

# 土地利用データを用いた 人口データ配分モデルに関する研究

遠藤 俊宏<sup>1</sup>・山下 守人<sup>2</sup>・真名子 武<sup>3</sup>  
大中 英次<sup>3</sup>・浅見 均<sup>4</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: endo.tos-3is6@jrtr.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>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)

<sup>4</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)

オープンデータを用いた人口データの細分メッシュ化については、これまで土地利用データを用いて人口配分を行う手法が多く用いられてきた。しかし、従来の土地利用データでは、建物の種別が分類されていないことから、大都市圏で見られる高層・高密度化した地域での人口分布状況について適切に反映できない等の課題がある。一方で、土地利用区分は近年見直しがされ、より詳細に土地利用区分が分類されるようになった。

このような背景を踏まえ、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、新しい土地利用区分を基礎とし、全国を対象として人口種別(夜間・従業員)毎に人口規模・地域特性に応じた人口データ配分モデルを構築した。

**Key Words:** population allocation model, GIS,  
500 meters mesh population data, 100 meters mesh land use data

## 1. 研究の背景

鉄道計画において、需要推計や駅勢力圏人口分析は駅施設計画、運行計画等の基礎・根拠となるものであり、社会変化等に対応した詳細な分析が必要とされている。

ゾーン区分細分化、すなわち駅勢力圏人口分析等に用いる人口データの細分メッシュ化にあたっては、近年国土数値情報土地利用細分メッシュデータ(100mメッシュ土地利用データ)の土地利用種別が「建物用地」のメッシュに、国勢調査地域メッシュ統計4次メッシュ(500mメッシュ)人口データの夜間人口を均等配分して100mメッシュ夜間人口を推計する手法が用いてきた(以下「従来手法」・図-1参照)。しかし、従来の土地利用データでは、建物の種別(高層・低層等)が分類されていないため、大都市圏で見られる高層・高密度化した地域において特定のメッシュに顕著に人口が集中する状況等を適切に反映できない等の課題がある(図-2)。また、夜間人口のみを対象として全国同一の細分化手法を採用しているため、人口種別(夜間・従業員)毎に人口規

模・地域特性に応じた人口配分の重みづけがされていない等の課題もある。一方、土地利用データについては、近年利用区分の見直しがなされたため、より詳細に土地

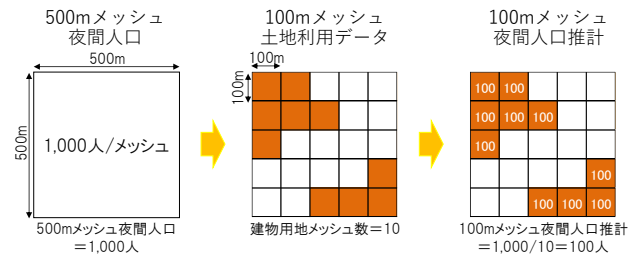


図-1 従来手法による人口細分化(イメージ)

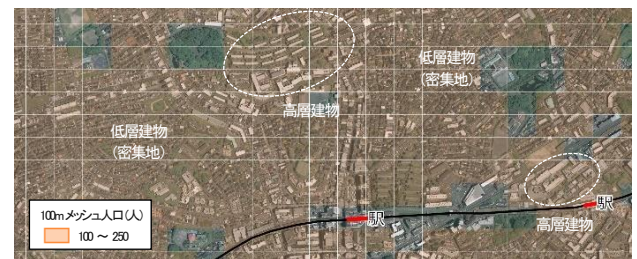


図-2 従来手法のアウトプット例

利用区分が分類されるようになった。

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、建物用地等の土地利用区分が細分化された「都市地域土地利用細分メッシュデータ」を活用し、全国を対象として人口種別（夜間・従業人口）毎に人口規模・地域特性に応じた人口データ配分モデルを構築することを目的とする。

## 2. 既存研究

鉄道計画におけるGISの活用は、GISが実用に定着し始めた20世紀末、中村<sup>9)</sup>の提唱により推進された。中村の指導のもと、機構（当時は鉄道公団）において、国勢調査地域メッシュ統計四次メッシュ人口データ（500mメッシュ人口データ：総務省）と国土数値情報土地利用細分メッシュデータ（100mメッシュ土地利用データ：国土交通省）を基礎の一つとするGRAPE（GIS for RAilway Planning Evaluation）を開発した。

浅見ら<sup>2)</sup>は、500mメッシュ人口データから100mメッシュ土地利用データへの人口配分モデルの原型、すなわち土地利用区分毎の人口密度による配分手法を提示した。

原田ら<sup>3)</sup>は、100mメッシュ人口データ作成に関して、千葉県野田市を対象として複数の構築手法を示し、比較検討を行った。

日比野ら<sup>4)</sup>は、特定の土地利用区分にのみ人口が存在すると仮定し、住民基本台帳の町丁目人口データから100mメッシュ土地利用データに配分する手法、および具体的なパラメータ（100mメッシュ毎の人口）を推定している。

実務上は浅見ら<sup>2)</sup>、日比野ら<sup>4)</sup>が提示するところの、土地利用区分毎の人口密度（または100mメッシュ毎の人口）をパラメータとする配分モデルが活用されるようになっているが、この手法は土地利用区分見直しがなされれば、新しい土地利用区分に応じた配分モデル確立が必要とされる状況となっている。

近年多用されている人口配分モデル（500mメッシュ→100mメッシュ）には浅見ら<sup>2)</sup>があり、落合ら<sup>6)</sup>伊藤ら<sup>8)</sup>田中ら<sup>9)</sup>等の個別事例研究に応用されている。浅見ら<sup>2)</sup>は500mメッシュ人口を100mメッシュ土地利用データの「建物用地」に均等配分するもので、地方部・大都市圏郊外部において十分有用と考えられる。その一方、高層住宅と低層住宅が混在する500mメッシュでの精度に関する課題が示され、伊藤ら<sup>7)</sup>が個別具体的状況を例示している。

また、以上まで紹介した既存研究（手法）による配分モデルは、全国に適用できる精度を有しているかどうか、十分に検証されているとは必ずしもいえない。

富田ら<sup>10)</sup>は、東京圏を対象として、都市地域土地利用

細分メッシュデータを活用した人口データ配分手法を検討し、その有用性を確認している。本研究の基本的枠組は富田らの研究を踏襲することとし、全国を対象として人口種別（夜間・従業人口）毎に人口規模・地域特性に応じた人口データ配分モデルを構築することとした。

## 3. 人口データ細分化推計モデルの構築

### (1) 基礎データ

人口データの細分メッシュ化にあたっては、オープンソースの基礎データを用いて100mメッシュ単位の夜間・従業人口を推計するモデルを構築することとした。

人口データは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）単位の国勢調査・人口総数および経済センサス・全産業従業者数を用いることとし、土地利用データは国土数値情報土地利用細分メッシュデータおよび都市地域土地利用細分メッシュデータにおける土地利用種別を用いることとした（表-1）。

表-1 モデル構築に使用する基礎データ

目的変数に用いるデータ		
データ内容	データ名称	データ年次
夜間人口分布	国勢調査・4次メッシュ（500mメッシュ）・男女別人口総数及び世帯総数	2015年
従業人口分布	経済センサス・4次メッシュ（500mメッシュ）・全産業事業所数及び全産業従業者数	2014年
説明変数に用いるデータ		
データ内容	データ名称	データ年次
土地利用データ	国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ	2014年
	国土数値情報 都市地域土地利用細分メッシュデータ	2014年

### (2) モデル区分

モデル構築にあたっては、同一圏域内でも市区町村毎に人口分布傾向が異なることが想定されたため、国勢調査等の地域区分を参考に「大都市」「中心都市」「周辺都市」「その他」の4地域にモデルを区分した（表-2）。

モデル区分「その他」の使用データについては、都市地域土地利用細分メッシュデータがほぼ未整備のため、土地利用細分メッシュデータを採用した。また、モデル区分「大都市」の対象地区である東京都心3区（千代田区、中央区、港区）および大阪市中心2区（北区、中央区）については、いずれも従業人口密度が極めて高く（30,000人/km<sup>2</sup>以上）、モデル区分「中心都市」に含めて

表-2 モデル区分

区分	対象の市区町村	使用データ
大都市	東京3区（千代田・中央・港） 大阪2区（北・中央）	都市地域土地利用細分メッシュデータ
中心都市	国勢調査における大都市圏・都市圏の中心市（上記除く）	
周辺都市	国勢調査における大都市圏・都市圏の周辺市町村	
その他	上記以外の市町村	土地利用細分メッシュデータ

モデル構築を行った場合、モデルの精度が低くなること  
が想定されたため、独立モデルにて構築することとした。

**(3) 推計モデル構築**

本稿では、夜間・従業人口における細分化推計モデル  
のうち、夜間人口の推計モデル構築について報告する。  
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、土地利用データを説明変数とし  
てパラメータ推定を行った。重回帰モデル式を下記に示  
す。

$$y = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots$$

ここに、

y : 500mメッシュ人口

a<sub>i</sub> : パラメータ (土地利用iの1メッシュあたり人口)

X<sub>i</sub> : 500mメッシュ内に含まれる土地利用iの100mメッ  
シュ数

土地利用データにおける説明変数の候補を表-3に示す。  
パラメータ推計作業では、説明変数の候補を取り入れた  
モデルにて推定を行い、パラメータの符号条件や値が  
有意でない変数を除外し、再度モデルを推計するという  
手順で行った。取り入れた全ての説明変数に対するパラ  
メータの符号条件および値が有意なモデルを採用した。

人口分布の細分化推定モデルのパラメータ推定結果を  
表-4に示す。各モデルの重相関係数は全てのモデルで0.8  
以上、t値も充分高く、説明力の高い人口細分化推計モ  
デルが構築できたと考えられる。

中心都市モデルと周辺都市モデルのパラメータを比較  
すると、「高層建物」が「低層建物(密集地)」に比べ  
値が大きくなった。「高層建物」ではマンション等の集  
合住宅が建てられ、「低層建物」等の土地利用の地域よ  
りも人口規模が大きくなっているものと考えられ、実態  
と整合した結果であると言える。

一方、大都市モデルのパラメータでは「高層建物」が  
「低層建物(密集地)」より値が小さくなった。「高層  
建物」は「商業・業務用ビル、4階建以上のマンション  
など」と定義されており、建物用途別に区分されていな

表-3 土地利用データにおける説明変数の候補

説明変数の候補	
都市地域土地利用細分メッシュデータ	土地利用細分メッシュデータ
田	田
その他の農用地	その他の農用地
森林	森林
荒地	荒地
高層建物	建物用地
工場	
低層建物	
低層建物(密集地)	
道路	道路
鉄道	鉄道
公共施設等用地	その他の用地
空地	
公園・緑地	
河川地及び湖沼	河川地及び湖沼
海浜	海浜
海水域	海水域
ゴルフ場	ゴルフ場

いため、従業地中心の地区では「高層建物」の夜間人口  
が相対的に小さい値になったと考えられる。

「鉄道」および「道路」のパラメータを比較すると、  
中心都市・周辺都市モデルとその他モデルではパラメー  
タの大小が異なる。その他モデルの地域では、都市部と  
比較して鉄道の利便性が高くないため、相対的に道路沿  
線に人口が集積している状況を反映している。

大都市・中心都市・周辺都市モデル間で「低層建物」、  
「低層建物(密集地)」のパラメータの大小関係を見る  
と、都市規模が大きくなるにつれてパラメータが大きくな  
っている。同様に、中心都市モデルと周辺都市モデル  
の「高層建物」のパラメータの大小関係においても、中  
心都市モデルのパラメータが大きくなっており、都市規  
模および建物種別に応じた人口密度が表現できていると  
考えられる。

**4. 推計結果の検証**

**(1) 実績値と推計値の比較**

500mメッシュあたりの実績値人口と各モデルにおけ  
る推計値人口の比較を図-3に示す。1つの500mメッシュ

表-4 夜間人口細分化推計モデルのパラメータ

説明変数	大都市		中心都市		周辺都市		その他	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
高層建物	147.6	14.2	232.1	121.0	222.2	189.2		
低層建物	105.7	2.3	83.5	167.7	60.5	378.2		
低層建物(密集地)	399.0	9.7	205.1	190.1	107.6	132.9		
建物用地							38.2	818.6
道路			27.8	6.9	2.6	1.6	13.6	28.2
鉄道			49.8	9.3	54.3	24.7	2.9	4.7
サンプル数	166		25,136		96,463		297,346	
重相関係数	0.86		0.92		0.87		0.85	



を1サンプルとして、横軸に500mメッシュ（実績値）、縦軸に100mメッシュ人口推計値（1次推計値）を500mメッシュ単位で集計した推計値を散布図にプロットした。

大都市モデル・中心都市モデルでは500mメッシュ人口（実績値）が概ね6,000人以上、周辺都市モデルでは概ね4,000人以上でモデル推計値が過少傾向となった。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を示すため、人口規模が大きなメッシュでは過少推計になると考えられる。

その他モデルでは概ね1,000人以上でモデル推計値が過少推計となり、X軸方向に点が並ぶような結果となった。これは説明変数が「建物用地」「鉄道」「道路」のみと少なく、サンプル数が多いことから、500mメッシュ内のすべての100mメッシュが「建物用地」となるプロットが多くなったものと考えられる。

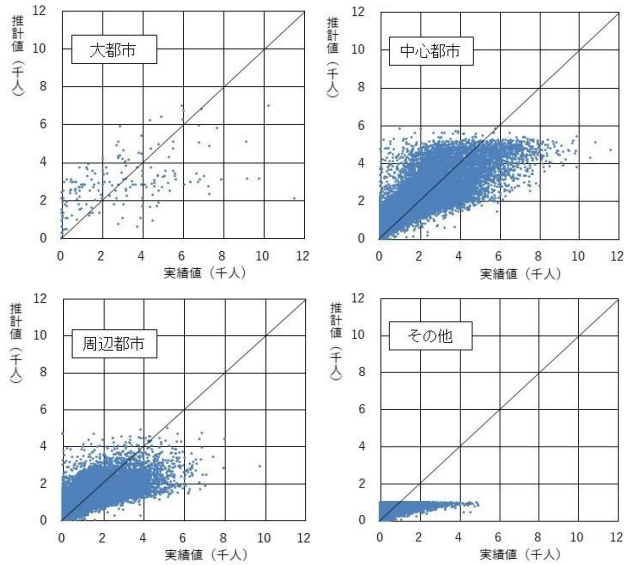


図-3 500mメッシュあたりの実績値人口とモデル推計値の比較

(2) 推計値の補正

構築した推計モデルによる人口推計値（1次推計値）は実績値と乖離が見られることから、実績値を用いて人

口推計値を補正する。100mメッシュ人口の推計フローを図-4に示す。100mメッシュにおける土地利用等をインプットすることにより算出される100mメッシュ人口を1次推計値とし、500mメッシュ人口（実績値）を用いて100mメッシュ人口（1次推計値）をコントロール・トータルすることで、100mメッシュ人口（確定値）が推計される（図-4）。

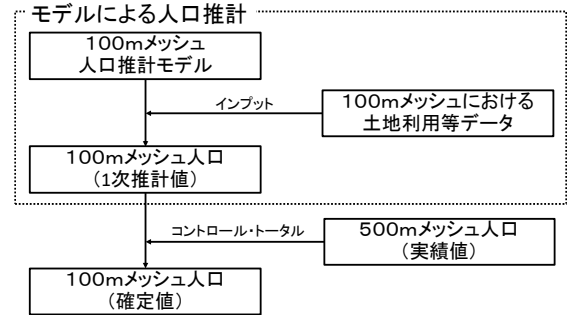


図-4 100mメッシュ人口推計フロー

(3) 新モデルの検証

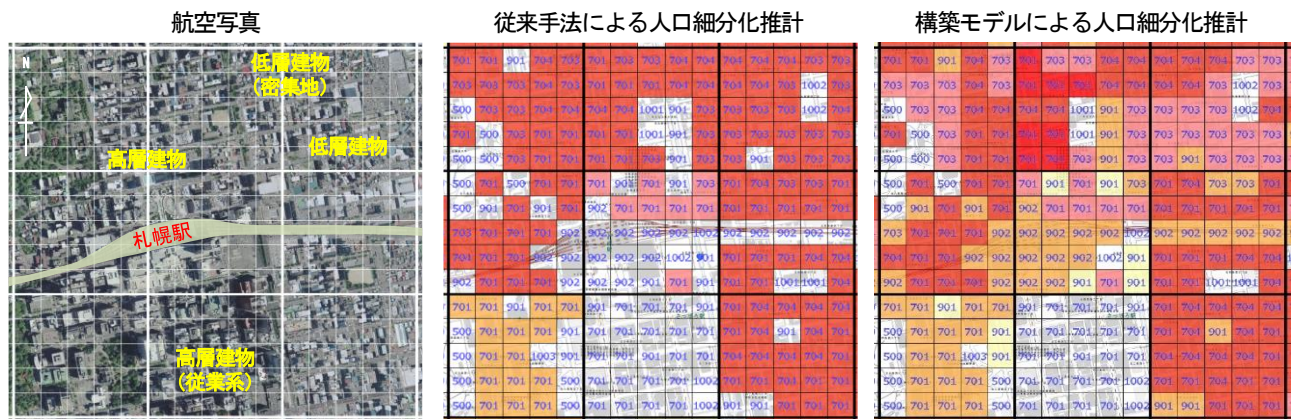
3.(3)および4.(1)に記したとおり、本研究にて構築したモデルの数理的精度は確かめられた。また、500mメッシュ人口のコントロールトータルにより、実用上問題が生じる懸念は少ないと考えられる。

ここで、実統計データ等による構築モデルの実証的検証が困難である点を鑑み、GISを活用して、構築モデルによる駅勢圏人口分布の妥当性を検証した。

札幌駅周辺を対象とした、モデル推計結果と航空写真



図-5 パラメータ推計結果および凡例 (図-6)



出典：国土地理院

図-6 札幌駅周辺の人口分布

の重ね合わせによる駅勢圏分析結果を図-5および図-6に示す。

札幌駅周辺の土地利用状況(図-6左)は、東西方向に「鉄道(902)」が横断しており、駅周辺には「高層建物(701)」が多く、駅から離れた地域では、「低層建物(703)」「低層建物(密集地)(704)」が多くなっている。また、札幌駅より南に位置する「高層建物」は従業系の高層建物となっている。

札幌駅北側の「高層建物」,「低層建物」,「低層建物(密集地)」が混在したエリアにおいて、従来手法による人口細分化推計(図-6中央)では「建物用地」が500mメッシュ内で同人口に配分されていたが、構築モデルによる人口細分化推計(図-6右)では土地利用区分毎に人口が配分されている。人口配分に注目すると、「高層建物」,「低層建物(密集地)」,「低層建物」の順に人口が多く配分されていることから、同地域における建物種別に応じた実態に近い人口分布が表現できている。

また、札幌駅付近に着目すると、構築モデルによる人口細分化推計では土地利用が「鉄道(902)」および「道路(901)」のメッシュに人口が配分されており、従来手法では集計されなかった鉄道および道路沿線の人口分布が表現できている。

以上より、構築モデルによる人口細分化推計では細分化された建物種別に応じた人口配分が可能となり、鉄道・道路沿線にも人口配分できるようになったことから、従来手法より実態に近い人口分布が表現できていると考えられる。

## 5. 成果と課題

本研究では「都市地域土地利用細分メッシュデータ」を活用し、全国を「大都市」「中心都市」「周辺都市」「その他」4地域に区分し、最新の土地利用区分を基として、人口種別(夜間・従業人口)毎に人口規模・地域特性に応じた人口データ配分モデルを構築した。うち、本稿では夜間人口に関するモデルを著述している。

この人口配分モデルは、数理的には十分な精度を有していると確かめられており、今後の鉄道計画に活用可能と考えられる。実際の人口分布と照合する検証は未了で、これに関しては今後の課題となるが、500mメッシュ人口単位でのコントロール・トータルにより実用上の問題は軽微と想定している。

本研究のもう一つの成果には、モデルの適用範囲を地理的に区分し、全国に適用できる人口配分モデルを構築した点を挙げる。各地域区分毎の精度確保と併せ、本研究は学術的実務的に重要な成果を達成したと思量する。

いまま少し詳細にみると、大都市・中心都市・周辺都市

での人口配分モデルにおいて、説明変数として新たな土地利用区分「高層建物」「低層建物」「低層建物(密集地)」を採用するなかで、パラメータの大小から都市規模および建物種別に応じた人口密度推計となっていると考えられる。

ここで、大都市での人口配分モデルのパラメータにおいて「高層建物」が「低層建物(密集地)」より小さな値となっている。この推計結果は、ビジネス向け用途等の高層建物の夜間人口は少ないと考えれば合理的な推計結果とみなせる反面、現状で「高層建物」は建物用途別に区分されていないという難点がある。今後この人口配分モデルを実用に供するにあたり、「高層建物」の建物用途等を反映し、個別分析事例での予測精度を向上させていくことが今後の課題となる。

## 参考文献

- 1) 中村英夫：都市鉄道計画への GIS の適用——GRAPE の開発、鉄道政策の新たな展開に向けて——鉄道整備基礎調査報告シンポジウム、運輸政策研究所、2003.3.4
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 浅見均、小美野智紀：地方鉄道の経営再建に関する事例研究——和歌山県貴志川線を例として、地域学研究、Vol.43、No.4、pp.513-526、2014.3
- 6) 落合慶亮、牧村雄、浅見均：首都圏郊外鉄道新線沿線における交通機関選択及び駅勢圏人口推移に関する研究、土木学会論文集 D3 (土木計画学)、Vol.75、No.4、pp.I-441-I-449
- 7) OCHIAI Keisuke, MAKIMURA Yu, ITO Naoki, SUEHARA Jun, ASAMI Hitoshi : Population Analysis in areas along newly Developed Urban Rails in the North East area of Tokyo metropolitan Region, The 15th World Conference on Transport Research (WCTR 2019 at Mumbai), 26-31 May 2019
- 8) 伊藤直樹、牧村雄、田中義章、山下守人、落合慶亮、末原純、浅見均：鉄道新線沿線での人口分布に関する研究——船橋市・八千代市での事例研究、土木計画学研究・講演集、Vol.58、No.53、2018.11
- 9) 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.38-12、2018.6
- 10) 富田拓未、山下守人、落合慶亮、真名子武、大中英次、浅見均：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、土木計画学研究・講演集、Vol.60、No.26-04、2019.11

(Received ??, 2020)

(Accepted ??, 2020)

STUDY ON POPULATION ALLOCATION MODEL BASED ON GIS  
FROM 500 METERS MESH POPULATION DATA  
TO 100 METERS MESHES LAND USE DATA

Toshihiro ENDO, Morito YAMASHITA, Takeshi MANAGO,  
Eiji Onaka and Hitoshi ASAMI

For the subdivision of population mesh data using open data, the method of allocating population based on GIS 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 came to be classified in more detail.

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 study, we constructed population mesh data allocating model for each population type (night population / employee population) according to population size and regional characteristics based on the new land use classification, in order to grasp the population distribution situation closer to the actual situation.