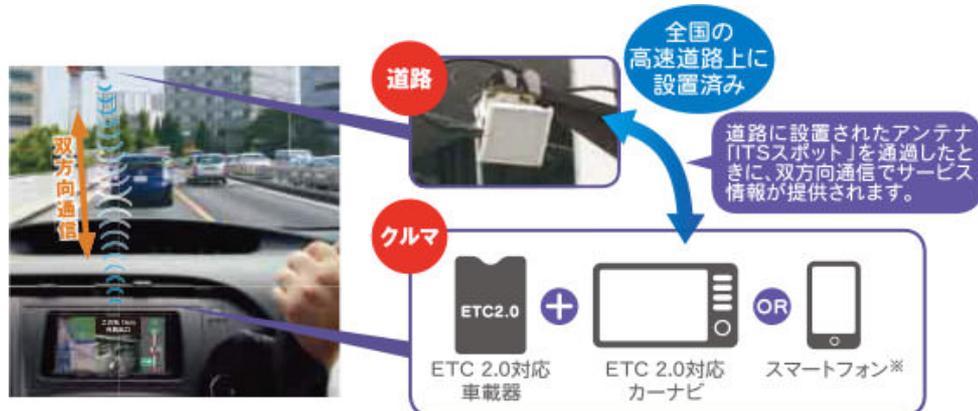


ETC2.0プローブ情報の利活用の 提案と効果分析

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





走行履歴

- ・時刻
- ・位置情報
(緯度経度、道路種別*)
- ・速度(メーカーオプション)
- ・高度(メーカーオプション)

挙動履歴

- ・時刻
- ・位置情報(緯度経度、道路種別*)
- ・進行方向
- ・速度、ヨー角速度
- ・前後加速度、左右加速度

アップリンク

- 基本情報
- 走行履歴
- 挙動履歴

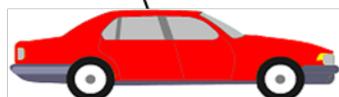
所定のタイミングで蓄積

所定の閾値を超えたときの状態を蓄積

基本情報

(車載器の情報など)

走行履歴と挙動履歴を蓄積



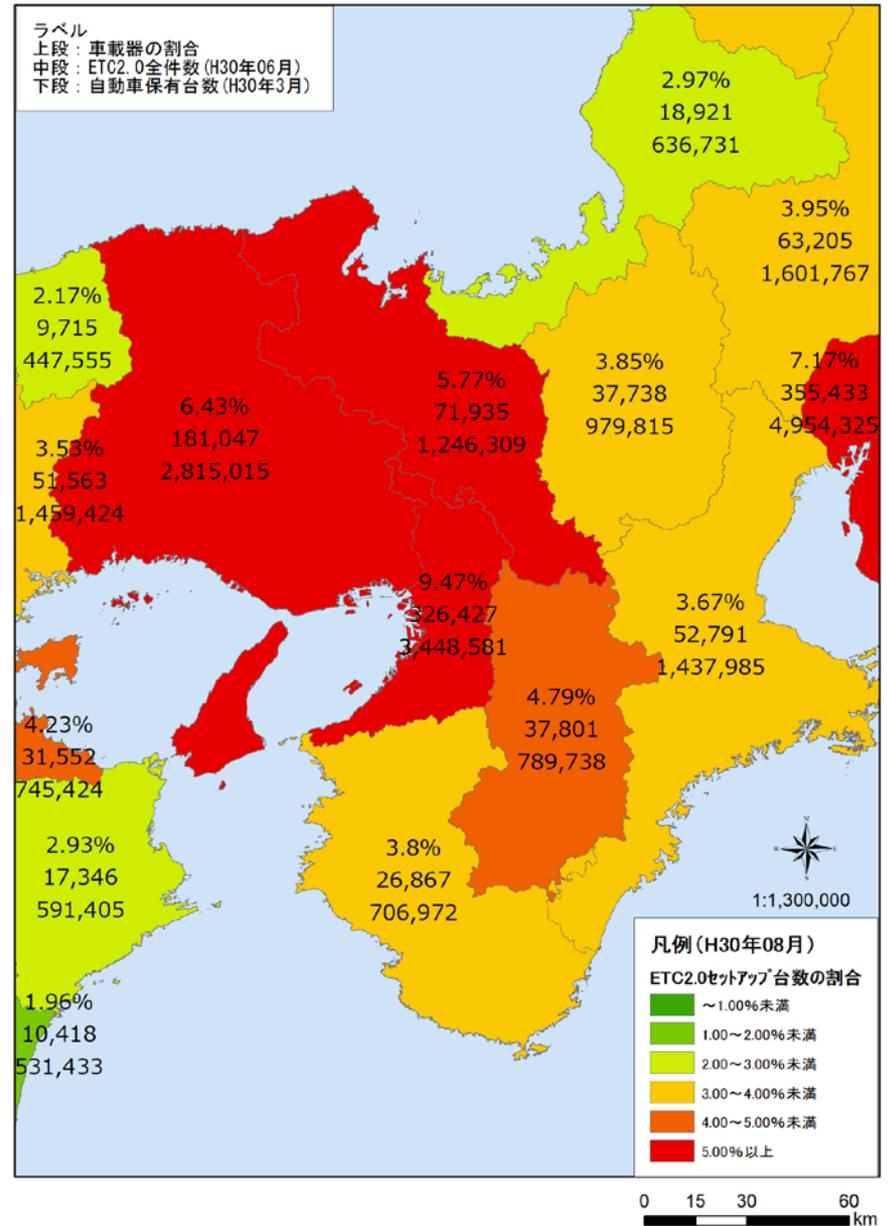


400万台

2018年8月時点



賢く使うには
どうしたらよいか？



近畿地方のETC2.0車載器の割合

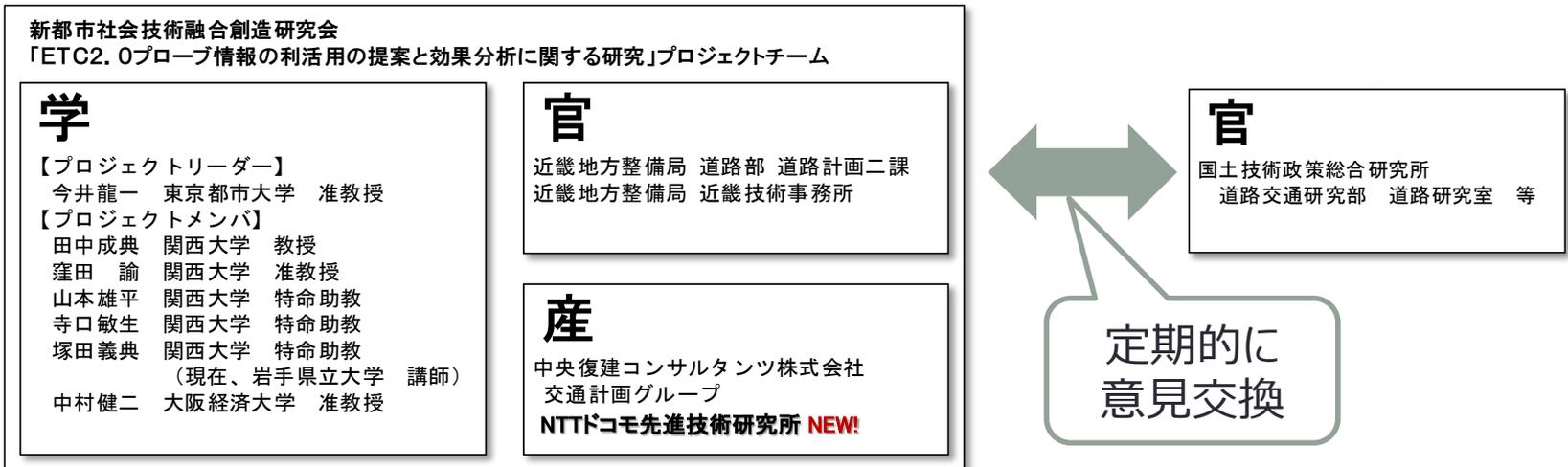
目的

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

実施体制



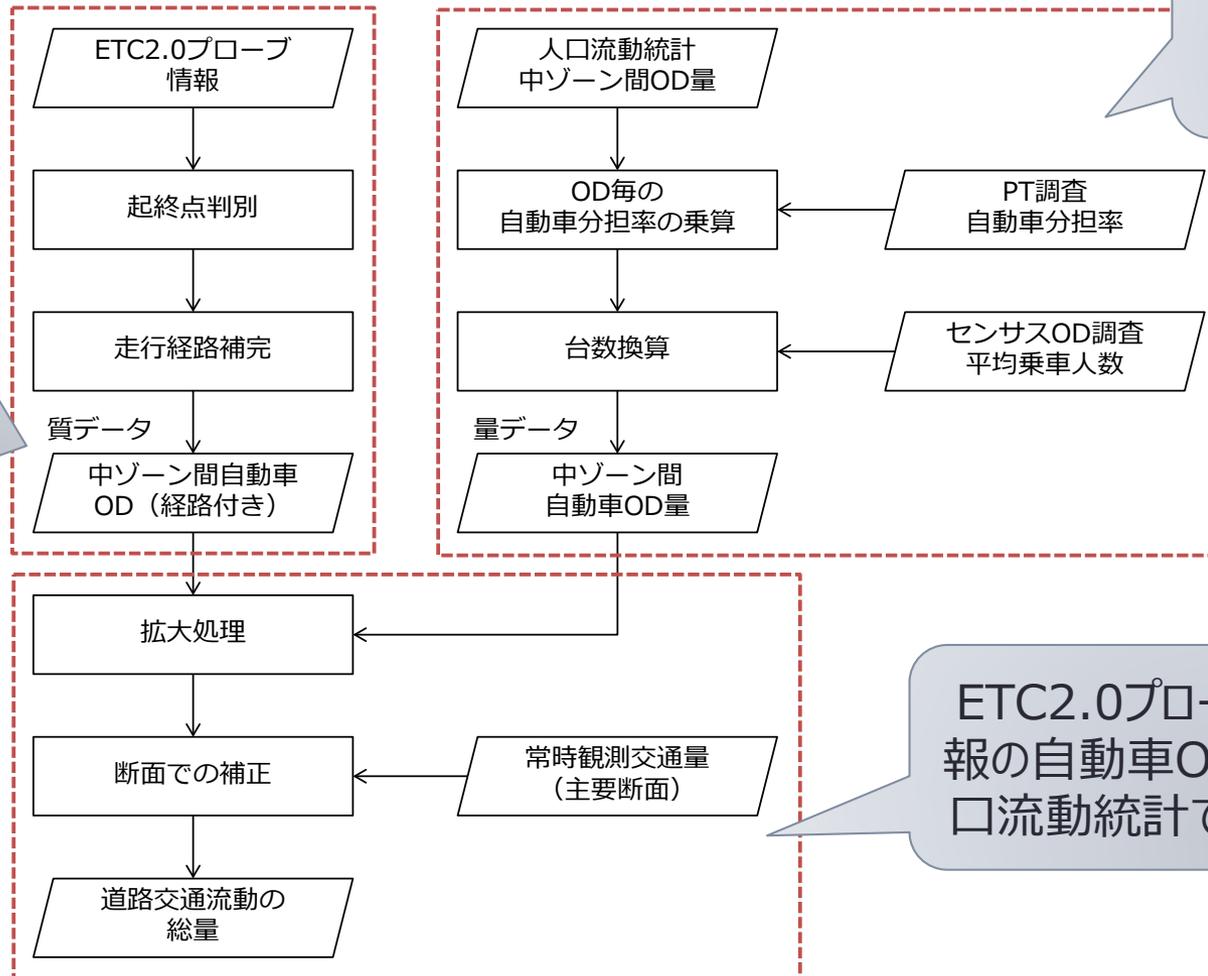
総括

本セミナーでは、②、③、⑤を発表します！

研究項目		進捗状況	今後の予定
①	ETC2.0プローブ情報の基本特性分析	<ul style="list-style-type: none"> 26項目を設定し、徹底的な基本特性分析を実施 今年度はモニタリングを継続するとともに経年変化も把握 	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングの継続 データ取得状況のカルテ出力の自動化プログラム作成
②	起終点判別手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 左記手法の仮説を考案 通常は起終点が設定されない道路リンクを整理し、起終点の補正を実データで試行・検証 	<ul style="list-style-type: none"> 手法の深化と実証（個別判別手法の組み合わせによる判別性能評価など）
③	走行経路補完手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 左記手法の仮説を考案 最短経路探索を用いた走行経路補完を実データで試行・検証 	<ul style="list-style-type: none"> 手法の深化と実証（最短経路探索以外の補完手法の実装と補完性能の評価など）
④	走行経路付きOD拡大手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 左記手法の仮説を考案 携帯基地局データを用いた自動車OD（拡大母数）の生成 	<ul style="list-style-type: none"> 拡大処理の実施、拡大結果の検証および手法の洗練
⑤	道路管理者ニーズに即した具体的利活用方策の考案	<ul style="list-style-type: none"> 一般道主要渋滞箇所や生活道路の分析手法を考案・試行 	<ul style="list-style-type: none"> 各手法の深化 具体的施策展開の提案

道路交通流動の総量把握手法の全体像

ETC2.0プローブ情報のODに対して、携帯基地局の運用データに基づく人口流動統計から算出した自動車OD量の拡大母数に乗じて道路交通流動の総量を明らかにする **(研究項目②、③、④に対応)**



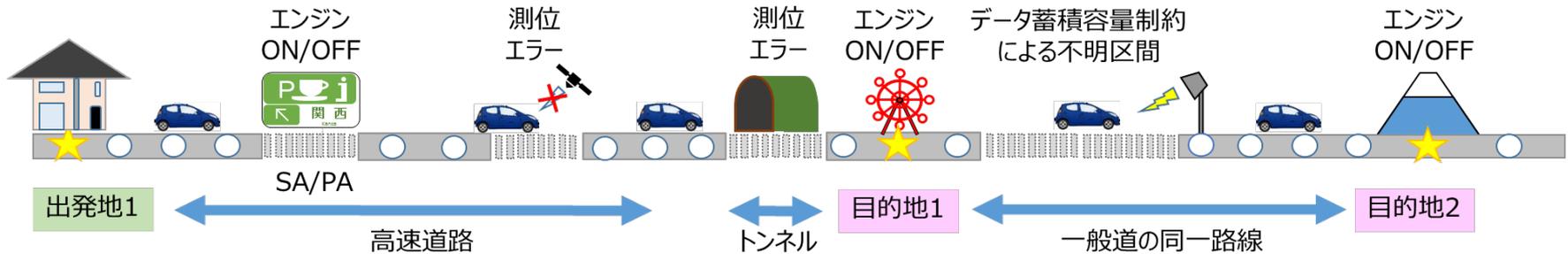
ETC2.0プローブ情報から経路付き自動車OD量を生成

携帯基地局データから自動車OD量を生成

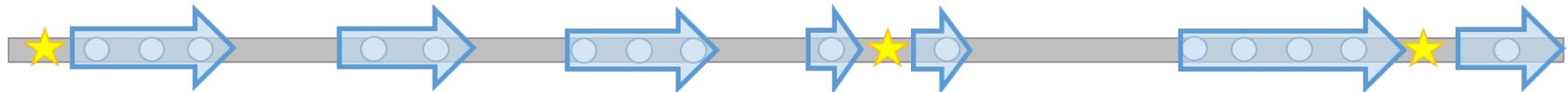
ETC2.0プローブ情報の自動車ODを人口流動統計で拡大

“起終点判別手法”・“走行経路補完”の各手法の開発

■ 走行状況と取得される走行履歴データの例

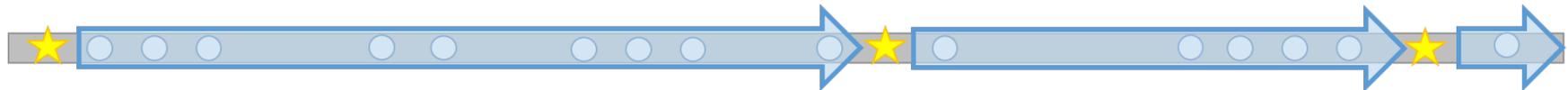


■ トリップの処理例



⇒ 実際には、起終点ではない地点が起終点として扱われている

■ トリップの修正（起終点判別手法、走行経路補完手法の適用後）



⇒ 一連の移動と考えられるトリップ同士を統合する

- : 移動履歴データ (測位点)
- ★ : 出発地・目的地
- ⇨ : トリップ

起終点判別手法の開発

- 起終点の誤発生箇所を分析した結果、10箇所 to 類型化

①GPSの測位特性の考慮

②周辺の土地利用の考慮

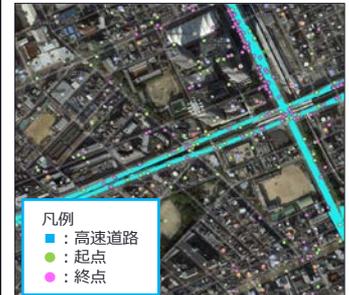
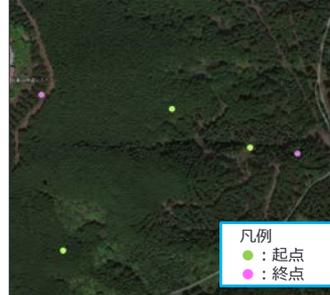
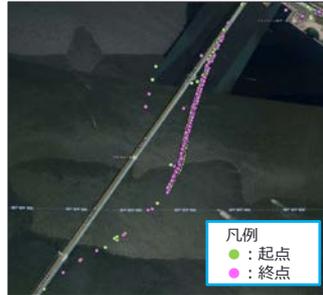
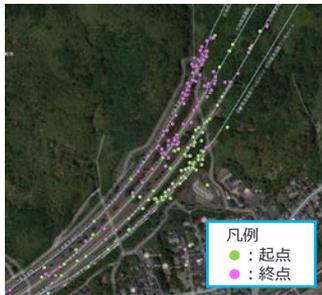
トンネル付近

水域部

山域部

路側機

高速道路



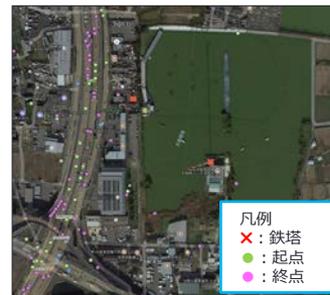
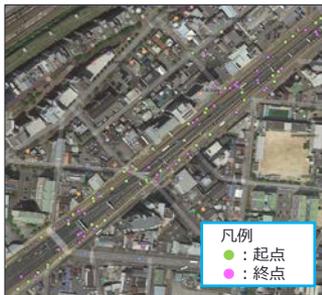
立体交差

高層ビル群

鉄塔

曲線・交差点

勾配

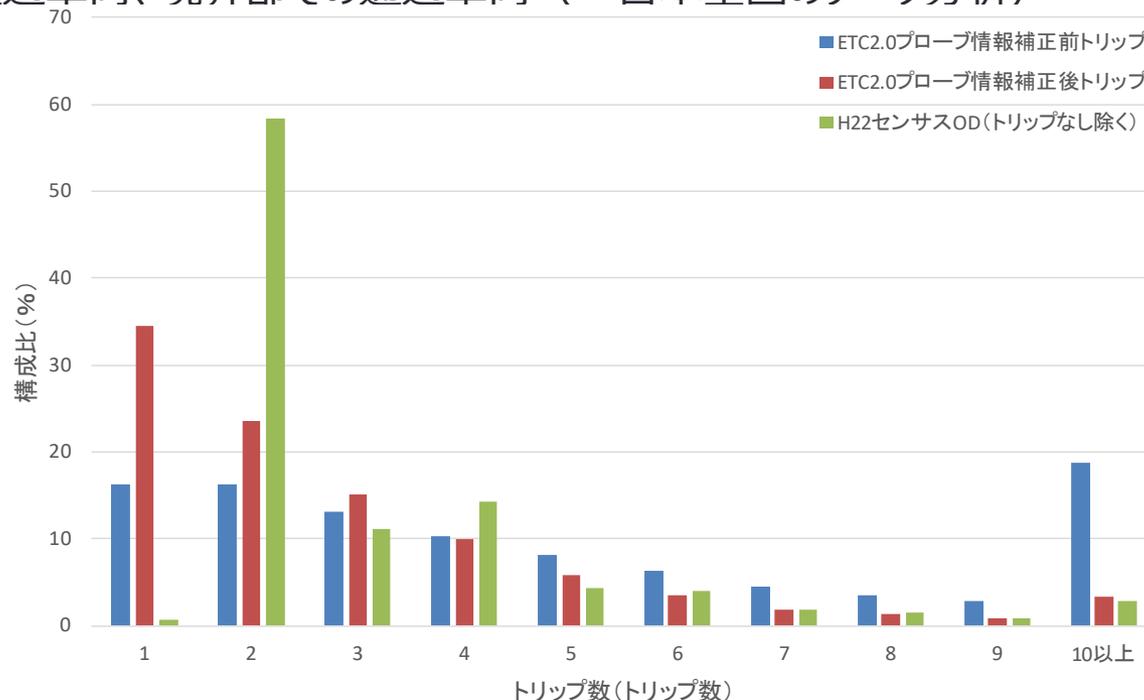


背景地図の出典 : Google Map

- 道路ネットワークデータ (DRM) の起終点になり得ないリンクを「**起終点なしリンク**」と定義して補正する自動処理アルゴリズムを考案

起終点判別手法の開発

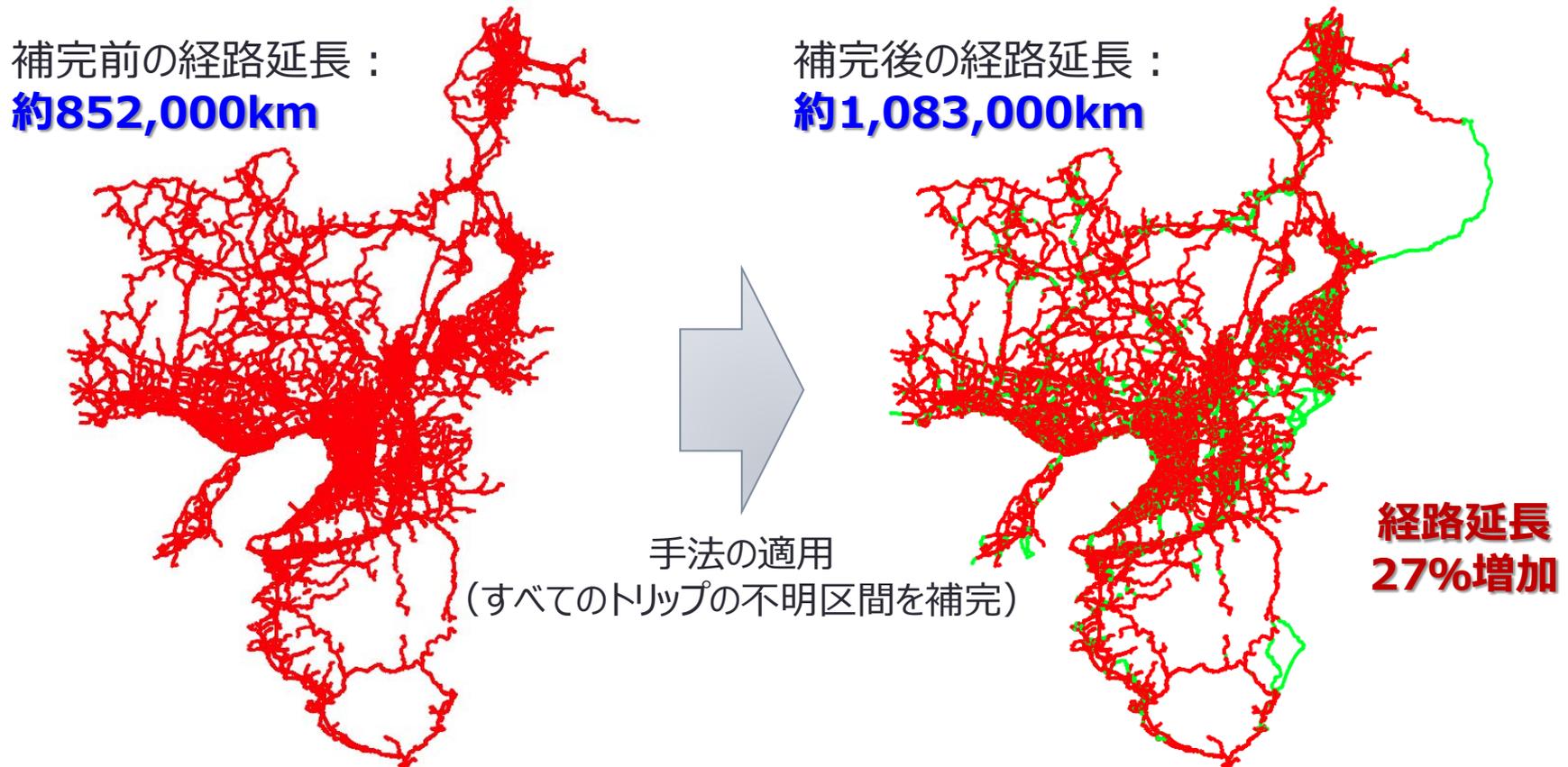
- ある1日の近畿圏内の起点166,092点、終点166,242点を対象に考案手法を適用した結果、約2割の起終点を補正
- 1日あたり10トリップ以上の走行車両割合が減少
- 道路交通センサスのODと傾向が近くなる
- 一方、1日1トリップの車両割合が増加（考えられる理由は2点）
 - 路車間通信による、限定的なデータ取得（→RSUの低規格道路への配置）
 - 近畿圏通過車両、境界部での通過車両（→日本全国のデータ分析）



H22センサスODと起終点判別手法適用前後のETC2.0プローブ情報の1日あたりトリップ数

走行経路補完手法の開発

- 起終点判別後の不明区間を含むトリップに対して、ダイクストラ法による最短経路探索を適用した走行経路補完手法を考案
- ある1日のETC2.0プローブ情報(出力様式2-1)に考案手法を適用

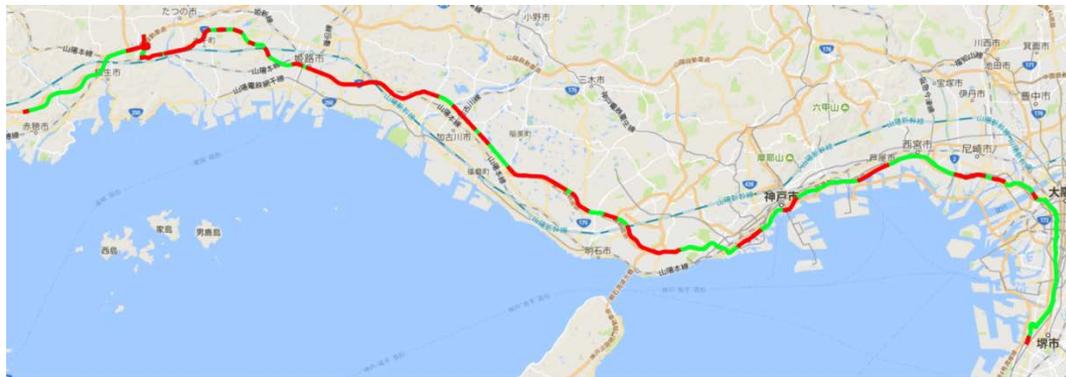


走行経路補完手法の開発

- 補完経路の妥当性が認められるものの、走行履歴（観測データ）のエラーと考えられる箇所があり、適切な経路とならない場合も見受けられた
- マップマッチングエラーといったデータ取得特性によるものと、Uターン等の走行特性によるものに分類されるため、エラーの特性別に手法の改善が必要

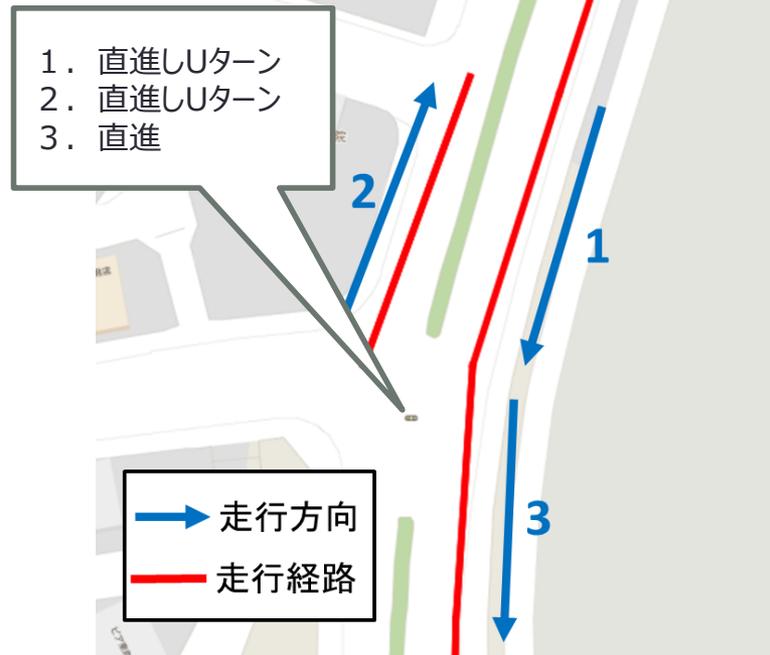
■ 補完処理の成功例

・走行経路延長：約144.2km（内、補完経路延長：約85.4km）



【背景地図の出典】Google Map

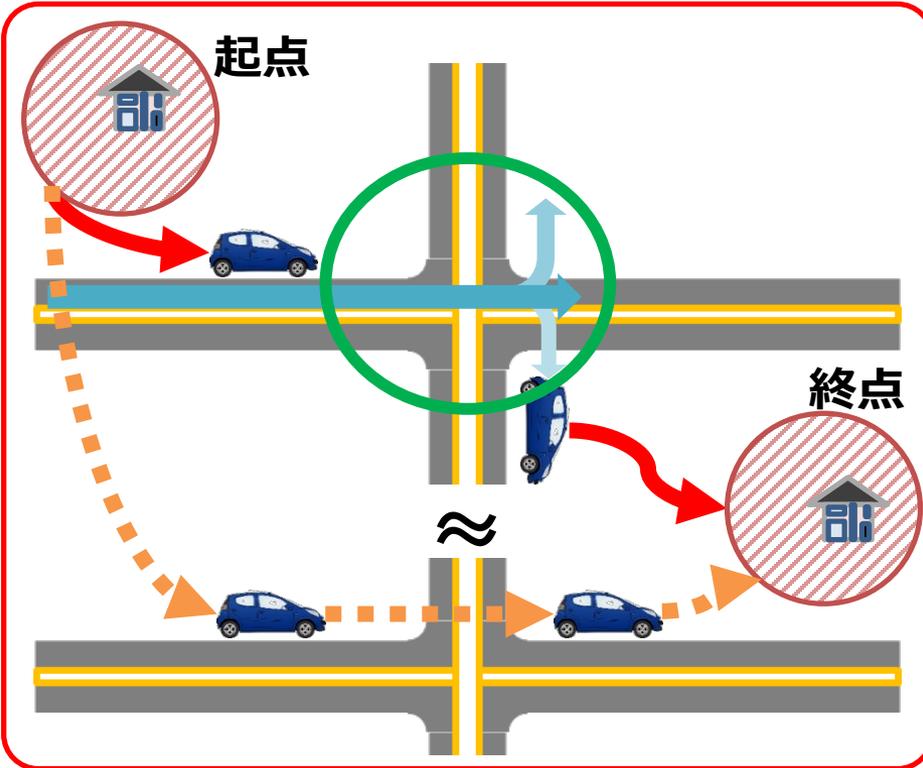
■ 補完処理の失敗例



【背景地図の出典】Google Map

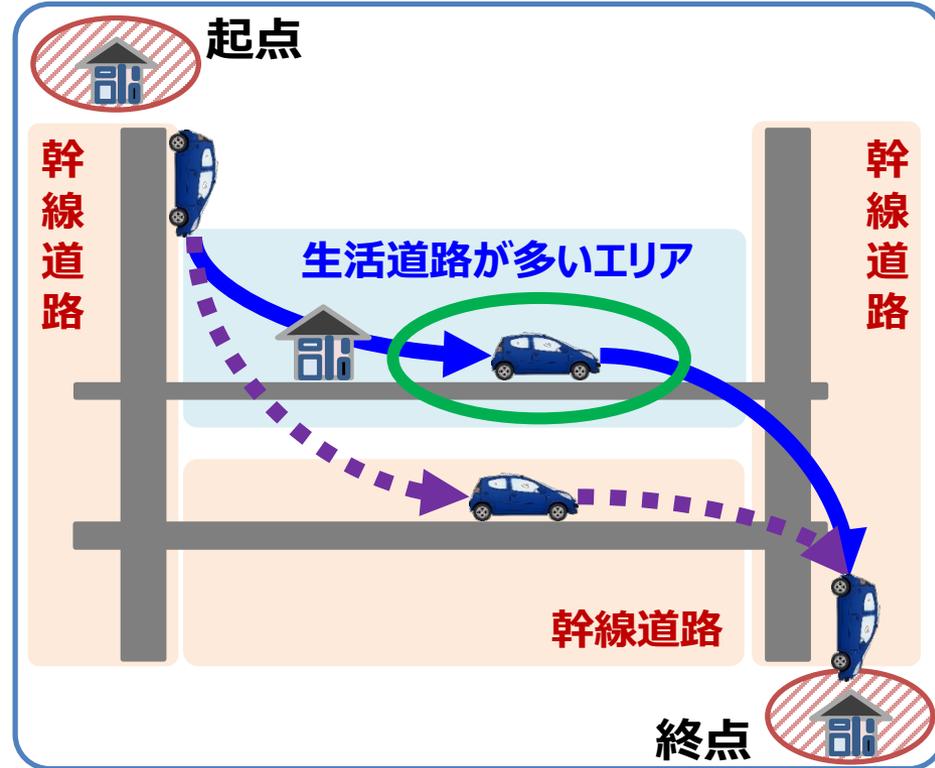
道路管理者ニーズに即した具体的利活用方策の考案

◆一般道主要渋滞箇所の交通状況分析



交差点毎の混雑状況に加えて、経路付ODの交通流動が把握できると、**交通需要の平準化の適切な措置**を講ずることが実現

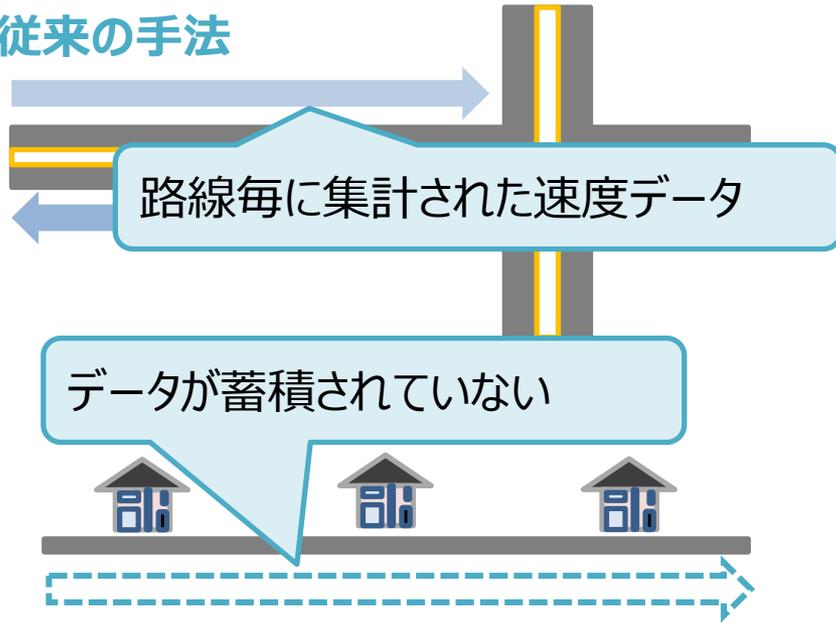
◆生活道路交通の実態把握に関する分析



生活道路エリアの通過交通の流動を把握し、交通安全対策や経路案内などの広域の交通規制が実現

道路管理者ニーズに即した具体的利活用方策の考案

従来の手法



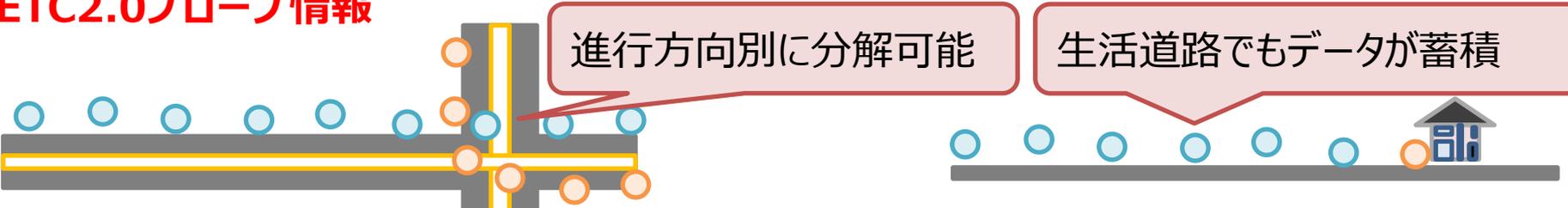
幹線道路の交差点部

- 民間プローブデータは路線毎の集計値
- 個別車両毎の進行方向が不明

道路幅員が5.5m未満の生活道路

- 車両の走行データが蓄積されていない
- 分析するデータがない・・・

ETC2.0プローブ情報



幹線道路の交差点部

- 車両IDより、進行方向別に分解可能
- 1点毎の瞬間速度の地点速度が蓄積

道路幅員が5.5m未満の生活道路

- 生活道路の走行履歴が蓄積
- 走行履歴には起終点も含む

道路管理者ニーズに即した具体的利活用方策の考案

区間速度（平均旅行速度）分析

- 路線毎の車両の速度が集計されたデータ
- 交差点流入部の区間速度を進行方向別に把握できる可能性がある



地点速度分析

- 1点毎に速度が収録されたデータ
- 点列の地点速度は、速度の変遷を明らかにできる可能性がある



両者を組合せた分析



区間速度(平均旅行速度)分析

直進の区間速度が最も高く、朝混雑時には20km/hを上回っている



従来手法

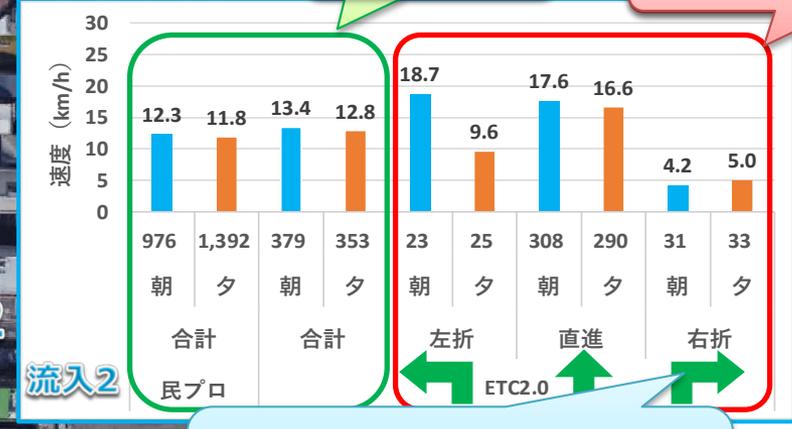
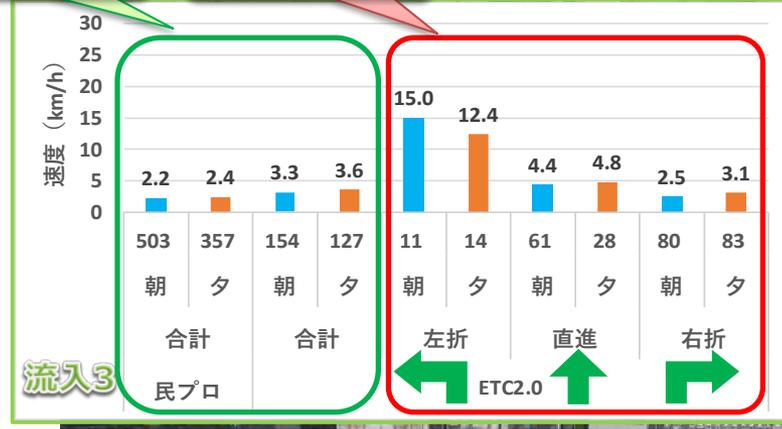
考案手法

流入3

流入4

従来手法

考案手法



右折の混雑が区間全体の旅行速度に影響

背景地図の出典 : google map

地点速度分析

- 進行方向別に分解して算出した**区間速度**と複数車両の**地点速度の合計値**との傾向は合致
- 微小区間の速度の変遷を把握可能**
- 交通安全対策の高度化に貢献！

区間速度と同様の傾向を確認できた

流入方向:北 直進  進行方向

朝混雑時

停止線 

速度/ 交差点距離	~200m	~190m	~180m	~170m	~160m	~150m	~140m	~130m	~120m	~110m	~100m	~90m	~80m	~70m	~60m	~50m	~40m	~30m	~20m	~10m	合計
~10km/h		2		1		1					2	2	2	2	3	2	2		1	1	21
~20km/h	1		1	2	1	1		2	1	3	4	1		6	1	2			3	3	32
~30km/h		3	4	3		1	3	1	3	3	2	1	3	4	2	4	4	4	3	6	54
~40km/h	5	5	1	2	2	1	2	4	6	12	7	8	9	2		4	4	6	2	5	87
~50km/h	7	8	16	7	3	7	5	5	4	11	12	3	6	4	3	3	5	2	4	10	125
~60km/h	3	13	6	4	3		2	3	9	7	9	7	2	5		4	4		5	2	88
~70km/h	2		4	2	1		3		1	2				2			1			2	20

夕混雑時

停止線 

速度/ 交差点距離	~200m	~190m	~180m	~170m	~160m	~150m	~140m	~130m	~120m	~110m	~100m	~90m	~80m	~70m	~60m	~50m	~40m	~30m	~20m	~10m	合計
~10km/h	0	1	0	1	0	1	3	2	5	5	0	0	1	1	1	3	2	5	3	3	37
~20km/h	4	2	1	2	1	2	4	4	5	6	2	3	6	3	6	6	6	5	7	5	80
~30km/h	2	3	3	3	2	4	7	4	2	3	6	3	4	2	11	2	7	5	8	8	89
~40km/h	6	2	4	3	4	3	3	3	5	5	8	4	2	1	2	1	4	5	3	4	72
~50km/h	4	5	6	6	2	0	2	5	3	5	8	5	4	2	3	4	3	6	1	1	75
~60km/h	3	4	4	3	1	2	1	3	1	2	1	5	3	0	1	1	0	0	2	0	37
~70km/h	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	7

(単位: レコード数)

速度低下箇所を把握できた

生活道路分析

- ETC2.0プローブ情報（出力様式1-2）のマップマッチング処理が失敗したデータを用いて、生活道路走行車両の把握手法を考案
- 生活道路～高規格道路までの交通流動の全体像把握を目指す



- リンク毎の車両台数から、走行の連続性を確認できた
- リンク毎の地点速度の平均値から、低速度で生活道路を走行している状況を把握できた

- 今後はゼンリン住宅地図から、生活道路エリアを抽出し、走行の連続性を考慮した経路を把握する



平成30年度(3年目)のとりまとめ方針

考案した**道路交通流動の総量把握手法を実証**し、そのモニタリング情報を用いて**道路管理者ニーズに即した具体的利活用方策を確立**する！

	研究項目	H28 1年目	H29 2年目	H30 3年目
①	ETC2.0プローブ情報の基本特性分析 基礎集計、データ取得状況、エンジンON/OFF特性などデータ特性の把握	分析	(継続)	(継続)
②	起終点判別手法の開発 土地利用状況等を考慮したODの把握手法の開発 (高度化)	仮説	仮説・ 一部実証	実証
③	走行経路補完手法の開発 RSU (ITSスポット、経路情報収集装置) の位置や道路種別などを考慮した走行経路の把握・補完手法の開発	仮説	仮説・ 一部実証	実証
④	走行経路付きOD拡大手法の開発 常時観測交通量や道路交通センサ交通量などを用いた拡大手法、交通流動の総量把握手法の開発	—	仮説	実証
⑤	道路管理者ニーズに即した具体的利活用方策の考案 近畿地方整備局における重点対策等の対象となっている実フィールドにおけるETC2.0 プローブ情報の利活用方策の考案、試行	—	仮説・ 一部実証	実証

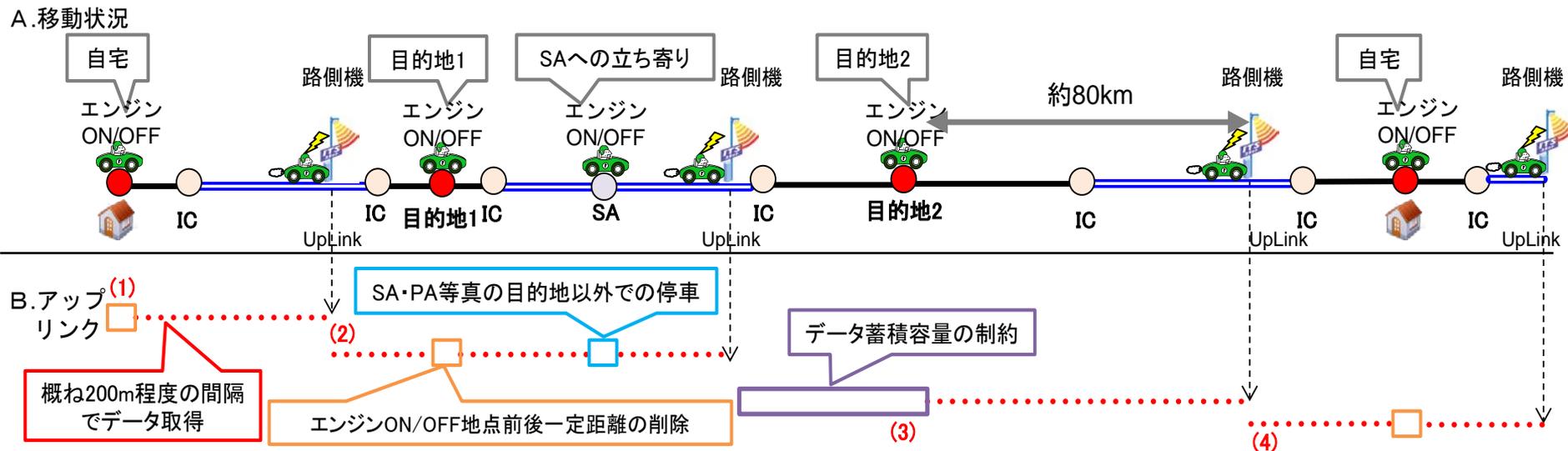
アウトリーチ活動

研究成果の詳細は論文をご覧ください！

1. Imai, R., Matsushima, T. : Generation of Car OD Using Mobile Spatial Dynamics for Understanding Road Traffic Flow Using Car Probe Data, SCIS & ISIS 2018, Japan Society for Fuzzy Theory and intelligent informatics, 2018.12 (掲載予定)
2. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報の起終点誤判別の補正処理の試行, 土木情報学シンポジウム講演集, 土木学会, Vol.43, 2018.9
3. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0車載器の蓄積容量を考慮したRSUの最適配置に関する考察, 土木情報学シンポジウム講演集, 土木学会, Vol.43, 2018.9
4. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報の特長を活かした道路交通分析手法の提案, ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 日本知能情報ファジィ学会, Vol.34, 2018.9
5. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報を用いた交差点流入部における交通状況の把握手法, 第73回土木学会年次学術講演会, 土木学会, CD-ROM, 2018.8
6. 松島敏和, 今井龍一, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報の走行経路補完手法に関する一考察, 第73回土木学会年次学術講演会, 土木学会, CD-ROM, 2018.8
7. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報の起終点誤判別の特徴及び補正に関する考察, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.56, 2018.6
8. 松島敏和, 今井龍一, 池田大造, 中川圭正 : 道路交通状況モニタリングに向けた人口流動統計による自動車ODの生成, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.56, 2018.6
9. 鯨岡瑞生, 今井龍一, 金井翔哉, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報の起終点誤判別の原因究明及び補正に関する考察, 第45回土木学会関東支部技術研究発表会, 土木学会, CD-ROM, 2018.3
10. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 中川圭正 : ETC2.0プローブ情報による生活道路交通の実態把握手法, 第45回土木学会関東支部技術研究発表会, 土木学会, CD-ROM, 2018.3
11. 松島敏和, 今井龍一, 金井翔哉, 池田大造, 中川圭正, 奥山健一, 喜多弘 : 人口流動統計を活用したETC2.0プローブ情報による道路交通状況モニタリングに関する一考察, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.56, 2017.11
12. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和, 大森卓哉 : ETC2.0プローブ情報の基本特性のモニタリング, 第72回土木学会年次学術講演会, 土木学会, CD-ROM, 2017.9
13. 和田翔, 中矢昌希, 松島敏和, 田中文彬, 今井龍一, 金井翔哉, 大森卓哉, 奥山健一, 奥田善之 : ETC2.0プローブ情報の基本特性及び交通流動総量の分析に関する取り組み, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.55, 2017.6
14. 金井翔哉, 今井龍一, 松島敏和 : ETC2.0プローブ情報の基本特性の調査, 第44回土木学会関東支部技術研究発表会, 土木学会, CD-ROM, 2017.3

【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)

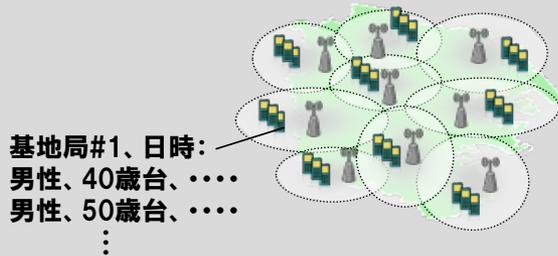
【参考】人口流動統計の作成処理

- 人口流動統計は、携帯基地局運用データに基づき、利用者のプライバシーを保護する3段階の処理により作成
 - 非識別化処理: 運用データから統計の作成に不要な個人識別性を除去
 - 集計処理: エリア間を流動する人口およびトリップを推計
 - 秘匿処理: 推計された値のうち少ない人口およびトリップを除去

運用データ (位置登録データ)



非識別化処理
個人識別性の除去



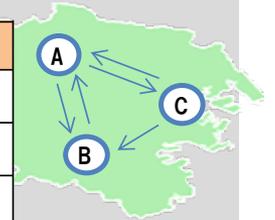
個人識別性のないデータ

集計処理
携帯電話の普及率を加味して人口推計

人口流動統計 (秘匿後)

(40歳台男性, XX時)

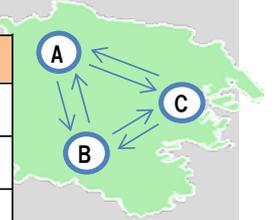
		到着地		
		A	B	C
出発地	A	75人	120人	40人
	B	90人	135人	無し
	C	45人	60人	105人



秘匿処理
少人数の除去

(40歳台男性, XX時)

		到着地		
		A	B	C
出発地	A	75人	120人	40人
	B	90人	135人	7人
	C	45人	60人	105人



人口流動統計 (秘匿前)

【参考】人口流動統計とETC2.0プローブ情報の比較

項目	人口流動統計	ETC2.0プローブ情報
調査対象	NTTドコモの携帯電話約7,600万台（法人名義は除く）	ETC2.0車載器の搭載車両
調査日	365日いつでも	365日いつでも
調査地域	日本全国	日本全国
属性	性別・年齢別・居住地別	不明
時間解像度	時間単位	走行200m間隔を基本
空間解像度	基地局密度に依存（都市部では中～小ゾーンが目安）	走行した道路
移動の目的	一部推計可能※	不明
移動手段	一部推計可能※	自動車（車種別）

※推計手法の技術開発が行われている