

# 携帯電話網の運用データに基づく人口統計 の代表性に関する考察 ～単一事業者のビッグデータから生成された 人口統計に代表性はあるのか？～

矢部 努<sup>1</sup>・北村 清州<sup>1</sup>・渋川 剛史<sup>2</sup>・中矢 昌希<sup>3</sup>・高野 精久<sup>4</sup>・  
新階 寛恭<sup>5</sup>・関谷 浩孝<sup>5</sup>・池田 大造<sup>6</sup>・柴崎 亮介<sup>7</sup>・関本 義秀<sup>7</sup>・今井 龍一<sup>8</sup>

<sup>1</sup>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:tyabe@ibs.or.jp, skitamura@ibs.or.jp

<sup>2</sup>正会員 株式会社福山コンサルタント 東京支社 (〒112-0004 東京都文京区後楽 2-3-21)  
E-mail:shibu@fukuyamaconsul.co.jp

<sup>3</sup>非会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 (〒533-0033 大阪市東淀川区東中島 4-11-10)  
E-mail:nakaya\_m@cfk.co.jp

<sup>4</sup>正会員 株式会社サーベイリサーチセンター (〒116-8581 東京都荒川区西日暮里 2-40-10)  
E-mail:takano\_k@surece.co.jp

<sup>5</sup>正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1)  
E-mail:shingai-h86ax@mlit.go.jp, sekiya-h92tb@mlit.go.jp

<sup>6</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>7</sup>正会員 東京大学 空間情報科学研究センター／生産技術研究所 (〒277-8568 千葉県柏市柏の葉5-1-5)  
E-mail:shiba@csis.u-tokyo.ac.jp, sekimoto@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>8</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、携帯電話網の運用データを元に生成される人口統計データを対象にした都市交通計画分野への活用可能性等に関する研究が進められている。このような人口統計データにより、既存の統計調査では収集困難であった 24 時間 365 日の全国の人々の行動特性を比較的詳細かつ速やかに捉えることが可能となってきた。一方、携帯電話網の運用データに基づく人口統計データは、現在、単一の事業者保有のビッグデータから生成されていることから、事業者毎の契約者の地域分布、属性分布や行動特性の傾向の偏りなど、当該分野のデータ利用の観点からの懸念を示されることがある。本研究は、単一事業者の携帯電話網の運用データに基づく人口統計データの代表性および当該分野への適用性の観点から考察する。

**Key Words:** *person trip survey, mobile base station, mobile operator, mobile spatial statistics*

## 1. はじめに

都市交通計画の立案においては、国勢調査やパーソナルトリップ調査（以下、PT調査）をはじめとした既存の統計データが活用されてきているが、近年では、携帯電話やカーナビゲーションシステムなどから取得された人や車、鉄道などの移動実態が把握できる動線データを

「交通関連ビッグデータ」と称して、様々な活用方策や実用化に向けた研究が行われている<sup>1)11)</sup>。その結果、統計データの“質”、動線データの“量”や“鮮度”の特長を活かした組合せ分析の有用性・有効性が明らかにされてきている<sup>12)15)</sup>。このような交通関連ビッグデータの中でも特に、携帯電話網の運用データを元に生成される人口統計データを対象に、都市交通計画分野への活用可

能性に関する研究が数多く進められている。その代表例であるモバイル空間統計<sup>16)18)</sup>は、携帯電話網の約7,000万人の運用データ（法人名義のデータなどを除去）を元にした人口分布統計であり、我が国最大の交通関連ビッグデータである。既往研究では、モバイル空間統計の統計的信頼性が確認<sup>19)</sup>されており、まちづくり<sup>20)24)</sup>、防災<sup>25)26)</sup>、都市間旅客交通<sup>27)28)</sup>や公共交通活性化<sup>29)</sup>への活用が試行されていることから、人口分布統計としてのモバイル空間統計の活用可能性が高いことがうかがえる。

このような人口統計データにより、既存の統計調査では収集が困難であった 24 時間 365 日の全国の人々の行動特性を比較的詳細かつ速やかに捉えることが可能となってきている。一方、携帯電話網の運用データに基づく人口統計データは、現在、単一の事業者保有のビッグデータから生成されていることから<sup>16)30)31)</sup>、今後、主として国や地方公共団体等の行政機関が都市交通計画分野等において当該データを継続して活用していくことを考えると、以下の 3 つの懸念がある。すなわち、1) 単一事業者のビッグデータから生成された人口統計に代表性はあるのか、2) 行政機関が永続的にデータを調達（活用）していくことが可能か、3) 特定の事業者に依存したデータ仕様により競争原理の妨げになってしまうか、といった点である。これらの懸念のうち、2) 永続的なデータ調達を安定化するためには、3) 特定の事業者に依存しないデータ仕様への配慮が必要であり、この点を公明正大とするためには、1) データの代表性および、データ仕様による偏りを確認しておくことが重要である。

本研究は、単一事業者の携帯電話網の運用データに基づく人口統計データであるモバイル空間統計の代表性とデータ仕様の偏りを確認した上で、都市交通計画等への適用性の観点から考察する。具体的には、全国・地域別の携帯電話の保有状況および経年変化から、モバイル空間統計のデータ仕様に基づく推計精度の課題を考察する。さらに、携帯電話保有者へのアンケート調査に基づき、事業者毎の契約者の個人属性や行動特性に関する調査・分析を行った上で、モバイル空間統計と大規模イベント等における施設入場者の公表値等との比較分析（ケーススタディ）結果に基づき、上記の観点にて考察する。

## 2. 論点整理

前述のように、人口分布統計としてのモバイル空間統計の活用可能性が既往研究で示されているが、携帯電話網の運用データに基づく人口統計データが単一事業者の保有データから生成されていることから、「必ずしも全国および地域の状況を的確に示しているとは言えないのではないか」との懸念がしばしば指摘される。その背景

には、携帯電話の事業者毎に、契約者の属性（就業形態や年収等の層）が異なる点や、携帯電話の契約者の年齢構成が異なる点が挙げられる。

1 点目は、就業形態や年収等の個人属性が異なれば、同じ年代であっても、行動特性（買い物等の行動やトリップ傾向）が異なり、その結果、事業者の保有データに基づく人口統計も異なる傾向を示す可能性がある。例えば、英国で実施された全国調査の結果<sup>32)</sup>によれば、年収が高いほどトリップ数が多く、平均的な移動距離も長くなる傾向が示されていることから、日本においても同様の傾向を示す可能性がある。さらには、携帯電話の事業者毎の契約者の地域分布（地域毎のシェア）が異なるため、地域により統計値の精度が異なる可能性もある。

2 点目は、単一事業者のビッグデータから生成された人口統計のデータ仕様による偏りである。例えば、モバイル空間統計の作成手順は図-1 のように示されており、携帯電話保有者のプライバシーを保護するため、運用データに対して、非識別化処理、集計処理、秘匿処理を実施している。この集計処理の過程で、携帯電話契約者の性年齢と居住地エリア情報を利用し、性年齢別・居住地エリア別に人口分布を推計しているが、ベースとなる携帯電話の保有率から十分なサンプルが確保できる 15 歳から 79 歳までが統計対象であり<sup>16)</sup>、全年齢が集計対象とはなっていない。また、高齢者層が利用している携帯電話の一部は、その子供の名義で契約されていることがあるため、人口統計としての推計精度に課題がある。

本稿は、上記の点を踏まえて、第 3 章で全国・地域別の携帯電話の保有状況とその推移から考察し、第 4 章で、携帯電話の利用者を対象としたアンケート調査の分析結果により事業者毎の差異を比較した上で、第 5 章では、モバイル空間統計と施設入場者数の公表値との比較により、統計データとしての妥当性を確認する。



図-1 モバイル空間統計の作成手順<sup>16)</sup>

## 3. 全国・地域別の携帯電話の保有状況

## (1) 全国の携帯電話保有状況とシェア

日本国内の携帯電話の契約数は、2017年4月時点で1億6,000万に達している<sup>33)</sup>。年代別の保有率をみると、各年代とも増加傾向にあり、特に高齢者層にその傾向が顕著にみられる(表-1)。また、近年のスマートフォンの登場以降、10代から60代の携帯電話の保有率は増加

しており、これらの年代において携帯電話の非保有者が携帯電話網の運用データから生成される人口統計に与える影響は限定的であると考えられる。一方、70代以上の携帯電話の保有率も増加傾向であり、このまま推移すれば、80代以上の保有率が他の年代同様に高くなることが予想されるため、推計精度も徐々に高くなり、前述の課題が自然解消することが期待される。

表-1 日本国内の携帯電話保有率

| 年    | 携帯電話の保有率(利用率) (%) |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 全体    |
|------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|      | 6-12歳             | 13-19歳 | 20-29歳 | 30-39歳 | 40-49歳 | 50-59歳 | 60-64歳 | 65-69歳 | 70-79歳 | 80歳以上 |       |
| 2001 | 5.9               | 49.2   | 71.8   | 62.8   | 54.9   | 37.9   | 25.0   | 17.0   | 10.6   | 5.7   | 41.9  |
| 2002 | 13.2              | 68.6   | 87.4   | 81.2   | 74.6   | 53.1   | 39.2   | 25.9   | 12.1   | 1.3   | 55.7  |
| 2003 | 12.7              | 67.4   | 84.7   | 82.5   | 78.0   | 60.9   | 45.3   | 24.9   | 10.9   | 4.1   | 57.4  |
| 2004 | 12.8              | 69.6   | 95.2   | 89.1   | 85.6   | 72.4   | 53.0   | 37.8   | 19.1   | 6.3   | 65.1  |
| 2005 | 21.1              | 81.6   | 96.6   | 94.2   | 90.1   | 80.9   | 69.3   | 48.3   | 25.8   | 7.7   | 71.9  |
| 2006 | 24.9              | 78.4   | 95.4   | 93.1   | 90.8   | 82.3   | 67.0   | 49.5   | 29.0   | 9.7   | 70.8  |
| 2007 | 31.6              | 85.4   | 96.7   | 94.3   | 93.7   | 85.9   | 76.2   | 62.9   | 33.5   | 12.3  | 73.9  |
| 2008 | 29.8              | 83.6   | 97.3   | 96.7   | 94.8   | 88.4   | 78.6   | 54.5   | 40.6   | 25.4  | 75.4  |
| 2009 | 31.6              | 84.0   | 97.3   | 95.0   | 94.2   | 87.2   | 74.8   | 69.7   | 40.2   | 16.8  | 74.8  |
| 2010 | 26.0              | 81.6   | 95.7   | 93.3   | 91.1   | 85.5   | 77.8   | 67.0   | 45.7   | 17.2  | 73.6  |
| 2011 | -                 | 80.8   | 116.5  | 106.8  | 93.4   | 71.7   | 35.3   |        |        | -     |       |
| 2012 | -                 | 110.6  | 132.5  | 122.4  | 112.5  | 80.9   | 29.7   |        |        | -     |       |
| 2013 | -                 | 92.0   | 113.9  | 116.7  | 101.6  | 82.3   | 37.2   |        |        | -     |       |
| 2014 | -                 | 99.5   | 114.7  | 114.4  | 104.1  | 83.6   | 35.8   |        |        | -     |       |
| 2015 | 48.0              | 103.4  | 122.2  | 126.2  | 114.2  | 103.4  | 81.3   | 71.4   | 50.3   | 21.4  | 90.1  |
| 2016 | 57.9              | 107.8  | 123.9  | 125.2  | 120.4  | 108.9  | 82.2   |        | 55.2   | 27.3  | 94.4  |
| 2017 | 76.6              | 118.3  | 129.3  | 133.6  | 133.0  | 122.7  | 102.5  |        | 73.3   | 34.8  | 107.5 |

(データ) 総務省統計調査データ「通信利用動向調査」<sup>34)</sup>より作成

※2001年～2010年は、各年末時点の個人の携帯電話の利用率を示す。2011年～2017年は、各年末時点の個人の携帯電話、スマートフォン、タブレット型端末それぞれの保有率の合計値を示す。

※2011年～2014年は、6-12歳および全体の数値が存在しない。また、60歳以上は一つのカテゴリとして集計されている。

※2016年～2017年は、60-64歳と65-69歳は60-69歳のカテゴリとして集計されている。

表-2 地域別携帯電話事業者シェア

| 地域     | 事業者 | 事業者別シェア(%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|-----|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        |     | 2000       | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| 北海道    | A   | 60.6       | 60.7 | 60.1 | 58.7 | 57.8 | 57.3 | 56.0 | 53.3 | 51.8 | 51.5 | 51.1 | 50.2 | 48.6 | 47.1 | 46.6 | 45.3 | 44.1 |
|        | B   | 26.3       | 24.4 | 24.2 | 25.5 | 27.1 | 28.4 | 30.1 | 31.5 | 31.9 | 32.2 | 32.4 | 32.4 | 33.2 | 33.9 | 34.3 | 34.6 | 36.5 |
|        | C   | 13.1       | 14.9 | 15.7 | 15.8 | 15.2 | 14.3 | 14.0 | 15.2 | 16.3 | 16.3 | 16.5 | 17.4 | 18.2 | 19.0 | 19.1 | 20.1 | 19.4 |
| 東北     | A   | 60.2       | 59.9 | 59.8 | 59.2 | 58.1 | 58.6 | 57.6 | 55.7 | 54.7 | 54.5 | 54.1 | 53.3 | 51.4 | 49.5 | 48.8 | 47.9 | 47.5 |
|        | B   | 20.6       | 19.6 | 20.3 | 20.4 | 22.6 | 24.7 | 26.7 | 28.5 | 29.0 | 29.3 | 29.5 | 29.6 | 30.3 | 31.3 | 32.1 | 32.2 | 33.3 |
|        | C   | 19.2       | 20.5 | 20.0 | 20.4 | 19.3 | 16.6 | 15.7 | 15.8 | 16.2 | 16.2 | 16.4 | 17.1 | 18.3 | 19.1 | 19.2 | 19.9 | 19.2 |
| 関東・甲信越 | A   | 65.8       | 64.4 | 63.2 | 61.1 | 59.7 | 59.0 | 57.7 | 55.1 | 53.2 | 51.9 | 50.4 | 48.9 | 47.0 | 45.3 | 44.9 | 45.7 | 47.7 |
|        | B   | 21.3       | 21.5 | 21.7 | 23.3 | 25.2 | 26.6 | 28.0 | 28.7 | 28.2 | 27.6 | 26.8 | 26.4 | 26.4 | 26.5 | 26.3 | 26.1 | 25.4 |
|        | C   | 13.0       | 14.1 | 15.1 | 15.6 | 15.1 | 14.4 | 14.3 | 16.2 | 18.6 | 20.5 | 22.8 | 24.7 | 26.7 | 28.2 | 28.8 | 28.2 | 26.9 |
| 北陸     | A   | 53.6       | 54.5 | 54.1 | 53.5 | 52.8 | 53.0 | 53.0 | 52.2 | 51.7 | 51.7 | 51.3 | 50.6 | 48.8 | 47.2 | 46.9 | 47.2 | 47.9 |
|        | B   | 25.7       | 23.7 | 23.0 | 23.6 | 24.8 | 25.9 | 27.0 | 27.5 | 27.5 | 27.7 | 27.6 | 27.4 | 28.2 | 29.1 | 29.8 | 30.3 | 30.5 |
|        | C   | 20.7       | 21.8 | 22.9 | 22.9 | 22.4 | 21.1 | 20.1 | 20.3 | 20.7 | 20.6 | 21.1 | 22.0 | 23.0 | 23.7 | 23.3 | 22.5 | 21.6 |
| 東海(中部) | A   | 60.3       | 47.2 | 47.2 | 46.4 | 45.7 | 45.9 | 45.8 | 44.8 | 44.4 | 44.4 | 43.8 | 42.8 | 41.3 | 39.8 | 39.4 | 39.1 | 39.0 |
|        | B   | 35.1       | 26.4 | 25.3 | 25.5 | 26.8 | 27.8 | 29.0 | 29.8 | 29.6 | 29.5 | 29.2 | 28.8 | 29.3 | 30.1 | 30.9 | 32.2 | 33.9 |
|        | C   | 4.6        | 26.4 | 27.5 | 28.1 | 27.5 | 26.3 | 25.3 | 25.4 | 26.0 | 26.1 | 27.1 | 28.4 | 29.4 | 30.1 | 29.7 | 28.8 | 27.2 |
| 関西     | A   | 53.8       | 55.4 | 54.0 | 52.8 | 52.3 | 52.4 | 52.0 | 50.6 | 49.6 | 49.0 | 48.1 | 46.7 | 44.7 | 42.8 | 42.1 | 41.5 | 41.7 |
|        | B   | 31.5       | 28.7 | 28.8 | 29.5 | 30.7 | 31.4 | 32.3 | 32.7 | 32.2 | 32.1 | 31.6 | 31.2 | 32.0 | 32.9 | 33.8 | 34.1 | 35.0 |
|        | C   | 14.7       | 15.9 | 17.3 | 17.7 | 17.1 | 16.1 | 15.6 | 16.7 | 18.2 | 18.9 | 20.3 | 22.0 | 23.2 | 24.2 | 24.1 | 24.4 | 23.3 |
| 中国     | A   | 55.4       | 56.9 | 56.8 | 56.2 | 55.8 | 55.5 | 54.6 | 52.6 | 51.6 | 51.5 | 51.1 | 50.5 | 49.5 | 48.0 | 47.8 | 47.6 | 47.3 |
|        | B   | 23.2       | 21.3 | 21.2 | 22.2 | 23.8 | 25.4 | 27.3 | 28.8 | 29.2 | 29.3 | 29.4 | 29.3 | 29.6 | 30.4 | 30.8 | 31.2 | 32.5 |
|        | C   | 21.4       | 21.9 | 22.1 | 21.6 | 20.4 | 19.1 | 18.1 | 18.6 | 19.3 | 19.2 | 19.5 | 20.2 | 20.9 | 21.6 | 21.4 | 21.1 | 20.1 |
| 四国     | A   | 69.3       | 68.2 | 66.8 | 65.0 | 63.7 | 63.5 | 62.4 | 60.3 | 59.2 | 59.0 | 58.4 | 57.5 | 56.1 | 54.6 | 54.0 | 53.6 | 53.6 |
|        | B   | 18.0       | 17.6 | 17.8 | 19.3 | 21.3 | 22.5 | 24.1 | 25.1 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 26.7 | 27.6 | 28.4 | 29.1 | 29.7 |
|        | C   | 12.7       | 14.2 | 15.4 | 15.7 | 15.0 | 14.0 | 13.5 | 14.6 | 15.3 | 15.3 | 15.8 | 16.6 | 17.2 | 17.8 | 17.6 | 17.3 | 16.7 |
| 九州     | A   | 59.7       | 61.0 | 60.9 | 59.6 | 58.0 | 58.0 | 57.3 | 55.1 | 54.2 | 54.1 | 53.7 | 53.3 | 52.2 | 50.4 | 49.4 | 48.5 | 45.7 |
|        | B   | 25.3       | 23.7 | 23.4 | 24.6 | 26.3 | 27.3 | 28.1 | 28.4 | 28.1 | 28.2 | 28.1 | 28.0 | 28.6 | 29.5 | 30.2 | 30.5 | 34.6 |
|        | C   | 15.0       | 15.4 | 15.7 | 15.8 | 15.7 | 14.7 | 14.6 | 16.5 | 17.7 | 17.7 | 18.1 | 18.7 | 19.2 | 20.1 | 20.4 | 21.0 | 19.7 |
| 全国     | A   | 59.1       | 59.2 | 58.5 | 57.1 | 56.1 | 55.9 | 55.0 | 52.9 | 51.2 | 50.1 | 48.9 | 49.0 | 47.2 | 45.5 | 45.0 | 45.1 | 45.8 |
|        | B   | 24.6       | 23.5 | 23.5 | 24.5 | 26.2 | 27.4 | 28.7 | 29.4 | 28.9 | 28.4 | 27.8 | 28.2 | 28.5 | 29.0 | 29.2 | 29.3 | 29.8 |
|        | C   | 13.2       | 17.3 | 18.1 | 18.4 | 17.8 | 16.8 | 16.3 | 17.5 | 18.9 | 19.6 | 20.8 | 22.9 | 24.3 | 25.5 | 25.8 | 25.6 | 24.4 |

(データ) 一般社団法人電気通信事業者協会「携帯電話・PHS契約数：事業者別契約数」<sup>35)</sup>より作成

※事業者によって定義が異なる地域に東海がある。具体的には、東海地域として愛知県、静岡県、岐阜県、三重とする場合と、さらに、長野県を加える場合がある。後者の場合は、関東・甲信越地域から長野県が除かれる。

(2) 地域別の携帯電話の事業者シェア

1990年代からの20年間に携帯電話サービスの普及が急激に進み、携帯電話の各事業者においてサービスエリアの全国展開、通信速度および通信品質の向上が図られてきた。この間、音声サービスに加え、モバイルインターネット、音楽・動画サービス、eコマース等インターネットと融合した様々なサービスが登場し、料金プランが複雑化してきたが、市場が成熟期に向かうにつれ各事業者が提供するサービスおよび料金プランは均一化しつつある。

このような中で、携帯電話の地域別シェアをみると、年々平準化しているが、これは前述した市場の成熟化によるものと考えられる(表-2)。また、2006年のMNP(Mobile Number Portability)の導入により、契約事業者の移行が容易になったことを受けて、事業者別シェアに影響を与えたが、結果として、地域によらず、ある水準に落ち着いている様子が見られる。このことから、特定の地域において、特定の事業者のシェアが著しく高いとは言えないため、モバイル空間統計のように、携帯電話契約者の性年齢と居住地エリア情報を利用し、居住地エリア別に人口分布を推計する手法は、概ね妥当であると考えられる。

4. アンケート調査に基づく比較

(1) アンケート調査の実施概要

国土交通省が実施している全国都市交通特性調査(全国PT調査)<sup>35)</sup>の対象区域となっている全国の130市区町村の居住者を対象として、日常的な生活行動に関する調査を実施した。具体的には、上記の地域に居住しているWebアンケートモニターに対して、ある平日の1日の移動を回答するパーソントリップ調査と、ライフスタイルに関するアンケート調査をWeb形式にて実施した。

アンケート調査の実施に際して、主に使用する携帯電話(MVNOを除く各携帯電話事業者)と若年層・高齢者層を確実に把握するため、年代(10代および20代、30代および40代、50代以上の3区分)で目標回収数を設定し、想定どおりの回収を行った(表-3)。なお、居住地別の割付は行わなかったが、概ね人口比に応じたサンプル構成となっている。

表-3 事業者・年代別の回収数

| 年代   | 10代・20代 |     |     | 30代・40代 |     |     | 50代以上 |     |     | 合計    |
|------|---------|-----|-----|---------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|
|      | A       | B   | C   | A       | B   | C   | A     | B   | C   |       |
| 回収結果 | 151     | 150 | 148 | 163     | 155 | 158 | 171   | 173 | 167 | 1,436 |

※アンケート調査回収期間：2017年2月24日～3月21日

(2) 属性比較

アンケート調査結果に基づき、就業形態や年収等の個人属性の構成比に関して、各事業者および年代毎に比較した結果を図-2、図-3に示す。

年代別にみると、保有する携帯電話の事業者による職業構成の回答傾向には大きな差異は見られなかった。また、回答者の年代が高いほど、世帯年収が高くなっているが、保有する携帯電話の事業者による傾向には大きな差異は見られなかった。前述のMNP導入による契約事業者の移行が容易になったこと等の影響の度合いは確認できないが、現状認識として、各事業者における利用者層に大きな違いはないものと考えられる。

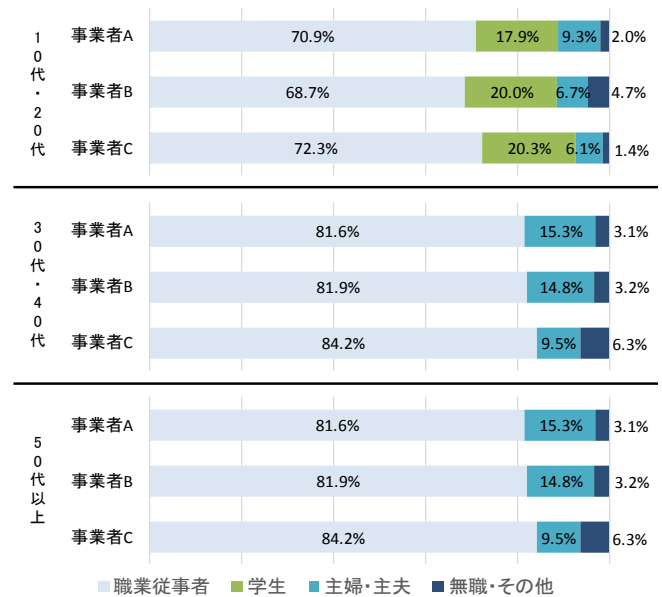


図-2 事業者・年代別の職業構成比 (n=1,436)

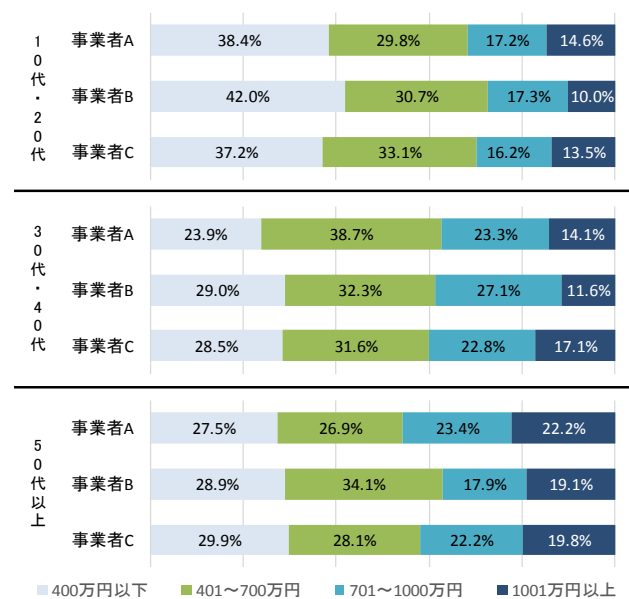


図-3 事業者・年代別の世帯年収構成比 (n=1,436)



(3) 生活行動の比較

次に、買い物行動や外食の傾向等、トリップ数等の交通行動に影響を与える私事目的に関して、各事業者および年代毎に比較した結果を図4～図6に示す。

ここでは特に日常の交通特性（トリップ原単位等）に影響を与える項目を比較しているが、年代別にみると、保有する携帯電話の事業者による傾向に、極端に大きな差異は見られないことが分かる。

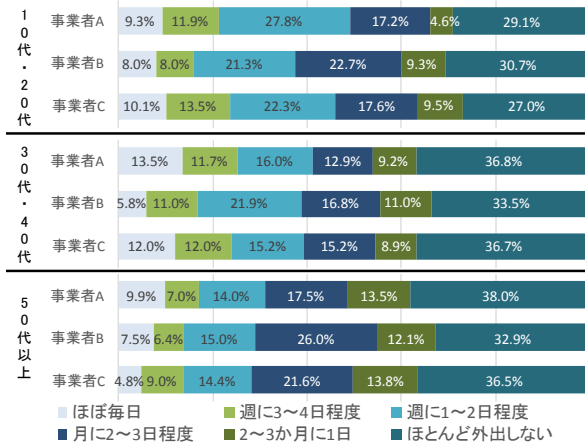


図-4 事業者・年代別の昼食時の外食頻度構成比 (n=1,436)

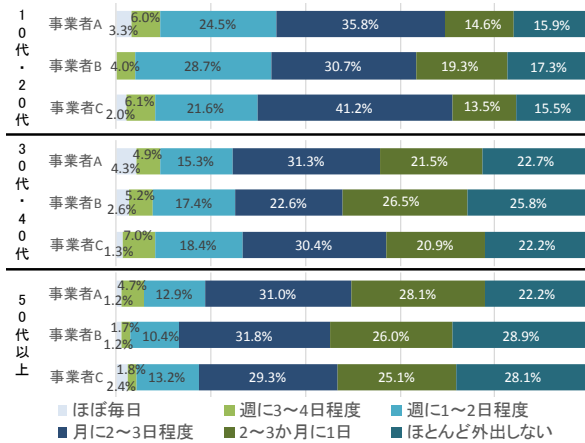


図-5 事業者・年代別の夕食時の外食頻度構成比 (n=1,436)

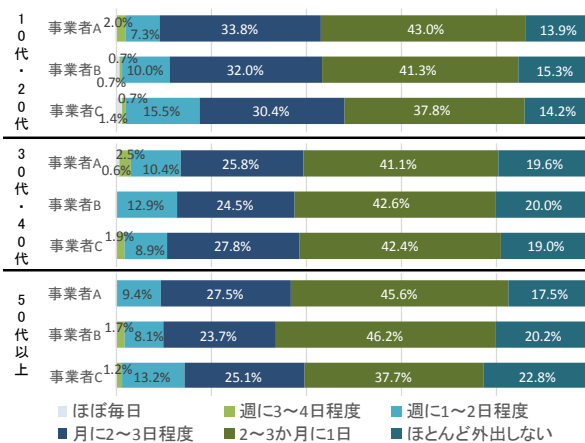


図-6 事業者・年代別の観光・レジャー頻度構成比 (n=1,436)

(4) 交通行動の比較

日常の交通行動の比較のため、PT 調査の基本統計量として一般的に用いられる外出率や原単位（1日あたりの平均トリップ数）およびトリップの平均所要時間や平均距離を算出した結果を表4、表5に示す。また、トリップの目的構成を図7に示す。

外出率は概ね 86%～92%の範囲内であり、原単位（ネット）も、各年代における事業者間の差異はごくわずかで既存の PT 調査の算出結果の範囲内であった。また、トリップ目的構成の年代別の相違は既存の PT 調査の結果と同様であり、保有する携帯電話の事業者による傾向に大きな差異は見られなかった。

以上の比較結果を踏まえると、モバイル空間統計にて実施される地域や性年齢の偏りの補正処理を行うことで、単一の携帯電話の事業者のデータから生成された人口統計であっても、全国的な傾向を表していると考えられる。

表-4 事業者・性年代別の外出率・トリップ数 (n=1,436)

| 年代<br>事業者 | 10代・20代 |       |       | 30代・40代 |       |       | 50代以上 |       |       |      |
|-----------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|           | A       | B     | C     | A       | B     | C     | A     | B     | C     |      |
| 人数        | 151     | 150   | 148   | 163     | 155   | 158   | 171   | 173   | 167   |      |
| 外出人数      | 139     | 134   | 135   | 142     | 141   | 146   | 148   | 156   | 144   |      |
| 外出率       | 92.1%   | 89.3% | 91.2% | 87.1%   | 91.0% | 92.4% | 86.5% | 90.2% | 86.2% |      |
| トリップ数     | 383     | 368   | 341   | 369     | 384   | 385   | 424   | 462   | 396   |      |
| 原単位       | グロス     | 2.54  | 2.45  | 2.30    | 2.26  | 2.48  | 2.44  | 2.48  | 2.67  | 2.37 |
|           | ネット     | 2.76  | 2.75  | 2.53    | 2.60  | 2.72  | 2.64  | 2.86  | 2.96  | 2.75 |

表-5 事業者・性年代別のトリップ時間・距離 (n=1,436)

| 年代<br>事業者               | 10代・20代 |      |      | 30代・40代 |     |      | 50代以上 |      |      |
|-------------------------|---------|------|------|---------|-----|------|-------|------|------|
|                         | A       | B    | C    | A       | B   | C    | A     | B    | C    |
| トリップ数                   | 383     | 368  | 341  | 369     | 384 | 385  | 424   | 462  | 396  |
| 平均所要時間 (分)              | 281     | 283  | 314  | 279     | 296 | 275  | 305   | 261  | 273  |
| 1時間以上トリップ数              | 41      | 39   | 42   | 39      | 41  | 43   | 50    | 56   | 56   |
| 平均距離 (km)               | 14.7    | 10.8 | 23.0 | 9.6     | 8.5 | 14.6 | 15.0  | 10.7 | 10.4 |
| 100km以上トリップ数            | 5       | 6    | 10   | 0       | 0   | 7    | 7     | 4    | 1    |
| 100km以上トリップを除く平均距離 (km) | 9.6     | 9.0  | 9.6  | 9.6     | 8.5 | 9.3  | 10.5  | 8.8  | 10.2 |

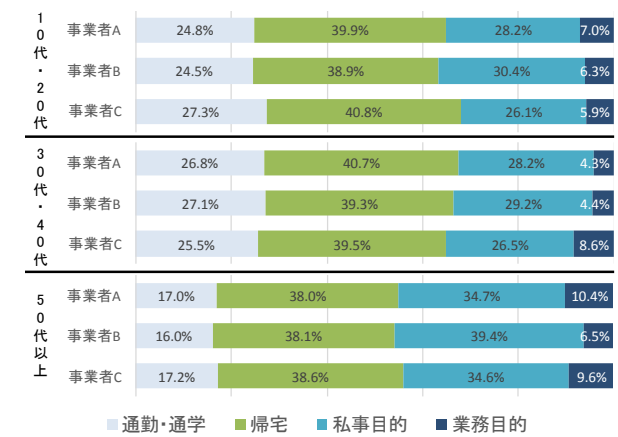


図-7 事業者・性年代別の目的構成 (n=1,436)

## 5. 人口統計データと施設入場者数との比較 (ケーススタディ)

### (1) 大規模イベント時の施設入場者数との比較

ここでは、イベント時に主催者が公表する入場者数とモバイル空間統計に基づく推計値とを比較した。具体的には、プロ野球やJリーグの試合が実施される対象施設を含むメッシュの人口統計データ（モバイル空間統計の時間帯別滞留人口）には、施設入場者ではない当該地域の居住者やオフィス等で勤務する人口も含まれているため、試合が行われていない日を平常時（基準値）として、試合開催時との滞留人口の差分値を採用することとした。

なお、試合開始後に遅れて来場する人が一定数存在することを考慮し、試合開始1時間後の滞留人口を比較対象として設定した（図-8）。その上で、全国で実施されたプロ野球やJリーグの入場者数（公表値）と、前述の方法で算出したモバイル空間統計の滞留人口をイベント種類別、曜日別、施設立地別の3項目に分類し、それぞれ比較した（表-6、図-9～図-11）。

表-6 比較対象とする施設とイベント数

| 分類   | 立地           | 施設名             | 休日  | 平日  |
|------|--------------|-----------------|-----|-----|
| プロ野球 | 街中           | Kobo パーク宮城スタジアム | 3   | 12  |
|      |              | 横浜スタジアム         | 3   | 8   |
|      |              | ナゴヤドーム          | 4   | 8   |
|      |              | 阪神甲子園球場         | 3   | 8   |
|      |              | MAZDA スタジアム広島   | 7   | 0   |
|      |              | 福岡ドーム           | 4   | 8   |
| Jリーグ | 郊外           | 札幌ドーム           | 9   | 9   |
|      | 街中           | ベストアメニティスタジアム   | 6   | 6   |
|      |              | 味の素スタジアム        | 5   | 8   |
|      |              | ノエビアスタジアム神戸     | 5   | 7   |
|      | 郊外           | 札幌ドーム           | 3   | 3   |
|      |              | ND ソフトスタジアム山形   | 5   | 4   |
|      |              | Pikara スタジアム    | 6   | 1   |
|      |              | エコパスタジアム        | 5   | 0   |
|      |              | 埼玉スタジアム 2002    | 6   | 6   |
|      |              | デンカビッグスワンスタジアム  | 6   | 6   |
|      |              | ニンジニアスタジアム      | 7   | 1   |
|      | エディオンスタジアム広島 | 5               | 4   |     |
|      | 西部緑地公園陸上競技場  | 8               | 4   |     |
| 合計   |              |                 | 100 | 103 |

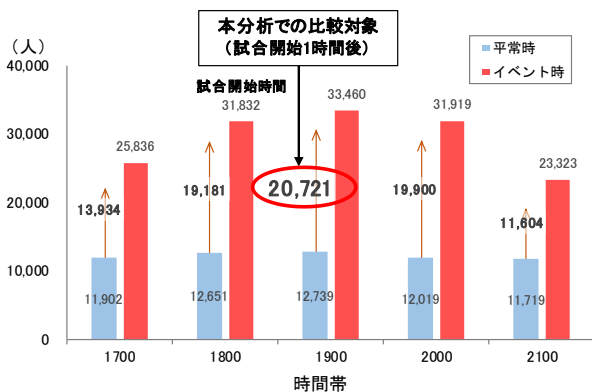


図-8 モバイル空間統計の時間帯別滞留人口  
※札幌ドームでプロ野球が開催された2016.9.13のデータを例示

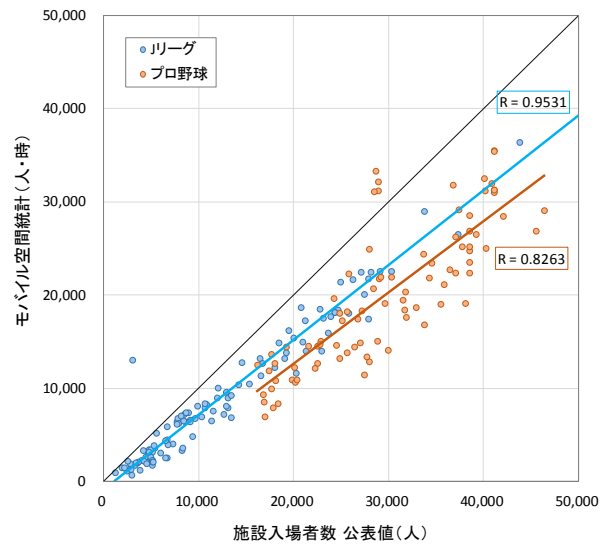


図-9 施設入場者数（公表値）とモバイル空間統計との比較  
※イベント種類別（プロ野球/Jリーグ）

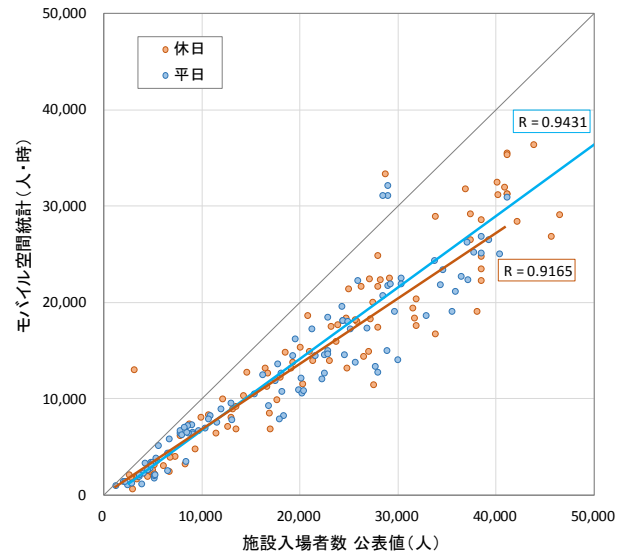


図-10 施設入場者数（公表値）とモバイル空間統計との比較  
※曜日別（平日/休日）

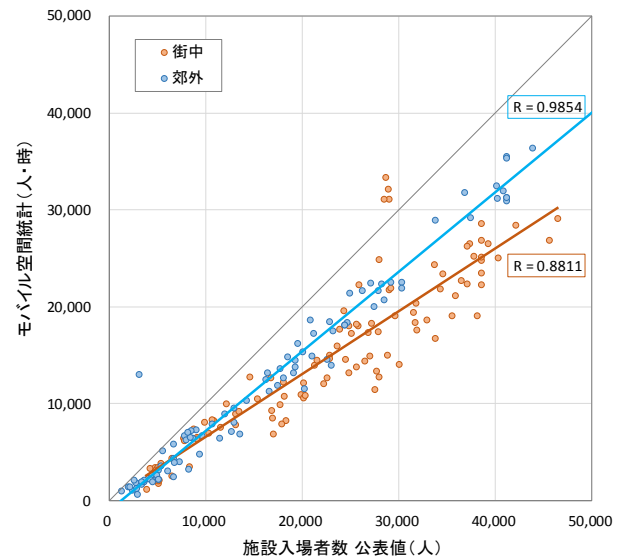


図-11 施設入場者数（公表値）とモバイル空間統計との比較  
※施設立地別（街中/郊外）

比較の結果、どの分類項目においても相関係数 0.8 以上と強い相関を示している。特に図-11 の郊外施設の比較では、相関係数 0.9854 と非常に強い相関を示している。これは、当該地域の居住者等の人口が少ないため、モバイル空間統計での施設入場者数を正確に算出できているためと考えられる。これに対して、図-9 のプロ野球を対象とした比較では他項目より相関が弱くなっているが、プロ野球の入場者数（公表値）がチケット販売枚数を基に算出されている（実際に施設内にいる人数とは限らない）ことが一要因として考えられる。また、ほぼ全ての分類項目でモバイル空間統計が公表値を下回っているが、モバイル空間統計の仕様で 15 歳未満および 80 歳以上は集計対象外となっていることが要因として考えられる。

(2) 対象施設（公園）の来訪者数と滞在時間との比較

次に、オープンな空間である公園を対象に実施した来訪者数に関する実地調査結果とモバイル空間統計に基づく滞留人口とを比較した。対象とする公園は、立地場所および公園施設の面積の大小に着目し、水元公園、こどもの国、ひたち海浜公園の3箇所とした（表-7）。

実地調査の方法は、まず公園をカバーする 500m メッシュを選定し、当該メッシュ内外の出入りが可能な場所にて通行者数および滞留者数をカウントした。ここで、比較対象とするモバイル空間統計は 1 時間あたりの平均滞留人口を示すため、実地調査結果に関しても、時間帯別の滞留人口を算出する必要がある。具体的には、モバイル空間統計は携帯基地局で観測される携帯電話からの信号間隔に基づき滞留時間の期待値を算出し、携帯電話台数と掛け合わせた上で人口に拡大することで生成される<sup>36)</sup>。そのため、調査対象とした通行者のうち、1 時間あたり 10 サンプル（人）をランダムに選定し、該当メッシュの滞留時間を計測し、時間帯別の通行者数と平均滞留時間を掛け合わせることで、1 時間あたりの滞留人口を算出した上でモバイル空間統計と比較することとした。なお、モバイル空間統計の 500m メッシュ人口の集計対象は公園全域とし、公園利用者数を推計するため、居住地別人口を用いて地元住民を削除したものをを用いている（図-12～14）。

以上の集計条件で算出したモバイル空間統計の滞留人口と、実地調査結果（時間帯別来訪者数）および推計した 1 時間あたりの滞留人口とを比較した結果を以下に示す（図-15～17）。すべての公園において、公園の開園時間から閉園時間までの時間帯にて、実施調査結果（時間帯別来訪者数）と推計結果（1 時間あたりの滞留人口）の間に、モバイル空間統計（人口分布）が位置することを確認できた。小規模な公園として選定した水元公園、およびこどもの国の比較結果では、モバイル空間統計は実地調査結果（1 時間あたりの滞留人口）により近い傾

向を示した。一方、大規模な公園として選定したひたち海浜公園では、モバイル空間統計は実地調査結果（時間帯別来訪者数）により近い傾向を示した。これは、ひたち海浜公園は郊外に位置する大きな公園であるため滞留時間が長い傾向になる可能性が考えられ、平均滞留時間が 1 時間により近い値になることが要因と考えられる。

表-7 来訪者数実地調査の対象施設

| 公園名     | 住所                | 規模 | 立地 | 調査日            |
|---------|-------------------|----|----|----------------|
| 水元公園    | 東京都葛飾区            | 小  | 街中 | 2017年<br>1月11日 |
| こどもの国   | 横浜市青葉区,<br>東京都町田市 | 小  | 郊外 | 2017年<br>1月14日 |
| ひたち海浜公園 | 茨城県<br>ひたちなか市     | 大  | 郊外 | 2017年<br>1月28日 |

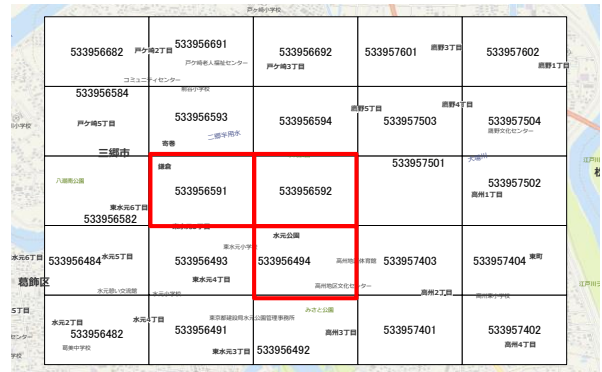


図-12 モバイル空間統計集計対象メッシュ（水元公園）

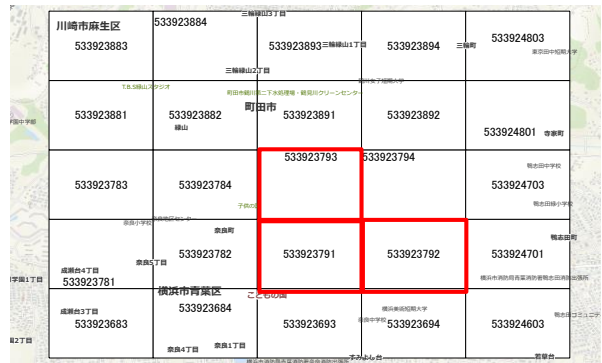


図-13 モバイル空間統計集計対象メッシュ（こどもの国）



図-14 モバイル空間統計集計対象メッシュ（ひたち海浜公園）

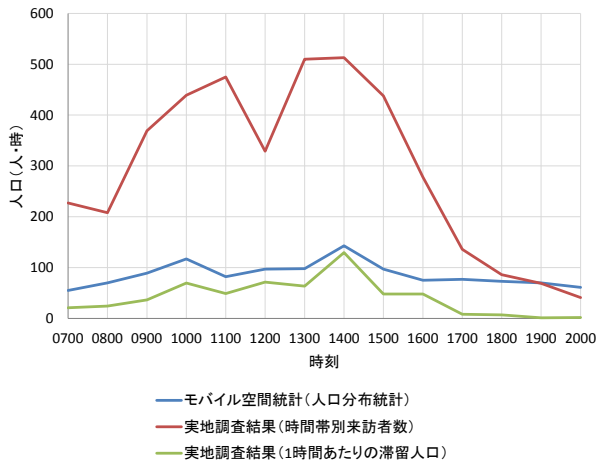


図-15 公園来訪者数比較結果 (水元公園)

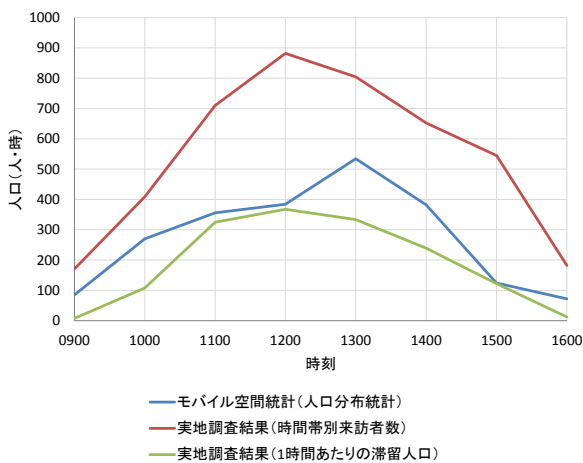


図-16 公園来訪者数比較結果 (こどもの国)

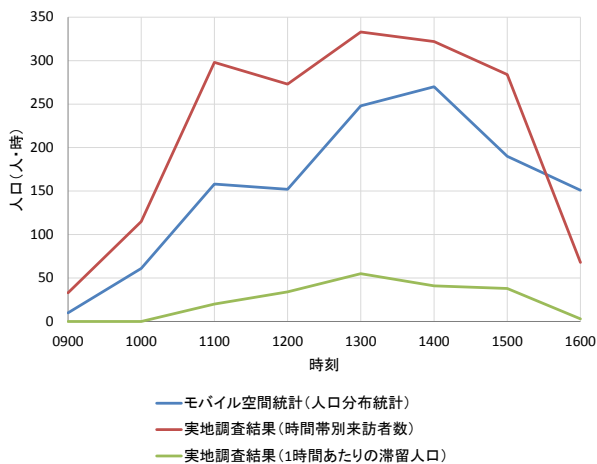


図-17 公園来訪者数比較結果 (ひたち海浜公園)

## 6. まとめ

本研究は、単一事業者の携帯電話網の運用データに基づく人口統計データであるモバイル空間統計の代表性に関して、データ仕様の偏りを確認した上で、属性別の傾

向の不偏性や真値との整合性を確認し、都市交通計画分野への適用性の観点から考察した。

日本国内の携帯電話の契約数は、各年代とも増加傾向にあることから、携帯電話の非保有者が携帯電話網の運用データから生成される人口統計に与える影響は限定的であること、このままの保有率の傾向で推移すれば、80代以上の保有率が他の年代同様に高くなり、高齢者層も本人名義の割合が高くなることが予想されるため、推計精度も徐々に高くなり、データ仕様上の課題も自然解消することが期待される知見が得られた。

また、アンケート調査結果から、保有する携帯電話の事業者毎の年代別の職業構成や世帯年収等傾向には大きな差異は見られなかったことから、各事業者における利用者層毎の傾向に大きな違いはないことが明らかになった。その結果として、日常の交通特性や、外出率や原単位等の事業者間の年代別の差異はごくわずかであり、既存のPT調査の算出結果の範囲内であったことから、モバイル空間統計にて実施される地域や性年齢の偏りの補正処理を行うことで、単一の携帯電話の事業者のデータから生成された人口統計であっても、全国的な傾向を表していることを示した。

さらに、モバイル空間統計による滞留人口と施設入場者数との比較では、イベントの種類や曜日、施設の立地に関わらず、高い相関があることを示した。一方で、モバイル空間統計による滞留人口は、施設入場者数の公表値を下回ったが、モバイル空間統計の仕様で15歳未満および80歳以上が集計対象外となっていることが要因として考えられる。この点に関しては、第3章で示したように、現在は携帯電話の保有率が低い年齢層において保有率が向上することにより(集計対象に含めることが可能になれば)解消されていくものと考えられる。

**謝辞:** 本研究の遂行にあたり、(株)ドコモ・インサイトマーケティングの渋谷大介氏、小田原亨氏、(株)NTTドコモの永田智大氏、(株)サーベイリサーチセンターの廣田慎一郎氏、長澤伸哉氏には、モバイル空間統計の比較検証の作業にて多大な協力および貴重な意見を賜った。また、東京都建設局、国営常陸海浜公園事務所には、公園での現地調査にて多大な協力を賜った。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 関本義秀：人の流動と時空間データセット最前線，オペレーションズ・リサーチ：経営の科学，pp.24-29，2013
- 2) 今井龍一，井星雄貴，中村俊之，森尾淳，牧村和彦，濱田俊一：交通系 IC カードから取得できる動線データの活用に向けた考察～全国の交通系 IC カード取扱



- 事業者への実態調査から得た知見～, 土木計画学研究・講演集, Vol.45, 2012
- 3) 門間俊幸, 橋本浩良, 松本俊輔, 水木智英, 上坂克巳: プローブデータ活用と道路交通分析の新たな展開, 土木技術資料, Vol.53, No.10, pp.14-17, 2011
  - 4) 絹田裕一, 矢部努, 中嶋康博, 牧村和彦, 齋藤健, 田中倫英: バス IC カードデータからの所要時間及び移動履歴へのデータ変換方法に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.38, 2008
  - 5) 牧村和彦, 中村俊之, 千葉尚, 森尾淳, 布施孝志: バス IC カードを用いた人の動き～交通計画への活用に向けた可能性と限界～, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010
  - 6) 川崎洋輔, 羽藤英二: プローブパーソン調査データを用いた時空間行動変容解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.30, 2004
  - 7) 北野誠一, 中島良樹, 井料隆雅, 朝倉康夫: 交通系 IC カードデータを用いた長期間の鉄道利用履歴の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, 2008
  - 8) 仙石裕明, 秋山祐樹, 柴崎亮介: GPS 携帯電話のオートログを利用した商業集積地における回遊行動の分析, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.20, 2011
  - 9) 三輪富生, 森川高之, 岡田良之: プローブカーデータによる OD 表の作成と経路選択行動に関する研究, 第1回ITSシンポジウム, pp.591-596, 2002
  - 10) 田宮佳代子, 瀬尾卓也: プローブカーデータを活用した都市内一般道路の Q-V 特性について, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, pp.599-602, 2002
  - 11) 橋本浩良, 河野彦彦, 門間俊幸, 上坂克巳: 交通円滑化対策のためのプローブデータの分析方法に関する研究, 平成22年度国土技術研究会, 2010
  - 12) 今井龍一, 井星雄貴, 千葉尚, 牧村和彦, 濱田俊一: バス IC カードデータを用いた定時性評価による道路整備の効果検証に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5, pp.I\_1271-I\_1278, 2012
  - 13) 今井龍一, 井星雄貴, 中村俊之, 牧村和彦, 濱田俊一: 複数の動線データの組合せ分析によるバス停留所付近の走行改善の検討支援に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5, pp.I\_1287-I\_1296, 2012
  - 14) 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
  - 15) 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
  - 16) (株) NTT ドコモ: モバイル空間統計に関する情報, <[https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile\\_spatial\\_statistics/](https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/)>, (入手 2017.4)
  - 17) 小田原亨, 永田智大: 社会動態推定技術ーモバイル空間統計の推計技術と応用ー, 電子情報通信学会誌, Vol.97, No.9, pp.806-811, 2014
  - 18) 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
  - 19) 大藪勇輝, 寺田雅之, 山口高康, 岩澤俊弥, 萩原淳一郎, 小泉大輔: モバイル空間統計の信頼性評価, NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル, Vo.20, No.3, pp.17-23, 2012
  - 20) 清家剛, 三牧浩也, 原裕介, 小田原亨, 永田智大, 寺田雅之: まちづくり分野におけるモバイル空間統計の活用可能性に係る研究, 都市計画論文集, Vol.46, No.3, pp.451-456, 日本都市計画学会, 2011
  - 21) 小田原亨, 川上博: モバイル空間統計のまちづくり分野への活用, NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル, Vo.20, No.3, pp.30-33, 2012
  - 22) 清家剛, 三牧浩也, 原裕介: 基礎自治体におけるモバイル空間統計の活用可能性に関する研究, 日本建築学会技術報告集, pp.737-742, 2013
  - 23) 永田智大, 青柳禎矩, 川上博: モバイル空間統計の地域活性化への活用, NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル, Vo.20, No.3, pp.41-44, 2012
  - 24) 清家剛, 三牧浩也, 森田祥子: 柏市および横浜市を対象としたモバイル空間統計による地域評価モデルに関する研究, 日本建築学会技術報告集, pp.821-826, 2015
  - 25) 鈴木俊博, 山下仁, 寺田雅之: モバイル空間統計の防災計画分野への活用, NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル, Vo.20, No.3, pp.34-40, 2012
  - 26) 村上正浩, 岡島一郎, 鈴木俊博, 山下仁: モバイル空間統計を活用した滞留者・帰宅困難者数の推定と具体的対策の検討, 日本建築学会梗概集, F-1 分冊, p.893-894, 2011
  - 27) 室井寿明, 磯野文暁, 鈴木俊博: 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, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 土木学会, 2015
  - 28) 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, 土木学会, 2016
  - 29) 国土交通省総合政策局情報政策本部: 情報通信技術を活用した公共交通活性化に関する調査報告書, 2015
  - 30) KDDI (株) & (株) コロプラ: 自治体向け観光動態調査レポート, <[http://colopl.co.jp/location\\_analysis/](http://colopl.co.jp/location_analysis/)>, (入手 2017.4)
  - 31) (株) Agoop: 流動人口データに関する情報, <<https://www.agoop.co.jp/floating-population/>>, (入手 2017.4)
  - 32) 英国交通省: National Travel Survey: England 2015
  - 33) (一社) 電気通信事業者協会: 携帯電話・PHS 事業者別契約数, <<http://www.tca.or.jp/database/>>, (入手 2017.4)
  - 34) 総務省 統計調査データ: 通信利用動向調査, <<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html>>, (入手 2017.4)
  - 35) 国土交通省: 平成 27 年度全国都市交通特性調査 (速報版) <[http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi07\\_hh\\_000101.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi07_hh_000101.html)>, (入手 2017.4)
  - 36) 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, Vo.20, No.3, pp.11-16, 2012

(2017.?? 受付)

CONSIDERATION ON REPRESENTATIVENESS OF MOBILE SPATIAL STATISTICS  
: DO POPULATION STATISTICS GENERATED FROM BIG DATA OF A MOBILE  
OPERATOR HAVE REPRESENTATIVENESS ?

Tsutomu YABE, Seishu KITAMURA, Takeshi SHIBUKAWA, Masaki NAKAYA,  
Kiyohisa TAKANO, Hiroyasu SHINGAI, Hirotaka SEKIYA, Daizo IKEDA,  
Ryosuke SHIBASAKI, Yoshihide SEKIMOTO and Ryuichi IMAI