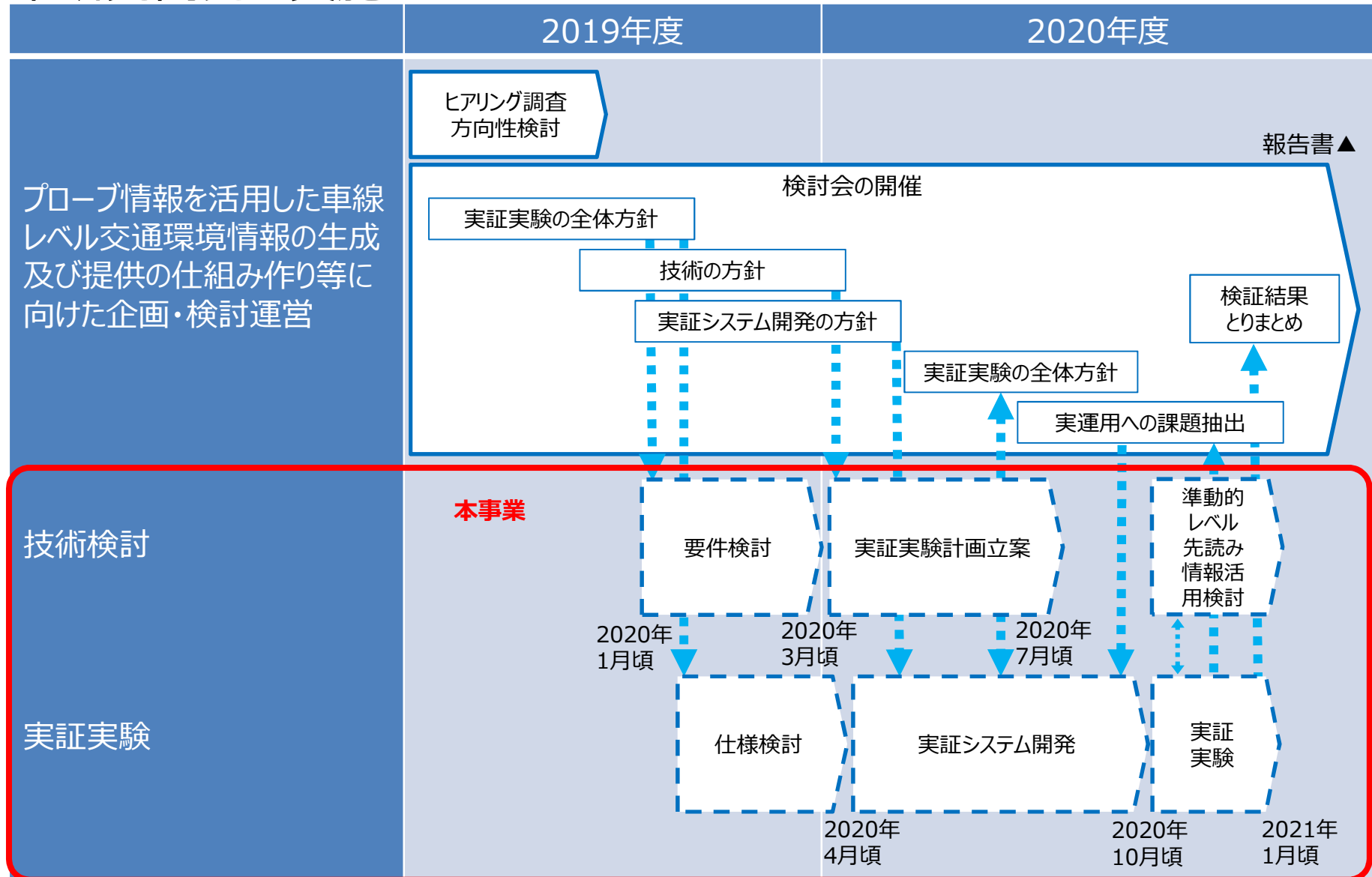
1.2. 事業概要

本研究開発の検討の流れ



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

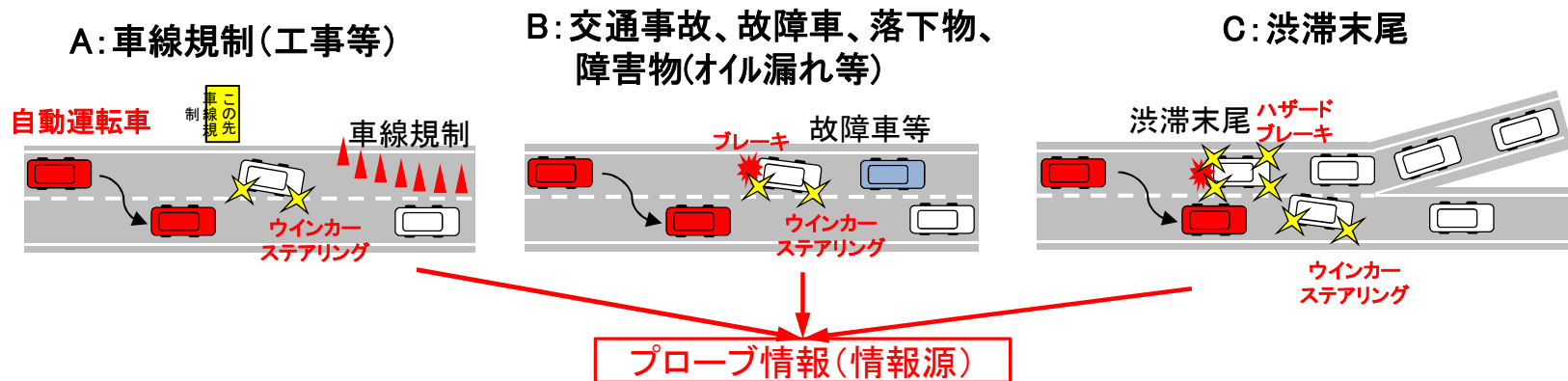
- 高速道路及び自動車専用道路を対象に、
 - ①各社の車両から収集するプローブ情報（リンク別旅行速度等）の統計データ
 - ②落下物情報・事象規制情報等を車線別に分類したデータの各々のデータより車線別情報を生成する方法について検討する。
- なお、本業務においては早期実用化を目指すために、入手可能な（自動運転車両ではない既販車両から得られるデータの意）データを活用するものである。
- なお、2019年度においては、車線別情報を生成する方法について基礎的検討を行った。また、入手可能なデータについて、プローブ提供事業者にヒアリング調査を実施した。

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

2.1.1 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

(1) 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

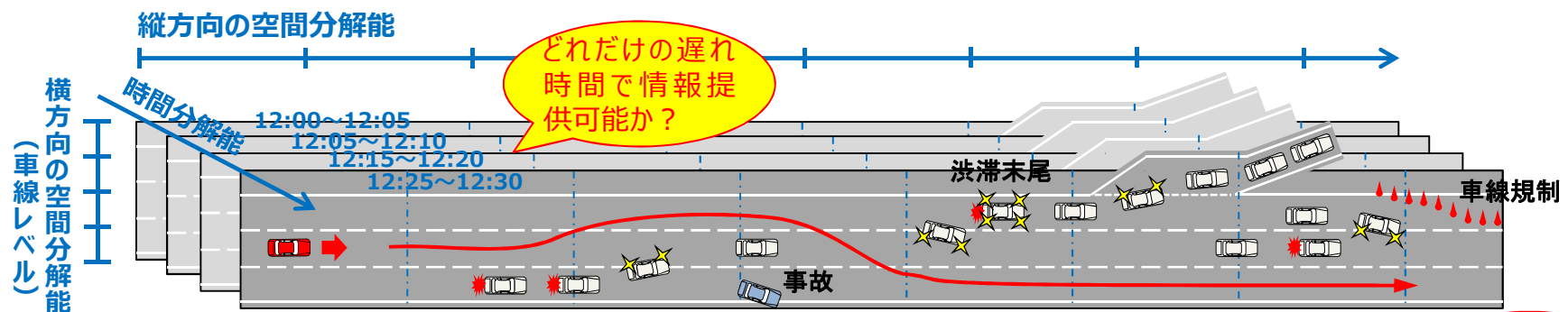
2.1. 車線別情報の生成技術の検討

2.1.1 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

(2) 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	P13※1 補足説明参照	左多発	P13※2 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

2.1.1 車線別情報を生成する方法に関する基礎的検討

(3) 情報生成方法の事前検証方法（案）

○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。

2.1. 車線別情報の生成技術の検討

2.1.2 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>

- ・ 本事業において希望するデータ形式によるプローブ情報提供のご協力について
- ・ 実証実験時におけるオンライン接続による提供のご協力について
- ・ 本取組みにご協力いただける場合の費用、契約方法、調整事項について 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

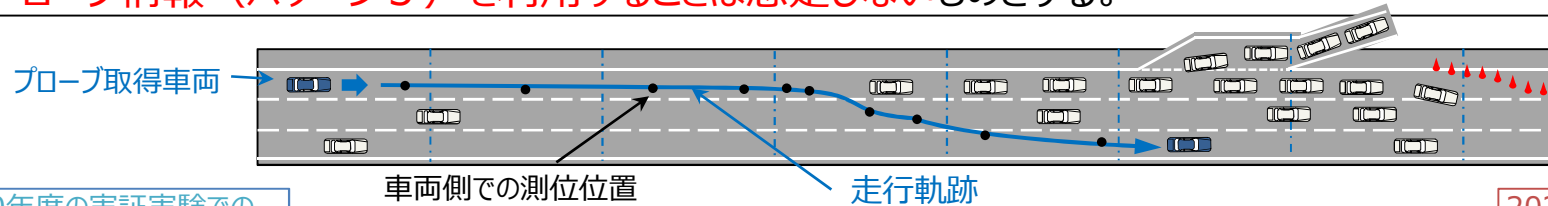
- 2.1で検討した方法のうち、実証実験の実施が可能なものを対象として、プローブの処理技術について検討する。
- なお、2019年度においては、車線別情報生成に必要な、活用可能な車両からの情報についてデータ形式及び情報項目の整理を行った。

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

(1) 活用可能なプローブ情報

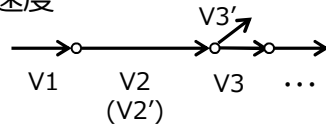
- プローブ情報の空間的な集計単位は、**DRM等のリンク集計されたものが一般的**である。
- 自動運転に必要となる車線別道路交通情報を生成するには**車線別のプローブ情報（パターン3）が必要**だが、2020年度の実証実験における利用可能性は低いため、今後の検討においては、**車線別のプローブ情報（パターン3）**を利用することは想定しないものとする。



2020年度の実証実験での利用を想定（一部調整中）

<パターン1>

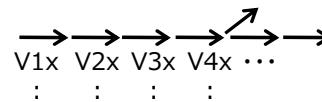
- 車道別リンク速度（DRMリンク単位）
- 分岐部手前リンクにおける方向別速度



- 路線方向はDRMリンク単位で平均旅行速度Vが算定されている
- DRMの平均リンク長は300m程度だが、極めて長いものもあり、その場合リンク旅行速度による交通状態判定の分解能は低下
- 分岐部手前リンクにおける分岐後の方向別に対応したリンク速度が入手できれば、分岐方向に対応した車線別の速度を類推できる可能性がある

<パターン2>

- 車道別リンク速度（100m間隔等）
- 速度層別サンプル数
- ウィンカー、ブレーキ発生数等

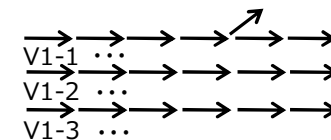


- DRMリンクのままでなく、路線方向に100m間隔等で平均旅行速度Vが算定されている
- 縦方向の分解能が一定のため、車線選択判断位置の特定には一定の有用性
- ウィンカー発生数等と併せて利用することで、支障が生じている車線（左右の別）を類推できる可能性がある

2020年度の実証実験での利用は想定しない

<パターン3>

- 車線別リンク速度（100m間隔等）



- 左記パターン2において車線別に速度が集計されているもの
- **車線別交通情報を生成する上で一番望ましいデータ形式**

車線別道路交通情報の生成に向け活用を想定するプローブ情報のデータ形式

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。

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

(1) 車線別道路交通情報として統合する統計処理方法の基礎的検討

- 今後、この生成方法（案）を基に、速度度層別サンプル数や分岐部での方向別速度情報で補足することで車線レベルでの支障発生位置の類推精度を向上させることができるか検討する。

【※ 1 : ウィンカー発生数等による支障車線の類推と速度層別サンプル数による補足】

ウィンカー発生情報に基づく車線別情報の類推方法案

ウィンカー発生情報（ウィンカーの方向）から支障箇所の左右車線位置並びに進行方向の発生位置を類推。データ数の多い速度層別サンプル数も併せてみることで、類推の精度向上を検討

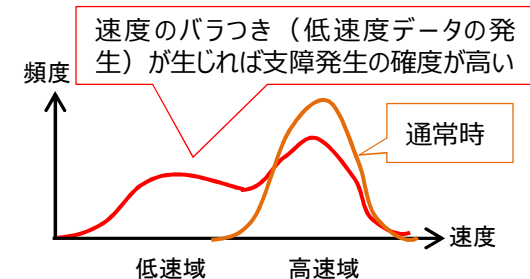
ウィンカー等発生情報

ウィンカー	件数
左ウィンカー	15件
右ウィンカー	0件
左ステアリング	15件
ブレーキ	9件

左ウィンカー車両等が多ければ前方右側車線で支障発生と推定

例：12:00～12:05の5分間のウィンカー等発生数

速度層別サンプル数分布



例：12:00～12:05の5分間の速度層別サンプル数

【※ 2 : 分岐部で分岐先の進行方向情報に紐づけた方向別プローブによる渋滞末尾位置特定の補足】

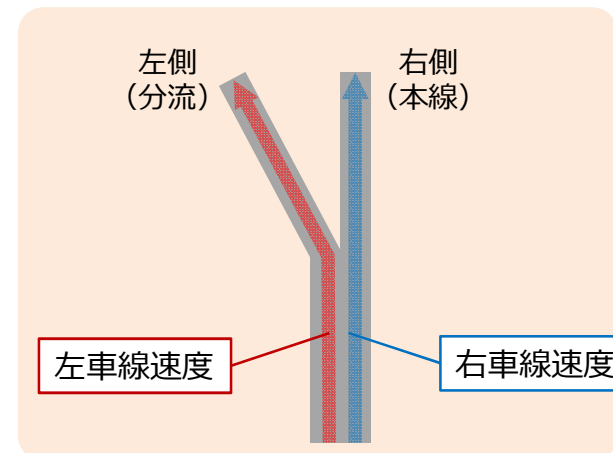
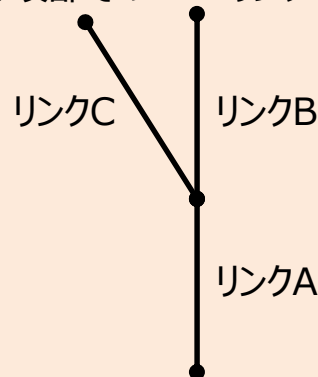
車線別情報の類推方法案

分岐部手前リンクで更に方向別の速度が得られる場合は、各速度を方向別の車線の速度として渋滞末尾判定を補強

[例]

- リンクAからリンクCに走行した車両のリンクAの平均速度
= 左車線の速度
- リンクAからリンクBに走行した車両のリンクAの平均速度
= →車線の速度

分岐部でのDRMリンクイメージ



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。

3. 実証実験

3.1 実証実験実施方針（案）の検討

- 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、実証実験に用いる。
- また、当該区間における落下物等の収集については、既設のシステムが稼働していることから、既存システムに影響を与えないように、実験のために別のシステムを別途開発し、必要な人員を配置する。
- なお、2019年度においては、実証実験の概略実施方針を検討した。

3.1 実証実験実施方針（案）の検討

- 2020年10月～12月の間に実施する予定の実証実験に関する実施方針案について、検討した結果を以下に示す。

<実施内容>

- 実証実験ではプローブ提供事業者からデータを収集し、車線レベルの道路交通情報を実験参加車両に実際に配信を行う。

<前提条件>

- 期間：10月～12月25日（金）の間
- 実験参加者：15社（高速道路実験参加者）

<今後詳細検討を必要とする事項>

- 実施内容
 - 情報の信頼性/有効性を検証
 - 受託者側で実施するもの（情報の信頼性評価）、実験参加者の走行によるもの（情報の有効性評価）に分けて実施

3.1 実証実験実施方針（案）の検討

<実証実験での技術評価イメージ>

- 実証実験での評価は、生成情報の信頼性、情報の有効性の2つの観点から行う。
- 突発事象の発生は事前に予見できないため、実験参加車両の走行を伴う評価は予め車線別渋滞発生が予見できる1号羽田線上り浜崎橋JCT部等で実施することを想定する。

実証実験の評価フレーム（案）

区分	評価指標	評価方法 /使用データ等	対象ユースケース事象 (実施箇所)	実施時期
情報の信頼性 →受託者側で 実施	● 支障車線判定の 信頼度 ● 情報再現遅れ時 間	● CCTV映像、車載カ メラ映像 ● 事象発生記録との 照合	車線規制（規制実施箇所）	10月上旬 3日程度 ※都度システム調整 を見込むため不連続 の3日間を想定
			突発事象（発生箇所）	
			渋滞末尾（浜崎橋JCTの車線 別渋滞）	
情報の有効性 (自動運転の 安全性) →実験参加者 の走行による	● 情報の粒度の妥 当性 ● 支障車線回避 (車線変更)への 有効性	● 実験参加者意見 (アンケート)	渋滞末尾（浜崎橋JCTの車線 別渋滞）	1回目:10月下旬 3日程度 ↓注2) 2回目:11月下旬 3日程度
			車線規制、突発事象については 浜崎橋JCTでの走行を踏まえて 想定で評価注1)	

注1) 実験参加者が車線規制実施時間帯（主に夜間）も走行可能な場合は車線規制での走行評価も想定

注2) 実験参加者の走行による評価は、アンケート意見等を踏まえ実験方法の修正、システム調整等を行った上で再度実施
できるよう、2回に分けて行うことを想定する。実施日数はプローブ提供事業等との今後の調整を踏まえ、確定する。

3.1 実証実験実施方針（案）の検討

<実証実験対象区間>

- 実証実験対象区間は首都高速の① 1号羽田線（空港西IC～汐留IC）と②高速湾岸線（空港中央IC～臨海副都心IC）の2区間
- 実証実験はこの区間内において実施

実証実験対象区間等位置図



3.1 実証実験実施方針（案）の検討

<実証実験システムの構成イメージ>

- 実証実験では実験システムを構築し、プローブ提供事業者や東京臨海部実証実験コンソーシアムのシステムと接続することで実験参加車両に情報配信を行う。

