

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

松島 敏和¹・今井 龍一²・池田 大造³・中川 圭正⁴

¹正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 計画系部門 (〒533-0033 大阪市東淀川区東中島4-11-10)
E-mail: matsushima_t@cfk.co.jp

²正会員 東京都市大学 工学部 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)
E-mail: imair@tcu.ac.jp

³非会員 株式会社NTTドコモ 先進技術研究所 (〒239-8536 神奈川県横須賀市光の丘3-6)
E-mail: ikedad@nttdocomo.com

⁴非会員 国土交通省 近畿地方整備局 道路部 (〒540-8586 大阪市中央区大手前1-5-44 大阪合同庁舎第1号館)
E-mail: nakagawa-y86td@mlit.go.jp

戦略的・効果的に道路交通政策を推進するには、道路交通状況の常時モニタリングが重要になる。ETC2.0プローブ情報は、自動車交通の「質」に関する情報量が充実していることから、これまでは困難であった道路交通状況の詳細把握、道路交通施策への展開が期待されている。一方、人口流動統計は、携帯電話基地局の運用データに基づく人々の移動実態を示す統計データであり、都市交通分野への利活用が期待されている。先行研究では、これら24時間365日取得可能な常時観測データに着目し、道路交通流動の総量把握による広域的道路交通状況モニタリング手法の構想を提案している。本稿は、その全体構想の一部として、人口流動統計に由来する自動車OD生成を試行し、提案手法の可能性と課題を議論する。

Key Words: ETC2.0 probe data, mobile spatial dynamics, Road Traffic Monitoring

1. はじめに

戦略的・効果的な道路交通政策を推進するには、マクロ・ミクロの多角的観点からの道路交通流動の実態把握、特に常時モニタリングが極めて重要である。ETC2.0プローブ情報は、その根幹を担う我が国の資産である。

国土交通省の社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会中間答申(平成27年7月30日)¹⁾の「道路をより賢く使う取組」では、円滑な走行を実現するための取組として、①科学的な分析に基づく集中的な対策によるボトルネックの解消、②ETC2.0を活用した本格的な交通需要マネジメントへの移行が示されている。

ETC2.0プローブ情報は、基本的特性の詳細把握や分析手法開発は途上であるものの、24時間365日取得可能な常時観測データであること、走行経路や地点速度など自動車交通の「質」に関する情報量が充実していることから、これまでは困難であった道路交通状況の詳細把握、道路交通施策への展開が期待されている。

一方、都市交通分野における常時観測データの蓄積も

進んできており、携帯電話基地局の運用データに基づき生成される人々の移動実態を示す人口流動統計は、都市交通分野への利活用が期待されている。既存研究(例えば、今井ら²⁾、松島ら³⁾)では、人口流動統計とパーソントリップ調査データとの比較により、人口流動統計のODの「量」の妥当性が示されている。

先行研究⁴⁾では、これら24時間365日取得可能な常時観測データに着目し、道路交通流動の総量把握による広域的道路交通状況モニタリング手法の構想を提案している(図-1)。提案手法は、ETC2.0プローブ情報を主軸として、人口流動統計、パーソントリップ調査(以下、「PT調査」という。)データ、道路交通起終点調査⁵⁾(以下、「センサスOD調査」という。)データおよび主要断面における常時観測交通量を組み合わせることで、交通流動の質(経路)と量(交通量)の両方を有するデータを生成するものである。

本稿では、その全体構想の一部として、人口流動統計に由来する自動車OD生成(図-1中②)を試行し、提案手法の可能性および課題を議論する。

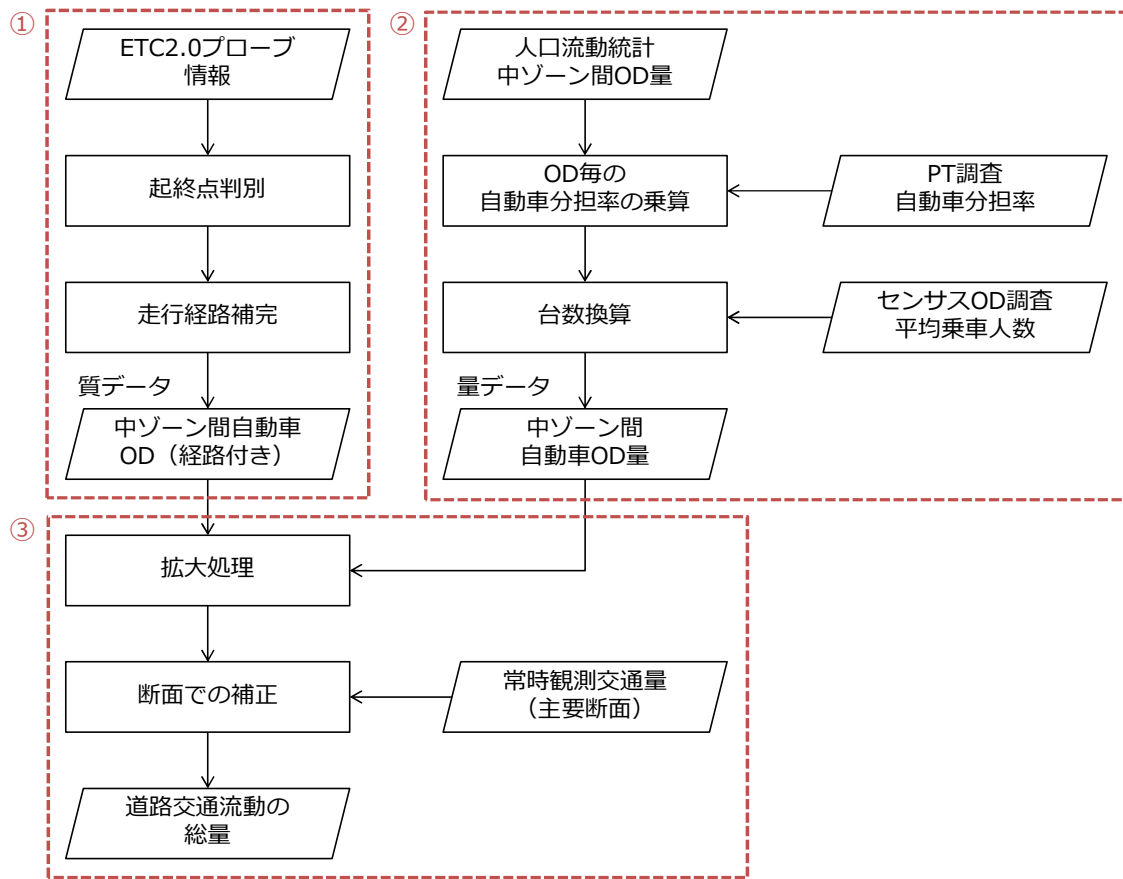


図-1 人口流動統計を活用したETC2.0プローブ情報による広域的道路交通状況モニタリング手法の全体フロー

2. 人口流動統計による自動車OD生成手法

ここでは、人口流動統計の概要を述べ、人口流動統計による自動車OD生成手法（図-1中②）を論じる。

(1) 人口流動統計の概要

a) 人口流動統計のデータ概要

人口流動統計は、1日もしくは時間帯（例：6時～9時）に発生したトリップ数（OD量：人数ベース）を推計したものである。基地局セルで信号が観測された場合、その基地局セルの中心の位置座標を参照し、次に観測された信号の位置座標と比較して移動距離を算出する。移動距離が所定の条件（例えば、1km以上）を満たした場合に移動と判定し、移動中の携帯電話の台数を拡大した上で集計することによりトリップ数が求められる。

b) 人口流動統計の生成処理

携帯電話網ではいつでもどこにいても着信できるように、基地局の電波到達範囲（セル）毎に所在する携帯電話を周期的に把握している。携帯電話が所在する基地局の位置データなどを運用データと呼び、人口流動統計はこの運用データに基づき、携帯電話利用者の個人情報およびプライバシーを保護する3段階処理により生成される。

3段階処理は、運用データから統計の作成に不要な個

人識別性を除去する「非識別化処理」、エリア間を流動する人口およびトリップを推計する「集計処理」、推計された値のうち少ない人口およびトリップを除去する「秘匿処理」から構成される。

c) 人口流動統計の特長

人口流動統計では、NTTドコモの携帯電話台数と住民基本台帳人口⁶⁾との比を時間帯別に算出し、拡大係数として用いている。NTTドコモの携帯電話利用者数は約7,500万（このうち、法人名義のデータなどを除いて推計が行われる）と多いことから、他の統計データと比較して拡大係数が小さく、人々の動きの全体像を高い精度で把握できることが特長である。さらに、継続的に24時間365日のデータ作成が可能であり、調査圏域外の居住者も調査対象にできるため、従来の統計調査では捉えられていない移動実態を明らかにすることが期待される。表-1は、人口流動統計の特徴をETC2.0プローブ情報の特徴と併せて示している。

(2) 自動車OD生成手法

自動車OD生成手法は、人口流動統計（PT調査のゾーン体系に対応させたOD量）をインプットデータとして、以下のような手順を提案する。

a) 自動車 OD 量 (人ベース) の把握

PT調査によるOD別の自動車分担率を人口流動統計に乗じることで、人ベース自動車OD量を算出する。

PT調査の分担率はPT調査では捕捉できない営業車両等の自動車が含まれていないため、実際に走行する自動車の分担率よりも低い傾向がある⁷⁾。人口流動統計に対してPT調査の分担率を乗じた自動車OD量は、センサスOD調査の自動車OD量に対して過少になる傾向があることから、補正が必要であると考えられる。補正の方法としては、PT調査では対象外としている営業車両等を加味して自動車分担率に一律の値 (たとえば、10%など) を加えた換算係数を用いることが考えられる。

b) 自動車 OD 量 (台ベース) の把握

人ベースの自動車OD量に平均乗車人数 (センサスOD調査に基づく) を乗じることで、台数を換算する。大型車を考慮する場合、OD別の大型車割合および平均乗車人数により、車種を区別して把握することが技術的に可能である。

表-1 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	NIT ドコモの携帯電話 約 7,500 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

3. 人口流動統計による自動車 OD 生成の試行

(1) 自動車OD生成の試行

前述の自動車OD生成手法を近畿2府4県を対象に下記のデータを用いて試行する。また、今回の試行に用いたゾーン体系は、第5回近畿圏パーソントリップ調査⁸⁾ (以下「近畿PT」という。)の中ゾーンである。なお、中ゾーンレベルの人口流動統計のOD量 (全手段) と近畿PTのOD量 (全手段) の整合性は極めて高いことは、既往研究⁹⁾で示されている。近畿PTの中ゾーンを図-2に示す。

① 人口流動統計

対象地域：近畿2府4県 (福井県は含まない)

時期：2015年10月13日 (火) ~10月15日 (木) の3日間平均

※対象者は近畿外居住者も含む

② PT 調査データ (近畿 PT)

対象地域：近畿2府4県 (福井県は含まない)

時期：2015年 (2010年秋期調査データの拡大母数を2015年の住民基本台帳データに更新したもの)

③ センサス OD データ

対象地域：近畿2府4県 (福井県は含まない)

時期：2010年秋期

※平均乗車人数は、近畿圏居住者全体の平均値 (1.37 人/台) を採用

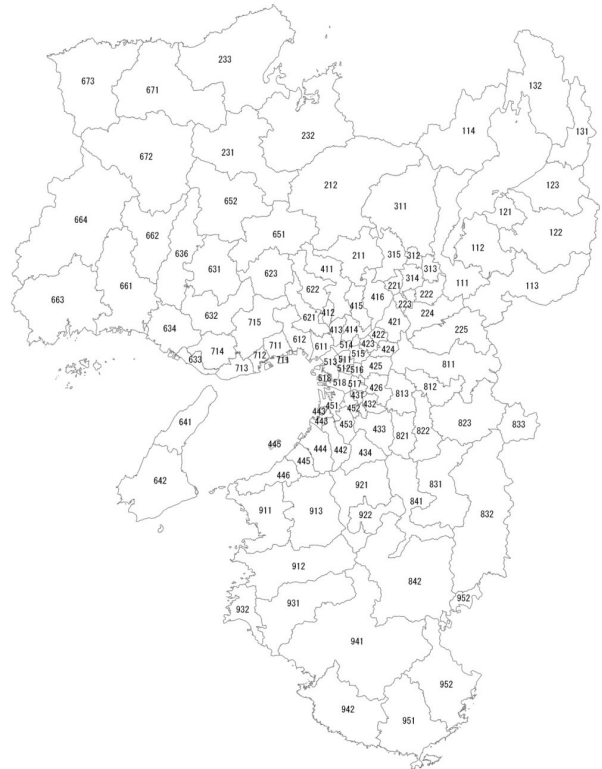


図-2 近畿PTの中ゾーン (図中の数値は中ゾーンコード)

(2) 自動車OD生成の結果とその考察

人口流動統計由来の自動車ODを作成した結果、近畿圏のOD総量は11,549 (千トリップ/日) となった。表-2に人口流動統計由来自動車ODのトリップ数ランキング、図-3に人口流動統計による中ゾーン間自動車OD量、図-4に参考として人口流動統計による中ゾーン間OD量 (全手段) を示す。これらから、OD分布の傾向として下記のようなことがいえる。

- ・ 兵庫県、滋賀県などの内々トリップが多い

- ・ 地域間流動（異なるゾーン間の流動）は郊外部で多く、人口流動統計そのもの（全手段）と比較して中心市街地への集中度合いが低い

表-2 人口流動統計由来自動車ODのトリップ数ランキング

No.	ODペア	ODペア名	トリップ数 (トリップ/日)
1	661-661	尼崎市内々	388,699
2	911-911	和歌山市・海南市内々	312,785
3	112-112	草津市・守山市他内々	276,202
4	634-634	加古川市・高砂市他内々	251,498
5	811-811	奈良市内々	228,417
6	111-111	大津市内々	159,006
7	663-663	相生市他内々	152,359
8	123-123	彦根市他内々	138,277
9	421-421	枚方市・交野市内々	128,143
10	122-122	東近江市他内々	125,800

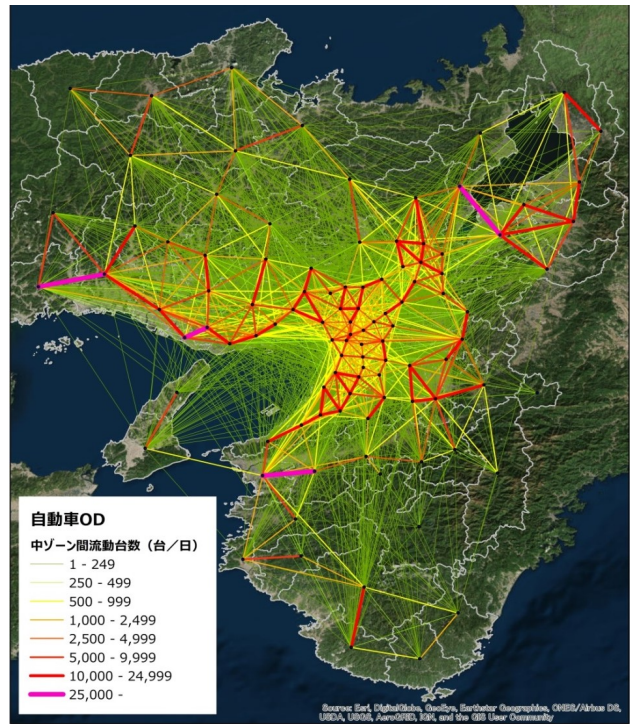


図-3 人口流動統計による中ゾーン間自動車OD量

4. 人口流動統計による自動車 OD とセンサス OD との比較検証

生成した人口流動統計による自動車ODの妥当性を確認するため、センサスODとの比較検証を実施する。営業車両等の影響度合いを把握するため、センサスODの全車種および乗用車のOD量を比較対象とする。OD量の比較に際して、センサスのゾーン体系を近畿PTの中ゾーンの体系で整理した。

表-3に自動車ODの比較検証結果を示す。人口流動統計による自動車ODの割合は、センサスOD（全車種）に対して60.6%，センサスOD（乗用車）に対して85.0%である。相関係数はそれぞれ0.974、0.978と、いずれも極めて相関が高いといえる。人口流動統計による自動車ODの、センサスOD（全車種）およびセンサスOD（乗用車）との比較検証結果の散布図を図-5、図-6に示す。

比較検証結果から、人口流動統計による自動車ODは、センサスODと比較して総量は少ないものの、ODの分布傾向は整合性が高いことがわかった。相関係数が極めて高いことから、第2章で論じたPT調査の自動車分担率の「一律」の補正の妥当性が認められる。

PT調査の自動車分担率以外の人口流動統計による自動車ODがセンサスODと比較して少ない要因として、平均乗車人数が考えられる。ここでの試行では、平均乗車人数を道路交通センサスの近畿圏居住者全体の平均値（1.37人/台）を用いたものの、人口流動統計の対象年齢15～74歳を考慮した場合はこれより低い値であると想定される。また、PT調査の分担率は代表交通手段を用いて算出されるため、自動車を含めて複数の交通手段を利用した場合に人口流動統計による自動車ODがセンサス

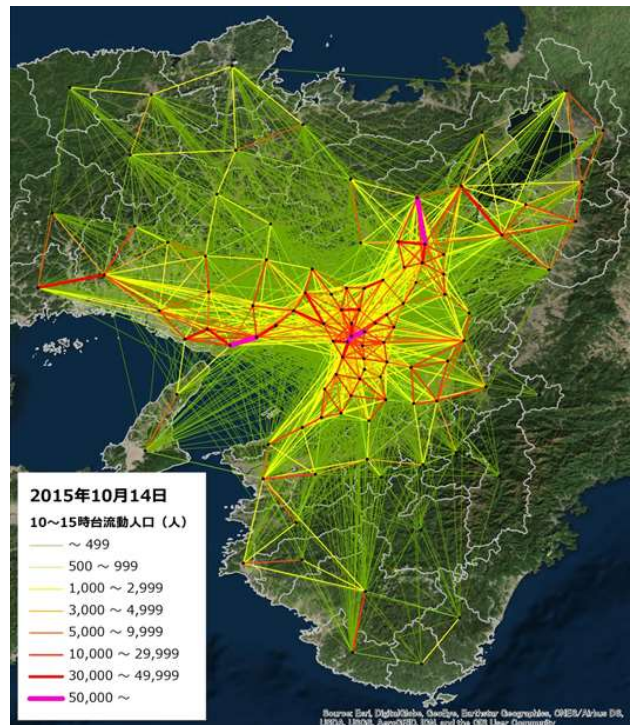


図-4 (参考) 人口流動統計の中ゾーン間OD量 (全手段)

表-3 自動車ODとセンサスODの比較検証結果

比較対象	OD総量 (トリップ/日)	総量の人口流動 統計の自動車 OD量の割合	相関係数
センサス OD (全車種)	19,050,356	60.6%	0.974
センサス OD (乗用車)	13,574,562	85.0%	0.978

ODよりも少なく推計される要因となる。

今後のキャリブレーションの方針として、①センサスOD（乗用車）に対して人口流動統計による自動車ODの整合性が高まるように「平均乗車人数を変化」させた上で、②センサスOD（全車種）に対して人口流動統計による自動車ODの整合性が高まるように「PT調査の自動車分担率を変化」させることが考えられる。なお、②では、PT調査では把握できない営業車両等を加味、端末交通手段の自動車利用を考慮、の2つの視点がある。

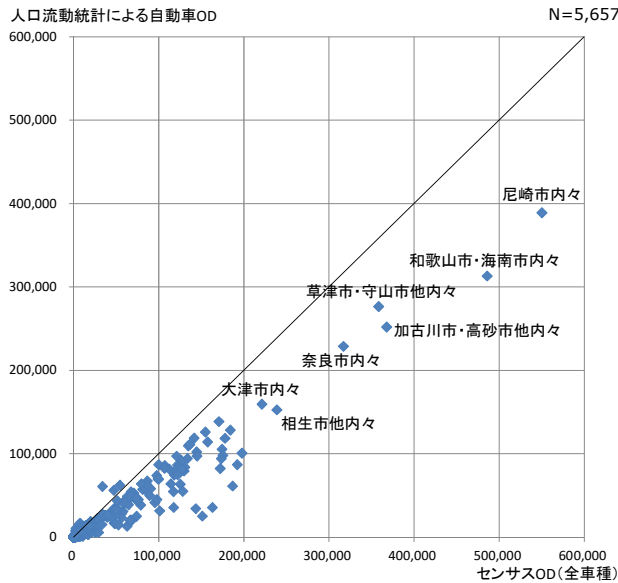


図-5 人口流動統計による自動車ODとセンサスOD（全車種）の比較検証結果

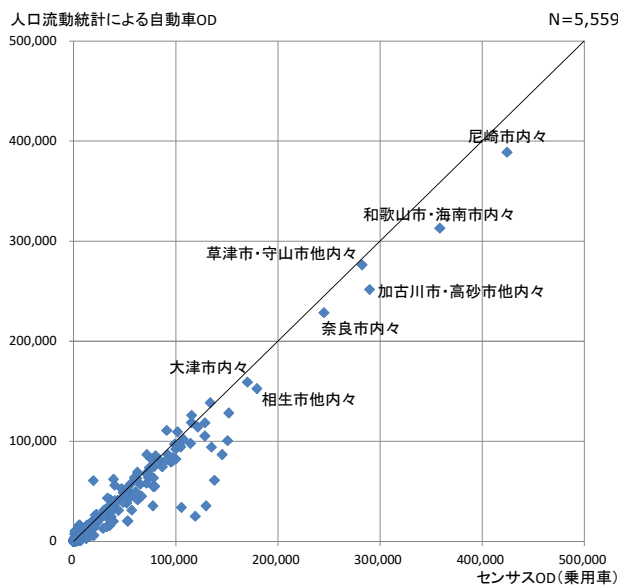


図-6 人口流動統計による自動車ODとセンサスOD（乗用車）の比較検証結果

5. おわりに

本研究は、人口流動統計を活用したETC2.0プローブ情報による広域的道路交通状況モニタリング手法の全体構想のうち、人口流動統計を用いた自動車ODの生成を試行した。

試行結果から、一定程度の妥当性が認められるOD分布が得られること、自動車の平均乗車人数とPT調査の自動車分担率の2つのパラメータを（一律に）調整することでセンサスODとの整合性の高い自動車ODが生成できることがわかった。

複数の対象日におけるキャリブレーションにより、パラメータの設定（固定）ができれば、常時観測データである人口流動統計の変動に合わせた自動車ODの変動が把握できることになる。これを拡大母数として、常時観測データのETC2.0プローブ情報を拡大することで、時々刻々と変化する交通流動の全体像をきめ細かく把握（時間的、空間的にシームレスに把握）することができる。

次の研究段階として、本稿で試行した手法の深化とともに、人口流動統計による自動車ODを用いたETC2.0プローブ情報の拡大および補正を試行し、実際の道路交通状況分析に活用することで、提案手法（人口流動統計を活用したETC2.0プローブ情報による広域的道路交通状況モニタリング手法の全体構想）の有用性を検証する。

今後もプロジェクトメンバーで一丸となり、社会実装を強く意識した研究開発を進める。

謝辞：本研究の成果は、新都市社会技術融合創造研究会⁹⁾の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の活動の一環としてとりまとめたものである。本研究の遂行にあたり、京都大学経営管理大学院の小林潔司教授、国土交通省国土技術政策総合研究所の橋本浩良氏には貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：社会資本整備審議会 道路分科会 国土幹線道路部会 中間答申「高速道路を中心とした『道路を賢く使う取組』」，2015.7.30
- 2) 今井龍一・藤岡啓太郎・新階寛恭・池田大造・永田智大・矢部努・重高浩一・橋本浩良・柴崎亮介・関本義秀：携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計の都市交通分野への適用に関する研究，第 52 回土木計画学研究発表会・講演集，pp.1010-1021，2015.
- 3) 松島敏和・池田大造・田中文彬・中矢昌希・立川太一・永田智大・福手亜弥：パーソントリップ調査の時点補正を見据えた人口流動統計と近畿圏パーソントリップ調査データの比較分析，第 54 回土木計画学研究発表会・講演集，pp255-266，2016.
- 4) 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，第 56 回土木計画学研究発表会・講演集，No.20，2017
- 5) 国土交通省：平成 27 年度道路交通起終点調査，ウェブサイト，<http://www.mlit.go.jp/road/h27road-od/index.html> (2017.7.28 閲覧)
- 6) 総務省統計局：政府統計の総合窓口 (e-Stat)，<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do>
- 7) 福手亜弥・今井龍一・池田大造・永田智大・金田穂高・重高浩一・鳥海大輔・廣川和希：携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計から算出した自動車 OD 量と道路交通センサスとの比較分析—道路交通分野へのモバイル空間統計の適用可能性—，第 53 回土木計画学研究発表会・講演集，pp.619-627，2016.
- 8) 京阪神都市圏交通計画協議会事務局：京阪神都市圏交通計画協議会，ウェブサイト，<https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/pt/> (2017.7.28 閲覧)
- 9) 新都市社会技術融合創造研究会：産・学・官の連携で都市と地域の未来をひらく新都市社会技術融合創造研究会のご案内，ウェブサイト，<http://www.kkr.mlit.go.jp/road/shintoshikenkyukai/> (2017.7.28 閲覧)
- (2018.?? 受付)

GENERATION OF CAR OD USING MOBILE SPATIAL DYNAMICS FOR
MONITORING ROAD TRAFFIC CONDITION
Toshikazu MATSUSHIMA, Ryuichi IMAI, Daizo IKEDA, Yoshimasa NAKAGAWA