

Technology Reports

社会・産業の発展を支える「モバイル空間統計」
—モバイルネットワークの統計情報に基づく人口推計技術とその活用—

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—

本稿では、携帯電話サービスで用いる運用データを用いて、時々刻々と変化する人口の推移を推計する、モバイル空間統計の概要について述べる。モバイル空間統計は社会の発展・高度化に寄与することを目的とし、人口に関する推計を広域なエリアで継続的に行う。また、モバイル空間統計は、人口の時間推移だけでなく、性別や年齢、居住地に基づく人口の構成も把握することができる。モバイル空間統計の作成にあたっては、非識別処理、集計処理、秘匿処理の3段階の処理を通じて行うことによりプライバシーを保護し、安全性と有用性を両立させる。このモバイル空間統計の活用を通じた社会、産業の発展への寄与は、個人の生活の質や水準の向上へと還元され、スマートライフの実現へと繋がること期待される。

先進技術研究所

おかじま いちろう たなか さとし
岡島 一郎 田中 聡
てらだ まさゆき いけだ だいぞう
寺田 雅之 池田 大造
ながた ともひろ
永田 智大

1. まえがき

従来、日本の人口分布を調べる際に利用される国勢調査や住民基本台帳は、国や地方自治体の施策立案だけでなく、さまざまな産業においても用いられ、社会の発展に大きく寄与してきた。これら既存統計は、人の居住地を基に調査を行っているため、それが指し示す人口を常住人口（あるいは常住地主義に基づく人口）と呼ぶ。

人は夜間には基本的に居住地にい

ることが想定されるため、夜間における人口分布を把握しようとする場合には常住人口を用いても大きな問題はない。しかし、昼間は居住地から移動する人も多く、それに併せて人口分布も変化する。たとえば、平日ならばオフィス街に、休日ならショッピング街や観光地に人が集まる傾向があるが、常住人口はこれらの人口の変動を反映しない。このような「ある場所に実際にいた人の数」に基づく人口は現在人口（あるいは現在地主義に基づく人口）と呼ばれ

るが、人の移動に伴って時々刻々と変化する現在人口を定量的に把握することは今まで難しかった。

そこで、継続的に国家規模の現在人口の変化を推計する手段として、携帯電話の仕組みに着目する。日々使われているドコモの携帯電話サービスの利用者は全人口の約4割であり、その高い普及率を活かし、精度の高い現在人口を把握できることが期待される。

すなわち、携帯電話サービスを提供するために必要な情報である、携

携帯電話ネットワークの運用データを統計的に処理することにより人口を推計する。このことにより、①国家規模の範囲を対象として、②メッシュや行政区界などの任意の単位（粒度は基地局密度による）で、③時間単位の変動を24時間/365日で継続的に、④性別・年齢層別・居住地別などに分類したうえで、これまで定量的に測れなかった現在人口を推計するための情報基盤を構築することができる。これをモバイル空間統計と呼ぶ。

このような新しい情報基盤を構築する際には、統計作成の基となる個々の情報や推計された統計値におけるプライバシーの保護が重要である。そのため、モバイル空間統計の作成にあたっては、社外有識者によりモバイル空間統計の社会的・法的・技術的側面について検討した有識者研究会[1]における検討結果を踏まえ、プライバシー保護のための処理手順を定める。

本稿では、携帯電話の仕組みを応用して時間とともに変動する現在人口を推計するモバイル空間統計の概要と、モバイル空間統計におけるプライバシー保護の考え方について解説する。

2. モバイル空間統計とは

2.1 新たなる価値と社会・産業の発展

図1にモバイル空間統計の仕組みと、モバイル空間統計によって提供される3種類の人口に関する推計値

のイメージを示す。

モバイル空間統計では、時々刻々と変動する現在人口を広域な地域において推計することができる。つまり、ある時刻においてどの地域で人口が多かったかといった人口の地理的な分布を把握することができる。これを人口分布と呼ぶ。

また、ある地域における人口の変動を継続的に分析することにより、ある地域で最も人口が多くなる時刻はいつか、といった時間推移に伴う人口の変動の傾向を把握することもできる。これを人口推移と呼ぶ。

さらにモバイル空間統計では、性別・年齢別の人口や居住地別など属性ごとの人口といった、人口の構成に関する分布を分析することにより、たとえば若い女性が集まる傾向

があるエリアや、あるオフィス街にはどの地域に居住している人が多く通勤しているかなども併せて把握できる。これを人口構成と呼ぶ。

すなわち、モバイル空間統計は、時々刻々と変動する現在人口を月、曜日、時間、性別、年齢、居住地ごとに継続して推計し、時間や地域による推移や変化を調べるための手段を提供する。これにより、例えば国や自治体によるまちづくり[2]や防災計画[3]、地域活性化[4]など、人口の分布や推移、構成に関する実態の把握が重要となる分野において、企画・立案や施策効果の検証などにおける合理的な判断を支援するとともに、これらを通じた社会や産業の発展に寄与していくことが期待される。

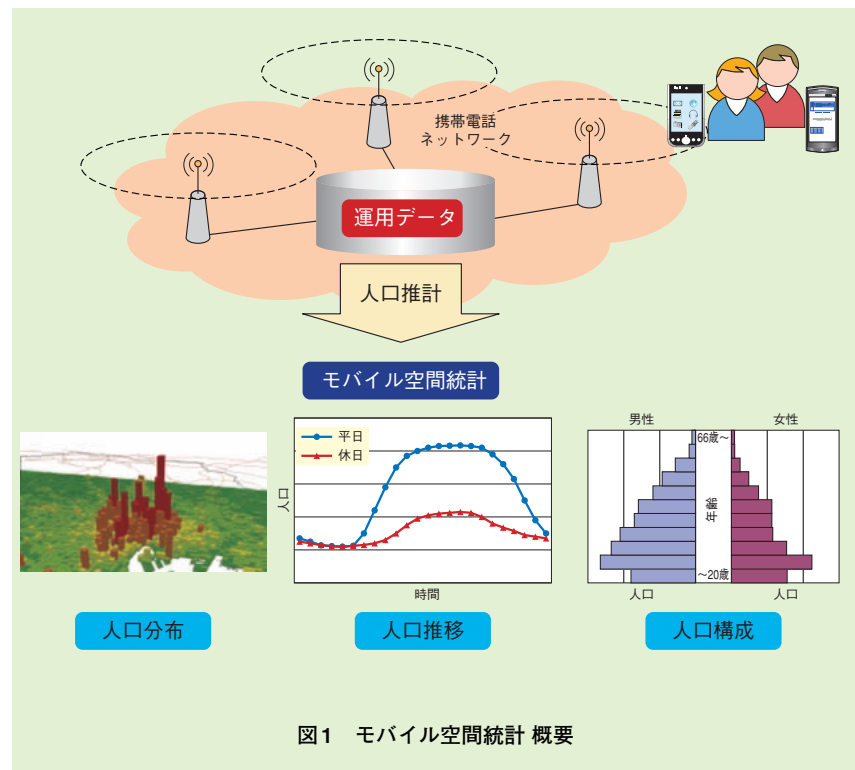


図1 モバイル空間統計 概要

2.2 モバイル空間統計の特徴

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を利用して人口を推計することから、携帯電話ネットワークの性質による、下記に示す特徴をもつ。

カバレッジ: 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、そのカバレッジは携帯電話のサービスエリアとほとんど等しい。本稿執筆時点で、ドコモの携帯電話のサービスエリアは全国市区町村役場を100%カバーするため、モバイル空間統計もほぼ同等のカバレッジをもつ。

空間解像度: モバイル空間統計がどのくらいの大きさのエリア単位で人口を推計できるかは、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るため、全国一律ではない。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できる。

時間解像度: モバイル空間統計が人口を推計できる時間単位は、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。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。

2.3 モバイル空間統計の利点と限界

携帯電話ネットワークの運用デー

タを用いて現在人口を推計するモバイル空間統計は、従来の調査票による常住人口の統計とはその作成過程が大きく異なるため、既存の統計と比較していくつかの利点と限界を有している。

まず、広範なエリアにおける調査が比較的容易であることが利点の1つ目として挙げられる。従来の調査票を用いた統計調査の場合、調査対象エリアの拡大や集計単位の詳細化に伴いコストが増大するだけでなく、調査の企画から、実施、結果の作成までに要する期間も長くなる。これに対し、モバイル空間統計は、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。

利点の2つ目として、従来の統計に比べて、細かい時間単位で集計できることが挙げられる。たとえば常住人口に関する統計調査として最も一般的なものである国勢調査では、その実施頻度は5年に一度である。調査票の配布や回収、および分析や集計などのコストや手間を考慮すると、統計作成の頻度をあげる事は大変な困難を伴う。一方、モバイル空間統計は、24時間365日途切れることなく提供されている携帯電話サービスに伴って生じる運用データから作成されるため、統計作成の頻度を1時間単位とすることも現実的なコストで実現可能である。

その一方で、モバイル空間統計は推計対象とする年齢層に制約があ

る。すなわち、モバイル空間統計は携帯電話の運用データから人口を推計するため、携帯電話普及率が極端に低い年齢層の人口を推計することはできない。具体的には、携帯電話サービスの契約者の少ない80歳以上や、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での推計の対象外である。したがって、現時点ではモバイル空間統計が推計の対象とする人口は15~79歳に限られる。

また、国勢調査などと比較するとモバイル空間統計による推計人口は、その精度に限界がある。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、そこから人口を集計する全数調査（悉皆（しっかい）調査とも呼ばれる）であるのに対し、モバイル空間統計はドコモの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。そのため、モバイル空間統計の活用にあたっては、応用分野ごとに必要な精度を得られているかについて、十分に留意しながら活用を進めていく必要がある。

2.4 モバイル空間統計の安全性

モバイル空間統計は、いままで把握が困難であった人口の時間推移や構成の変化を明らかにすることを通じ、社会・産業の発展へ寄与していくことが期待されるものであるが、その一方でプライバシー保護に対する十分な留意が重要である。

モバイル空間統計を作成するために用いられる携帯電話ネットワークの運用データは、具体的には在圏データと属性データに大別される。

(1)在圏データ

在圏データとは、携帯電話が「いつでもどこでも」つながる仕組みを維持するために、携帯電話ネットワークがそれぞれの基地局を通じて把握する、携帯電話の在圏状況に関するデータである。携帯電話は基地局を通じて携帯電話ネットワークに接続されており、基地局は自身のカバーエリア内（基地局エリア）にいる携帯電話とネットワークとの無線通信を提供している。携帯電話への発

着信が発生した場合、ネットワークは対象となる携帯電話がどの基地局エリアに在圏するかを把握する必要がある。対象となる携帯電話が在圏する基地局エリアを日本全国から逐次探すことは非効率的であるため、基地局は定期的に携帯電話とやりとりを行い、携帯電話ネットワークが携帯電話の在圏状況を把握できるようにする。この基地局ごとの携帯電話の在圏状況に関するデータを在圏データと呼ぶ。

(2)属性データ

属性データとは、携帯電話ユーザーの属性に関するデータである。携帯電話ネットワークは携帯電話を有す

るユーザーに適切にサービスを提供するために、名前や住所、性別、生年月日などのユーザーの属性に関するデータを管理している。このデータを属性データと呼ぶ。

それぞれの在圏データや属性データはユーザーのプライバシーに関する機微な情報を含むことから、その扱いにあたってはプライバシーの保護に十分に留意する必要がある。そこで、モバイル空間統計の作成にあたっては、図2に示す3段階処理を通じてユーザーのプライバシーを慎重に保護している。

①非識別化処理

まず、運用データから、人口

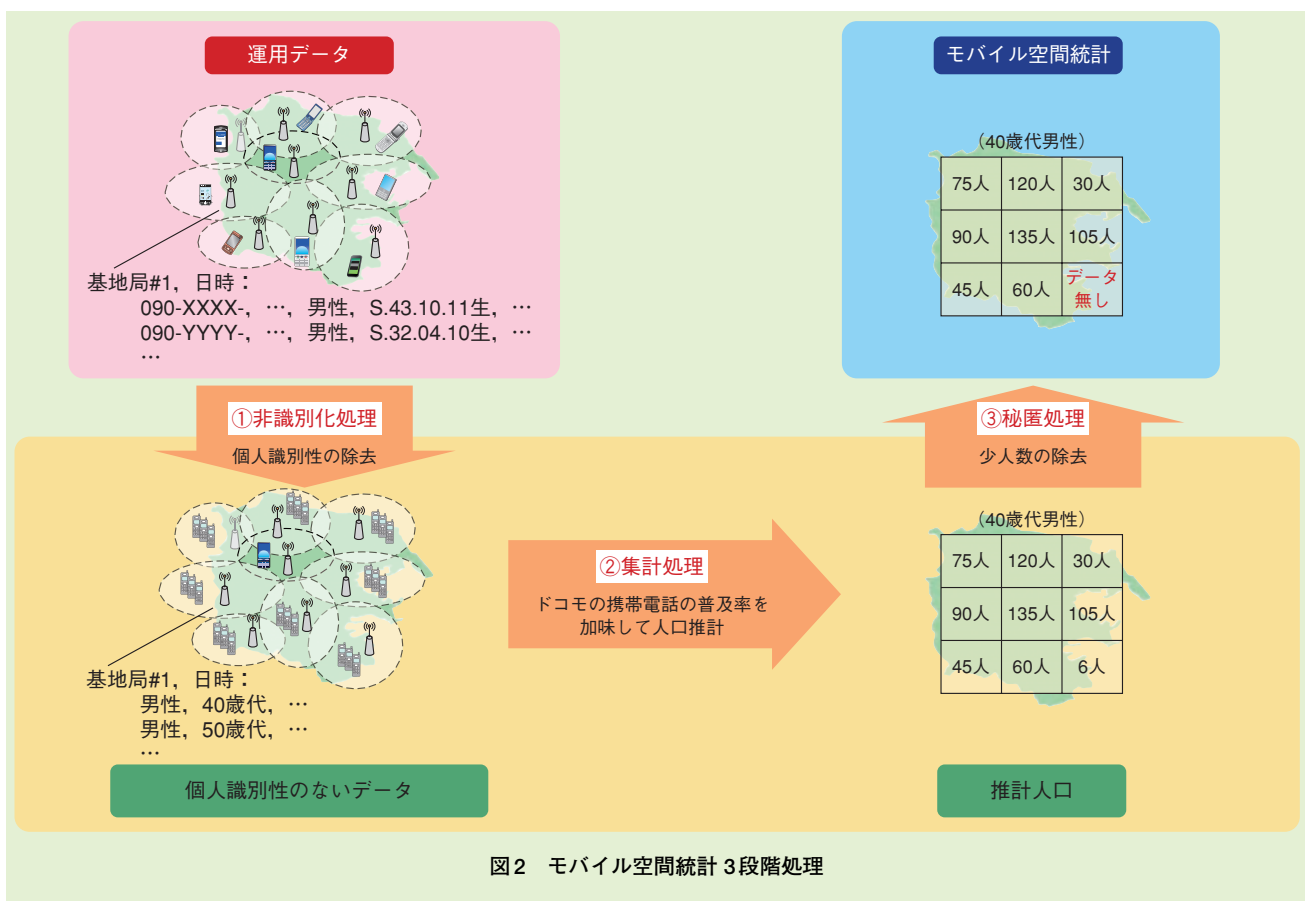


図2 モバイル空間統計3段階処理

の推計には不必要な個人を特定する情報を取り除く。モバイル空間統計は人口分布や構成分布などの人口に関する統計であるため、各運用データが誰についてのものであるかを特定する必要はなく、時間ごと、エリアごと、そして性別や年齢層などの個人を識別できない属性ごとに推計値を作成できれば十分である。そこで、実際に人口の推計を行う集計処理に先立ち、電話番号や名前など個人を識別することが可能な情報を削除し、誕生日や住所などは年齢層や行政界コードなどに変換する。

②集計処理

非識別化処理されたデータに基づいて基地局エリアごとの携帯電話台数をユーザの属性別に推計し、ドコモの携帯電話の普及率や基地局のカバーエリアに関する情報を加味することにより、ドコモユーザ以外も含めた人口の地理的な分布を推計する[5]。

③秘匿処理

人口がごく少人数になるエリアなど、極端な条件下などにおいてもユーザのプライバシーを保護するために、集計処理の出力結果を補正する。この秘匿処理は、国などが作成する公的統計の公開においても必要に応じて実施されている（「統計的開

示制御（statistical disclosure control）」とも呼ばれる）。モバイル空間統計における秘匿処理は、公的統計で実績がある基準に基づき、国内外の技術開発動向を踏まえて実施している。この秘匿処理により補正されたデータが、モバイル空間統計となる。

なお、これらのモバイル空間統計の作成手順は、モバイル空間統計を作成・提供する際に遵守する基本事項をまとめたガイドライン[6]として公表されている。

3. あとがき

本稿では、広範囲かつ継続的に時間とともに変動する人口の推移を推計するモバイル空間統計の概要について述べた。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を用いて、時々刻々と変化する人口を1時間単位で、性別・年齢層別・居住地別ごとに推計できる特長をもつ。モバイル空間統計の作成にあたっては、ユーザのプライバシー保護が極めて重要である。そこで、モバイル空間統計では、あらかじめ個人を特定するような情報を除去した上で人口の推計を行うとともに、国内外の公的統計において実績がある基準に基づく秘匿処理を行うことにより、その安全性と有用性を両立させる。

現在、モバイル空間統計は、大学との共同研究などを介した、各種の応用分野における有用性の検証フェーズにある。今後、さらに幅広い分野での有用性の検証やモバイル空間統計の信頼性の検証を進めるとともに、公的機関での施策立案の支援など、実活用を視野に入れた実証を進めていく予定である。これらの知見を踏まえ、モバイル空間統計の活用による社会、産業の発展への寄与と、個々人の生活の質や水準の向上への還元を進めていきたい。

文献

- [1] モバイル社会研究所：“社会・産業の発展に寄与する「モバイル空間統計」利活用のあり方に関する報告書,” Jun. 2010.
http://www.moba-ken.jp/pdf/research10_01.pdf
- [2] 小田原, ほか：“モバイル空間統計のまちづくり分野への活用,” 本誌, Vol.20, No.3, pp.30-33, Oct. 2012.
- [3] 鈴木, ほか：“モバイル空間統計の防災計画分野への活用,” 本誌, Vol.20, No.3, pp.34-40, Oct. 2012.
- [4] 永田, ほか：“モバイル空間統計の地域活性化への活用,” 本誌, Vol.20, No.3, pp.41-44, Oct. 2012.
- [5] 寺田, ほか：“モバイル空間統計における人口推計技術,” 本誌, Vol.20, No.3, pp.11-16, Oct. 2012.
- [6] NTTドコモ：“モバイル空間統計ガイドライン.”
http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/guideline/