

ETC2.0プローブ情報の利活用の 提案と効果分析

プロジェクトリーダー：東京都市大学 今井龍一
中央復建コンサルタンツ（株）
国土交通省 近畿地方整備局 道路部



背景

- 安全・安心で快適な道路交通社会の実現・維持には、広域・狭域の多角的な交通流動の把握が肝要
- 私たちの先人は、交通流動の把握のために鋭意推進
- その一資産である**自動車の移動履歴のETC2.0プローブ情報のポテンシャルを最大限発揮した活用方策の確立**は、私たちの使命と強く認識

目的

近畿圏における各種道路事業の必要性及び整備優先度の分析・検討や広域的かつ時間単位の道路交通需要マネジメントの検討・実施に資する基礎技術の開発

→ **実用に供する成果を目指す！**

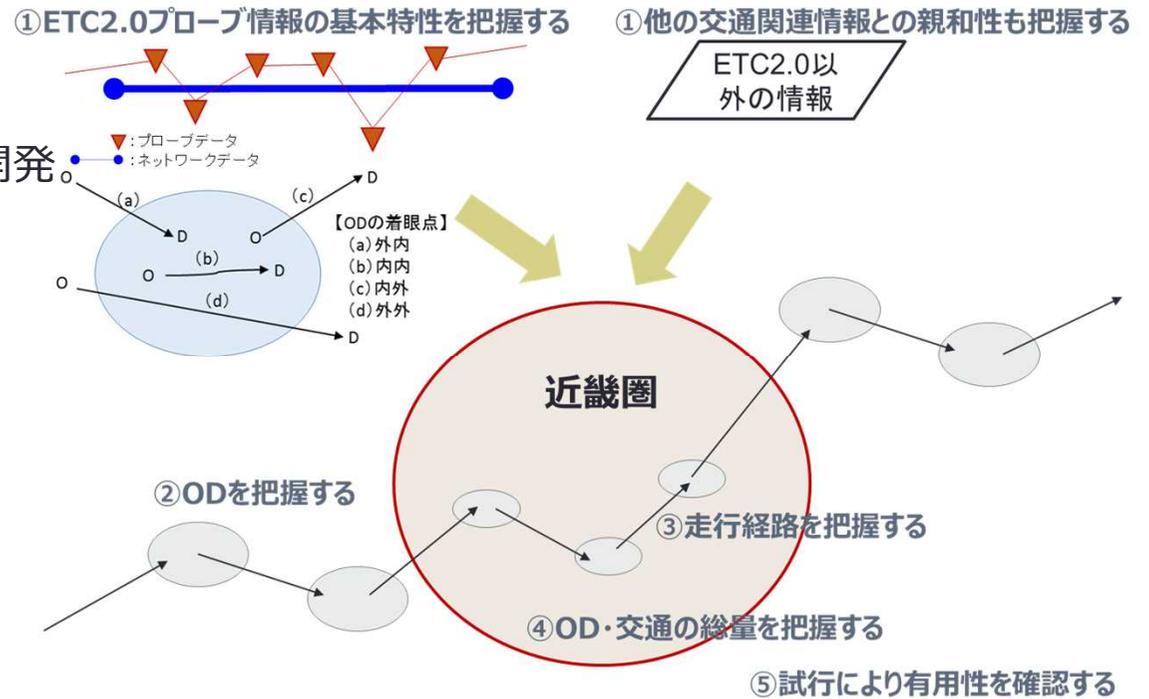
- ETC2.0プローブ情報から得られる知見の最大化を目指す
 - 膨大な量の**ETC2.0プローブ情報の徹底的な分析**
 - ETC2.0プローブ情報の**基本特性の体系化**
- 各種外生データも積極的に活用し、難易度の高い3つの手法の開発に挑戦
 - プライバシー保護を踏まえた車両の「**OD（起終点）**」や「**走行経路**」の把握手法の開発
 - 時空間の連続性を担保した「**交通流動の総量**」の把握手法の開発

実施概要

- ① ETC2.0プローブ情報の基本特性分析
- ② 起終点判別手法（OD把握手法）の開発
- ③ 走行経路補完手法の開発
- ④ 走行経路付きOD拡大手法の開発

平成28年度は・・・

①を徹底的に実施し、②・③の仮説を立案



実施体制

新都市社会技術融合創造研究会
「ETC2.0プローブ情報の利活用の提案と効果分析に関する研究」プロジェクトチーム

学

- 【プロジェクトリーダー】
今井 龍一 東京都市大学 准教授
- 【プロジェクトメンバ】
田中 成典 関西大学 教授
窪田 諭 関西大学 准教授
山本 雄平 関西大学 特命助教
寺口 敏生 関西大学 特命助教
塚田 義典 関西大学 特命助教
(現在、岩手県立大学 講師)
中村 健二 大阪経済大学 准教授

官

- 近畿地方整備局 道路部 道路計画二課
近畿地方整備局 近畿技術事務所

産

- 中央復建コンサルタンツ株式会社
交通計画グループ

官

- 国土技術政策総合研究所
道路交通研究部 道路研究室 等

定期的
意見交換

ETC2.0プローブ情報の基本特性分析

- ETC2.0プローブ情報の基本特性を知り、**各種手法開発の基礎情報を得る**
- 道路交通分析の的確な遂行に際して、継続・定型的にモニタリング・把握すべき基本特性を体系化
→ **道路管理者で共通認識を持つための基礎資料**

分析方針

1. ETC2.0プローブ情報の**全体像**の把握

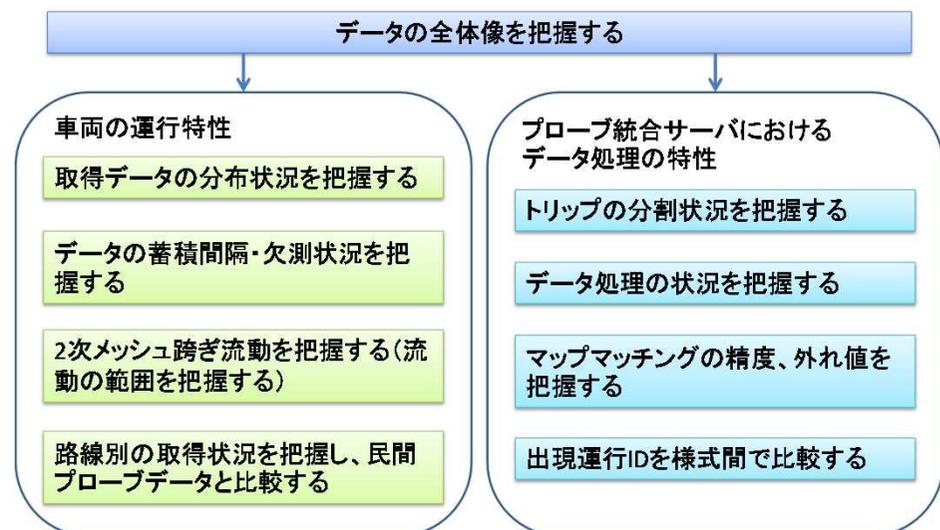
各出力様式、各項目の単純集計によりデータそのものの理解を深める

2. **車両の運行特性**の把握

運行の分布状況や車種区分など、取得されている車両の特性を十分に把握する

3. **データベース内処理の影響**の把握

処理上の問題点が明らかになれば、ETC2.0プローブ情報のデータベースである統合サーバの管理者（国土技術政策総合研究所）に改善提案することも想定



分析の方針・内容および分析結果の利用方法の設定

分析方針(把握すべきこと)		分析内容	分析結果の主な利用方法
全体像	—	各出力様式の各項目の単純集計	<ul style="list-style-type: none"> 起終点判別の手法開発の条件 継続・定型的にモニタリング・把握すべき基本特性の体系化
車両の運行特性	分布状況	<ul style="list-style-type: none"> メッシュ別やリンク別にレコード数や運行ID数、挙動履歴数などの集計 RSU-IDコード別に通過DRMリンクやレコード数、運行ID数などの集計 	起終点判別結果の地域や道路種別の差異の想定
	蓄積間隔・欠測状況	測位した2点間の距離別にレコード数の集計	土地利用状況と重ね合わせた起終点判別の条件
	2次メッシュ跨ぎ流動(流動の範囲)	出現2次メッシュ数を運行ID別に集計	交通流動の範囲を拡大処理等の検討
	路線別の取得状況 民間プローブデータ(民プロ)との違い	<ul style="list-style-type: none"> リンク別の運行ID数の集計 リンク別平均旅行速度を民間プロと比較 	ETC2.0プローブ情報そのものの評価、外生データを用いた経路補完可能性の検証
データベース内処理	トリップの分割状況	<ul style="list-style-type: none"> トリップ数別の運行IDの集計 メッシュ別起終点フラグの集計 トリップの完全性別起終点フラグ数の集計 前後のトリップの完全性別のトリップのペア数のクロス集計 	現状のトリップ分割状況、エンジンON/OFF特性に基づく起終点判別手法の要件定義
	マップマッチングの精度、外れ値	マップマッチング前後の距離差別にレコード数の集計	起終点判別の条件
	様式間の運行IDの違い	地点速度等の様式間の比較	走行履歴情報以外のETC2.0プローブ情報を各種手法開発への活用可能性の確認

基本特性分析の具体化(26項目) ※走行履歴(様式1-2)を主軸に分析

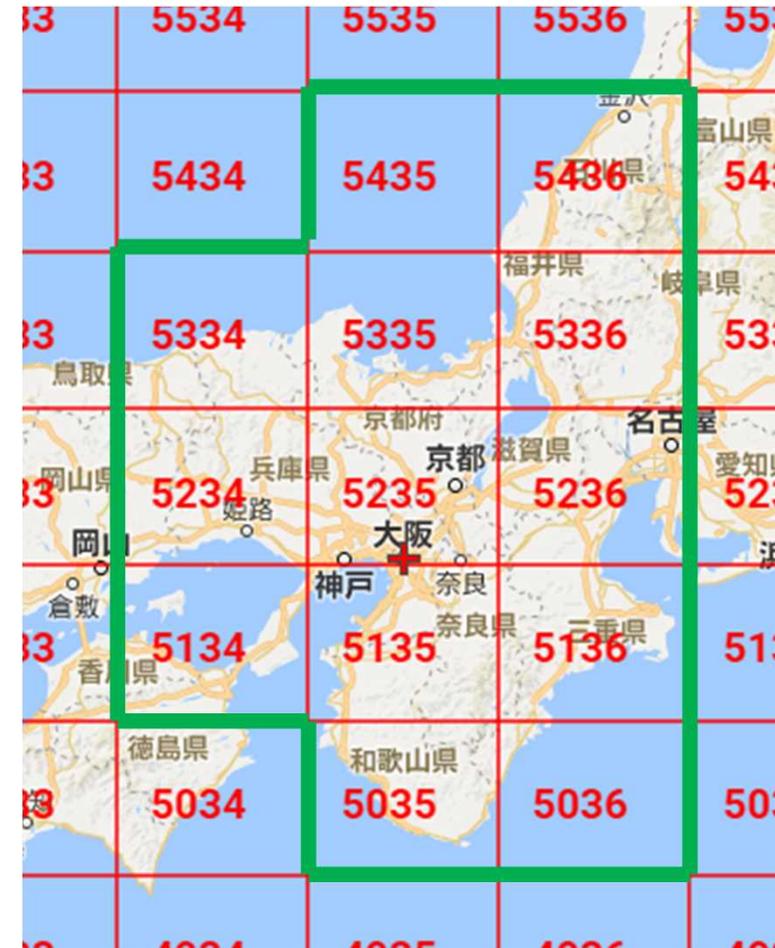
No.	分析方針(把握すべきこと)	分析項目	使用データ
1	全体像	すべての項目の単純集計	1-1、1-2、1-3、1-4、2-1
2	分布状況	道路種別別・2次メッシュ別・レコード数	1-2
3		道路種別別・2次メッシュ別・運行ID数	1-2
4		車種別・2次メッシュ別・レコード数	1-2
5		車種別・2次メッシュ別・運行ID数	1-2
6		RSU別・レコード数	1-2
7		RSU別・運行ID数	1-2
8		交通調査基本区間別・レコード数	1-2
9		交通調査基本区間別・運行ID数	1-2
10		挙動履歴別・2次メッシュ別・レコード数	1-4
11		RSU別・DRMリンク	1-2
12		RSU別・トリップの完全性、RSU別・受信時刻とGPS時刻の差別・レコード数	1-2
13		自動車の種別・用途別・レコード数	1-2
14		自動車の種別・用途別・運行ID数	1-2
15		蓄積間隔・欠測状況	同一トリップの2測位点間直線距離の分布
16	前後のトリップの完全性のクロス集計		1-2
17	2次メッシュ跨ぎ流動	運行ID別・2次メッシュ数	1-2
18	路線別の取得状況、民プロとの違い	道路種別別・運行ID数、道路種別別・レコード数の比較	1-2、2-1、民プロ
19		DRMリンク別・平均旅行速度	2-1、民プロ
20		マッチングフラグ別(マッチング失敗)・2次メッシュ別・レコード数	1-2、民プロ
21	トリップの分割状況	運行ID別・トリップ数	1-2
22		トリップ起終点フラグ別・2次メッシュ別・レコード数	1-2
23		トリップの完全性別・起終点フラグ別・レコード数	1-2
24		受信時刻と更新時刻の差別・レコード数	1-2
25	マップマッチングの精度、外れ値	マップマッチング前後の距離別・レコード数	1-2
26	様式間の運行IDの違い	地点速度別・レコード数構成比 等	1-2、1-4等

※使用データの数字は出力様式番号を示す。

※民プロとは、国土交通省が毎年調達している民間プローブデータを示す。

分析に利用したETC2.0プローブ情報の諸元

- 対象期間
(走行履歴：出力様式1-2のレコード数)：
 - 2016年4月1日～4月30日 (約2.8億件)
 - 2016年7月1日～7月31日 (約3.6億件)
 - 2016年10月1日～10月31日 (約3.8億件)
- 対象範囲：
近畿地整管内を包含する1次メッシュ
(概ね80km四方) 13個分
- 対象エリアの解像度：
面：近畿全域の俯瞰の観点、路線をひとまとまりとして扱う分析上の観点から**2次メッシュ** (概ね10km四方) を基本単位
線：**交通調査基本区間**



(地図)©Google, SK telecom, ZENRIN

① 全体像 …… 車載器の普及台数は200万台以上（2017年8月時点で280万台以上）

- 一般車用ナビ連動型車載器は98%、アップリンク機能を許可している車両は61%
- 測地系は日本測地系が92%
- 100m毎に走行履歴を取得する旧式車載器は53%
- 電源オフ後に走行履歴を保持しない車載器は69%
- 取得内訳は、100m・200m 走行履歴8割、挙動履歴2割

② 車両の運行特性

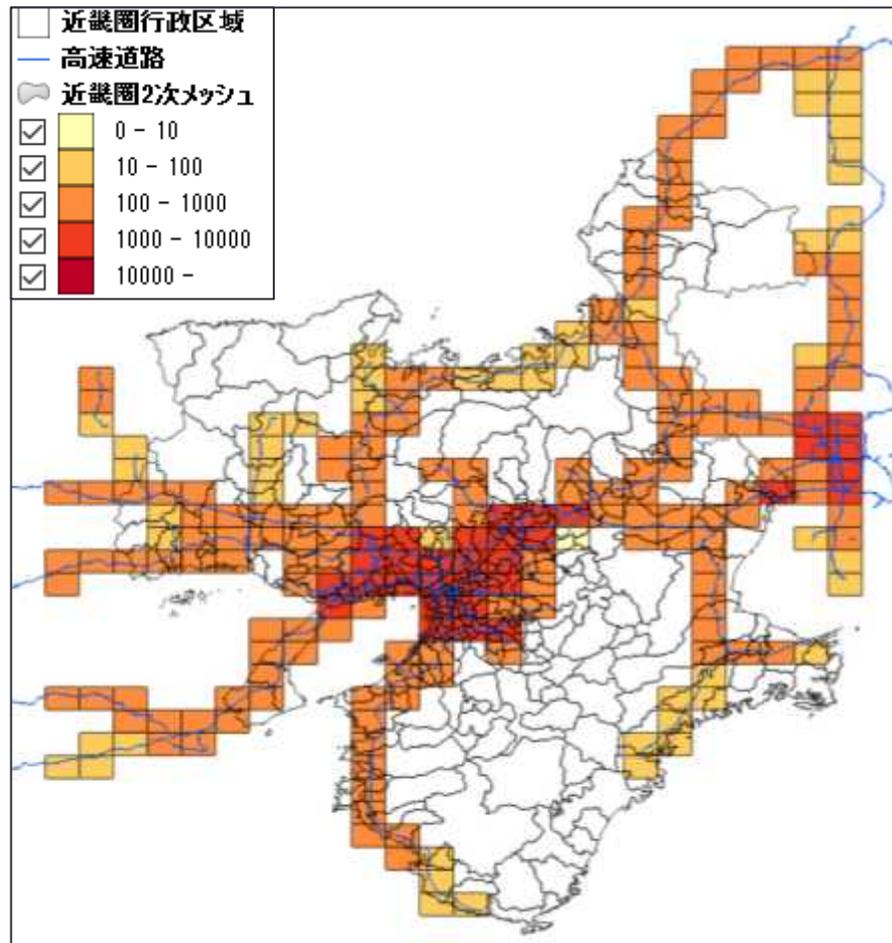
- 近畿圏全体の取得量は、10月の1日あたりのデータ取得車両台数が約5.9万台、4月からの半年で約54%増と増加傾向のため、モニタリングの必要性が高い
- 高速道路、直轄国道の取得量は豊富、一定精度の道路交通分析が可能
- 車両台数ベースで、大型車が約3%（2016年7月）
- 挙動履歴（左右加速度、ヨー角速度）は右旋回の取得が多い
- 走行履歴は高速度、挙動履歴は低速度（または発進・停止時）に取得

③ データベース内処理の影響

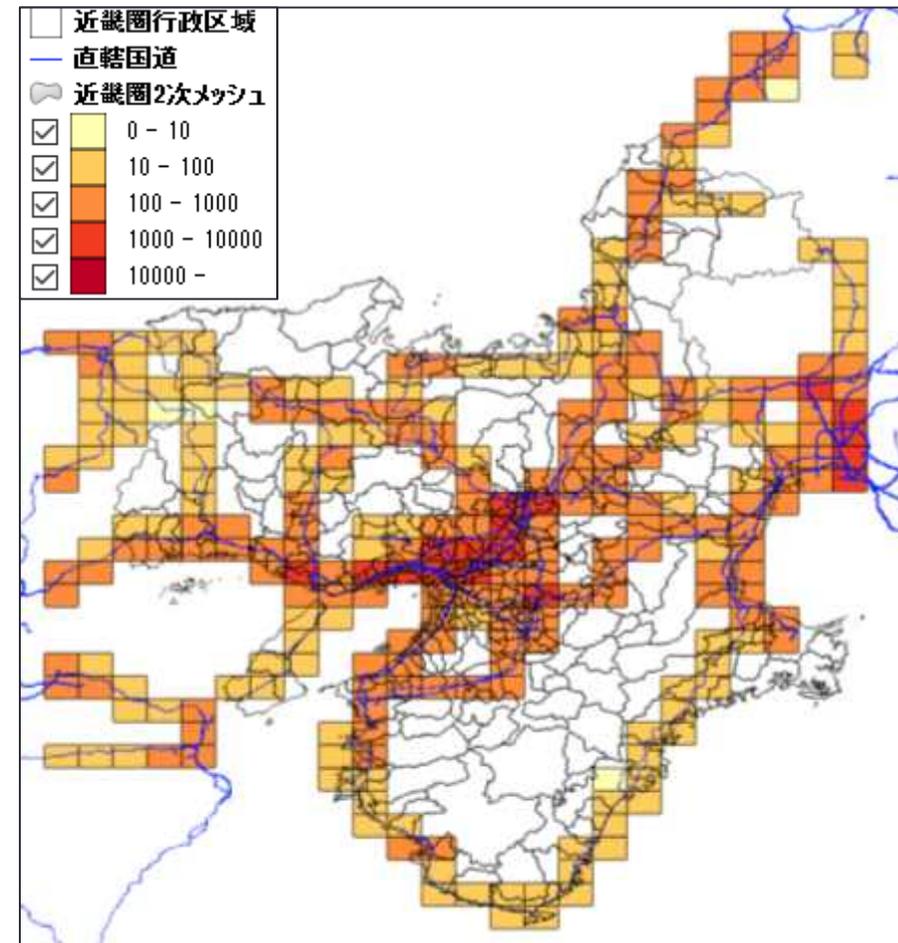
- 道路交通センサスOD量との整合性が低い
→ トリップの過剰分割が要因の可能性
- 30mを上回る距離のマップマッチングは未処理

【No.3】道路種別毎の2次メッシュ別・運行ID数

- 高速道路および直轄国道の取得は広範囲



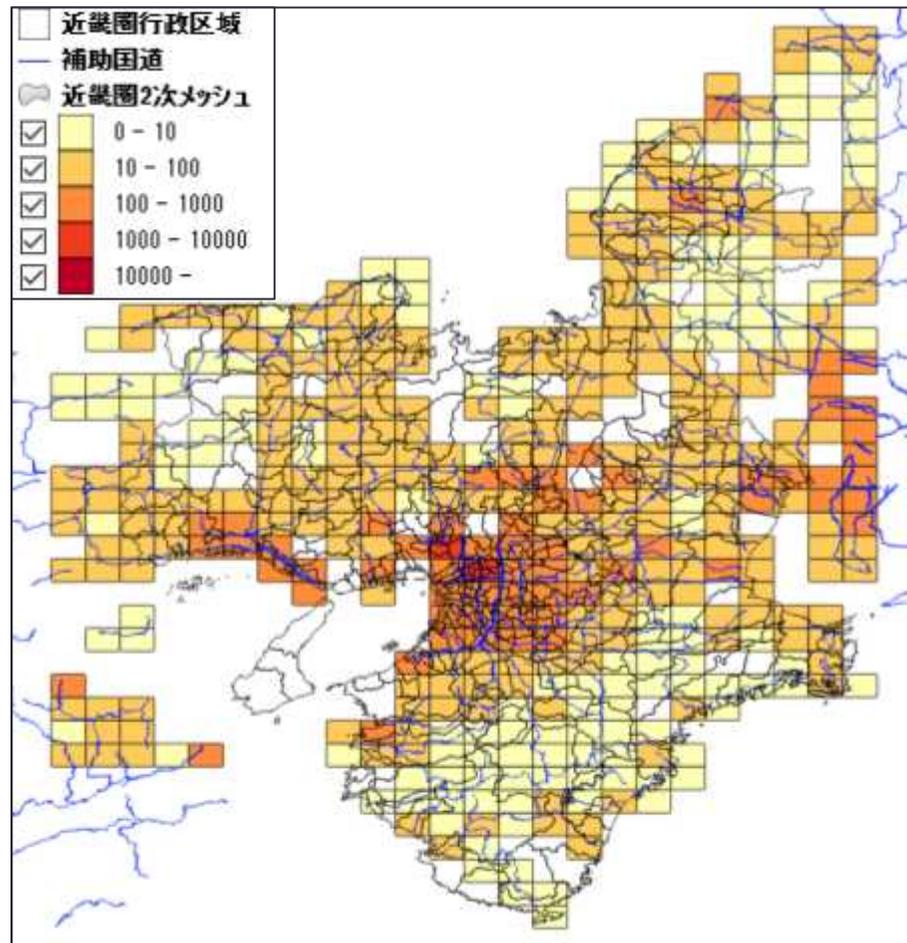
(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)、(地図)国土数値情報
2次メッシュ別・月平均1日あたり運行ID数
(高速道路)



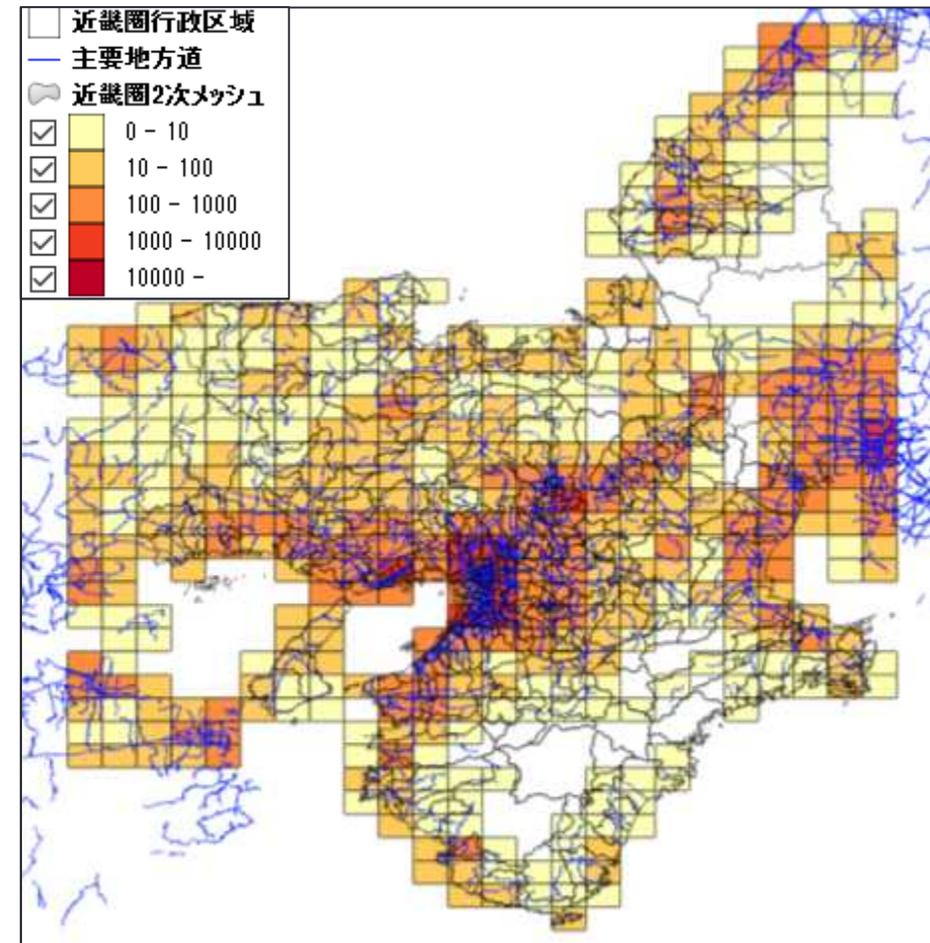
(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)、(地図)国土数値情報
2次メッシュ別・月平均1日あたり運行ID数
(直轄国道)

【No.3】道路種別毎の2次メッシュ別・運行ID数

- 補助国道および主要地方道の取得は都市域に集中



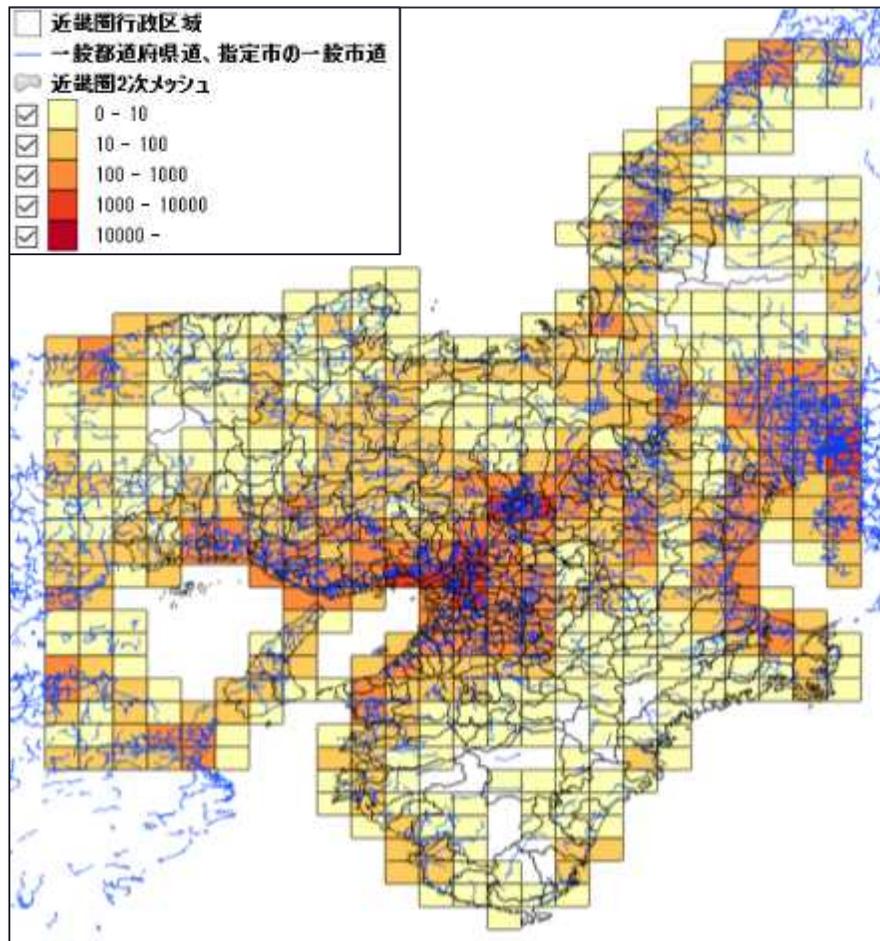
(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)、(地図)国土数値情報
2次メッシュ別・月平均1日あたり運行ID数
(補助国道)



(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)、(地図)国土数値情報
2次メッシュ別・月平均1日あたり運行ID数
(主要地方道)

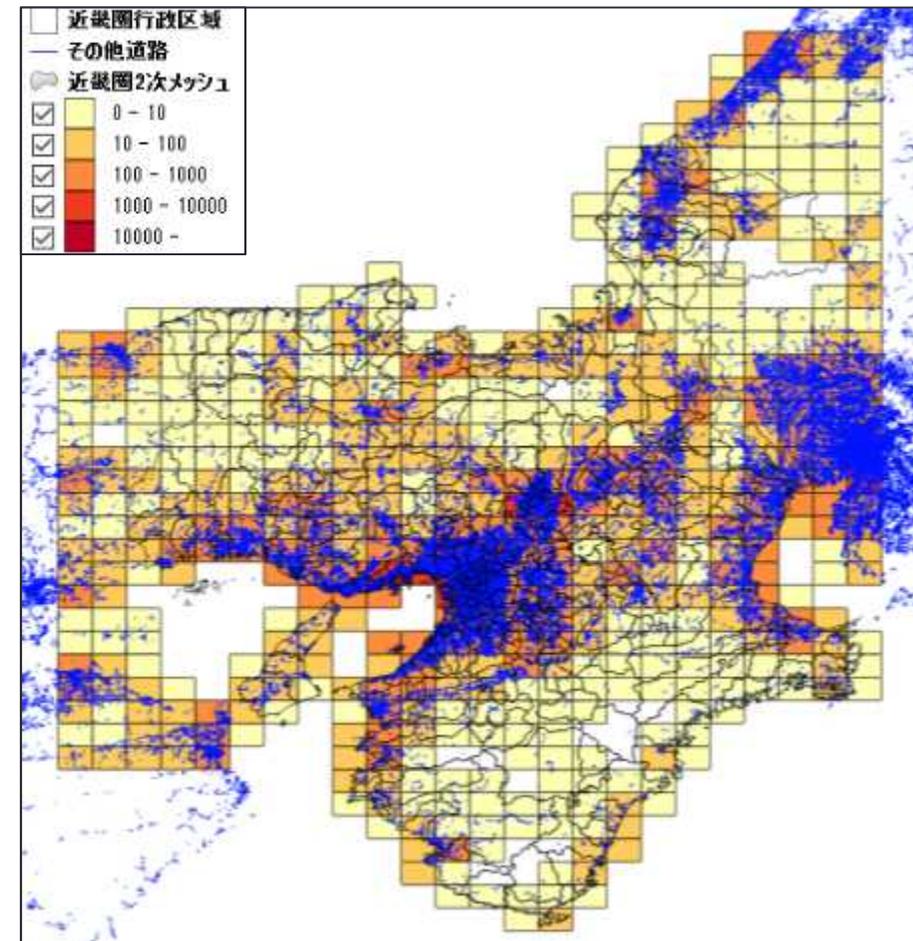
【No.3】道路種別毎の2次メッシュ別・運行ID数

- 低規格道路になるほど取得は都市域に集中



(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)、(地図)国土数値情報

2次メッシュ別・月平均1日あたり運行ID数
(一般都道府県道、指定市の一般市道)

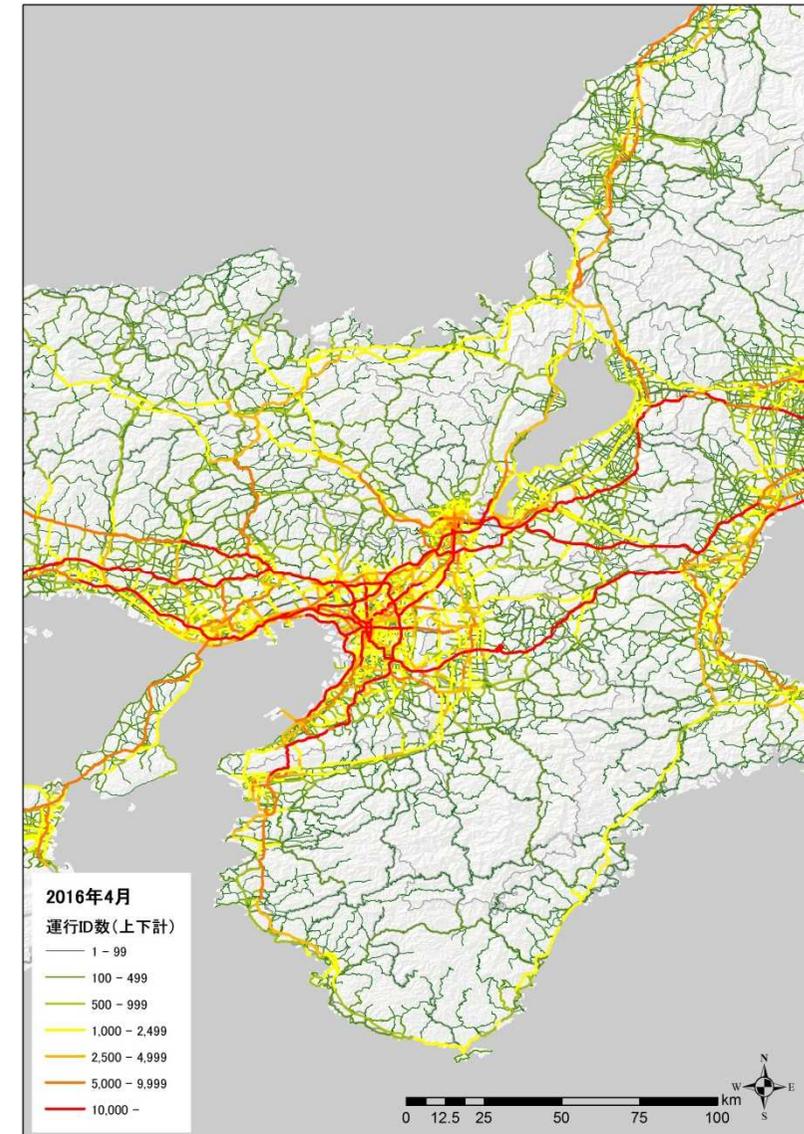


(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)、(地図)国土数値情報

2次メッシュ別・月平均1日あたり運行ID数
(その他道路)

【No.9】 交通調査基本区間別の運行ID数

- 高規格道路および都心部における取得が集中
- 地方部でも直轄国道以上であれば、一定の精度を担保した分析（旅行速度分析など）に利用できる可能性有



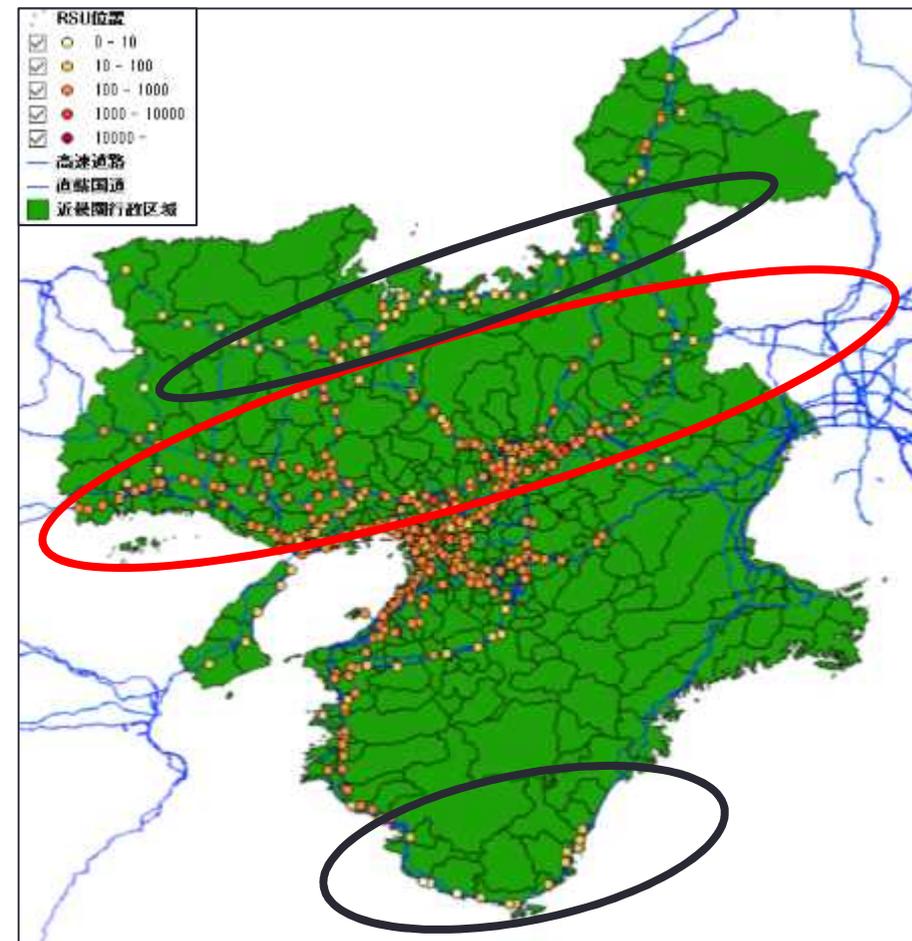
(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年4月分(出力様式1-2)
(地図)(c) Esri Japan, ZENRIN CO.,LTD.

交通調査基本区間別・月あたり運行ID数

【No.7】RSU別・運行ID数(≒RSUの通過台数)

※RSU:Road Side Unit、ETCプローブ情報を収集する路側無線装置

- 高速道路の東西軸と都市間をつなぐ路線で多いものの日本海側や和歌山県南部などの地方部で少ない
- この結果は、RSUの適切な増設計画などカバーエリアの拡大方策の立案の基礎情報となる
- さらに、各RSUのカバーエリアの算出にも取組中



(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年7月分(出力様式1-2)
(地図)国土数値情報

RSU別・月平均1日あたり運行ID数

① 全体像 …… 車載器の普及台数は200万台以上（2017年8月時点で280万台以上）

- 一般車用ナビ連動型車載器は98%、アップリンク機能を許可している車両は61%
- 測地系は**日本測地系が92%**
- 100m毎に走行履歴を取得する**旧式車載器は53%**
- 電源オフ後に走行履歴を保持しない車載器は69%
- 取得内訳は、100m・200m**走行履歴8割、挙動履歴2割**

② 車両の運行特性

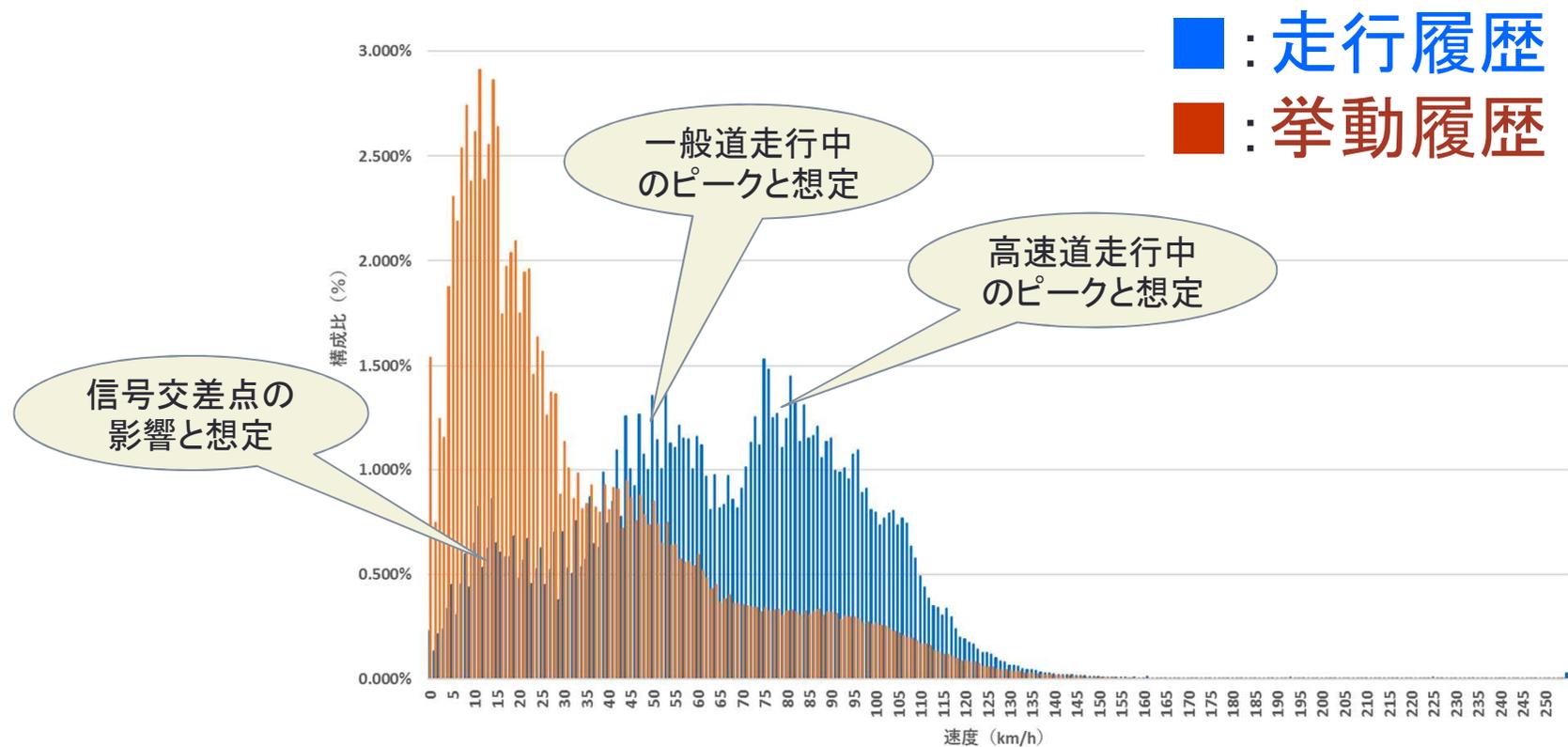
- 近畿圏全体の取得量は、10月の**1日**あたりのデータ取得車両台数が**約5.9万台**、4月からの**半年で約54%増**と増加傾向のため、モニタリングの必要性が高い
- **高速道路、直轄国道の取得量は豊富**、一定精度の道路交通分析が可能
- 車両台数ベースで、大型車が約3%（2016年7月）
- 挙動履歴（左右加速度、ヨー角速度）は**右旋回の取得が多い**
- **走行履歴は高速度、挙動履歴は低速度**（または発進・停止時）に取得

③ データベース内処理の影響

- 道路交通**センサスOD量との整合性**が低い
→ **トリップの過剰分割が要因**の可能性
- 30mを上回る距離のマップマッチングは未処理

【No.26】 地点速度別・レコード数構成比(様式間比較)

- ETC2.0プローブ情報の取得時の状況に着目し、出力様式1-2（走行履歴）と出力様式1-4（挙動履歴）の速度（地点速度）別のレコード数構成比を比較
- 出力様式1-2は高速度での走行中、出力様式1-4は低速度（または発進・停止時）に取得される傾向



(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年4月分(出力様式1-2、出力様式1-4)

地点速度別・レコード数構成比(様式間比較)

① 全体像 …… 車載器の普及台数は200万台以上（2017年8月時点で280万台以上）

- 一般車用ナビ連動型車載器は98%、アップリンク機能を許可している車両は61%
- 測地系は**日本測地系が92%**
- 100m毎に走行履歴を取得する**旧式車載器は53%**
- 電源オフ後に走行履歴を保持しない車載器は69%
- 取得内訳は、100m・200m**走行履歴8割、挙動履歴2割**

② 車両の運行特性

- 近畿圏全体の取得量は、10月の**1日**あたりのデータ取得車両台数が**約5.9万台**、4月からの**半年で約54%増**と増加傾向のため、モニタリングの必要性が高い
- **高速道路、直轄国道の取得量は豊富**、一定精度の道路交通分析が可能
- 車両台数ベースで、大型車が約3%（2016年7月）
- 挙動履歴（左右加速度、ヨー角速度）は**右旋回の取得が多い**
- **走行履歴は高速度、挙動履歴は低速度**（または発進・停止時）に取得

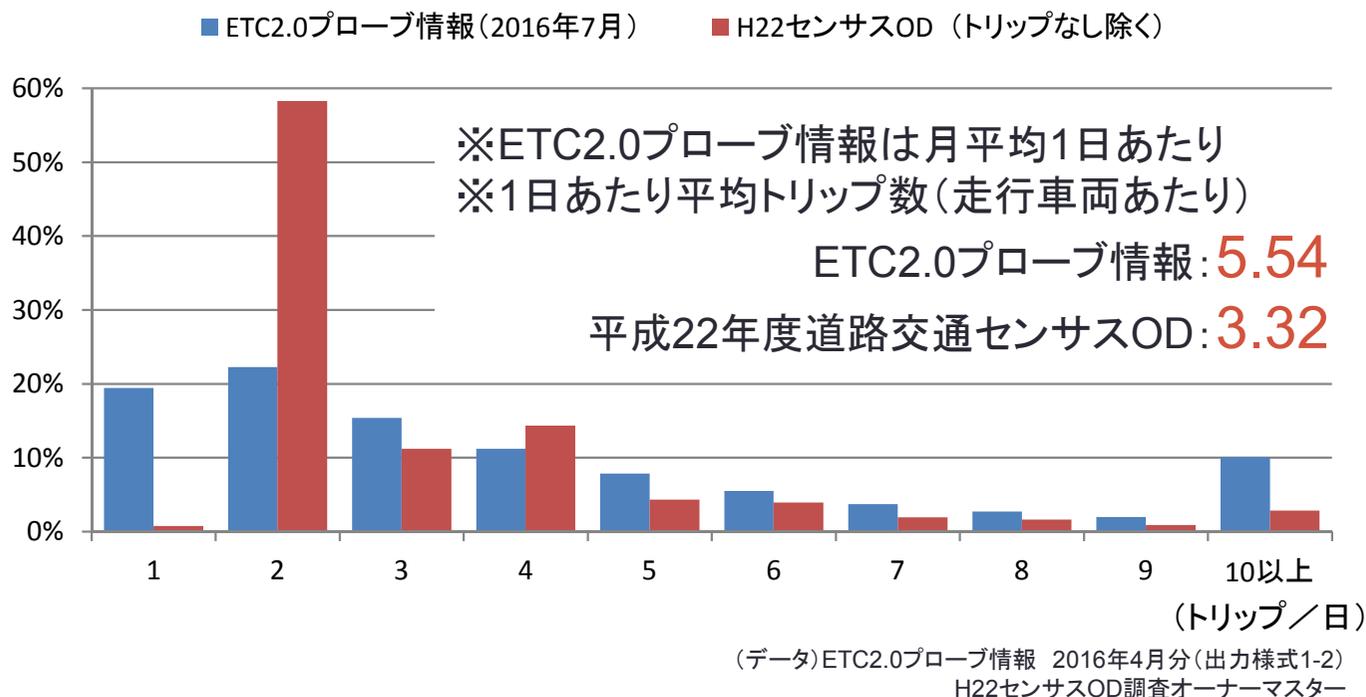
③ データベース内処理の影響

- 道路交通**センサスOD量との整合性**が低い
→ **トリップの過剰分割が要因**の可能性
- 30mを上回る距離のマップマッチングは未処理

【No.21】 運行ID別・トリップ数(運行IDごとの1日あたりトリップ数)

トリップ数分布は、1日あたり1トリップが約2割、10トリップ以上が約1割存在し、道路交通センサスのODとの整合性は低い

- 1日あたり1トリップは、近畿圏の通過車両の影響が要因と想定
- トリップ数が多い傾向は、データベース内処理におけるトリップの過剰分割が要因と想定



ETC2.0プローブ情報およびH22センサスODトリップ数分布

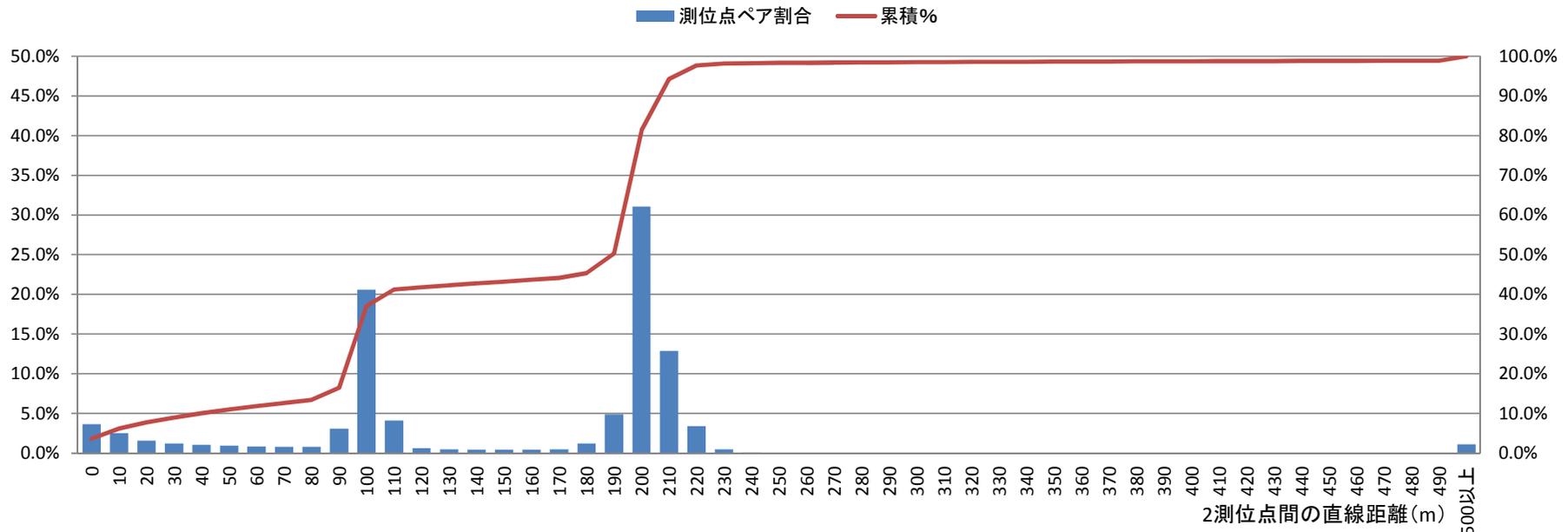
【No.15】 同一トリップの2測位点間直線距離の分布

- 走行履歴データの測位点間直線距離分布は、**100m周辺、200m周辺にピーク**
(データの蓄積間隔は車載器のタイプによって異なる)
- 直線距離250m以上の測位点ペアは非常に少ない
 - 測位点間直線距離が**250m以上でトリップが分割されるデータベース内処理の影響**が要因と想定
 - さらに、走行履歴の2点間時間差30分以上、最終測位を受信後24時間経過の条件の場合もトリップ分割される

ETC2.0プローブ情報のデータ蓄積方法

準拠仕様	累積走行時 (前回蓄積からの走行距離)	進行方位変更時 (前回蓄積からの累積角)
タイプ1 (1.3版※)	100m	22.5°
タイプ2 (1.3A版以降)	200m	45°

※「電波ビーコン5.8GHz帯データ形式仕様書 アップリンク編 Rev.1.3」に準拠した対応カーナビの場合
 ※タイプ1からタイプ2への仕様改定時期は2012年11月



(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年4月分(出力様式1-2)

同一トリップの測位点間直線距離の分布(2016年4月)

① 全体像 …… 車載器の普及台数は200万台以上（2017年8月時点で280万台以上）

- 一般車用ナビ連動型車載器は98%、アップリンク機能を許可している車両は61%
- 測地系は**日本測地系が92%**
- 100m毎に走行履歴を取得する**旧式車載器は53%**
- 電源オフ後に走行履歴を保持しない車載器は69%
- 取得内訳は、100m・200m**走行履歴8割、挙動履歴2割**

② 車両の運行特性

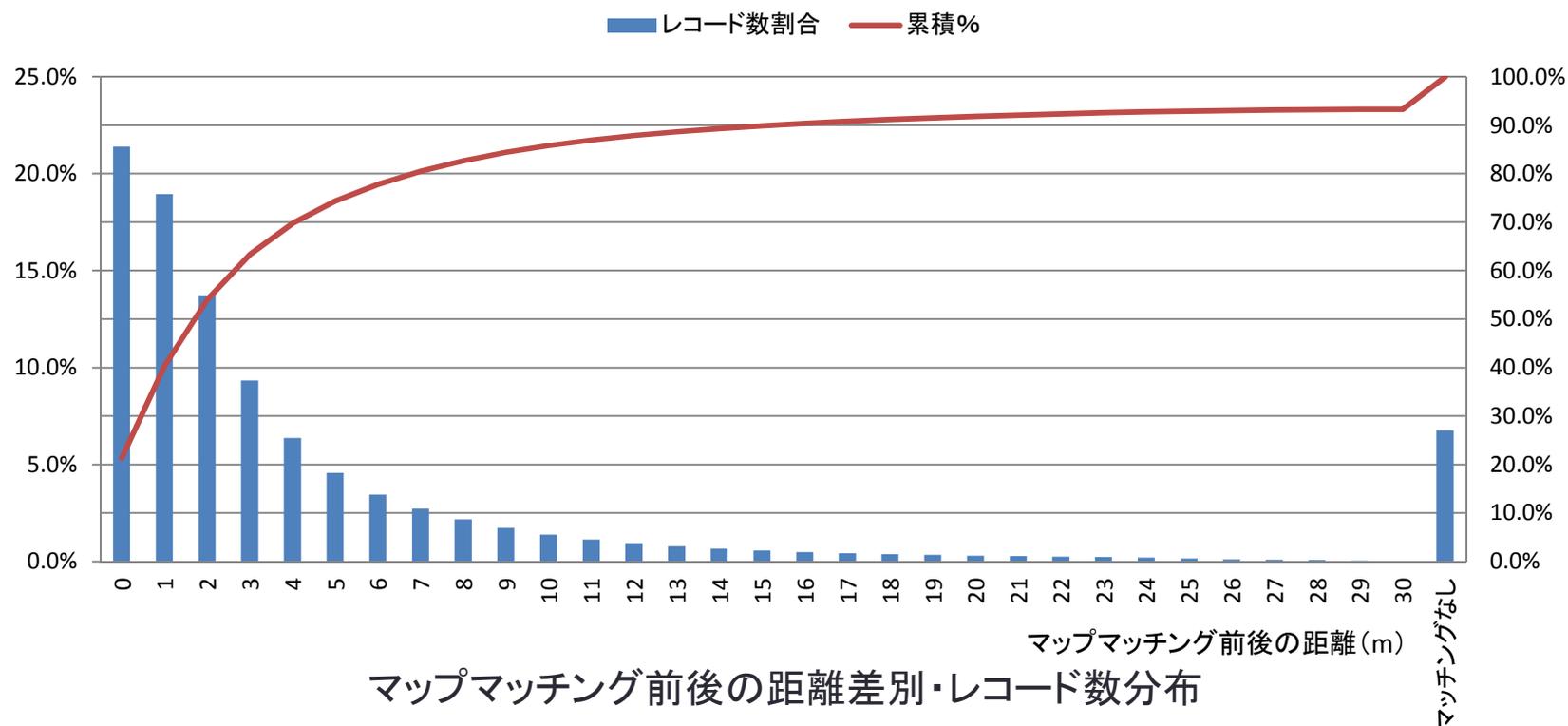
- 近畿圏全体の取得量は、10月の**1日**あたりのデータ取得車両台数が**約5.9万台**、4月からの**半年で約54%増**と増加傾向のため、モニタリングの必要性が高い
- **高速道路、直轄国道の取得量は豊富**、一定精度の道路交通分析が可能
- 車両台数ベースで、大型車が約3%（2016年7月）
- 挙動履歴（左右加速度、ヨー角速度）は**右旋回の取得が多い**
- **走行履歴は高速度、挙動履歴は低速度**（または発進・停止時）に取得

③ データベース内処理の影響

- 道路交通**センサスOD量との整合性**が低い
→ **トリップの過剰分割が要因**の可能性
- 30mを上回る距離のマップマッチングは未処理

【No.25】 マップマッチング前後の距離別・レコード数

- 距離差は、約85%が10m未満
- 距離差の最大は30m
- 30mを上回る距離でのマップマッチングは未処理
- 生活道路などマップマッチング対象外となったレコードが7%程度

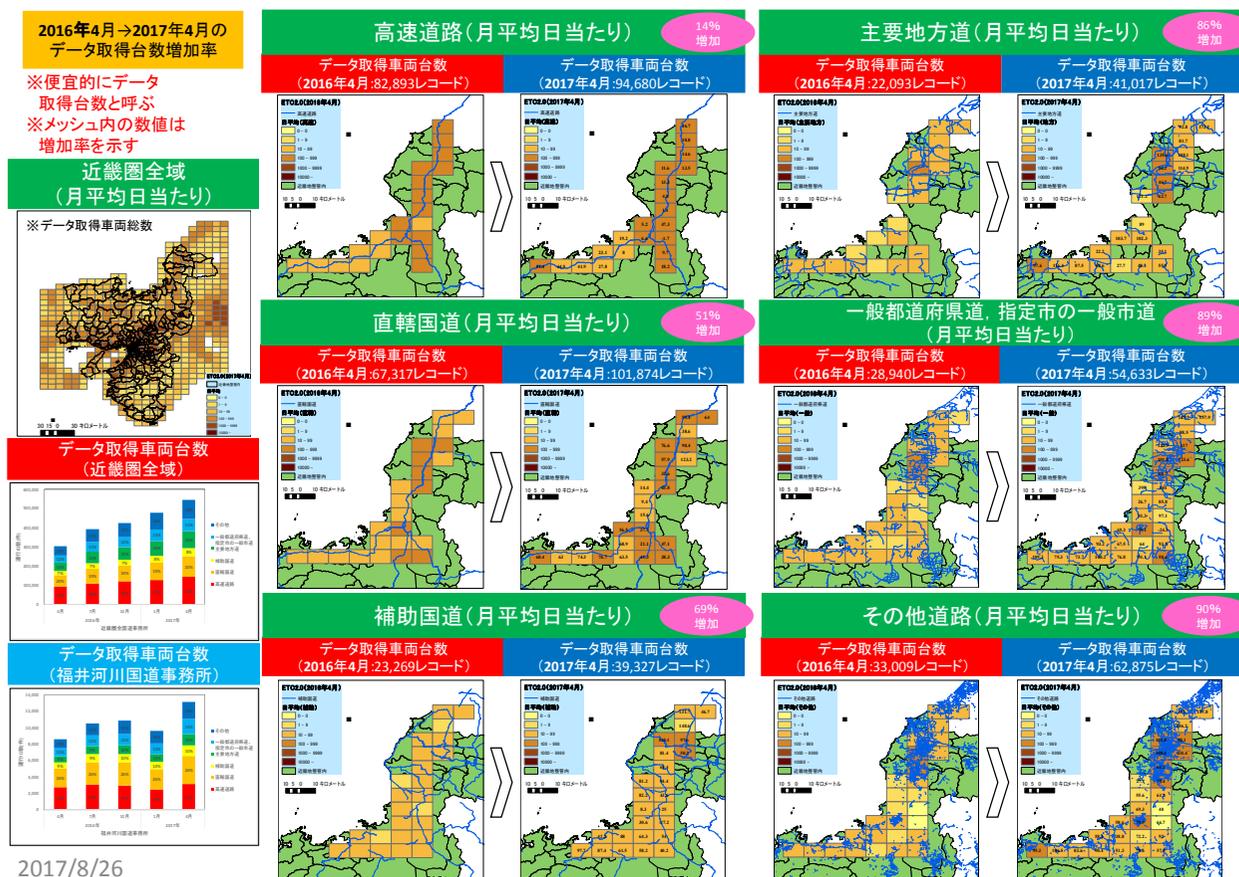


マップマッチング前後の距離差別・レコード数分布

(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年4月分(出力様式1-2)

現場での利用を念頭に置いた国道事務所毎のカルテの試作

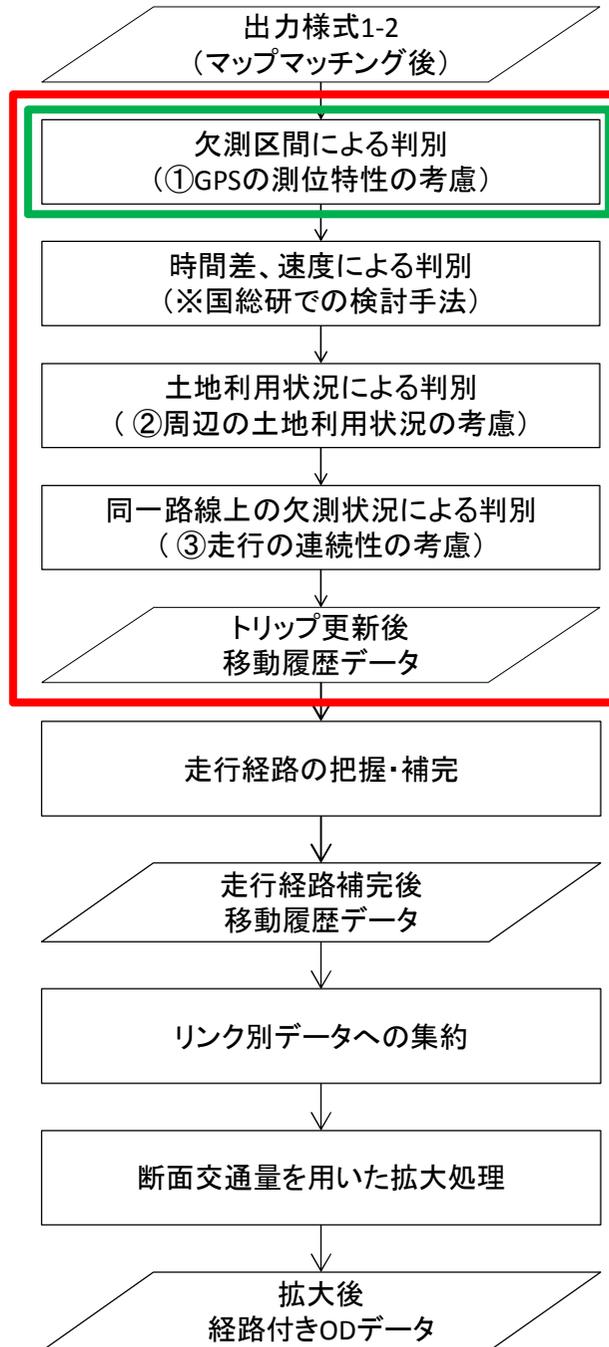
- ETC2.0プローブ情報の取得状況の定型的なモニタリング
- 取得状況に応じて**分析での利用可否や分析内容の検討に活用**
- 基本特性分析での経験を元に、**統計資料となるカルテ**を例えば月毎や四半期毎に**効率よくとりまとめる方策**を検討（平成29年度も継続検討）



データ取得状況の把握・見える化に向けた国道事務所毎のカルテ例

交通流動の総量の把握手法(仮説)

起
終
点
判
別
手
法



欠測区間による判別例

- トンネル区間の前にトリップの終点、トンネル区間の後にトリップの起点が集中
- 道路構造および測位特性から欠測区間を事前に特定しておいて補正処理



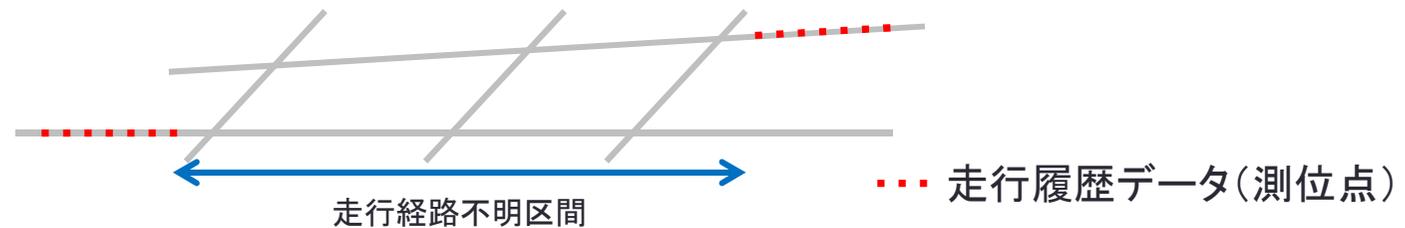
(データ)ETC2.0プローブ情報 2016年4月1日分(出力様式1-2)
(地図)Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

中国道宝塚(西)トンネル周辺の起終点分布状況

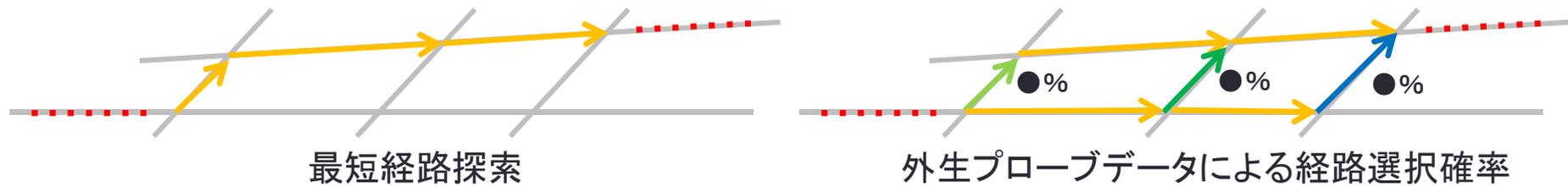
走行経路補完手法の開発(仮説の考案)

利用可能なデータを最大限活用して実態に近い走行経路となる走行経路補完手法を考案

■ 起終点判別手法適用後のトリップの走行経路不明の例



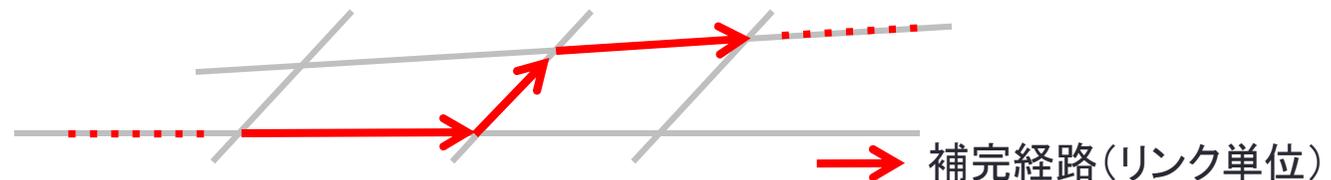
■ 走行経路の推定



■ 走行経路補完結果

走行経路補完
手法の適用

RSU位置の考慮、走行路線の連続性、
DRMリンク上の走行可能性などの考慮

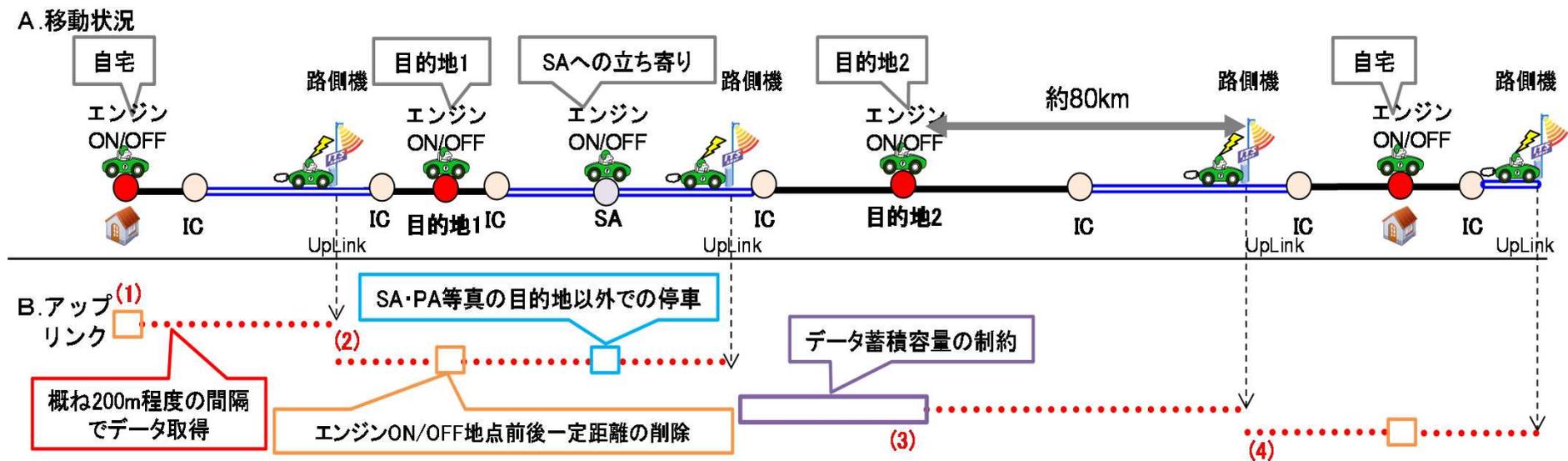


平成29年度の研究計画

- ① ETC2.0プローブ情報の基本特性分析 …… 継続
- ② 起終点判別手法（OD把握手法）の開発 …… 仮説・一部実証
- ③ 走行経路補完手法の開発 …… 仮説・一部実証
- ④ 走行経路付きOD拡大手法の開発 …… 仮説
 - ・ 道路交通センサスの断面交通量を拡大母数とした拡大手法
 - ・ 常時観測断面交通量（直轄トラカン、高速トラカン）を組み合わせた交通流動の把握手法
 - ・ 人口流動統計（携帯電話網の運用データに基づくOD量）などの外生データを用いた（路線だけでなく）面的な流動を考慮した手法
 - ・ 人手による断面交通量の調査箇所最適配置策
- ⑤ 道路管理者ニーズに即した具体的活用方策の検討 **New !**
 - ・ 現場ニーズに即した具体的な活用方策の確立を目標に、近畿地方整備局と連携して、重点対策等の実フィールドにおけるETC2.0プローブ情報の活用方策を研究
 - ・ 一般道における渋滞分析、近畿圏の新たな高速道路料金（高速道路料金のシームレス化）による影響のモニタリングを想定
 - ・ この一連の過程を通じて上記②～④の手法を開発

【参考】 ETC2.0プローブ情報の特徴

- ETC2.0プローブ情報は、路側機を通過する車両からデータを収集
 - 経緯度座標は、概ね200m程度の間隔で測位
 - プライバシー保護のため、エンジンON/OFF地点前後のデータを消去
 - データ蓄積容量の制約により、走行履歴の蓄積は最大概ね80km分
- このため、走行履歴に基づいて処理されるトリップが細切れとなる



(出典) 松島敏和, 橋本浩良, 高宮進: ETC2.0プローブ情報を利用した交通流動把握の検討, 第31回日本道路会議, 日本道路協会, 2015.10(発表資料の抜粋)