

# 土地利用データ等を用いた 人口データ配分手法に関する研究

富田 拓未<sup>1</sup>・山下 守人<sup>2</sup>・落合 慶亮<sup>3</sup>  
真名子 武<sup>4</sup>・大中 英次<sup>4</sup>・浅見 均<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 (独) 鉄道・運輸機構 東京支社 計画部 調査第一課 (〒105-0011 東京都港区芝公園2-4-1)  
E-mail: tomita.tak-pe3p@jr-tt.go.jp

<sup>2</sup>正会員 (独) 鉄道・運輸機構 東京支社 計画部 調査第一課 (〒105-0011 東京都港区芝公園2-4-1)

<sup>3</sup>正会員 (独) 鉄道・運輸機構 技術企画部 調査課 (〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1)

<sup>4</sup>非会員 (独) 鉄道・運輸機構 技術企画部 調査課 (〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1)

人口データの細分メッシュ化は、これまで土地利用データによる人口配分を行う方法が多く用いられてきた。しかし、土地利用データでは、建物の利用形態が不明であることから、例えば都市圏においては、高層・高密度化した地域における特定のメッシュに顕著に人口が集中する状況について、既存の人口配分方法ではこれを適切に反映できていない等の課題があげられる。また、土地利用区分について近年細分化の見直しがなされ、この新たな分類に対応した人口分布の詳細な検討が必要となっている。

本研究では、より実態に近い人口分布状況を把握するため、用途地域や高層・高密度化した地域データ等のオープンデータを用いた人口分布の細分化手法の検討を行っており、本稿では東京圏を対象とした検討結果を報告する。

**Key Words :** *population analysis for Tokyo metropolitan area, 500 meter mesh population data, 100 meter mesh land use data, population allocation process, GIS*

## 1. はじめに

平成28年4月の交通政策審議会答申「東京圏における今後の都市鉄道のあり方について」が取りまとめられ、概ね15年後の東京圏（東京都心部を中心とする概ね50kmの範囲を言う。以下、同じ。）の都市鉄道の目指すべき姿が提示された。同審議会の下に設置された「需要評価・分析・推計手法ワーキング・グループ」<sup>1)</sup>によると、交通需要推計値と実績値の乖離要因は、将来人口の設定の段階で生じたものが主な原因と判明したことから、ゾーン区分の細分化及び交通行動の目的区分や乗換時間の細分化を取り入れる等の直近の現象を加味した将来動向の見極めを慎重に行うべきとしている。また、土地利用区分については近年、細分化の見直しがなされ、建物の利用形態の変化に対応した人口分布のより詳細な検討が必要となっている。一方で、都市圏の駅勢圏人口を検討するにあたり、公開されているメッシュ人口データの集計範囲は広く、夜間人口が主となっている。現状

に則した検討を行うためには、人口データの更なる細分メッシュ化を実施する必要がある。

これまで土地利用データによる人口配分を行う方法が多く用いられてきたが、土地利用データでは建物の利用形態が不明であることから、特に東京圏においては、高層・高密度化した地域における特定のメッシュに顕著に人口が集中する状況があり、既存の人口配分方法では建物の利用形態に応じた人口配分が適切に反映できていない等の課題があった。そこで、本研究では、より実態に近い人口分布状況を把握するため、高層・高密度化した地域データ等のオープンデータを用いた人口分布の細分化手法を開発することを目的とする。本稿では、東京圏を対象にオープンデータを活用し、地域特性に応じた人口推計手法の構築を検討した結果を報告する。

## 2. 既存研究の整理

交通計画分野への100mメッシュ人口を適用した既存

研究を以下に述べる。

日本鉄道建設公団東京支社<sup>2)</sup>はGRAPE (GIS for Railway Planning Evaluation) の開発にあたり、土地利用分布と夜間人口分布には高い相関関係があるという前提から、既存の500mメッシュ人口データと100mメッシュ土地利用データを用い回帰分析を行うことで100mメッシュ人口データを作成している。浅見ら<sup>3)</sup>はその方法論を提示したものであるが、具体的なパラメータ推定までは行っていない。

原田ら<sup>4)</sup>は、100mメッシュ人口データの作成に関して、千葉県野田市を対象に4つの手法を示し、課題と改善のアプローチを述べている。日比野・内山<sup>5)</sup>は、住民基本台帳の町丁目を細密数値情報から算出される100mメッシュ土地利用の建物用途別に重みをつけ、100mメッシュに配分することで、GISの交通計画分野への適用方法を検討している。

近年のGRAPEの手法を応用した100mメッシュ人口データによる駅圏人口分析には伊藤ら<sup>6)</sup>、落合ら<sup>7)</sup>、田中ら<sup>8)</sup>、浅見ら<sup>9)</sup>があり、オープンリソースの人口データ・土地利用データに基づく駅圏人口分析の有用性を確認している。これら研究では、高層住宅と低層住宅が混在する地区での人口配分方法に関し、当該高層住宅地には人口を重みつき配分し、より適切な数値に近づける検討が必要といった課題が示され、特に伊藤ら<sup>6)</sup>が具体的事例を示している。

本研究の基本的枠組は既存研究を踏襲することとするが、土地利用データの区分が改められた現状において、首都圏を対象とし、地域の特性に応じた人口分布の細分化手法の検討を行う。

### 3. 人口細分化推計モデルの構築

#### (1) データ概要

本調査では、鉄道計画の検討の際に重要な評価指標となる夜間人口の分布について、集計地域区分の細分化(100mメッシュ化)を検討する。そのため、まずは細分化するにあたり必要となる基礎データとして、公開されている既存データの収集・整理を行う。また集計区分は、100mメッシュとの整合が容易である4次メッシュ(500mメッシュ)単位とする。本研究で収集するデータについては夜間人口の100mメッシュ人口を推計するため、基礎データとして、公開されている表-1に示す既存データを用いる。各データ概要について下記に示す。

##### ① 夜間人口分布

細分化する前の人口データである夜間人口分布については、平成30年9月時点で公開されている既存データで最新のデータとなる、平成27

表-1 本調査で収集する既存データ一覧

細分化する前の人口データ	
項目	データ名称 (最新年度)
夜間人口分布	国勢調査4次メッシュ (500mメッシュ)
細分化するために用いる基礎データ	
項目	データ名称 (最新年度)
土地利用データ	土地利用細分メッシュデータ (100mメッシュ)
	都市地域土地利用細分メッシュデータ (100mメッシュ)

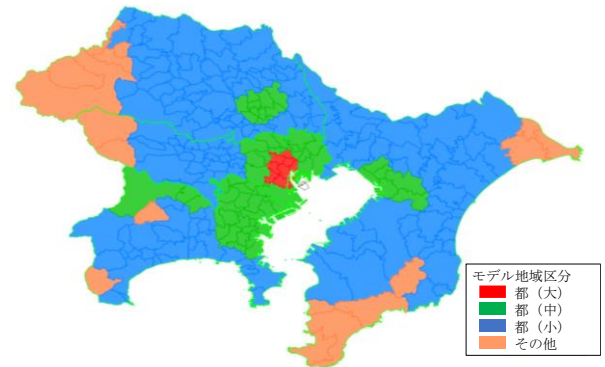


図-1 モデル地域区分

年国勢調査4次メッシュ(500mメッシュ)のデータを用いる。

##### ② 土地利用細分メッシュデータ (国土数値情報)

全国の土地利用の状況について、3次メッシュ1/10細分区画(100mメッシュ)毎に、各利用区分(田、その他の農用地、森林、荒地、建物用地、幹線交用地、湖沼、河川等)を整備したものである。平成30年9月時点で公開されている平成26年度のデータを用いる。

##### ③ 都市地域土地利用細分メッシュデータ

平成26年版土地利用細分メッシュにおいて、都市地域の範囲に限定して、「建物用地」を「高層建物」「工場」「低層建物」「低層建物(密集地)」の4区分に分割し、「その他の用地」を「公共施設等用地」「空地」「公園・緑地」の3区分に細分化して判読したものである。平成30年9月時点で公開されている平成26年度のデータを用いる。

#### (2) 100mメッシュ人口推計モデルの構築

収集・整理した基礎データを用いて、500mメッシュ人口から100mメッシュ人口を推計するモデルを構築する。土地利用細分化メッシュデータでは、建物の利用形態が把握困難であることから、例えば都市圏においては、高層・高密度化した地域における特定のメッシュに顕著に人口が集中する状況について、反映できていないと考

表-2 説明変数の候補一覧

都市的地域モデルで考慮した説明変数の候補一覧		その他地域モデルで考慮した説明変数の候補一覧	
説明変数	内容	説明変数	内容
田畑	田、その他の農用地、森林、荒地の合計	田畑	田、その他の農用地、森林、荒地の合計
高層建物		建物用地	
低層建物		道路鉄道	道路、鉄道の合計
低層建物（密集地）		その他	その他の用地、ゴルフ場の合計
道路鉄道	道路、鉄道の合計		

表-3 パラメータ推定結果

変数	都市地域（大）		都市地域（中）		都市地域（小）		その他地域	
	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
高層建物	171.30	23.73	253.57	69.58	227.86	103.23	-	-
低層建物	140.88	7.74	114.51	107.73	76.75	213.20	-	-
低層建物（密集地）	298.34	37.45	244.04	121.46	164.22	81.54	-	-
道路・鉄道	-	-	39.50	6.06	21.12	6.89	-	-
建物用地	-	-	-	-	-	-	26.99	103.61
道路・鉄道	-	-	-	-	-	-	24.31	9.64
その他	-	-	-	-	-	-	1.11	1.94
サンプル数	475		6,649		25,009		7,319	
重決定係数	0.871		0.889		0.793		0.631	

えられる。そのため本研究では、1都3県を対象に高層・高密度化した地域の実態に対応可能なモデルを構築する。また、同じ圏域内でも人口規模等、地域特性が異なることが想定されるため、分析対象範囲を都市規模ごとに区分してモデル構築を行う。検討するモデルは、人口集積や建物集積等の特性を踏まえて特徴的なパラメータを検討するために、都市規模を国勢調査等の地域区分を参考に、図-1に示す大・中・小およびその他の4地域に分けて推定を行う。なお、国勢調査における中心市・周辺市町村でも都市地域土地利用メッシュデータが未整備の場合は「その他地域」に分類する。

モデル式については、重回帰モデルを採用し、500mメッシュ人口を被説明変数、土地利用細分メッシュデータの属性データを説明変数としてパラメータ推定を行う。なお、高層・高密度化された都市部における顕著な人口の集中等への対応については、都市地域土地利用細分メッシュデータにおいて、「建物用地」が「高層建物」「工場」「低層建物」「低層建物（密集地）」の4区分に細分化されているため、都市地域土地利用細分メッシュデータが整備されている地域においては、同データを説明変数として用いる。パラメータ推定作業では、まず、表-2に整理する説明変数等を取り入れたモデルを推定し、符号条件やt値が有意でない変数を削除し、次のモデルを推定するという手順で行った。取り入れた全ての説明

変数に対するパラメータの符号条件及びt値が有意なモデルを採用モデルとした。

パラメータ推定結果を表-3に示す。パラメータの大小関係において、都市規模（中）および（小）では、「低層建物（密集地）」よりも「高層建物」の方が大きくなる結果となった。この場合、駅周辺の人口密度の上昇を表現できることから、本モデルを採用することとした。その他地域モデルについては、建物用地のパラメータが最も大きく、土地利用間のパラメータの大小関係についても整合がとれた結果となっている。その他地域における建物用地は低層の建物がほとんどであると考えられるが、都市的地域の「低層建物」のパラメータと比較すると、その他地域モデルの方が小さくなっている。都市的地域よりもその他地域の方が人口密度は疎であることから、この大小関係も実態に整合していると考えられるため、本モデルを採用することとした。

一方で、都市規模（大）では「高層建物」よりも「低層建物（密集地）」の方が大きくなる結果となった。これは、現状において、高層建物よりも低層建物（密集地）の土地利用がある地域の方が人口規模が大きくなっていることを意味している。この場合、駅周辺が低層建物（密集地）の土地利用となっている地域で、再開発等により駅周辺に高層マンション等が整備された場合と、低層建物（密集地）のままである場合の将来人口分布を

比較すると、後者の方が駅周辺に多くの人口が配分される結果となってしまふ。これは、例えば武蔵小杉等、近年駅周辺において開発が進んだ地域で見られる駅周辺人口密度の上昇といった変化を表現できないことを意味する。この要因として、高層建物の定義が4階以上の建物となっており、用途が不明なため、従業系建物が多い都市部で高層建物の人口規模が小さくなったと考えられる。

#### 4. 推計人口の検証

3.で構築したモデルによる推計結果について、精度を検証し、課題を整理する。推計精度の検証は、平成 27 年のデータを用いて構築されたモデルを用いて、平成 27 年の 100m メッシュ人口を推計し、それを 500m メッシュ単位に集計し実績と比較することで精度の検証を行う。また、地域区分での違いや、都市的地域とその他地域との違いにより、実績値と推計値との乖離にどのような傾向があるのかを検証する。

#### (1) 実績値とモデル推計値の比較

実績値とモデル推計値の比較を図-2 に示す。都市的地域（大）および（中）では、500m メッシュ当たりの人口が概ね 6,000 人以上のメッシュは過少推計になっているのが見て取れる。都市的地域（小）では、概ね 4,000 人以上のメッシュは過少推計になっているのが見て取れる。モデルで推定されるパラメータは当該土地利用の平均的な人口であるため、人口規模が大きなメッシュについては過小になると考えられる。その他地域については、建物関連土地利用が建物用地のみであるため、同様の土地利用であった場合に、推計値が同規模の数値になるため、X 軸方向に点が並ぶような結果となった。

実績値とモデル推計値の比率（推計値／実績値）による関東圏全域での地域分布を図-3 に示す。500m メッシュ人口が比較的多い都心部では比率が 0.8～1.2 以内の地域が多い傾向にある。一方、人口が比較的小さい郊外部では、比率が 1.2 以上の地域が多い傾向にある。

#### (2) 駅勢圏分析

推計した100mメッシュの人口分布データの有用性を

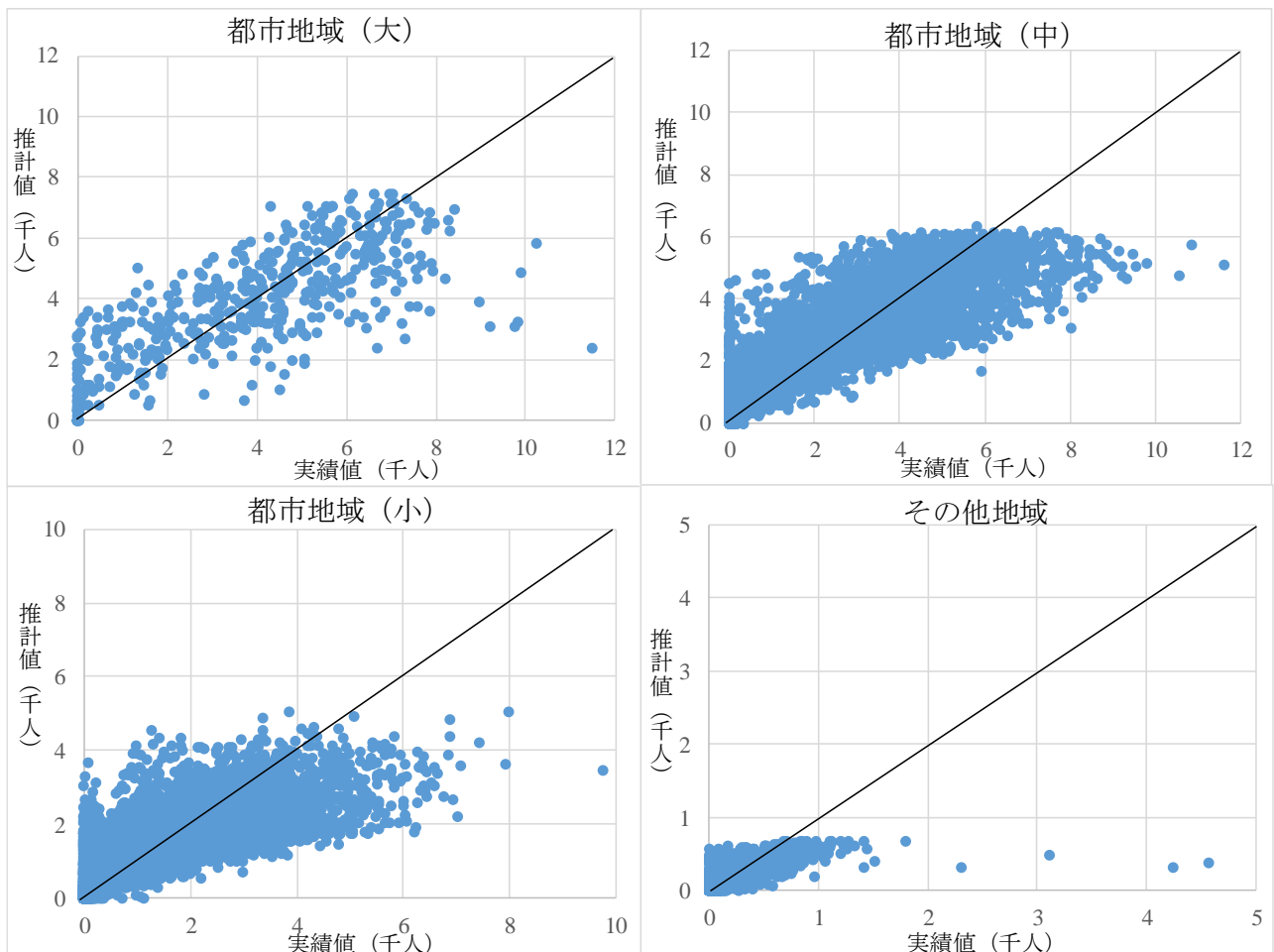


図-2 夜間人口の推計誤差（比率（推計値／実績値））

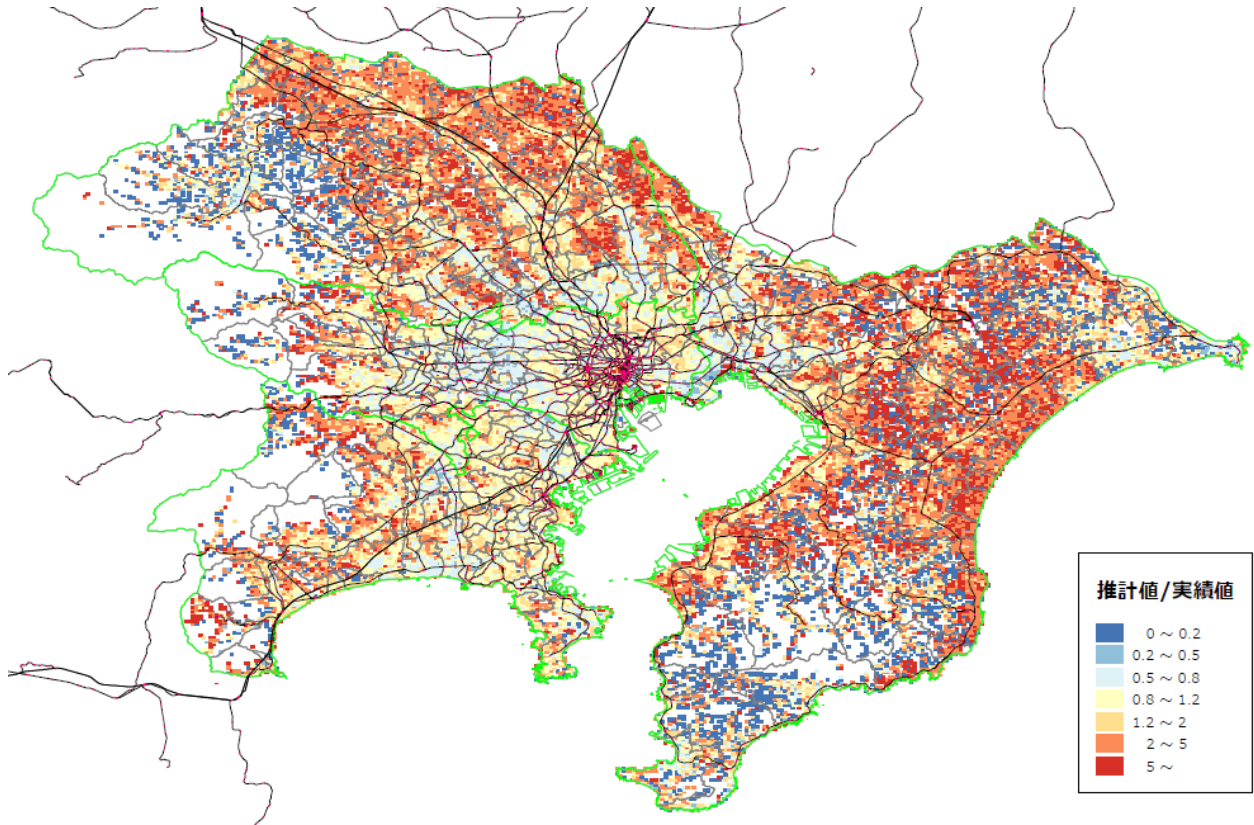


図-3 夜間人口の推計誤差 (比率 (推計値/実績値))

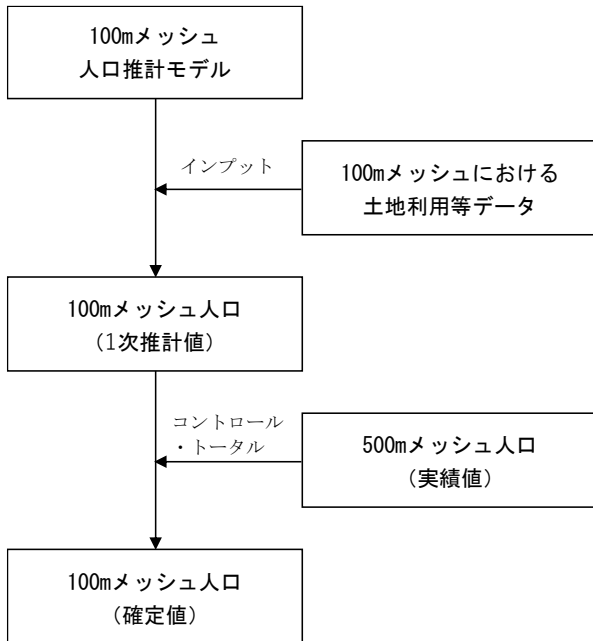


図-4 100mメッシュの人口推計フロー

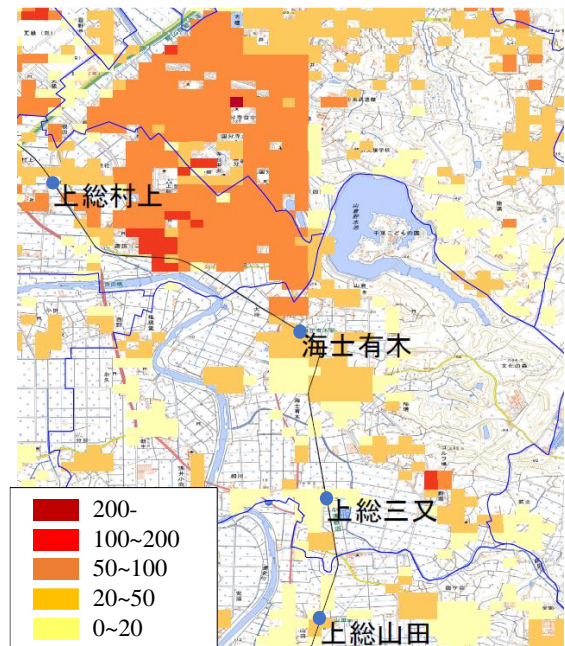


図-5 小湊鉄道上総村上～上総山田駅付近 夜間人口分布<sup>(注)</sup>  
 (注)国土地理院の電子地形図 (タイル) にメッシュ図を追記して掲載

確認するために、駅勢圏分析を行う。具体的には、駅勢圏の人口分布は、鉄道計画における駅利用者数の需要想定において重要な要因であるため、従来の小ゾーン単位で人口を設定した場合と比較し、100mメッシュ単位で人口を設定した場合の方が、駅勢圏がより精緻に分析できることをGISを用いて視覚的に確認する。なお、100mメッシュ人口の推計フローを図-4に示す。まず、

100mメッシュにおける土地利用等をモデルにインプットすることにより推計される人口を1次推計値とし、上位メッシュとなる500mメッシュ内で各100mメッシュ人口が占める割合を算出する。さらに実績値となる500mメッシュ人口をコントロール・トータル値として、1次推計値による割合から、100mメッシュ人口を推計する。図-5に都市地域(小)区分の千葉県市原市内に

おける小湊鉄道上総村上駅～上総山田駅付近の需要予測ゾーン境界と 100m メッシュ夜間人口分布を示す。この付近は、4.(1)に示した 500m メッシュ単位での夜間人口の推計誤差では 10%前後のメッシュが多く、誤差が大きい箇所であった。一方で 100m メッシュ単位で夜間人口の分布を確認すると、駅周辺に人口が密集していることが見て取れる。また、上総村上駅付近では東側に多くの人口が分布していることが見て取れ、実態に沿った人口分布の確認が可能となった。

## 5. 成果と今後の課題

本研究では、高層・高密度化した地域における特定のメッシュに顕著に人口が集中する状況について、既存の人口配分方法ではこれを適切に反映できていないなどといった課題があったことから、より実態に近い人口分布状況を把握するため、高層・高密度化した地域データ等のオープンデータを用いた人口分布の細分化手法を開発を行った。国勢調査等の地域区分をふまえ、4地域に分けて重回帰分析によりパラメータ推定を行った結果、都市規模（中）および（小）では、「高層建物」の方が大きくなる結果となり、駅周辺の人口密度の上昇を表現できるモデルとなった。その他地域モデルについては、建物用地のパラメータが最も大きく、土地利用間のパラメータの大小関係についても整合がとれた結果となった。都市的地域の「低層建物」のパラメータと比較すると、その他地域モデルの方が小さくなっており、都市的地域よりもその他地域の方が人口密度は疎であることから、この大小関係も実態に整合したモデルとなった。一方で、都市規模（大）では「高層建物」よりも「低層建物（密集地）」の方が大きくなる結果となった。この要因として、高層建物の用途地域が不明な従業地となっているこ

とが考えられるため、用途地域をふまえたパラメータ推定を行うことで、本モデル精度の更なる検証と合わせて、より実態に即したモデルを構築することが今後の課題である。

## 参考文献

- 1) 交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会 東京圏における今後の都市鉄道のあり方に関する小委員会 需要評価・分析・推計手法ワーキング・グループ: 鉄道需要分析手法に関するテクニカルレポート, pp.1-6, 2016
- 2) 日本鉄道建設公団 東京支社: 駅アクセスを考慮した都市鉄道計画分析システムの開発, 平成 10 年度報告書, pp.155-161, 1998
- 3) 浅見均, 高久寿夫, 金山洋一: 鉄道と都市の計画支援システムとして有効な需要予測法, 土木計画学研究・講演集, No.21(2), pp.309-312, 1998
- 4) 原田泰行, 日比野直彦, 内山久雄: 既存人口データから 100m メッシュ人口データへの変換方法に関する一考察, 土木計画学研究・論文集 Vol.26, 2002
- 5) 日比野直彦, 内山久雄: 地理情報システムの交通計画分野への適用, 応用測量論文集 Vol.12, pp.59-65, 2001
- 6) 伊藤直樹, 牧村雄, 浅見均, 金山洋一: 首都圏郊外部における鉄道路線の需要動向に関する基礎研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.56, No.198, 2017.11
- 7) 落合慶亮, 牧村雄, 浅見均, 金山洋一: 首都圏郊外鉄道新線沿線における交通機関選択及び人口定着に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.56, No.197, 2017.11
- 8) 田中義章, 牧村雄, 中野定政, 山下守人, 落合慶亮, 伊藤直樹, 末原純, 浅見均: 鉄道新線沿線での交通機関選択及び人口分布に関する研究——旧足立郡南部での事例研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.57, No.197, 2018.6
- 9) 浅見均, 牧村雄, 山田真也, 山下守人, 落合慶亮: 首都圏の都市鉄道整備と駅勢圏人口推移, 土木計画学研究・講演集, Vol.59, No.12, 2019.6

(2009.?? 受付)

## A TRIAL STUDY FOR POPULATION ALLOCATION METHOD BASED ON GIS LAND USE DATA

Takumi TOMITA, Morito YAMASHITA, Keisuke OCHIAI,  
Takeshi MANAGO, Eiji ONAKA and Hitoshi ASAMI

In order to subdivide the population data, a method of allocating population based on land use data has been used so far. However, There are technical challenges that land use data cannot be properly reflected by existing population allocation method because the the utilization form of the building is not clear. For example, certain meshes in high-rise and high-density areas in a metropolitan area cannot reflect population concentration. In recent years, the classification of land use has been reviewed, and detailed examination of the population allocation corresponding to this new classification is required.

In this study, we examined the method of allocating population using open data such as restricted areas and high-rise / high-density regional data for the purpose of grasping the population distribution situation closer to the actual situation. In this paper, we report the results of the study for the Tokyo metropolitan area.