

携帯電話基地局の運用データに基づく 人口流動統計を用いた交通手段の 推計手法に関する一考察

齋藤 貴賢¹・北川 大喜¹・今井 龍一²・池田 大造³・永田 智大³
関谷 浩孝¹・新階 寛恭⁴・橋本 浩良¹・福手 亜弥³
矢部 努⁵・廣川 和希⁵

¹非会員 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:saito-t92ta@mlit.go.jp kitagawa-924a@mlit.go.jp
sekiya-h92tb@mlit.go.jp hashimoto-h22ad@mlit.go.jp

²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

³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 nagatatom@nttdocomo.com aya.fukute.wb@nttdocomo.com

⁴正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (〒305-0802 茨城県つくば市立原1)
E-mail: shingai-h86ax@mlit.go.jp

⁵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 khirokawa@ibs.or.jp

人の移動情報のうち、携帯電話基地局の運用データに基づく人口流動統計では、携帯電話所有者約7,000万人を対象に、24時間365日の位置情報を取得可能である。これにより、数年に1度の特定日のみに実施される既存の都市交通調査では把握しきれない人の移動を把握できる可能性を秘めている。一方で、携帯電話の基地局の運用データを情報源とすると、移動の目的や交通手段を直接把握することはできない。

本研究では、人口流動統計からは直接把握できない交通手段を推計することを目的に、都道府県を越える長距離のトリップに焦点を当て、飛行機を利用したトリップか否かを推計する手法を試行した。設定したケースのうち、電源断情報と移動速度情報、空港周辺基地局情報を組合わせた判定手法が、全国幹線旅客純流動調査と最も近い傾向を示すことを明らかにした。

Key Words: *urban transportation planning, person trip survey, mobile base station, mobile spatial dynamics, transportation*

1. はじめに

近年、少子高齢化、地域活性化などの多様なニーズに対応した都市交通計画が求められている。多様なニーズに応えるためには、都市活動を真に把握することが重要である。都市活動を把握する方法として、都市交通調査がある。我が国の既存の都市交通調査として、国勢調査、パーソントリップ調査（以下、「PT調査」という。）や道路交通センサスなどが実施されており、これらの調査から得られる統計資料が都市交通計画に活用されている。これら統計資料は数年に一度実施されており、特定

の日のみを対象としている。PT調査は、アンケート調査により調査対象者の一日のトリップを発着地と発着時刻、トリップ目的や交通手段を記入する形式で実施している¹⁾ため、ある人の一日の動きを詳細に把握できる。ただし、特定日のみを対象としているため、人の動きの経年変化や季節変動、曜日変動を把握することが課題である。

一方、昨今の情報通信技術の進展により、携帯電話やカーナビゲーションシステムから取得し、人や車の移動実態が把握できる交通関連ビッグデータ（以下「動線データ」という。）に関して、様々な活用方策の研究や実

用化が進められており²⁾、人や車の移動情報の常時取得が可能となった。

動線データのうち、携帯電話基地局情報を元に生成されるモバイル空間統計³⁾⁵⁾は、250～500m メッシュあるいは行政区単位、1 時間単位、15～79 歳の年齢層・性別および居住地などの属性単位で人口分布を明らかにすることができる。また、個人情報上の関係上、個人がどこからどこへ移動したかの流動までは明らかにできないものの、携帯電話所有者約 7,000 万人（法人名義のデータなどを除去）を対象に、24 時間 365 日の位置情報を取得可能な我が国最大の交通関連ビッグデータである。通常行政界単位や 10km 四方のメッシュ単位、東京近郊の平野部など人口が集中している地域では 1km～500m 四方のメッシュ単位においても統計的信頼性があると確認されている。モバイル空間統計を高度化させた人口流動統計では、いつ、どこからどこへ、どのような人が何人移動したかの情報を取得することができる。一方で、携帯電話の基地局の運用データを情報源とすると、移動の目的や交通手段を直接把握することはできない。人口流動統計を用いて交通手段を推計する手法として、PT 調査結果に基づく自動車トリップ換算や GPS データに基づく自動車トリップ換算を利用した今井らの研究⁶⁾、WEB アンケート調査結果を利用した新階らの研究⁷⁾があるが、サンプルに偏りなどの課題が指摘されている。

以上を踏まえ、本研究の目的を携帯電話網の基地局データから直接交通手段を推計する手法の考案とする。本研究では、交通手段推計の基礎的知見を得るために、実際の移動速度・移動距離の大まかな算出ができる可能性の高い都道府県を越える長距離スケールのトリップに焦点を当て、試行・分析を通じて飛行機を利用したトリップか否かを推計する手法を考察する。

本稿は、第 2 章で人口流動統計の生成手法、特性と課題を整理し、第 3 章で人口流動統計を用いて交通手段を推計する手法として既往研究と本研究での試行内容を示す。第 4 章で交通手段推計の試行結果と既存の統計調査とを比較し、第 5 章で課題を整理し、第 6 章で総括する。

2. 人口流動統計の特性

(1) 概要

人口流動統計は、24 時間 365 日取得可能な携帯電話網の約 7,000 万人の運用データ（法人名義のデータなどを除去）を元に生成される、人々がどこからどこへ流動したかを表す統計情報である。図-1 のように、運用データから人口流動統計を作成するにあたり、携帯電話利用者の個人情報およびプライバシーを保護する 3 段階処理（非識別化処理、集計処理、秘匿処理）を用いて作成さ

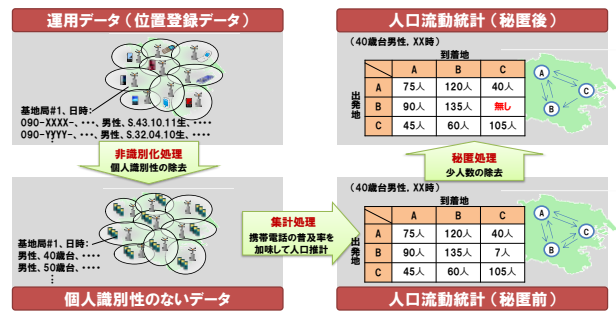


図-1 人口流動統計の生成手法

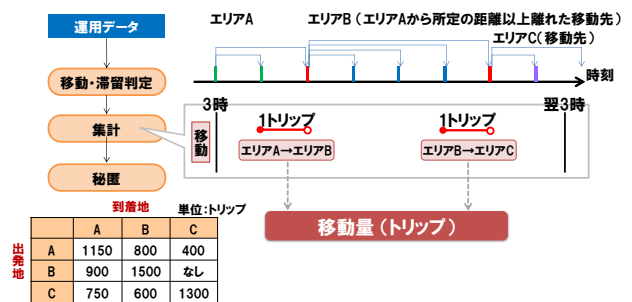


図-2 人口流動統計のOD量の推計手法

れるため、個人を特定することはできない³⁾。

人口流動統計の空間解像度は、携帯電話網の基地局の設置密度に依存する。都市部などの人が多く集まる地域では、基地局の設置密度が高いため、PT 調査の中ゾーン～小ゾーン、道路交通センサスの B ゾーンに相当するゾーン単位での推計ができると考えられる。一方、郊外などでは基地局の設置密度が低いため、ゾーン単位は市区町村とするのが一つの目安となる。この空間解像度のうち、基地局密度に応じた判定距離の適正化が課題となっている。新階ら⁸⁾は、人口流動統計の捕捉性や空間解像度を高めるために、「判定距離」の再定義の方向性を示した。具体的には、基地局密度が高い都心部を 500m 程度、基地局密度が低い郊外では 2km 程度の判定距離を設定した。これまで、筆者らは人口流動統計の空間解像度に着目し、人口流動統計の都市交通分野への適用可能性を確認してきた⁸⁾⁹⁾。これまでの研究成果として、市区町村レベルの流動は比較的精度が高くトリップが捕捉されていること、一方で都心部等のマイクロレベルの流動の把握には改善の余地があることやその改善の方向性を明らかにしてきた。また広域流動に関しては、都市圏周辺では市町村レベルで、都市圏から離れていても県間レベルでは流動が捕捉されていることが確認できている。

(2) OD 量の推計手法

携帯電話網の基地局で周期的に観測される信号は、必ずしも人々の移動に伴い発生するものでないため、観測される信号から移動を判定することが必要となる。基地

局セルで信号を観測した場合、その基地局セルの中心の位置座標を参照し、次に観測された信号の位置座標と比較して移動距離を算出する。移動距離が所定の条件を満たした場合に移動と判定することで、移動中の携帯電話の台数の集計が可能となる。一方、基地局エリアに所在する携帯電話を把握する頻度がおよそ 1 時間ごとであるため、所定の移動距離を超えて移動せずに 1 時間以上滞在したことをもって滞留中と判定する。このように携帯電話の移動・滞留判定を行うことにより、地域間を流動する人口の推計が可能となる。

人口流動統計では、指定時間内に行われた移動量を示す OD 量として、移動した携帯電話の台数に基づき指定時間内に行われた移動量の総計を算出することができる。OD 量の推計手法では、滞留から移動へ切り替わる際の元の起点を出発地、移動から滞留へ切り替わる際の起点を到着地として抽出する。OD 量は、PT 調査や道路交通センサスで推計されるトリップに該当する統計量であり、単位はトリップとなる (図-2)。

(3) 特徴と課題

これまでの人口流動統計と PT 調査との比較を表-1 に示す⁸⁾。人口流動統計は、高い信頼性で時間帯別、属性別に広域な移動実態を捉えることができる。また、調査日、調査頻度を自由に設定できるため、継続的な人口流動の調査が可能である。しかし、人口流動統計は、交通手段や目的を推計する技術が確立されておらず、交通手段や目的を把握することができなかった。そこで、本研究では、人口流動統計の交通手段に関する推計手法を考案し、技術的実現性および課題を考察する。

表-1 人口流動統計と PT 調査の比較

項目	PT調査	人口流動統計
調査対象	都市圏内居住者 (標本率は約 2%)	NTT ドコモの携帯所有者
調査日	特定の 1 日	365 日いつでも
調査頻度	概ね 10 年に 1 度	毎日可能
調査地域	都市圏	日本全国
属性	性別・年齢別・居住地別	性別・年齢別・居住地別
時間解像度	分単位	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)	基地局密度に依存 (都市部では中～小ゾーンが目安)
移動の目的	大まかな目的	一部推計可能 ^{**}
交通手段	交通手段、経路	一部推計可能 ^{**}

*推計手法の技術開発が行われている

3. 交通手段の推計手法

(1) 既存の交通手段の推計手法

人口流動統計を用いて交通手段を推計する手法として、1 章でも述べたとおり、今井らの研究⁹⁾、新階らの研究⁷⁾がある。今井らは、人口流動統計と PT 調査結果に基づく自動車トリップ換算係数、PT 調査結果に営業用車などのトリップを加味した自動車トリップ換算係数、GPS データに基づく自動車トリップ換算係数それぞれ 3 パターンから、自動車 OD 量を推計し、平成 22 年度道路交通センサスと比較検証した。しかし、PT 調査を元にした場合は、端末交通手段の自動車利用を反映できない点、経年変化や季節・曜日特性などの反映が困難である点、PT 調査が未実施の地域で適用ができない点、GPS 機能を元にした場合は、自転車や二輪車のトリップが含まれている可能性がある点や、サンプルの偏りが存在する点、地域による差異などの留意点が存在する。新階ら⁸⁾は、人口流動統計と WEB アンケート調査結果を利用し、移動目的別や交通手段別の OD 量を生成し、PT 調査データと比較している。しかし、WEB アンケート調査は、スマートフォンを用いた調査であることから、サンプルに偏りがある点、調査目的に即したサンプル数の確保が難しい点などの課題を明らかにしている。

(2) 携帯電話基地局の運用データの移動距離・時間に着目した交通手段の推計手法の考案

運用データに含まれる携帯電話の位置情報は、携帯電話の位置登録処理によって取得される。位置登録処理は、いつでもどこにいても電話やメールができるように、携帯電話が所在する基地局の電波到達範囲 (セル) を把握するために実施される。位置登録は所在するセルグループが変更になった場合、もしくはおよそ 1 時間ごとに行われるため、長い距離を移動している携帯電話は観測される回数が多くなるという性質をもつ。そのため、長距離の移動に着目した交通手段推計手法を考案する。代表的な長距離移動の交通手段として、飛行機、新幹線などが存在するが、本研究では、飛行機を対象とした。

携帯電話網の仕組み上、飛行機は電波が到達できる距離を超えた上空を飛行するため、携帯電話網において観測されない時間帯が発生する。携帯電話が観測されない時間帯に長距離を移動したという事象を捉えることができれば、飛行機を利用したトリップか否かの推計 (以下、「飛行機推計」という。) ができる可能性がある。また、飛行機は長距離交通手段の中で移動速度に特徴があるため、携帯電話が観測されない時間帯と、移動距離から移動速度を求め、移動速度の大きさから飛行機推計できる可能性がある。さらに、飛行機を利用する場合、空港を利用するため、観測されたセルが空港周辺であると特定

できれば、飛行機推計できる可能性がある。そこで、これらの3つの手法を用いて、飛行機推計手法を考案する。

a) 電源断判定

電源断判定の概要を図-3 に示す。携帯電話網では、前述したとおり電波が到達できる範囲内で移動している場合、およそ1時間ごとに位置登録処理に伴う信号が観測される。一方、電波が到達できない上空では、1時間以上にわたり信号が観測されない事象が発生する。この事象を「上空電源断」と呼ぶ。上空電源断の判定手法として、2つの信号間が1時間以上であることを条件とする。この条件の場合、学校や劇場などで携帯電話の電源を長時間 OFF にするという事象を誤って上空電源断と判定する可能性があることが課題となる。このような事象を対象外とするため、2つの信号間が1時間以上のトリップのうち、一定の距離（本研究では50km）以上移動したトリップに限り、飛行機利用と判定する。また、飛行時間が1時間未満の航路も存在するため、2つの信号間が30分以上であることを条件とした短距離飛行も判定する。

b) 移動速度判定

移動速度判定は、移動速度がある閾値を超えた場合に飛行機利用と判定する。移動速度は位置登録処理に伴う信号が観測された2点間の時刻の差と距離をもとに算出する。本研究では、電源断の一つ前に信号が観測された時刻と電源断後に信号が再び観測された時刻の差、その観測間の距離から移動速度を算出する。移動速度が350km/h以上であれば飛行機利用と判定する。

c) 空港周辺基地局判定

国土数値情報ダウンロードサービス¹⁰より得られる空港を示す標点位置を中心に、一定距離にある基地局（以下、「空港周辺基地局」という。）を選定する（図-4）。トリップの起点と終点の両者が異なる空港周辺基地局で観測された場合に、飛行機利用と判定する。本研究では、空港周辺基地局であると判定する距離として、10km以内、5km以内、および3km以内の3種類を用いる。

d) 飛行機推計手法のケース設定

電源断判定、移動速度判定、空港周辺基地局判定を用いた飛行機推計手法の特性を把握するため、以下の3ケース（図-5）を設定する。

<ケース 1>電源断判定と移動速度判定の両方により判定されたトリップを飛行機利用とする

<ケース 2>電源断判定と移動速度判定の両方により判定されたトリップのうち、空港周辺基地局判定により判定されたトリップを飛行機利用とする

<ケース 3>空港周辺基地局判定により判定されたトリップを飛行機利用とする

4. 既存統計調査との比較と各ケースの傾向分析

本章では、3章(2)で考案した飛行機推計手法（3ケース）によって飛行機 OD 量データを生成した。次に、このデータと既存統計調査との比較し、起終点ごとの傾向を分析する。

(1) ケースごとの分析

表-2 の条件を元に作成した飛行機 OD 量データと、2010 年度の全国幹線旅客純流動調査（以下、「純流動調査」という。）の交通機関（航空）とを比較する。空港の標点から 3km 以内にある基地局の判定結果を図-6、空港の標点から 5km 以内にある基地局の判定結果を図-

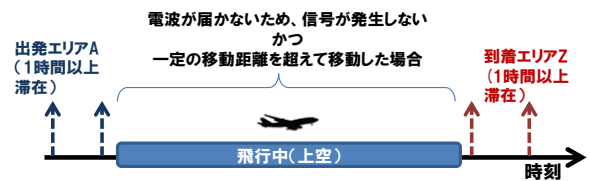


図-3 電源断判定の概要



図-4 空港と空港周辺の基地局

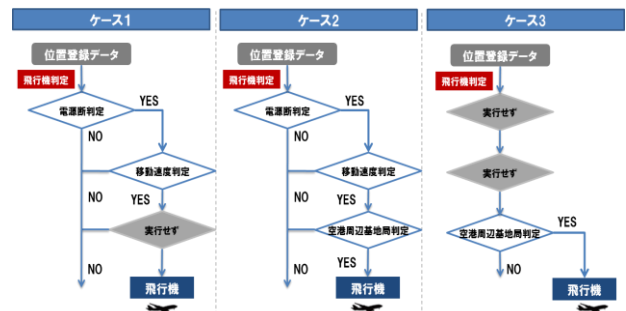


図-5 飛行機推計手法のケース設定

表-2 データ作成条件

条件	対象
起終点エリア	・5都道府県（内々トリップを除く） （東京/大阪/福岡/熊本/鹿児島）
空間解像度	・都道府県レベル（県間トリップのみ対象）
時間解像度	・1日
空港周辺基地局範囲	・半径 3km, 5km, 10km

7, 空港の標点から 10km 以内にある基地局の判定結果を図-8, 図-6~図-8をまとめた一覧を表-3にて示す。

ケース 1 の場合, 自動車で 50km 以上移動した際に電源 OFF であった場合のように, 短距離の飛行機推計手法において他の交通機関と誤判定される可能性が存在する。一方で, 空港周辺基地局判定のみを実施するケース 3 の場合, 品川駅から福岡駅まで新幹線で移動した場合のように, 空港周辺のターミナル間の移動となる交通機関と誤判定される可能性が存在する。そのため, ケース 2, すなわち電源断判定と移動速度判定, 空港周辺基地局判定全て実施する推計手法が, 感覚的には飛行機で移動した可能性が高いと考えられる。

空港周辺基地局範囲・ケースごとのデータと純流動調査の相関係数を表-4 に示す。結果的に, どの場合においても相関係数は 0.90 以上となり, 純流動調査との大きな相関性を示している。

表-3 の最下段に記載している対象エリアすべてのトリップ数の合計を比較すると, 空港周辺基地局 10km のケース 2 が最も純流動調査と近い値になるとがわかった。

(2) 起終点エリアごとの傾向分析

本研究では, 表-2 の条件を元に生成したデータを用いて, 起終点エリアによって, 飛行機推計手法のケースご

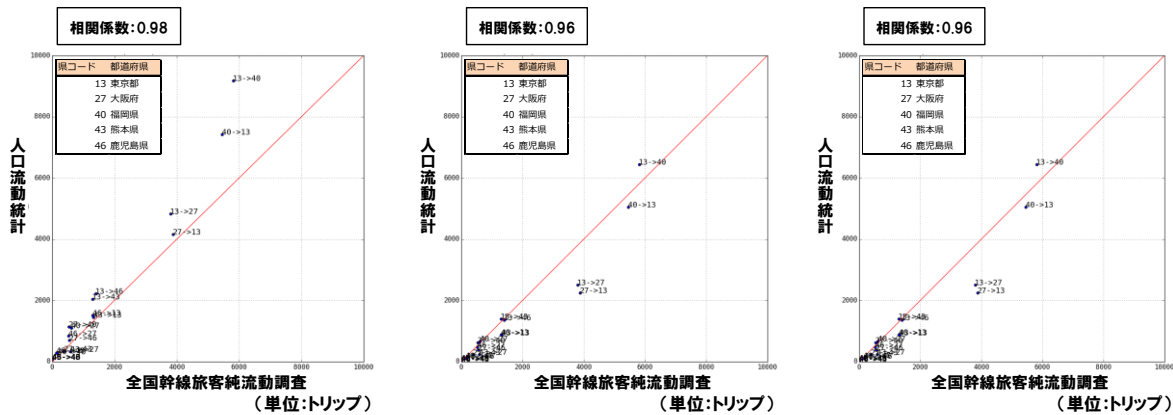


図-6 飛行機 OD 量の人口流動統計調査結果 (空港周辺基地局 3km) と純流動調査の比較図 (左からケース 1, 2, 3)

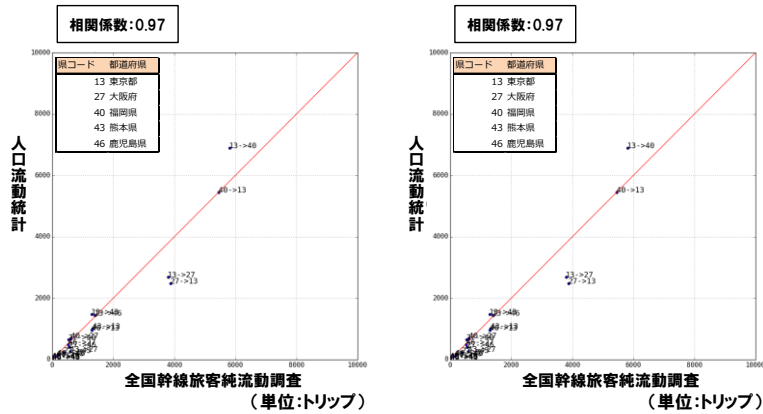


図-7 飛行機 OD 量の人口流動統計調査結果 (空港周辺基地局 5km) と純流動調査の比較図 (左からケース 2, 3)

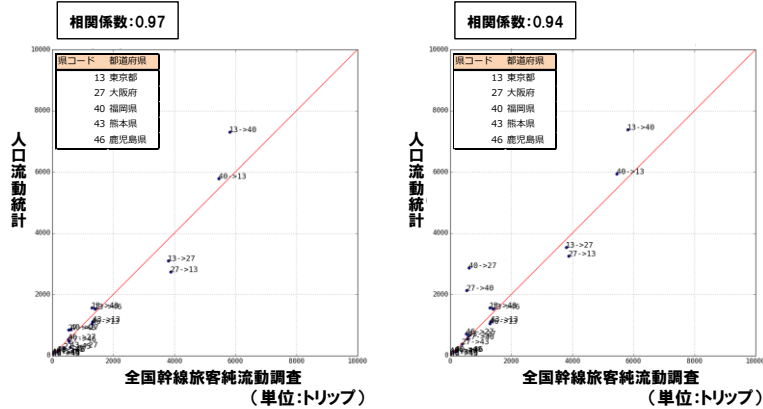


図-8 飛行機 OD 量の人口流動統計調査結果 (空港周辺基地局 10km) と純流動調査の比較図 (左からケース 2, 3)

表-3 飛行機 OD 量の人口流動統計調査結果と純流動調査の比較表

(トリップ数/日)

出発 エリア	到着 エリア	純流動調査	ケース1	空港周辺基地局 3km		空港周辺基地局 5km		空港周辺基地局 10km	
				ケース2	ケース3	ケース2	ケース3	ケース2	ケース3
東京都	大阪府	3,801	4,807	2,495	2,495	2,680	2,680	3,091	3,526
東京都	福岡県	5,825	9,169	6,433	6,433	6,889	6,889	7,294	7,373
東京都	熊本県	1,301	2,032	1,391	1,391	1,460	1,460	1,554	1,554
東京都	鹿児島県	1,407	2,214	1,349	1,349	1,426	1,426	1,519	1,519
大阪府	東京都	3,889	4,135	2,234	2,234	2,466	2,466	2,731	3,243
大阪府	福岡県	540	1,109	609	609	643	643	834	2,119
大阪府	熊本県	384	336	207	207	211	211	226	370
大阪府	鹿児島県	555	679	365	365	397	397	452	538
福岡県	東京都	5,456	7,429	5,040	5,040	5,437	5,437	5,775	5,923
福岡県	大阪府	615	1,061	667	667	692	692	841	2,860
福岡県	熊本県	6	76	36	36	36	36	41	89
福岡県	鹿児島県	184	247	101	101	121	121	129	129
熊本県	東京都	1,326	1,444	854	854	1,004	1,004	1,100	1,100
熊本県	大阪府	588	322	232	232	253	253	268	620
熊本県	福岡県	4	57	28	28	35	35	41	78
熊本県	鹿児島県	16	73	16	16	21	21	29	29
鹿児島県	東京都	1,309	1,524	872	872	953	953	1,040	1,040
鹿児島県	大阪府	523	817	460	460	478	478	521	701
鹿児島県	福岡県	147	269	104	104	106	106	123	123
鹿児島県	熊本県	15	55	0	0	0	0	0	0
合計		27,891	37,855	23,493	23,493	25,308	25,308	27,609	32,934

表-4 飛行機推計手法による結果と純流動調査の相関係数

ケース	空港周辺基地局 3km	空港周辺基地局 5km	空港周辺基地局 10km
1	0.98		
2	0.96	0.97	0.97
3	0.96	0.97	0.94

とにどのような傾向があるかを分析する。ケースごとに比較するために、空港周辺基地局範囲は、10km 固定とした。また、傾向を確かめるために、起終点エリアの組合せを東京都・大阪府間、東京都・九州地方間、大阪府・九州地方および九州地方・九州地方間の4種類に分類した。それぞれケース2のトリップ数に対する各ケースのトリップ数の割合を図-9～図-12に示す。

ケース2に対するケース3のトリップ数の割合をみると、大阪府・福岡県間(図-9)が最も大きい値となっている。理由として、大阪府の伊丹空港の10km圏内に新大阪駅(図-13)、福岡県の福岡空港の10km圏内に博多駅(図-14)があり、出発地・到着地どちらも空港と新幹線駅の距離が10km圏内にあるため、新幹線利用のトリップを飛行機利用のトリップと誤判定をしているためと考えられる。以上より、飛行機推計手法のうち、空港周辺基地局判定を実施する際は、分析する地域に応じて空港周辺基地局の範囲を変更する必要があることがわ

かった。

また、全ての分類において、空港周辺基地局判定のみを実施するケース3に加え、電源断判定と移動速度判定を追加で実施(ケース2)することにより、飛行機利用のトリップ数は低減している。そのため、ケース3に比べ、ケース2の飛行機判定を実施することで、飛行機利用のトリップ数の誤判定を少なくする可能性があることがわかる。

5. 課題

本章では、3章(2)における分析手法や4章の分析結果

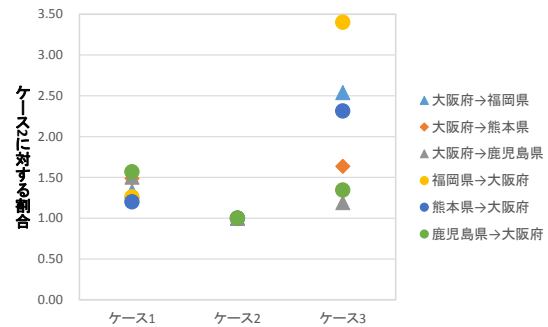


図-9 大阪府・九州地方間のケース別トリップ数の割合

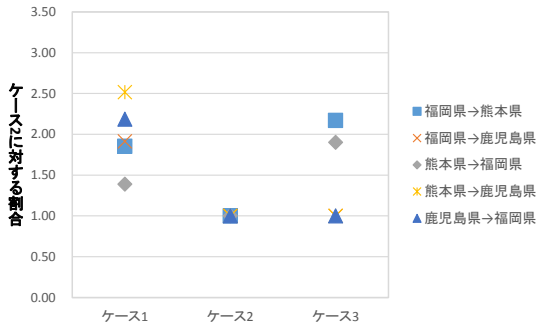


図-10 九州地方・九州地方間のケース別トリップ数の割合
(鹿児島→熊本のケース 2 のトリップ数が「0」であったため、図から除外)

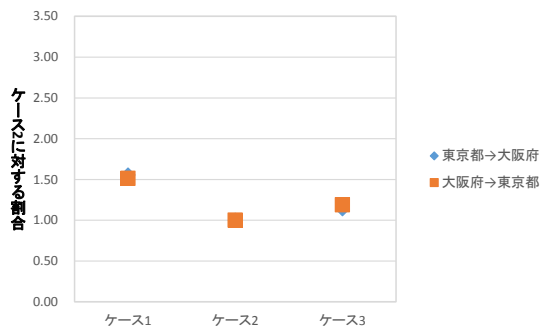


図-11 東京都・大阪府間のケース別トリップ数の割合

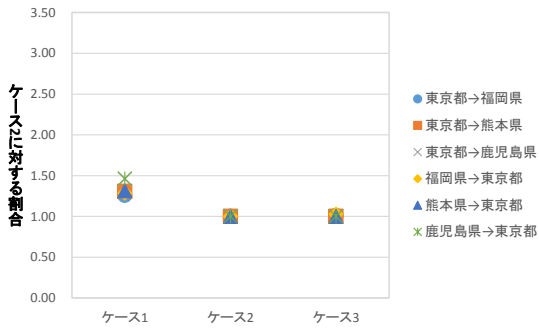


図-12 東京都・九州地方間のケース別トリップ数の割合

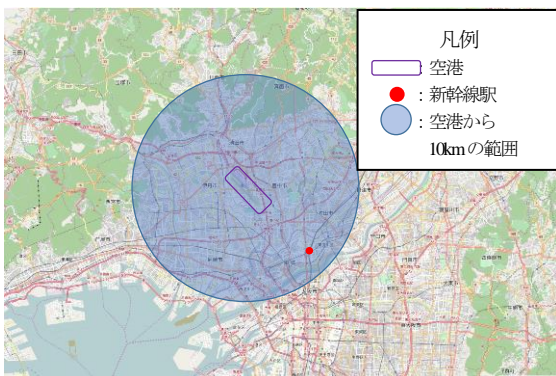


図-13 伊丹空港と新大阪駅位置図

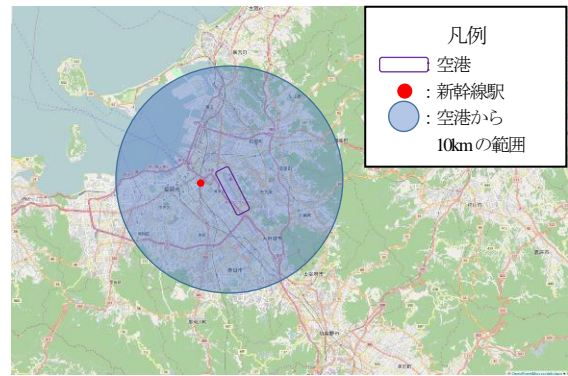


図-14 福岡空港と博多駅位置図

から得られた 4 点の課題を整理する。

1 点目として、中・短距離の移動手段の推計手法の考案が挙げられる。今回は、推計しやすい飛行機や新幹の長距離の移動手段を対象とした。そのため、推計難易度の高いと考えられる自動車や自転車、徒歩などの中・短距離の移動手段の推計手法の考案が今後の課題となる。

2 点目として、交通手段の判定精度の向上が挙げられる。飛行機推計手法による結果と純流動調査の結果とを比較した際の乖離のあった理由の一つとして、交通手段の誤判定がある。空港や新幹線、高速道路の各々に固有の基地局だけ抜き出して比較検証するなど、判定方法をより精査し、交通手段の誤判定を少なくする必要がある。

3 点目として、比較対象データの時期の整合が挙げられる。今回の比較に使用した純流動調査は 2010 年度のデータであり、人口流動統計と 5 年以上もの乖離がある。そのため、最新の純流動調査が公開された際に、再度比較する必要がある。

4 点目として、複数の判定を組合せた推計手法の考案が挙げられる。本研究では長距離スケールのトリップの交通手段のうち、飛行機推計手法を考案したが、他にも長距離スケールのトリップの交通手段として新幹線や自動車等がある。これらの交通手段を利用したトリップか否かの推計手法、さらに他の外生データも組み合わせることで、交通手段の誤判定を抑制できると考えられる。そのため、今後は複数の交通手段の判定を組み合わせる交通手段の推計手法を考案する必要がある。

6. おわりに

本研究では、人口流動統計による交通手段推計の基礎的知見を得るために、都道府県を越える長距離スケールのトリップに焦点を当て、試行・分析を通じて飛行機を利用したトリップか否かを推計する手法を考案した。まず、人口流動統計に電源断と移動速度、移動で通過する空港周辺基地局の情報を組み合わせて、新たに飛行機利用を判定する手法を提案した。次に、その手法により求めた OD ペア毎のトリップ数と、純流動調査のトリップ

数とを比較分析した。設定したケースのうち、電源断判定と移動速度判定、空港周辺基地局判定全て実施するケース 2 が純流動調査と最も近い傾向を示した。本研究の成果により、人口流動統計を利用して、交通手段を推計するための基礎的知見を得ることができた。

今後は、空港や新幹線、高速道路の各々に固有の基地局だけを抜き出した比較検証、飛行機や新幹線、高速道路を判別するための基地局を設置した上での検証、個人を対象とした実際の交通行動と人口流動統計による推計結果の比較検証、自動車や自転車、徒歩のような中・短距離の移動手段の推計手法の考察を進めていく。

謝辞：本稿の遂行にあたり、東京大学の柴崎亮介先生には貴重な意見を賜った。また、(株)ドコモ・インサイトマーケティングの渋谷大介氏には資料収集、関係者間調整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) 東京都市圏交通計画協議会「パーソントリップ調査」, <<http://www.tokyo-pt.jp/person/index.html>>, (入手 2017.4)
- 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) (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/>, (入手 2017.4)
- 4) 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, Vo.97, No.9, pp.806-811, 2014.
- 5) 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
- 6) 今井龍一, 池田大造, 永田智大, 福手亜弥, 金田穂高, 重高浩一, 鳥海大輔, 廣川和希: 携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計から算出した自動車 OD 量と道路交通センサスとの比較分析ー道路交通分野へのモバイル空間統計の適用可能性ー, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.53, 土木学会, 2016
- 7) 新階寛恭, 池田大造, 小木戸渉, 森尾淳, 石井良治, 今井龍一: 携帯電話網運用データに基づく人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性の研究, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.54, 土木学会, 2016
- 8) 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, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.53, 土木学会, 2016
- 9) 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, 橋本浩良, 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, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.52, 土木学会, 2015
- 10) 国土交通省: 国土数値情報ダウンロードサービス, <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>, (入手 2017.4) (2017.4.28 受付)

AN EXAMINATION ABOUT THE ESTIMATION METHOD OF TRANSPORTATION MEANS WITH MOBILE SPATIAL STATISTICS

Takayoshi SAITO, Daiki KITAGAWA, Ryuichi IMAI, Daizo IKEDA,
Tomohiro NAGATA, Hirotaka SEKIYA, Hiroyasu SHINGAI,
Hiroyoshi HASHIMOTO, Aya HUKUTE,
Tutomu YABE and Kazuki HIROKAWA