

交通ビッグデータによる地域特性別の市区町村 分類手法及び手段別 OD 量推計手法の考案

野崎 琉加¹・今井 龍一²・松島 敏和³・和田 翔⁴

¹学生会員 法政大学大学院 デザイン工学研究科 都市環境デザイン工学専攻
(〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33)

E-mail: ruka.nozaki.4h@stu.hosei.ac.jp

²正会員 法政大学教授 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科
(〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33)

E-mail: ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp

³正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 計画系部門
(〒102-0083 東京都千代田区麹町 2-10-13)

E-mail: matsushima_t@cfk.co.jp

⁴非会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 計画系部門
(〒102-0083 東京都千代田区麹町 2-10-13)

E-mail: wada_sh@cfk.co.jp

地域計画に資する人流の把握には現在統計調査が活用されているものの、調査間隔が長く、調査範囲が限られるなどの課題を有するため、24時間 365日、全国のデータを取得可能な交通ビッグデータが注目されている。目下のコロナ禍では、交通ビッグデータは、主に特定エリアの「滞留人口」の把握に使われているものの、さらにエリア間の「流動人口」を用いることで、活用の幅を拡大できると考える。そこで本研究は、交通ビッグデータの OD (起終点) データの新たな活用手法を考案した。具体的には、エリア間のトリップの総量を把握できる人口流動統計を用いて、市区町村の地域特性別分類手法および交通手段別 OD 量推計手法を考案した。その結果、交通ビッグデータから地域計画の策定に寄与できる価値の高い情報を獲得可能であることが示唆された。

Key Words: *Mobile Spatial Dynamics, Traffic Big Data, People Flow Data, OD Traffic Volume, Regional Classification, Person Trip Survey*

1. はじめに

地域計画や交通計画の策定に欠かせない交通流動の把握には、現在パーソントリップ調査（以下、「PT 調査」とする。）および国勢調査が基礎情報として活用されている。しかし、これらの統計調査は調査間隔が数年から 10 年であるうえに主に市区町村単位で集計されているため、用途によってはデータの鮮度や空間解像度を満足しないことがある。したがって、日々変化する都市の現状を十分には把握できず、必ずしも定量的かつ科学的な根拠に立脚した施策展開がなされているとはいえない場合もある。そこで近年、24時間 365日データを取得可能な交通ビッグデータが注目されている。

交通ビッグデータは、コロナ禍の現状において広く周知され、様々な機関が交通ビッグデータを活用し日々変化する人口動態を分析している。コロナ禍における研究では、交通ビッグデータは主に特定エリアの「滞留人

口」を把握するために活用されているものの、さらにエリア間の「流動人口」を用いることで、活用の幅を一層拡大できると考える。また、交通ビッグデータは、人口動態のモニタリングにおける活用だけでなく、地域の課題解決に向けた施策展開に必要となる地域計画にも活用できると考える。

以上より、本研究の目的は、交通ビッグデータによる OD データの新たな活用手法を考案することとした。具体的には、交通ビッグデータ単体から市区町村を地域特性別に分類する手法および交通ビッグデータと統計調査とを組み合わせ、交通手段別 OD 量を推計する手法を考案する。これらの手法により、まちづくりにおける交通ビッグデータの新たな活用方策を見出すとともに、地方公共団体の地域計画の策定に資する情報獲得を目指す。

本稿では、第 2 章にて本研究の位置づけや研究の対象エリアなどを示す。第 3 章にて交通ビッグデータ単体からまちづくりに寄与する情報を獲得するため、市区町村

の地域特性に関する類型化手法を提案する。第 4 章にて、交通ビッグデータだけではなく他の統計調査と組み合わせることでさらに高度な情報を獲得するため、交通手段別 OD 量推計手法を提案する。第 5 章にて本研究を総括する。

2. 研究の概要

本研究では、地域計画に寄与する交通ビッグデータによる OD データの新たな活用手法を考案する。本章では、携帯電話網の運用データを活用した既往研究を調査し、それらを踏まえたうえで本研究の位置づけや研究の対象エリアなどを示す。

(1) 交通ビッグデータの OD データ

ICT の急速な進歩により様々な交通ビッグデータが登場している。人流分析に関しては、スマートフォンなどによって位置情報が取得できるビッグデータが登場しており、都市交通分野における交通ビッグデータの活用への期待が高まっている¹⁾。本研究では、携帯電話網の運用データを基にしたモバイル空間統計[®]のサービスの一種である人口流動統計[®]を利用した。人口流動統計は人々の移動に関する統計データで、市区町村間やメッシュ間をはじめ任意のエリア間の流動人口（トリップの OD 量）を把握できるデータであり、ドコモの携帯電話契約者数である約 8,200 万（※2021 年 3 月現在。本台数より法人名義や MVNO を除く。）をベースとする大量のサンプル数を持つため、人口推定の拡大係数が小さく、実測値に近いという利点がある²⁾。交通ビッグデータの OD 量に関する既往研究として、松島ら³⁾は、トリップ数やトリップ長における交通流動分析手法を提案しており、OD データの価値をさらに高めている。

(2) 既往研究

交通ビッグデータの地域計画への適用を図る既往研究として、今井ら⁴⁾は、ユースケース分析に基づき、都市交通分野への人口流動統計の適用可能性を考察している。さらに、交通ビッグデータから鉄道の交通手段別 OD 量を推計している既往研究として、松原ら⁵⁾は東京都内の地下鉄駅を対象に、携帯電話網の通信で参照される基地局セル ID と各地下鉄駅の対応表を作成し、地下鉄利用時の利用駅の推定を試みている。以上より、まちづくりにおける人口流動統計の活用は未だ検討段階のものが多いことや広域で活用できる交通手段別 OD 量に関する研究は十分でないことがわかる。

そこで、本研究では、OD データのトリップ数を用いた市区町村の地域特性別分類手法および鉄道利用 OD 量

推計手法を考案する。これにより、OD データの新たな活用方策を見出すことができ、交通ビッグデータのさらなる用途の開発に寄与すると考える。

(3) 研究対象

本研究の対象エリアは国内で広域の流動が特に活発だと思われる 3 大都市圏のうち近畿圏（滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県および和歌山県）を設定した。また、人口流動統計のデータ仕様を表-1 に示す。人口流動統計のデータは、2019 年 10 月 23 日（水）6 時台、7 時台および 8 時台の発着時刻別 OD 量である。PT 調査データは、2010 年の第 5 回近畿圏 PT 調査の拡大係数を 2015 年の住民基本台帳データに時点更新したものである。本研究では市区町村間の交通量に着目するため、出発地と到着地が同一の市区町村である内々トリップは除外した。また、空間解像度は市区町村とした。

3. 携帯電話網の運用データによる市区町村の地域特性に関する類型化手法の考案

交通ビッグデータ単体からまちづくりに寄与する情報を獲得するため、人口流動統計の OD 量における特性を基に市区町村を「都心部」、「都心周辺・郊外部」および「地方部」に分類する手法を考案した。さらに、国勢調査の人口密度、昼夜率および産業構成を基にクラスター分析を用いて作成された地域分類[®]と、考案手法による地域分類とを比較した。

(1) 各地域の分類基準

まず、人口流動統計から近畿圏の 245 市区町村における集中量および集中量から発生量を引いた値を算出した。次に、算出した 2 つのデータを基に市区町村を「都心部」、「都心周辺部」、「打ち消し部」、「郊外部」および「地方部」の 5 つの地域に分類した。図-1 は分類イメージを示しており、それぞれの地域における分類基準は以下のとおりである。

a) 都心部

都心部は、従業・通学者が多く居住者は少ないため、

表-1 人口流動統計のデータ仕様

項目	パラメータ値
統計種別	発着時刻別 OD 量（トリップ数）
対象日	2019 年 10 月 23 日（水）
発着時間帯	6, 7, 8 時台
発着時刻	発時間のみ
対象エリア	滋賀県, 京都府, 大阪府, 兵庫県, 奈良県, 和歌山県
空間解像度	市区町村

朝時間帯の集中量が極端に多く発生量が極端に少ない地域と定義した。ここでは、集中量と発生量の差が全ての時間帯において約 10,000 トリップ以上であり、近畿圏の市区町村の上位 5%となる地域を都心部と設定した。

b) 都心周辺部

都心周辺部は、都心部の次に従業・通学者が多く居住者は少ないため、朝時間帯の集中量が多く発生量が少ない地域と定義した。ここでは、集中量と発生量の差が約 3,000 トリップ以上であり、6 時台、7 時台および 8 時台の各時間帯で 1 回以上、近畿圏の市区町村の上位 10%となる地域を都心周辺部と設定した。

c) 郊外部

郊外部は、ベッドタウンであり、従業・通学者が少なく居住者は多いため、朝時間帯の集中量が少なく発生量が多い地域と定義した。ここでは、集中量と発生量の差が約 3,000 トリップ以下であり、6 時台、7 時台および 8 時台の各時間帯で 1 回以上、近畿圏の市区町村の下位 25%となる地域を郊外部と設定した。

d) 打ち消し部

従業・通学者、居住者ともに多い地域を打ち消し部と名付け、朝時間帯の集中量と発生量がどちらも多く、集中量と発生量の差が 0 に近い地域と定義した。まず、各時間帯において、集中量と発生量の差が都心周辺部と郊外部の間である市区町村を選出した。次に、集中量が約 10,000 トリップ以上であり、6 時台、7 時台および 8 時台の各時間帯で 1 回以上、近畿圏の市区町村の上位 30%となる地域を打ち消し部と設定した。

e) 地方部

地方部は、人の移動が少なく、朝時間帯の集中量も発生量も少ない地域と定義した。まず、各時間帯におい

て、集中量と発生量の差が都心周辺部と郊外部の間である市区町村を選出した。次に、集中量が約 4,000 トリップ以下であり、6 時台、7 時台および 8 時台の各時間帯で 1 回以上、近畿圏の市区町村の下位 50%となる地域を地方部と設定した。

(2) 分類結果の可視化

最後に、分類結果が重複する市区町村が一定程度あったため、「都心周辺部」、「打ち消し部」および「郊外部」を統合し、「都心周辺・郊外部」とした。考案手法による地域分類を図-2 に、国勢調査の複数データのクラスター分析による地域分類を図-3 に示す。図-2 および図-3 より、両データの地域分類の結果がほぼ類似していることを確認できた。以上より、朝時間帯の人口流動統計のみを活用した考案手法によって、地域特性を推定できることが示された。

		① 集中量と発生量の差 ②			
		打ち消し部			
集中量	大	都心周辺部		郊外部	
	小	地方部			

図-1 市区町村の分類イメージ

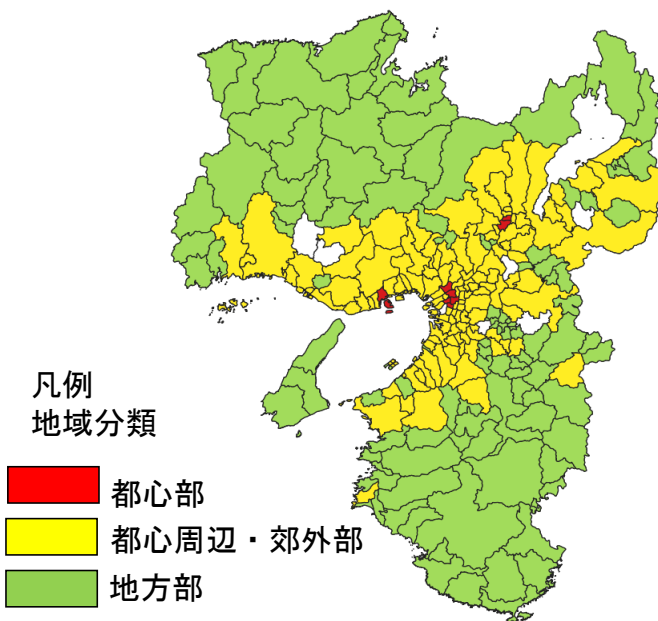


図-2 考案手法による地域分類

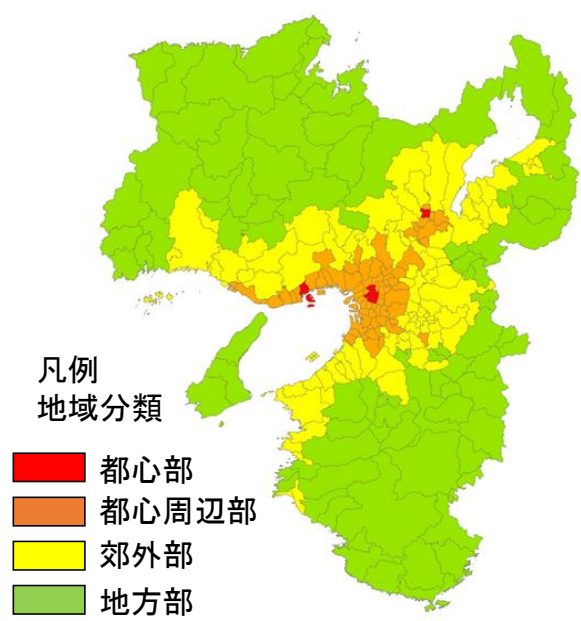


図-3 複数データのクラスター分析による地域分類

4. 携帯電話網の運用データを用いた手段別 OD 量推計手法の考案

ここでは、交通ビッグデータと統計調査とを組み合わせ高度な情報を獲得するため、人口流動統計および PT 調査とを用いた交通手段別 OD 量推計手法を考案した。考案手法では、人口流動統計の OD 量と PT 調査から算出した鉄道の交通手段分担率とを組み合わせ人口流動統計由来の鉄道利用 OD 量を推計する。

(1) 各データの OD ペアにおける網羅性の調査

人口流動統計と PT 調査は調査方法が異なるため、人口流動統計にのみデータがあって PT 調査にデータがない OD ペア、または PT 調査にのみデータがあって人口流動統計にデータがない OD ペアが存在する。両データの OD ペア、OD 量の関係性の全体像を把握するため、ベン図を作成した。6 時台から 8 時台まで順に図-4 から図-6 に示す。OD ペア数に着目すると、人口流動統計および PT 調査の両者にデータがある OD ペアは 10%前後であったものの、OD 量に着目すると、ほとんどが両者にデータがある OD ペアのトリップであった。

(2) 鉄道利用 OD 量推計手法

考案した鉄道利用 OD 量推計手法の詳細な過程を述べる。各時間帯における推計手法の分析手順を 6 時台から 8 時台まで順に図-7 から図-9 に示す。

a) 人口流動統計 OD 表の作成

人口流動統計を用いて、出発市区町村および到着市区町村を示す OD 表を作成する。

b) 各時間帯における鉄道の交通手段分担率の算出

PT 調査を用いて、鉄道を利用した OD 量を全交通手段の OD 量で除して鉄道の交通手段分担率を時間帯別で算出する。

c) 鉄道の交通手段分担率が存在しないペアの補正

(1)で述べたとおり、人口流動統計にのみデータがあって PT 調査にデータがない OD ペアが存在する。この OD ペアは PT 調査における全交通手段の OD 量が 0 トリップであるため、b) の方法では鉄道の交通手段分担率が算出されない。

このため、次の方法で交通手段分担率を補正する。まず、特定の時間帯で、鉄道の交通手段分担率が算出されなかった OD ペアは、他の 2 時間帯の鉄道の交通手段分担率を適用する。例えば、6 時台において鉄道の交通手段分担率が算出されない OD ペアは、7 時台や 8 時台の鉄道の交通手段分担率を適用する。次に、6 時台、7 時台および 8 時台の全時間帯において全交通手段の OD 量が 0 トリップで鉄道の交通手段分担率が算出されなかった OD ペアは、国勢調査による地域分類⁹⁾の発着地域別

に人口流動統計の OD 量で加重平均した交通手段分担率を用いて補正する。計算式を式(1a)に示す。

$$\text{(補正による鉄道の交通手段分担率)} = \frac{\sum \left(\frac{\text{PT調査による鉄道の交通手段分担率} \times (\text{人口流動統計OD量})}{(\text{人口流動統計OD量})} \right)}{\text{(人口流動統計OD量)}} \quad (1a)$$

d) 補正による鉄道の交通手段分担率の修正

c) で算出した補正による鉄道の交通手段分担率において、都心を出発して地方に到着する OD ペアの鉄道の交通手段分担率に着目すると、6 時台で 35.2%、7 時台で 70.3%、8 時台で 0.0%と、時間帯ごとにばらつきがみられた。そこで、都心を出発して地方に到着し、かつ、人口流動統計 OD 量が存在する OD ペアに着目すると、6

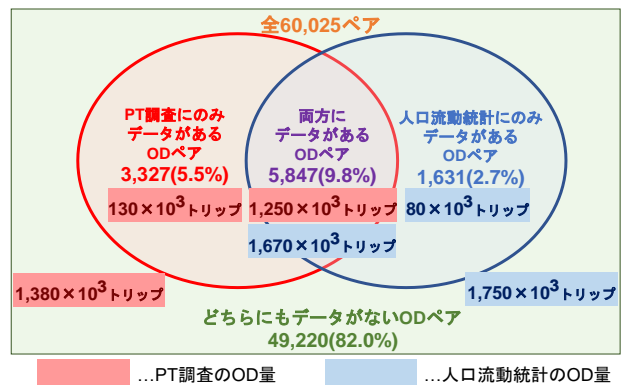


図-4 6時台におけるベン図

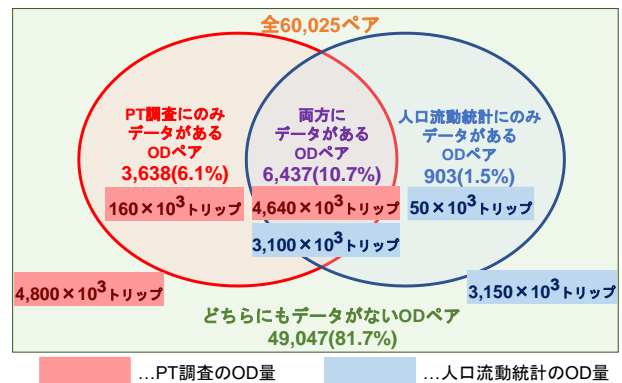


図-5 7時台におけるベン図

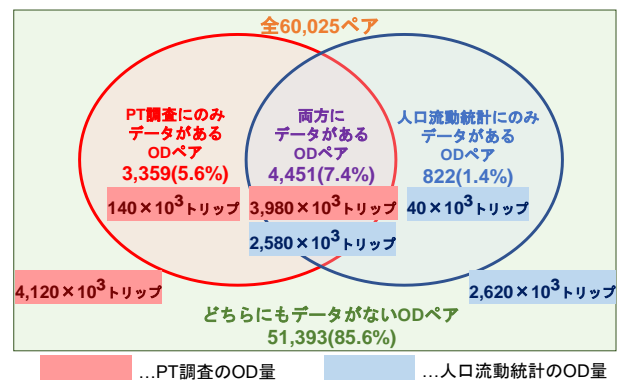


図-6 8時台におけるベン図

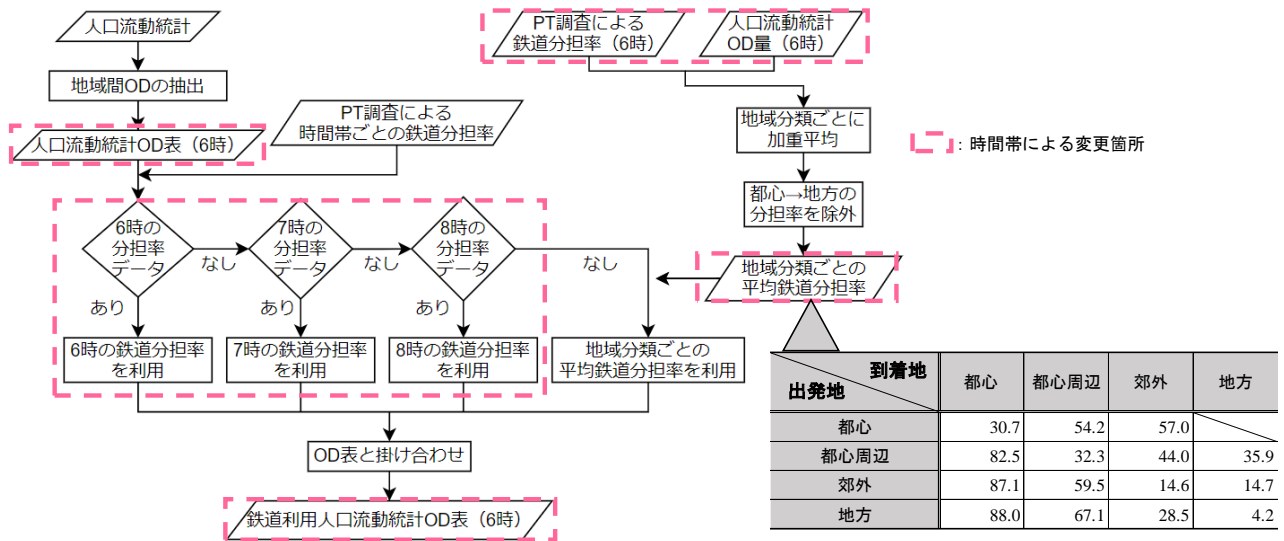


図-7 6時台における推計手法の分析手順

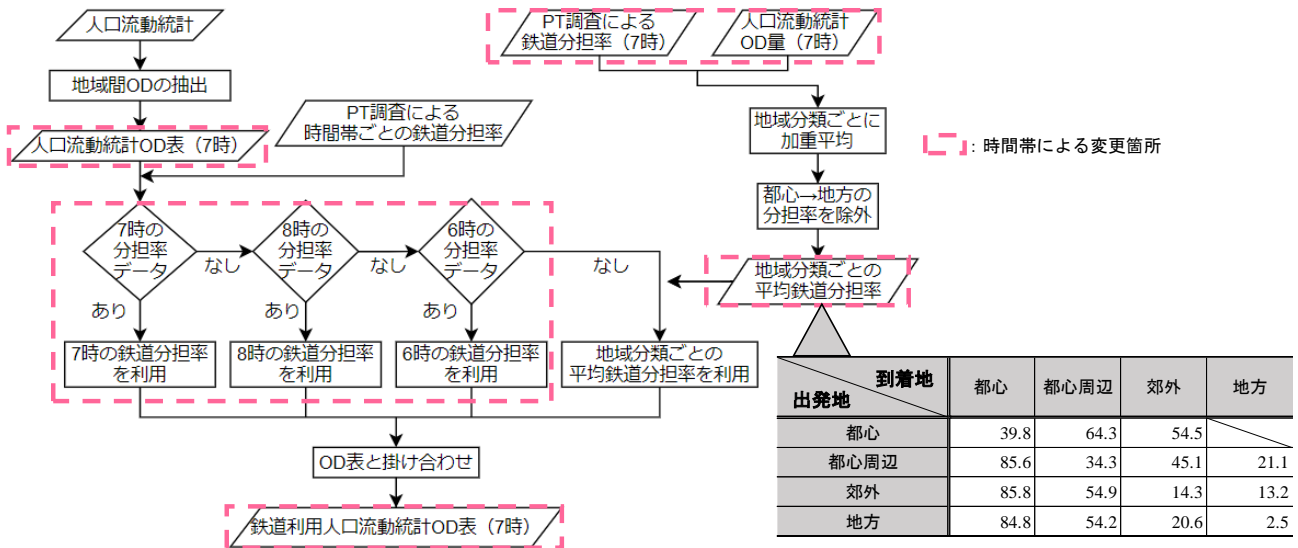


図-8 7時台における推計手法の分析手順

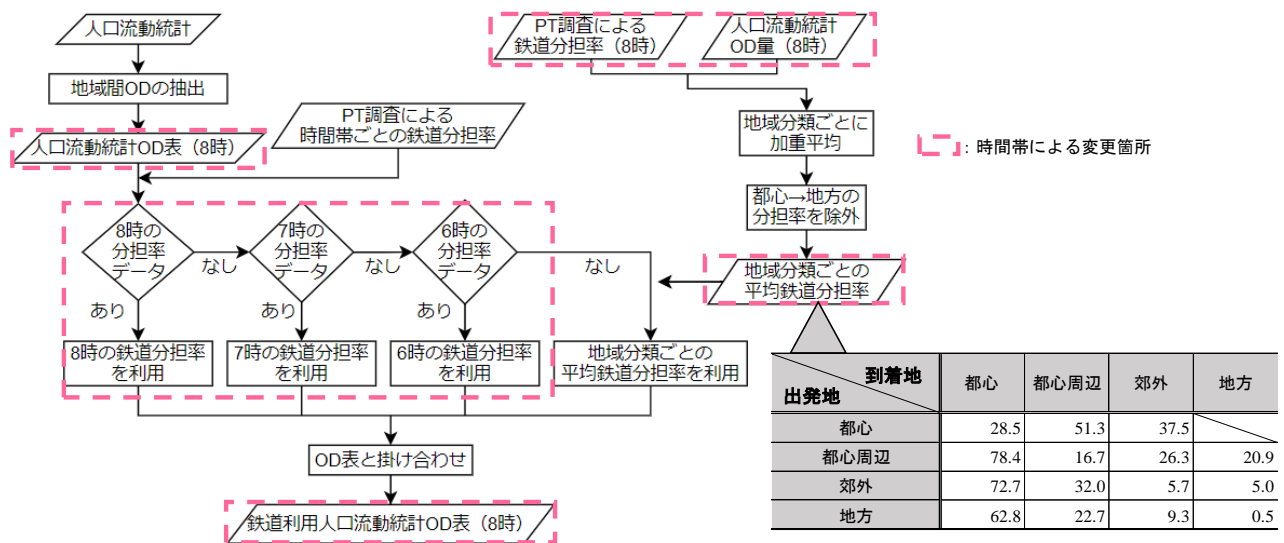


図-9 8時台における推計手法の分析手順

時台で 4 ペア, 7 時台で 1 ペア, 8 時台で 1 ペアであり, 鉄道の交通手段分担率を算出する際の加重平均におけるサンプル数が少ないことがわかった。したがって, 補正による鉄道の交通手段分担率において, 都心を出発して地方に到着する流動は存在しないものと仮定した。

b) から d) で算出した補正による鉄道の交通手段分担率を 6 時台, 7 時台および 8 時台の全時間帯で交通手段分担率が算出されなかった OD ペアに適用する。

e) 鉄道利用トリップの推計

a) で作成した人口流動統計による OD 表と, b) から d) で算出した鉄道の交通手段分担率とを掛け合わせ, 鉄道利用 OD 量を推計する。

(3) 有用性の検証

考案手法により推計された鉄道利用 OD 量の内外率と, 国勢調査における鉄道利用 OD 量の内外率とを比較し, 有用性を検証する。内外率とは, 出発地と到着地が同一市区町村である OD 量を除いた市区町村間 OD 量の割合のことを指す。

a) 国勢調査による鉄道利用 OD 量の内外率との比較検証

まず, 6 時台, 7 時台および 8 時台の各時間帯におけるデータの内外率を算出し, さらにその 3 時間帯を合計したデータの内外率を算出して, それぞれの相関係数を比較した。次に, 鉄道の交通手段分担率を補正したデータの内外率と, 補正していないデータの内外率をそれぞれ算出して同様に比較した。また, 国勢調査の内外率は, 「常住地又は従業地・通学地による利用交通手段」の

データから, 市区町村ごとに, 鉄道・電車を利用する他市区町村での従業・通学人数を鉄道・電車を利用する総人数で除して算出した。

作成した散布図を図-10 に示す。また, それぞれの相関係数を表-2 に示す。3 時間を合計し, かつ交通手段分担率を補正した場合に最も強い相関が確認できた。

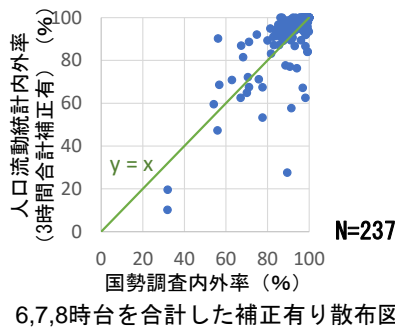
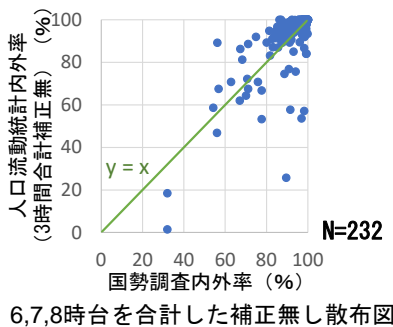
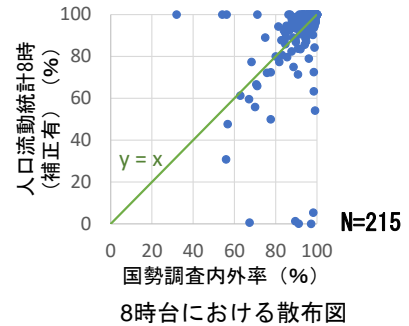
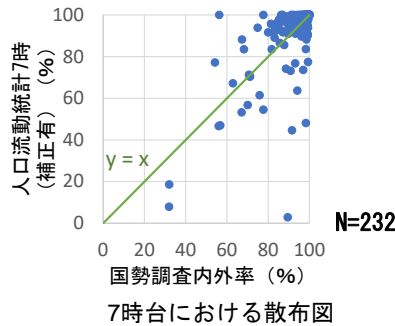
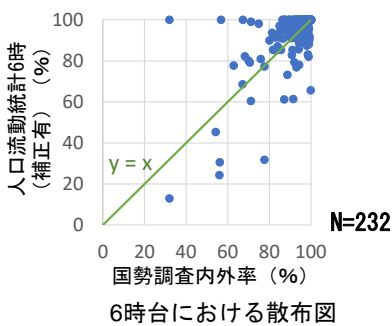
人口流動統計の 3 時間の OD 量を合計すると, 各時間帯での比較結果よりも強い相関が確認できた。これは国勢調査は時間帯の区別がないため, 人口流動統計の 3 時間の OD 量を合計すると国勢調査の条件に近づくことが要因であると考えられる。また, 交通手段分担率が算出されない OD ペアを補正するとより強い相関が確認できたため, 今回提案した鉄道の交通手段分担率の補正方法には一定程度の有用性があると考えられる。したがって, 補正により, 本来 PT 調査の値がない OD ペアに鉄道の交通手段分担率の数値を当てはめることができたことと判断する。

b) 散布図の外れ値に位置する市区町村に関する考察

本項では, 人口流動統計の 3 時間の OD 量を合計し,

表-2 国勢調査内外率との比較における相関係数

条件		相関係数
各時間帯 (補正あり)	6時	0.629
	7時	0.670
	8時	0.372
6, 7, 8時台合計 (補正なし)		0.735
6, 7, 8時台合計 (補正あり)		0.749



縦軸: 推計鉄道利用OD量内外率(%)
横軸: 国勢調査内外率(%)

図-10 推計 OD 量内外率と国勢調査内外率

表-3 人口流動統計の内外率と国勢調査の内外率との差の絶対値が大きい 10 市区町村

市区町村	① 国勢 調査 内外率	② 人口 流動 統計 内外率	差 ①-②	近畿圏外の 従業・ 通学が 占める 割合
兵庫県美方郡 新温泉町	89.5	27.6	61.8	41.2
京都府相楽郡 南山城村	98.2	62.6	35.7	35.8
京都府官津市	56.2	90.2	-34.0	1.3
奈良県吉野郡 大淀町	91.5	57.8	33.7	0.6
和歌山県西牟婁 郡すさみ町	96.9	67.2	29.7	0.3
兵庫県佐用郡 佐用町	77.6	53.3	24.3	9.0
和歌山県新宮市	31.9	10.2	21.7	42.1
京都府舞鶴市	67.3	86.9	-19.6	23.9
滋賀県米原市	94.1	76.4	17.7	11.7
兵庫県美方郡 香美町	71.1	88.7	-17.6	1.9

かつ交通手段分担率を補正した散布図において、外れ値となっている市区町村に着目した。まず、人口流動統計の内外率から国勢調査の内外率を差し引いた値の絶対値が大きい 10 市区町村を抽出した。その結果、人口流動統計により推計された内外率が、国勢調査により推計された内外率と比較して、小さく算出される傾向があることを確認できた。次に、10 市区町村において、平成 22 年国勢調査の従業地・通学地集計より近畿 2 府 4 県以外の市区町村へ従業・通学している人の割合を算出した。その結果、10 市区町村のうち 6 市区町村で近畿圏以外の県に従業・通学している人が一定程度存在することが確認できた。それぞれの算出結果を表-3 に示す。本研究の対象は近畿 2 府 4 県であるため人口流動統計では近畿 2 府 4 県内々の流動のみが対象となっているのに対し、国勢調査では近畿 2 府 4 県外への従業・通学も把握されていることから、国勢調査では捉えられている近畿圏外への流動を本研究では捉えておらず、移動先が限られているため、内外率が小さく算出される傾向にあると推測する。

以上より、考案手法により推計された鉄道利用 OD 量の内外率と、国勢調査における鉄道利用 OD 量の内外率との間には一定程度の相関がみられるとともに、散布図の外れ値に位置する市区町村は近畿圏外への流動が要因であることがわかった。これにより考案した交通手段別 OD 量推計手法の有用性が確認できた。

5. おわりに

本研究では、エリア間のトリップの総量を把握できる交通ビッグデータを用いて、市区町村を地域特性別に分類する手法および交通手段別 OD 量を推計する手法を考案した。これにより、交通ビッグデータ単体から地域特性の把握が可能であることや、交通ビッグデータと統計調査との組み合わせにより有用な情報が獲得できることを確認できた。したがって、交通ビッグデータにより、人口動態のモニタリングだけでなく、地域計画の策定に寄与できる価値の高い情報を獲得可能であることが示唆された。

今後の課題としては、PT 調査が未実施の地域に適用できるような、より汎用性の高い手法への深化が挙げられる。さらには、ここで得られた情報を地域計画に反映していくスキームの確立を目指す。

謝辞：本論文は、朝日放送テレビ株式会社、法政大学および中央復建コンサルタンツ株式会社の交通障害情報のテレビ強制表示に向けた情報基盤開発の共同研究⁷⁾の成果の一環である。本研究を遂行するにあたり、株式会社 NTT ドコモより人口流動統計データを提供いただいた。心より厚く御礼申し上げる。また、朝日放送テレビ株式会社 木戸崇之氏、琉球大学 神谷 大介准教授、中央復建コンサルタンツ株式会社 中矢 昌希氏、株式会社 NTT ドコモ 永田 智大氏、関西大学 山本 雄平助教、大阪経済大学 井上 晴可講師には多大なるご協力を賜り、貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室：総合都市交通体系調査におけるビッグデータ活用の手引き【第 1 版】、<<https://www.mlit.go.jp/common/001241230.pdf>>、(2021 年 9 月 30 日閲覧)。
- 2) 株式会社 NTT ドコモ：人口流動統計、<https://mobaku.jp/service/jpn_flow/od/>、(2021 年 9 月 30 日閲覧)。
- 3) 松島敏和、今井龍一、荒木祐哉：交通ビッグデータの特長を活かした人口動態モニタリング手法の開発～コロナ禍の人口動態を事例として、土木学会論文集 D3「特別企画(土木計画学：政策と実践)」(投稿中)。
- 4) 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, No.142, pp.1010-1021, 2015。
- 5) 松原剛、金杉洋、熊谷潤、柴崎亮介：携帯基地局情報を用いた地下鉄内測位システムの検討、「マルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOMO2016)シンポジウム」、2016。

- 6) 松島敏和：活動報告④PT 調査データと可視化事例の紹介，東京大学駒場第Ⅱキャンパス インフラオープンデータ・ビッグデータ利活用ワークショップ，2017. 同研究について（2019 年 12 月 17 日プレスリリース），<<https://www.hosei.ac.jp/NEWS/newsrelease/191217/?auth=9abbb458a78210eb174f4bdd385bcf54>>，（2021 年 9 月 30 日閲覧）.
- 7) 朝日放送テレビ株式会社，法政大学，中央復建コンサルタント株式会社：業界初！提供エリアを絞って「交通障害情報」をテレビに自動表示するための共 (2021.?.? 受付)

DEVISING A METHOD FOR CLASSIFYING CITIES AND TOWNS BY REGIONAL CHARACTERISTICS AND A METHOD FOR ESTIMATING OD VOLUME BY MEANS OF BIG DATA ON TRANSPORTATION

Ruka NOZAKI, Ryuichi IMAI, Toshikazu MATSUSHIMA and Sho WADA