

携帯電話基地局データを活用した 交通流動の把握手法

新階寛恭・吉田純土・関谷浩孝

1. はじめに

これまで、都市における交通流動を把握する方法としては、質問紙の配布によるアンケート調査手法の一つであるパーソントリップ調査（以下「PT調査」という。）等が主に活用されてきた。その一方で、最近ではデータの即時性、統計的信頼性、網羅性、取得の効率性等の観点から、いわゆる交通関連ビッグデータを都市交通分野に活用し、スマートプランニングにより都市活動の生産性を高めることが期待される。このうち特に、携帯電話基地局データから生成される新たな人口統計情報が注目されている。

本稿では、この携帯電話基地局データに関して特徴を概説するとともに、他の統計データとの比較による再現性の検証結果や当データの活用に関する今後の展望について論じる。

2. 携帯電話基地局データの概要

2.1 データの特徴

携帯電話通信網においては、端末機器とのデータの送受信が常時速やかに行えるよう、一定周期（概ね1時間）毎に、都市内で多数設置されている基地局との間で端末の存在確認のための通信（位置登録。以下「通信」という。）が行われている。この通信による運用データを集計処理することにより、基地局が設置されている任意のエリアにおいて属性別（性別、年代別）に年間・終日を通して人口の分布状況や流動状況を把握できる統計が生成される。

この統計は、端末利用者の承諾によらず自動的に収集される通信データに基づくため、アンケート調査と異なり、回答バイアスが生じない。また、上記の統計として本研究において用いたNTTドコモの「モバイル空間統計」は、加入者約7,300万人¹⁾の運用データを元にデータが作成されており、サンプル数が他の統計と比して格段に多く、

統計的な信頼度も高い。

2.2 データの生成方法と種類

「モバイル空間統計」は以下の3段階処理により生成される。すなわち、携帯電話基地局から得られた運用データに①統計作成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」、②携帯電話普及率を加味して分布人口・流動人口をエリアごとに推計する「集計処理」、③推計人口のうち少数データを除去する「秘匿処理」を行い、統計データが生成される²⁾（図-1）。

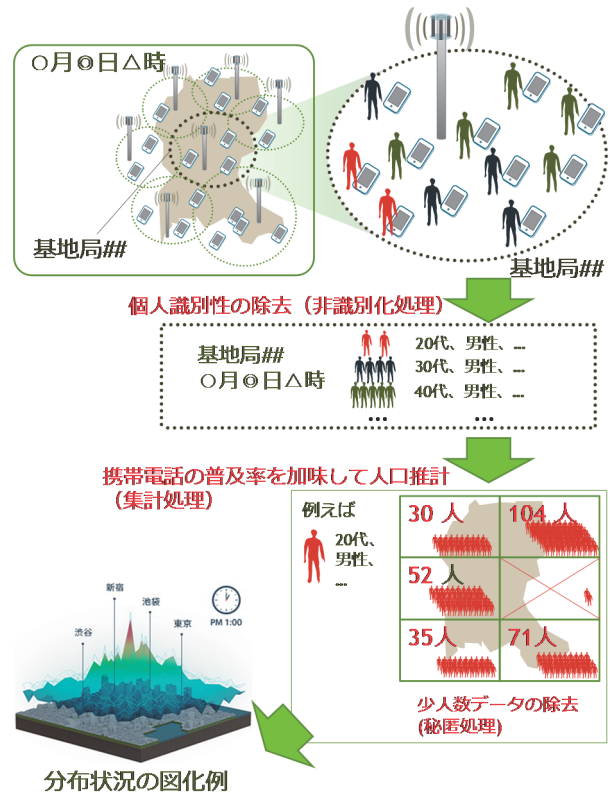


図-1 データ生成の手順（モバイル空間統計）

「モバイル空間統計」には「人口分布統計」と「人口流動統計」の2種類がある（図-2）。

「人口分布統計」は、メッシュや行政区画等で区切られた任意のエリアに、特定の時間に分布する人口を集計したものである。

一方、「人口流動統計」は、任意のエリア間を移動した人口を集計したものであり、直感的にはPT調査等から得られるOD交通量に近い。なお、

携帯電話基地局の運用データはあくまで端末の位置情報であることから、流動人口の推計の際には、端末が「移動」しているのか「滞留」しているのかを判定する必要がある。

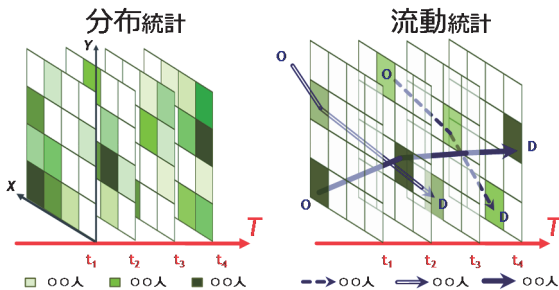


図-2 モバイル空間統計の種類

2.3 移動と滞留の判定^{3),4)}

「人口流動統計」においては、移動と滞留の判定を以下のように行っている。一つの端末について、ある位置において通信が行われた基地局のカバーエリア（赤点線部分）の図心から、概ね1時間後に次の通信が行われた基地局のカバーエリアの図心までの距離が判定距離（本研究では1kmとしている。）以上である場合は「移動」と見なし、判定距離未満である場合は「滞留」と見なす（図-3）。通信がある毎にこのような判定を続け、「移動」が始まる地点を起点とし、「滞留」が始まる地点を終点とすることで1トリップを抽出し、これを集計してOD交通量を算出する。

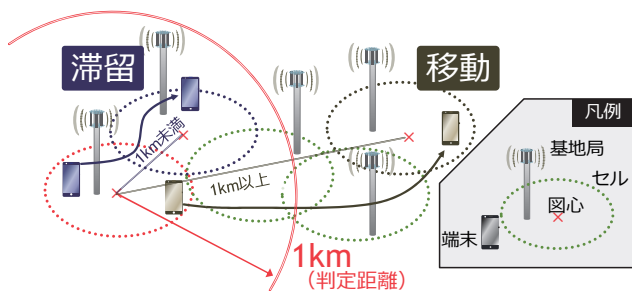


図-3 移動と滞留の判定

3. 人口分布統計とPT調査の掛け合わせの妥当性検証⁵⁾

交通計画の実務において交通実態把握や交通需要予測を行う際には、移動者の移動手段（鉄道，自動車，徒歩等）や移動目的（通勤，私事，業務等）の情報が必要となる場合が多いが、「モバイル空間統計」においては、これらの情報が現時点

では直接的には含まれていない。そこで本章では、「人口分布統計」において、本データを実務において活用する際の一つの手法として、PT調査結果を掛け合わせるにより、これらの情報を付加する方法を紹介する。また、他の統計データとの比較によりこの掛け合わせデータの妥当性を検証した結果について概説する。

3.1 掛け合わせの方法

移動手段別の人口分布統計は、携帯電話基地局の運用データから生成された時間帯別性別年齢階級別の人口分布統計に、PT調査で得られた地域毎の分布人口における時間帯別性別年齢階級別の移動手段分担率を掛け合わせるにより作成する。また、移動目的別の人口分布統計についても、同様にPT調査から得られた移動目的構成比を掛け合わせるにより作成する（図-4）。

この方法により推計した、鉄道を利用して当該日につくば市内に到着している時間帯別の人口分布を図-5に示す。

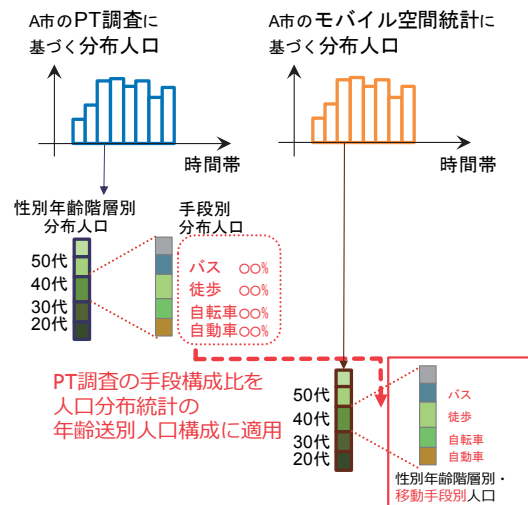


図-4 市区町村間のOD交通量の比較

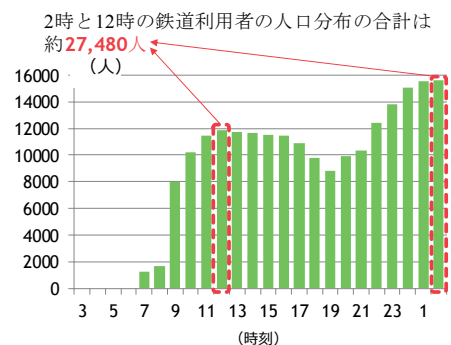


図-5 時間帯別の鉄道利用後滞留人口（つくば市）

3.2 掛け合わせの妥当性の検証

前節において推計したつくば市内の鉄道利用後滞留人口の妥当性を検証するために、鉄道事業者が公表する駅の平均乗車人員との比較を行った。

ここでは、①つくば市内就業者・通学者は、12時時点において鉄道を利用してつくば市に到着していた分布人口とほぼ同数で、帰宅時（1時より前）にはつくば市内の駅から乗車し市外に出ると想定する。また②つくば市内居住者は、2時時点において鉄道を利用してつくば市内に到着していた分布人口とほぼ同数で、出勤・登校時（11時より前）にはつくば市内の駅から乗車し市外に出ると想定する。鉄道利用者数は①と②の合計であることから、12時点と2時時点の人口分布統計の合計とつくば市内駅の平均乗車人員の合計との比較を行った（図-6）。

その結果、人口分布統計の①と②の合計値は27,480人となり、つくば市内駅の平均乗車人員の合計値25,277人とほぼ一致し、概ね妥当性が確認された。

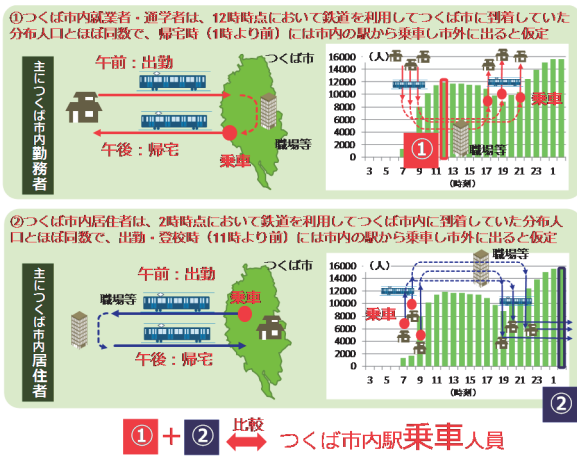


図-6 人口分布統計と平均乗車人員の比較

4. 人口流動統計とPT調査との比較検証^{3),4)}

本章では、携帯電話基地局データから生成された人口流動統計について、OD交通量をどの程度正確に捕捉しているかを検証するために人口流動統計とPT調査結果とを比較した一例を紹介する。

4.1 総トリップ数の比較

①平成26年11月時点の静岡市内各区及び藤枝市、焼津市、島田市における人口流動統計（移動判定距離：1km）と②平成24年10月に実施された静岡都市圏PT調査の実施結果をもとに対象地域内の総トリップ数を比較すると、①は約204万

トリップ、②は約187万トリップとなり、両データの値は、概ね一致した。②のPT調査が①の人口流動統計より少ない理由としては、PT調査がアンケート調査であるために回答者が近距離の移動を記載していない可能性や、人口流動統計では端末の僅かな変位による基地局の変更をトリップとして判定している可能性が考えられる。

4.2 市区町村間のOD交通量の比較

①平成27年10月時点の東京都市圏内における人口流動統計と②平成20年10～11月に実施された東京都市圏PT調査の実施結果をもとに、市区町村間のOD交通量の比較を行った（図-7）。なお、移動判定距離は基地局密度や実際のトリップ長等を考慮し、1kmとしている。

市区町村内々トリップ（同一市区町村内のトリップ）において、人口流動統計のOD交通量がPT調査の2倍程度である一方で、内々トリップ以外については、概ね双方のOD交通量は一致している。内々トリップにおいて人口流動統計のOD交通量の方が多き理由として、前節同様、PT調査において回答者が近距離の移動を記入していないことや、端末の僅かな変位を人口流動統計ではトリップと捉えていることが考えられる。

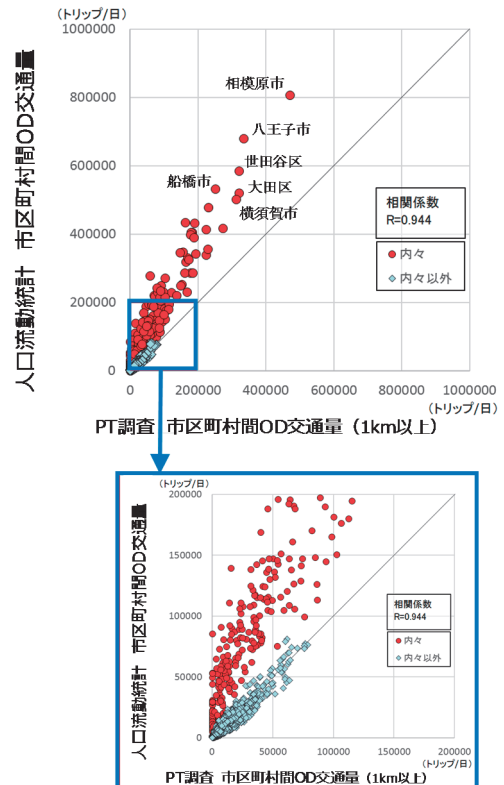


図-7 市区町村間のOD交通量の比較
(各々の点は、ODペアを表している)

4.3 比較結果の考察

上述の結果より、人口流動統計とPT調査のOD交通量に関しては市区町村間スケールでは一定程度の一致を見ることができた。しかし、内々トリップ等の短い距離において、携帯電話基地局データの特性上、人口流動統計が過大にトリップを捉えている可能性も考えられる。人口流動統計を利用する際にはこのような特性を十分に認識する必要がある。

5. まとめ

本稿では、携帯電話基地局データから生成される人口分布統計及び人口流動統計について、その性質について整理した上で、データの妥当性の検証を行った結果、既往統計との一定程度の一致が確認された。ここで改めて、既往統計と人口流動統計の特徴を整理すると表-1のようになる。人口流動統計は、既往統計に比べ、サンプルの多さや空間的、時間的な網羅性、データ取得の効率性を有している利点があるものの、空間・時間解像度が粗いこと、移動目的や移動手段が不明である等の課題も残されている。

今後は、これらの課題に対応して、交通計画等の実務上のニーズを踏まえた改良を行い、具体的な政策実現に活用される汎用的なツールにしていくことが必要となる。このような取組を通じて、詳細かつ網羅的な交通特性の把握が効率的に行えるようになることで、より社会的要請に合致し、都市の生産性向上に寄与する施策が展開されることが期待できる。

謝 辞

本研究の推進にあたっては、国土交通省都市局をはじめ、東京大学関本義秀准教授、東京都市

大学今井龍一准教授、株式会社NTTドコモの皆様にご助言、情報提供等のご協力を頂いた。ここに厚く御礼を申し上げる。

表-1 各統計の特徴

項目	PT調査	道路交通センサス (OD量調査)	人口流動統計
調査対象	標本調査 (都市圏居住者の約2%)	登録車両 (全国の車両の約3%)	(株)NTTドコモの携帯電話所有者 (約7,000万人)
調査日	特定の日	特定の日	365日いつでも
調査頻度	概ね10年	概ね5年	毎日24時間
調査地域	都市圏単位	日本全国	日本全国
属性	性別・年齢別・居住地別	車籍地・車種等 (運転者の性別・年齢別等)	性別・年齢別・居住地別
時間解像度	時間単位	日単位	時間単位
空間解像度	中ゾーン (最小は夜間人口約15千人を目安とした小ゾーン) ※	Bゾーン	基地局密度および電波到達範囲・建物状況に依存 (都市部では中〜小ゾーンが目安)
移動の目的	大まかな目的	大まかな目的	把握不能 (ただし改善の余地あり)
移動手段	交通手段、経路	自動車	把握不能 (ただし改善の余地あり)

参考文献

- 1) (株)NTTドコモ：2016年度第2四半期決算説明会資料
- 2) (株)NTTドコモ：モバイル空間統計ガイドライン (入手2016.11)
- 3) 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、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、No.142、2015
- 4) 新階寛恭、今井龍一、池田大造、永田智大、森尾淳、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、No.15-03、2016
- 5) 吉田純土、森尾淳、中野敦、山口高康、池田大造、今井龍一：都市交通分野における携帯電話基地局データとパーソントリップ調査の組合せ分析に関する研究土木計画学研究・講演集、Vol.53、No.15-02、2016

新階寛恭



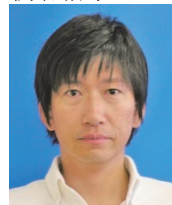
国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市施設研究室長
Hiroyasu SHINGAI

吉田純土



国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市施設研究室主任研究官
Jundo YOSHIDA

関谷浩孝



国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター社会資本情報基盤研究室長、博(工)
Dr. Hirotaka SEKIYA