

東京都市圏におけるモバイル空間統計と パーソントリップ調査の比較分析 ー都市交通分野への適用に向けてー

森尾 淳¹・牧村 和彦¹・山口 高康²・池田 大造²
西野 仁³・藤岡 啓太郎⁴・今井 龍一⁵

¹正会員 一般財団法人計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9）
E-mail: jmorio@ibs.or.jp, kmakimura@ibs.or.jp

²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: yamaguchitaka@nttdocomo.com, ikedad@nttdocomo.com

³正会員 東海市 副市長（〒476-8601 愛知県東海市中央町一丁目1番地）
元国土交通省 国土技術政策総合研究所 都市施設研究室

⁴非会員 沼津市 副市長（〒410-8601 静岡県沼津市御幸町16-1）
前国土交通省 国土技術政策総合研究所 都市施設研究室

⁵正会員 東京都市大学 工学部 都市工学科 准教授（〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1）
前国土交通省 国土技術政策総合研究所 メンテナンス情報基盤研究室
E-mail: imair@tcu.ac.jp

パーソントリップ調査結果は、わが国の都市交通分野の施策立案、計画策定において、重要なデータの一つとして活用されてきた。一方、データ活用の即時性の観点から、交通関連ビッグデータの都市交通分野への活用が期待されており、特に、携帯電話ネットワークの運用データから生成される人口の統計情報である「モバイル空間統計」に対する期待は大きい。

本稿では、わが国最大の都市圏である東京都市圏を対象に、モバイル空間統計の特性をPT調査との比較から分析するとともに、PT調査とモバイル空間統計の組み合わせに関する分析等を通じて、モバイル空間統計の都市交通分野への適用可能性の示唆を得る。

Key Words : Mobile spatial statistics, Person trip survey, Tokyo metropolitan area, Urban transport

1. 研究の背景

わが国の都市交通分野の施策立案、計画策定において、パーソントリップ調査結果（以下、「PT調査」とする。）が重要なデータのの一つとして活用されている。国土交通省が公表している「総合都市交通体系調査の手引き（案）」¹⁾では、概ね10年ごとに実施することを推奨しているが、調査を実施する地方公共団体の財政制約等から、地方都市圏を中心にこれまで継続的に実施されてきた都市圏においても、近年、調査間隔が長くなる傾向にある。これまで、都市交通分野の政策課題は、大規模な交通施設の整備が中心であったが、近年、広範にわた

り政策課題が変化しつつあり、10年に一度の調査だけではニーズに対応できないという指摘も散見される²⁾。

一方、携帯電話、カーナビゲーションシステム、交通系ICカード等から人の移動実態が24時間365日把握できるようになってきており、データ活用の即時性の観点からも都市交通分野への活用が期待されている。また、これらの交通関連ビッグデータと既存の交通関連統計調査との組み合わせによる情報の高度化、分析の高度化に対する期待も高まっており、筆者らもこれまで様々な研究を行ってきた³⁾。

交通関連ビッグデータのうち、「モバイル空間統計」は、携帯電話ネットワークの約6,500万人の運用データ

(法人名義のデータなどを除去) から生成される人口の統計情報であり、日本全国の1時間ごとの人口分布を24時間365日把握できることから、都市交通分野への活用が期待される。

本稿は、わが国最大の都市圏である東京都市圏を対象に、モバイル空間統計の特性をPT調査との比較から分析するとともに、PT調査とモバイル空間統計の組み合わせに関する分析を通じて、モバイル空間統計の都市交通分野への適用可能性の示唆を得ることを目的とする。

2. 本研究の分析方法

(1) モバイル空間統計の概要⁷⁾⁹⁾

モバイル空間統計は、NTTドコモの携帯電話ネットワークの運用データから生成される人口の統計情報であり、基地局エリアに所在する携帯電話の台数を人口当たりのNTTドコモの携帯電話の普及率に基づき人口に拡大し、基地局エリアごとの人口をメッシュや市区町村ごとの人口に再集計した結果である。この人口分布には、当該地域に滞在している人と通過する移動中の人が含まれる。モバイル空間統計が得られるエリアは、NTTドコモの携帯電話のサービスエリアとほぼ等しく全国をカバーし、24時間365日において1時間ごとに得られる。また、居住地や性年齢階級別の個人属性別に集計できる。

(2) PT調査の概要¹⁰⁾¹¹⁾

PT調査は、「1日の人の移動」の実態を明らかにする。具体的には、個人・世帯属性、個々の移動の目的、出発地・到着地、出発時刻・到着時刻や移動手段を調査する。調査対象に定めた地域の居住者を対象とし、住民基本台帳から世帯ごとに抽出して調査票を配布する。回収された調査票を個人単位で地域ごとに性別年齢階級別人口に整合するように拡大する。PT調査は、秋の平日を対象として、世帯ごとに調査日を設定して調査するのが一般的である。集計結果は秋の平日の平均的な1日の移動に関する統計情報として活用されている。移動目的や移動手段別の交通量やその構成比等を把握するために活用するのが一般的であるが、任意の時間断面を設定することで、任意の地域に滞在している「滞留人口」、移動中である「移動人口」を集計できる。これらの数値は、性年齢階級や居住地等の個人属性別、移動手段別、移動目的別に集計できる。

(3) 本研究の分析方法

本研究では、平成20年秋に東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県および茨城県南部を対象にして実施された東京都市圏PT調査とモバイル空間統計とを比較分析した。

具体的には、東京都市圏PT調査から得られる市区町

村別の毎正時の「滞留人口」および「移動人口」の合計（以下、「滞留人口+移動人口」とする。）と、平成23年12月の平日5日間のモバイル空間統計の市町村別時間帯別の人口分布の平均値とを比較分析した。

本研究では、モバイル空間統計において都市圏外の居住者の数値も含めて比較した。比較した項目は、以下のとおりである。

- ①市区町村別時間帯別人口指標
- ②市区町村別時間帯別人口指標の推移
- ③市区町村別時間帯別年齢階級別人口指標の推移

なお、市区町村別時間帯別人口指標のうち、午前3時の数値は居住人口に相当すると想定して別途確認した。

上記に加えて、モバイル空間統計の都市交通分野の適応事例として、モバイル空間統計に、PT調査から得られる地域別の目的構成比を乗じる試算を行った。

3. モバイル空間統計とPT調査の比較分析

(1) 市区町村別時間帯別人口指標の比較

a) 居住人口の比較

PT調査では、多くの調査対象者が自宅に滞在していると想定される午前3時を調査の起点時刻としている。午前3時のPT調査の滞留人口、モバイル空間統計の数値は、居住人口に近いと想定される。PT調査、モバイル空間統計ともに居住人口と整合するように拡大して活用されていることから、午前3時の数値を比較して統計の特性を確認した。

図-1および図-2をみると、両者の滞留人口、滞留人口+移動人口の散布図は、概ね45°線上に分布し、相関係数も1.00であった。午前3時において移動中の人ほとんど存在しないため、PT調査の滞留人口と滞留人口+移動人口には大きな差異はみられなかった。以上より、モバイル空間統計、PT調査ともに居住人口の観点では、同様の特性を持つことが確認された。

b) 滞留人口の比較

市区町村別に24時間のPT調査の滞留人口とモバイル空間統計の相関係数（図-3）をみると、都市圏の中心部では、相関係数が0.8以上の地域がほとんどである。都市圏の縁辺部で、相関係数が低い傾向にある地域がある。これはPT調査で把握されていない都市圏外からの流入者の影響があると想定される。

市区町村別に各時間帯のPT調査の滞留人口とモバイル空間統計とを比較した。表-1をみると、全時間帯で相関係数が1.00に近い傾向にある。図-5をみると、8時から22時頃までの間、PT調査の滞留人口と比較してモバイル空間が一様に高い傾向にある。これは、モバイル空間統計に移動中の人が含まれているのが要因と考えられる。

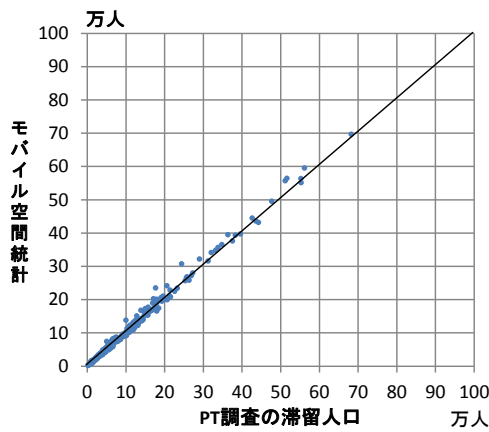


図-1 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計（午前3時）

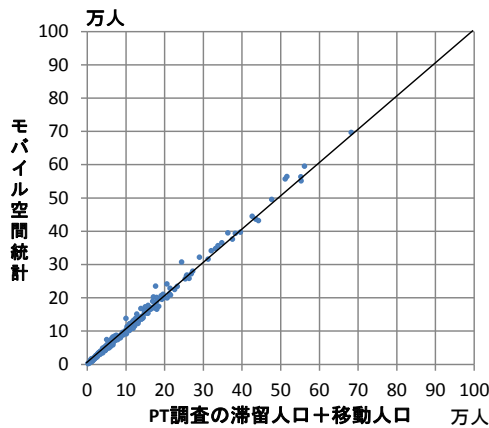


図-2 PT調査の滞在人口+移動人口とモバイル空間統計（午前3時）

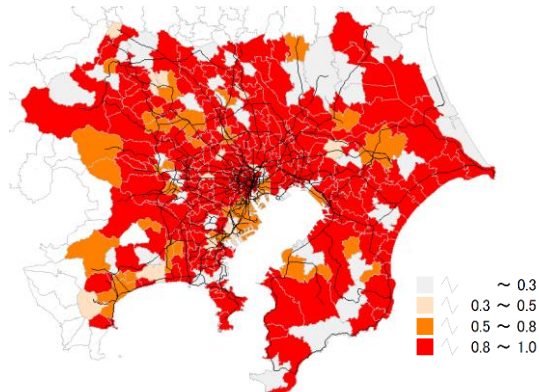
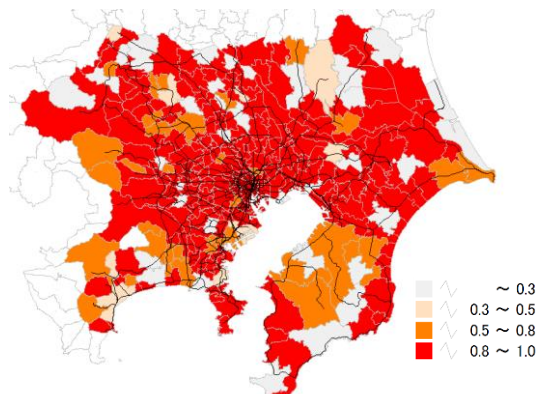
図-3 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の
市区町村別相関係数図-4 PT調査の滞在人口+移動人口とモバイル空間統計の
市区町村別相関係数

表-1 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の相関係数

時間帯	相関係数	時間帯	相関係数
0時	0.99	12時	0.98
1時	1.00	13時	0.98
2時	1.00	14時	0.98
3時	1.00	15時	0.98
4時	1.00	16時	0.98
5時	1.00	17時	0.98
6時	0.99	18時	0.98
7時	0.98	19時	0.99
8時	0.94	20時	0.99
9時	0.99	21時	0.99
10時	0.98	22時	0.99
11時	0.98	23時	0.99

表-2 PT調査の滞在人口+移動人口とモバイル空間統計の相関係数

時間帯	相関係数	時間帯	相関係数
0時	0.99	12時	0.98
1時	1.00	13時	0.98
2時	1.00	14時	0.98
3時	1.00	15時	0.98
4時	1.00	16時	0.98
5時	1.00	17時	0.98
6時	0.99	18時	0.98
7時	0.98	19時	0.99
8時	0.97	20時	0.99
9時	0.99	21時	0.99
10時	0.98	22時	0.99
11時	0.98	23時	0.99

表-1の8時に着目すると、特徴的な傾向を示しており、相関係数は0.94と最も低い。図-5の8時の散布図をみると、複数の市区町村においてPT調査の滞在人口よりモバイル空間統計がかなり大きい数値を示した。千代田区、港区や新宿区等の都心部やターミナル駅の周辺地域、世田谷区、大田区や江東区のような複数の都心と郊外を結ぶ鉄道路線を有する地域でその傾向が強い。

c) 滞在人口+移動人口の比較

市区町村別に24時間のPT調査の滞在人口+移動人口とモバイル空間統計の相関係数（図-4）をみると、図-3と同様に都市圏の縁辺部で低い傾向がみられた。

市区町村別に各時間帯のPT調査の滞在人口+移動人口とモバイル空間統計の相関係数（表-2）をみると、PT調査に移動人口が含まれることにより、全ての時間帯で相関係数が1.00に近い傾向があり、PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の相関係数を比較すると、総じて改善している。図-6をみると、滞在人口のみの場合と比較して、8時から22時頃までの間においても45°線に近づいている。滞在人口のみでは8時の差異が大きかった都心部、ターミナル駅の周辺地域や複数の鉄道路線を有する地域等でも45°線に近づくことが確認された。

しかし、一部に差異が大きい地域が残っており、例えば、平成20年から平成23年の対象時点間の都心回帰によ

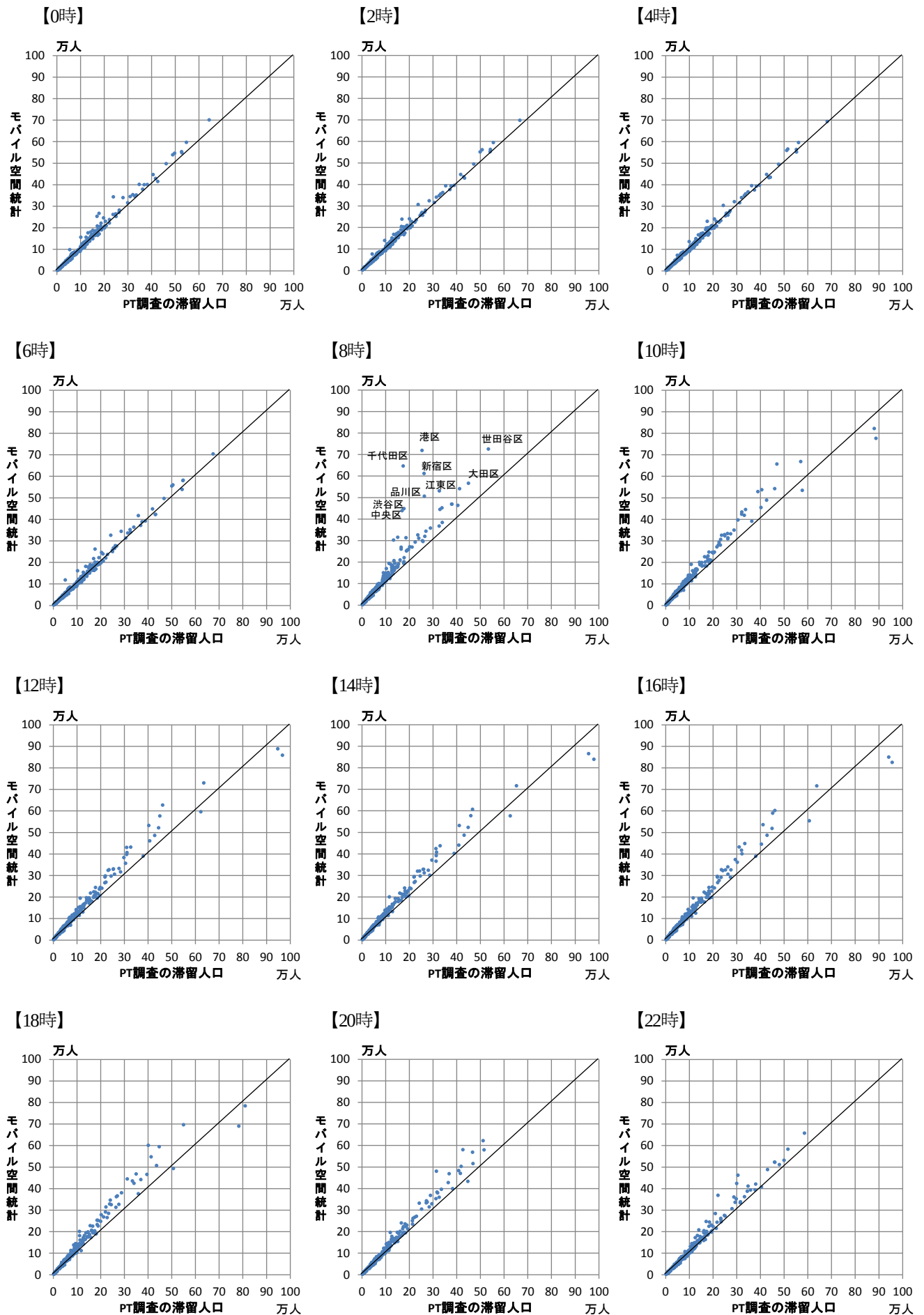


図-5 PT調査の滞留人口とモバイル空間統計の散布

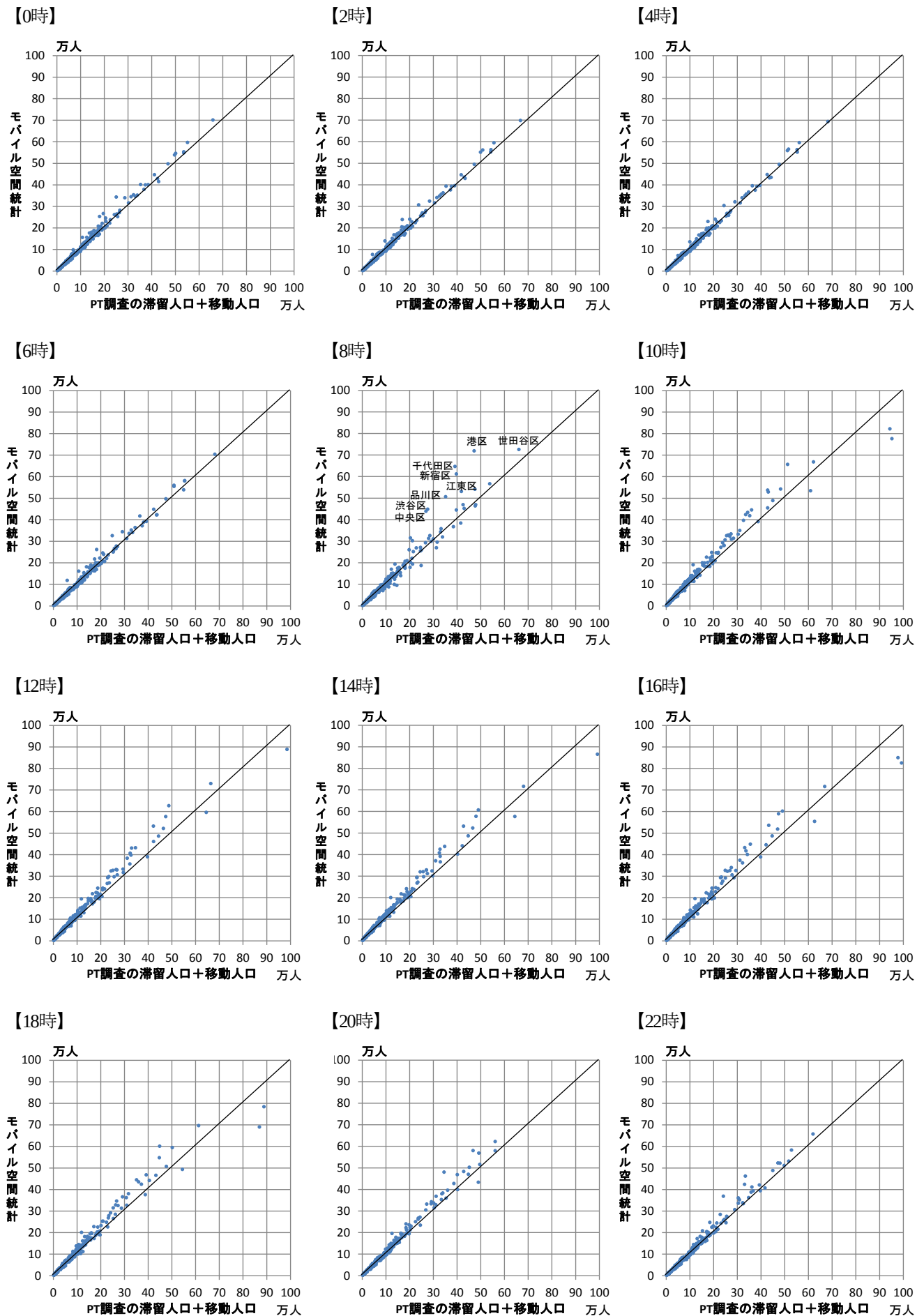


図-6 PT調査の滞留人口とモバイル空間統計の散布

る影響，PT調査とモバイル空間統計の集計方法の違い（PT調査が正時の集計結果，モバイル空間統計が時間帯内の滞在時間による重み付けによる集計）による影響等も含まれると考えられる。

(2) 市区町村別時間帯別人口指標の推移と性別年齢階級別人口指標の比較

市区町村別にモバイル空間統計，PT調査の滞在人口，滞在人口＋移動人口の時間帯別の推移を確認した。ここでは，新宿区，練馬区および東京区部を取り上げる。

新宿区では，PT調査の滞在人口＋移動人口と比較するとモバイル空間統計が多い（図-7）。午前2時から午前5時頃の時間帯がPT調査とモバイル空間統計の差異が小さく，通勤時間帯である8時と20時以降の夜間の時間

帯で差異が大きくなる傾向にある。性別年齢階級別の分布をみると，概ね同様の分布であるが，3時では，男女ともに一部の年代を除いてモバイル空間統計が多く，15時では，45歳以上の女性，特に70代女性で差異が大きい傾向がある（図-8）。

練馬区では，夜間の時間帯はPT調査の滞在人口＋移動人口とモバイル空間統計とがほぼ一致しているが，10時から18時の昼間の時間帯で差異が大きい傾向があった（図-9）。性別年齢階級別の分布をみると，概ね同様の分布であるが，15時の男性全般および3時・15時ともに女性75～79歳のモバイル空間統計が多い（図-10）。

東京区部では，3時頃にPT調査の滞在人口＋移動人口とモバイル空間統計の差異が小さく，通勤時間帯である7時，8時と20時以降の夜間の時間帯でモバイル空間統計

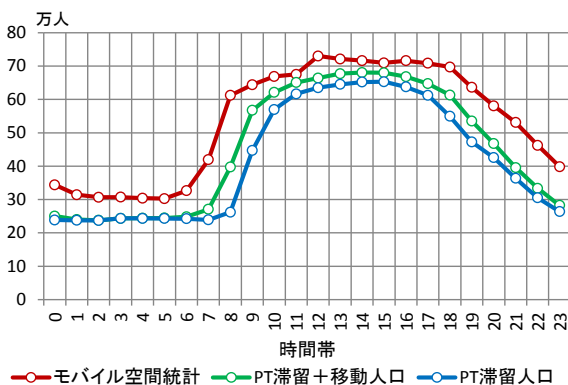


図-7 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の時間推移（新宿区）

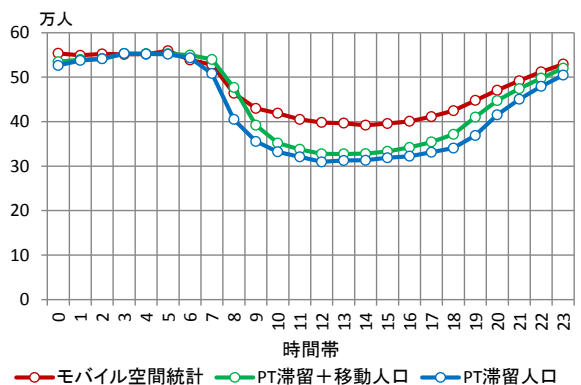


図-9 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の時間推移（練馬区）

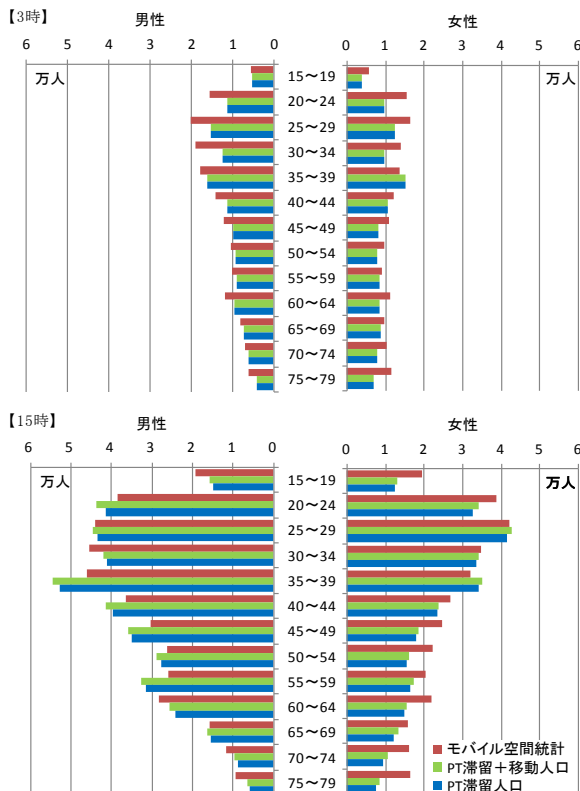


図-8 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の比較（新宿区）

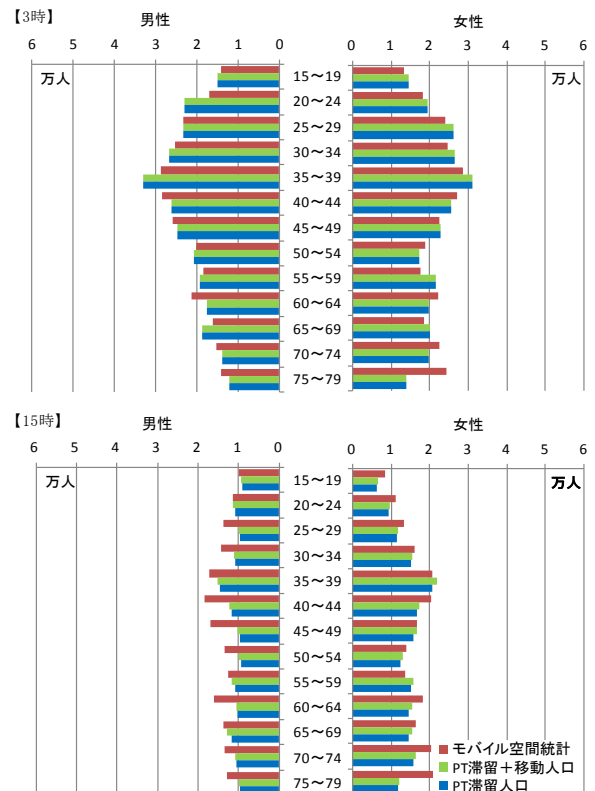


図-10 PT調査の滞在人口とモバイル空間統計の比較（練馬区）

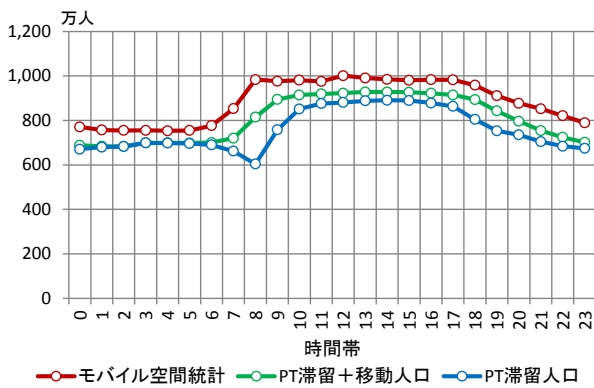


図-11 PT調査の滞留人口とモバイル空間統計の時間推移（東京区部）

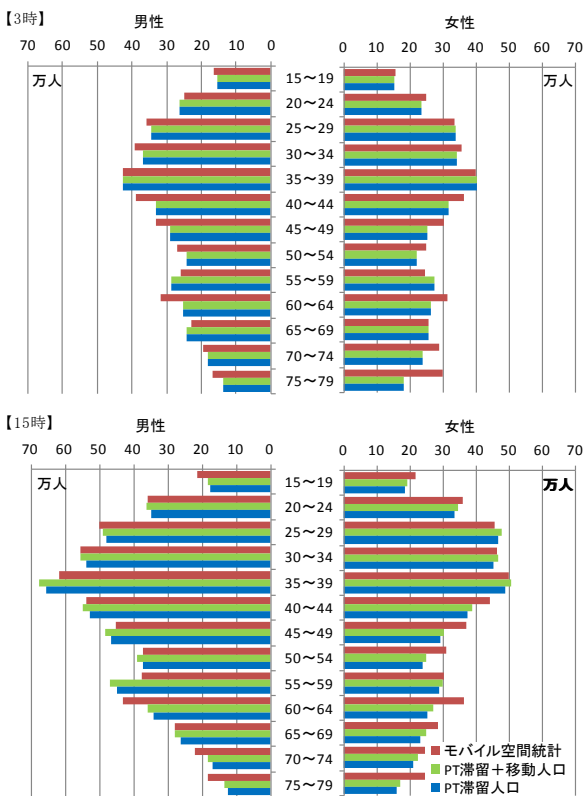


図-12 PT調査の滞留人口とモバイル空間統計の比較（東京区部）

が多かった（図-11）。性別年齢階級別の分布をみると、概ね同様の傾向を示したが、60代以上の女性の差異が大きいことが分かる（図-12）。

上記の結果を踏まえると、練馬区のような住宅地では、夜間人口が概ね一致することが確認された。その他の特徴をみると、モバイル空間統計に都市圏外居住者が含まれることによる影響の可能性、高齢女性の携帯電話保有の偏りの影響の可能性等が考えられる。

(4) PT調査の手段構成を考慮した推計

モバイル空間統計は、毎日24時間継続的に把握できるが、PT調査のように移動目的等は把握できない。一方、PT調査は10年に一回の調査であるが、移動目的や移動

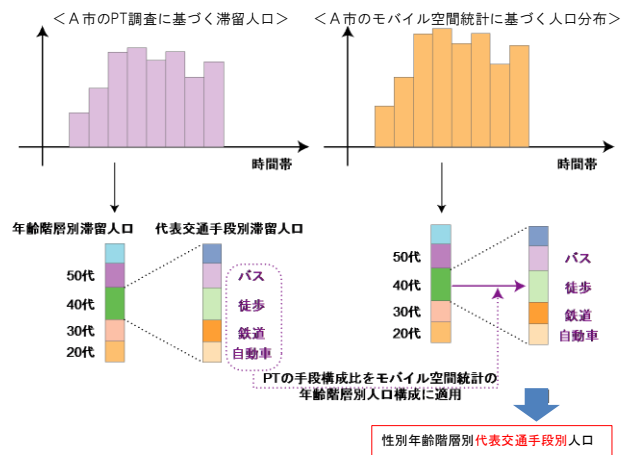


図-13 モバイル空間統計とPT調査を活用した交通手段別人口の推計イメージ

手段が把握できる。両者の特徴を活かし、モバイル空間統計の時間帯別性別年齢階級別の値に対して、PT調査で得られた地域別の滞留人口の時間帯別性別年齢階級別の手段構成を適用し、モバイル空間統計から簡易的に地域別の滞留人口の手段構成を推計した。推計イメージは、図-13のとおりである。この推計手法を東京都市圏の市区町村に適用した。

適用事例として、東京区部合計の数値を図-14から図-17に示す。モバイル空間統計とPT調査の滞留人口+移動人口には、若干の違いがあるが、モバイル空間統計に、PT調査の市区町村別性別年齢階級別の手段構成を適用することにより、PT調査と同様の手段構成を一定程度の精度で再現できることが確認できた。

4. おわりに

本稿の分析により、モバイル空間統計は、PT調査と比して、移動人口の集計方法の違いによる通勤時間帯の差異、都市圏外からの流入者の差異、高齢女性の差異があるものの、都市圏全体でみると、相関係数等の数値も高く、PT調査の滞留人口と同様の傾向があることが確認された。

モバイル空間統計の特性である毎日24時間継続的に把握できること、都市圏外居住者を把握できること等を活かすと、都市交通分野における分析範囲が広がる。

都市観光や地域活性化の視点では、モバイル空間統計の活用により、例えば、高速道路や新幹線の開通直後に都市圏外からの観光客の集中場所等の地域分布、時間特性、曜日変動を把握でき、迅速な対応も可能である。

防災の視点では、地域毎に都市圏外の居住者の人数、集中場所等を把握できるため、例えば、これまでの帰宅困難者の対策の検討と比較して、備蓄、安否確認、その他広域的な対策についても検討できることが期待される。

交通特性においては、本稿の手法のように、PT調査との組み合わせにより、PT調査の対象外の時期の推計

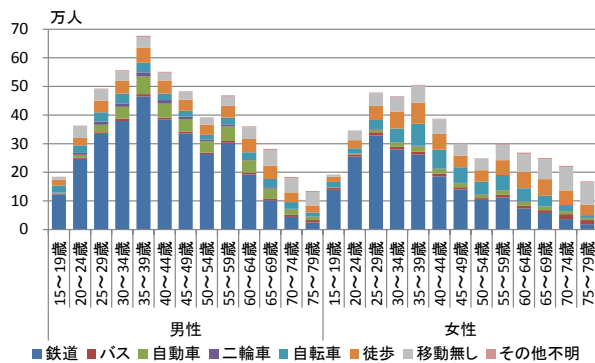


図-14 PT調査に基づく性別年齢階級別移動手段構成 (東京区部・15時)

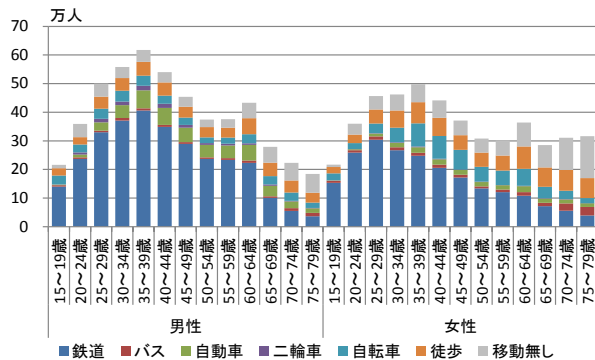


図-15 モバイル空間統計による性別年齢階級別移動手段推計結果 (東京区部・15時)

も可能となる。今後、携帯電話ネットワークの運用データからトリップが推計できるようになると、滞留人口およびトリップの両者から分析が可能となり、PT調査の補完として活用されることが期待される。

参考文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局都市計画課都市交通調査室：総合都市交通体系調査の手引き（案），2007
- 2) 石田東生，小向太郎，渡田滋彦，中村正，谷島賢：交通政策・運用・調査とビッグデータ，交通工学，Vol.50，No.1，pp.8-17，2015
- 3) 藤岡啓太郎，森尾淳，平田晋一，中野敦：携帯電話位置情報を活用したパーソントリップ調査の簡素化について，土木計画学研究・講演集，Vol.49，2014
- 4) 井星雄貴，今井龍一，濱田俊一，森尾淳，牧村和彦：異なる動線データの補完可能性に関する一考察，土木計画学研究・講演集，Vol.44，2011
- 5) 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.48，2013

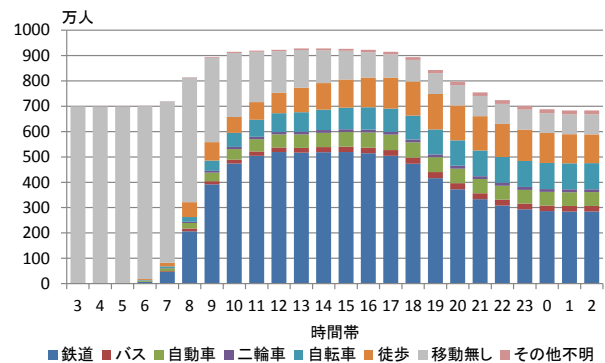


図-16 PT調査に基づく時間帯別移動手段構成 (東京区部)

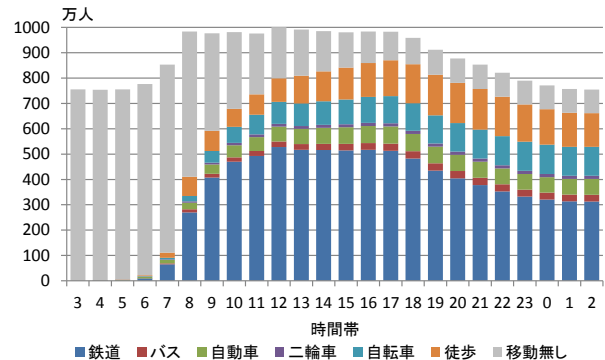


図-17 モバイル空間統計による時間帯別移動手段構成 (東京区部)

- 6) 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
- 7) 岡島一郎，田中聡，寺田雅之，池田大造，永田智大：携帯電話ネットワークからの統計情報を活用した社会・産業の発展支援ーモバイル空間統計の概要ー，NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル，Vo.20，No.3，pp.6-10，2012
- 8) 寺田雅之，永田智大，小林基成：モバイル空間統計における人口推計技術，NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル，Vol.20，No.3，pp.11-16，2012
- 9) 株式会社ドコモインサイトマーケティング：モバイル空間統計リーフレット，2015
- 10) 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 人の動きから見える東京都市圏，東京都市圏交通だより，Vol.20，2010
- 11) 財団法人計量計画研究所編：総合都市交通体系調査の手引き 解説書 2007，2007

(2015.7.31 受付)

ANALYSIS OF COMPARISON BETWEEN MOBILE SPATIAL STATISTICS AND PERSON TRIP SURVEY IN TOKYO METROPOLITAN AREA

Jun MORIO, Kazuhiko MAKIMURA, Takayasu YAMAGUCHI, Daizo IKEDA, Hitoshi NISHINO, Keitaro FUJIOKA and Ryuichi IMAI