

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（1年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	（いりょう たかまさ） 井料 隆雅		神戸大学 大学院工学研究科		教授
②研究 テーマ	名称 蓄積車両軌跡データの効率的活用のための階層型データベースの構築				
	政策		公募	タイプIV-②	
	領域		タイプ		
	[主領域] 領域2	[副領域] なし			
③研究経費（単位：万円）	平成28年度	平成29年度	平成30年度	総合計	
	2, 593	3, 700	3, 700	9, 993	
※H28は受託額、H29以降は計画額を記入。端数切捨。					
④研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）					
氏名			所属・役職		
桑原 雅夫			東北大学 教授		
原 祐輔			東京大学 助教		
菊池 輝			東北工業大学 教授		
金森 亮			名古屋大学 特任准教授		
宇野 伸宏			京都大学 教授		
吉井 稔雄			愛媛大学 教授		
倉内 慎也			愛媛大学 准教授		
⑤研究の目的・目標（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）					
本研究では以下の3テーマの研究を実施する。今年度は主にテーマ1を実施している。					
【テーマ1：品質検証と改善】実際の車両軌跡データの品質が理想的なレベルからどの程度劣化しているかを定量的に検証し、それがどのようにデータ解析に影響を与えるかを評価する。あわせて、品質を改善するための方法論を開発する。					
【テーマ2：集計操作】実際の車両軌跡データの分布がどのような統計学的特性を持っているかを解析し、それに基づいて、適切な集計操作の方法論を開発する。					
【テーマ3：階層型DBの実装とケーススタディ】テーマ1と2の成果を用いて階層型データベースを実装し、それを用いてケーススタディを行い、その結果を基に、ETC2.0をはじめとする車両軌跡データの活用方法について提案を行う。					

## ⑥これまでの研究経過

(研究の進捗状況について、これまでの研究目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。また、研究の目的・目標からみた研究計画、実施方法、体制の妥当性についても記入。)

### I. 研究の進捗状況

実際の車両軌跡データの例としてETC2.0データおよび商用車プローブデータを用い、その品質を、特に平成22年度道路交通センサスOD調査および一般交通量調査の結果と比較して検証している。そのほか、既存研究や理論の調査と、各地方整備局(東北、中部、近畿、四国)における政策課題やデータ利用実態の調査を行っている。これまでの進捗を以下でまとめる。

品質検証にあたって、まず、ETC2.0データに含まれるドットデータを、最短経路探索問題を応用したアルゴリズムを用いDRM(基本道路)に改めてマッチング(リマッチング)させた。このアルゴリズムでは、移動滞在判別によりトリップを切り分けており、既存のマッチングデータで指摘されていた不自然な場所でのトリップ分断などの問題が抑制されることが期待できる。リマッチングは平成27年10月～12月の全国のETC2.0データを用いて実施した。リマッチングの誤差(DRMリンクから点までの距離)は66%で5m未満、81%で10m未満(DRMリンク単位で集計した値)であった。

リマッチングされたETC2.0車両軌跡の起終点をBゾーン単位に集約し、さらにそれを市区町村(政令指定都市は行政区まで)単位に集約し、市区町村間OD交通量を生成した。一方で、平成22年度道路交通センサスOD調査のうち、OD集計用マスターデータを用いて、同様に市区町村間OD交通量を生成した。商用車プローブデータ(平成27年10月～12月、関西地区に限る)についても同様の作業を行った。

品質検証は主に

1. 全国交通量
2. 発生集中交通量
3. OD交通量
4. トリップ時間分布
5. 総走行台キロ
6. リンク断面交通量

の視点から実施した。現時点では、道路交通センサスとETC2.0のデータの比較の実施がおおむね終了している。商用車プローブデータについても同様の比較を今年度中に実施する。

各項目について以下で暫定的な結果の概要を説明する。具体的な数値については残りの期間内で再検証を行うため、その結果により変動することがある。対象日は平日(ETCでは平成27年10月～12月の合計58日間)、車種は特記なき限りすべて小型車である。交通量は日単位で示す。ETCでは期間内平均。

【1. 全国交通量】発生交通量(小型)は全国で123,375千台(センサス)、190千台(ETC)。サンプル率は0.154%であった(大型車は31,705千台(センサス)、14千台(ETC)、サンプル率は0.0432%)。総走行台キロ(小型)は1,502,241千台キロ(センサス)、2,033千台キロ(ETC)、サンプル率は0.135%。

【2. 発生集中交通量】市区町村発生交通量の対センサスETCサンプル率を地図上で示す(図1)。都市部でサンプル率が高く、地方部で低い。地方別で集計すると、関東、中部、近畿でサンプル率が全国平均より高く(中部ではほぼ平均)、その他では低い(図省略)。特に沖縄では1桁程度低い。市区町村ごとのサンプル率と課税対象平均所得とのあいだには相関があり、所得が高い市区町村ほどサンプル率が高い傾向がある(図省略)。大型車では東北、北陸、中国でサンプル率が大きく、特に東北で平均の倍以上になっている。H22年とH27年では震災復興を含む公共投資の環境や景気の状態が大幅に異なっており、それが大きく交通量に影響している可能性がある(図省略)。

【3. OD交通量】地方間OD交通量におけるサンプル率を表1に示す。OD間が離れるほどサンプル率が大きくなる（内々では0.1%程度であるが、遠方で数%以上になる）傾向がある。愛知県内の各市区町村を起点とするOD交通量を市区町村ごとに示したものを図2に示す。この図からも、遠方になるほどサンプル率が大きくなることがわかる。

【4. トリップ時間分布】同日内で完結するトリップを対象とした分布を図3に示す。センサス対象トリップを実数とみなしてETC交通量を拡大している。長時間トリップについてはETCのほうがよく把握していることが予想される。一方で、グラフからは読み取れないが、1時間未満の交通量はETCのほうが90万トリップ程度過小となっている。

【5. 総走行台キロ】道路種別ごとに総走行台キロを集計する。図4に結果を示す。高速道路と一般道でサンプル率が大幅に異なることがわかる。

【6. リンク断面交通量】図5に松山市でのセンサス（一般交通量調査）およびETC2.0通行実績によるリンク交通量を示す。松山市は南部に松山自動車道を含む主要幹線があり、北部はもっぱら地域交通向けの道路がある。センサスでは両車に大きな差はないが、ETCでは南部と北部に大きい差がみられる。同様の傾向は高知市でも見られた。

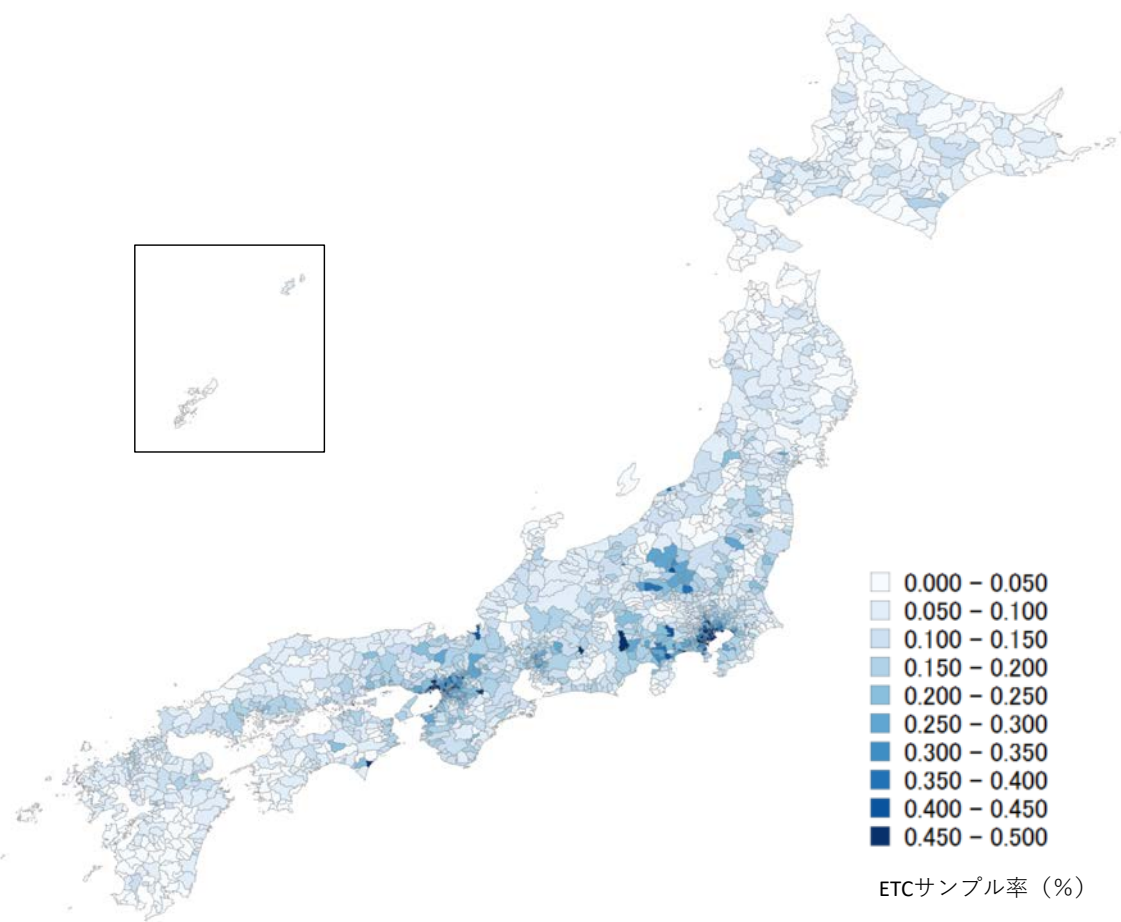


図1 市区町村発生交通量のETCサンプル率（対センサス比）（平日小型車）

表1 地方間OD交通量のETCサンプル率（パーセント，平日小型車）

S.Ratio	01.北海道	02.東北	03.関東	04.北陸	05.中部	06.近畿	07.中国	08.四国	09.九州	10.沖縄
01.北海道	0.07	0.73	2.08		1.99	2.41				
02.東北	0.55	0.08	0.64	0.44	0.61	0.60	0.45	9.20	2.78	
03.関東	1.23	0.57	0.22	1.04	0.98	2.18	1.58	13.79	11.77	
04.北陸	3.79	0.35	0.95	0.11	0.56	0.41	0.71	2.98	1.04	
05.中部	2.27	0.55	1.04	0.56	0.15	0.64	1.30	3.08	6.11	
06.近畿		1.08	2.07	0.43	0.62	0.23	0.78	0.92	3.27	
07.中国		0.53	2.10	1.01	2.13	0.62	0.11	0.52	0.34	
08.四国		2.65	12.10	4.17	3.06	0.82	0.70	0.10	0.60	
09.九州		3.30	11.97	0.73	8.43	4.26	0.35	0.76	0.09	
10.沖縄										0.01

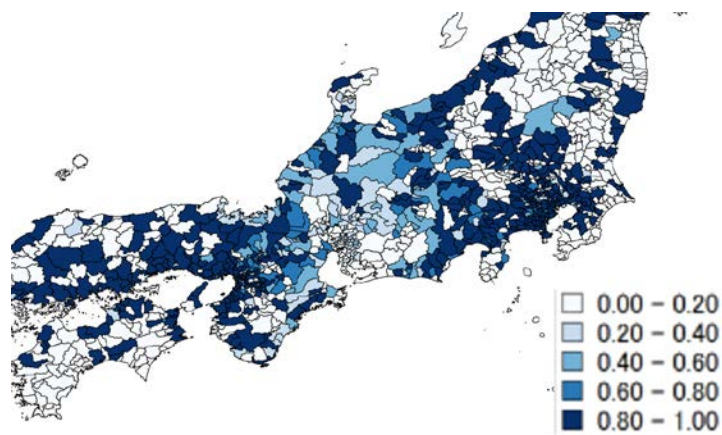


図2 愛知県を起点とする市区町村別OD交通量のETCサンプル率（パーセント，平日小型車，愛知県周辺の抜粋）

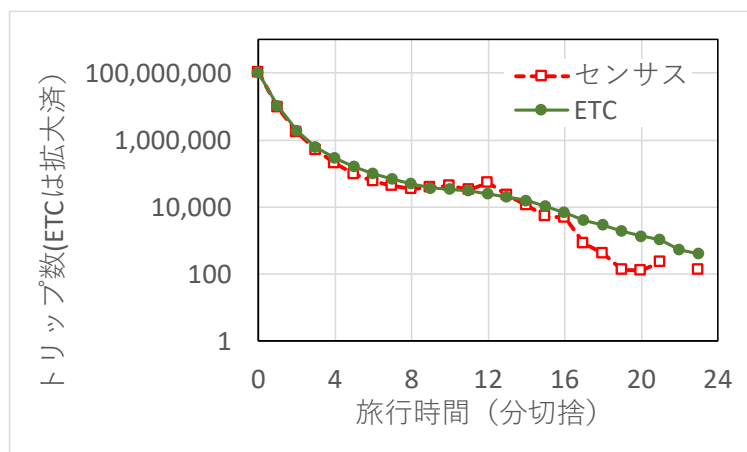


図3 旅行時間分布（平日小型車）

（同日発着トリップのみ集計対象，ETC拡大係数は対象トリップのみで計算）

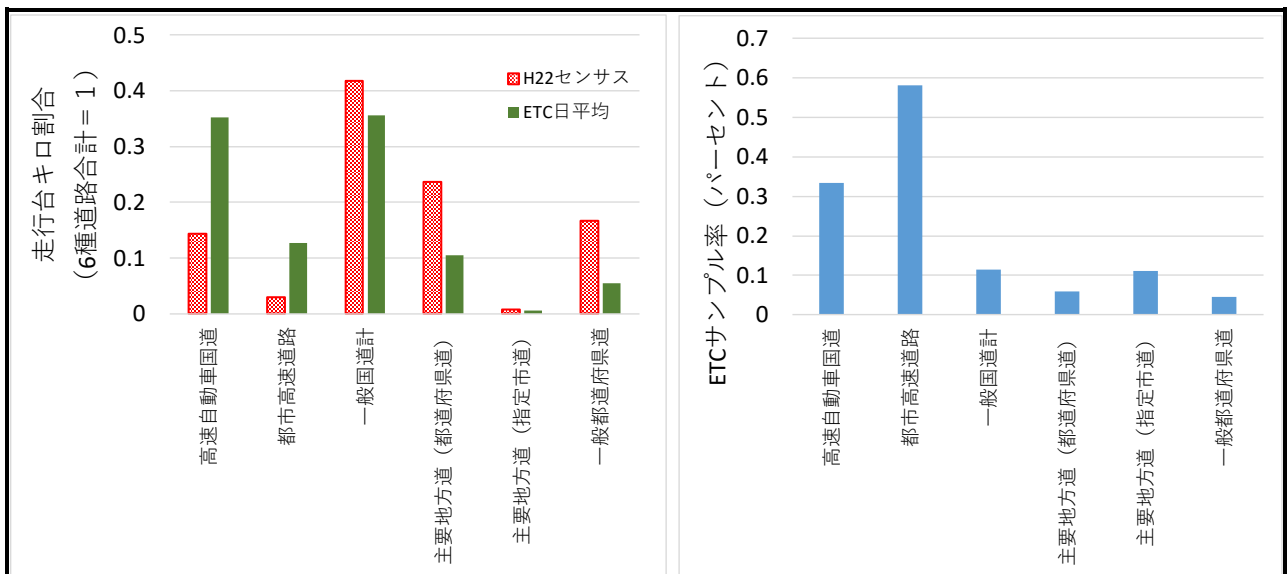


図4 道路種別別の走行台キロ (小型車)

左：6種道路合計=1とした相対量，右：ETCサンプル率 (平日)

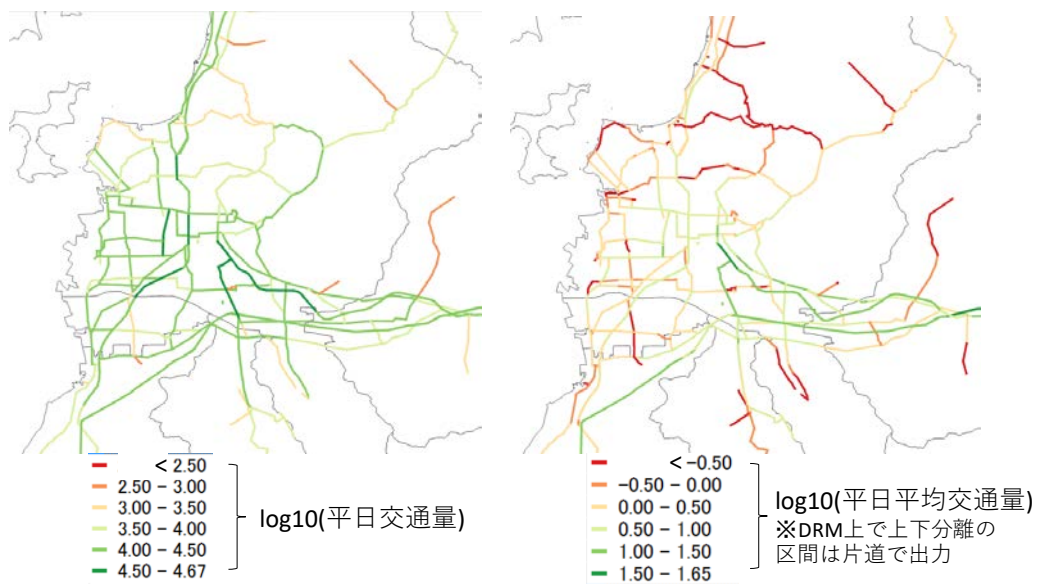


図5 松山市周辺の小型車リンク交通量

左：センサス一般交通量調査，右，ETC通行実績の平日平均

以上の結果は、センサスによる交通量に比べると、ETC2.0は、「長距離トリップ」「都市部ないしは高所得地域から生成されるトリップ」「主要道路ネットワークとその周辺の道路の交通量」について相対的に高いサンプル率（1%弱～数%）であるが、それ以外では0.1%に満たないケースも多数であることを示唆する。ただし、この結果の解釈の際には、センサスとETC2.0の統計年が5年異なることに注意しなくてはならない。また、リマッチングのアルゴリズムによる影響も検討することが望ましい。

今年度の残り期間で商用車プローブデータによる同様の分析（ただし関西地区に限る）を行う。また、リマッチング後の車両軌跡の詳細検討を含む再検証を実施し、結果の信頼性の向上に努める。商用車プローブデータについては、すでにBゾーン単位の集計は終わっており、残余の作業は限定されている。

既存研究については、プローブデータに直接関連する論文について、日本語44件、英語43件を調査した。リンク旅行時間をはじめとした交通状態やサービスレベルの推定については多数の研究があり、低いサンプル率における方法論の研究も存在する。一方で、経路選択やOD交通量といった道路の使い方についての既存研究は限られる。特にOD交通量を主に扱うものについてはいまのところ見当たらない。想定されるサンプル率とデータの用途を考慮した方法論の選択と開発が求められる。そのほか、国際会議においてプローブに限らず経路データの扱いに関連する研究についての情報収集を行った。ネットワークの形状解析の理論や、公共交通に関する理論（路線の概念が階層性に相当する）が有用そうであった。

各地方整備局での幹線道路ネットワークの問題点の現状把握のために、共同研究者の協力も得つつ、これまで四国地整および中部地整でヒアリングを実施した。近畿、東北、本省道路局については今後実施予定である。国土軸の中心に位置し、製造業が集積し、道路整備も進んでいる中部地方と、過疎地を抱え、防災への課題が多く、道路整備がまだ途上でミッシングリンクも多い四国地方では課題もかなり異なる。中部地方では高速道路の経路選択分析などを対象としたETC2.0データ利用実績も多い一方で、データサイズが巨大なことによる分析のスピード感の欠如が問題となっている。四国地方ではサンプル率の少なさや偏りへの対処がまずは必要となりそうである。

## 1.1. 研究の目的・目標からみた研究計画、実施方法、体制の妥当性

本研究の目標は「階層型データベースの構築」であり、そのために直接必要な技術開発が重要である。それと同様に、構築したものが道路行政実務において有効に活用できるようにするためには、地方整備局や道路局と連携をとりつつ各地方での道路行政課題を抽出し、適切なケーススタディを設定し、それを目標として技術研究を推進することが欠かせない。本研究計画の特徴はこれら2つのテーマ（技術開発とケーススタディ設定）を初年度より最終年度まで並行して行うことである。各年度で技術開発と課題抽出を段階的に実施し、それぞれの成果を逐次組み合わせることにより、「実務課題解決に有用なデータベース構築」と「データの特性にあった課題抽出」の双方を効果的に達成できることが期待できる。これに呼応して、研究体制は「交通データ処理の経験が豊富なコンサルタント会社（外注）」「選定された各地方整備局（東北、中部、近畿、四国）および対応する地方に所在する研究者」の双方を含むように構築している。後者は「地域道路経済戦略委員会」のメンバーから構成されている。

今年度の研究実施状況から判断して、これらの研究計画・実施方法・体制はよく機能していると判断している。コンサルタント会社と協同することにより技術開発は効率的に実施できている。今年度はもっぱら品質検証を行ったが、これにより、プローブデータの特性が定量的に明確になった。これは次年度以降の技術開発に重要なだけでなく、ケーススタディ選定の際にも重要な知見となる。すでに一部の地方整備局および共同研究者とのあいだで、今回の研究で明らかにしつつあるプローブデータの現状の品質をベースとした議論ができており、次年度以降の研究において重要な示唆が得られている。

## ⑦特記事項

(研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の見通しや進捗についての自己評価も記入。)

### 研究で得られた知見

センサスによる交通量に比べると、ETC2.0は、「長距離トリップ」「都市部ないしは高所得地域から生成されるトリップ」「主要道路ネットワークとその周辺の道路の交通量」について相対的に高いサンプル率(1%弱～数%)であるが、それ以外では0.1%に満たないケースも多数であることを示唆する。この知見は、今後、ETC2.0(車載器およびアンテナ)の普及を推進させる際や、現状におけるETC2.0データの利活用を行う際に活用できることが期待できる。

### 研究の見通しおよび進捗の自己評価

研究の進捗については、商用車プローブデータの解析については予定よりやや遅れて進行しているほかはおおむね順調である。商用車プローブデータについては、発注直前にデータ提供会社が大学からの指名停止措置を受け、その期間の分だけデータ入手が遅れた結果として遅延が発生した。ただし、大幅な遅延ではなく、もともとスケジュール上で多少の余裕をみた計画としていたこともあり、課題遂行そのものには特に影響しない見込みである。