第 55 回土木計画学研究発表会・講演集

道路交通センサスデータとの比較による全国プローブカーデータの特性検証

小山　裕大[1]・井料　隆雅[2]

[1]学生会員　神戸大学　工学研究科市民工学専攻（〒657-8501　神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail: 171t117t@stu.kobe-u.ac.jp

[2]正会員　神戸大学　工学研究科市民工学専攻（〒657-8501　神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail: iryo@kobe-u.ac.jp

近年，道路状況や自動車を用いたトリップの状況を把握するための手段として，プローブカーデータが用いられるようになった．その中でも ETC2.0 によるデータは全国レベルでの包括的なデータが得られるという特徴がある．一方，ETC2.0 車載機の普及はまだ途上であってその活用も途上にあるため，データの特性についてはまだ知られていないことも多い．本稿では，ETC2.0 による全国プローブカーデータの特性を，既存の統計である道路交通センサスのデータと比較することにより検証を行った．結果，ETC2.0 データでは「長距離トリップ」「高速道路を使うトリップ」「所得が高い市区町村から発生するトリップ」がよく捕捉されてする一方，そうでないトリップについては相対的にサンプル率が低いことがわかった．

Key Words: *ETC2.0, probe-car data, road transport census*

1.　はじめに

近年，全国の道路状況，交通量，旅行速度や自動車を利用したトリップの状況を把握するための新たなデータとしてプローブデータというものが用いられるようになってきた．プローブデータとは自動車の位置情報やその時刻，走行速度，車両挙動などの走行履歴データのことである．プローブデータを利用することで，車両の移動履歴や OD を把握することが可能になる．その中でも ETC2.0 プローブデータとは自動車に搭載されている ETC2.0 対応車載器や ETC2.0 対応カーナビがプローブデータを蓄積するものである．このデータを ITS スポットと呼ばれる道路上に設置している機器と通信を行うことで取得する．

従来の調査方法では，多大な労力やコストを要するために調査が限定的になっていたが，ETC2.0 プローブデータは機械的にデータを取得するため，車両が走行さえすれば比較的安価で全国の精密なデータが取得できる．国土交通省では 2011 年度から ETC2.0 プローブデータの収集を開始し，2013 年度から活用に向けた取り組みを行っている[1]．このように ETC2.0 プローブデータの活用が近年進んでいる．

ETC2.0 を用いた研究として，例えば，平井ら[2]は，ETC2.0 データの走行履歴をを用い，高速道路での個々の車両の休憩行動の分析を行い，休憩行動の実態分析を行っている．このように活用事例はすでにあるものの，ETC2.0 データはまだ新しいデータであるため，数としては多いとはいえない．

一方，プローブデータに関してはこれまでにタクシーやトラックに位置情報や走行経路等を取得できる機器を設置してプローブデータを取得して行われた研究や，自動車メーカーやカーナビメーカーが会員制カーナビに搭載された GPS 機能付きのカーナビからプローブデータを取得して行われた研究は存在する．例として，橋本ら[3]は，ボトルネック交差点とその影響範囲の特定方法を提案している．この方法により，複数ボトルネックが近接している場合のボトルネック相互の影響関係などを把握することが可能であることを示している．菊池ら[4]は，プローブデータから車両の減速度の算定を行い，急減速挙動の発生地点などを把握した．これを用いて，交通安全対策事業が行われた区間において事業の前後での急減速挙動の発生状況を比較し，事業の評価を行っている．清水ら[5]は，タクシーのプローブデータの生活道路走行履歴を用いて速度と街路特性と沿道特性の関係を分析し，生活道路における走行速度抑制施策の効果を検証している．関谷ら[6]は，プローブ旅行時間データの取得状況と

旅行時間信頼性指標値の信頼度との関係を分析している．一定の信頼度で指標を算定するために，旅行時間のばらつきの大きな区間の場合や評価対象日数が増加した場合などで必要なデータ取得日数がどのように変化するかを示している．横田ら[7]は，貨物車のプローブデータを用い，大阪・南港発のトリップを例に方向別の道路ネットワークサービスレベルの格差を調べる試みを行っている．また，トリップの起終点に対して都市高速道路の利用の有無と，その結果得られる旅行速度の関係を調査し，都市高速が旅行速度の向上に大きく貢献していることを示している．玉川ら[8]は，定期集配車両に着目し，日々の道路交通状況や道路ネットワークの条件などと集配送行動の関係の分析を行い，貨物車の道路利用に関する行動特性および行動意思決定要因の解明を行っている．門間ら[9]は，プローブデータをもとに加工した旅行速度データを活用して，東日本大震災前後の東京都内の交通サービスについて分析を行っている．その結果，道路交通サービスの影響をある程度把握することができることを示唆している．清田ら[10]は，東日本大震災で発生したグリッドロック現象に着目し，タクシーのプローブデータを用い，グリッドロック現象の時空間的拡大のプロセスの分析，ボトルネック箇所の抽出を行っている．また，グリッドロック構造の考察も行っている．Feng ら[11]は，幹線道路の旅行時間特性を把握するために，EM アルゴリズムとベイズアルゴリズムを用いて旅行時間分布の推定を行っている．Zhu ら[12]は，欠損を含むデータを処理するアルゴリズムに基づく圧縮センシングを提案している．このアルゴリズムを実際のプローブデータに適応したところ，他のアルゴリズムより優れていた．また，プローブデータの 80%が欠損していた場合であっても，20%の誤差で推定できることを確認している．プローブデータに関する研究は数多く行われているが，これらはある道路の一部の区間やある 1 つの都市圏の中で分析を行ったものがほとんどであり，プローブデータを用いた全国レベルの研究もほとんどされていない．ETC2.0 は全国規模で取得されるデータであり，これらの既存研究の事例を超えた活用が期待できよう．

ETC2.0 プローブデータは活用事例も少なく，その特徴についての定量的分析も進んでいない．特に，既存の全国レベルの統計である道路交通センサスデータと比較することは，ETC2.0 プローブデータの特徴を知るために重要であり，今後このデータを活用するために必要であるといえよう．本研究では，特に， 道路交通センサスデータよるトリップ数や走行距離を基準として，ETC2.0 プローブデータが捕捉するトリップや走行距離の比率（サンプル率）がどの程度であり，どの程度のバイアスが存在するかを定量的に検証する．

2．使用データ

本研究では，平成 22 年度道路交通センサスデータ，ETC2.0 プローブデータ，課税対象所得，ETC2.0 車載器セットアップ数のデータを使用する．道路交通センサスに関しては，平成 27 年度にも実施されてはいるが，研究実施時点において平成 27 年度のデータは入手不可能であった．そのため入手可能なデータの中で最新のものである平成 22 年度の道路交通センサスデータを使用している．一方，ETC2.0 については平成 27 年度のデータを使用している．そのため，2 つのデータで統計年が 5 年ずれていることには注意しなければならない．

(1) 平成 22 年度道路交通センサスデータ

平成 22 年度道路交通センサスデータのうち，自動車起終点調査（OD 調査）を用いる．データはトリップ単位で掲載されており，各トリップには拡大係数が設定されている．拡大係数を用いることにより量の集計が可能となる．

OD 調査の対象の車両は 3 輪以上の自動車の内，軽自動車・乗用車・バス・軽貨物車・小型貨物車・貨客車・普通貨物車・特種車である．本研究では，車種を区分するさいには「小型車」と「大型車」に分ける．**表-1** で道路交通センサスの各車種が小型車と大型車にどのように分類されるかを示す．

(2) ETC2.0 データ

ETC2.0 で観測される車両軌跡は，まずは，各車両の観測点の緯度経度と観測時刻からなる移動軌跡がそのまま格納されているドットデータとして取得されている．これにトリップ分割処理とマップマッチング処理を行って，DRM（デジタル道路地図）の基本道路ネットワーク上の経路に変換する．これらの処理はドットデータを直接して実施している．トリップ分割については，基本的にエンジンがオンになってからエンジンがオフになるまでか，もしくは，連続する 2 つのドットデータ間で時間間隔が 30 分以上で，かつ速度が 20km/h 未満であった場合にトリップを区切るようにしている．なお，ドットデータにおいては，車両のエンジンがオンになってからの約 500m のデータと車両のエンジンがオフになるまでの約 500m のデータは詳細な起終点を秘匿することを目的に消去されている．そのため，消去後にデータが残っ

表-1 道路交通センサスの本研究での車種分類

センサスでの車種	本研究での分類
軽自動車・乗用車・軽貨物車・小型貨物車・貨客車	小型
バス・普通貨物車・特種車	大型

ている区間の起終点がデータ上の起終点となる．

今回の分析では道路交通センサスと季節を合わせること（さらにいえば，平成 27 年度のセンサスデータが利用可能になったときの再比較を容易にすること）を目的として，平成 27 年 10 月 1 日から 12 月 31 日までのデータを用いた．車両軌跡データは ETC2.0 車載器搭載車が ITS スポットを通過した際に，ITS スポットを経由して送信され，サーバに保管される．車載器が記録できる軌跡データの量には上限があるため，ITS スポットを長期間にわたって通過しない場合には取得できずに捨てられてしまうデータがあることに注意したい．**図-1** で平成 28 年 4 月 1 日現在での ITS スポット配置図[13]を示している．高速道路上に多く設置されていることが分かり，一般道に関しては，長野県内の国道 19 号に 6 箇所[14]，山梨県内の国道 20 号に 6 箇所[14]，静岡県内の国道 52 号に 2 箇所[14]，三重県内の国道 25 号に 2 箇所[15]と国道 42 号に 4 箇所[15]となっている．また，道の駅や商業施設の駐車場等に 10 箇所程度[13]設置されている．

表-2 で ETC2.0 のデータにおいて小型車と大型車に分類する際の定義を示している．ETC2.0 では自動車の車種と用途に関するデータが格納されている．これらは道路交通センサスのものとは 1 対 1 に対応しないので，**表-2** のような分類により双方で定義する小型車と大型車ができるだけ同じものになるようにしている．

(3) ETC2.0 セットアップ率

ETC2.0 車載器のセットアップ数は，ETC 総合情報ポータルサイト[16]において都道府県別の統計が公開されている．本研究では，ETC2.0 の累積セットアップ数から再セットアップ数を引いたもの，つまり，新規にセットアップされた ETC2.0 の累積数を ETC2.0 セットアップ数とする．また，累計セットアップ数と併せて，各都道府県の自動車保有台数を用いてセットアップ率を算出する．各都道府県の累計セットアップ数を各都道府県の自動車保有台数で除することでセットアップ率を算出する．このセットアップ率は ETC2.0 の普及率とみなすことができる．自動車保有台数は一般財団法人自動車検査登録情報協会が公開する値[17]を用いる．この値は車種別（乗用車・貨物車・乗合者・特種車・二輪車）に分けて整理されている．この中で，乗合車と二輪車を除いた値を，普及率を計算する際の分母として用いる．

(4) 課税所得データ

ETC2.0 車載器を搭載するには一定の費用負担が必要となるため，ETC2.0 の普及率は車両の所有者の所得が影響されていると予想される．市町村単位で集計されている所得に関連するデータとして，本研究では内閣府が提供する納税義務者 1 人あたり課税対象所得額[18]を用いる．このデータには統計年が複数あるが，道路交通センサスに合わせ，平成 22 年度のデータを用いる．なお，市町村の区分については平成 22 年よりも後のものを用いているため，センサスや ETC2.0 の区切りとは異なる．整合性を取るために，合併があった市町村については，合併後の数字を合併前の市町村にそのまま割り付けている．行政区別のデータは存在しないため，政令指定都市については全区について各市の平均値を割り当てる．

図-1 全国の ITS スポット配置図[1)]

表-2 ETC2.0 の本研究での車種分類

		自動車の用途		
		乗用	貨物	特殊
車種	大型	大型	大型	大型
	普通	小型	大型	大型
	小型	小型	小型	小型
	軽自動車	小型	小型	小型

表-3 地方の分類

地方名	都道府県
北海道	北海道
東北	青森県　岩手県　宮城県　秋田県 山形県　福島県
関東	栃木県　群馬県　埼玉県　茨城県 千葉県　東京都　神奈川県
北陸	新潟県　富山県　石川県　福井県
中部	山梨県　岐阜県　静岡県　愛知県 三重県　長野県
近畿	滋賀県　京都府　大阪府　兵庫県 奈良県　和歌山県
中国	岡山県　広島県　鳥取県　島根県 山口県
四国	香川県　愛媛県　徳島県　高知県
九州	福岡県　佐賀県　長崎県　大分県 熊本県　宮崎県　鹿児島県
沖縄	沖縄県

(5) 地方の定義

本研究では，地方ごとに分析を行う場合があるが，その際は各都道府県を 10 の地方に分類する．**表-3** で具体的な定義を示す．

3．データの比較・分析

ETC2.0 データの特性の把握を道路交通センサスデータと比較することにより行った．

(1) 平日総トリップ数とサンプル率

表-4 は道路交通センサスデータと ETC2.0 データに基づいて平日（期間内 58 日間）の総トリップ数と，それから計算される ETC2.0 データのセンサスに対する（トリップ数ベースでの）サンプル率を示す．小型車と大型車の分類は 2 章で述べた定義に従う．サンプル数は 0.1%程度であり，小型車と大型車で大きくは変わらない値となっている．

(2) 地方別発生交通量

図-2，**図-3** で各地方別の発生交通量を車種別に示している．数値については，道路交通センサスについては実数で表している．一方，ETC2.0 については合計がセンサスの実数に合うよう，データを全国平均の ETC2.0 のサンプル率で除している．小型車については，東京・名古屋・大阪の三大都市圏を含む関東・中部・近畿地方で ETC2.0 の方が交通量が多くなっていた．これは，三大都市圏において ETC2.0 の普及率が高いことが理由であると考えられる．大型車については，小型車と異なり，関東・中部・近畿地方は ETC2.0 がセンサスを下回っており，東北・北陸・中国・四国地方でセンサスを上回っている．センサスが平成 22 年度のデータであるのに対し，ETC2.0 のデータは平成 27 年度のデータであるため，東日本大震災後の復興事業や，公共投資に関する環境の変化による影響が推測できるが，明確な理由は不明である．

(3) 都道府県別 ETC2.0 セットアップ率と発生交通量サンプル率

都道府県別の ETC2.0 セットアップ率と都道府県別の ETC2.0 のサンプル率の相関について分析する．**図-4** に，ETC2.0 セットアップ率と ETC 発生交通量サンプル率の関係を示す．各ドットは各都道府県の ETC2.0 セットアップ率と ETC2.0 発生交通量サンプル率の関係を表している．図中の回帰直線は切片を 0 に固定して計算している．これは，セットアップ率が 0 であれば，ETC 発生交通量サンプル率も 0 となることを考慮して設定している．

表-4 平日の車種別トリップ数とサンプル率

	平日小型	平日大型
センサス	142,334,684 件	12,746,035 件
ETC（1 日平均）	189,851.57 件	13,710.43 件
サンプル率	0.133%	0.108%

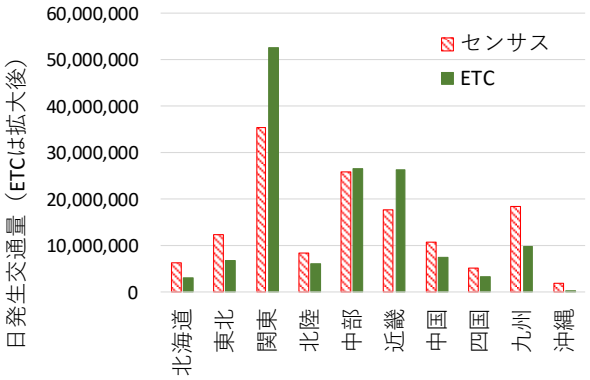

図-2 地方別発生交通量（小型車）

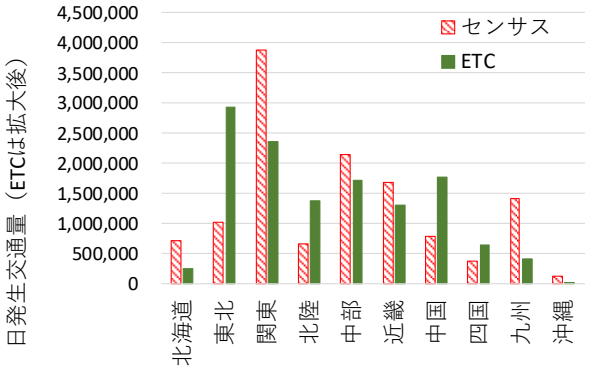

図-3 地方別発生交通量（大型車）

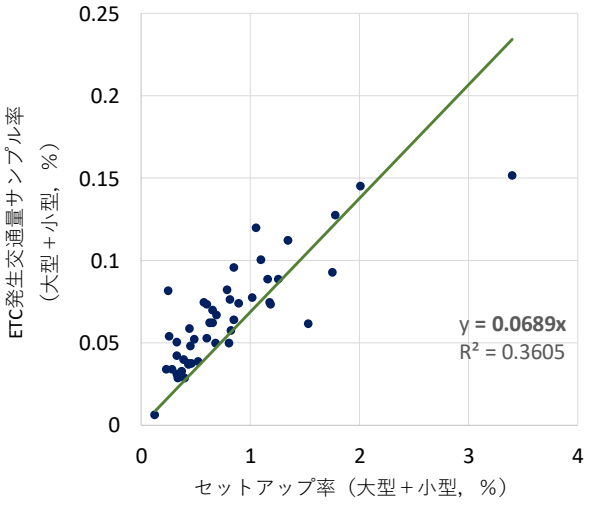

図-4 セットアップ率と発生交通量の ETC サンプル率との関係

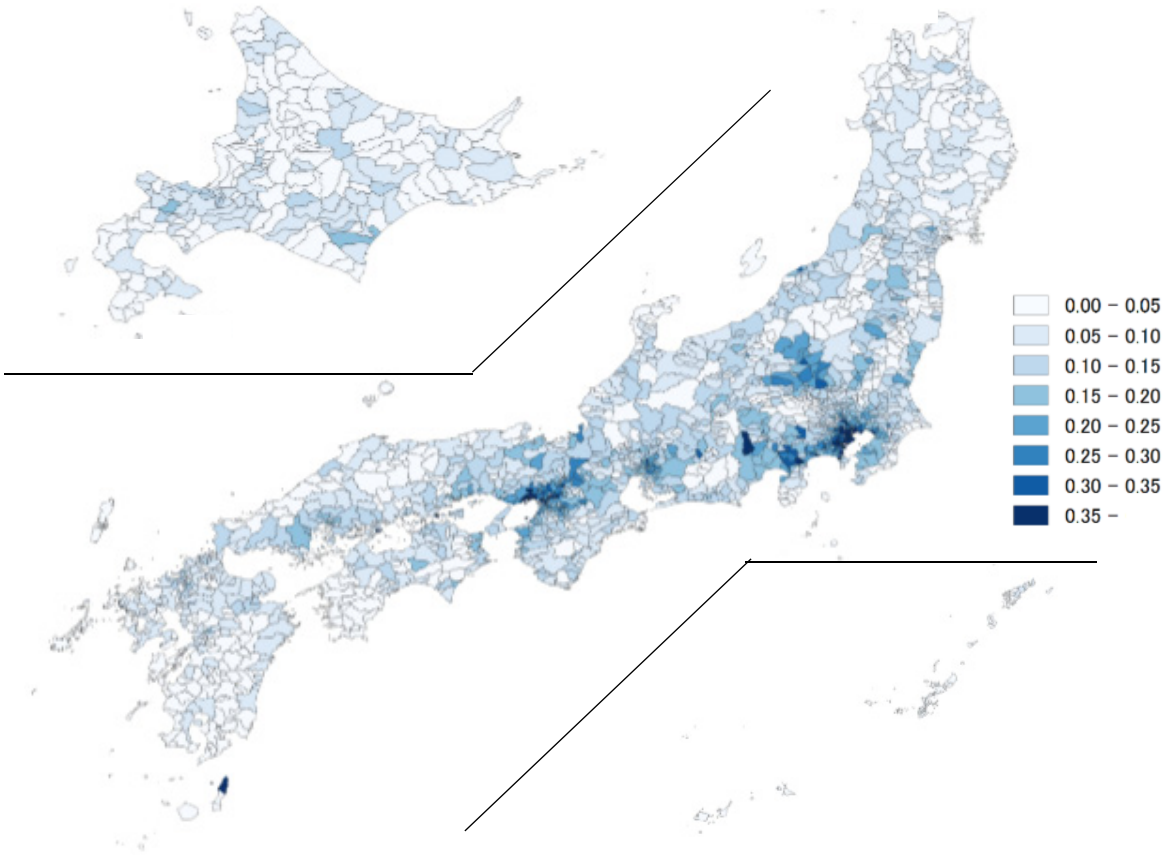

図-5 ETC サンプル率（発生交通量，小型車）

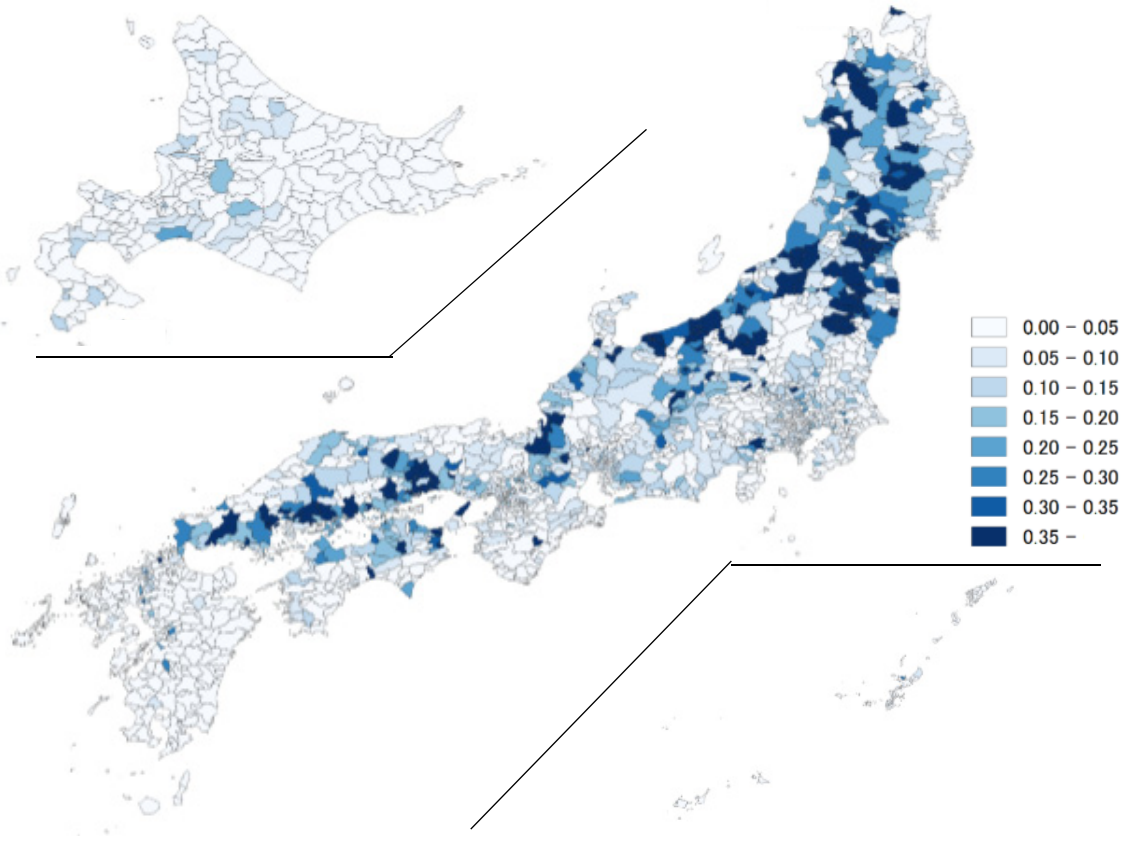

図-6 ETC サンプル率（発生交通量，大型車）

回帰直線の傾きは約 0.07 となった．つまり，ETC2.0 のセットアップ率が 1 ポイント上昇してもサンプル率は約 0.07 ポイントしか上昇しないことを示している．この結果は，すべての自動車が ETC2.0 を設置したとしても，トリップのサンプル率は 7%程度にしかならず，残りのデータは取りこぼしてしまうことを示唆している．

(4) 市町村別 ETC2.0 サンプル率

各市区町村別の ETC2.0 サンプル率を算出する．各市区町村のサンプル率については発生交通量についてのみ分析を行う．**図-5**，**図-6** で発生交通量の ETC2.0 サンプル率を車種別に示している．小型車の結果を見ると，サンプル率は 2 節の地方別発生交通量と同様に三大都市圏において他よりも大きいことが確認できる．このほか，一部地域でサンプル率が高くなっている場合がある．原因については明確でないが，この地域を訪れる車両が多いことや高速道路の SA・PA や道の駅などで長時間滞在することでトリップが区切られ，発生交通量が多くなっていることが一つの原因として考えられる．

これに対し，大型車も 2 節で得られた結果と同様に，東北・北陸・中国地方でサンプル率が高くなっている．明確な原因は不明である．

(5) ETC2.0 サンプル率と所得

前節までの分析結果から，小型車に関しては三大都市圏のような大都市において ETC2.0 サンプル率が高くなる傾向が見受けられた．ETC2.0 車載器を搭載するのには費用を要することを考慮すると，市区町村ごとの発生交通量は，その市区町村の所得レベルと相関があることが想定される．所得レベルを示す指標として 2 章で説明をした，納税義務者 1 人あたり課税対象所得額を用いる．**図-7** で納税義務者 1 人あたり課税対象所得額と発生交通量に対する ETC2.0 サンプル率の関係を，**図-8** で納税義務者 1 人あたり課税対象所得額の昇順と発生交通量に対する ETC2.0 サンプル率の関係を示している．

結果から，平均課税所得が低くてもサンプル率が高い市町村がいくつか存在するものの，所得が上昇するにつれて ETC2.0 のサンプル率も上昇するという傾向があることが明らかとなった．

(6) 東京都・大阪府からの OD 交通量サンプル率

図-9 で東京都起点の，**図-10** で大阪府起点の OD 交通量の ETC2.0 のサンプル率を示している．地図上でのピンク色は道路交通量あるいは ETC2.0 の OD 交通量が 0 であった市町村を示している．起点から各市町村を終点とするトリップの交通量を ETC2.0 のサンプル率で色分けしている．どちらのケースでも起点周辺への交通量ではサンプル率が比較的低いということが確認できる．対照的に，起点から少し離れた地方への交通量はサンプル率が比較的高くなっている．また，起点から長距離の地点への交通量についてはどちらかの交通量データが 0 であるためにでサンプル率が取れていない場合が多いが，取れている場合にはサンプル率が高くなっていることが確認できた．

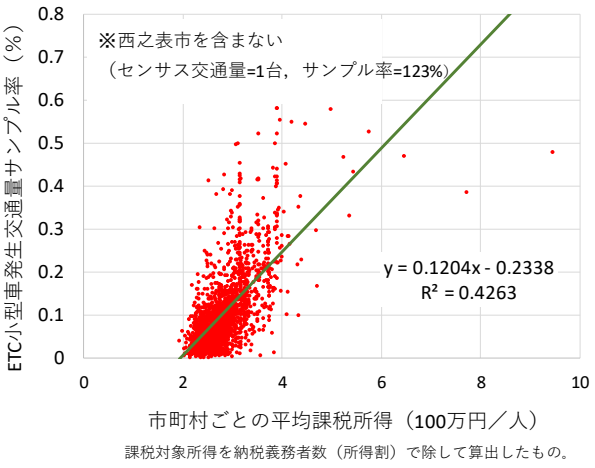

図-7 納税義務者 1 人あたり課税対象所得額と発生交通量に対する ETC サンプル率の相関

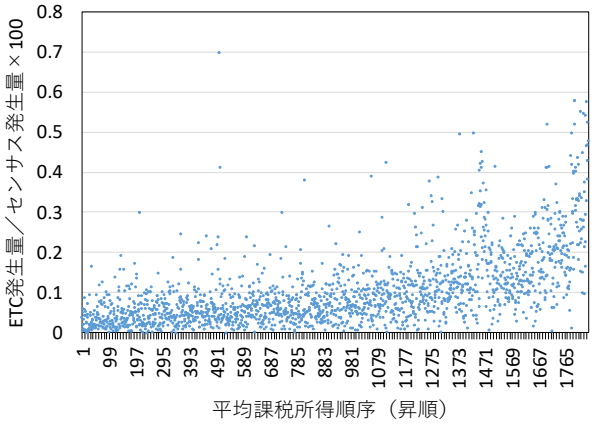

図-8 納税義務者 1 人あたり課税対象所得額の昇順と発生交通量に対する ETC サンプル率の相関

この原因の 1 つとして，ITS スポットの設置箇所が**図-1** に示したように高速道路上に偏っていることが挙げられる．ETC2.0 車載器などに蓄積されたデータは ITS スポットを通過しなければ取得できない．蓄積されるデータの容量にも上限がある．つまり，高速道路にほとんど，あるいは全く乗らない車両のデータを取得できていない可能性がある．ゆえに，高速道路を使うことがあまりない短距離のトリップのサンプル率が低くなり，高速道路を使う可能性が高い少し離れた地方へのトリップのサンプル率が高くなっていると考えられる．

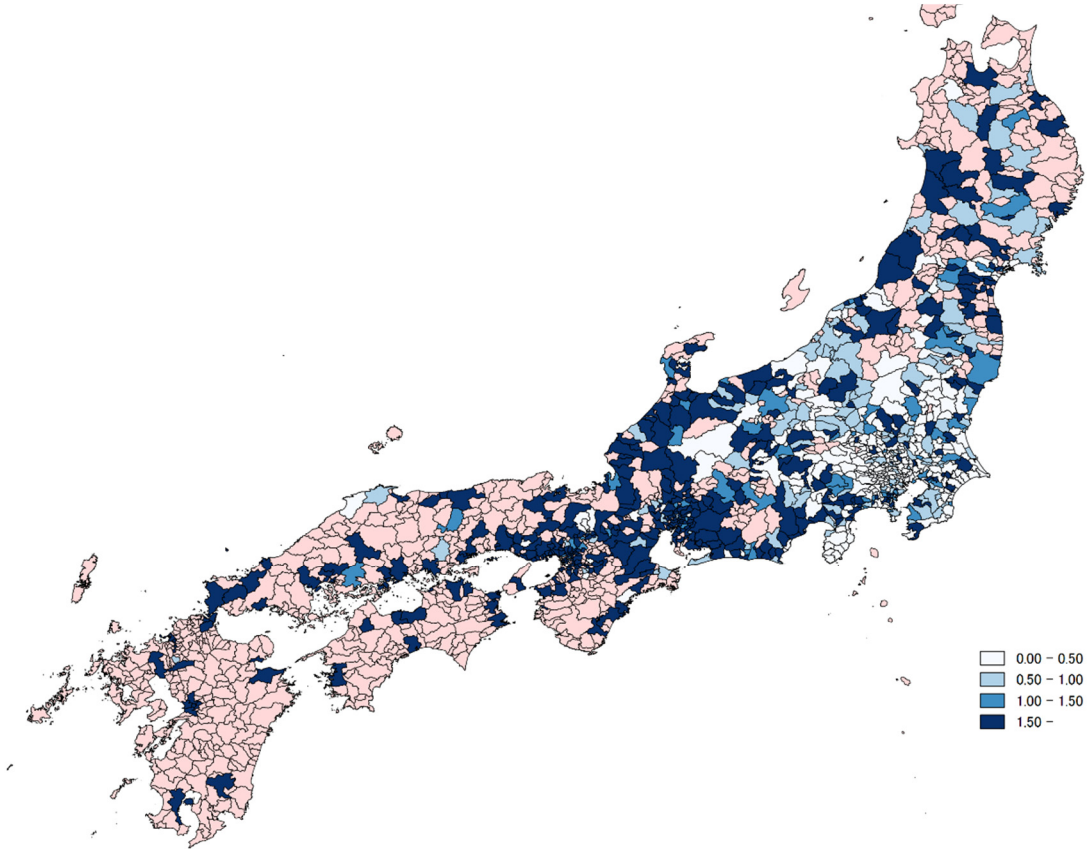

図-9　東京都起点の OD 交通量サンプル率（小型車）

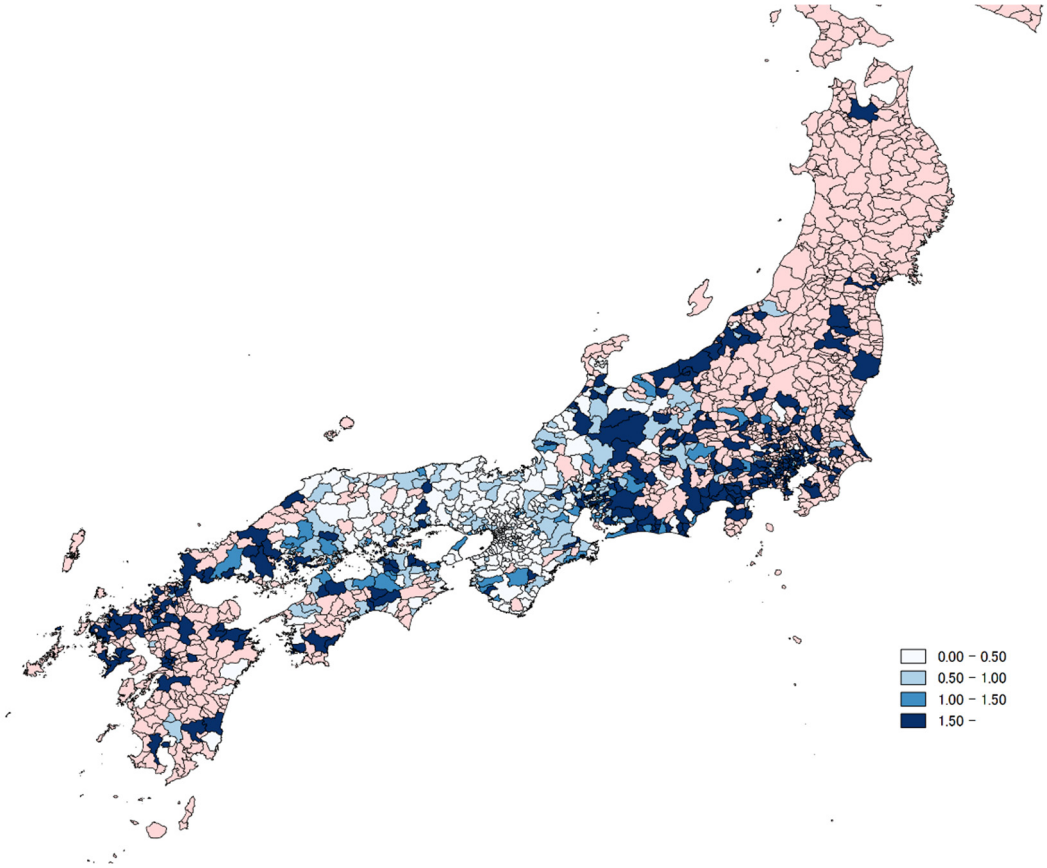

図-10　大阪府起点の OD 交通量サンプル率（小型車）

表-5 ETC2.0 地方間 OD のサンプル率（小型車，パーセント）

	北海道	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	0.07	0.59	2.08		1.99	2.41				
東北	0.42	0.07	0.58	0.42	0.55	0.59	0.44	9.20	2.78	
関東	1.23	0.52	0.20	1.00	0.93	2.06	1.55	13.53	10.68	
北陸	3.79	0.33	0.92	0.09	0.52	0.37	0.68	2.93	0.94	
東海	2.27	0.51	0.99	0.52	0.13	0.58	1.15	2.87	5.81	
近畿		1.07	1.93	0.39	0.56	0.19	0.69	0.86	3.08	
中国		0.52	2.06	0.99	1.91	0.55	0.09	0.47	0.03	
四国		2.46	11.54	3.78	2.97	0.76	0.62	0.08	0.59	
九州		3.16	11.55	0.64	7.75	4.00	0.34	0.75	0.07	
沖縄										0.01

(7) 地方間 OD 交通量

道路交通センサスに対する ETC2.0 の地方間 OD 交通量のサンプル率を算出する．地方の定義は 2 章で示したものを用いる．**表-5** で算出した小型車の地方間 OD 交通量のサンプル率を示している．小型車については，同一地方の内々OD のサンプル率は 0.01%から高くても 0.20%と，小さい値であることが確認できる．一方，異なる地域間でのサンプル率は内々OD よりも高くなっている．これは，前節の東京都・大阪府からの交通量サンプル率の結果と一致する．特に関東四国間や関東九州間では 10%を超える値となっている．ETC2.0 はセンサスよりも緒距離のトリップを取りやすいという可能性が考えられる．原因については前節と同様に，高速道路上のデータが取得されやすいからであると考えられる．

(8) 名古屋・松山のリンクごとのサンプル率

市街地の ETC2.0 交通量サンプル率の分布について特徴を確認するため，小型車データについて可視化を行った．名古屋市と松山市の中心部周辺を例とした．**図-11** で名古屋市を，**図-12** で松山市を示している．各リンクについてサンプル率で色分けを行っている．

図-11 と**図-12** の結果は，いずれの都市でも，高速道路周辺でのサンプル率が高い一方で，高速道路から遠いとサンプル率が下がる傾向があることを示している．名古屋市とその周辺では名古屋高速や名古屋第二環状道といった都市高速ネットワークが発達しており，都心部まで高速道路が入り込んでいる．そのため，都心部で ETC2.0 のサンプル率が高くなっている．しかし，名古屋駅から南西方面では，サンプル率がやや低くなっている．この地域は名古屋第二環状道が未供用で高速道路が通っていないことに注意したい．

松山市でも高速道路が市街地からやや離れた場所を通っている．南東部の高速道路においてサンプル率が高くなっているのが確認できる．続いて，サンプル率が高いのが国道 11 号線や国道 33 号線である．いずれも都市間交通を担う道路である．一方，都市内輸送を担うその他の道路についてはサンプル率が低くなる傾向がある．

(9) 旅行時間の比較

トリップの旅行時間分布について分析を行う．この分析では平日の小型車のトリップかつ同一日内で完結するトリップだけに限定している．**図-13** でそれぞれのデータに基づく旅行時間の分布を示している．横軸は旅行時間であり，目盛りの値 *N* は，*N* 時間から，*N+1* 時間未満の旅行時間を表している．縦軸は累積割合であり，目盛りが対数となっている．**図-14** は**図-13** を累積分布に書き換えたものである．

図-13 と**図-14** で ETC2.0 をセンサスと比較すると，ETC2.0 は旅行時間の長いトリップの取得率が高く，旅行時間がおよそ 1 時間未満の短いトリップの取得率が低いということが明らかとなった．しかし，**図-14** 上で旅行時間が 0 時間，つまり 0 秒から 14 分 59 秒についてはETC2.0 の方がトリップの取得率が高くなっている．この結果を詳細に分析するために，に**図-15** で旅行時間が 15 分以下のトリップについての累積分布を示している．横軸は旅行時間を表しており，0 分は 0 秒～59 秒，1 分は 60 秒から 119 秒を意味している．結果から ETC2.0 では旅行時間 0 分のトリップがおよそ 5%存在することが確認できる．さらに細かく分析すると旅行時間 0 秒のトリップが約 2.5%存在することが明らかとなった．実際に 0 秒のトリップが存在することは考えられない．この原因の 1 つとして，ETC2.0 ではエンジンが ON・OFF された場合に前後約 500m のデータが削除するという処理が考えられる．例えば 1 ㎞強のトリップでは，ある 1 つのデータを残して他のデータが削除される場合がある．その場合，残った 1 点がトリップの起終点となり，旅行時間が 0 秒となることが考えられる．

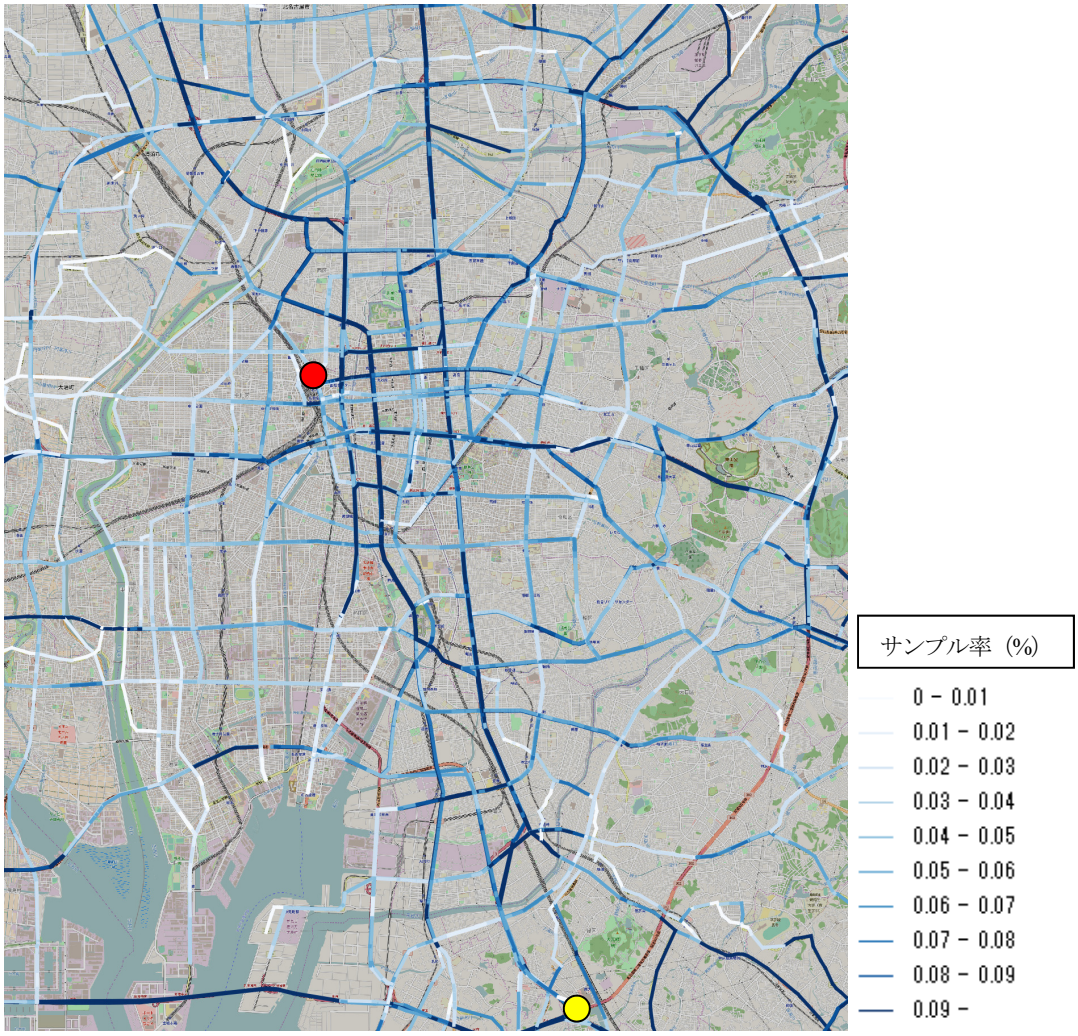

図-11　名古屋市中心部周辺における ETC2.0 サンプル率（小型車）
赤点は JR 名古屋駅，黄点は伊勢湾岸道名古屋南 IC を示している．

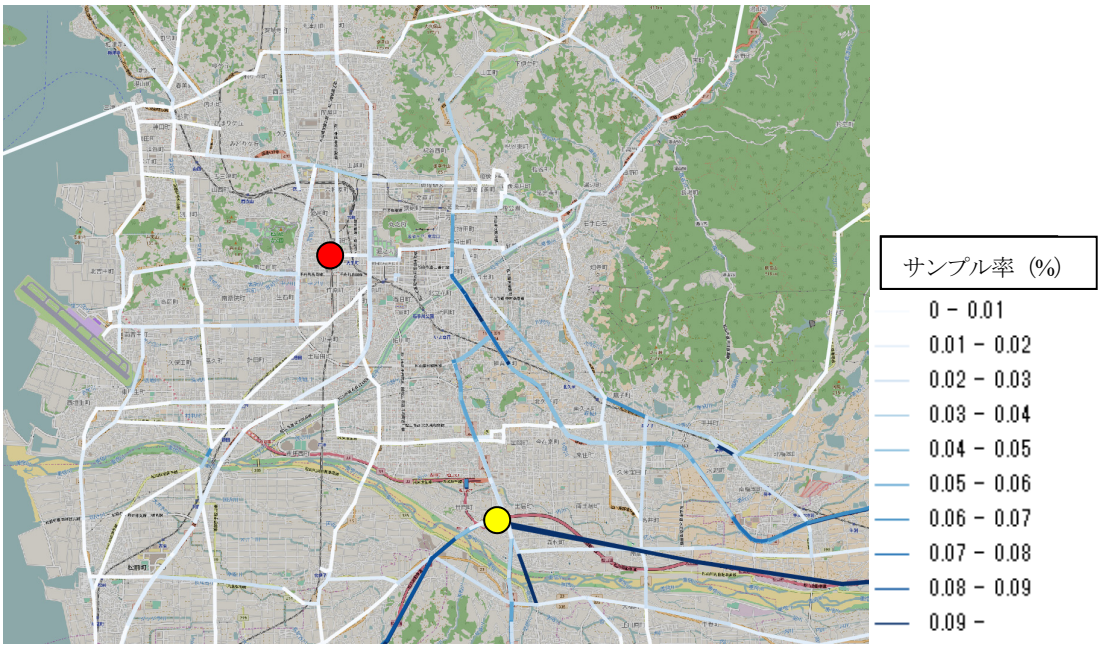

図-12　松山市中心部周辺における ETC2.0 サンプル率（小型車）
赤点は JR 松山駅，黄点は松山道松山 IC を示している．

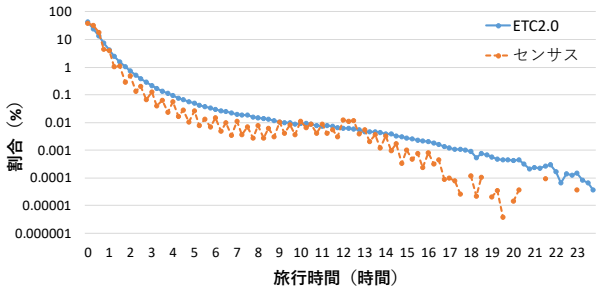

図-13　旅行時間の分布

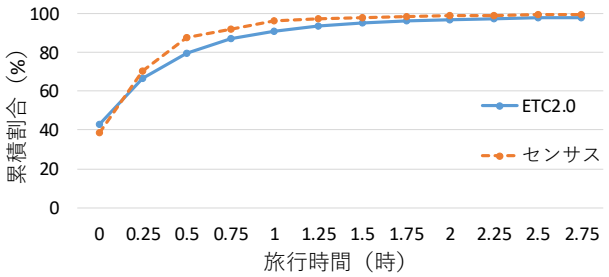

図-14　旅行時間の分布（3 時間未満）

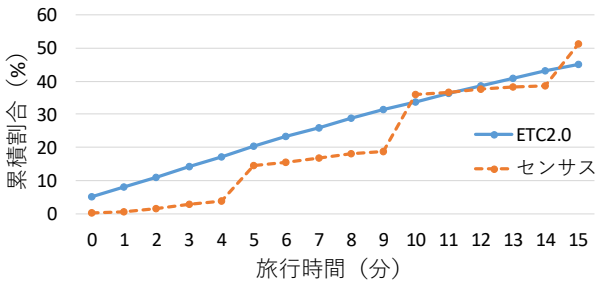

図-15　旅行時間の分布（15 分以下）

(10)　高速利用率の比較

2 つのデータでの高速利用率について比較を行っている．まず，**表-6** ですべてのトリップ数に対する高速道路を利用したトリップの割合を算出している．ただし，道路交通センサスのデータには高速道路を利用したか不明なデータが 0.5%存在したため，**表-6** のセンサスの部分を足し合わせても 100%にはならない．

次に，高速を利用する経路と一般道のみを通る経路の両方が考えられるトリップについて高速利用率の比較を行った．そのようなトリップとして，ベッドタウンのような郊外都市と県庁所在地が存在するような中心都市間のトリップを設定している．また，例えば大阪市内でも，旭区と住之江区間のトリップは一定の距離があり，かつ，高速道路も整備されているため，上で述べた条件に当てはまると考えられる．そのため，中心都市間のトリップについても含めている．郊外都市と中心都市の設定は東京大学空間情報科学研究センターの都市圏ホームページ[19]を参照している．ここでは，まず都市雇用圏というものを定義している．都市圏は中心都市と郊外都市で構成されており，中心都市は DID 人口によって設定される．DID 人口が 1 万人以上の市町村が中心都市となり，中心都市への通勤率が 10%以上の市町村を郊外都市とする．今回は，札幌・仙台・東京・新潟・名古屋・大阪・広島・福岡の 8 つの都市圏で分析を行った．その中で，郊外都市および中心都市から中心都市へのトリップの結果を**図-16** で示している．どの都市圏においても ETC2.0 での高速利用率が非常に高いことが明らかとなった．この原因としては，ITS スポットのほとんどが高速道路上に設置されていることが一因であると考えられる．高速道路の利用率に顕著な差が表れたと推測できる．

表-6　すべてのトリップに対する高速利用率

	ETC2.0	センサス
利用	27.5%	4.2%
利用なし	72.5%	95.3%

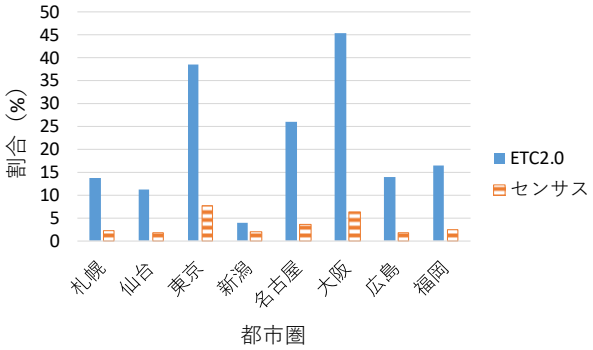

図-16　中心都市へのトリップの高速利用率

4．結論

ここまでの分析から ETC2.0 の様々な特徴について把握することができた．3 章 2,4 節で ETC2.0 の小型車のサンプル率については三大都市圏で大きくなり，地方で小さくなるといった特徴を確認した．3 章 3,5 節で，この結果にはそれぞれの地域での所得の多寡と ETC2.0 のセットアップ率，セットアップ率と ETC2.0 のサンプル率がある程度の相関関係にあることが影響している可能性も明らかにすることができた．ただし，地方の都市において何らかの理由でサンプル率が高くなっている場合も存在した．一方，大型車については特性が明確にはできなかった．大型車の交通量は特に景気の影響を受けやすく，東日本大震災の復興事業の影響も受けていることが予想される．このことはセンサスと ETC2.0 のデータの統計年のずれが影響を与えた可能性もある．

ITS スポットの設置場所が高速道路に偏っていること

が，高速道路を利用するトリップの割合が ETC2.0 で大幅に高いことや高速道路で ETC2.0 のサンプル率が高いことの理由と考えられる．これは，3 章の 6,7,8,10 節のように，高速道路において ETC2.0 のサンプル率が高くなるといった特徴や，高速道路を利用する可能性の高い少し離れた地域へのトリップでの ETC2.0 のサンプル率が高いといった特徴を説明する根拠となりうる．

3 章 9 節では，ETC2.0 のデータには旅行時間が 0 秒のトリップが約 2%存在しており，発着地秘匿のためのデータ削除が，旅行時間の分析などに影響を与えていることを示唆した．

以上のような ETC2.0 データの特性を本研究で把握することができた．ETC2.0 の特徴は ETC2.0 の問題点ともなる．問題の解消方法として，例えば，ITS スポットを一般道にも多数設置することで高速道路以外の道路でも ETC2.0 サンプル率を上昇させることができるであろう．ただし，費用などの制約もあり，容易に実施することはできない．現状のデータから取得されていないトリップによる集計量を推定して補完する方法論が開発できれば，それに越したことはない．

本研究では，平成 22 年度の道路交通センサスデータを使用したが，平成 27 年度のデータが使用可能になれば再び分析を行い，ETC2.0 の更なる特徴を把握することを今後の課題としたい．

謝辞：本研究は国土交通省の平成 28 年度「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」における研究テーマ「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」（代表：井料隆雅）において実施された．

参考文献

1) 内田佳希：都心部における道路プローブの適用に関する課題と解決法に関する一考察，新技術・新工法部門 No.11，2015.
2) 平井章一，Jian XING，甲斐慎一朗，堀口良太，宇野伸宏：ETC2.0 プローブデータを活用した都市間高速道路における休憩行動分析，第 36 回交通工学研究発表会論文集，pp.131-137，2016.
3) 橋本浩良，水木智英，高宮進：プローブデータを利用したボトルネック交差点とその影響範囲の特定方法，土木学会論文集 D3，Vol.70，No.5，I_1159-I_1166，2014.
4) 菊地春海，岡田朝男，水野裕彰，絹田裕一，中村俊之，萩原剛，牧村和彦：道路交通安全対策事業における急減速挙動データの活用可能性に関する研究，土木学会論文集 D3，Vol.68，No.5，I_1193-I_1204，2012.
5) 清水和弘，岡村敏之，中村文彦，王鋭：生活道路における街路特性や沿道特性が走行速度に及ぼす影響に関する研究，土木学会論文集 D3，Vol.68，No.5，I_1237I_1242，2012.
6) 関谷浩孝，諸田恵士，高宮進：プローブ旅行時間データの取得状況と旅行時間信頼性指標値の信頼度との関係，土木学会論文集 D3，Vol.70，No.5，I_559-I_568，2014.
7) 横田孝義：貨物車のプローブデータ処理による都市高速道路の利用有無と旅行速度の異方性の評価，土木学会論文集 D3，Vol.68，No.5，I_649-I_657，2012.
8) 玉川大，横田孝義，前川和彦，河本一郎：プローブデータおよび ETC データを活用した都市内定期集配送車両の行動特性に関する分析，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.5，I_715-I_726，2011.
9) 門間俊幸，橋本浩良，上坂克巳，酒井大輔，丹下真啓：プローブデータを用いた震災直後の都内の道路サービス状況の分析，土木計画学会研究発表会・講演集，Vol.44，2011.
10) 清田裕太郎，岩倉成志，野中康弘：東日本大震災時の都区内道路のグリッドロック現象に関する基礎的考察，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.46，CD-ROM，2012.
11) Yiheng Feng，John Hourdos，Gray A. Davis:Probe Vehicle Based Real-Time Traffic Monitoring on Urban Roadways，Transportation Research Part C，Emerging Technologies，Vol.40，pp.160-178，2014.
12) Yanmin Zhu et al.:A Compressive Sensing Approach to Urban Traffic Estimation with Probe Vehicles，IEEE Transactions on Mobile Computing，Vol.12，No.11，pp.2289-2302，2013.
13) 国土交通省，全国の ITS スポット設置箇所，http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot_dsrc/tenkai.html
14) 国土交通省関東地方整備局 http://www.ktr.mlit.go.jp/kisha/kyoku_00000531.html
15) 国土交通省中部地方整備局 http://www.cbr.mlit.go.jp/kisya/2012/03/1539.html
16) 一般財団法人，ITS サービス高度化機構，ETC 総合情報ポータルサイト，http://www.go-etc.jp/fukyu/etc2/pdf/2015_fukyu/2015_new_etc2.pdf
17) 一般財団法人自動車検査登録情報協会，自動車保有台数，http://www.airia.or.jp/publish/statistics/number.html
18) 内閣府，市区町村別人口・経済関連データ，http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/future/keizai-jinkou_data.html
19) 東京大学空間情報科学研究センター，都市雇用圏ホームページ，http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/UEA/

（2017. 4.28 受付）

EXAMINING PROPERTIES OF NATIONWIDE PROBE-CAR DATA COMPARED WITH ROAD TRANSPORT CENSUS DATA

Yuta Koyama, Takamasa IRYO