

「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）／
東京臨海部実証実験の実施」
-2021年度成果報告 概要版-
本編

東京臨海部実証実験コンソーシアム

三菱電機株式会社（代表企業）

アイサンテクノロジー株式会社

ジオテクノロジーズ株式会社

住友電気工業株式会社

株式会社ゼンリン

株式会社トヨタマップマスター

日本工営株式会社

パシフィックコンサルタンツ株式会社

株式会社パスコ

2022年3月

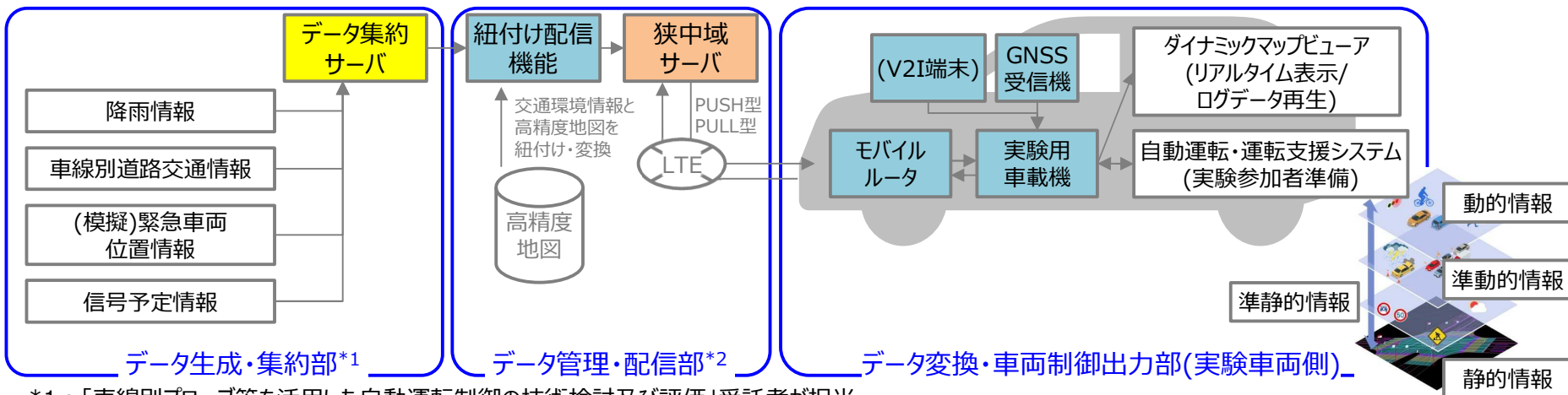
成果要旨：交通環境情報配信実験(V2N)

- V2Nでの情報利活用の課題に対する取組として、社会実装を想定した実験環境を東京臨海部に構築し、交通環境情報(動的・準動的・準静的)の配信実験を実施
- 過年度実験体制を維持、国内外自動車メーカー、大学、ベンチャー企業等22団体参加

V2Nの利点	V2Nの想定される課題	実証実験で得られた課題・対応
広域公衆ネットワークを使用し <u>エリア単位の情報配信</u> を実現	複数のサーバを介して伝達することで <u>情報処理/伝送遅延発生</u>	<u>配信方式で伝送遅延の差異明確</u> : <u>利用情報の種類で配信方式を選択</u> (DM*3の動的、準動的、準静的情報)
広域情報・他組織が持つ情報等、 <u>利活用情報の拡張</u> が容易	<u>必要情報利用(取捨選択)</u> の仕組み・機能の開発	<u>必要情報利用</u> に向け、実証実験WGで議論要(協調領域)
<u>V2N接続機能</u> を持つコネクテッド・カー(Connected Car)が <u>普及拡大中</u>	対象サービス規模拡張に見合った <u>サーバ能力・通信容量準備</u> が必要	情報種類・配信容量等は <u>車側処理能力も考慮(関係団体と成果共有)要</u>

V2N実証実験取組テーマ
(期間：2021/11～2022/2)

- V2N情報提供の仕組・実用化・社会実装に向け課題の明確化と効果検証
- 提供情報の有効性確認



*1：「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」受託者が担当

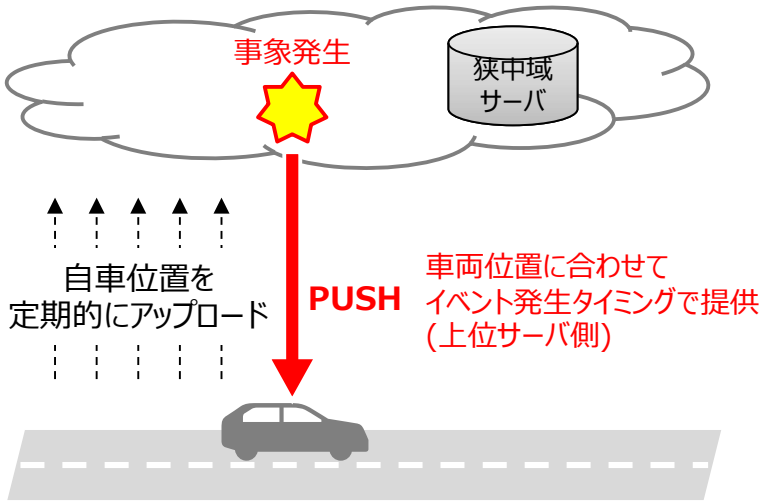
*2：「狭域・中域情報の収集・統合・配信に係る研究開発」受託者が担当

*3：DM ダイナミックマップ

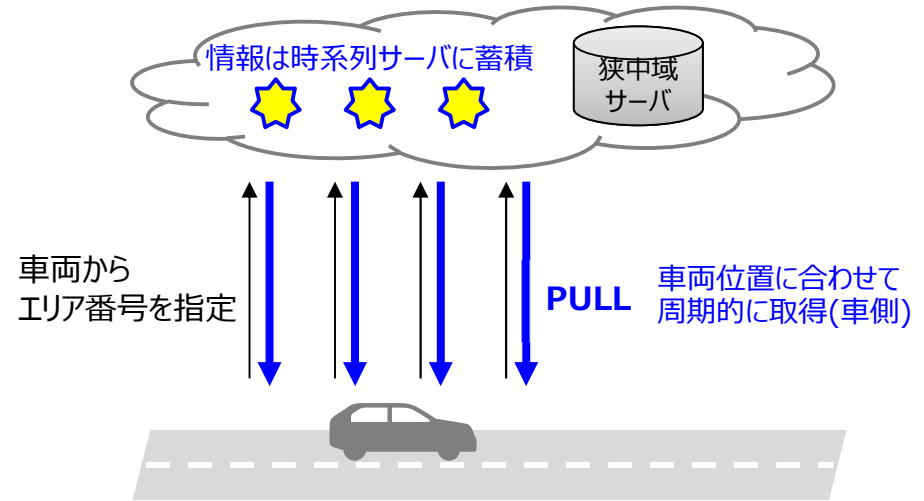
成果要旨：PUSH方式とPULL方式について

- 情報処理・伝送遅延最小化、必要情報利用(取捨選択)を実現する仕組みとして、PUSH方式とPULL方式を構築・実験実施

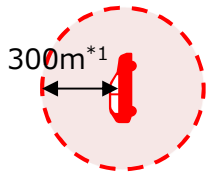
PUSH方式



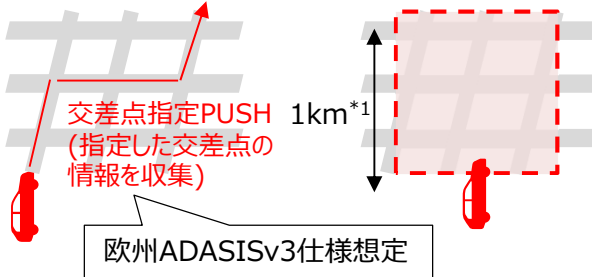
PULL方式



模擬緊急車両位置情報 (2秒周期)



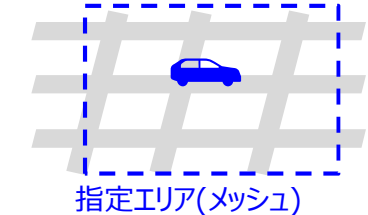
信号予定情報 (交差点指定：更新毎、距離指定：1秒周期)



車線別道路交通情報 (1分周期)



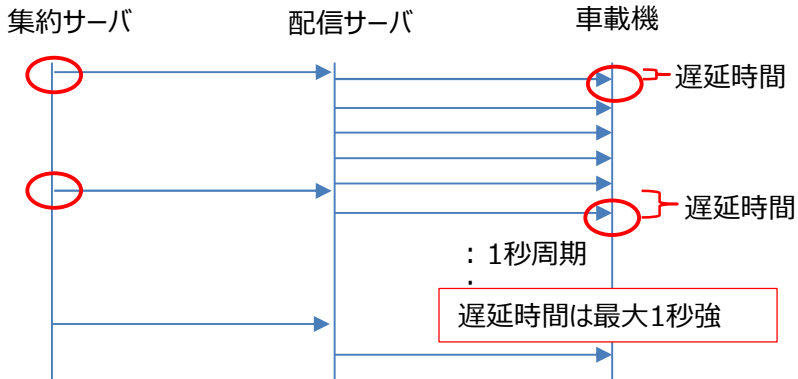
降雨情報・信号予定情報 (5分周期) (1分周期)



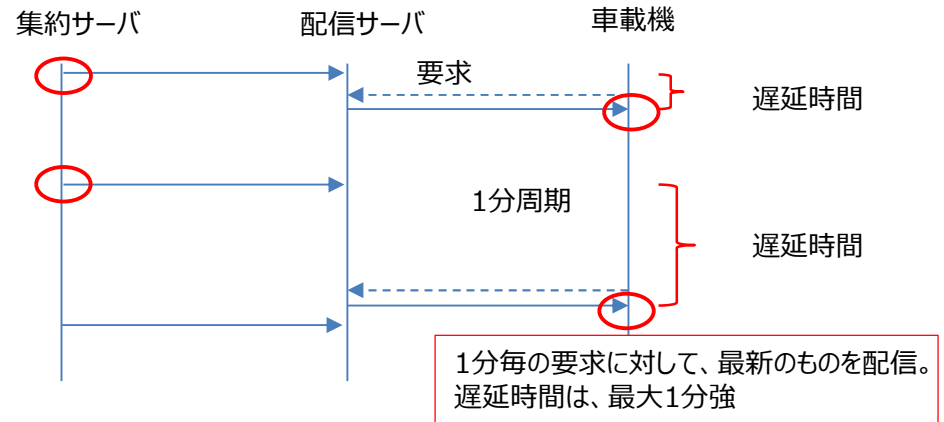
成果要旨：PUSH方式とPULL方式について

●PUSH方式およびPULL方式のトランザクション

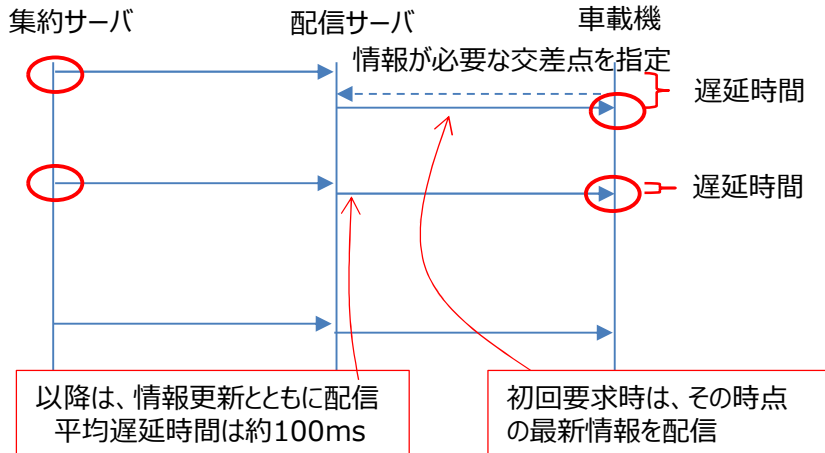
距離指定PUSH方式の場合



PULL方式の場合



交差点指定PUSH方式の場合



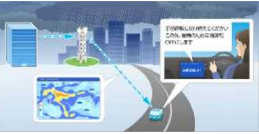
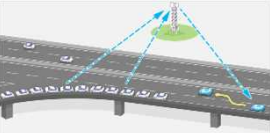
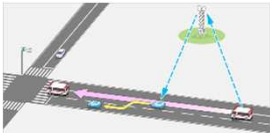

□ 距離指定PUSH方式の場合：信号予定情報が更新されない限り、同じ情報を1秒間隔で提供、車載機側で100ms間隔で出力

□ PULL方式の場合：車載機からの要求と配信サーバの情報収集間隔は非連携（非同期）のため、現システムでは1分以上の遅延発生

□ 交差点指定PUSHの場合：信号予定情報は更新時のみ提供、車両側で受信データを100ms間隔で、出力

成果要旨：V2N配信情報と検証項目及び成果

●4情報(降雨情報・車線別道路交通情報・模擬緊急車両位置情報・信号予定情報)を配信

配信情報	想定UC
降雨情報 	<ul style="list-style-type: none"> 悪天候における自動運転の判定と余裕を持ったTOR*発出
車線別道路交通情報 (注意喚起情報) 	<ul style="list-style-type: none"> 車載センサのみでは走路上の規制、障害検出に距離的限界有るため、インフラ先読み情報提供が必要
模擬緊急車両位置情報 	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転中に緊急車両が接近した際の適切な対応(一時停止・路肩退避・TOR*等)
信号予定情報(V2N) 	<ul style="list-style-type: none"> 信号認識の高信頼性実現の確認 V2N配信する予定情報の活用方法や有効性の確認

V2N実証実験テーマにおける取組

①情報生成/提供の仕様
(SIP他施策と連携)

②情報配信アーキテクチャ
(SIP実証実験仕様)

③情報配信インターフェース/
メッセージセット
(SIP実証実験仕様)

④情報配信に係る通信方式
(SIP実証実験仕様)

①～④を立案、実証実験環境に実装し、V2N情報提供の仕組・実用化・社会実装に向けた課題への対応策と効果を検証

実験データ分析と、実験参加者からのフィードバックにより、V2N配信情報の有効性と今後の課題確認

*TOR : Take Over Request(運転交代要請)

成果要旨：各配信情報における個別結果

①降雨情報

情報源

- (一財)気象業務支援センターで生成の降雨情報(5分毎に生成)

配信方式

- PULL方式

実験
エリア

- 臨海副都心地域
- 羽田空港と臨海副都心等を結ぶ高速道
- 新東名清水いはらIC～つくばJARI (SIP第1期製作広域地図を使用)

V2N課題への対応と結果

アプリケーション
の評価

- 必要なエリア、狭中域情報取捨選択機能として、地図メッシュ指定するPULL方式を実装
- 5分毎、30分先までの予報情報も配信
- 最大3分以内の配信遅延時間発生

アンケート
による
情報の評価

- 悪天候時でのTOR発出判断情報として、**運転支援・車両制御向けの将来的な活用意向を確認**
- 降雨情報以外に、冠水・降雪・凍結・風速・霧・地震・津波等の情報提供希望
- 自車位置に基づく情報配信だけでなく、必要な地点や区間を指定して情報利用するユースケース意見も有り(遠方目的地等)

21年度の成果

- 配信方式の地図メッシュ選択操作により、必要情報を選択可能であることを実証
- 配信遅延の影響は、予報情報であるために影響は軽微であると考え

成果要旨：各配信情報における個別結果

②車線別道路交通情報

情報源

- 別施策で生成の車線別道路交通情報(1分毎に生成)

配信方式

- PULL方式

実験
エリア

- 羽田空港と臨海副都心等を結ぶ高速道(羽田線・湾岸線)

V2N課題への対応と結果

アプリケーション
の評価

- 車線毎渋滞末尾、解消地点情報のトラベル方向100ミリ秒分解能データをCRP方式(ISO17572-4準拠)で位置表現
- 自車位置前方の情報を1分周期でPULL配信
- 配信遅延時間は、上位サーバと実験用車載機間(含：データ要求周期)で最大70秒以内ということを確認

アンケート
による
情報の評価

- パスプランニング判断情報として、運転支援・車両制御向けの将来的な活用意向を確認
- 社会実装に向け、配信情報と実状況との差異改善要望有り

21年度の成果

- 既存サービス比の情報精細度向上実現を確認
- 配信情報を基に車線変更することで所要時間短縮効果有ることを机上検証

‘22年度東京臨海部フォローアップ実証実験にて継続的に取組

成果要旨：各配信情報における個別結果

③ 模擬緊急車両位置情報

情報源

- 別施策で生成の模擬緊急車両位置情報(100m秒毎の位置情報を2秒毎に生成)

配信方式

- PUSH方式(距離指定)

実験
エリア

- 臨海副都心地域

V2N課題への対応と結果

アプリケーション
の評価

- 模擬緊急車両の100ミリ秒毎の位置情報を、2秒毎の情報(20個分の位置情報)として生成し配信
- 自車位置周辺(指定距離範囲内)の情報を1秒周期でPUSH配信
- 配信遅延時間は、上位サーバと実験用車載機間(含:データ要求周期)で平均1.3秒程度ということを確認

アンケート
による
情報の評価

- 自動運転車両が緊急車両と遭遇した際の挙動(一時停止・路肩退避・TOR等)検討のため、基礎データ取得実施(要求精度、取るべき挙動については関連団体とも協議要)
- 社会実装に向け、緊急車両種別情報の追加要望有り

21年度の成果

- 距離指定操作により、情報取得範囲を選択可能であることを実証
- 視認よりも早く緊急車両接近を把握可能なことを実証
- マルチパス環境下での位置誤差影響が確認された

成果要旨：各配信情報における個別結果

④信号予定情報

情報源

- 別施策で生成の信号予定情報
(サイクル開始3秒前に生成)

配信
方式

- PULL方式、距離指定PUSH方式、
交差点指定PUSH方式

実験
エリア

- 臨海副都心地域

V2N課題への対応と結果

アプリケーション
の評価

- サイクル開始3秒前に生成される信号予定情報を、
PULL方式/PUSH方式/交差点指定PUSH方式の
3方式で配信
- 配信遅延時間は、上位サーバと実験用車載機間(含：
データ要求周期)で、
 - ✓ 交差点指定PUSH方式で最大150ms*1以下
 - ✓ PUSH方式で最大1.2秒*1以下
 - ✓ PULL方式で最大63秒*1

*1：本実験環境での実測値

アンケート
による
情報の評価

- 運転支援・車両制御向けの将来的な活用に向けて、
信号灯色と信号予定情報の時刻誤差縮小、
幅付信号での現示の事前確定、確定信号予定情報必要
(将来的な活用意向有り：76%、検討中：24%)

21年度の成果

- 本実験準備方式の中では、交差点指定PUSH方式が最も低遅延での配信が可能であることを確認

実験(インフラ)設備側への提言

‘22年度東京臨海部フォローアップ実証実験にて継続的に取組
(車両側視点で信号予定情報を有効活用する方式を検証)

成果要旨：実験参加者アンケート

実証実験を通じた感想・気づき点、要望

- ✓ 自動運転発展には動的情報連携が不可欠と再認識
- ✓ 公道実証実験は世界でも稀であり有意義
- ✓ 新しい課題やメリットを整理可能
- ✓ 机上参加となったが、設備側提供データや資料等をもとに活用検討
- ✓ 次年度以降もお台場フィールドの活用希望
- ✓ 自動運転実装に向け継続参加予定
- ✓ 抽出課題は、実験参加者と協力し継続議論希望
- ✓ 協調型システムにはインフラの普及が最重要、官民連携で検討希望



‘22年度東京臨海部フォローアップ実証実験にて継続的に取組
(実験参加者から、個社インフラ協調システム研究開発に向けた実験環境維持の要望あり)

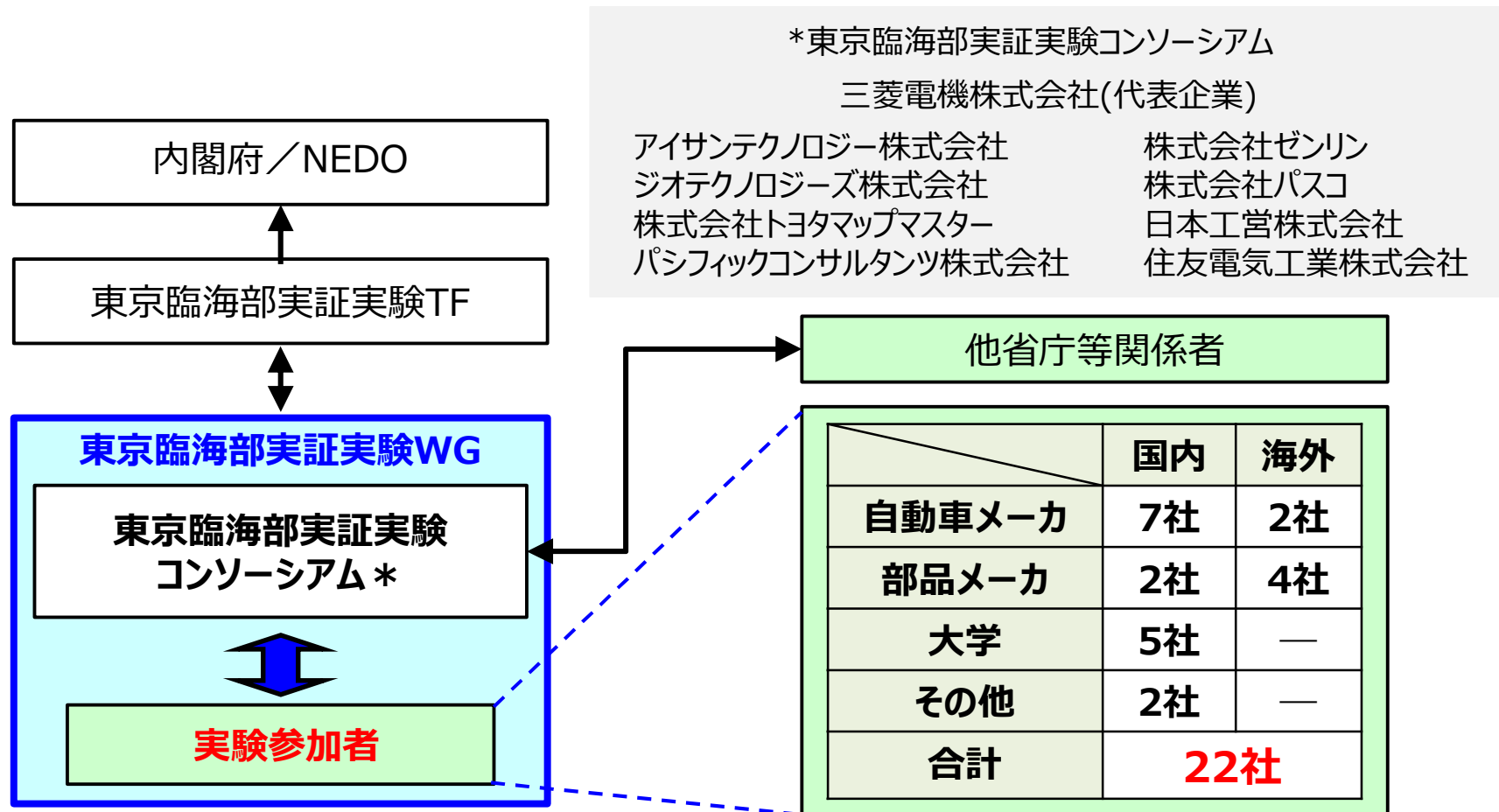
目次

1.東京臨海部実証実験(V2N)の概要	11
2.降雨情報 実験結果	19
3.車線別道路交通情報 実験結果	25
4.模擬緊急車両位置情報 実験結果	33
5.信号予定情報 実験結果	41

1. 東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(1) 実験体制

- 2019-2020年度の実験体制を継続
- 国内外の自動車メーカー・部品メーカー・大学・ベンチャー企業等22社が参加



1.東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(2) 実験スケジュール

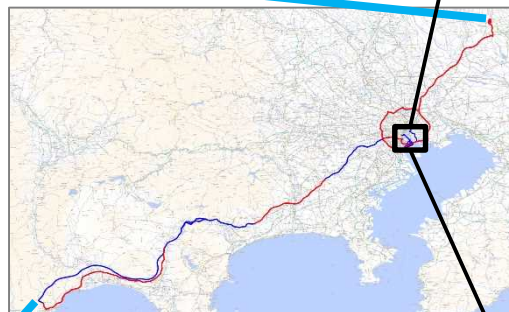
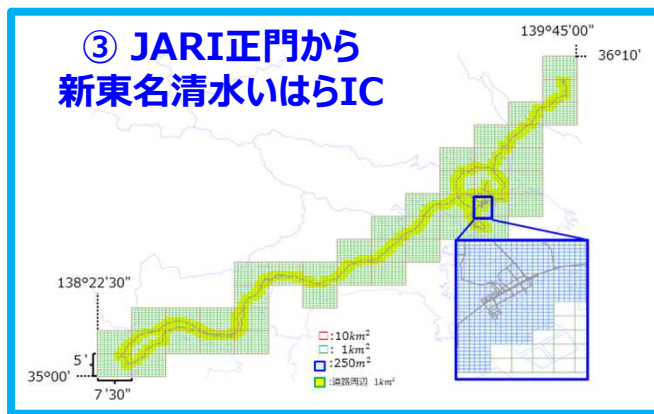
- 2021年11月から2022年2月にかけて、4種類の交通環境情報を配信

項目	2021年							2022年		
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
マイルストーン		東京オリ・パラ			☆試乗会	☆SIP-adusWS				
実証実験	フォローアップ実証実験21 (V2I)									
					降雨情報 (11/15~2/28)	継続				
					車線別道路交通情報 (12/13~1/28)	継続				
					模擬緊急車両位置情報 (1/10~1/21)	継続				
					信号予定情報 (1/10~2/28)	継続				
	実施要領・評価内容									
	I/F仕様策定、実験機材準備									
					☆S/W #1	☆S/W #2	☆S/W #3			
					☆地図データ配布					
WG	6/23 ☆	7/21 ☆		9/15 ☆	10/27 ☆	11/24 ☆	12/15 ☆	1/19 ☆	2/16 ☆	3/16 ☆

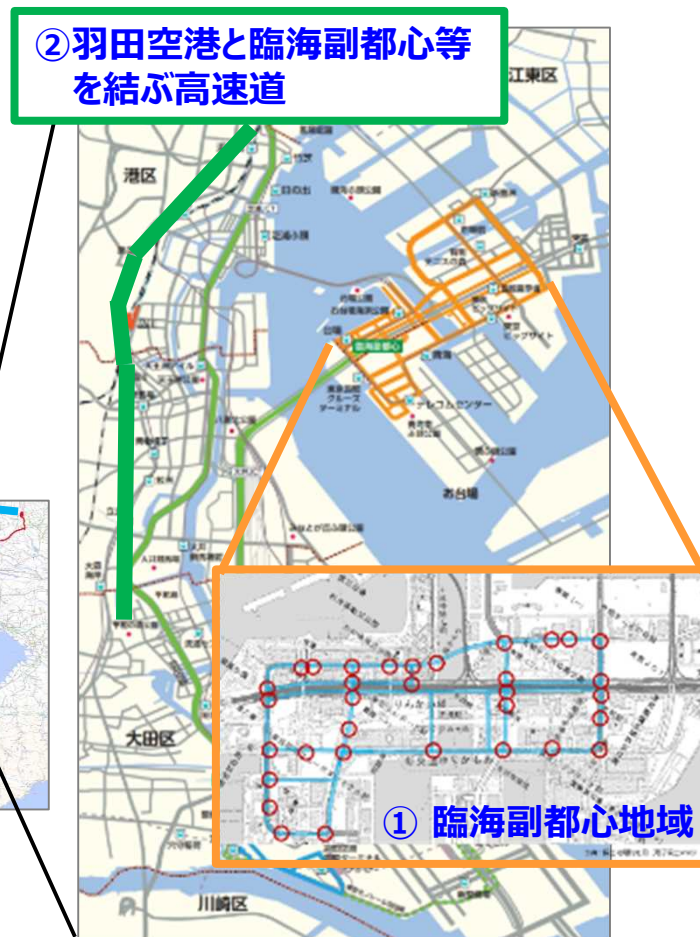
1. 東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(3) 実験エリア

- 「①臨海副都心地域」、「②羽田空港と臨海副都心等をつ結ぶ高速道」、「③JARI正門から新東名清水いはらIC」*1 の3エリアで実験実施



※地理院地図の淡色地図を加工して作成
出所：国土地理院地図、2021年9月28日取得
<https://maps.gsi.go.jp/#12/35.632884/139.810982/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c0J0h0k0I0u0t0z0r0s0m0f0>

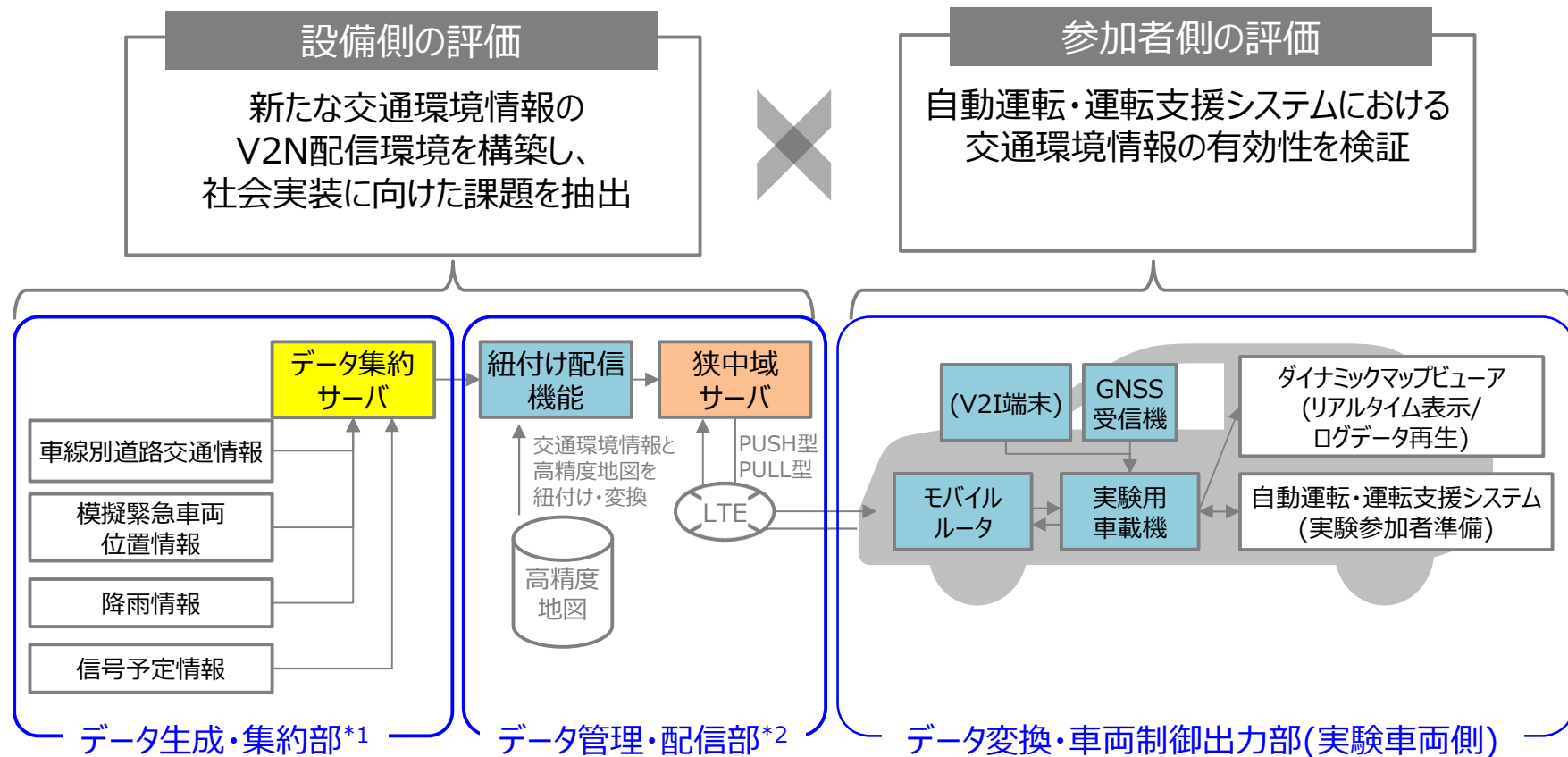


*1：「③JARI正門から新東名清水いはらIC」はSIP第1期製作地図データを使用
(広域の降雨情報評価用であり、現状との差異があるため車両制御への使用は不可とした)

1. 東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(4) 実験システムの構成

- 設備側・参加者側の評価の視点を踏まえ、別施策受託者とも連携して実験システムを構築



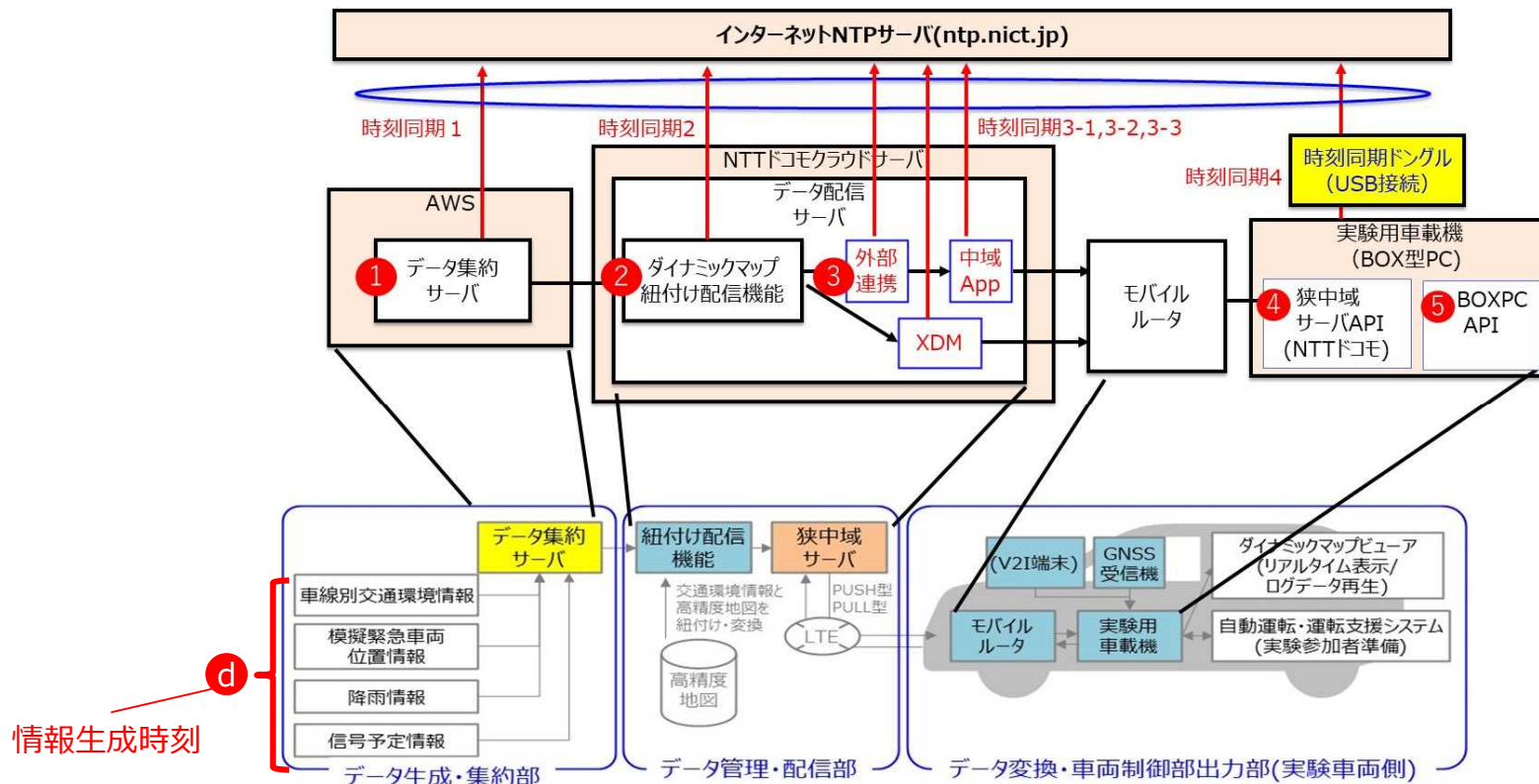
*1 : 「車線別プローブ等を活用した自動運転制御の技術検討及び評価」受託者が担当

*2 : 「狭域・中域情報の収集・統合・配信に係る研究開発」受託者が担当

1. 東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(4) 実験システムの構成(伝送時間測定系)

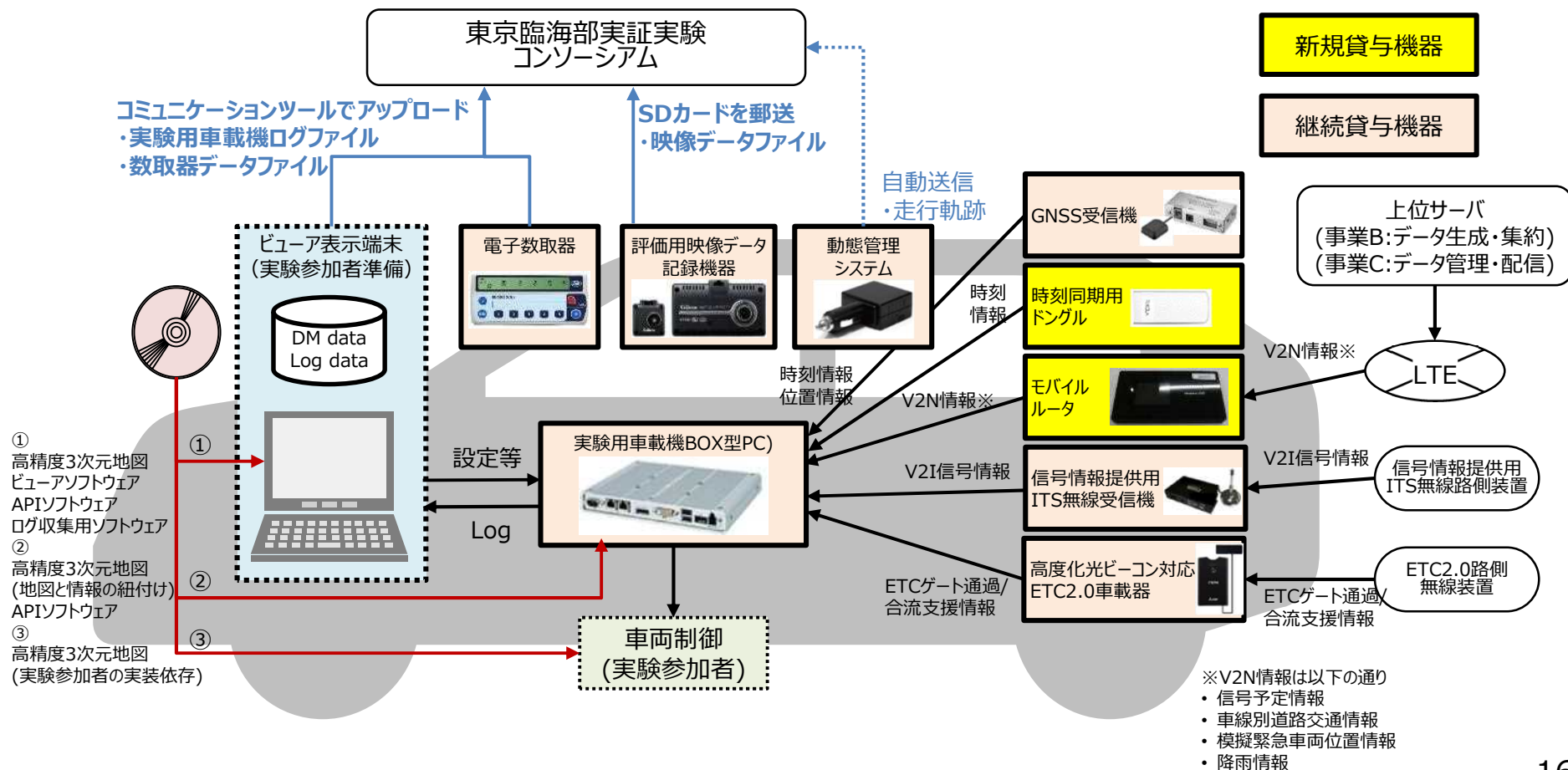
- 伝送時間の測定では、データ集約サーバから実験用車載機の間における装置間のデータ送受信時刻を測定
 - 模擬緊急車両位置情報測定箇所：d-①、①-⑤、③-④、d-⑤ ※
 - 信号予定情報測定化箇所：①-⑤ ※
- ※この他の装置間の測定結果は別紙参照



1.東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(5) 車載システム構成

- 2021年度はモバイルルータと時刻同期用ドングルを追加し、車載システムを構成
- 上記以外は過年度までに準備・貸与した機材を継続利用



1.東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(6) 実証実験で活用するデータおよび通信メディア

- 動的情報・準動的情報・準静的情報に該当する交通環境情報をV2N(LTE)で配信



データ	データ詳細	通信メディア
(1)動的情報	信号情報	V2I:信号情報提供用ITS無線受信機& ITS路側機(760MHz)
	信号予定情報	V2N : LTE
	模擬緊急車両位置情報	V2N : LTE
(2)準動的情報	車線別道路交通情報	V2N : LTE
	降雨情報(狭域)	V2N : LTE
(3)準静的情報	降雨情報(広域)	V2N : LTE
(4)静的情報	高精度3次元地図データ	クラウドサーバ
	高精度3次元地図更新データ	クラウドサーバ

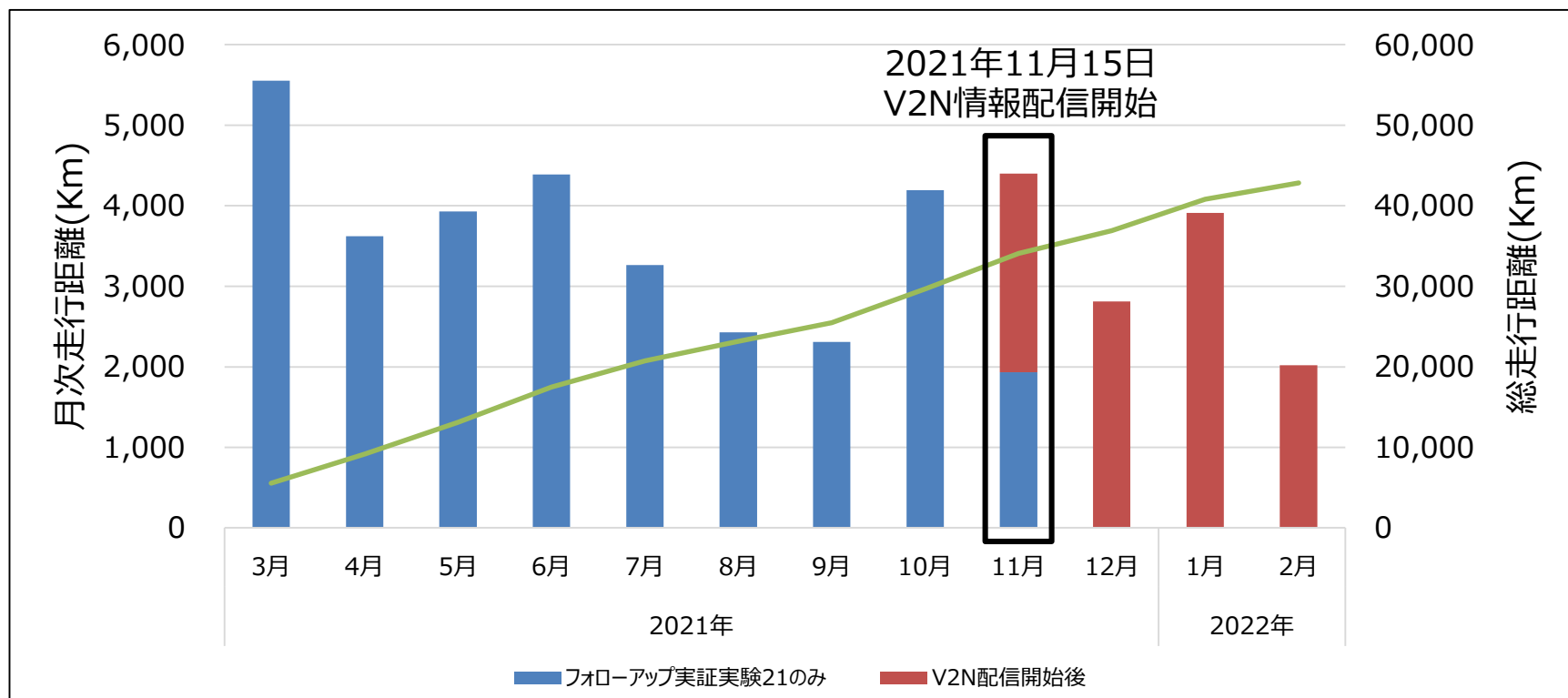
(4)静的情報：高精度3次元地図の地物

- ・ 車道端(路肩縁)
- ・ 道路中央線
- ・ 車線境界線
- ・ 車道外側線
- ・ 停止線
- ・ 横断歩道
- ・ 道路標示
- ・ 信号機
- ・ 道路標識
- ・ 車道リンク
- ・ 車線リンク
- ・ 交差点内車線リンク
- ・ 交差点領域
- ・ 共通位置参照ノード

1.東京臨海部実証実験(V2N)の概要

(7) 実験参加者の走行実績

- 2021年3月1日～2022年2月28日(12ヶ月間)：約42,826km
(動態管理システム集計値)
 - フォローアップ実証実験21のみ：約31,617km(同上)
 - V2N配信開始後：約11,209km(同上)



実験参加者の走行実績

2.降雨情報 実験結果

(1) 配信情報概要

- 情報概要は以下に示すとおり

情報源 : 気象業務支援センター

提供情報 : 高解像度降水ナウキャスト または、
高解像度降水ナウキャスト(5分間
降水量) (250m格子単位での5
分間の積算降水量、実況解析と5
分毎30分後までの予測値、バイナリ
データ)

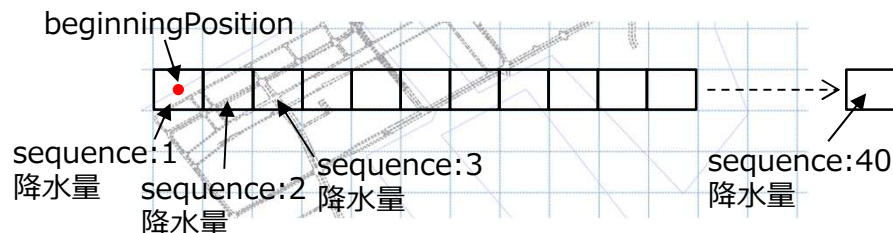
提供範囲 : SIP第1期・第2期高精度3次元地
図範囲(臨海副都心+首都高、常
磐道、東名・新東名)



データ集約サーバからの降雨情報(JasPar規格)

項目		内容		
container	basic	time	start	データ時刻
		expire		有効期限(start+5分)
	section	beginning Point	latitude	先頭250m格子中心緯度
			longitude	先頭250m格子中心経度
		accuracy	位置確度	
	contents	environment	sequence	250m格子通番
			rain	現在~30分の予測降水量
		accuracy	降水量確度	
		environment		10km列
	basic			
contents				

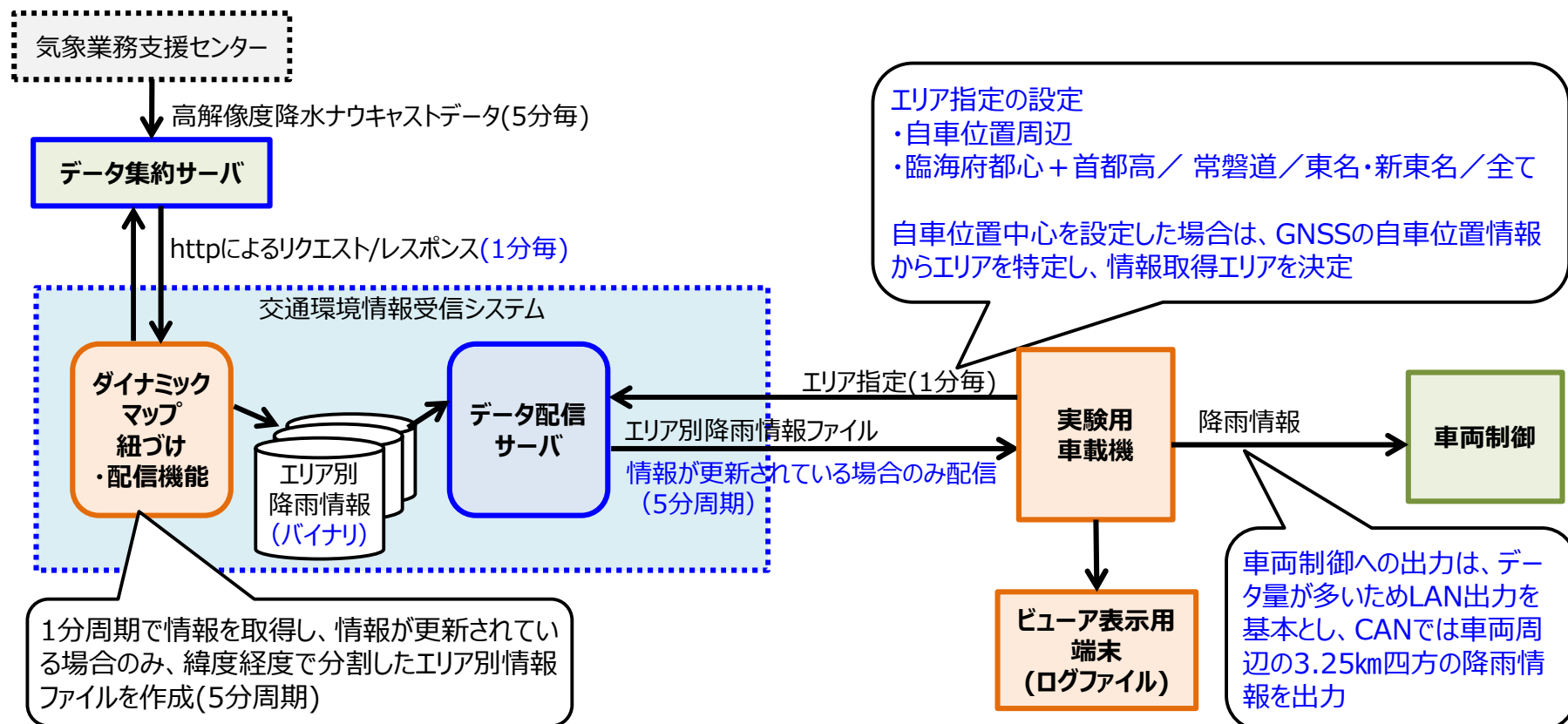
経度方向に10km 40個の250m格子分の降水量がひとつのcontents
にパッキングされ、複数のbasicとcontentsの対で、
全エリアの降水量が提供される



2. 降雨情報 実験結果

(2) 情報配信の仕組み (データの流れ)

- 降雨情報は、自車位置周辺30km四方、または、臨海副都心+首都高/常磐道/東名・新東名/全エリアを指定することで、PULL方式で情報を配信し、車両制御へLAN出力
- CAN出力のエリアは3km四方のみ(データ量、配信時間を考慮)



2.降雨情報 実験結果

(3) 伝送遅延時間

※システムの時刻同期方法・伝送遅延時間確認手順：別添参照

- 気象業務支援センター(情報源)から配信される降雨情報は、規定時刻から約2分30秒後に送信(データ集約サーバ側の受信データ時刻から判明)
 - 実験車両(実験用車載機)から1分周期に、降雨情報をデータ配信サーバに要求(PULL方式)
 - 紐付け配信機能とデータ集約サーバ間は、1分周期でデータを要求・データ配信を実施
- ➔ 情報源で降雨情報が生成されてから実験車両(実験車載機)まで、本実験システムでは規定時刻から最大4分40秒後(2分40秒+1分+1分)の遅延発生

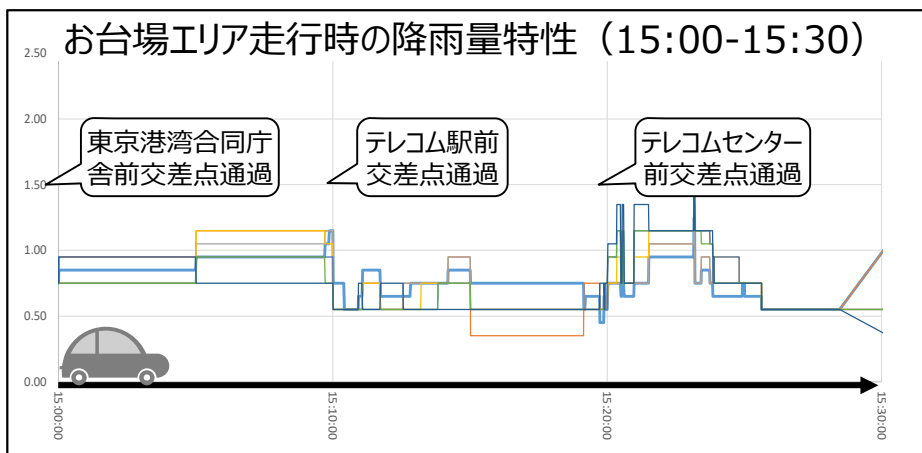


2.降雨情報 実験結果

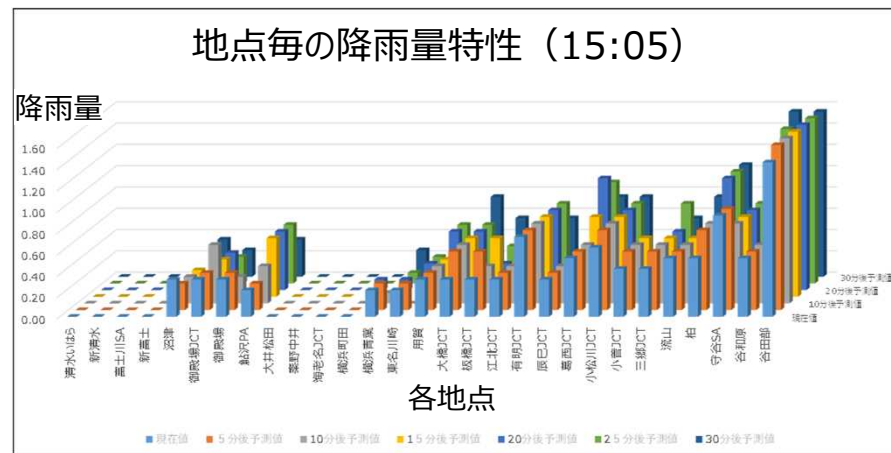
(4) 実験結果：参加者走行データの分析（現地走行時・降雨）

- 時系列で自転車位置が含まれるメッシュの降雨量が提供できていることを確認
- V2Nにより、お台場エリアにおいて広域の降雨情報を受信できることを確認

※設備側試験結果、この他の実験参加者走行データ分析結果：別添参照



■ 現在値 ■ 5分後予測値 ■ 10分後予測値 ■ 15分後予測値
 ■ 20分後予測値 ■ 25分後予測値 ■ 30分後予測値



2.降雨情報 実験結果

(5) 評価アンケート

- 降雨情報以外に提供してほしい情報に関するコメント多数あり
(冠水、降雪、凍結、風速、霧、地震、津波など)

[降雨情報以外に提供してほしい情報]

- 風速、路面積雪は全回答者が追加を希望
- 降雨だけでなく、運転に影響を与える天候情報(降雪、風速)等の情報配信も考慮して欲しい
ゲリラ豪雨や通り雨等の極めて狭いエリア、かつ、雨雲の移動速度が速い時に対応した制御への活用を想定しているため、降雨情報の配信ブロックは小さい方が使い勝手が良い
- ピンポイントでの冠水路情報、ピンポイントでの路面凍結情報
- 路面凍結など、スリップの可能性のある場所
- 霧情報：カメラの認識能力が落ちる状況なので、事前に情報取得できていると自動運転モード選定・ルート選定(霧回避)などの面で有効と考えている
- 地震・津波など自然災害情報

[その他]

- ナビ連動で遠方の目的地や経路上の情報への需要が想定されるため、自車位置に基づく情報配信だけでなく、情報が欲しい地点・区間を指定する仕組みが欲しい

3.車線別道路交通情報 実験結果

(1) 配信情報概要

- 情報概要は以下に示すとおり

情報源 : プローブ情報(OEM)、道路交通情報(カーナビメーカ)

提供情報 : 分岐・合流での渋滞末尾の位置情報、事故・渋滞先頭等の支障発生個所の位置情報

提供範囲 : 首都高羽田線・湾岸線

渋滞発生想定箇所 : 羽田線浜崎橋JCT付近、湾岸線東海JCT付近

車線別道路交通情報(注意喚起情報)は、以下の項目を含み、
1分毎に更新される

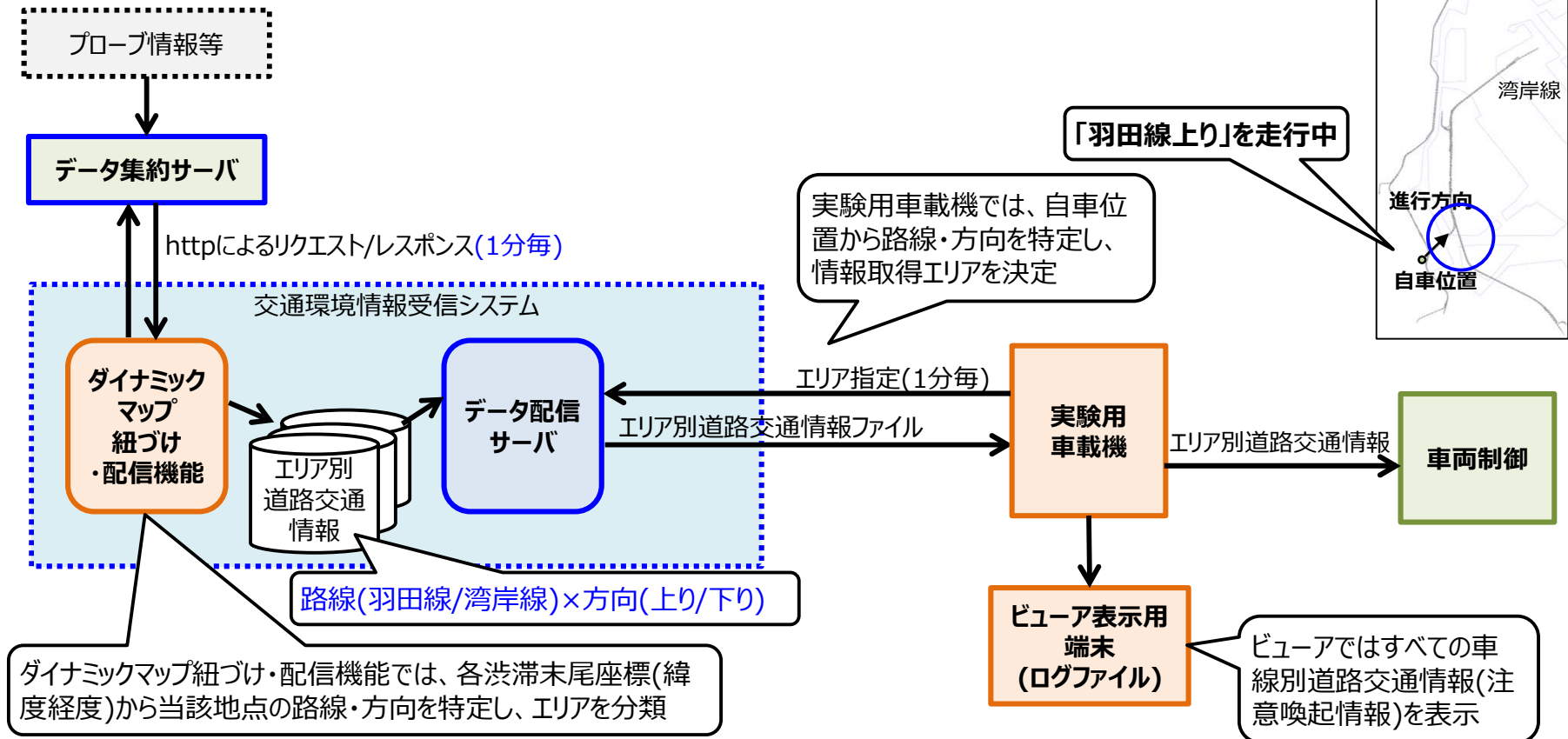
- ① 発生時刻
- ② 消滅時刻
- ③ 発生地点
- ④ 路線名
- ⑤ 車線番号
- ⑥ 発生地点確度
- ⑦ 渋滞確度



3.車線別道路交通情報 実験結果

(2) 情報配信の仕組み (データの流れ)

- 実験用車載機にてGNSS受信情報から車両が走行している路線・方向 (上り/下り)を判別し、高速道路の路線・方向別の車線別道路交通情報 (注意喚起情報)ファイルをPULL方式で配信

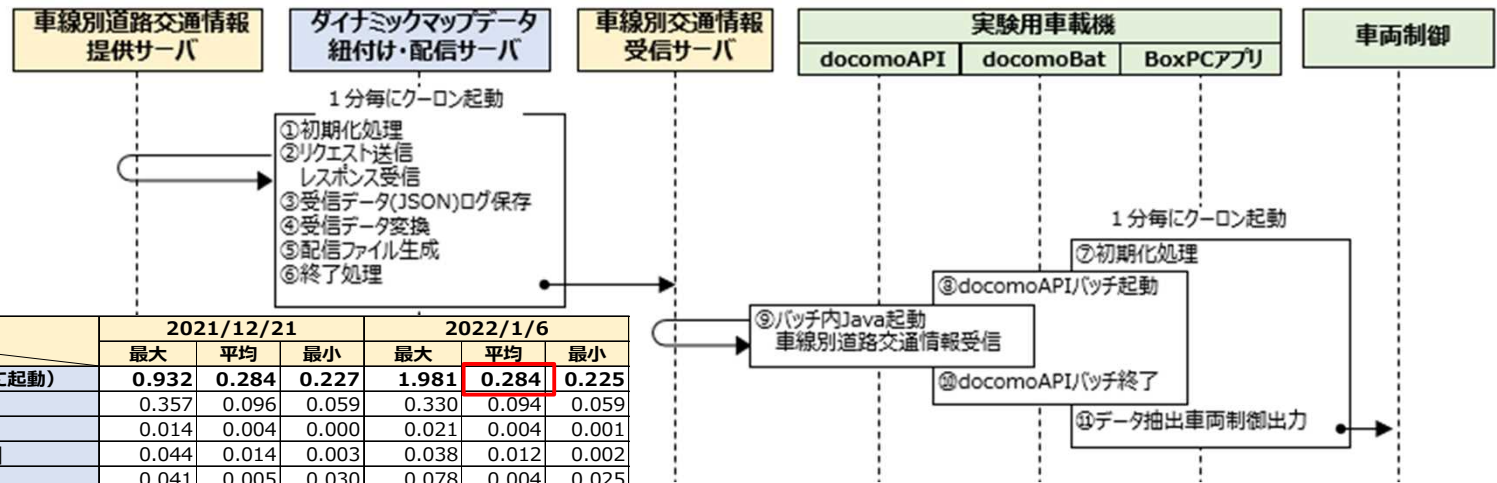


3.車線別道路交通情報 実験結果

(3) 伝送遅延時間

※システムの時刻同期方法・伝送遅延時間確認手順：別添参照

- 紐付け配信機能で平均0.284秒、実験用車載機で平均5.117秒の処理時間発生
- 実験用車載機からは1分周期でサーバから最新データを取得(PULL方式)
- ➡車線別道路交通情報提供サーバでの情報生成から実験用車載機出力まで、タイミングによっては最大65.4秒の遅延発生



	2021/12/21			2022/1/6		
	最大	平均	最小	最大	平均	最小
紐付け配信機能処理時間[s] (1分毎に起動)	0.932	0.284	0.227	1.981	0.284	0.225
①初期化处理時間[s]	0.357	0.096	0.059	0.330	0.094	0.059
②JSONファイル受信処理時間[s]	0.014	0.004	0.000	0.021	0.004	0.001
③受信データ(JSON)ログ保存時間[s]	0.044	0.014	0.003	0.038	0.012	0.002
④受信データ変換処理時間[s]	0.041	0.005	0.030	0.078	0.004	0.025
⑤配信ファイル生成時間[s]	0.148	0.077	0.057	1.360	0.081	0.060
⑥終了処理時間[s]	0.328	0.088	0.078	0.154	0.088	0.078
実験用車載機処理時間[s] (1分毎に起動)	12.259	4.674	3.264	20.957	5.117	3.281
⑦初期化处理時間[s]	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
⑧通信API初期化处理時間[s]	8.539	4.266	2.944	20.228	4.727	2.976
⑨車線別道路交通情報受信時間[s]	3.524	0.332	0.265	0.594	0.316	0.250
⑩通信API後処理時間[s]	0.088	0.029	0.009	0.057	0.027	0.009
⑪データ抽出・車両制御出力時間[s]	0.068	0.007	0.006	0.038	0.007	0.006

単位(秒)

3.車線別道路交通情報 実験結果

(4) 実験結果: 効果分析検証方法

【検証の考え方】

- 車線別渋滞情報により、車線別渋滞を回避することでの所要時間短縮の効果を試算
- 実験参加者により行われた、車線別渋滞を避けた走行の走行実績データを抽出し、所要時間を算定するとともに（ケース1）、実績データを基に、車線別渋滞に捕まると仮定した所要時間を推定（ケース2）
- ケース1とケース2の所要時間の差を所要時間短縮効果として評価

【比較ケース設定の考え方】

比較ケース	ケース1：情報提供あり (実績所要時間)	ケース2：情報提供なし (推定所要時間)
ケースの考え方	渋滞末尾情報（車線別渋滞）を受信し、かつ、車線別渋滞の横を非渋滞車線をスムーズに通過した走行	車線別情報が無く、車線別渋滞に捕まると仮定した走行
使用データ	走行実績データ(車線別渋滞が発生した時刻・位置を通過した走行データを抽出)	仮想走行データを作成（走行実績データを基に想定：車線別渋滞発生区間において、10km/hに低下したものと仮定して作成）

【分析対象とした走行の考え方】

①車線別渋滞が発生した時刻・位置を通過した走行データを抽出（渋滞末尾情報より）

8サンプル

②うち、ドラレコ映像が存在し、ドラレコ映像により車線別渋滞の発生が確認できた走行データを抽出

3サンプル

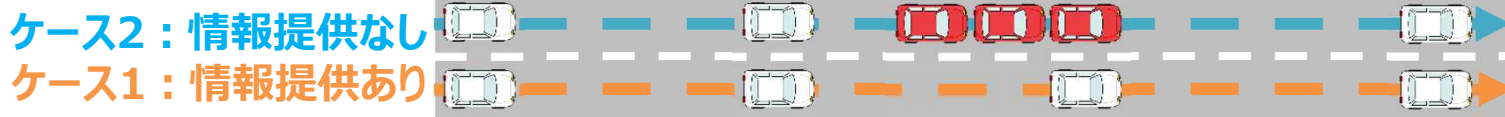
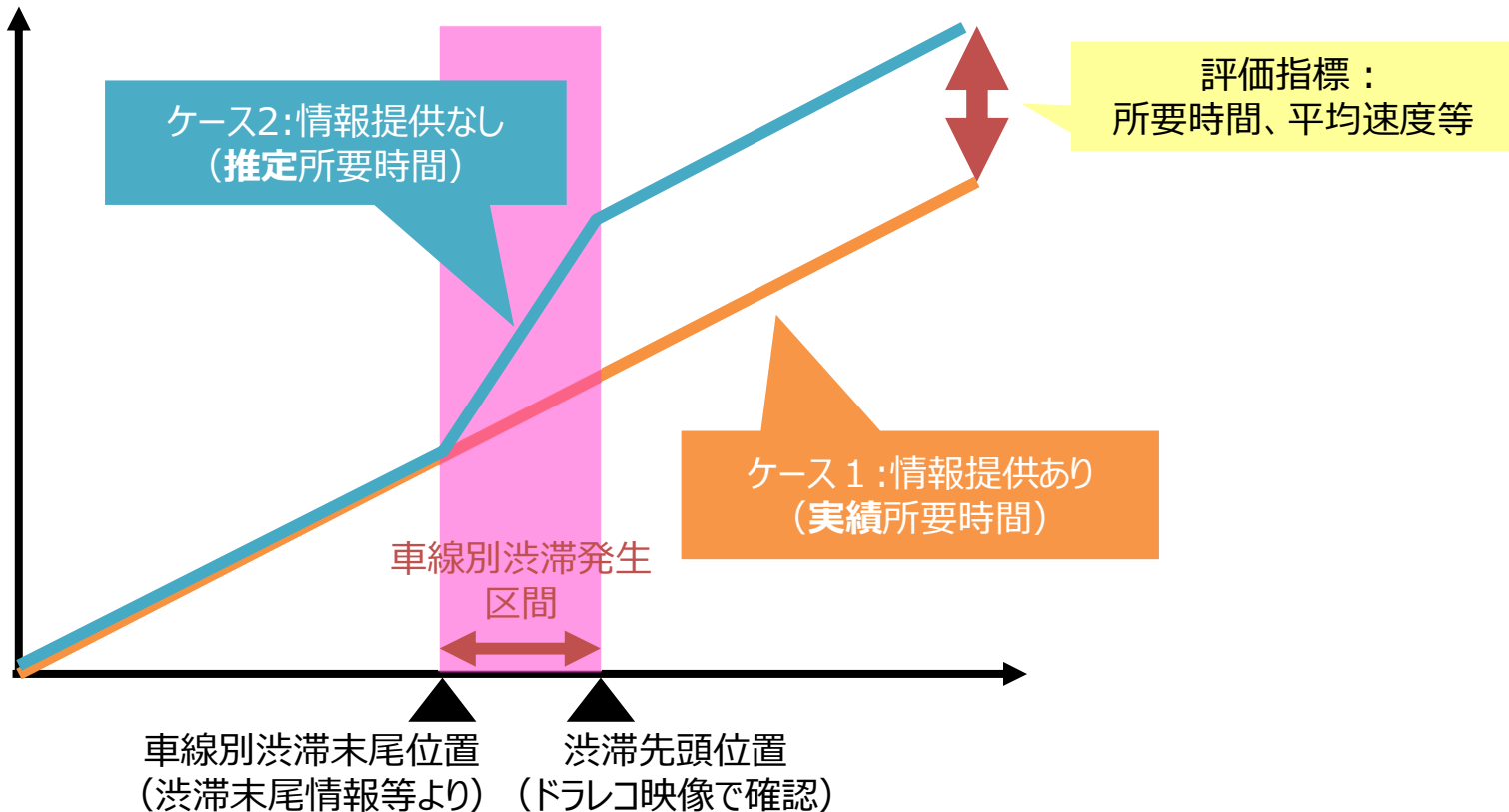
③うち、断面4車線のうち分流側2車線の車線別渋滞であり、車線別渋滞を避けた走行が困難な場合を対象外

2サンプル：評価対象

3.車線別道路交通情報 実験結果

(4) 実験結果: 効果分析検証方法

【評価イメージ】

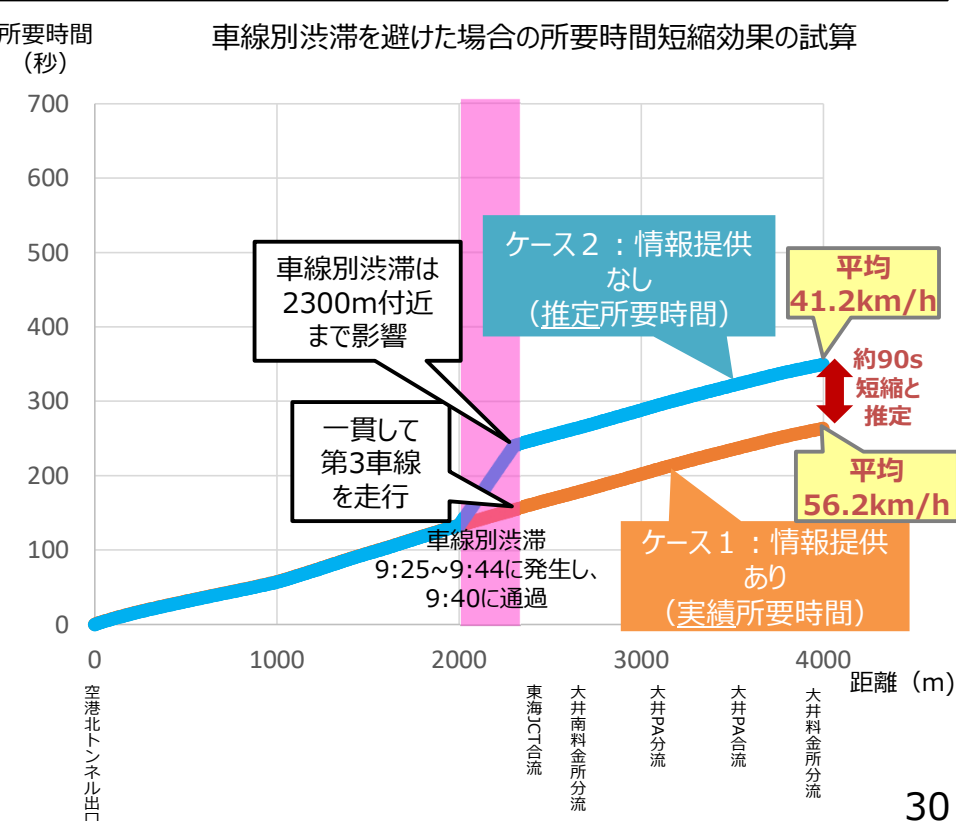
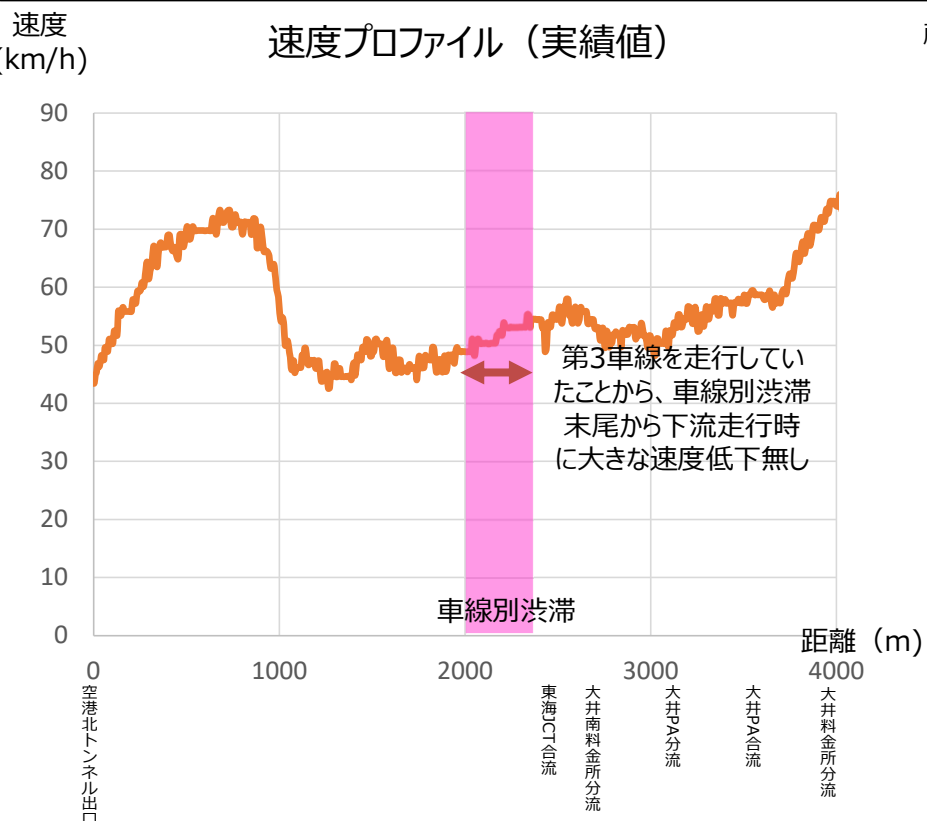


3.車線別道路交通情報 実験結果

(4) 実験結果: ケース1

- ① 車線別渋滞が発生している時刻にその場所（路線・位置）を通過した実験参加者車両を抽出
- ② 車線別渋滞発生場所前後の走行履歴データを抽出、実績走行の所要時間を求める
- ③ ドラレコ映像より実験参加者の走行車線、車線別渋滞の影響を確認し、車線別渋滞に巻き込まれたなかった場合の効果を推定

【解析結果】 渋滞が発生した車線を避けることにより、約90秒の所要時間短縮が可能と見込まれる



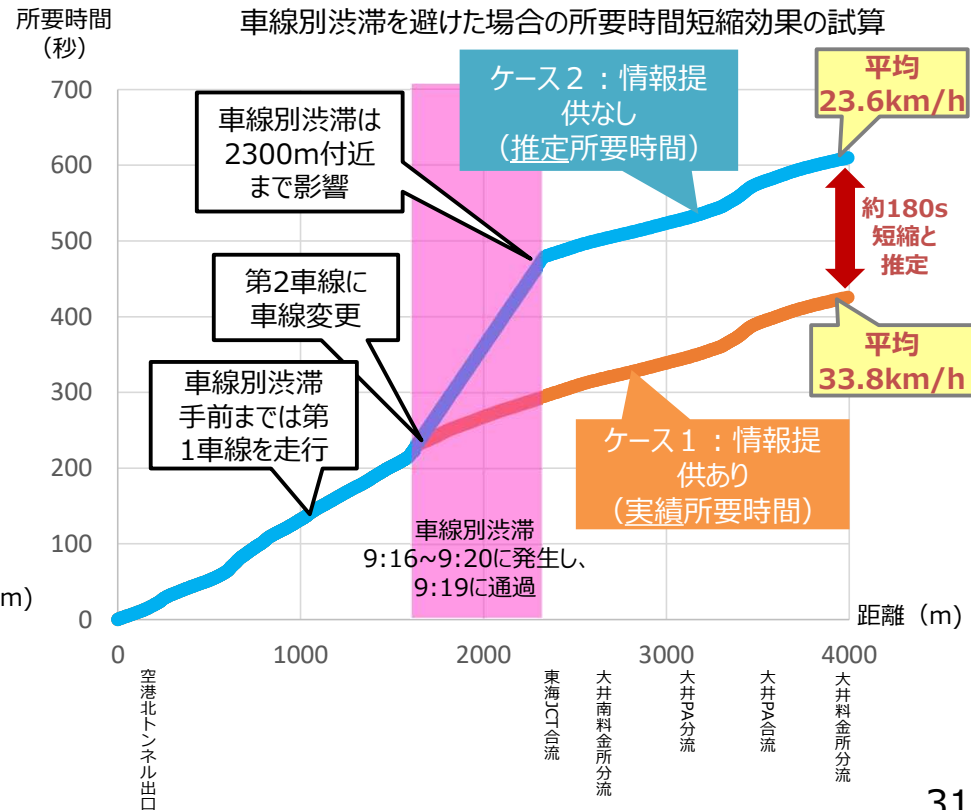
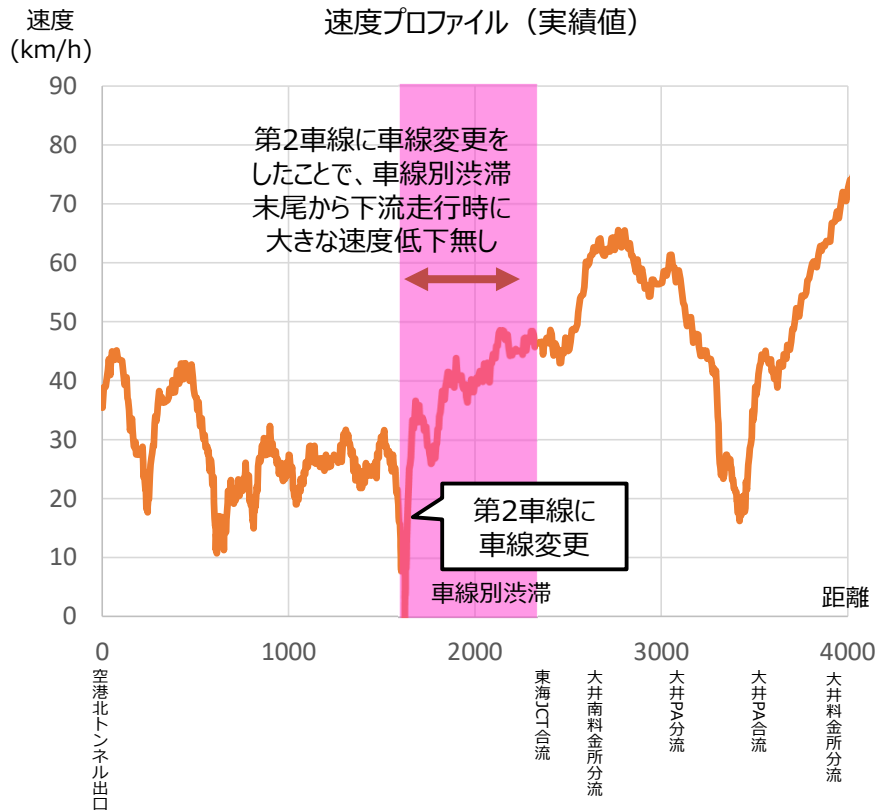
3.車線別道路交通情報 実験結果

(4) 実験結果: ケース2

※この他の設備側試験結果、実験参加者走行データ分析結果：別添参照

- ① 車線別渋滞が発生している時刻にその場所（路線・位置）を通過した実験参加者車両を抽出
- ② 車線別渋滞発生場所前後の走行履歴データを抽出、実績走行の所要時間を求める
- ③ ドラレコ映像より実験参加者の走行車線、車線別渋滞の影響を確認し、車線別渋滞に巻き込まれたなかった場合の効果を推定

【解析結果】 渋滞が発生した車線を避けることにより、約180秒の所要時間短縮が可能となると見込まれる



3.車線別道路交通情報 実験結果

(5) 評価アンケート

- 配信情報と実際の交通状況の差異改善が必要、とのコメント多数あり

[改善に向けた要望]

- 実際の状況との差が大きい（渋滞末尾位置や渋滞車線が異なる、渋滞先頭と渋滞末尾が対になっていない、渋滞情報受信時に実際は渋滞がない 等）
- 提供情報の信頼度を判断する情報が欲しい（システム上の制限（情報検知から配信までの遅延）、データ処理上の制限（誤って情報提供される条件）、渋滞地点の変化状況（渋滞が伸びている）など
- 渋滞末尾情報が表示されている位置の平均車速が提供されると良い。提供された車速情報と自車の速度及び位置によって減速を開始するタイミングやドライバへの支援表示の応用につながると考えている
- 収集周期及び配信周期の短縮により、現実と情報の乖離低減を期待

[その他]

- 渋滞末尾への十分な遭遇ができなかった

4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(1) 配信情報概要

● 情報概要は以下に示すとおり

情報源 : 模擬緊急車両

提供情報 : 緊急車両の100ミリ秒ごとの位置情報を
2秒周回で配信

提供範囲 : 臨海副都心地区の一般道

データ集約サーバからの(模擬)緊急車両位置情報

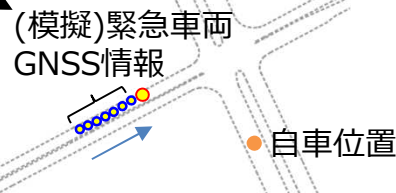


(模擬)緊急車両位置情報出力範囲イメージ

緊急走行車の2秒間最大20個のGNSS情報が古い順に格納される
(模擬緊急車両が2秒以上停止した場合は、進行方向は推定不能)

項目		Byte	備考	
車載機時刻	年	1	BCD(西暦下2桁)	
	月	1	BCD	
	日	1	BCD	
	時	1	BCD	
	分	1	BCD	
	秒	1	BCD	
	ミリ秒	2	BCD(前詰め3桁)	
車両ID	5			
予備	1			
運行状態	1	1:運行中		
GNSS連続情報数	1	0~20		
最新位置	緯度 [10 ⁻⁷ 度]	4	JGD2011(セミダイナミック補正不要)	
	経度 [10 ⁻⁷ 度]	4	JGD2011(セミダイナミック補正不要)	
GNSS連続情報1	GNSS計測時刻	時	1	BCD
		分	1	BCD
		秒	1	BCD
		ミリ秒	2	BCD(前詰め3桁)
		予備	1	
	緯度 [10 ⁻⁷ 度]	4	ダイナミックマップとデータムを合わせる(今期→元期)必要あり	
	経度 [10 ⁻⁷ 度]	4	ダイナミックマップとデータムを合わせる(今期→元期)必要あり	
	移動速度[km/h]	1		
	予備	1		
	海拔高度[0.1m]	2	ダイナミックマップとデータムを合わせる(今期→元期)必要あり	
ジオイド高度[0.1m]	2	ダイナミックマップとデータムを合わせる(今期→元期)必要あり		
HDOPE値 [10 ⁻²]	2			
衛星測位数	1			
測位状態	1	0:未測位、1:単独、2:DGPS、4:RTK Fix、5:RTK Float		
GNSS連続情報n	24	最後の情報が最新の位置情報		

(模擬)緊急車両位置情報イメージ

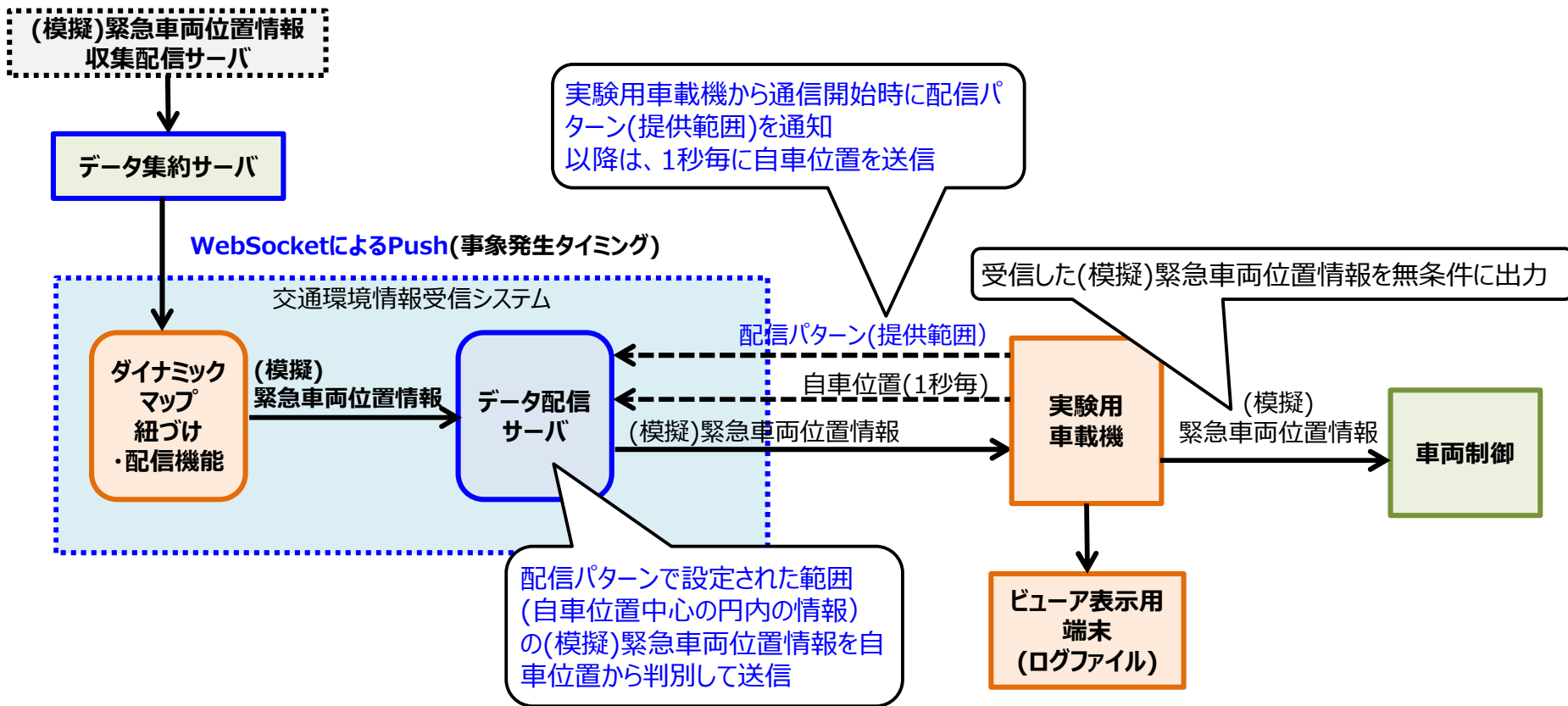


社会実装を見据え、複数車両識別等を考慮したデータフォーマットの検討・標準化の必要性あり

4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(2) 情報配信の仕組み (データの流れ)

- (模擬)緊急車両位置情報は、車両から提供範囲 (自車位置を中心とした円) を通知し、PUSH方式で情報を配信



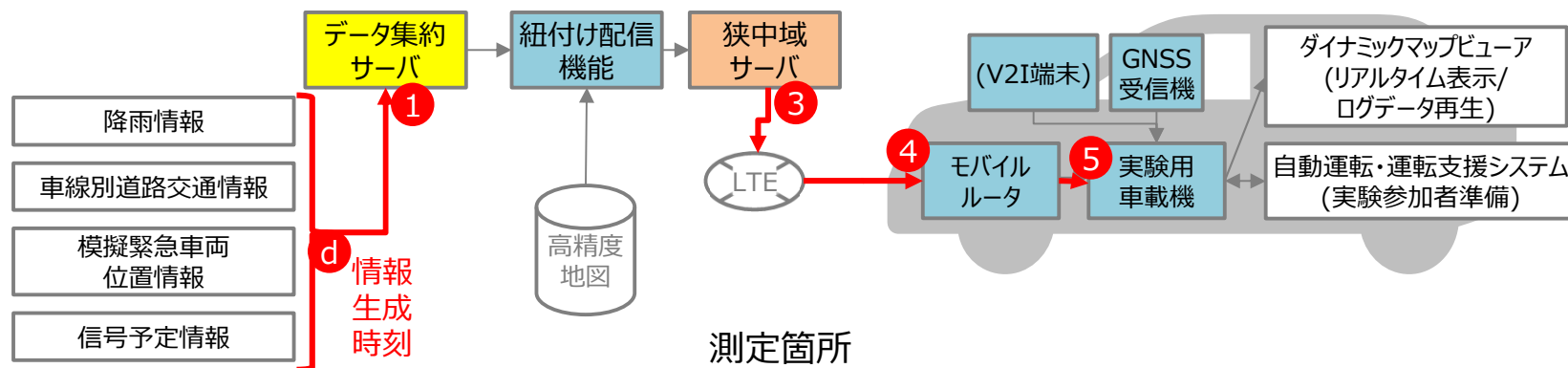
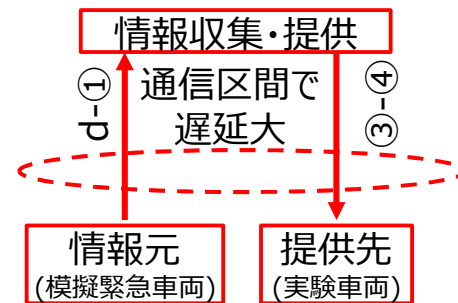
4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(3) 伝送遅延時間

- 模擬緊急車両からデータ集約サーバ(d-①)アップリンク所要時間：
平均0.25秒～0.26秒
- データ集約サーバから実験用車載機受信(①-⑤)までの所要時間：
平均0.97秒～0.99秒
- データ配信サーバから実験用車載機受信(③-④)までの所要時間：
平均0.95秒～0.98秒

➡ 模擬緊急車両から実験用車載機受信 (d-⑤) までの所要時間：
平均1.22秒～1.25秒

(模擬緊急車両の走行速度が速い場合、データ受信位置と車両確認位置誤差大)

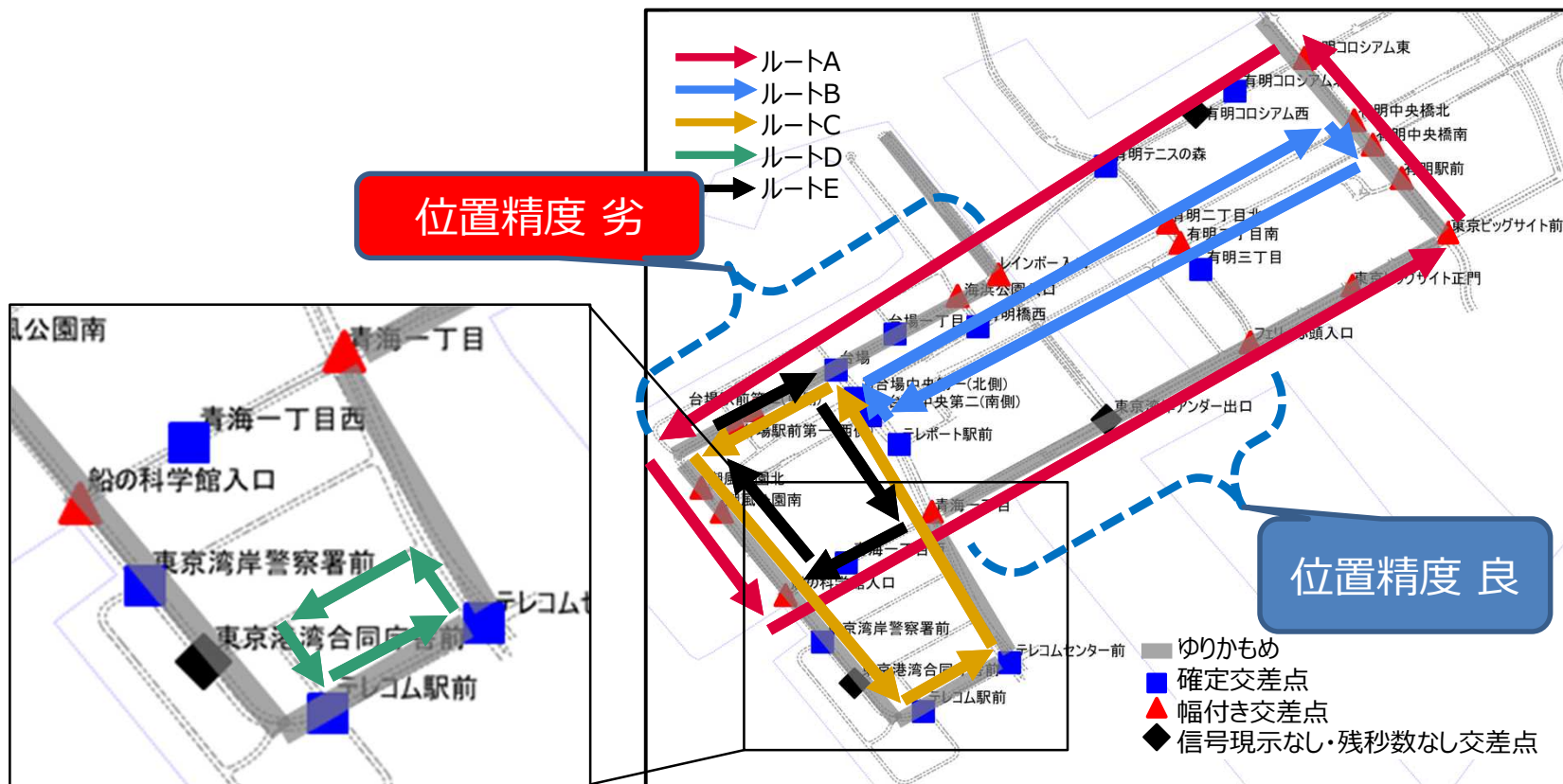


※システムの時刻同期方法、伝送遅延時間確認手順、模擬緊急車両1号車・2号車の時刻差ヒストグラム：別添参照

4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(4) 実験結果

- AからEの5ルートを設定して実験を実施
- マルチパス(ゆりかもめ高架下、周辺ビル)での位置精度低下を確認、特に高さ方向で誤差大(マップマッチング技術やIMU活用等による位置精度向上の工夫が必要)

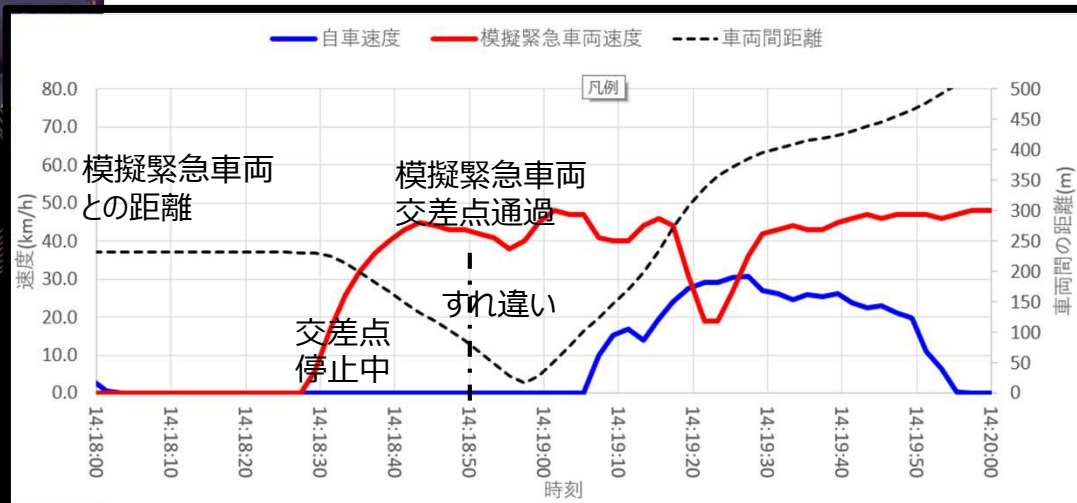


模擬緊急車両走行ルート

4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(4) 実験結果

- 模擬緊急車両から実験用車載機受信までの所要時間は平均1.22秒～約1.25秒
これは、模擬緊急車両速度40km/hの場合約13m、60km/hの場合約21mに相当
- 緊急車両最接近時は自律センサで検知する場合、遅延・位置精度は要件は高い可能性もあり、自動運転車両における緊急車両位置情報活用ユースケースの深堀、協調システムに求める要件整理が必要



4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(4) 実験結果：効果分析 検証方法

【検証の考え方】

- ① ドラレコ映像により模擬緊急車両を視認できた時刻を確認 (T1)
- ② 受信ログファイルより自車と模擬緊急車両の車間距離 (300m/500m) の時刻を取得 (T2)
- ③ T1とT2の差分によりドラレコ映像で視認するよりも何秒前に時刻を受信できたかを遭遇シーンごとに集計

T1とT2の差分によりドラレコ映像で視認するよりも何秒前に時刻を受信できたかを評価

T1:ドラレコ映像により模擬緊急車両の視認時刻を確認(時刻15:23:30)

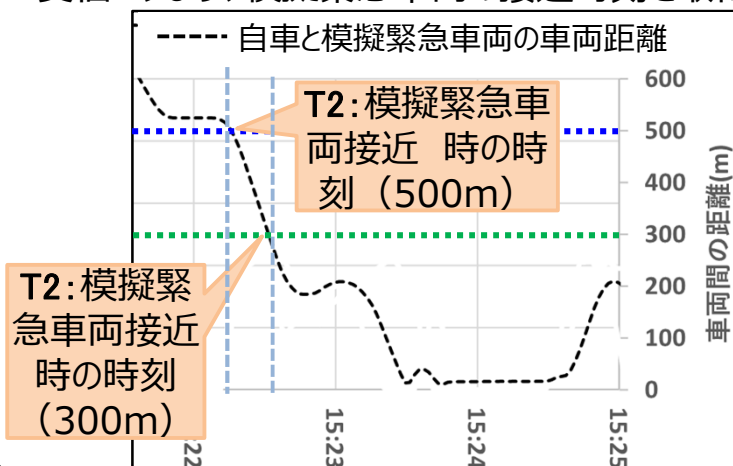


時間差を評価

T2: 模擬緊急車両接近時(300m、500m)時刻を受信ログファイルより取得

	受信ログ時刻 (例)
500m	15:22:22.231
300m	15:22:33.434

受信ログより、模擬緊急車両の接近時刻を取得



4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(4) 実験結果：効果分析 検証結果

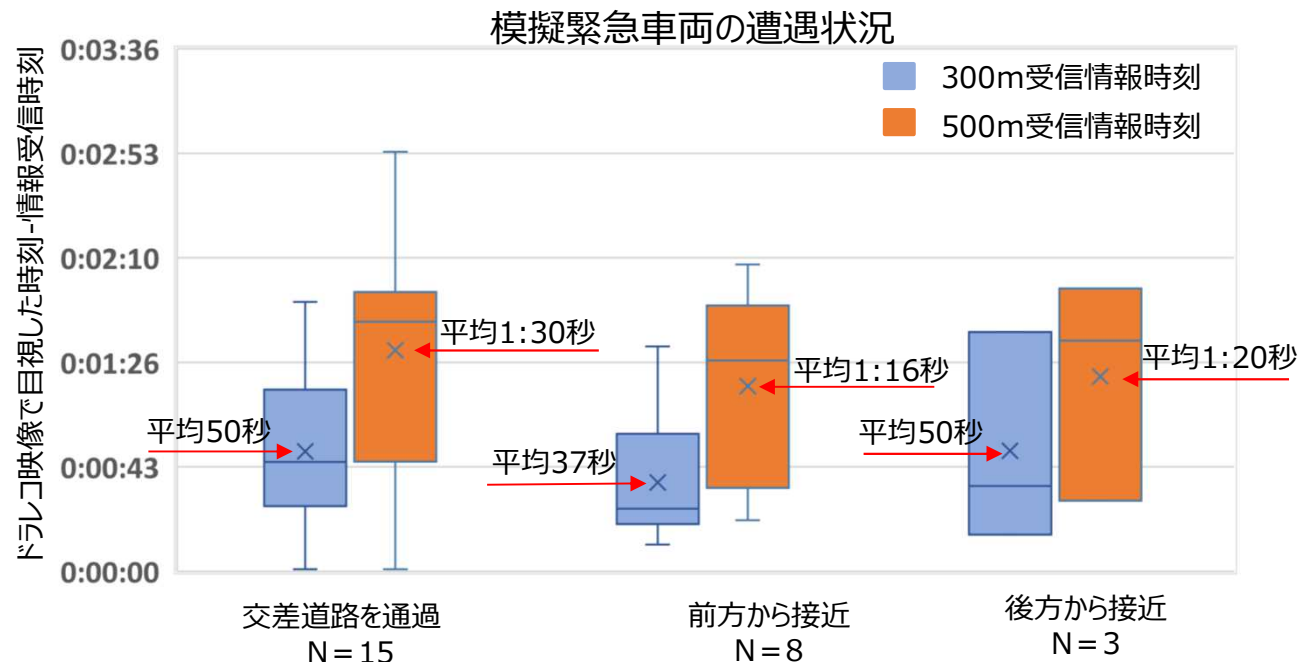
※この他の設備側試験結果、実験参加者走行データ分析結果：別添参照

- ① ドラレコ映像から模擬緊急車両が視認できた時刻を確認し、遭遇状況別に整理
- ② 模擬緊急車両の視認時刻と情報受信時刻（ドラレコ映像での視認の何秒前に情報受信したか）を集計

【解析結果】

模擬緊急車両位置情報により、300m受信情報時刻では、目視よりも平均で約40秒～50秒余裕をもって接近を把握でき、500m受信情報時刻では平均で約1:20～1:30秒余裕をもって接近を把握できる
 ⇒スムーズな徐行や停車が可能になり、緊急車両接近時の安全運転支援に有効になるとと思われる

※緊急模擬緊急車両と実験参加者の走行ルートがルートAの走行時のみを評価対象とした
 （市街地を走行中に緊急車両と遭遇する状況を想定するため）



4. 模擬緊急車両位置情報 実験結果

(5) 評価アンケート

- 現在地に加え、進行方向・走行予定ルート・ウィンカ状態等の提供希望コメントあり

[配信情報の有効性]

- 自車と緊急車両の相対位置や相対速度が検出できるので、緊急車の接近により自車の挙動に影響がある場合に非常に効果的と考える
- ドライバへの通知、自動運転制御ともに、60km/hから滑らかに停車するためには20秒ほど前の停車判断が望ましい。緊急車両の正確な位置に応じた自車の制御の必要はないため、2,3秒の遅延は許容できる

[改善に向けた要望]

- 緊急車両進行方向、（可能であれば）走行予定ルート情報が追加されると情報の有効性が向上できると考える
- 緊急車両の走行予定ルートや、ウィンカ状態等を提供してほしい
- 緊急車両の位置はわかっていても将来取りうる経路まではわからないので、ルート変更には十分でない判断した
- 緊急車両が停止した際、「移動中の停止」なのか「ゴール地点到着による停止」なのか理解する必要がある
緊急車両の意図もわかると有効と考える
- 緊急車両の現在位置、高架道路と側道を間違えないよう、高精度地図への紐付けが望ましい

5.信号予定情報 実験結果

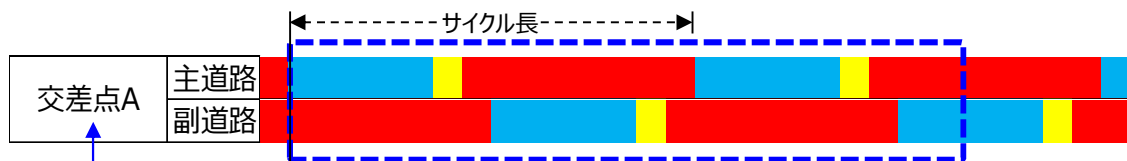
(1) 配信情報概要

- 情報概要は以下に示すとおり

情報源 : 警視庁

提供情報 : 信号サイクル確定時の灯色の予定情報

提供範囲 : 臨海副都心地区信号機

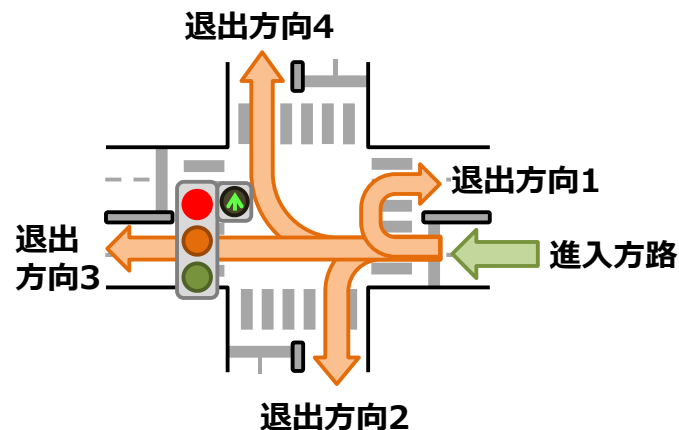


直進方向の信号灯色変化イメージ

信号予定情報

- 予定情報開始時刻
- 交差点識別ID
- 進入方路/退出方向毎の信号灯色情報 (V2Iと同じフォーマット)

信号予定情報は、サイクル開始時刻(主道路が青になる時刻)と、そこからの2サイクル分の各進入方路の退出方向毎の灯色情報を提供する



**本実証実験においては、
信号予定情報は、予定情報開始時刻
の3秒前に生成され、提供される。**

確定交差点の場合

灯色の最大残秒数 = 最小残秒数

であるため、灯色変化のタイミングを予測することが可能

幅付き交差点の場合

灯色の最大残秒数 > 最小残秒数

のため、実際の灯色変化タイミングを予測不能

信号現示無し・残秒数無し交差点は、

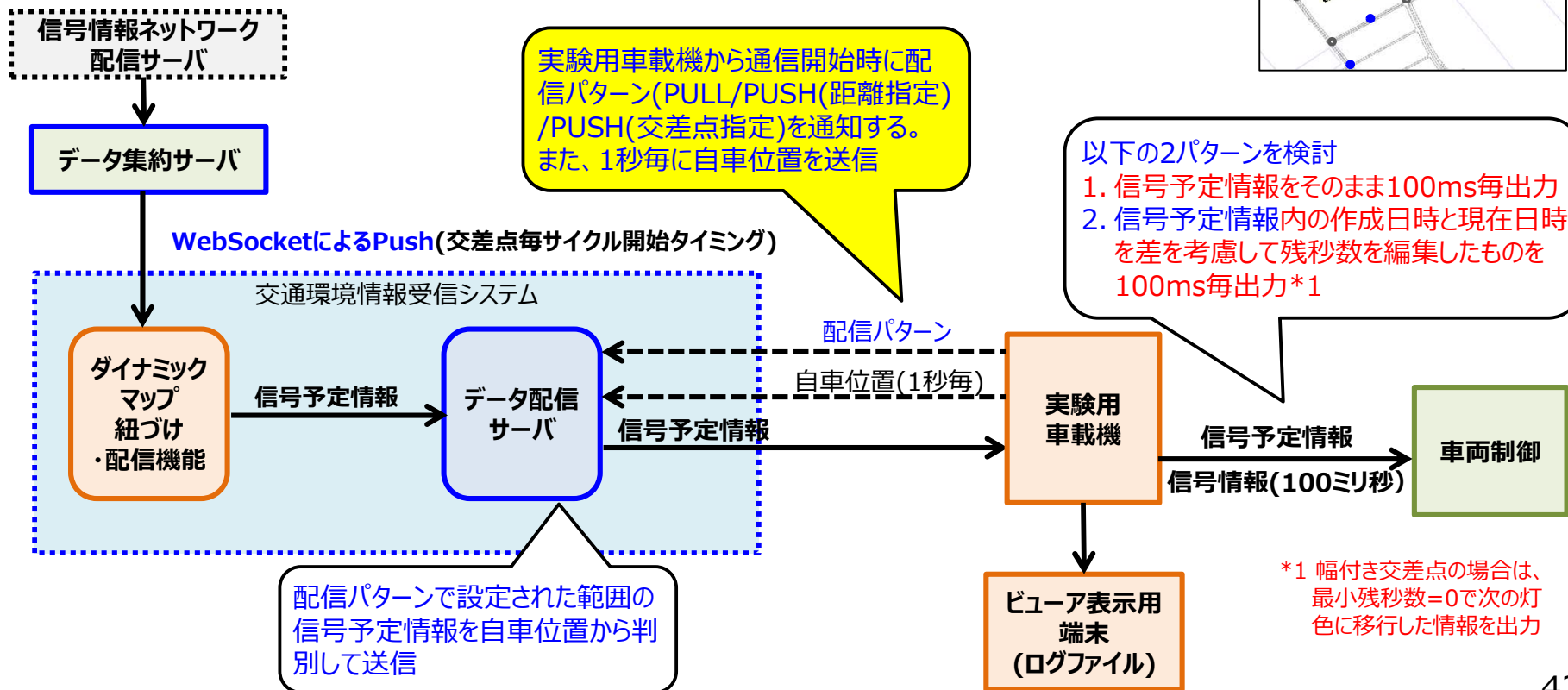
信号予定情報提供対象外

5.信号予定情報 実験結果

(2) 情報配信の仕組み (データの流れ)

- 警視庁サーバからサイクル確定時に送付される信号予定情報を PULL/PUSH(距離指定)/PUSH(交差点指定)のいずれかで配信し、実験用車載機にて予定情報 または、残秒数編集情報のいずれか(選択)で出力 (CAN出力の絞込も実施)

実験用車載機は、自車位置から半径30m円内および前方330m半円内の信号予定情報を出力対象とする(V2I信号情報と同じ)



5.信号予定情報 実験結果

(3) 伝送遅延時間 ※システムの時刻同期方法、伝送遅延時間確認手順、各時刻差ヒストグラム：別添参照

- 交差点指定PUSH方式の所要時間が最も短く、交差点数(1～30交差点)によらずデータ集約サーバから車両まで平均94ms、最大324msで配信
- 現行の仕組みでは、配信遅延時間を最小に抑えることが可能な交差点指定PUSH方式を使うことが望ましい

単位(秒)

	特徴	データ集約サーバから実験用車載機までの所要時間																				
距離指定 PUSH 方式	<ul style="list-style-type: none"> ● サーバは車の位置と指定された距離から、該当の交差点を決定して車両に配信 ● 配信周期を1秒毎に設定 ● 集約サーバから配信サーバ間の遅延時間に、配信サーバの処理時間と0～1秒の待ち時間が加わる 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>交差点数</th> <th>最小</th> <th>平均</th> <th>最大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.352</td> <td>0.597</td> <td>0.814</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.468</td> <td>0.710</td> <td>1.039</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>0.069</td> <td>0.766</td> <td>1.153</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.100</td> <td>0.598</td> <td>1.338</td> </tr> </tbody> </table>	交差点数	最小	平均	最大	1	0.352	0.597	0.814	4	0.468	0.710	1.039	17	0.069	0.766	1.153	30	0.100	0.598	1.338
交差点数	最小	平均	最大																			
1	0.352	0.597	0.814																			
4	0.468	0.710	1.039																			
17	0.069	0.766	1.153																			
30	0.100	0.598	1.338																			
PULL 方式	<ul style="list-style-type: none"> ● 車両側より周期的(1分毎)に配信サーバに情報を取りに行く ● 配信サーバ側では、配信する信号予定情報を保存しており、要求に応じて、車両の位置に該当するブロックとその周囲のブロックの情報を提供 ● 現実システムでは、最大1分強の遅延時間発生 ● 周期を短く(数秒毎)することは、通信負荷の点で困難 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>交差点数</th> <th>最小</th> <th>平均</th> <th>最大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.582</td> <td>30.957</td> <td>62.423</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>0.958</td> <td>33.917</td> <td>63.012</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	交差点数	最小	平均	最大	1				5	1.582	30.957	62.423	17	0.958	33.917	63.012	30			
交差点数	最小	平均	最大																			
1																						
5	1.582	30.957	62.423																			
17	0.958	33.917	63.012																			
30																						
交差点 指定 PUSH 方式	<ul style="list-style-type: none"> ● 車両側より配信サーバに対して、データ取得希望交差点を連絡(MQTTプロトコル) ● 配信サーバは、要求された交差点の最新の信号予定情報を配信、以降、情報が更新される都度、指定交差点の信号予定情報を配信 ● 遅延時間は3方式の中で一番短く抑えられる 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>交差点数</th> <th>最小</th> <th>平均</th> <th>最大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.075</td> <td>0.089</td> <td>0.106</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.043</td> <td>0.075</td> <td>0.112</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>0.080</td> <td>0.094</td> <td>0.139</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.046</td> <td>0.081</td> <td>0.324</td> </tr> </tbody> </table>	交差点数	最小	平均	最大	1	0.075	0.089	0.106	5	0.043	0.075	0.112	17	0.080	0.094	0.139	30	0.046	0.081	0.324
交差点数	最小	平均	最大																			
1	0.075	0.089	0.106																			
5	0.043	0.075	0.112																			
17	0.080	0.094	0.139																			
30	0.046	0.081	0.324																			

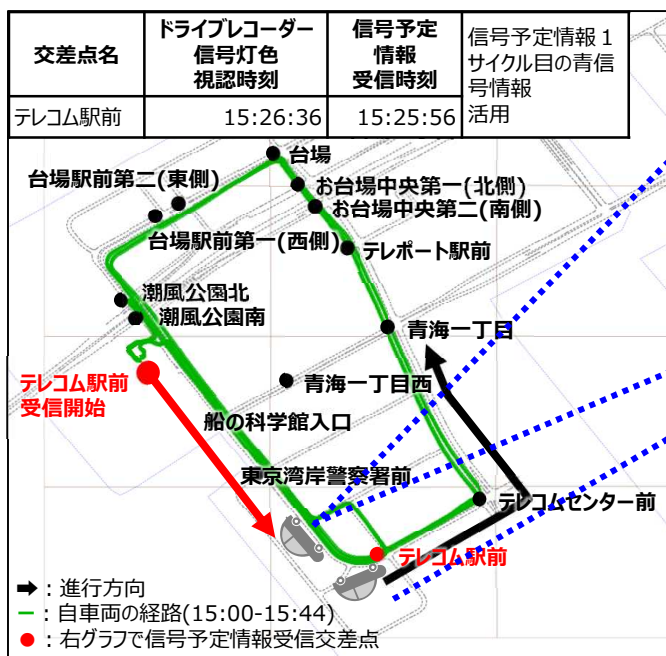
5.信号予定情報 実験結果

(4) 実験結果

※この他の設備側試験結果、実験参加者走行データ分析結果：別添参照

- 目視できない前方の交差点信号現示をV2Nで受信、交差点進入時に運転支援・自動運転支援に活用可能であることから、V2Iと同様に、情報二重系による認識度向上の効果がある
- 運転支援・自動運転支援での信号灯色認識への活用の可能性について、今回の実験では以下の課題により、ジレンマ回避や灯色切替り付近のタイミングでの灯色認識には課題がある為、対策の検討が必要

- ①実際の灯色の切替りと提供情報に誤差（2秒程度）が発生
- ②秒数幅付きの交差点では灯色変化タイミングの通知（予測）が不可



5.信号予定情報 実験結果

(5) 評価アンケート

- 信号灯色と信号予定情報の時刻誤差、幅付交差点での信号予定情報提供、その他社会実装に向けた希望等のコメントあり

[信号灯色と信号予定情報と時刻誤差]

- 現示と予告時刻(信号の変わる予定の時刻)の間に最大 2 秒程度の誤差が見られる。2 秒の誤差はゾーンマゾーンの効果を失うレベルの誤差と言える。誤差 $\pm 300\text{ms}$ 程度なら許容可能性有り
- 実信号状態と提供情報とのタイミング差バラツキが大きすぎる

[幅付交差点での信号予定情報提供]

- サイクル途中で秒数の事前確定や幅付き階段後に情報更新が必要と考える。幅付き信号機において、現示情報がV2N受信可能となることを希望

[その他(社会実装に向けて)]

- 信号配信サービス有無混在化では有効性が低下するので、配信される区域はすべて配信されるのが望ましいと考える
- 2023年頃の社会実装を希望、早いに越したことはない

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。