

平成30年度  
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）自動走行システム／  
大規模実証実験／ダイナミックマップ／車両プローブ情報の活用

成果報告書概要版

パイオニア株式会社

平成31年02月28日

# 事業目的

## (背景)

- ✓ 将来、自動運転社会を実現するために、プローブ情報と呼ばれる車両や公共交通機関等から得られる時間とともに変化する情報に含まれるコンテンツを共用するための検討が進んでおり、活用が大きく期待されている。

## (目的)

- ✓ プローブ情報を共用していくための課題等を具体的にも実証実験により検証する。
  - プローブ情報共用に必要なデータセットフォーマットやAPIなどを検証し評価する。
  - 共用フォーマットとしては『JASPAR(注)車両情報共用検討WGで規定される仕様』を実装する。
  - 交通流情報の生成フローにおける、時間遅延に関する検証を行う。

本実証では、  
交通流情報（準動的情報）  
を用いて実験を行った。

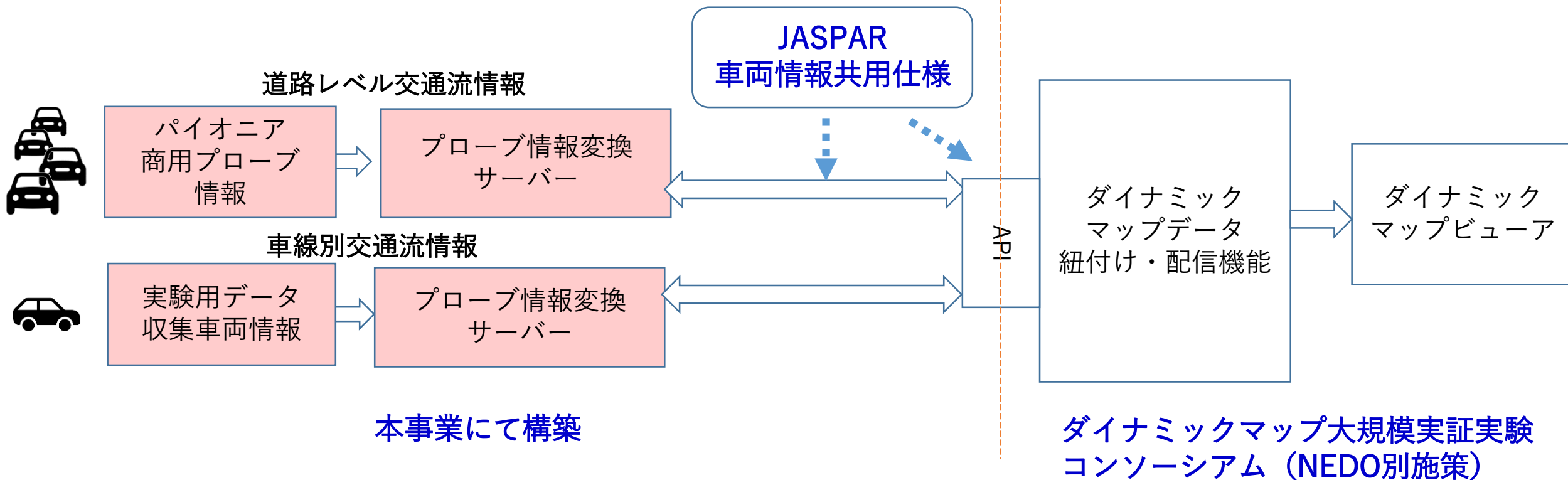


# 事業項目

事業項目	H29年度		H30年度			
	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
活用するプローブ情報の検討 A) プローブ情報の準備 B) プローブ情報共用インターフェースとの対応関係調査 C) プローブ情報の可視化						
プローブ情報変換サーバの構築 A) 基本機能の実装 B) JASPAR車両情報共用仕様の実装						
実験サーバとの連携確認 A) 実験サーバとの接続・動作確認						
実証実験の実施 A) SIPダイナミックマップ大規模実証との実証実験 B) 評価						

# 実証実験の構成

◆ 本事業における実証実験の概略構成を以下に示す。



- ・ JASPAR車両情報共用仕様について、平成29年度末策定のDraft版を実装
- ・ JASPAR車両情報共用データセット仕様のうち、“交通流”コンテンツを実装して検証
- ・ 平成30年度以降策定のJASPAR車両情報共用仕様Ver.1.0に向けて車両情報共用検討WGに課題や検討項目をフィードバック

# 活用するプローブ情報の検討 - 実施内容

◆ 本事業の実証実験対象として選定したプローブ情報及び、想定するユースケースを下記に示す。

ユースケース	プローブ情報	説明
経路計画時に、渋滞が発生している道路を適切に回避するルートを選定する。	道路レベル交通流情報	車両プローブ情報を定期的に統計解析することによって得られた、カーナビゲーション装置での利用を目的として生成された交通流区間情報。
狭域経路計画で、渋滞車線を回避する経路を選択する。	車線別交通流情報	データ収集車両の車両プローブ情報を定期的に統計解析し、実証実験での使用用途を目的として生成された模擬的交通流情報。統計解析は、データ収集車両の走行車線が既知である前提の下で行う。

# 活用するプローブ情報の検討 - 実施内容

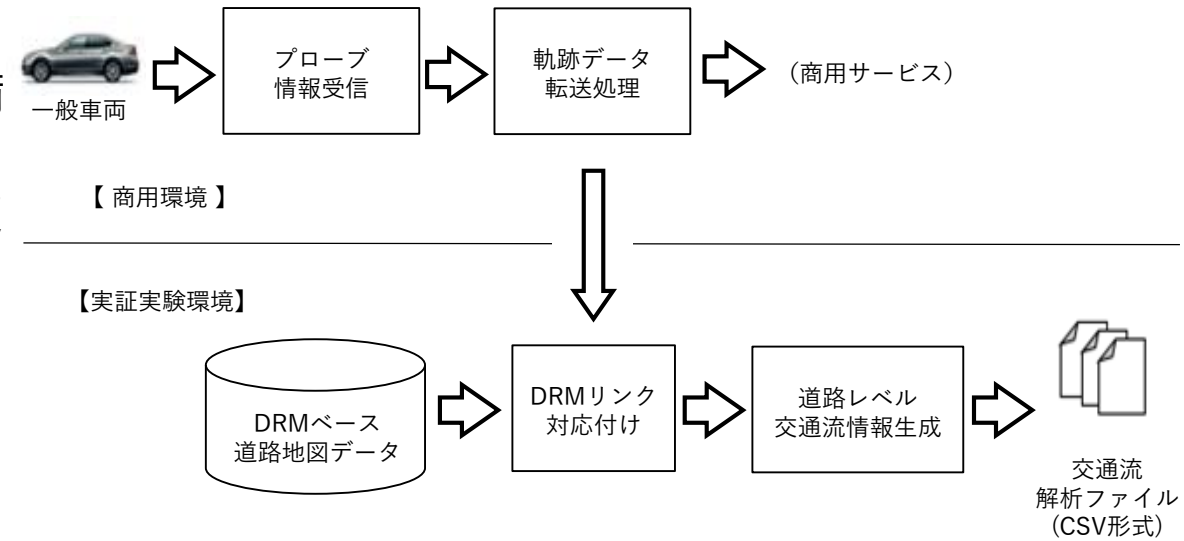
## A) プローブ情報の準備

### ◆道路レベル交通流情報：

商用サービスをベースとした道路レベル交通流情報の準備

- 商用システムで生成している車両軌跡情報を活用
- 権利関係を鑑み、リンクマッチング先をDRM※リンクに変更
- 交通流情報をファイル化し、ダイナミックマップビューアに取り込んで確認

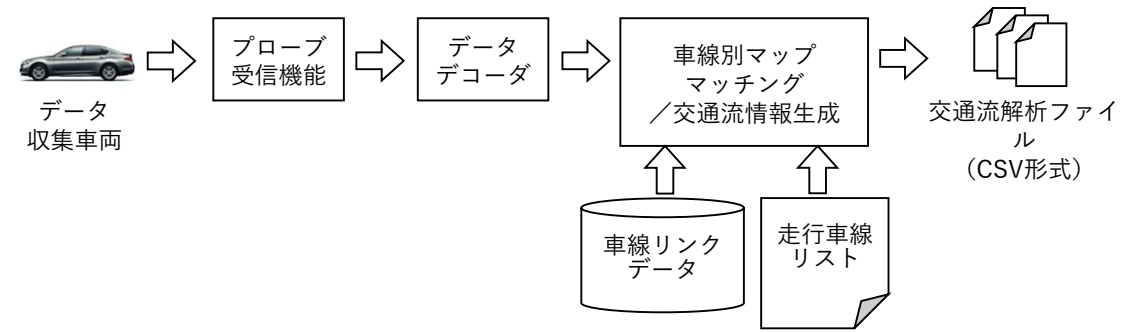
※ DRM：一般財団法人日本デジタル道路地図協会



### ◆車線別交通流情報：

データ収集車両によるデータを活用した車線別交通流情報の準備

- カーナビゲーションを改造し、データ収集機能を開発
- SIP高精度地図へのリンクマッチング機能を開発
- 交通流情報をファイル化し、ダイナミックマップビューアに取り込んで確認

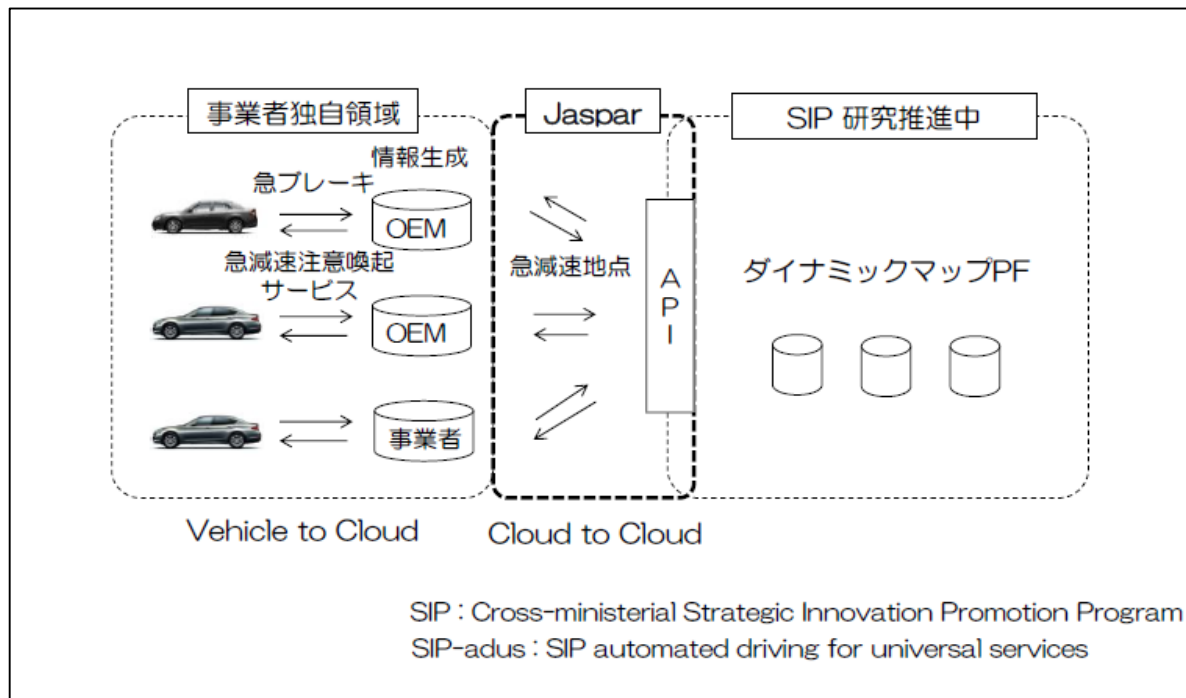


# 活用するプローブ情報の検討 - 実施内容

## B) プローブ情報共有インターフェースとの対応関係調査

### ◆ JASPAR車両情報共有仕様との対応検討

- 車両情報共有データセット仕様で定義されている、「交通流」コンテンツの適用可否について検討。
- API仕様で定義されている機能で所望のデータ授受が実現可能か検討。
- ダイナミックマップデータ紐付け・配信機能をもつサーバーとのデータ送受信に際し、車両情報共有仕様の規定外の内容も含め、実装に必要な運用規定を検討。



### JASPAR車両情報共有仕様

- コンセプト仕様
- データセット仕様
- API仕様

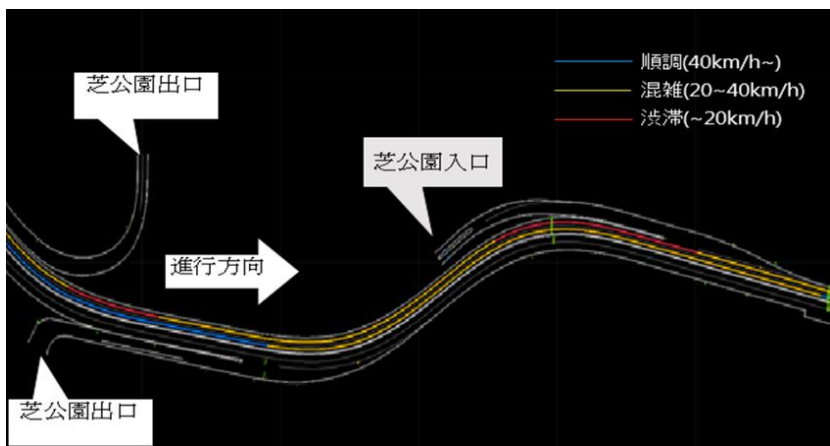
JASPAR車両情報共有ワーキンググループ資料から引用



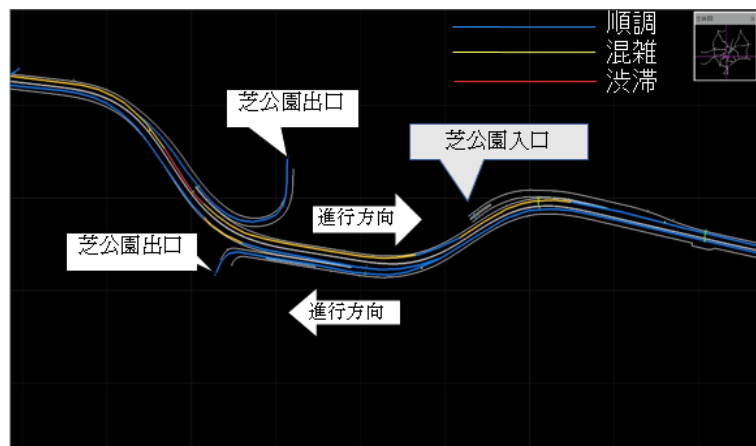
# 活用するプローブ情報の検討 - 実施内容

## C) プローブ情報の可視化

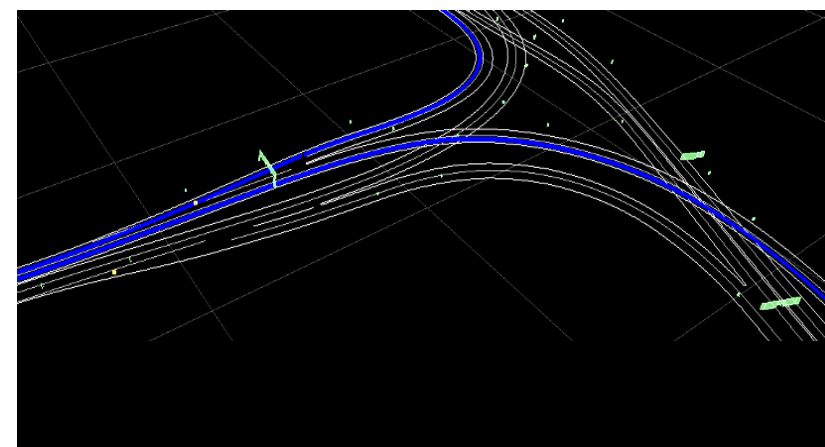
- ◆ 生成したプローブ情報が正しくダイナミックマップ上で表現できるかどうか確認。
  - 商用ナビゲーション用地図ベースの位置精度（緯度、経度）の交通流情報が、高精度なダイナミックマップ上でも概ね正しく表現できることを確認。
  - 交通流の区間情報に高度情報を付与することで上下道の判別が正しく行えることを確認。



車線別交通流情報をSIPダイナミックマップビューア上での表現例



道路レベル交通流情報のSIPダイナミックマップビューア上での表現例



高度情報を付加した交通流データが正しく指定道路区間にマッピングできた様子



# プローブ情報変換サーバの構築 - 実施内容

◆ 道路レベル交通流、車線別交通流それぞれについて以下の機能を持つサーバを設計・構築した。

## 車道別交通流：

- 商用プローブ情報の交通流解析をDRMリンクベースで実行。
- 解析結果の交通流情報をJASPAR車両情報共用データセット仕様準拠のフォーマットに変換
- 前記データを車両情報共用API仕様の登録機能を用いて、ダイナミックマップデータ紐付け & 配信機能サーバに送信。

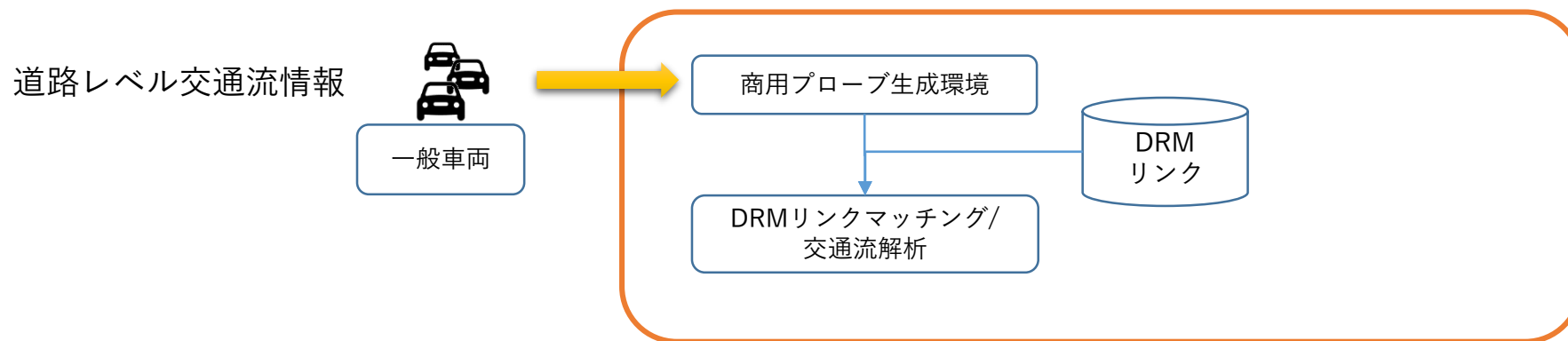
## 車線別交通流：

- 改造したカーナビを搭載した車両からのプローブ情報を受信・デコード。
- 受信したプローブ情報の交通流解析をSIP高精度地図車線リンクベースで実行。
- 解析結果の交通流情報をJASPAR車両情報共用データセット仕様準拠のフォーマットに変換
- 前記データを車両情報共用API仕様の登録機能を用いて、ダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバに送信。

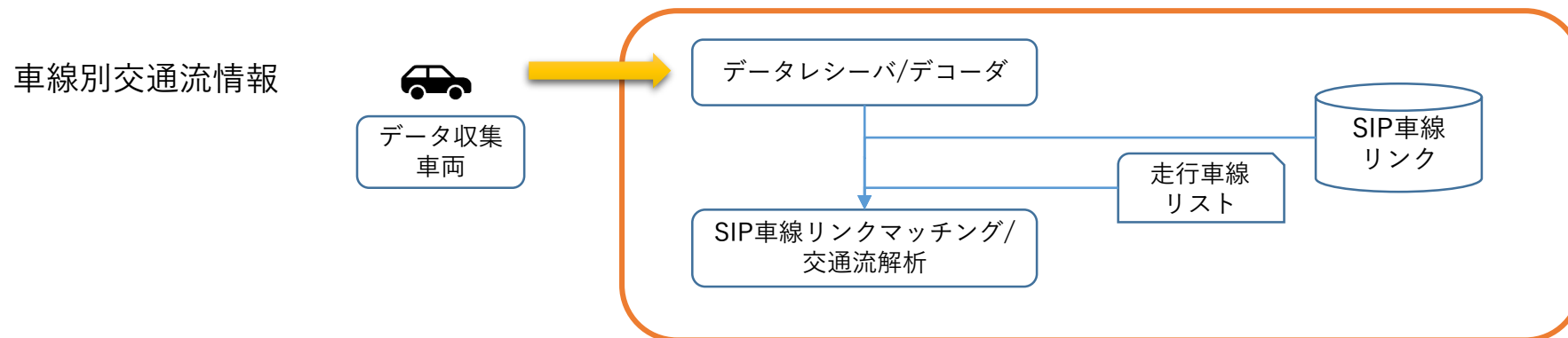
# プローブ情報変換サーバの構築 - 実施内容

## A) 基本機能の実装

- ◆ 車両プローブ情報から交通流情報を生成する基本機能についてサーバー上に実装
  - 道路レベル交通流情報と車線別交通流情報については、データの生成過程を鑑み、別々のサーバーを準備した。



プローブ情報変換サーバ (道路レベル交通流用)

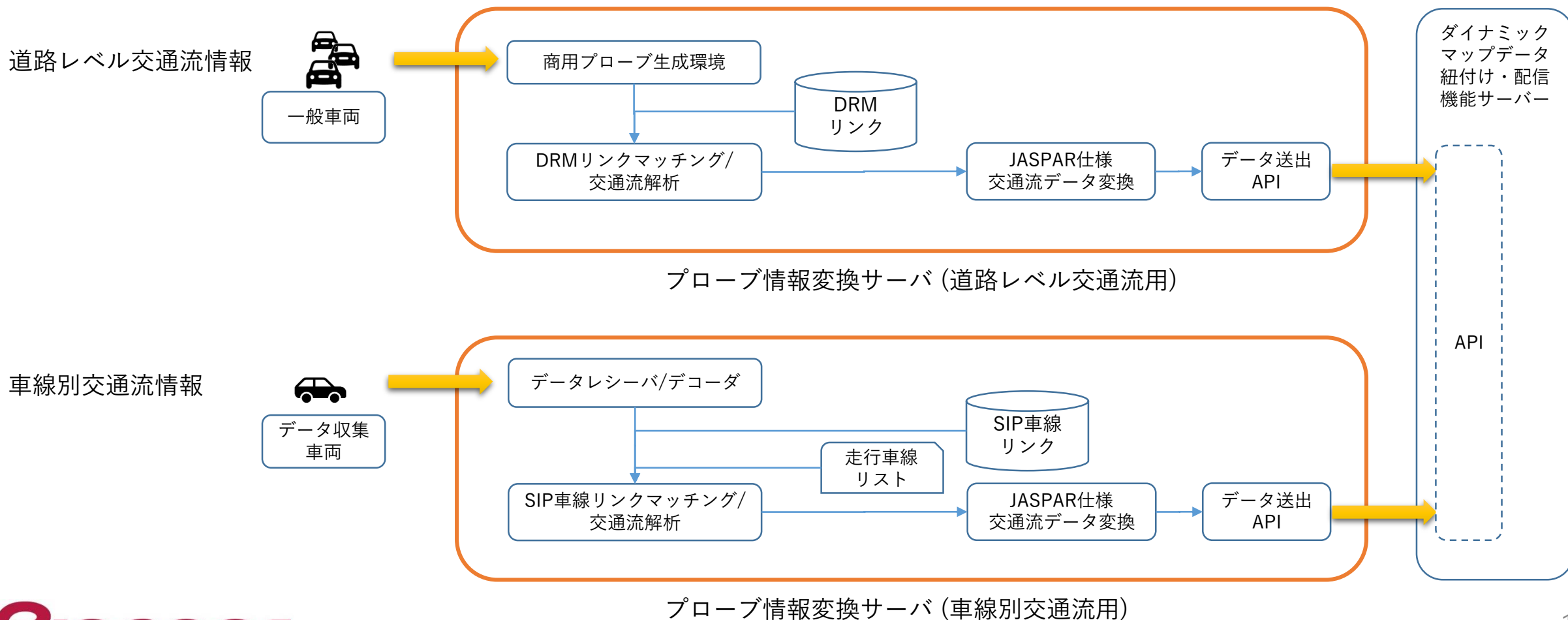


プローブ情報変換サーバ (車線別交通流用)

# プローブ情報変換サーバの構築 - 実施内容

## B) JASPAR仕様の実装

- ◆ 生成した交通流情報をJASPAR車両情報共用仕様に準拠するフォーマットに変換し、ダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバへの送出手のためのAPI機能を実装。
  - JASPAR車両情報共用仕様の実装においてダイナミックマップ大規模実証実験コンソーシアムと連携。



## 実験サーバとの連携確認 - 実施内容

◆ 本事業のプローブ情報変換サーバーで生成した交通流情報の送信先は、ダイナミックマップ大規模実証実験コンソーシアムが運営するダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバである。

プローブ情報変換サーバーから送信した交通流情報が正しくJASPAR車両情報共用仕様に準じて伝達され、最終配信先のダイナミックマップビューア上に表示されるかどうか、またシステムに負荷がかかった場合にシステムがダウンしないか等について双方で試験項目を策定し、接続試験・システム試験を行った。

また、データ収集車両の走行を必要とする車線別交通流の生成・送出に関する接続試験については、実際に車両を用意して実証実験本番と同じコースを走行することで試験を行った。

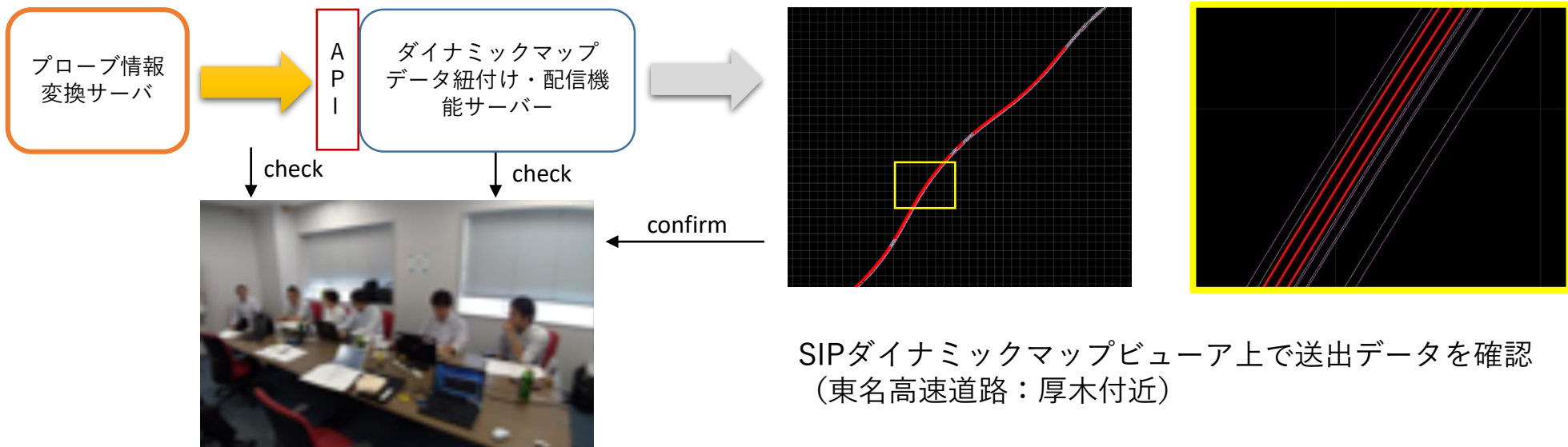
## 実験サーバとの連携確認 - 実施内容

### A) 実験サーバとの接続・動作確認 (1)

- ◆ ダイナミックマップ大規模実証実験コンソーシアムが用意したダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバとプローブ情報変換サーバ間の接続試験（論理検証）及び、実証実験本番環境での動作確認（システム試験）を共同で実施した。

主な実施内容：

- フォーマット、データ、パフォーマンスを評価するための接続試験仕様を策定し、これに基づく試験を実施。
- 48時間連続稼働試験を実施。



合同接続試験の様子 (パイオニア(株)川越事業所)

## 実施内容：実験サーバとの連携確認

### A) 実験サーバとの接続・動作確認 (2)

◆ 送出したデータ (JSONファイル)、および接続時のログの整合性について確認を行った。

```
{
  "administration" : {
    "version" : "01.1",
    "timeZone" : "+09.00",
    "datum" : "JGD2011",
    "author" : "PIONEER_TEST"
  },
  "basic" : {
    "time" : {
      "start" : "2018-10-09 09:00:00",
      "limit" : "2018-10-09 09:10:00"
    },
    "section" : {
      "begin" : {
        "latitude" : 35.5872219,
        "longitude" : 139.5694656,
        "altitude" : 4260
      },
      "end" : {
        "latitude" : 35.5876550,
        "longitude" : 139.5701525,
        "altitude" : 4050
      }
    }
  },
  "contents" : {
    "traffic" : {
      "seq" : 1,
      "speed" : 9,
      "accuracy" : 5
    }
  }
}
```

```
10/09 08:55:09 http_send[5092] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009085509659"}}}
10/09 08:55:09 http_send[5092] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090855/201810090855_533967_01126_00206_00019.json
10/09 08:55:09 http_send[5092] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 08:55:09 http_send[5092] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009085509686"}}}
10/09 08:55:09 http_send[5092] http_exec OK
10/09 08:55:09 http_send[5092] EXIT: Success
10/09 09:00:09 http_send[5361] EXEC: /usr/local/pioneer/vics/bin/http_send.pl
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533934_00042_01562_00001.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009463"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533934_01306_01309_00001.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009491"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533934_01309_02146_00001.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009519"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533934_01313_00387_00001.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009546"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533934_02146_01311_00001.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009575"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533936_02491_03805_00003.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009602"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090900/201810090900_533967_01126_00206_00019.json
10/09 09:00:09 http_send[5361] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:00:09 http_send[5361] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090009629"}}}
10/09 09:00:09 http_send[5361] http_exec OK
10/09 09:00:09 http_send[5361] EXIT: Success
10/09 09:05:10 http_send[5637] EXEC: /usr/local/pioneer/vics/bin/http_send.pl
10/09 09:05:10 http_send[5637] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090905/201810090905_533934_01306_01309_00001.json
10/09 09:05:10 http_send[5637] [HTTP Send OK] 201 201
10/09 09:05:10 http_send[5637] RESPONSE : {"result":{"traffic":{"seq":1,"status":"201 Created","record-id":"20181009090510402"}}}
10/09 09:05:10 http_send[5637] Transfer : /var/pioneer/jaspar_1/201810090905/201810090905_533934_01309_02146_00001.json
```

左図JSONファイルについての送受信処理箇所

レスポンスJSON

JASPAR仕様交通流データ変換処理により生成され、  
プローブ変換サーバから送信されたJSONファイル  
(201810090900\_533934\_00042\_01562\_00001.json)

データ送出処理時の送受信ログ



## 実験サーバとの連携確認 - 実施内容

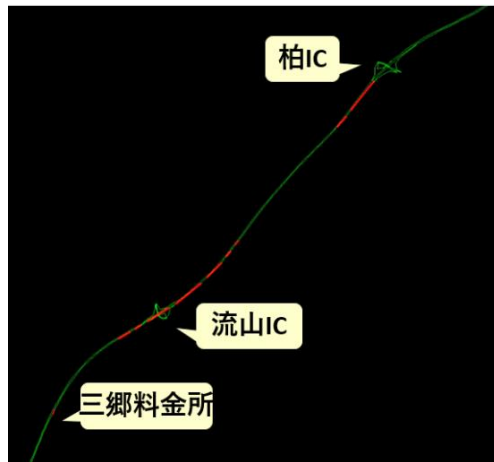
### A) 実験サーバとの接続・動作確認 (3)

#### ◆ 実施内容：

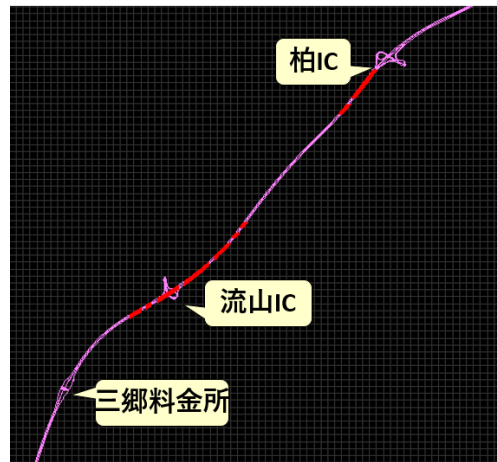
- 送受信データが、車両情報共用仕様に準拠しているかどうかの確認。
- 実証実験本番と同じ環境で道路レベル交通流データを流して動作を確認。
- 送出データと受信データが一致しているかどうかを画面表示で確認。
- 長時間連続動作させた場合の耐久確認。

#### 常磐自動車道

2018年9月19日17:15配信分



送信データ (赤色区間)



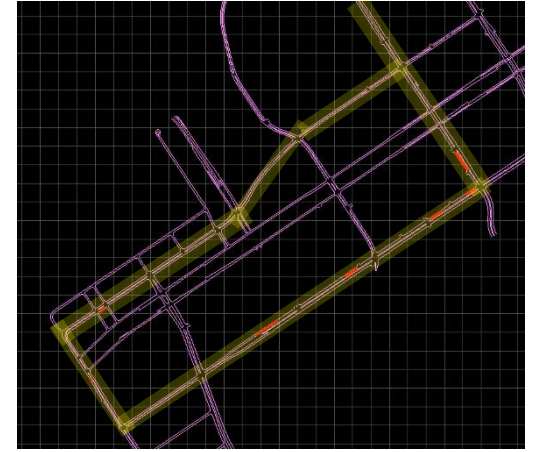
受信データ

#### 一般道 (お台場地区)

2018年9月7日15:40配信分



送信データ (赤色区間)



受信データ  
(黄色枠の道路が配信対象エリア)



## 実施内容：実証実験の実施

◆ ダイナミックマップ大規模実証実験として、2018/10/1～2018/12/27 の期間中、平日9:00～18:00の間道路レベル交通流の生成と提供を行った。（ただし、11/26～11/30を除く）  
道路レベル交通流の提供エリアは、東名高速、常磐道、お台場を含むSIP高精度地図が整備されているエリアの中の一部。

また、2018/11/26～2018/11/30 の期間中は、車線別交通流の生成と提供を行った。車線別交通流の提供エリアは、首都高速都心環状線の谷町ジャンクションから浜崎橋ジャンクションに向かう内回りの2車線である。データ収集車両10台を用意し、それぞれ15分間隔で周回コースを走行することで車線別交通流情報を生成した。

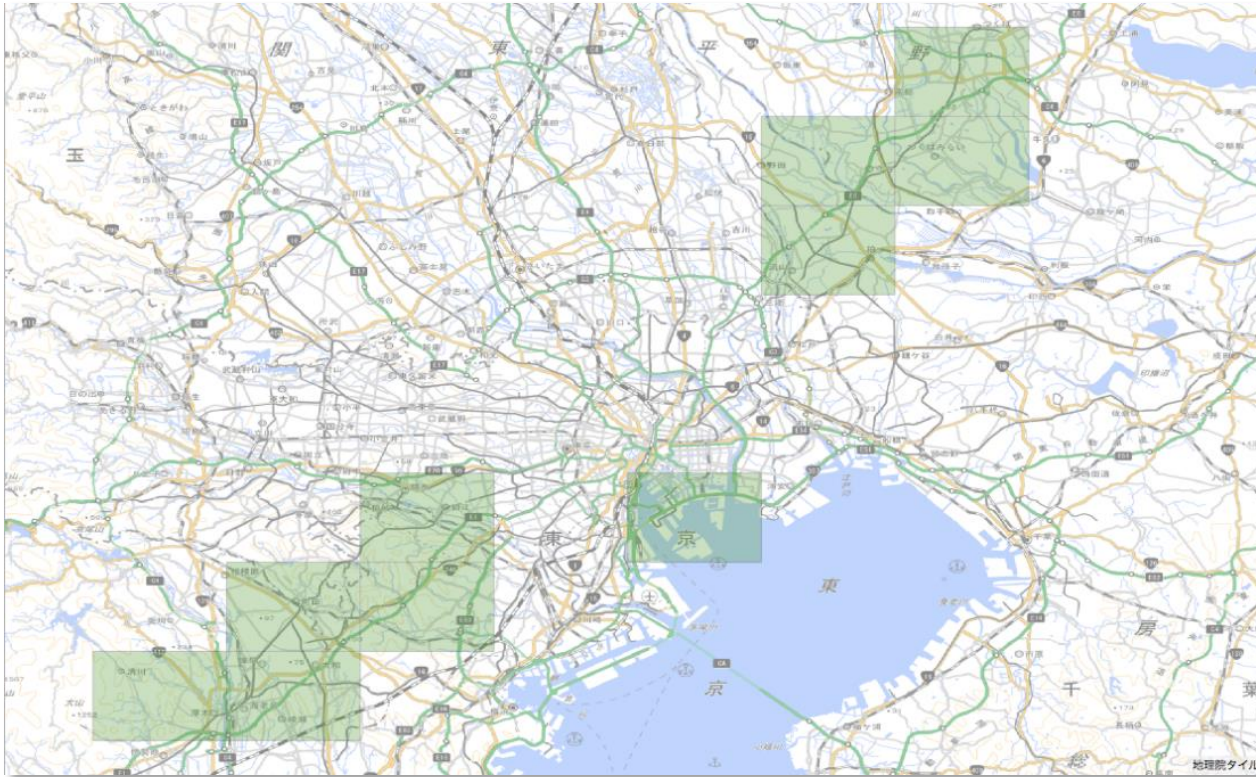
本実証実験で取得したデータを基に、交通流情報がダイナミックマップビューアに届くまでの遅延時間などについても評価・考察を行った。

## 実施内容：実証実験の実施

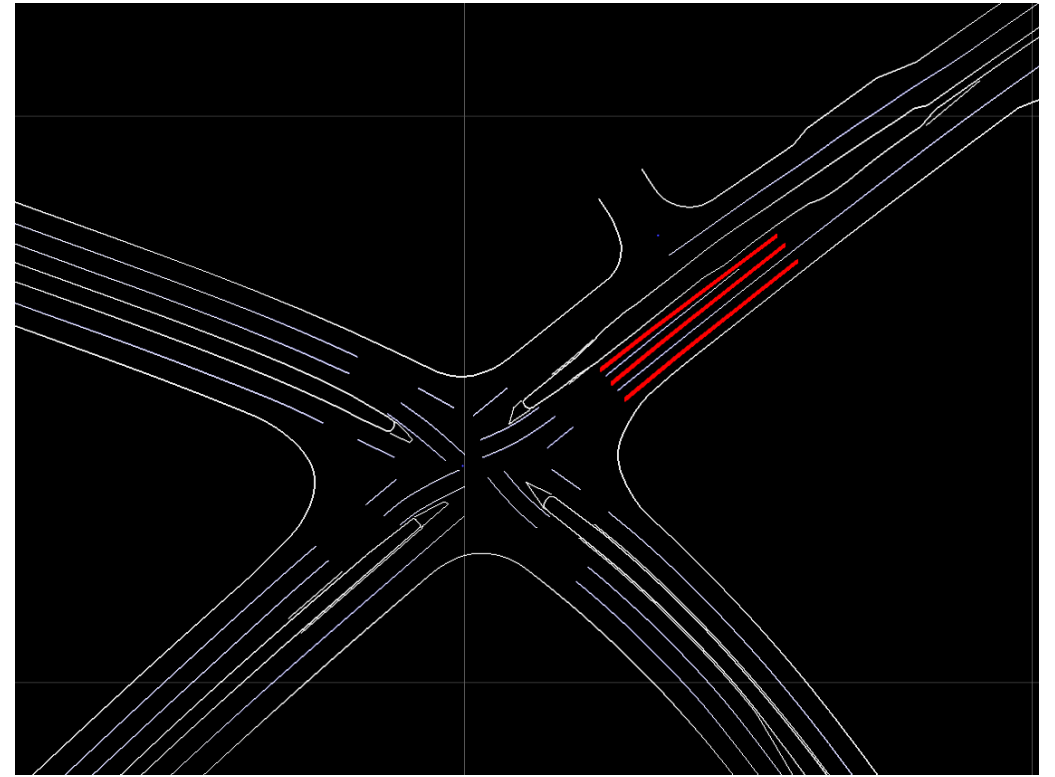
### A) SIPダイナミックマップ大規模実証との実証実験 (1)

- 実証実験の実施（道路レベル交通流情報の生成・提供）

2018/10/1～2018/12/27（ただし、11/26～11/30を除く）の期間中の平日、東名高速道路、常磐自動車道、及びお台場の一部エリアにおいて、道路レベル交通流を生成し、ダイナミックマップデータ紐付け・配信サーバへの提供を行った。



道路レベル交通流情報提供エリア（緑色のエリア）



お台場周辺の道路レベル交通流の例（赤色＝渋滞箇所）

## 実施内容：実証実験の実施

### A) SIPダイナミックマップ大規模実証との実証実験(2)

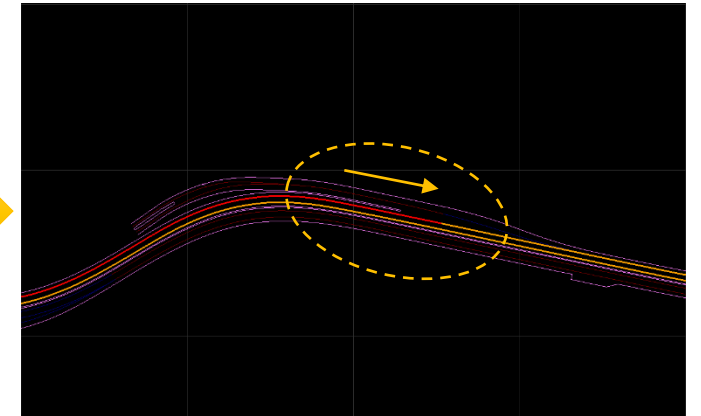
- 実証実験の実施（車線別交通流情報の生成・提供）

2018/11/26～11/30の期間中、首都高の一部区間において車線別交通流を生成し、ダイナミックマップデータ紐付け・配信サーバへの提供を行った。

10台の車両を用いて、15分毎に2台ずつ駐車場をスタートし、所定のコースを周回した。



車線別交通流情報配信エリア



車線別交通流情報の表示例

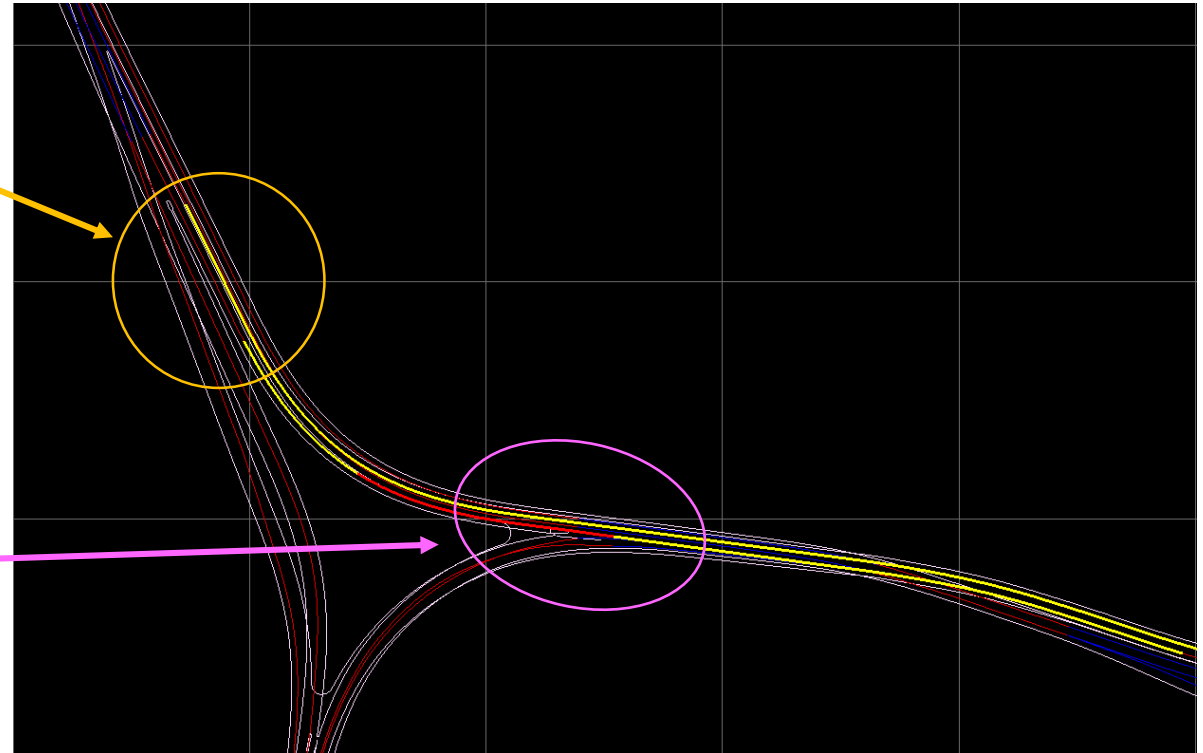
← 待機エリアにおける実験走行車両の様子  
(駐車場のご協力：東京プリンスホテル様)



# 実施内容：実証実験の実施

## A) SIPダイナミックマップ大規模実証との実証実験 (3)

実際の交通状況と配信情報との比較



例. 一ノ橋JCT付近 (2018/11/26 16:45)

## B) 評価

### ◆ 交通流情報生成における遅延の確認 (1)

プローブ情報変換サーバーにおいて、走行速度算出までにかかる処理時間について確認を行った。車両プローブ情報を受信後、車両走行速度を算出し終えるまでの時間は、平均約1.2秒であった。車線とのマップマッチング処理が比較的時間のかかる処理となっている。

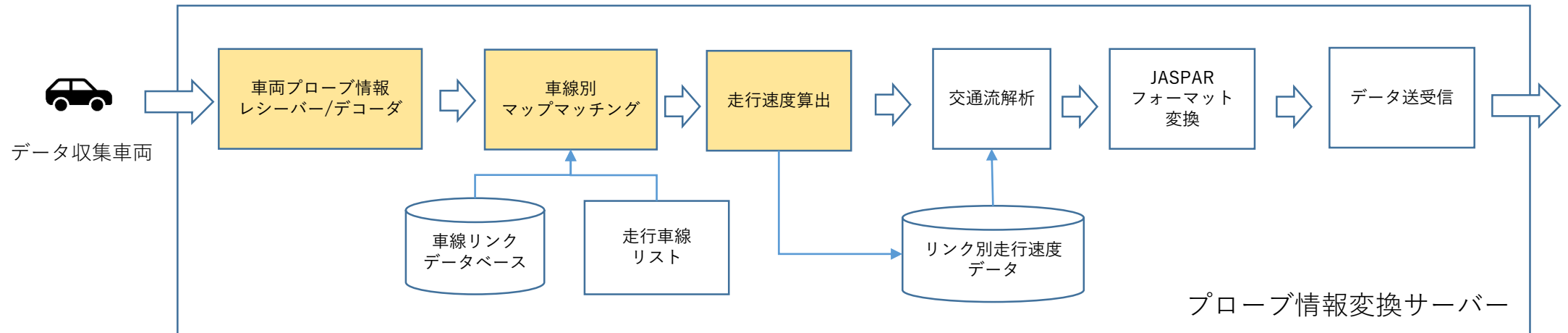


表. 各ブロックの所要処理時間

処理項目	平均 msec	最大 msec	最小 msec
プローブ情報デコード	96	253	44
マップマッチング処理	670	2043	273
車両走行速度算出処理	462	804	391
合計	1228	3100	708

## B) 評価

### ◆ 交通流情報生成における遅延の確認 (2)

続いて、交通流解析からデータ送出までにかかる処理時間について確認を行った。

ダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバーへの送受信処理にかかる時間が支配的であった。

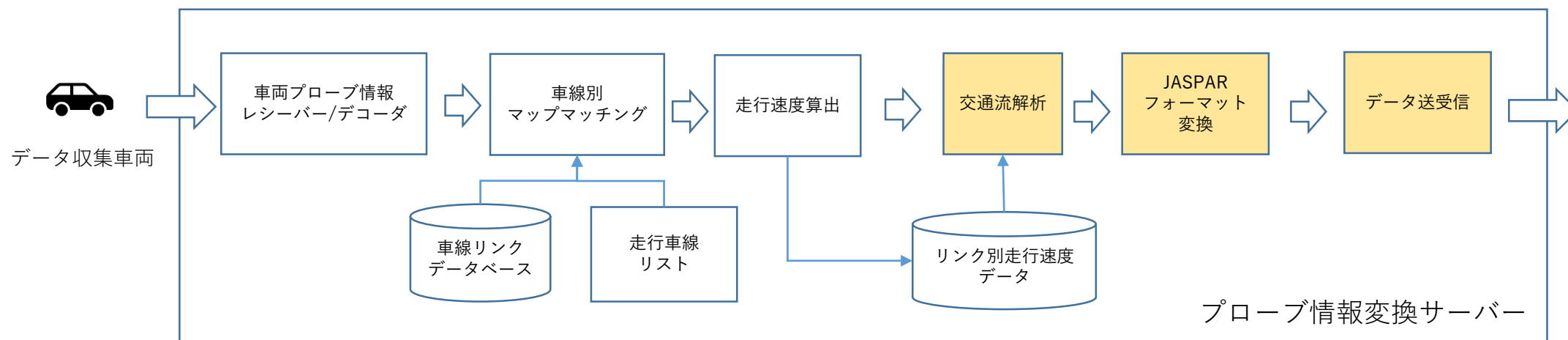


図. プローブ情報変換サーバーの処理ブロック

表. 各ブロックの所要処理時間

処理項目	平均 msec	最大 msec	最小 msec
リンク平均走行速度算出処理	5.1	11.2	3.2
JASPARデータ変換処理	46.8	148.8	1.0
データ送信処理	1217.8	2410.9	6.9
合計	1269.7	2570.9	11.1

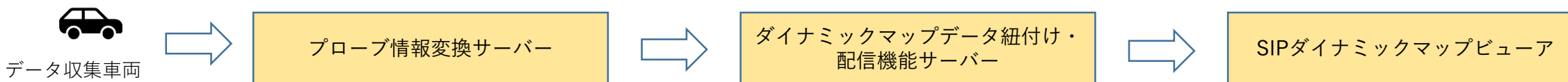
# 実施内容：実証実験の実施

## B) 評価

### ◆ 交通流情報生成における遅延の確認 (3)

実証実験全体を通してプローブ情報の流れとその遅延時間を以下の表にまとめた。  
全体としては、車両がデータを収集してから最大約**12分間**の遅延で交通流情報がビューアに表示される結果となった。  
サーバー内部の処理時間と比較して、送信周期の待ち時間などが遅延の支配的な要因であることがわかる。  
送信周期を短くする場合には、車両からのプローブ情報の取得周期を短くする必要があると同時に**1回**あたりの送信にかかる時間についても極力オーバーヘッドを減らす事が必要となる。

大項目	小項目	処理時間（最大）[sec]
車両プローブ情報取得（車載機）		300
車両走行速度算出バッチ処理	バッチ実行待機時間	10
	プローブ情報デコード	0.253
	マップマッチング処理	2.043
	車両走行速度算出処理	0.804
渋滞解析バッチ処理	バッチ実行待機時間	300
	リンク平均走行速度算出処理	0.011
	JASPARデータ変換処理	0.149
	データ送信処理	2.411
ダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバーの処理		90.1
合計		705.969





# 考察 (1)

## ◆ 交通流コンテンツ登録の効率化

JASPAR車両情報共用データセット仕様書では、1回のHTTPリクエストに対し、交通流区間情報1区間分の情報をリクエストボディに記述する仕様となっている。このため、交通流解析情報を渋滞区間の数だけ繰り返しHTTPリクエストを実行することで、ダイナミックマップデータ紐付け・配信機能サーバーへ送信する必要がある。

実験の結果、送信するメッセージのデータ構造を変更することで大幅な時間短縮ができることを確認した。

→ JASPARへのフィードバックを行い、仕様の改善に貢献した。

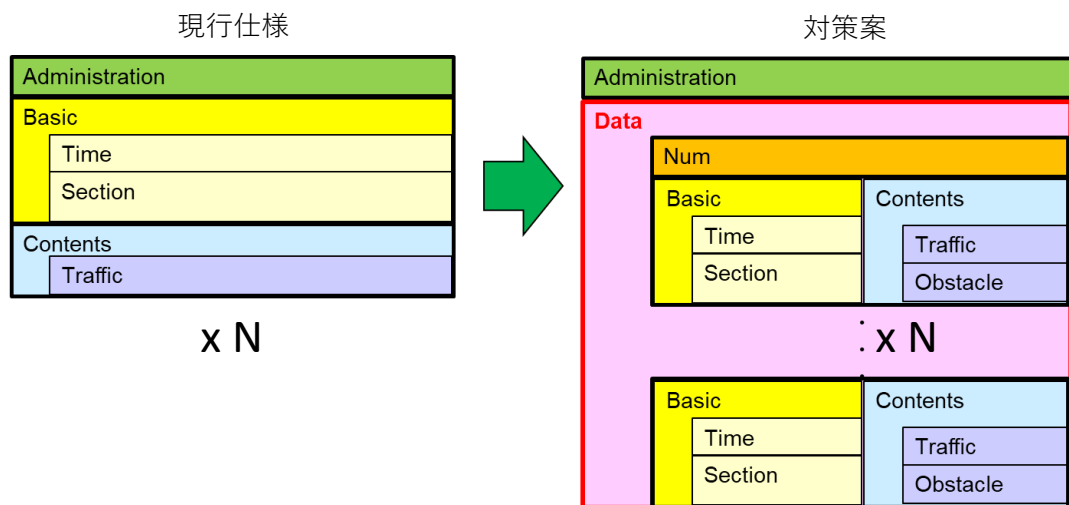


図- リクエストAPIのオーバーヘッド改善検討例  
交通流データを区間毎に複数回送信 → ひとつにまとめて送信

送信データ数	送信時間 sec (現行仕様)	送信時間 sec (対策案)
5000	30.03850889	1.199960279
10000	61.37561851	2.3039114
20000	122.7597192	4.355835772
40000	242.1740829	8.688527441
70000	418.9842041	14.99618721

図 - データ構造を変更した場合の送信時間の比較  
複数回送信をひとつにまとめて送信する仕様に変更することで、大幅な時間短縮が可能となる。

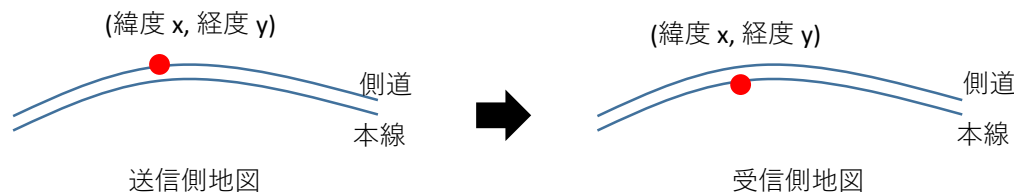
## 考察 (2)

### ◆ 交通流情報の区間に対する位置参照について

今回、交通流情報がどの道路区間に対応するかを示す方法として、始点・終点の緯度・経度を指定する方式を用いた。今回の実証実験において大きな問題はなかったが、緯度・経度による位置参照方式の場合、例えば下記のような場所では、交通流情報に対応する路線区間を判別しにくい可能性が考えられる。

- 本線道路と側道が隣接している場所、緩やかな分合流部
- 高速道路のランプ部など、上下方向も含めて複雑に交差するような場所

位置の測位精度によって路線を間違える可能性もあり得るが、位置が正しく測位できた場合でも、送受信者間で異なる道路区間であると解釈してしまうケースとして、例えば、



### • 送信側の地図と受信側の地図の違い

による問題が考えられる。送信側の地図と受信側の地図が異なる場合、同じ緯度・経度であっても地図情報として必ずしも同一の場所を指すとは限らないためである。

送受信者間で生じる可能性のある曖昧な位置情報の解釈を減らすための対応策としては、例えば

- 送受信者間で同一の車線/道路リンクを参照可能な位置参照方式を用いる。

ことが考えられる。これについては今後の検討課題である。

## 考察 (3)

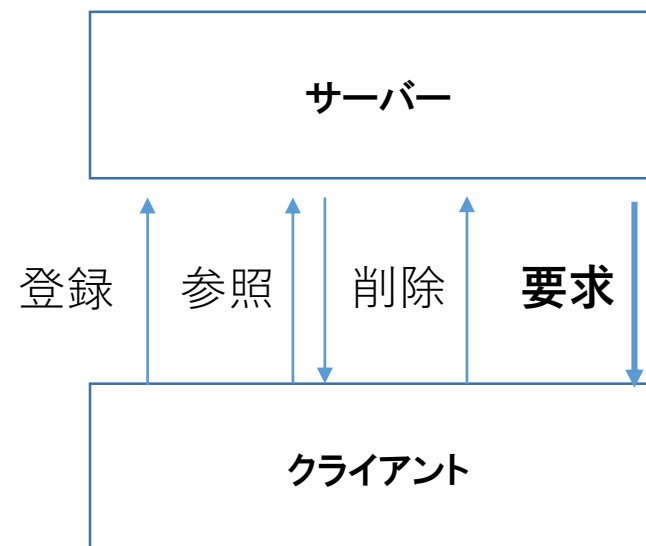
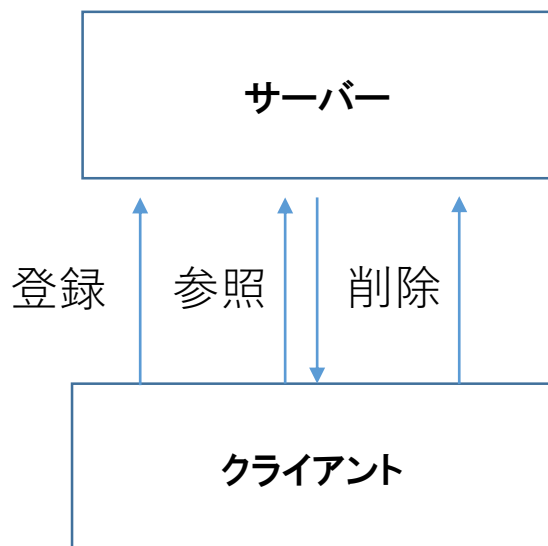
### ◆データの要求手段について

現在のJASPAR車両情報共用API仕様では、クライアント（送信者）が、サーバー（受信者）に対して、一方的にデータを登録するケースのみが想定されている。

受信者から、送信者に対して必要なデータを要求するための仕組みはなく、もし、このような事を行う場合は、別途仕様外の手段を使って要求を伝える必要がある。

ユースケースやコンテンツの種類によっては、受信者側が、送信者側に必要なデータを要求する仕組みも必要になる可能性もある。（例えば、指定エリアの交通流のみを要求する場合等）

これらについては、今後の検討課題である。



# 考察 (4)

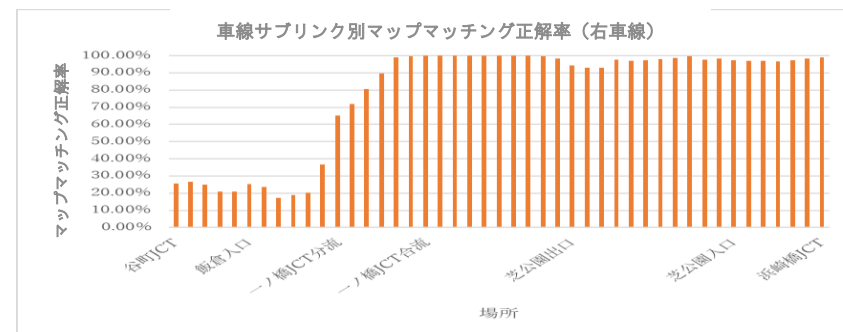
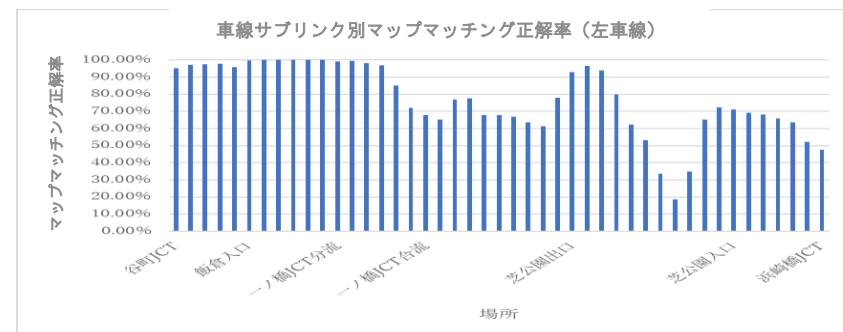
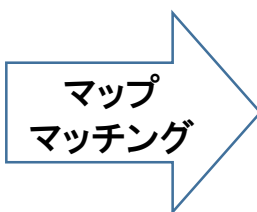
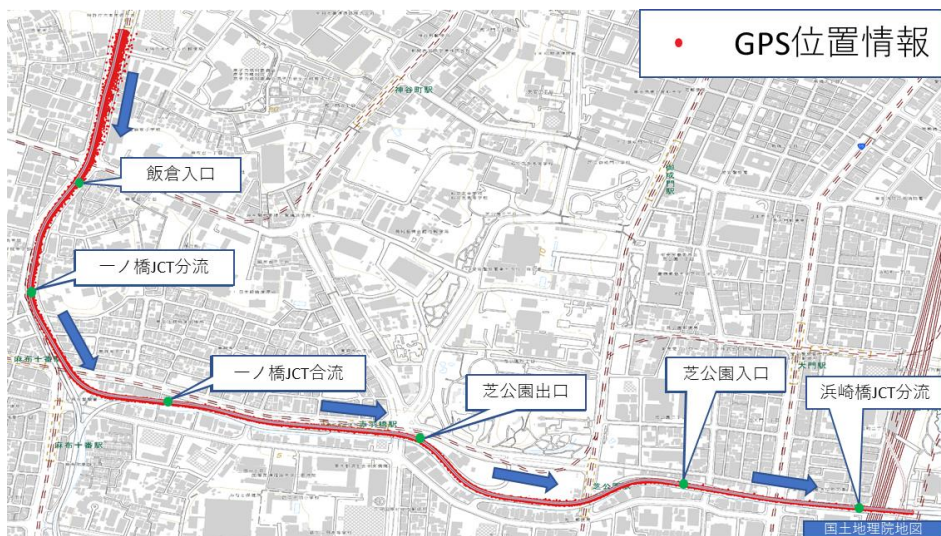
## ◆ GNSSデータのみによる車線別交通流生成の可能性について

今回の実証実験において、車線別交通流情報については、あらかじめデータ収集車両が走行する車線を決めて生成する手段を取ったが、GNSSなどのセンサーを利用して車線を特定できることが本来は望ましい。

今回、実証実験時に得られたGNSSのデータを使用して、車線にマップマッチングを行い、その正誤により、GNSSによる車線特定の可能性について評価を行った。

結果としては、予想通り衛星の受信状態や、建物などによるマルチパスの影響等に依存するため、正しく車線をマッチングできる箇所とそうでない箇所があった。しかしながら、すでにカーナビゲーションでも使われている自律航法用ジャイロセンサーや加速度センサーなどの情報も併せて活用することで位置の精度を上げることが期待できる。

また、将来的に車両に搭載されるであろうLiDARなどの測距センサーと高精度地図を組み合わせた位置推定を行うことで、車両による高精度な車線位置推定が可能になるとと思われる。



# まとめ

◆平成29年度～平成30年度の実施項目について全て予定通り完了した。

## • 成果

- JASPAR車両情報共用仕様を実装・運用することで、仕様が実用に耐えるものであることを検証・確認した。
- 一方で、仕様の課題もいくつか見つかり、これらをJASPARにフィードバックすることで、仕様の完成度を上げることにより貢献することが期待される。
- 異なる事業者間で車両情報の送受信を行う際の、運用上の取り決めについて仕様としてまとめた。車両情報共用仕様を実装する上でのガイドライン的な役割りが期待される。
- データ生成～配信にかかる遅延時間に関して、大規模実証実験コンソーシアムのサーバも含めて実際の配信環境での測定を行うことができた。また、準動的データとしての交通流情報を取り扱うことで、送信周期や、解析区間などのパラメータに関するフィードバックが得られた。
- 車線別交通流情報の配信周期, および車線サブリンク長の短縮による効果をそれぞれ検証し、データ生成～配信にかかる遅延時間の短縮、及び、交通流表現に対する効果を確認することができた。