

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*

A Study on Method of Utilization of Existing Population Data as 100m-mesh Population Data*

原田 泰行** ・ 日比野 直彦*** ・ 内山 久雄****

By Yasuyuki HARADA**・Naohiko HIBINO***・Hisao UCHIYAMA****

1. はじめに

近年，人々のニーズの多様化に伴い，交通および都市計画分野の計画立案，評価においても詳細な分析が以前にも増して必要となってきた。また，社会経済情勢の悪化も重なり，新たに行う大規模な開発の真価が問われ，既存インフラの有効活用が必要不可欠となってきた。つまり，社会基盤整備による僅かなサービスレベルの変化にも対応し，その効果を明確に計測および評価し得る分析システムが必要となっている。

このような背景のもと，筆者らは首都圏の鉄道整備計画および沿線地域計画に焦点をあて，鉄道新線整備に加え端末交通整備，鉄道駅の施設整備といったミクロな変化にも対応し得る首都圏鉄道計画支援システムを開発してきた¹⁾。そのシステムは，GISを援用することで，整備効果を100mメッシュ単位で詳細に分析することを可能にしている。

しかし，システムの開発により分析方法はある程度は確立されたが，分析データに関しては総務省，国土交通省等が中心となりより詳細なデータの整備へと進んではいるものの未だに不十分であると言わざるを得ない²⁾。それゆえに，整備が整うまでの間は，その代替として既存のデータを改良して用いることが必要である。

本研究は，未整備のデータの中の1つである100mメッシュ人口データに焦点をあて，既存データを

活用し100mメッシュに人口を配分することを試みる。本稿は，幾つかの方法を行い，その問題点を明らかにすることで，今後の方向性を示すことを目的としている。

2. 100mメッシュ土地利用データを用いた回帰分析

鉄道建設公団 東京支社は，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のもと，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³⁾。また，人口データの信頼性の点から500mメッシュ人口データを町丁目人口データに変え，さらに分析を進めている⁴⁾。しかし，どちらの方法においても，推計されるパラメータは100mメッシュ土地利用別の平均人口であるため，集計値と実際の500mメッシュ人口および町丁目人口データを比較すると大きな差が生じている。これを修正するために，集計した推計値と実際の人口の比を各100mメッシュ人口に乗ずることを行っているが，総数を合わせているに過ぎない。また，居住の可能性のある土地利用として住宅系(3項目)のみを対象として配分しているため，100mメッシュ単位で見ると極端に人口の多いメッシュが存在している。これらの問題点を踏まえ，実際人口との差をより小さくし，さらに妥当性の高い100mメッシュ人口配分モデルを構築することは重要である。

3. 分析対象地域

本研究では，100mメッシュへの幾つかの人口配分方法を詳細に比較するために，分析対象地域を広域にするのではなく，あえて1つの地区にする。

* キーワード：人口配分，100mメッシュ，GIS

** 学正員，学(工)，東京理科大学 大学院 理工学研究科

270-8510 千葉県野田市山崎2641
TEL：04-7124-1501 (内線 4058)
FAX：04-7123-9766

*** 正員，修(工)，東京理科大学 理工学部 土木工学科

**** F員，工博，東京理科大学 理工学部 土木工学科

具体的には、統計データだけでは表現しきれない状況等を把握できることも踏まえ、筆者らの大学がある千葉県野田市を分析対象地域とする。野田市は、首都圏の北東部、都心（東京駅）より約 30km に位置する人口約 12 万人、面積約 75km² の市である。なお、野田市は 49 町丁目で構成されているが、3 つの町丁目において住民基本台帳の人口データが未整備のため、本研究では 46 町丁目で分析を行う。

4. 分析方法および分析結果⁵⁾

(1) 10mメッシュ土地利用データを用いた回帰分析
 本分析では、上述の分析同様に住民基本台帳の町丁目データと土地利用データを用いて回帰分析を行う。ただし、先に挙げた問題点は、100mメッシュ単位の土地利用データを用いていることに起因していると想定できるため、本分析では、細密数値情報の 10mメッシュ土地利用データを使用する。つまり、パラメータ推計により 10mメッシュ土地利用別の平均人口（原単位）の算出を行う。なお、ここで扱う土地利用の項目も、一般低層住宅地、密集低層住宅地、中高層住宅地の 3 項目の住宅系土地利用である。

式に回帰式を、表 1 に推計結果を示す。さらに、その推計結果を用い集計した町丁目単位の人口と実際の人口とを比較し図 2 に示す。

$$y_i = \sum a_j x_{ij} \quad \dots$$

- y_i : 町丁目 i の人口
- x_j : 町丁目 i に含まれる j 項目の 10mメッシュ土地利用の個数
- a_j : パラメータ

表 1 推計結果

	パラメータ	t 値
一般低層住宅地	0.8732	10.26
密集低層住宅地	1.6502	0.81
中高層住宅地	9.6126	4.78

決定係数 : 0.8830

100メッシュ土地利用を使用するよりも誤差は小さくなっているもののパラメータ推計結果の統計的な有意さや RMS 誤差から十分なモデルとは言い難い。野田市の総人口と比較した結果では、約 2% 誤差が生じている。また、問題点の 1 つとして挙げた

極端に人口が多く配分されることに関しては、改善されなかった。600 人以上と配分されたメッシュの土地利用を図 2、表 2 に示す。図表より、中高層住宅地が 1 つの 100 mメッシュに対して占める割合が多いときにこの問題が生じていることが見て取れる。つまり、土地利用データの単位を小さくしただけでは、この問題は解決されないことが明らかとなり、土地利用の項目を見直すこと等の課題が見つかった。

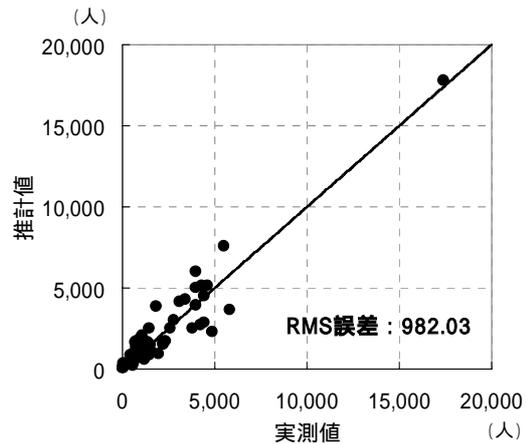


図 1 実測値と推計値の比較

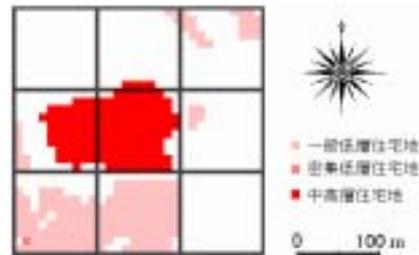


図 2 人口が 600 人以上のメッシュの例

表 2 人口 600 人以上のメッシュの土地利用

人口	土地利用			
	一般低層住宅地	密集低層住宅地	中高層住宅地	その他
827	0	0	86	14
715	16	0	73	11
646	3	0	67	30
623	10	0	64	26

(2) 市街化区域を考慮した回帰分析

前節の分析結果を踏まえ、本節では「同様の土地利用でも市街化区域と市街化調整区域では人口が異なる」と仮定し、上述の 3 項目の住宅系土地利用を分類してパラメータ推計を行う。なお、土地利用の項目以外は前節と同様の設定である。しかしながら、すべての項目を分類した場合には、統計的に有意な結果は得られなかった。そこで、どのような項

目を使用するのが適当であるかを探るために、野田市の住宅系土地利用についてさらに詳しく見てみる。

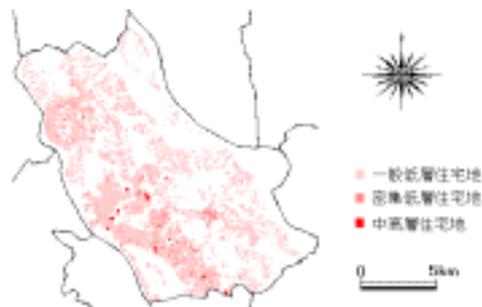


図3 野田市の住宅系土地利用分布

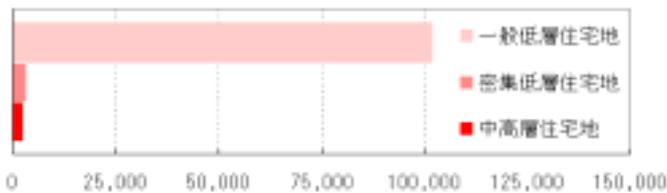


図4 野田市の住宅系土地利用数

表3 推計結果

	パラメータ	t 値
一般低層住宅(市街化調整区域)	0.4769	8.92
一般低層住宅(市街化区域)	1.3377	23.35
密集低層住宅	2.4368	2.43
中高層住宅	2.0179	1.72

決定係数 : 0.9727

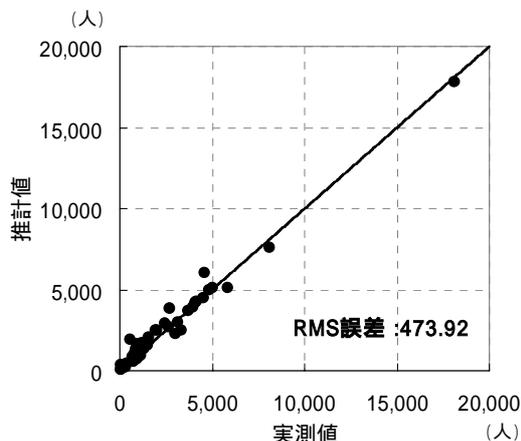


図5 実測値と推計値の比較

図3, 4より、一般低層住宅地の数が他の2つに比べ極めて多いこと、密集低層住宅地、中高層住宅地が集中して存在していることが見て取れる。これらの2点を理由に、本分析では市街化調整区域の一般低層住宅地、市街化区域の一般低層住宅地、密集低層住宅地、中高層住宅地の4項目でパラメータ推計を行う。その推計結果を表3に、実際の人口との比較を図5に示す。図表より前節と比較してパラメ

ータの推計結果、RMS 誤差ともに良くなっていることが見て取れる。また、最も人口の多いメッシュでも175人であり、非現実的な過剰推計の問題は解決している。しかし、野田市の総人口での比較では約5%の誤差が生じ、若干精度は落ちている。さらに、推計されたパラメータを原単位と考えるならば、本モデルでは中高層住宅地よりも密集層住宅地の方が大きな値をとるという不自然な結果となっている。

(3) 町丁目別世帯数に着目した重回帰分析

前節では、原単位としては解釈し難い結果となったため、本節では、町丁目人口以外のデータの使用について検討する。そこで、町丁目人口との相関が0.9974と非常に高い町丁目世帯数(住民基本台帳)を介することで100mメッシュに人口を配分すること試みる。本分析は、世帯数でパラメータを推計し、それに平均世帯人数を乗ずることで人口を算出するものである。式の被説明変数を町丁目世帯数とし回帰分析を行った結果を表4、図6に示す。

表4 推計結果

	パラメータ	t 値
一般低層住宅(市街化調整区域)	0.1236	7.54
一般低層住宅(市街化区域)	0.4273	24.32
密集低層住宅	0.8085	2.63
中高層住宅	1.3172	3.65

決定係数 : 0.9781

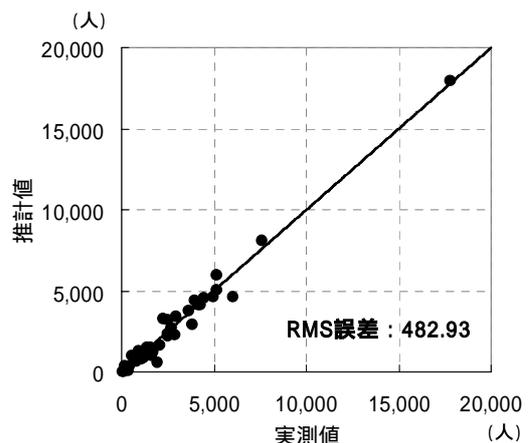


図6 実測値と推計値の比較

パラメータの大小関係は妥当なものとなり、野田市全体での誤差は約4%となったが、RMS 誤差は増加しており、最も人口の多いメッシュが340人と推計されてしまった。以上より町丁目別世帯数に着目した回帰モデルも不適當と言わざるを得ない。

(4) 10mメッシュ土地利用データの全項目を利用したニューラルネットワーク分析

上述の分析方法は、いずれも居住の可能性のある住宅系の土地利用を使用した重回帰分析である。重回帰分析は理論上わかりやすく、人口の原単位を算出する上でも扱いやすい分析ではあるが、単純な線形回帰である以上は限界がある。また、土地利用に関しても商業業務用地、工業用地等の住宅系以外の土地利用にも居住する可能性は否定できない。そこで、本節では優れた近似能力をもつニューラルネットワークを用い、町丁目人口データと 10m メッシュ土地利用データの全項目から 100m メッシュ人口データを作成する。はじめに学習データを町丁目の土地利用比率データとし、教師データを町丁目の人口データとして学習を行い、次に構築されたネットワークに 100m メッシュの土地利用比率を入力することによって 100m メッシュ人口を推計する。学習結果を表 5 に、人口の推計結果を図 7, 8 に示す。

表 5 学習結果

学習回数(回)	300,000
設定誤差	6.0×10^{-5}
中間ユニット数	10
実測人口(人)	113,061
推計人口(人)	113,212
誤差(人)	151

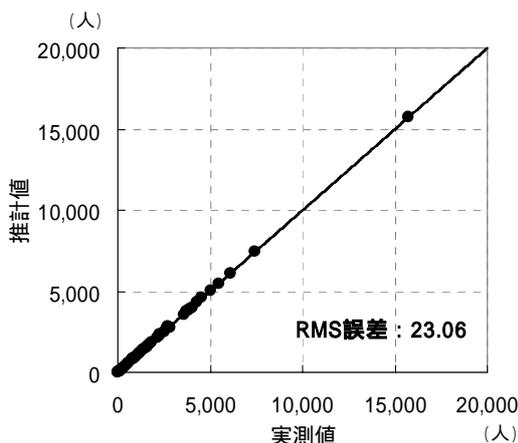


図 7 実測値と推計値の比較

RMS 誤差が他の分析と比較して非常に低くなっている。また、最も人口の多いメッシュでも 131 人となり問題点も解決している。本稿における変換方法の中では、最も良い結果が得られた。しかし、野田市全体で実際の人口と推定された人口とを比較す

ると、誤差が約 15%生じており、適した方法とは言い難い結果となった。この結果を踏まえ、学習する際の方法、項目を検討することが今後の課題として挙げられる。

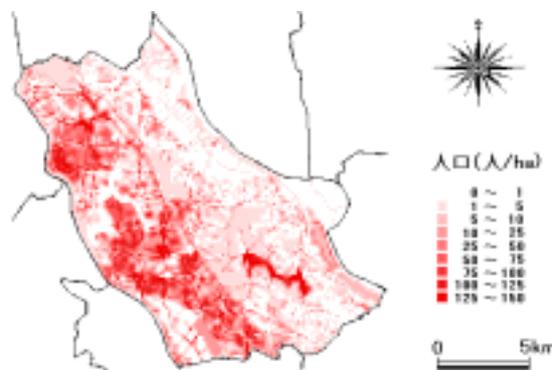


図 8 100m メッシュの人口分布図

5. おわりに

既存のデータを有効活用し、できる限り詳細なデータを作成していく試みは重要である。本研究は、詳細な分析に耐え得るデータが整備されるまでの間の代替となるデータの作成方法、すなわち、既存データからの変換方法を示したものである。本稿では、特に 100m メッシュ人口データの作成に関して、幾つかの方法を示すとともに、その問題点を指摘し、改善するためのアプローチを述べている。今後の課題として、本稿の知見を踏まえ、使用する既存データのさらなる検討(土地利用項目の見直し等)を行うこと、首都圏郊外の一都市のみの分析から広域にも適用できるように発展させること等が挙げられる。また、本研究を通して 100m メッシュへの OD 交通量の配分モデルを構築することを今後の目的とする。

参考文献

- 1) 内山, 日比野: アクセス交通を考慮した首都圏鉄道計画への GIS の適用, 運輸政策研究 Vol.2 No.4, pp.12-20, 2000
- 2) 日比野, 内山: 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
- 3) 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 9 年度中間報告書, pp.81-90, 1997
- 4) 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
- 5) 山下: 首都圏における鉄道整備に伴う人口定着に関する研究, 平成 12 年度東京理科大学修士論文, 2001