

モバイル・ビッグデータを用いた 都市間旅客交通への活用に関する研究

室井 寿明¹・磯野 文暁²・鈴木 俊博³

¹正会員 一般財団法人運輸政策研究機構 調査室
(〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目18-19)

E-mail: muroi@jterc.or.jp

²正会員 株式会社三菱総合研究所 社会公共マネジメント研究本部
(〒100-8141 東京都千代田区永田町二丁目10-3)

E-mail: f-isono@mri.co.jp

³非会員 株式会社ドコモ・インサイトマーケティング エリアマーケティング部
(〒105-004 東京都港区新橋二丁目5-5)

E-mail: toshihiro.suzuki.gu@dcm-im.com

本研究は携帯電話・スマートフォンから得られるモバイル・ビッグデータを活用し、都市間旅客交通の新たな統計データへの活用方法を提案する。具体的には、24時間365日の在圏データを活用することによって、これまでにない膨大なサンプル数、エリアを限定しない全国的な移動、アンケートなど人為的な回答に依存しない短期間で大量のデータを取得することに着目した。本研究では、モバイル・ビッグデータの基礎であるモバイル空間統計の活用により、全国的な外出動向や、週変動、月変動、季節変動、通常の土日と3連休との違い、属性別の移動といったこれまでの全国幹線旅客純流動調査では把握することができなかった新たな分析について提案するとともに、速報性の高さを活かした分析事例やデータ活用にあたっての課題について整理した。これらを踏まえて、これからの都市間旅客交通調査のあり方について提起する。

Key Words : ビッグデータ, モバイル空間統計, 交通統計

1. はじめに

近年、我が国だけでなく、アジア全体においても携帯電話およびスマートフォンが急激に普及¹⁾してきており、それに伴いモバイルに関するビッグデータが着目を集めている状況にある。その一方で、交通分野の調査においては、いまだに我が国においても多くが紙媒体による対面形式などのアンケート調査に基づいており、交通分野における交通統計の構築には莫大なコストと時間を要している状況にある。

東南アジア各国では、一般に事業者からの報告に基づく交通統計は存在しているが、利用者アンケートに基づく交通統計は、定期的な調査としては存在していないと考えられる。内山等²⁾ [1997] や福田³⁾ [2004] によると、東南アジア各国では、利用者アンケートに基づく調査は、政府開発援助 (ODA) 等の資金援助による都市交通マスタープラン策定の一部として実施されることはあるが、

予算確保が難しく、継続的な実施は困難とされている。またデータ収集の効率化やデータの有効活用、発展途上国特有の識字率の低さといった課題が挙げられている。本研究では、このモバイルによって収集されるビッグデータを、アジアにおける交通統計に活用できないかという点に着目し、検討を進めたものである。

本研究においては「モバイル・ビッグデータ」という用語を定義し、数千万台に及ぶ個人所有のモバイル (携帯、スマートフォン) と500mから数キロ単位で設置された基地局が1時間毎に交信する際に得られる百万ギガレベルの莫大なデータであるモバイル空間統計に着目することとした。このモバイル・ビッグデータに基づき、時間毎、季節毎等のダイナミックな人口統計や交通、観光統計、防災、海難の可視化等により、既存の全国幹線旅客純流動調査やパーソントリップ調査等を凌駕する新たな交通情報の策定、提示を目的としている。

2. モバイル空間統計の特徴と留意事項

携帯電話ネットワークは、24時間365日、日本中のほぼどこでも携帯電話が繋がる仕組みを支えている。携帯電話ネットワークは、いつでもどこでも携帯電話が繋がる仕組みを維持するために、それぞれの携帯電話基地局から携帯電話の在圏状況などを得ている⁴⁾。この在圏状況は、基地局の電波到達範囲(基地局エリア)内に存在する携帯電話の台数の増減を反映して変化する。したがって、これらのデータを携帯電話の普及状況や基地局エリアの地理的な広がりを加味しつつ適切に統計処理することで、時間とともに変動する地域ごとの人口を、日本全国で継続的に推計^{5)~7)}できる。このようにして得られた各地域の人口に対し、プライバシー保護のために少人数地域の情報を秘匿するなどの秘匿処理をさらに加えた人口統計がモバイル空間統計である。

モバイル空間統計は、前述の通り、携帯電話の繋がる仕組みを基に推計されている。ゆえに、携帯電話ネットワークの仕組みに起因する特徴が存在する。以降では、モバイル空間統計の人口統計としての特徴について、対象エリア、エリアの粒度、時間帯の頻度、対象年齢層のそれぞれの観点ごとに述べる。

(1) 対象エリア

モバイル空間統計は携帯電話ネットワークの運用データに基づいて推計されるため、その推計対象となる地理的範囲は携帯電話のサービスエリアとほぼ等しいものとなる。本稿執筆時点で、NTTドコモの携帯電話のサービスエリアは日本全国の市区町村役場を100%カバーするため、モバイル空間統計もほぼ同等の範囲を推計対象とする。

(2) エリアの粒度

モバイル空間統計のエリアの粒度、すなわちモバイル空間統計がどのくらいの大きさのエリアを単位として人口を推計できるかは、携帯電話基地局の設置間隔に依存する。すなわち、都市部などの人が多く集まるエリアでは基地局が密に設置されているが、郊外などでは基地局の設置間隔はより広いものとなるため、空間解像度は全国一律ではない。そのため、空間解像度の値を一概に示すことは困難であるが、およその目安として、東京23区内ではほぼ500mメッシュ単位で、郊外では数kmメッシュ単位程度の解像度で人口を推計することができる。

(3) 時間帯の頻度

モバイル空間統計の時間帯の頻度、すなわちモバイル空間統計においてどのくらいの時間単位で人口を推計できるかは、携帯電話基地局がエリア内に在圏する携帯電話を把握する頻度に依存する。これは、通常はほぼ1時間程度の周期で行なわれるため、モバイル空間統計では、1時間単位を基本として人口を推計する。

(4) 対象年齢層

モバイル空間統計が推計対象とする年齢層は、携帯電話の利用人口に依存する。具体的には、普及率が低い80歳以上や、携帯電話サービスの契約を行えない14歳以下の年齢層に関する人口は、現状ではモバイル空間統計の推計対象外である。したがって、モバイル空間統計の推計対象人口は年齢層が15-79歳の人口となる。

以上の特徴を踏まえて、NTTドコモの公表資料に基づき整理した「モバイル空間統計」の特徴、そして交通統計に活用する上でのメリットおよびデメリットについて、以下にとりまとめた。

表-1 データ作成方法に照らした特徴

1) <u>カバレッジ</u> 携帯電話ネットワークの運用データに基づいて推計されるため、そのカバレッジエリアは携帯電話のサービスエリアとほとんど等しい。 《留意点》 上空、海上など、携帯電話のサービス外のエリアはカバーされない。
2) <u>空間解像度</u> 携帯電話の基地局の設置間隔に依存する。都市部などの人が多く集まるエリアでは基地局が密に設置されているが、郊外などでは基地局の設置間隔はより広いものとなり、全国一律ではない。 《留意点》 都道府県や生活圏単位を基本とする幹線交通には十分。都市内交通についてはPT調査のBゾーン(ほぼ市区町村を単位)をカバーし、Cゾーン(夜間人口約15,000人を目安とする地区計画の単位)については、都市圏毎にカバー状況を確認する必要がある。
3) <u>時間解像度</u> 基地局がエリア内に在圏する携帯電話を把握する頻度に依存する。1時間単位を基本として人口を推計している。 《留意点》 1トリップ当たりの所要時間が相対的に長い幹線交通には適するが、所要時間の短い都市内交通の情報としては不十分。

3. モバイル・ビッグデータと純流動調査との比較

モバイル空間統計による推計人口の信頼性検証並びに特性把握のために、モバイル空間統計データと既存の交通統計調査データとの比較を行った。既存の交通統計調査として、ここでは国土交通省総合政策局「第5回全国幹線旅客純流動調査(2010年)」(以下「純流動調査」と東京都市圏交通計画協議会「第5回東京都市圏

パーソントリップ調査（2008年）」（以下「東京都市圏PT調査」）の2つの統計調査データを対象とした。

(1) 比較分析方法

モバイル空間データと純流動データの比較を行うため、純流動データの「居住地・旅行先都道府県間流動表」の定義に近い概念として、モバイル空間データを活用した「旅行人口」、「旅行割合」といった2つの人口指標を定義した。指標の定義は以下のとおりである。

表-3 純流動調査と比較のための人口指標

指標名	内容
旅行人口	13時の居住地府県と在圏地府県が異なる人口。居住地府県と在圏地府県が同一大都市圏内の人口を除く。
旅行割合	住民基本台帳（外国人住民含む）の居住人口に占める旅行人口の割合。

注1) 府県：都道府県を基準に、北海道を4地域（道北、道東、道央、道南）に区分した地域区分

注2) 大都市圏：首都圏（東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県）、中京圏（愛知県、岐阜県、三重県）、近畿圏（大阪府、京都府、兵庫県、奈良県）

表-2 モバイル空間統計を活用するメリット・デメリット

	メリット（優位点）	デメリット（留意点）
空間性	<ul style="list-style-type: none"> 広範なエリアにおける調査が比較的容易。全国で提供している携帯電話サービスに伴い生じる運用データから自動的に作成されるため、統計対象エリア拡大に伴うコスト・時間の制約は小さい。 <ul style="list-style-type: none"> 活用可能性：全国を対象とした、「全国幹線旅客純流動調査」「全国都市交通特性調査（全国PT調査）」への補完的活用可能性が高い。 居住地別の人口や、年齢・性別ごとの人口を求められることによって、地域や年代、性別に応じたきめ細かな施策立案に活用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 国勢調査と比較すると、モバイル空間統計による推計人口の精度には限界がある。国勢調査は、原則として日本に在住する全ての人に対して調査票を配布し、そこから人口を推計する全数調査（悉皆調査）であるのに対して、モバイル空間統計はドコモ携帯電話ネットワークの運用データから人口を推計するため、推計された人口には推計誤差が発生しうる。 モバイル空間統計は、都道府県単位・市区町村単位などの行政界単位では高い信頼性を持つ。また、3次メッシュ、4次メッシュでは、東京近郊の平野部など、ある程度以上に人口が集中している地域では高い信頼性を持つが、沿岸部や山間部、河川敷周辺など、地形の変化や人口のばらつきの大きい地域では、推計値の扱いに留意が必要。
時間性	<ul style="list-style-type: none"> 従来の統計に比べて、細かい時間単位で集計できる。例えば、常住人口に関する国勢調査の実施頻度は5年に一度であるが、モバイル空間統計は、24時間365日途切れることなく、1時間単位の頻度で、かつ現実的なコストで把握可能。 時間帯別変動、日別変動、曜日別変動、月別変動、年次別変動といった時間軸上の変動、分布を把握することに適している。 1日の人口推移、特に昼間の人口を把握できる点で有用。 	<ul style="list-style-type: none"> GPSなどを用いた常時観測可能なデータと比較するとデータ収集の周期時間間隔が長く、都市内交通などの比較的短時間の移動や短距離の移動による詳細な交通行動の把握には適さない場面が多い。 <ul style="list-style-type: none"> ただし、これらのデータとの組み合わせは競合するとは限らず、補完によりさらなる精度向上や詳細を把握することを可能とする。
速報性	<ul style="list-style-type: none"> 従来の統計に比べて、データ取得からデータ活用可能となるまでの期間（タイムラグ）が非常に短く、最新の情報を活用することができる。 新幹線開業、空港開港、LCC就航、高速道路料金割引等の交通サービスに変化が生じた際の最新時点のインパクト分析・評価を、短期間で実施することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 活用にあたっては「交通」の観点から必要な精度を得られているかについて、十分に検証した上で活用する必要があるため、検証の時間が新たに必要。 モバイル空間統計では、実際の移動手段や移動経路は把握できない。これらを把握するためには何らかの加工推計や、別途アンケート調査やヒアリング調査などを行う必要がある。

(2) 比較分析における留意点

先に定義したモバイル空間データの「旅行人口」、
「旅行割合」と、純流動データの「居住地・旅行先都道府県間流動表」の比較分析を行うに当たっての留意点を整理した。両者は比較的近い概念となるようにデータの抽出・集計を行っているものの、もともとのデータ取得・作成方法に起因する調査対象の違い（流動量vs在圏人口）や、調査対象範囲の違い（対象交通機関、対象旅行目的等）、データ取得日の違いなど、様々な違いがある。データを比較分析する上ではこうした点に留意が必要である。

(3) モバイル空間統計データと純流動データとの比較分析結果

前述の比較分析方法にしたがい、それぞれ実際のデータを用いて、全国生成量、府県別発生量、府県別集中量、首都圏居住者の旅行先を例にした府県間流動量について、比較分析を行った。

a) 全国生成量の比較分析

平日では、純流動データの全国生成量344万人/日に対して、モバイル空間データの昼間ピーク（13時台）の全国外出人口は360万人とほぼ一致した（差+15.4万人，比+4.5%）。

一方、休日では、純流動データの全国生成量が684万人/日に対して、モバイル空間データの昼間ピーク（13時台）の全国外出人口は440万人/日と大きく乖離した（差▲244万人，比▲36%）。

この結果の解釈として、二次統計（加工統計）の純流動データでは、基礎調査の1つ国土交通省道路局「道路交通センサス」が、2010年9～11月に調査されたデータであるため、11/10（日曜）を対象としたモバイル空間データよりも大きい値となった可能性がある。また、道路交通センサスが実施された当時は、高速道路料金休日上限千円となる割引や、一部区間における高速道路無料化社会実験が行われていた時期であったこともモバイル空間データよりも大きい値となった影響要因として考えられる。

b) 府県別発生量の比較分析

全国に占める各居住地の旅行人口シェアおよび府県別発生量シェアを比較すると、休日の東京都が+3ポイント、福岡県が▲2ポイントと差がある他は、概ね±1ポイント以内の差に収まっている。

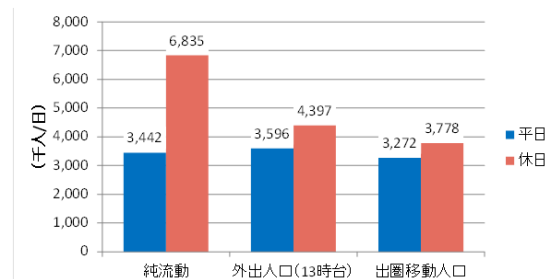


図-1 外出人口・出圏移動人口と流動量の比較(全国)

注1) 純流動：平日 2010/12/01(水)，休日 2010/11/28(日)各1日流動量
モバイル：平日 2013/11/13(水)13時台，休日 2013/11/16(土)・2013/11/10(日)13時台の日平均の外出人口

注2) 出圏移動人口：{外出人口（13時台）－外出人口（4時台）}/2

注3) いずれも三大都市圏内々〇〇及び50府県内々の〇〇を除く。北海道内々含む。

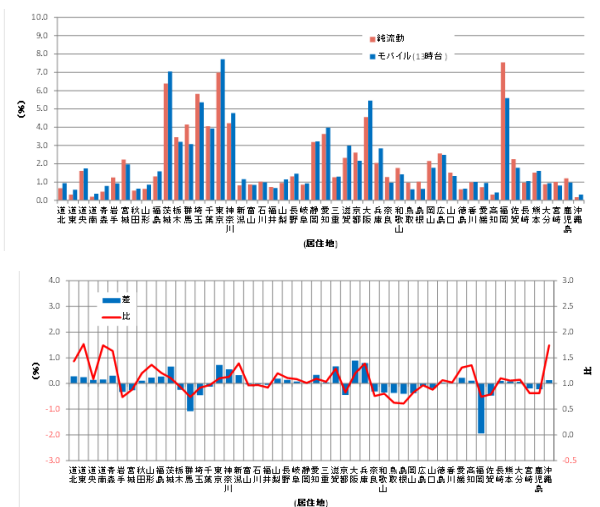


図-2 在圏地別旅行人口と発生量シェアの比較・平日

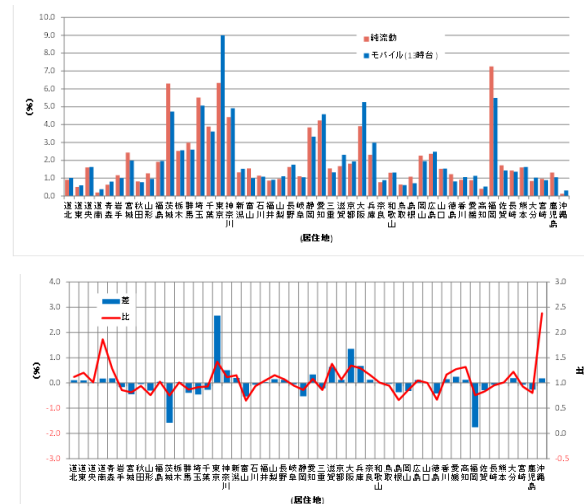


図-3 在圏地別旅行人口と発生量シェアの比較・休日

注1) 純流動：2010/12/01(水)，休日 2010/11/28(日)各1日流動量シェア
モバイル：2013/11/10(日)13時台，2013/11/13(水)13時台の旅行人口シェア

注2) いずれも三大都市圏内々〇〇及び50府県内々の〇〇を除く。

c) 府県別発生量の比較分析

全国に占める各在圏地の旅行人口シェアおよび府県別集中量シェアを比較すると、東京都が+3ポイント、大都市圏に隣接する北関東、佐賀県が▲2ポイントと差がある他は、概ね±1ポイント以内の差に収まっている。

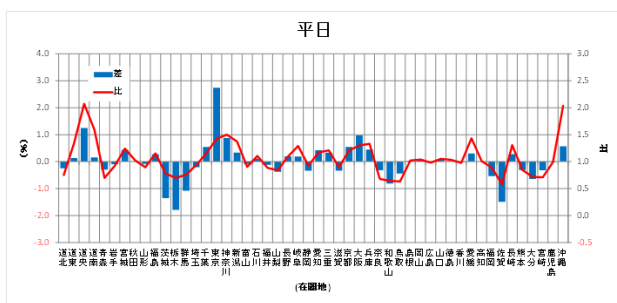
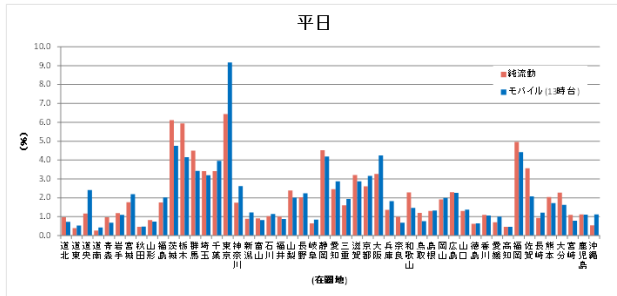


図-4 在圏地別旅行人口シェアと集中量シェアの比較 (50府県別) 平日

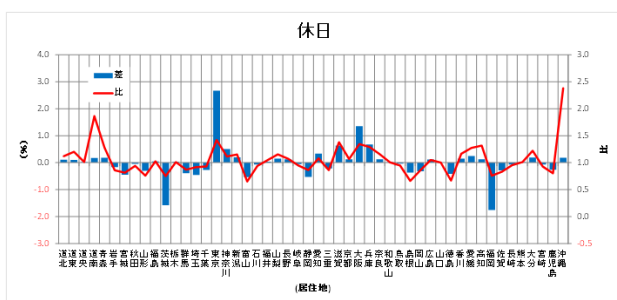
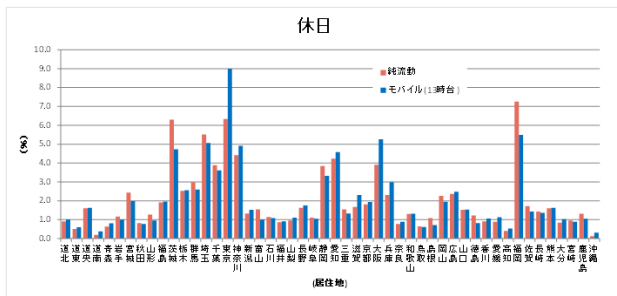


図-5 在圏地別旅行人口シェアと集中量シェアの比較 (50府県別) 休日

注1) 純流動：2010/12/01(水)，休日 2010/11/28(日)各1日流動量シェア
 モバイル：2013/11/10(日)13時台，2013/11/13(水)13時台の旅行人口シェア

注2) いずれも三大都市圏内々OD及び50府県内々々のODを除く。

4. モバイル・ビッグデータと東京都市圏PT調査との比較

モバイル空間データと東京都市圏PT調査データ（以下「東京都市圏PTデータ」）の比較方法を検討したうえで、実際のデータを使用して比較分析を行った。

(1) 比較分析方法

モバイル空間データと東京都市圏PTデータの比較を行うため、東京都市圏PTデータの「流出入口」や「外出率」の定義に近い概念として、モバイル空間データを活用した「外出人口」、「外出率」といった2つの人口指標を定義した。指標の定義は以下のとおりである。

表-4 東京都市圏PT調査と比較のための人口指標

指標名	内容
外出人口	13時の居住地ゾーン（大字単位）と在圏地ゾーン（500mメッシュ単位）が異なる人口。 注) 大字区分と500mメッシュ区分は、完全には一致しない点に留意が必要である。
外出率	住民基本台帳（外国人住民含む）の居住人口に占める外出人口の割合。

注1) 府県：都道府県を基準に、北海道を4地域（道北，道東，道央，道南）に区分した地域区分。

注2) 大都市圏：首都圏（東京都，埼玉県，千葉県，神奈川県），中京圏（愛知県，岐阜県，三重県），近畿圏（大阪府，京都府，兵庫県，奈良県）

(2) 比較分析における留意点

先に定義したモバイル空間データの「外出人口」，「外出率」と、東京都市圏PTデータの「流出入口」や「外出率」の比較分析を行うに当たっての留意点を整理した。両者は比較的近い概念となるようにデータの抽出・集計を行っているものの、もともとのデータ取得・作成方法に起因する調査対象の違い（若年層・高齢層除く等）や、調査対象範囲の違い（自ゾーン内の極短距離トリップ除く等），データ取得日の違いなど、様々な違いがある。特に前者2点の違いは、東京都市圏PTデータよりもモバイル空間データの方が、量が小さくなる方向に影響すると見込まれる。データを比較分析する上ではこうした点に留意が必要である。

(3) モバイル空間統計データと東京都市圏PTデータとの比較分析結果

前述の比較分析方法にしたがい、それぞれ実際のデータを用いて、横浜市都筑区居住者を例にした外出率，外

出先分布の比較を行った。加えて、東京都市圏PTデータの滞留人口とモバイル空間データの在圏人口の比較を行った。

a) モバイル空間データの抽出・集計条件

可能な限り東京都市圏PTデータの定義に準拠するために、以下の条件で、モバイル空間データの抽出・集計を行った。

表-5 モバイル空間データの抽出・集計

項目	抽出条件	集計区分	備考
日時	2013/11/13(水), 各 24 時間	水曜	—
居住地 →在圏地	《分析1》外出率 都筑区→全国	市区町村	・東京都市圏 PTデータの 「外出口」に 相当
〃	《分析2》 在圏人口 全国→都筑区	市区町村	・東京都市圏 PTデータの 「滞留人口」に 相当
属性区分	すべて (男女・ 全年齢層)	すべて (総数)／ 男女2区 分／ 年齢7区 分	男女かつ年齢 層別のクロス 集計は、煩雑 になるため、必 要に応じて分 析対象を絞っ た上で実施。

b) 外出率の比較分析 ～都筑区居住者を例に～

モバイル空間統計による外出率は、13時台がピークで約64.8%に対し、東京都市圏PTデータによる外出率は、全年齢階層平均88.7%であり、モバイル空間データよりも約24ポイント高い結果となった。

モバイル空間データによる外出率が東京都市圏PTデータよりも小さい値となった要因として、東京都市圏PTデータは、近所に外出した場合の極短距離トリップも含むが、モバイル空間データは大字単位の居住地ゾーンと500mメッシュ単位の在圏地が異なる場合のみをカウントしている定義の違いが影響していると考えられる。

c) 外出先分布の比較分析 ～都筑区居住者を例に～

都筑区居住者の外出先は、東京都市圏PTデータでは横浜市が、モバイル空間データでは東京都がシェア最大となっている。モバイル空間データによる時間帯別外出先は、7-11時台は横浜市が、13時以降は東京都が最大であった。

都筑区居住者の行動パターンとして、朝は通勤・通学先として横浜市へ移動し、午後は業務、買物等私事目的

で東京都へ移動といったことが想定される。また、両データの違いが生じた要因として、東京都市圏PTデータでは、自宅発着の流動のみが対象で、自宅以外(会社等)発着の業務、買物等私事目的の流動が調査対象外であることが影響していると考えられる。

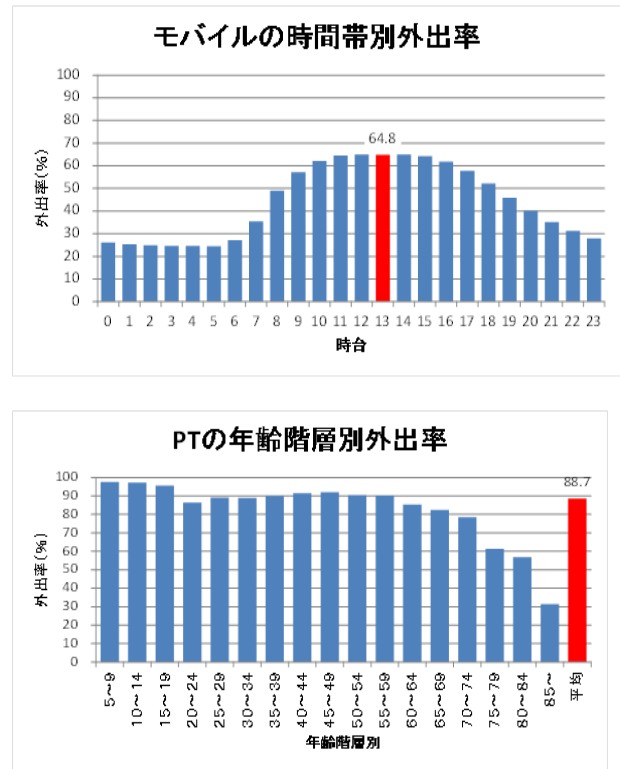


図-6 横浜市都筑区居住者の外出率の比較 (平日)

注) 東京都市圏PT：第5回調査実施時点 (H20.10.1) を集計
(外出率 (%) = 外出口 / 居住人口)
モバイル：2013年11月13日 (水) を集計
(外出率 (%) = 1 - (近隣滞在人口 / 対象市区町村人口))

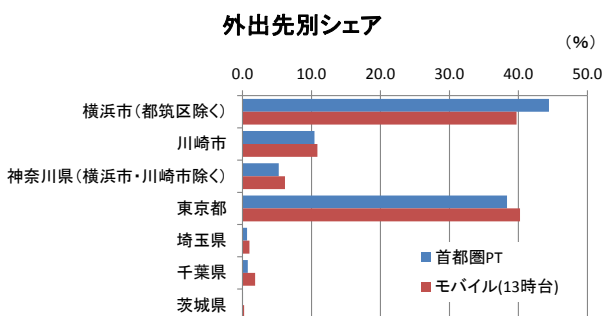


図-7 横浜市都筑区居住者の外出先別シェアの比較

注1) 都筑区内々を除く。
注2) 東京都市圏PT：第5回調査実施時 (H20.10.1) ・横浜市都筑区からの自宅発及び横浜市都筑区への帰宅目的を集計
モバイル：2013年11月13日 (水) , 13時台, 総数人口を集計 (横浜市都筑区から東京都市圏以外への流出を除く)

d) 滞留人口と在圏人口の比較分析 ～都筑区を例に～

モバイル空間データによる都筑区の在圏人口は、約15～16万人の幅で緩やかに変動している。これに対し、東京都市圏PTデータの時間帯別滞留人口は、深夜の約18万人から通勤・通学時間帯の7～8時に約5万人減少（流出）した。9時台以降は、約2万人増加（流入）して15～16万人程度で推移している。

モバイル空間データの朝の減少幅が小さい要因の1つに、若年層の通学トリップが対象外となっている影響が考えられる。また、モバイル空間データの時間帯変動が緩やかな要因の1つに、移動途中の在圏地でもカウントされている影響が考えられる。

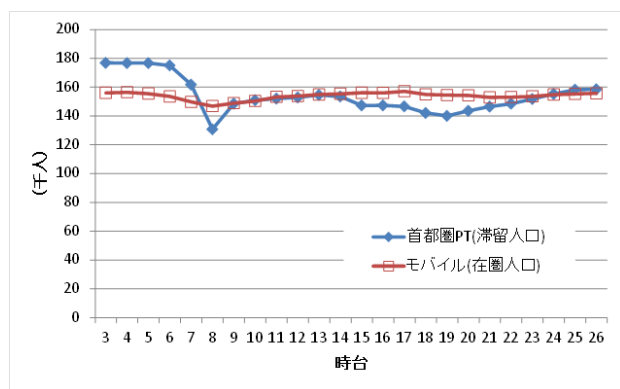


図-8 時間帯別在圏人口と滞留人口の比較

5. 新たな交通統計指標の提案

ここでは、モバイル空間統計を使用して、交通統計調査として応用するための方法論を検討し、統計情報として成立するか試行した。

(1) モバイル空間統計を用いた交通関連人口指標

モバイル空間統計を用いた交通関連人口指標として、都市内交通関連、都市間交通関連に分けて提案した。更に、都市間交通関連の人口指標については、実際にモバイル空間データを適用して指標値を試算した。ここでは、都市間交通に関する指標を述べる。

a) 都市間交通関連の人口指標

モバイル空間統計を用いた都市間交通関連の人口指標として、居住地側の「在府県人口」、「(13時) 旅行人口」、「出(入)府県移動人口」、旅行先側の「(13時) 入込人口」、「入(出)府県入込人口」の計5つの指標を提案する。基本的な考え方は都市内交通関連と同じで、対象範囲を「府県内/府県外」で区別し、指標名に非日常交通をイメージさせる「旅行」や「入込」を使用している。5つの指標のうち、在府県人口以外の4つの

指標は、居住地と在圏地の位置が異なる状態を指標化したものであり、移動・交通に近い概念の指標と言える。この指標の定義は下表の通りである。

表-6 モバイル空間データの抽出・集計

指標	対象	定義 (モバイル空間統計からの集計方法)
在府県人口 【居住地側】	居住府県の中にいる人の数	居住府県と在圏府県が一致する在圏人口
(13時) 旅行人口 【居住地側】	(13時に)居住府県の外にいる人の数	(13時に)居住府県と在圏府県が一致しない在圏人口(居住地側で集計): 住民基本台帳の常住人口-在宅人口
出(入)府県旅行人口 【居住地側】	居住府県の内(外)から外(内)に移動した人の数(ただし、同一時間帯の出と入は相殺しあう)	出府県:4時在府県人口-13時在府県人口 入府県:翌4時在府県人口-13時在府県人口
(13時) 入込人口 【旅行先側】	府県内に入り込んでいる外の居住者の数	(13時に)居住府県と在圏府県が一致しない在圏人口(在圏地側で集計)
入(出)府県入込人口 【旅行先側】	府県の外(内)から内(外)に移動した外の居住者の数(ただし、同一時間帯の入と出は相殺しあう)	入圏:13時入込人口-4時入込人口 出圏:13時入込人口-翌4時入込人口

注) 「府県」: 47都道府県を基準に、北海道を4つの地域(道北/道東/道央/道南)に分割した50地域区分。旅客地域流動調査や全国幹線旅客純流動調査の地域区分に準拠

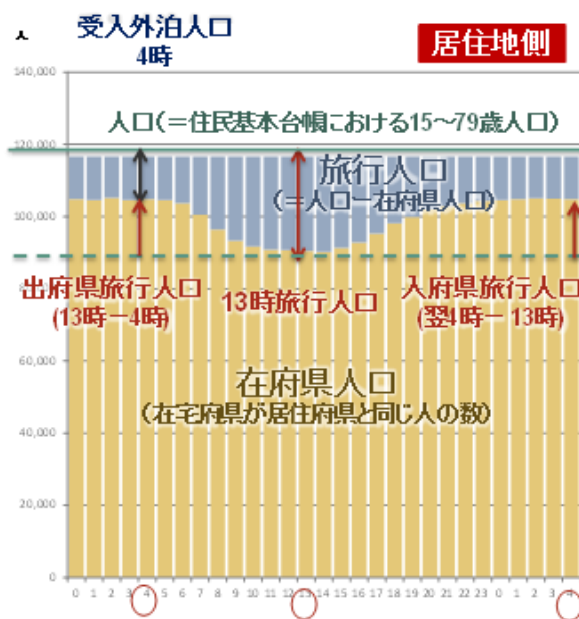


図-9 人口指標イメージ(居住地側)

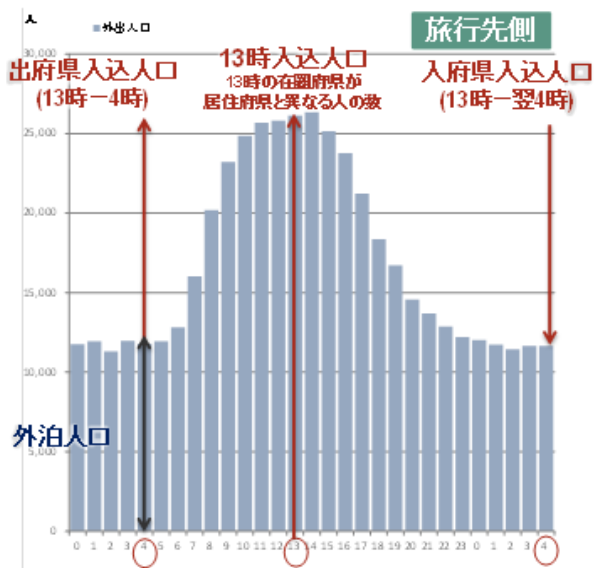


図-10 人口指標イメージ (旅行先側)

b) 既存交通統計による交通量との特性比較

既存の交通統計調査で把握される「交通量」と、モバイル空間統計を用いた「13時旅行人口」「出・入府県旅行人口」の共通点と相違点について、いくつかの旅行行動パターンの例に応じて整理した。

[宿泊旅行の場合]

13時を跨いだ宿泊旅行の場合 (13時前までに出発する宿泊旅行の初日, 14時以降に帰宅する宿泊旅行の最終日), 「13時旅行人口」と「出・入府県旅行人口」は、いずれも「交通量」と一致する。

[日帰り旅行の場合]

13時を跨いだ日帰り旅行の場合 (13時前までに出発し, 14時以降に帰宅), 「出・入府県旅行人口」は、行きと帰りの2人 (トリップ) とカウントするため交通量と一致するが, 「13時旅行人口」は1人としてカウントするため交通量と一致しない。

[転居等の場合]

外出先に終日滞在する長期宿泊旅行や, 転居, 単身赴任等の場合, 「出・入府県旅行人口」はゼロ人 (トリップ) とカウントするため交通量と一致するが, 「13時旅行人口」は1人としてカウントするため交通量と一致しない。

[13時を跨がない旅行の場合]

13時を跨がない旅行パターンの場合 (12時までに帰宅する日帰り旅行や宿泊旅行の帰り, 14時以降に帰る日帰り旅行や宿泊旅行の行き), 「13時旅行人口」はゼロ人 (トリップ) とカウントし, 「出・入府県旅行

人口」は, ▲1人 (トリップ) とカウントするため, 1トリップ (人) とカウントされる交通量とはいずれも一致しない。

c) 全国値の人口指標値の試算

モバイル空間統計 (2013年11月平日/休日各1日) を用いて, 2つの人口指標値「13時旅行人口」「出・入府県旅行人口」の全国値 (50府県の総計) を試算した。

- ・ 13時旅行人口は, 平日360万人, 休日420万人 (※休日は平日の1.17倍)
- ・ 出・入府県旅行人口は, 平日330万人, 休日371万人 (※休日は平日の1.12倍)
- ・ 平日と休日の比較では, 両指標ともに休日の方が大きい
- ・ 両指標の比較では, 平日・休日ともに13時旅行人口の方が大きい。 (※平日1.09倍, 休日1.14倍)
- ・ 定義の異なる指標にも関わらず, オーダーは比較的近い

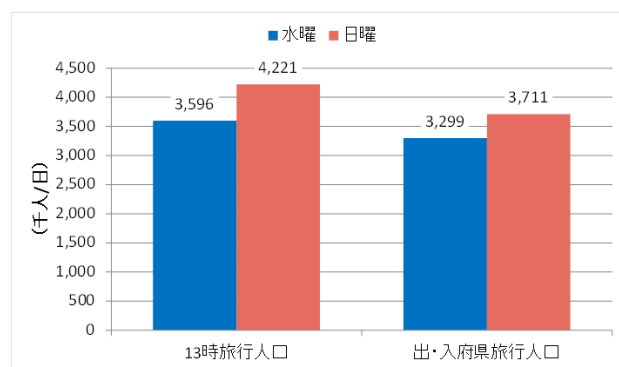


図-11 「13時旅行人口」と「出・入府県旅行人口」の全国値 (2013年11月)

注1) 13時旅行人口: 2013/11/13(水)・2013/11/10(日)13時台の旅行人口

注2) 出入府県旅行人口: 出府県旅行人口と入府県旅行人口の合計

注3) 三大都市圏内々OD及び50府県内々のODを除く。

d) 首都圏居住者の人口指標値の試算

モバイル空間統計 (2013年11月平日1日) を用いて, 首都圏 (1都3県: 東京都・埼玉県・千葉県・神奈川県) 居住者の旅行先府県別「13時入込人口」「出・入府県入込人口」の指標値を試算した。その結果, 以下のような特徴がみられた。

- ・ 短距離地域 (北関東・山梨等) :
13時旅行人口 < 出入府県入込人口
- ・ 中長距離地域 (北海道・東北・西日本) :
13時旅行人口 > 出入府県入込人口

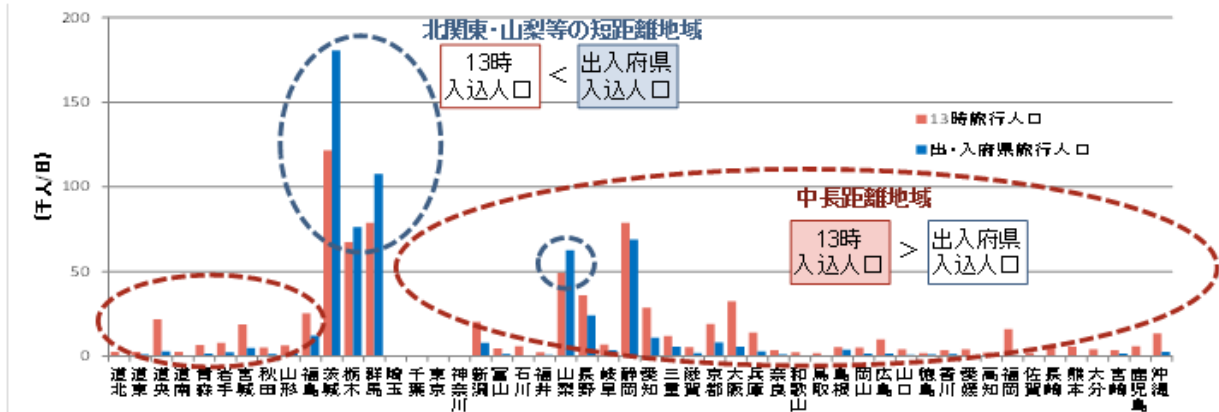


図-12 13時旅行人口と出入府県旅行人口の比較（首都圏1都3県居住者）

注1) 13時旅行人口：2013/11/13(水)・2013/11/10(日)13時台の旅行人口

注2) 出入府県旅行人口：出府県旅行人口と入府県旅行人口の合計

注3) 三大都市圏内々OD及び50府県内々のODを除く

こうした特徴が生じる要因として、出入府県入込人口は日帰り旅行を2人とカウントするため、短距離区間では13時旅行人口よりも大きくなりやすいと考えられる。また、13時旅行人口は、当日移動をしていない転居者や長期旅行者等もカウントするため、長距離区間では出入府県入込人口よりも大きくなりやすいと考えられる。

e) 人口指標値「13時旅行人口」「出・入府県旅行人口」使用に当たっての留意事項

これまでの分析結果を踏まえ、人口指標値「13時旅行人口」及び「出・入府県旅行人口」を適用する場合の留意事項について、両指標共通の留意事項、13時旅行人口特有の留意事項、出・入府県旅行人口特有の留意事項の3つそれぞれについて整理した。

【共通の留意事項】

- ・ 13時を跨がない旅行はカウントされない
- ・ 13時を跨がない以下のような旅行パターンの場合、人数がカウントされない
 - 12時までに帰宅する日帰り旅行や宿泊旅行の帰り
 - 14時以降に出発する日帰り旅行や宿泊旅行の行き
- ・ 周遊旅行の場合、13時にいた旅行先のみ、すべて居住地発としてカウントされる
- ・ 通勤・通学等の日常的な移動もカウントされる
- ・ モバイル空間統計には旅行（移動）目的の概念はないため、府県を跨ぐ通勤・通学等の日常的な移動もカウントされる（※純流動調査では除かれている）

【13時旅行人口特有の留意事項】

- ・ 当日移動していない人（長期旅行者、転居者等）もカウントされる
- ・ 13時の在圏人口をカウントする指標であるため、当日移動をしていない長期旅行者や転居者等の人数もカウントされる

【出・入府県旅行人口特有の留意事項】

- ・ 同一時間帯の出と入は相殺しあい、カウントされない
- ・ 4時と13時の在圏人口の差をカウントする指標であるため、同一時間帯で相殺し合っている出の人数と、入の人数はカウントされていない

(2) モバイル空間統計の活用例検討

モバイル空間統計の特徴である「速報性」や、24時間・365日蓄積される「ビッグデータであること」および「継続してデータを収集可能」であるという特性を活かすことで、交通分野の政策・戦略検討など様々な場面での活用が期待される。ここでは、表内においてその事例を挙げるとともに、いくつかの事例についての活用例を述べる。

a) LCC就航の効果分析

2014年7月LCCのバニラが、成田－奄美線に1日1往復就航し、また、奄美群島航空・航路運賃軽減協議会「奄美群島交流需要喚起対策特別事業」により、2014年冬期ダイヤ（10/26～）から、奄美大島－成田・羽田・伊丹・福岡の各路線において運賃割引を実施した。

表-7 モバイル空間統計の活用場面と活用例

活用場面	活用例
インフラ整備・交通サービス向上施策・戦略の効果分析	LCC等の航空路線就航前後の旅客数と背後圏の変化分析 奄美・成田:2014年7月バニラエア就航
	高速道路に係るサービス変化の影響分析(旅客数と背後圏の変化) 東九州自動車道開通に係る,北九州市・大分市
	休日特別割引による影響に係る首都圏から100~150km圏の観光地(日光,富士,富岡)
	交通ターミナル,交通結節点の通過人数と背後圏の変化分析 羽田,成田,茨城空港の背後圏の分析
観光施策がもたらす観光交通への効果分析	世界遺産登録に伴う効果分析(来訪者数と背後圏の変化) 首都圏から100~150km圏の観光地(日光,富士,富岡)
国土計画のモニタリング指標	グランドデザイン2050への活用(コンパクト+ネットワークのモニタリング) 新たな生活圏の定義とモニタリング指標(米子・松江生活圏)

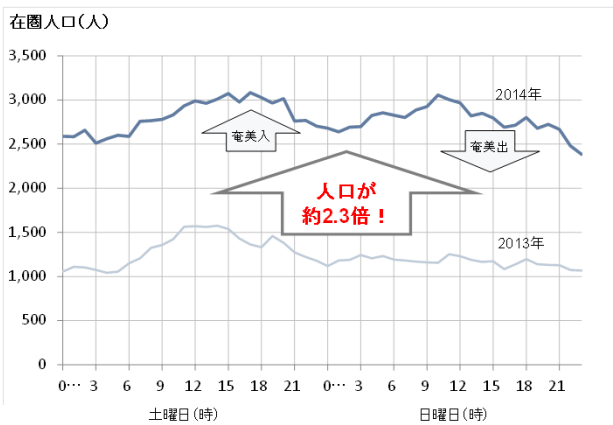


図-13 県外から奄美大島への入込人口 (各年11月第3週土日)

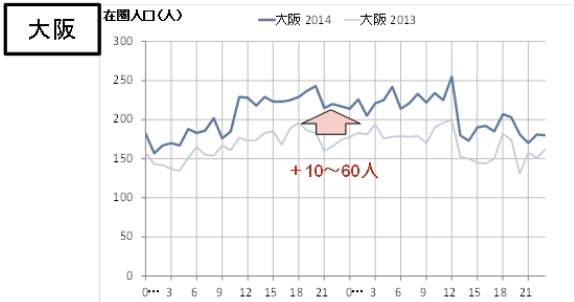


図-14 県外から奄美大島への入込人口 (各年11月第3週土日) 1/2

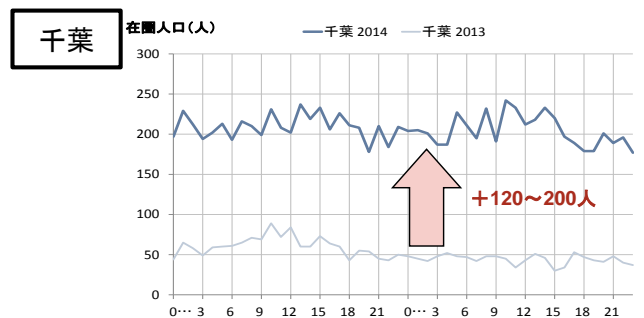
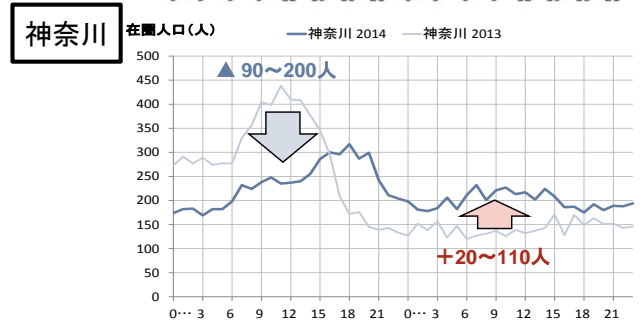
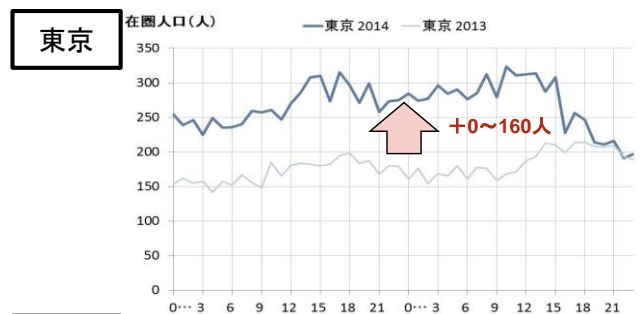


図-15 県外から奄美大島への入込人口 (各年11月第3週土日) 2/2

注1) 入込人口: モバイル空間統計に基づく居住地市区町村と在圏地市区町村が異なる人口を, 在圏地側で捉えた指標
注2) 図-13, 図-14, 図-15については, それぞれ2013/11/16(土曜)~17(日曜)および2014/11/15(土曜)~16(日曜)の4日間

b) 交通ターミナル、交通結節点の通過人数と背後圏の変化

羽田、成田空港を対象に通過人数と背後圏の変化を地域別・時間帯別に把握した。具体的には、以下のメッシュに存在するデータの居住地を時間帯別に集計した。ここでは、平日（水曜日）のデータについて集計したものを示す。

その結果、羽田空港については、早朝は首都圏居住者が多く、その後、首都圏以外居住者が増加する傾向にあ

る。その一方、成田空港については、時間帯によらず、ほとんどが首都圏居住者である結果となった。また、両空港とも深夜時間帯においても一定の人数が存在することが分かった。どちらも、空港周辺在住の従業員であることが推察される。

これにより、時間帯別に背後圏の変化や羽田と成田の分担率を把握することができる。利用ニーズを把握することで、深夜バスのアクセス向上の検討などに活用することができると考えられる。

羽田空港



成田空港



図-16 集計対象ゾーン（対象：枠内ゾーン）

羽田空港

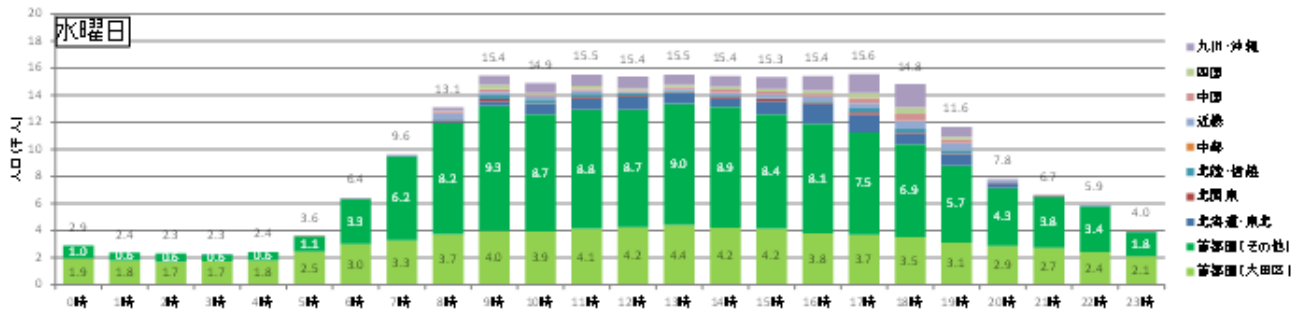


図-17 羽田空港関連ゾーンへの居住地入圏人口

成田空港

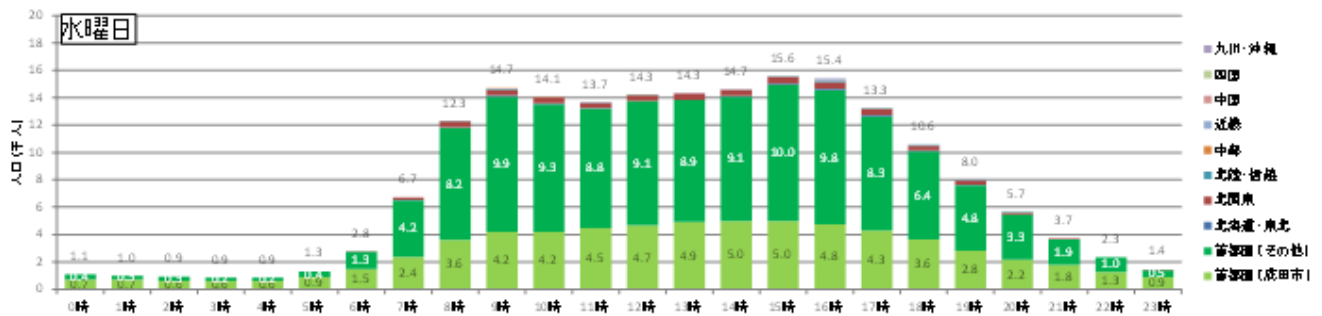


図-18 成田空港関連ゾーンへの居住地入圏人口

6. おわりに

本研究では、近年、アジア全体において、携帯電話及びスマートフォンなどに代表されるモバイル機器が急速に普及し、それに伴いモバイルに関するビッグデータが着目を集めており、ビッグデータによってこれまでになく人流や物流の把握や可視化が期待されている。その一方、交通分野においては、我が国においても、その多くの統計で紙媒体による対面形式などのアンケート調査に基づいているのが実態であり、交通分野における交通統計は莫大なコストと時間を要して策定されている状況にある。また、アジア全体を俯瞰すると、我が国のように交通統計が網羅的に整備されているとは言い難く、また都市の急激な成長速度も相まって、従前の我が国のコストと時間を要する統計手法に依存せず、モバイルによって収集されるビッグデータを活用することで、迅速かつ費用を抑えた形での新たな統計の策定によって、より効果的な交通政策の提言に活用するといった方策が望まれる。

本研究においては「モバイル・ビッグデータ」という用語を定義し、数千万台に及ぶ個人所有のモバイル（携帯、スマートフォン）と500mから数キロ単位で設置された基地局が1時間毎に交信する際に得られる百万ギガレベルの莫大なデータであるモバイル空間統計を用いて、時間毎、季節毎等のダイナミックな人口統計や交通、観光統計、防災、海難の可視化等により、既存の全国幹線旅客純流動調査やパーソントリップ調査等を凌駕する新たな交通情報の策定、提示、そしてアジアでの新たな交通統計の展開と交通政策の提言への活用を目的としたものである。

今後の課題としては、主に3つの視点からの深度化が必要であると考えている。1点目は、モバイル空間統計以外のビッグデータの活用である。GPSデータやCDRデータなど、モバイルで入手可能と考えられる他のデータの組み合わせと、交通統計上の他のビッグデータとの組み合わせも考えられる。2点目は、モバイル空間統計のようなパッシブ型ビッグデータの収集のための低コスト化である。モバイル空間統計によるデータ収集は、これは既存の携帯電話ネットワークのインフラを活用しているとはいえ、導入コストおよびデータの更新や人口推計のための拡大など、決して低くないコストを要しており、アジアへの展開を考える際にはより低コストでの仕組みを検討することが重要である。3点目は、本稿では触れ

ていないが個人情報保護・パーソナルデータの利活用に関する社会動向を見据えたデータのあり方である。本研究で検討対象としている交通統計分野への利活用を含め、様々な分野でモバイル・ビッグデータの利活用は期待されているものと考えられる。観光分野ではこれまで知ることが出来なかった観光エリアでの観光入込客数の推計、防災分野では手薄になりがちであった調査対象範囲以外からの来訪者を考慮した被害想定、民間分野ではより実態を反映した商圈分析などである。また、調査にかかる多大なコストを勘案し、これまで出来なかった月別、曜日別、日別などの定点調査などへの応用が想定される。その一方で、モバイル・ビッグデータの取得、利活用の方法を誤ってしまうと、国民のプライバシー侵害を引き起こしかねないため、個人情報保護やプライバシー保護は慎重に実施する必要がある。

謝辞：本研究の実施にあたっては、石田東生筑波大学大学院教授を委員長とする委員会を設置し、ご指導・ご協力をいただいた。また、本研究は、日本財団による支援を受けて実施したものである。ここに厚く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) International Telecommunication Union (ITU) : World Telecommunication / ICT Indicators database.
- 2) 内山久雄等「開発途上国における都市交通計画手法に関する考察」、土木学会論文集, 1997.
- 3) 福田敦等「開発途上国におけるオートバイの都市交通手段としての役割とその限界に関する研究」、国際交通安全学会, 2004.
- 4) 小田原他, 社会動態推定技術——モバイル空間統計の推計技術と応用——, 電子情報通信学会誌 Vol.97 No.9, pp.806-811, 2014.
- 5) 岡島他, 携帯電話ネットワークからの統計情報を活用した社会・産業の発展支援-モバイル空間統計の概要, NTT ドコモ テクニカル・ジャーナル, Vol.20 No.3, pp.6-10, 2012.
- 6) 寺田他, モバイル空間統計における人口推計技術, NTT ドコモ テクニカル・ジャーナル, Vol.20 No.3, pp.11-16, 2012.
- 7) 大藪他, モバイル空間統計の信頼性評価, NTT ドコモ テクニカル・ジャーナル, Vol.20 No.3, pp.17-23, 2012.