

# 携帯電話網運用データに基づく人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性の研究

新階 寛恭<sup>1</sup>・池田 大造<sup>2</sup>・小木戸 渉<sup>3</sup>  
森尾 淳<sup>4</sup>・石井 良治<sup>5</sup>・今井 龍一<sup>6</sup>

<sup>1</sup>正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 都市施設研究室 (〒305-0802 茨城県つくば市立原1)  
E-mail: shingai-h86ax@nilim.go.jp

<sup>2</sup>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

<sup>3</sup>非会員 株式会社ドコモ・インサイトマーケティング (〒105-0004 東京都港区新橋2-5-5)  
E-mail: wataru.kokido.ht@dcm-im.com

<sup>4</sup>正会員 一般財団法人計量計画研究所 道路・経済社会研究室 (〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9)  
E-mail: jmorio@ibs.or.jp

<sup>5</sup>正会員 一般財団法人計量計画研究所 都市・地域計画研究室 (〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9)  
E-mail: rishii@ibs.or.jp

<sup>6</sup>正会員 東京都市大学 工学部 都市工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)  
E-mail: imair@tcu.ac.jp

近年、情報通信技術 (ICT) を用いて蓄積された交通関連ビッグデータから人の移動実態を詳細に捉え、都市交通分野に活用する動きが活発化してきている。筆者らは、交通関連ビッグデータのうち、携帯電話網の運用データを元にした人口流動統計の推計手法および同統計の都市交通計画分野への活用可能性を研究している。これまでの研究成果として、市区町村レベルの流動は比較的精度が高くトリップが捕捉されていること、一方で都心部等のマイクロレベルの流動の把握には改善の余地があることやその改善の方向性を明らかにしてきた。人口流動統計は、即時性が高く、都市圏内外の広域流動を把握できる等の特長を有しており、さらに移動目的や交通手段も把握できるようになると、都市交通分野での活用が一層加速することが期待できる。

本研究の目的は、人口流動統計の移動目的や交通手段の補完手法の検証および広域的な流動の再現性の検証とした。その結果、移動目的や交通手段の補完手法としてWEBアンケート調査の活用により、郊外部から都心部といったマクロレベルでは概ね傾向を捉えられる可能性があることを示した。一方で、広域的な流動に関しては、国勢調査や幹線旅客純流動調査との比較を通じて、都市圏周辺では市町村レベル、都市圏から離れていても県間レベルでは捕捉されていることが確認された。

**Key Words :** *urban transportation planning, mobile base station, mobile spatial dynamics, person trip survey*

## 1. はじめに

情報通信技術 (ICT) の進展により、ヒト・モノ・コトに係わる活動の結果がデータとして蓄積されており、「交通関連ビッグデータ<sup>1)</sup>」とも称されている。ここ数年、交通関連ビッグデータから人の活動や移動の実態を捉え、都市交通の各種施策検討への活用に係わる取り組みが活発化してきている<sup>2)</sup>。

筆者らは、交通関連ビッグデータのうち、携帯電話保有者約7,000万人への情報通信サービスの提供に伴う運用データ (法人名義のデータ等を除去) から、人の流動

を把握できる人口流動統計を推計する手法の研究に取り組んできた<sup>4)</sup>。人口流動統計は、24時間365日の全国の人の流動を捉えられるとともに、データ生成までの期間も比較的短い。すなわち、即時性が高く都市圏内外の広域流動を把握できる特長を有していることから、都市交通調査・分析・予測・計画手法への活用が期待される。

既存研究<sup>5)</sup>では、人口流動統計のデータ取得精度を検証し、市区町村間レベルでは比較的精度が高くトリップを捉えられていることを確認している。また、小ゾーンレベルや都心部におけるマイクロレベルでもより正確に交通実態を捉える人口流動統計の推計手法の改善の方向性

を示している。また、中矢ら<sup>6)</sup>は、人口流動統計の時間解像度に着目し、短距離トリップを除けばパーソントリップ調査（以下、「PT調査」という。）結果の移動量を概ね捉えられていることを確認している。一方、滞在時間が1時間に満たない場合には複数トリップが統合される可能性を指摘している。渋川ら<sup>7)</sup>は、PT調査では省かれる傾向のある立ち寄り交通等のトリップが人口流動統計では捕捉できている可能性を指摘している。

以上のように、様々な観点から人口流動統計の精度の検証等が進められており、都市交通調査・分析・予測・計画への人口流動統計の活用の期待度がうかがえる。一方、これらの既往研究の成果から、人口流動統計の特長を遺憾なく実用するために解決すべき重要性かつ難易度の高いふたつの課題も明らかにされている。

ひとつめは、人口流動統計の特長としてあげられている都市圏内外の広域的な流動をどこまで正確に捕捉しているかを明らかにすることである。ふたつめは、現行の人口流動統計では解明できない移動目的や交通手段の補完手法の確立である。

そのため、本研究の目的は、都市交通分野への活用を見据えて、人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性を見極めることとした。具体的には、①移動目的や交通手段の補完手法および②広域的な流動の再現性の2点を検証する。本論文の構成として、第2章にて人口流動統計の推計手法およびデータの特徴を示す。第3章にて、移動目的や交通手段の補完手法として、WEBアンケート調査に着目し、その捕捉性を検証する。第4章にて、人口流動統計と国勢調査等の既存の調査データとの比較を通じて、広域的な流動の再現性を検証する。これらの結果を元に第5章にて、人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性を整理・考察する。最後に第6章にて、前章までの結果や今後の課題を総括する。

## 2. 人口流動統計の概要とデータの特徴

### (1) 人口流動統計の概要及び推計方法

音声電話・データ通信サービスを提供する携帯電話網では、ある基地局の電波到達範囲（以下、「セル」という。）内に所在する端末の存在確認を位置登録と呼ばれる手順（以下、「位置登録」という。）により基地局側で周期的に（概ね1時間に1度）把握している。この位置登録により把握している運用データを元に、統計に不要な個人識別性を運用データから除去する「非識別化処理」、流動人口を推計する「集計処理」、推計人口のうちある一定の値以下の少数を除去する「秘匿処理」の3段階処理を経て端末保有者の個人情報およびプライバシーを保護した人口流動統計が作成される<sup>8)</sup>。

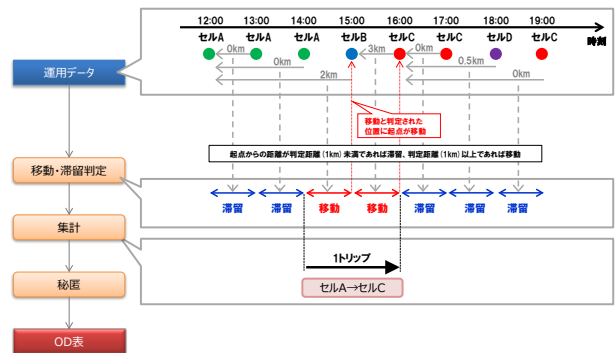


図-1 移動・滞留の判別方法

基地局と端末間で行われている位置登録はあくまで端末の定期的な存在確認のためであり、GPSを用いて取得した人の移動履歴とは用途や特性が異なることから、限られた位置登録情報から移動・滞留の判定が必要となる。

移動・滞留の判定のロジックは、次のとおりである<sup>9)</sup>。ある時点（集計対象とする期間の最初の時点）で端末から位置登録が行われた基地局のカバーするセルの図心位置を起点に設定する。その後、位置登録が行われた基地局のカバーするセル図心位置と起点との距離が一定の条件（今回は1kmとする）を満たす場合に、その一つ前に位置登録が行われた時点から今回位置登録が行われた時点までを「移動」と判定する。その際、条件を満たすこととなったセル図心位置を次の起点とする。その後も同様の判定を続け、条件を満たさなくなった場合に「滞留」と判定する。その際起点は移らないものとする（図-1）。

OD量の集計手法としては、滞留から移動へと切り替わる際のもの起点を出発地、移動から滞留へと切り替わる際の起点を到着地としてトリップを抽出する。その抽出されたトリップをゾーンやメッシュ等の集計単位に応じてOD毎に集計し推計したものをOD量とする。

### (2) 人口流動統計のデータの特徴

前述の推計手法により生成される人口流動統計のデータと、PT調査の調査項目との比較を表-1に示す。PT調査では移動目的や交通手段等の移動実態を詳細に把握できる。しかし、標本調査の抽出率が低いため、ゾーンを詳細にする場合等は信頼性の考慮が必要になる。一方、人口流動統計では高い信頼性で時間帯別、属性別に広域にわたる移動実態を捉えることができる。また、調査日や調査頻度を自由に設定できるため、継続的な移動実態の推移も把握できる。ただし、移動目的や交通手段は、工夫の余地はあるものの現時点では直接は把握できない。

本研究では、これまで焦点があてられてこなかった①移動目的や交通手段の補完手法、②人口流動統計の強みである広域的な移動実態の捕捉性の検証に焦点をあてる。

表-1 人口流動統計とPT調査の比較

項目	人口流動統計	PT調査
調査対象	(株)NTT ドコモの携帯電話所有者 (法人名義除く)	都市圏内居住者 (標本として数%を抽出)
調査日	限定なし(365日いつでも)	特定の1日
調査頻度	毎日可能	概ね10年に1度
調査地域	日本全国	都市圏
属性	性別・年齢(15~79歳)・居住地	性別・年齢(5歳以上)・居住地
時間解像度	時間単位	分単位
空間解像度	電波到達範囲, 基地局密度や電波伝搬環境に依存(都市部では小ゾーン程度)	中ゾーン(最小は夜間人口約1万5千人を目安とした小ゾーン)
移動目的	現状では直接把握不能 ※	大まかな目的
移動手段	現状では直接把握不能 ※	交通手段, 経路

※推計手法等の技術開発によって把握できるようになる可能性あり

### 3. 人口流動統計への移動目的や交通手段の補完手法の検証

既往研究より, 人口流動統計は, 市区町村レベルでの流動を概ね捉えられていることが確認されている<sup>9)</sup>. この特長に加えて, 移動目的や交通手段も併せて把握できると, 都市交通施策の検討に広く活用できることが期待される. そのためには, 人口流動統計の推計手法の改良または他のデータとの組み合わせ等により, 移動目的や交通手段を補完することが有効策と考えられる.

人口流動統計が比較的短期間で生成可能な点を踏まえると, 組み合わせるデータも短期間で取得・生成可能なことが望まれる. そのため, 人口流動統計と同じように, 継続的に取得されている交通関連ビッグデータの活用が考えられる. 具体例として, 携帯電話のGPS情報を元に継続的に取得されている移動データから通勤等の特定の移動目的や, 経路や速度の情報から自動車等の特定の交通手段が推測されている. しかし, PT調査等と同程度の詳細な分類までは把握できておらず, また推測結果の信頼性も含めて実用に供するには技術的な課題が残されていることが既往研究でも指摘されている<sup>9)</sup>.

そのため, 本研究では, WEBを通じて対象者にアンケートを配布して, 移動目的や交通手段を把握し, 人口流動統計を補完することを試みる. アンケート調査のため, サンプルに制約はあるものの, PT調査と同程度に詳細な情報が取得可能である点, WEBで回答を得ることで短い期間でのデータ整備が可能である点から, 今回はこの手法を採用することとした.

### (1) 検証方法

WEBアンケート調査結果と人口流動統計を組み合わせることで移動目的別や交通手段別のOD量を生成し, PT調査データと比較する. 具体的には, WEBアンケート調査結果を人口流動統計のOD量で性別年齢別に拡大し, PT調査データの移動目的別や交通手段別のOD量と比較検証する(図-2). 比較結果を基にして, 移動目的や交通手段を把握する手法としてのWEBアンケート調査の有用性を明らかにする.

なお, 検討対象地域は, 既存研究<sup>9)</sup>と同様, 東京都市圏および熊本都市圏とした.

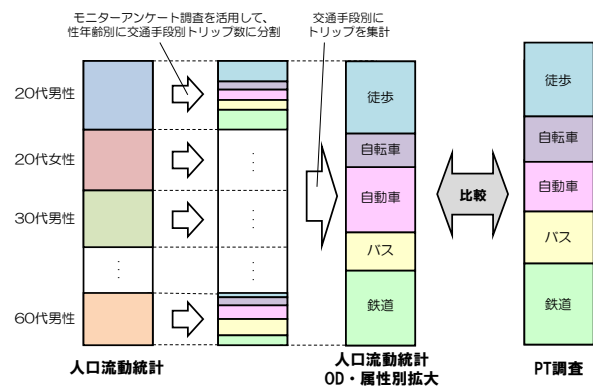


図-2 比較検証手法のイメージ

### (2) WEBアンケート調査の概要

本研究では, (株)ドコモ・インサイトマーケティングが提供する「携帯電話基地局データ(位置情報)を利用したアンケートサービス(通称: ココリサ)」を活用して, PT調査と同様の調査項目にてアンケート調査を実施し, 人の一日の交通行動を把握した(表-2).

ココリサは全国で約100万人以上の事前承諾モニターを有しており, 比較的サンプル数が確保しやすいことが利点としてあげられる. アンケート調査票は携帯電話基地局データ(位置情報)を元に対象者を決定し, スマートフォンで回答してもらう形式で実施した. WEBアンケート調査手法の活用により, 利用者の移動実績に応じて効率的に調査を実施することが可能である. 例えば, 狙いとする特定OD間を移動する人のみを対象に調査依頼をすることが可能である. 今回の調査では, 特定のODに関して一定程度のサンプル数を確保し, 人口流動統計の移動目的や交通手段の補完の可能性を検証する. まず, 東京都市圏では郊外部から都心部への流動を検証する. 具体的には, 流動量が多い「世田谷区, 杉並区」または「さいたま市, 川口市, 川崎市, 上尾市, 春日部市」から「都心5区(千代田区, 中央区, 港区, 新宿区, 渋谷区)」に向かうトリップを対象とした(図-3). また, 熊本都市圏では都心の流動を検証する. 具体的には, 熊本市中央区の内々トリップを対象とした(図-4).





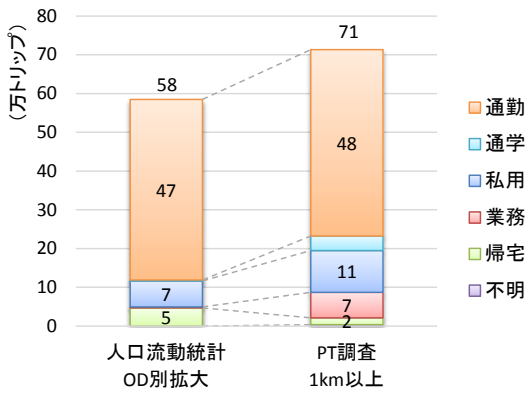


図-7 目的別トリップ数の比較 (OD別拡大, 東京都市圏)

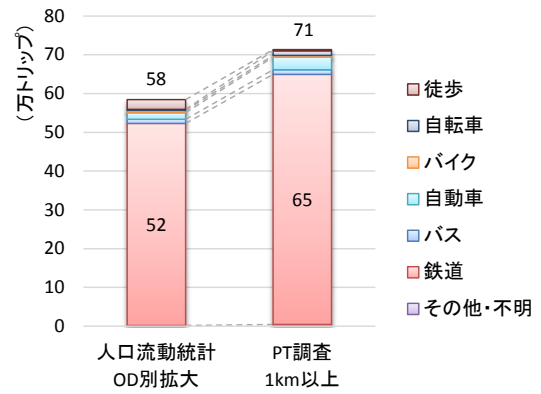


図-11 手段別トリップ数の比較 (OD別拡大, 東京都市圏)

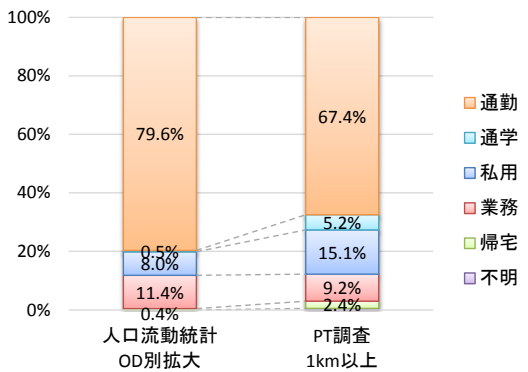


図-8 目的構成の比較 (OD別拡大, 東京都市圏)

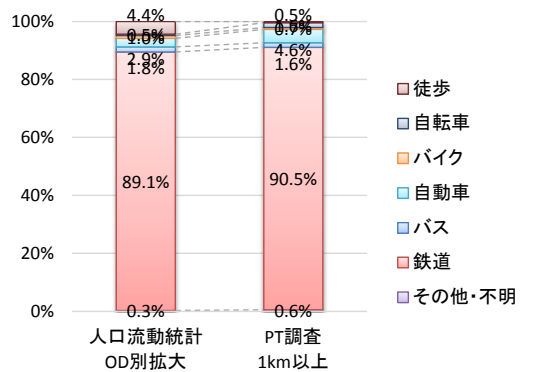


図-12 手段分担率の比較 (OD別拡大, 東京都市圏)

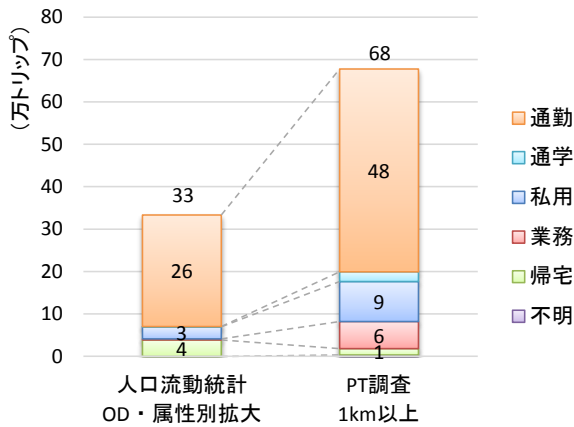


図-9 目的別トリップ数の比較 (OD・属性別拡大, 東京都市圏)

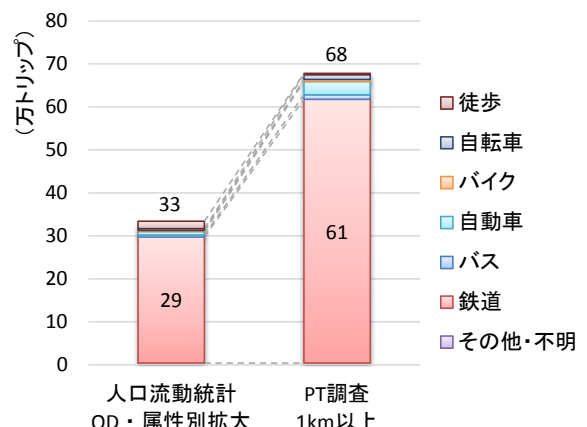


図-13 手段別トリップ数の比較 (OD・属性別拡大, 東京都市圏)

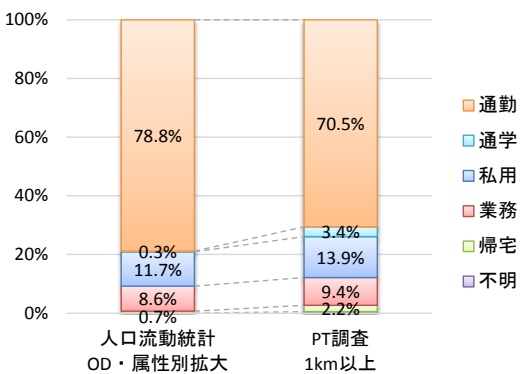


図-10 目的構成の比較 (OD・属性別拡大, 東京都市圏)

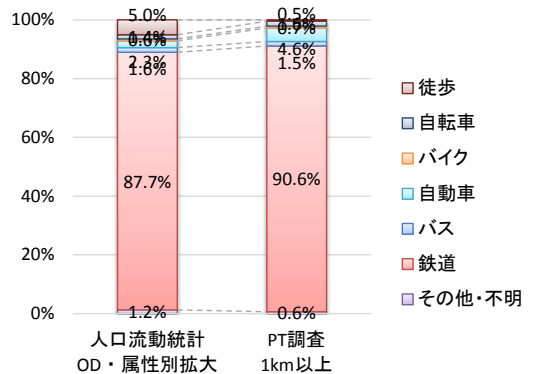


図-14 手段分担率の比較 (OD・属性別拡大, 東京都市圏)

この要因としては、OD別・性年齢別にデータを拡大する際に、WEBアンケート調査ではサンプルが取得されていないカテゴリがあり、そのカテゴリに関しては拡大後のトリップ数が0となってしまうためである。

交通手段分担率に関しても同様の傾向がみられた(図-11~図-14)。トリップ数を確保するには、調査日に幅をもたせる等、偏りなく多数のサンプルを取得するような調査手法やサンプルの偏りを補正するような拡大手法の確立が今後の課題として挙げられる。

### c) 都心部内々の動きの検証

熊本都市圏における都心部内々の動きに関しては、目的構成では概ね傾向を捉えているものの、手段分担率はやや乖離がみられる(図-15~図-16)。人口流動統計では徒歩やバス利用が多くなっている。これは、WEBアンケート調査の回答には短距離トリップが含まれているが、アンケート調査の性質上、詳細の位置が把握できず、短距離トリップを除いた比較ができないことに起因する。しかし、PT調査では短距離トリップを把握しにくい(調査票に記載されにくい)ことを考慮すると、むしろ人口流動統計の方が短距離トリップに関して実態をより把握している可能性がある。

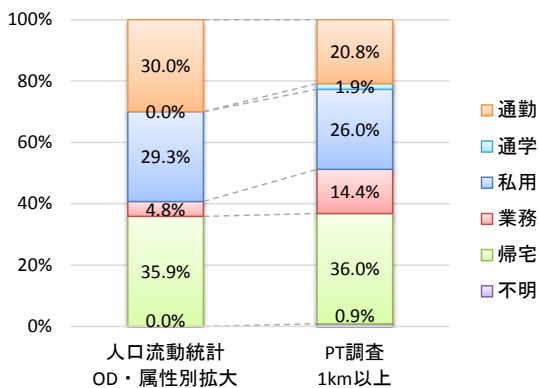


図-15 目的構成の比較 (熊本都市圏)

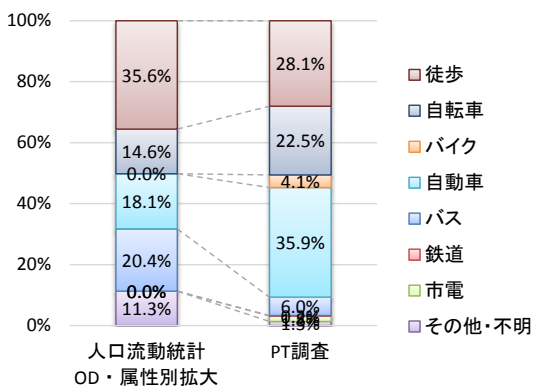


図-16 交通手段分担率の比較 (熊本都市圏)

### (4) 移動目的や交通手段の把握可能性の検討

既存研究より、市区町村間のOD量の交通流動は概ね捕捉されていることが確認されている。また今回の結果により、WEBアンケート調査を活用すると、郊外部から都心部の移動目的や交通手段の大凡の傾向を把握できる可能性があることが確認できた。ただし、取得サンプルの偏りの影響も確認できたため、偏りなく多数のサンプルを取得するような調査手法の検討やサンプルの偏りを補正するような拡大手法の検討が今後必要である。

多数のサンプルを偏りなく確保するためには、継続的に調査して対処することが考えられる。WEBアンケート調査は、WEB上で調査票を配布・回収できるので、紙の郵送調査と比較して低コストで実施できることから、継続的な調査を実施しやすい。

加えて、WEBアンケート調査には、PT調査にはない以下の強みがあることから、PT調査データの同等な代替ではなく、強みを活かした拡散的な活用も考えられる。

ひとつは、調査結果の調達が早い点が強みとしてあげられる。PT調査は、調査実施から集計して活用できるまで1年近くかかるが、WEBアンケート調査結果は調査実施から数週間程度で活用可能である。もうひとつは、安価に調査が実施可能な点である。さらに、柔軟に調査内容が設定できる点もある。検討しようとする施策目的に応じて、対象範囲や規模・回数等を自由に設定できる。特定のゾーンや特定のODペアを移動した人だけを抽出して調査を実施することも可能なため、調査規模を適切にして安価に、そして柔軟に調査を実施することが可能と考えられる。

以上のような、必要な情報を安価で早く柔軟に調達できる特長を踏まえ、これまでPT調査を行っていない地方公共団体でもPT調査並みにゾーン間の概ねの交通流動を把握することや、PT調査を行ってきた地方公共団体でも最新の動向や詳細な情報をさらに把握したい場合に活用することが考えられる。特にWEBアンケート調査は、特定のOD間を移動する少数者をクローズアップして調査できるので、例えばバス路線の検討等で交通弱者をターゲットに特定のODや移動目的の実態を安価に調査したい場合にも、有効に活用できると考えられる。

## 4. 人口流動統計における広域流動の再現性検証

本研究では、人口流動統計の広域的な流動の再現性を検証した。具体的には、熊本都市圏を対象に、対象圏外居住者を含む人口流動統計の広域的な流動に対して、既存の統計資料を用いて再現性を検証した。検証に用いた各データは表-4のとおりであり、統計資料には国勢調査、幹線旅客純流動調査および観光入込客統計を用いた。

表-4 人口流動統計と各データの特徴比較

項目	人口流動統計	国勢調査	幹線旅客純流動	観光入込客統計
時点	2015.10以降	2010.10	2010.11~12 (平休別)	毎年
時間解像度	1時間単位	日単位	日単位	年単位
性別	あり	あり	—	—
年齢	15~79歳 (5歳単位)	15歳以上 (5歳単位)	—	—
ゾーン	任意のゾーンで集計可	市区町村	生活圏 (全国 207)	最小で観光施設単位※1
移動目的	現状では直接把握不能※2	通勤・通学のみ	通勤・通学以外	観光のみ
移動手段	現状では直接把握不能※2	手段別に把握可能	手段別に把握可能	把握不能

※1ゾーンの単位は各自治体によって異なる（熊本県は地域単位）  
 ※2推計手法等の技術開発によって把握できるようになる可能性あり

(1) 国勢調査との比較検証

a) 検証方法

人口流動統計のOD量にPT調査の通勤通学割合を掛け合わせたいうで、平成22年国勢調査の通勤通学流動量と比較する。特に通勤通学での流動が多いと想定されるエリアを周辺エリア（図-17）とし、周辺エリアから都市圏内に流入してくるトリップを中心に比較する。

比較にあたっては、人口流動統計は2015年10月22日（木）の6時~10時のトリップから、居住地が都市圏外のトリップを抽出したうで、PT調査の通勤通学割合を掛け合わせた値を用いる。通勤通学割合は、第4回熊本都市圏PT調査結果から9時台の滞在者（自宅を除く）の目的構成から算出した91.3%の割合を用いる。また、国勢調査は、人口流動統計と集計対象を合わせるため、15歳以上の通勤通学者を用いる。

b) 検証結果

市町村間の通勤通学流動量は、相関係数0.970であり、概ね一致している結果となった（図-18）。周辺エリアからの集中量は、熊本市のように人口流動統計が国勢調査より過少となっている市区町村と、菊陽町や益城町のように過大になっている市区町村とがある（図-19, 20）。過少になる理由としては、国勢調査は移動日を問わない勤務先・通学先の回答結果であるため、その日にトリップしていない人も含まれていることが考えられる。また、過大になる理由としては、実際の通勤通学割合が都市圏内の平均値より低いことが考えられる。例えば、菊陽町や益城町は熊本空港があるため、通勤通学目的以外での来訪者が多いと想定される。

一方、周辺エリア以外の域外からの集中量は、すべての地区町村において、人口流動統計が国勢調査より過大

となっている。これは、都市圏から遠ざかるほど、通勤通学目的以外（業務、観光等）の来訪者が増加する（通勤通学割合は都市圏内の平均値より低くなる）ためと考えられる。

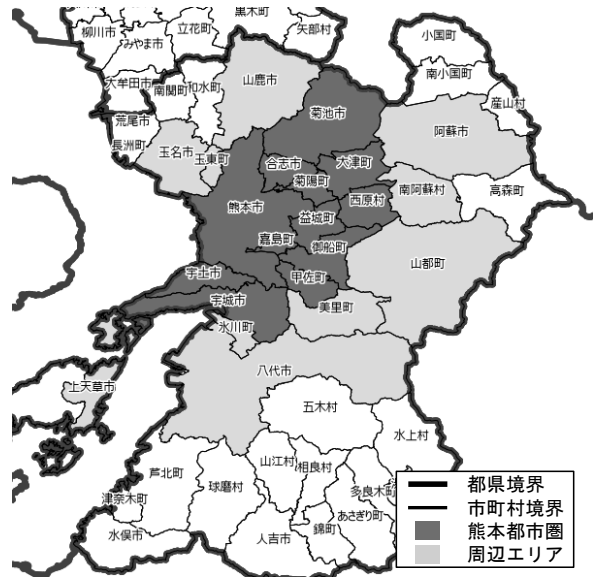


図-17 熊本都市圏の周辺エリア

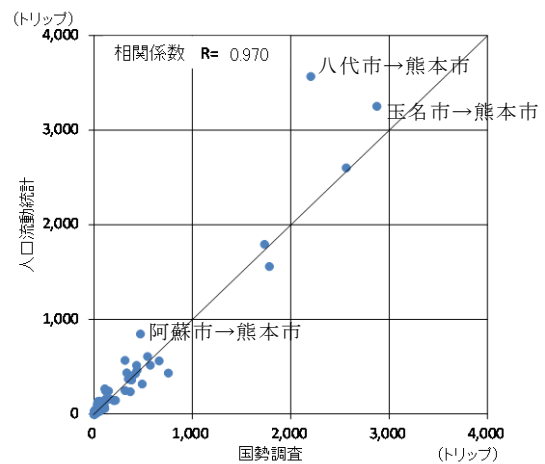


図-18 市町村間の通勤通学流動量の比較

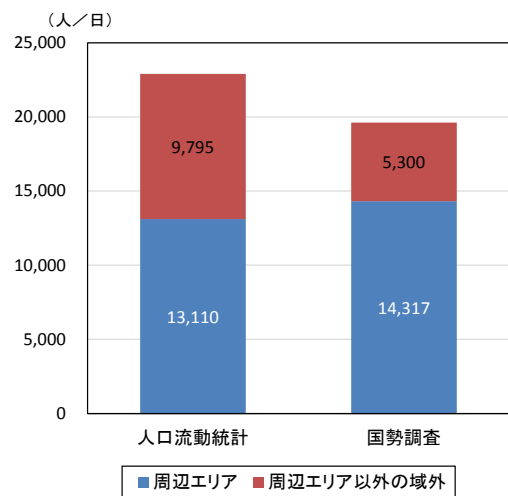


図-19 都市圏外からの集中量の比較（熊本市）



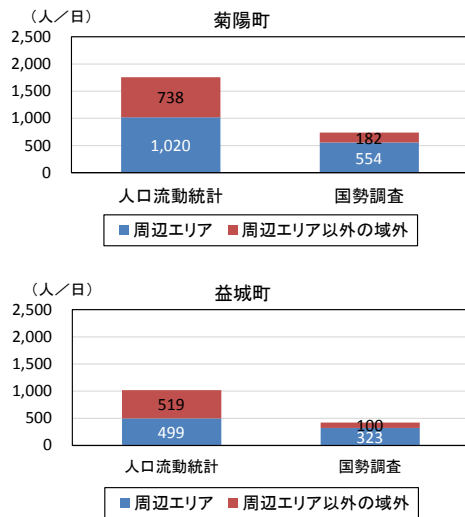


図-20 都市圏外からの集中量の比較（菊陽町，益城町）

(2) 幹線旅客純流動調査との比較検証

a) 検証方法

熊本県外から熊本県内に流入してくるトリップを対象として、県間の流動量を比較する。

比較にあたっては、人口流動統計は2015年10月22日（木）の1日のトリップから、居住地が域外のデータを抽出した値を用いる。また、幹線旅客純流動調査は、平日の「出発地⇄目的地」の全目的、全手段の値を用いる。なお、当調査では、通勤・通学トリップが捕捉できていないが、県外からの通勤・通学トリップは少数であると想定されるため、補正等はせずそのままの値を用いる。

b) 検証結果

県間流動量は、相関係数0.995であり概ね一致しているが、全体的に人口流動統計の方がやや過大になる傾向がある（図-21）。これは、全国幹線旅客純流動調査には、通勤・通学トリップが含まれていないことが影響を与えている可能性がある。

なお、人口流動統計は一日のトリップ数の集計値であり、熊本県観光統計の観光入込客数は延べ人数である（複数個所に訪れている場合には複数カウントされる）。

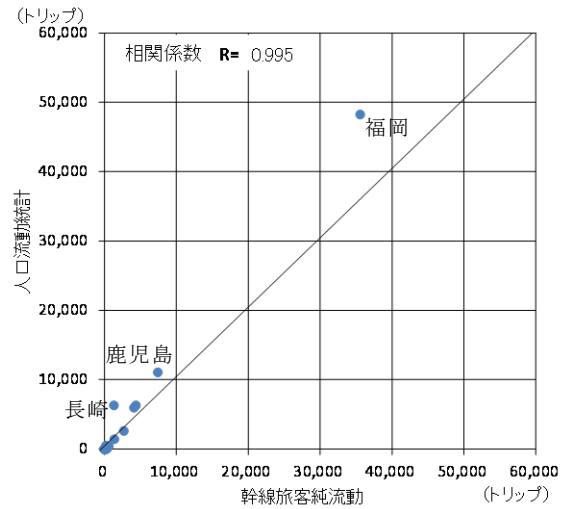


図-21 県別の流入交通量の比較

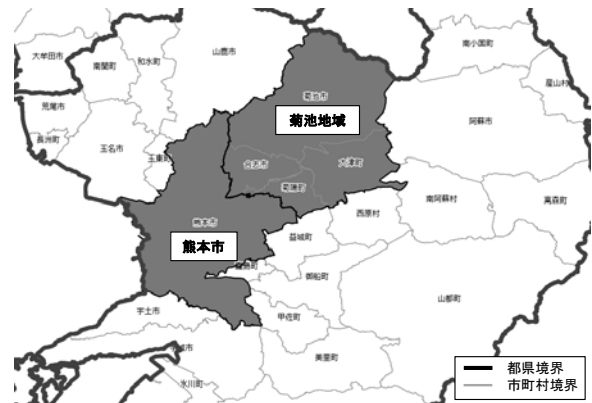


図-22 熊本県観光統計調査の地域区分

(3) 観光入込客統計との比較検証

a) 検証方法

観光入込客統計（平成26年熊本県観光統計調査）における地域区分を基本とし、「熊本市」「菊池地域」を対象に県外からの流動量を着地域別に比較する（図-22）。

比較にあたっては、人口流動統計は2015年10月20日（火）、24日（土）、25日（日）のトリップから、都市圏外からの流動データを抽出し、観光目的割合を乗じた値を用いる。観光目的割合は、第5回（2010年）全国幹線旅客純流動調査結果から熊本県外から熊本県内へのトリップを算出した値（平日24.5%、休日52.6%）を用いる。

また、熊本県観光統計調査の観光客数は年間値であるため、幹線旅客純流動の平日と休日の熊本県への観光目的のトリップ数（表-5）の平日一日あたりおよび休日一日あたりの観光入込客数を算出して用いる。

表-5 熊本県着の観光目的トリップ数

日別	幹線流動純流動 熊本着の観光目的トリップ数	日数 (平成26年)
平日	14,890	242
休日	62,744	123

b) 検証結果

熊本市の平日および土曜日の観光流動が過大となっている（図-23）。これは、人口流動統計には、熊本都市圏外ではあるが熊本県内の市町村からの移動が含まれていることが起因している。これらの地域から熊本市への移動は通勤目的が多いことが想定されるため、観光目的の移動のみを把握している観光統計の結果と比較して過大な値となっている可能性がある。

一方、熊本市の日曜日の観光流動や菊池地域の観光流動は観光統計が過大となっている（図-24）。これは熊本県観光統計が延べ人数であり、複数個所に訪れている場合には複数カウントされることが要因と考えられる。



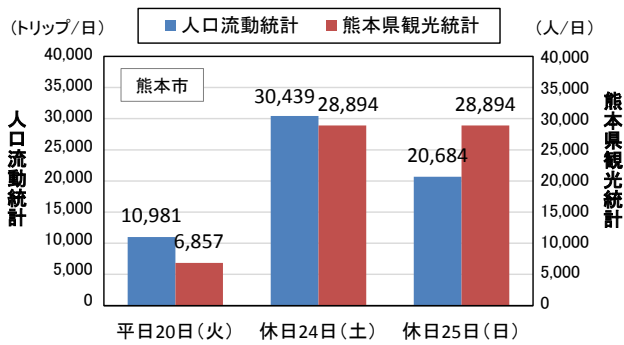


図-23 熊本市への観光流動の比較

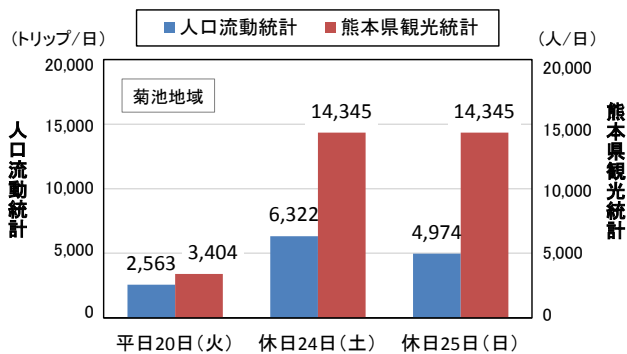


図-24 菊池地域への観光流動の比較

#### (4) 検証結果のまとめ

通勤・通学の流動が多いと考えられる周辺の市区町村からの移動量は、国勢調査との比較を通して概ね把握されていることが確認できた。また、県外の広域からの移動量は、幹線旅客純流動の比較から概ね捉えられていることが確認できた。

一方、観光統計との比較では、観光統計が延べ人数である（複数個所に訪れている場合には複数カウントされる）ことが要因で再現性が確認できていないため、目的別の移動量として使用する際には、現段階では留意が必要と考えられる。

### 5. 人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性および留意事項

本研究から明らかになった人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性としては、主に以下のようなものが考えられる。

WEBアンケート調査と組み合わせることで、特定地区や特定の対象者をクローズアップして、移動目的別や交通手段別の流入出量を把握できる可能性がある。これにより、特定地区の特徴分析や、特定階層の対象者の詳細行動分析に活用することが考えられる。また、継続的なデータを短期間かつ柔軟に生成可能なことから、大規模開発等の局所的インパクトの影響のモニタリングへの

活用も期待できる。さらに、人口流動統計の滞在時間、移動時間や移動距離等が詳細化し、短距離トリップの精度が向上すると、都心部や中心市街地の回遊行動の把握にも活用できると考えられる。

PT調査ではサンプル数確保の点から把握が困難であった小ゾーンレベルでの移動目的別や交通手段別のOD量が属性別に把握できる可能性がある。これにより、近年広く策定が進められている立地適正化計画や地域公共交通網形成計画の検討にも活用できるようになると考えられる。立地適正化計画への活用例としては、移動目的別にどの地区にどのような人が集まっているかを把握することで都市機能を誘導すべき拠点をどのようにするかを検討したり、各拠点へ集まってくる人が主にどこから来ているかを把握して居住を誘導すべき地域を検討したりすることも可能となる。

広域的な流動に関しては、都市圏周辺では市町村レベル、都市圏から離れていても県間レベルでは捕捉されていることが確認された。広域的な流動が把握可能であることを活かすと、調査・検討の対象圏域外からの観光客の居住地分布、性別年齢構成等を踏まえた上での圏域内の行動を把握し、観光関連のマーケティングや必要な施設整備の検討に活用することが可能になると考えられる。さらに、WEBアンケート調査と組み合わせることで、交通手段や観光地周辺での詳細な行動も把握可能になり、観光施策や関連施設整備の内容や実施箇所の検討がより高度になることが考えられる。一方で、観光交通行動の分析では、滞在時間や周遊パターンを把握することも重要な要素であるため、そのような分析ができるように人口流動統計のデータ仕様や推計手法の充実を図っていくことも今後の方向性として考えられる。

### 6. おわりに

本研究は、人口流動統計をより広範囲で多様な都市交通施策の検討へ活用できるようにし、都市交通調査手法をより充実させるため、人口流動統計から把握されるODに対応した移動目的や交通手段の補完手法および広域的な交通流動の再現性を検証した。

移動目的や交通手段の補完に関しては、WEBアンケート調査の活用の可能性が示されたが、調査手法によっては取得サンプルに偏りが生じるため、それらを改善する調査手法やデータの拡大手法の検討が今後の課題と考えられる。また広域流動に関しては、都市圏周辺では市町村レベルで、都市圏から離れていても県間レベルでは流動が捕捉されていることが確認できた。

以上から、今後は具体的な活用事例を想定しつつ、人口流動統計の仕様の充実とあわせて都市交通調査・分析

手法を充実していくことが重要な課題と考えられる。また、PT調査等の既存調査はコスト面等の課題を抱えていることも加味すると、それら調査への代替可能性も念頭に置いて検討を進める必要がある。

本研究および今後の研究の進展により、都市交通分野における効率的で効果的な調査・分析・予測・計画手法への改善、ひいては持続可能な社会の実現に寄与することを期待する。

**謝辞：**本研究の遂行にあたり、(株)NTTドコモの永田智大氏、(株)ドコモ・インサイトマーケティングの渋谷大介氏には人口流動統計の生成および比較検証等の作業にて多大な協力を賜った。また国土技術政策総合研究所の関谷浩孝氏、橋本浩良氏、吉田純土氏には資料収集、関係者間調整および貴重な意見を賜った。また、国土交通省都市計画調査室の菊池雅彦室長、井上直氏の両氏には、多くの貴重な示唆を頂いた。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 交通関連ビッグデータの社会への実装研究小委員会：交通関連ビッグデータは土木計画の研究と実務に何をもたらすか？，土木計画学ワンデーセミナー No. 74， < <http://www.plan.cv.titech.ac.jp/fukudalab/big-data0309/> >， (入手2016.7)
- 2) 今井龍一，深田雅之，重高浩一，矢部努，牧村和彦，足立龍太郎：多様な動線データの組合せ分析による都市交通計画への適用可能性に関する考察，土木計画学研究・講演集，Vol.48，土木学会，2013。
- 3) 今井龍一，田嶋聡司，矢部努，塚田幸広，重高浩一，橋本浩良，山王一郎，石田東生：動線データを活用

- した都市活動のモニタリングの持続的な運用に向けた取り組み，土木計画学研究・講演集，Vol.51，土木学会，2015。
- 4) 今井龍一，藤岡啓太郎，新階寛恭，池田大造，永田智大，矢部努，重孝浩一，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，土木計画学研究・講演集，Vol.52，土木学会，2015。
- 5) 新階寛恭，今井龍一，池田大造，永田智大，森尾淳，矢部努，重孝浩一，橋本浩良，柴崎亮介，関本義秀：携帯電話網運用データに基づく人口流動統計とパーソントリップ調査手法との比較による活用可能性に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.53，土木学会，2016。
- 6) 中矢昌希，白水靖郎，松島敏和，田中文彬，立川太一，池田大造，永田智大，新階寛恭，今井龍一：都市交通分野における人口流動統計データの活用に向けた一考察～近畿パーソントリップ調査との比較によるデータの特長と課題に関する分析～，土木計画学研究・講演集，Vol.53，土木学会，2016。
- 7) 渋川剛史，森本章倫，池田大造，山下伸，吉田幸平：人口流動統計データによるPT調査の小サンプルデータの補完に関する一考察，土木計画学研究・講演集，Vol.53，土木学会，2016。
- 8) (株)NTTドコモ：モバイル空間統計ガイドライン，<[https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile\\_spatial\\_statistics/guideline/](https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/guideline/)>， (入手2016.7)
- 9) 今井龍一，池田大造，永田智大，福手亜弥，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—，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.53，土木学会，2016 (2016.7.?? 受付)

## A STUDY ABOUT THE IMPROVEMENT POSSIBILITY OF PERSON-TRIP SURVEY TECHNIQUE WITH MOBILE SPATIAL DYNAMICS

Hiroyasu SHINGAI, Daizo IKEDA, Wataru KOKIDO,  
Jun MORIO, Ryoji ISHII and Ryuichi IMAI