

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25370919

研究課題名(和文)GISによる地域人口分析法およびその手法を応用した自治体支援システムに関する研究

研究課題名(英文)A methodological study on regional population analysis by GIS: an application to a support system for municipalities

研究代表者

井上 孝 (INOUE, Takashi)

青山学院大学・経済学部・教授

研究者番号：10211749

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の実績は以下の2点に要約できる。1つ目は、小地域別の人口統計を平滑化する新しい手法を提案した点である。一般的に、小地域別の人口統計は不安定であり、将来人口推計に適用した場合極端に高い値が生じる恐れがあるが、本研究で提案した手法はそうした問題を回避できる。2つ目は、その手法を用いて、2016年7月に「全国小地域別将来人口推計システム」をウェブ上に構築した点である。このシステムは、全国の21.7万余りの小地域(町丁・字)を単位として推計した、2015～60年の男女5歳階級別人口に関して、自治体ごとにそれらのデータをダウンロードできるものである。

研究成果の概要(英文)：The results of this study are summarized into the following two points: First, the author proposed a new method for smoothing small area demographics. Since small area demographics are generally very unstable, population projections based on these demographics have a risk of generating extremely huge values. However, the new method can avoid such a risk. Second, the author developed the original website "The Web System of Small Area Population Projection for the Whole Japan" and released it in July 2016. All users of this system can freely download data by municipality regarding 2015-60 population projected by sex and 5-year age group on a per small area basis (cho-cho and aza, about 217 thousand areas).

研究分野：地域人口学

キーワード：地域人口分析 地理情報システム 小地域統計 将来人口推計

## 1. 研究開始当初の背景

小地域人口統計については、日本では e-Stat の「地図で見る統計(統計 GIS)」において 3 年次分の国勢調査データがダウンロードできる。また、海外ではアメリカ合衆国においてセンサス局の HP より全米の小地域人口統計が自由にダウンロードできるなど、主要先進国を中心にその利用環境が急速に整いつつある。研究代表者は、こうした同統計の利用環境の整備に応じて、そのデータを GIS で分析する際の基本操作について編著あるいは分担執筆した書籍の中で整理し、個別の分析手法の理論的背景や問題点などを雑誌『統計』誌上の一連の論文において報告してきた。また、そうした分析手法に言及した、代表者以外の研究者による報告もいくつか見られるが、小地域人口統計の分析手法のみならず GIS による地域人口分析法の知見を体系化した書籍は内外で皆無に近い。ちなみに、地域人口分析法に関する書籍はこれまで内外で複数出版されているが、それらはいずれも GIS が本格的に普及する以前に出版されたか、あるいは GIS の利用を前提としていない。これに対して、GIS の他分野における書籍は分野横断的な概説書はもとより、環境、土地利用、教育、保健医療、社会・経済、福祉、空間認知などの分野において 2000 年以降に出版が相次いでおり、たいへん充実している。

一方、GIS による地域人口分析法の知見が行政の計画立案に有用であることは論を待たない。代表者は近年、総務省統計研修所、地方自治体、日本統計協会などが主催するセミナーの講師として、同分析法に関する招待講演を多数行ってきた。また、代表者は、日本人口学会開催時に自治体職員を対象とした「地方行政のための GIS チュートリアルセミナー」を 2011 年以降、毎年主宰してきた。以上の活動を通じて得たことは、次の 3 点に関して自治体側からの要望がきわめて大きい点である。すなわち、同分析法の知見をまとめた解説書の出版、同分析法に関するセミナーの開催、そして、可能ならば、そうした手法を利活用するための平易なシステムの提供、の 3 つである。これらの要望に応えるためには、これまでの同分析法の知見を体系化し、それに基づいた平易な自治体支援システムを GIS 上に構築することが必須であると考えた。

## 2. 研究の目的

地域人口分析法とは人口地理学もしくは地域人口学における分析手法の総体を意味する。近年、同分析法の主対象である小地域人口統計の利用環境が内外において飛躍的に整備されつつある。しかし、その利用に必須である、GIS を用いた地域人口分析法の開発は、1. に述べたように、その解説書の出版を含め GIS の他分野に比べて相対的に遅れている。一方、同分析法は、少子・高齢化対策、過疎対策、都市計画、防災計画、地域医療計画などの立案時にその基礎的条件と資料を示すことができ、とくに地方行政の分野で大いに役立つことが期待されているが、GIS を用いた分析法が自治体の現場に十

分に伝達されているとは言い難い。そこで本研究は、GIS による地域人口分析法の知見を体系化し、その手法を応用した自治体支援システムを構築することを目的とした。

しかし、研究開始直後に本研究にとって重大な環境変化が生じた。それは、民間の研究グループによる日本の将来人口推計結果の公表を契機とした、地方圏における人口減少への危機感の高まりである。この現象は、結果として政府による「地方創生」政策を促し、その一環として、地方自治体に対して将来人口推計の策定を求める政策が実行されるに至った。自治体に求められたのは、自治体内の地域特性に応じたきめ細かな将来人口推計である。そこで、本研究ではこの環境変化を時代の要請と捉え、用途の広い自治体支援システムではなく、小地域別の将来人口推計に特化したシステムを構築することを目指すべく、研究方針を微調整することとした。

小地域別将来人口推計は、しばしば推計値が極端な値をとることが知られており、これまで、こうした値を生じさせない有効な方法がほとんど提案されてこなかった。そこで本研究では、上述の目的を以下のように若干変更することとした。すなわち、本研究の目的は、まず、小地域別将来人口推計に関する新しい手法の開発を行ったうえで、その手法を用いて新たなシステムを構築することである。

## 3. 研究の方法

本研究では、2. で述べた変更後の目的を達成するために以下の 3 つの研究方法を採用した。

(1) まず、小地域別将来人口推計に関する新しい手法の開発を行った。開発にあたっては、小地域人口統計に関する従来の分析手法の問題点を整理し、それらの手法より有効な手法の開発を目指した。一般に、将来人口推計はコーホート要因法とコーホート変化率法の 2 つに大別される。このうち前者は、出生率、死亡率、純移動率等のいわゆる人口動態統計を必要とするのに対して、後者はそれらの統計を必要とせず、2 年次分の男女 5 歳階級別人口のみで推計ができ、小地域別の将来人口推計により適しているとされる。そこで本研究では、コーホート変化率法に基づいた推計方法を開発することとした。

コーホート変化率法は、2 年次分の男女 5 歳階級別人口からコーホート変化率と子ども・女性比を算出することが最初の手順となる。しかし、小地域別にこれらの 2 変数を算出しようとする値がきわめて不安定になり、このことが小地域別将来人口推計の困難さの原因になっている。そこで本研究では、新たな方法を用いてこれらの 2 変数を平準化し、平準化した値をもとにコーホート変化率法によって将来人口推計を行うこととした。さらに、こうして実行された小地域別将来人口推計の手順を、事例地域(東京都渋谷区)の 2000 年と 2005 年の小地域別人口に適用し、その結果を 2010 年の既知のデータと比較すること

によって、新たな手法の有効性を確認することとした。

(2) つづいて、上述の(1)の方法によって開発された、新しい小地域別将来人口推計の手法を、日本全国の2005年と2010年の小地域別男女5歳階級別人口に適用し、2015～60年までの小地域別将来推計人口を算出した。使用したデータは、1.で言及した、e-Statの「地図で見る統計(統計GIS)」からダウンロードした国勢調査データである。ただし、2005年と2010年の小地域の区画は必ずしも一致していないので、この推計作業においては、前もって2010年の区画に対応した2005年人口を面積按分法によって推定して行うこととした。

こうして、日本全国の2015～60年の小地域別将来推計人口が算出されるので、このデータをもとにいくつかの基本的な人口統計指標を小地域ごとに算出して地図化し、それらのデータと地図をウェブ上に公開することとした。これらのコンテンツは、米国のGISソフトウェア会社であるESRI社が開発したArcGIS online上に新たなウェブサイトを構築して公開し、完全なオープンデータとしてユーザの利便性を高めることとした。

(3) 最後に、上述した手法を含めた、地域人口分析の手法を伝達するために、地方自治体向けに「地方行政のためのGISチュートリアルセミナー」を研究期間中に3回実施した。

#### 4. 研究成果

上述の3.に応じた研究成果を以下に述べる。

(1) 上述したように、本研究では、コーホート変化率法による将来人口推計に必要な2変数(コーホート変化率、子ども・女性比)を平準化する、新しい手法の開発を行った。この手法は、地理学の古典的な概念である人口ポテンシャルの考えを応用したものであり、小地域が属する自治体の人口統計を用いて平準化を行うものである。この手法は、全部で6本の数式から成り立っている。そのうち最も実用性が高い応用型2bは、次のように説明できる。すなわち、ある小地域の人口の平方根を $U$ 、その小地域を含む自治体の人口の平方根を $V$ としたとき、ある変数の当該小地域における平準化後の値は、 $U/(U+V)$ と $V/(U+V)$ を重みとする、当該小地域と当該自治体の変数の加重平均値として得られる。たとえば、小地域の人口が100人、自治体の人口が10,000人ならば、平準化後の値は、小地域と自治体の変数に1:10の重みづけをした加重平均値として算出される。本研究では、この応用型2bについて、東京都渋谷区の2000年、05年、10年の小地域別人口を用いて検証を行った。その結果、新たに開発した手法は、平準化をまったく行わない場合はもとより、従来の代表的な平準化法である経験ベイズ推計法よりも当てはまりがよいことが示された。この結果は、新たに開発した手法がきわめて高い汎用性を有することを強く示唆する。この手法の詳細については、後述する5.の(雑誌論文)および(図書)を参照されたい。

(2) 本研究では、(1)で説明した手法を用いて全国の小地域別将来推計人口を算出し、その結果をオリジナルのウェブサイト「全国小地域別将来人口推計システム」にて公開した。このシステムの利用者は、全国の21.7万あまりの小地域(町丁・字)を単位として推計した、2015～60年の男女5歳階級別人口に関して、人口密度、高齢化率、人口増加率の地図を閲覧でき、また、それらの人口を自治体ごとにcsvファイルとして自由にダウンロードできる。すなわち、このシステムは完全なオープンデータの形をとっている。ただし、このデータを用いて何らかの著作物を刊行する場合は利用許諾申請を必要とする。なお、インターフェイスについては、日本語版だけでなく英語版も同時に作成したため、世界に向けて公開している形になっている。

このシステムを公開後、内外から多くの問い合わせを受けており、また、とくに国内の自治体と研究者から数多くの利用許諾申請が届いている。このことから、このシステムを構築したことが本研究の最大の成果となったと考える。なお、ウェブサイトのURLについては後述する5.の(その他)を参照されたい。

(3) 前述したように、本研究では、「地方行政のためのGISチュートリアルセミナー」を3回実施した。その結果、いずれの回も多くの自治体関係者の出席があり、小地域別将来人口推計の手法にとどまらず、地域人口分析の全般的な手法を伝達するという当初の目的が十分に達成されたと考える。

#### 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計7件)

Takashi Inoue, Generalization of the census survival ratio method and decomposability of net migration, Working Paper Series, Institute of Economic Research, Aoyama Gakuin University, 査読無, 2017-1号, 2017, 1 - 12

井上 孝, 全国の小地域別将来人口推計に関するウェブシステムの開発について, エストレーラ, 査読無, 262号, 2016, 2 - 9

井上 孝, 人口移動モデルと国際結婚移動, 人口問題研究, 査読有, 70巻, 3号, 2014, 264 - 274

井上 孝, 都市の規模別分布に関する統計モデル 順位規模法則と対数正規分布モデルの適合度の比較, 統計(日本統計協会), 査読無, 65巻, 8号, 2014, 9 - 15

Takashi Inoue, On the mathematical formulation of the cohort cumulative social increase ratio, Working Paper Series, Institute of Economic Research, Aoyama Gakuin University, 査読無, 2014-4号, 2014, 1 - 18

Takashi Inoue, A new method of estimating small area demographics using population

potential, Working Paper Series, Institute of Economic Research, Aoyama Gakuin University, 査読無, 2014-3号, 2014, 1 - 16

Takashi Inoue, A new measure of accessibility reflecting population distribution, Working Paper Series, Institute of Economic Research, Aoyama Gakuin University, 査読無, 2013-2号, 2013, 1 - 14

(学会発表) (計 12 件)

Takashi Inoue, A two-step smoothing method for small area demographics and its application to the long-term population projection, 2017 Population and Public Policy Conference, 2017 年 1 月 7 日, Houston (US)

Takashi Inoue, The Formulation of the Cohort Cumulative Social Increase Ratio and Its Application to Japan Census Data, 1st International Conference on Geographies of Migration and Mobilities, 2016 年 7 月 18 日, Loughborough (UK)

井上 孝, 「全国小地域別将来人口推計システム」の開発とウェブ公開について, CSIS DAYS 2015, 2015 年 11 月 19 日, 東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト(千葉県・柏市)

Takashi Inoue, Development of the Internet GIS System of Long-Term Small Area Population Projection for Japan, The 2015 International Geographical Union Moscow Regional Conference, 2015 年 8 月 20 日, Moscow (Russia)

Takashi Inoue, A New Method of Estimating Small Area Demographics: An Approach Using Population Potential, The 8th International Conference on Population Geographies, 2015 年 7 月 1 日, Brisbane (Australia)

井上 孝, 小地域人口統計の平滑化に関する新しい手法の開発 小地域別将来人口推計システムの構築に向けて, CSIS DAYS 2014, 2014 年 11 月 21 日, 東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト(千葉県・柏市)

井上 孝, 小地域人口統計の平滑化に関する汎用的手法の開発とその適用, 第 23 回地理情報システム学会研究発表大会, 2014 年 11 月 7 日, 中部大学(愛知県・春日井市)

井上 孝, 小地域人口統計の分析手法 都市・防災・福祉計画の視点から, 日本人口学会第 66 回大会, 2014 年 6 月 13 日, 明治大学(東京都・千代田区)

井上 孝, 小地域人口統計の推定に関する新しい手法 人口ポテンシャル概念を用いて, 日本人口学会 2013 年度第 2 回東日本地域部会, 2014 年 3 月 14 日, 帝京大学霞が関キャンパス(東京都・千代田区)

井上 孝, 新しい人口集積地画定法とその応用, CSIS DAYS 2013, 2013 年 11 月 22 日, 東京大学柏キャンパス(千葉県・柏市)

井上 孝, 「ポスト人口転換期」の人口移動, 第 557 回人口学研究会, 2013 年 9 月 21 日, 中央大学(東京都・文京区)

Takashi Inoue, The changing patterns of regional population in postwar japan: an explanation using the cohort cumulative social increase ratios, International Geographical Union 2013 Kyoto Regional Conference, 2013 年 8 月 8 日, 京都国際会館(京都府・京都市)

(図書) (計 3 件)

Swanson, D. A. ed., Takashi Inoue, et. al., Springer, The Frontiers of Applied Demography, Applied Demography Series 9, 2017 年, 473 - 489

佐藤龍三郎, 金子隆一編著, 井上 孝ほか著, 原書房, ポスト人口転換期の日本 人口学ライブラリー17, 2016 年, 111 - 133

井上 孝, 渡辺真知子編著, 原書房, 首都圏の高齢化 人口学ライブラリー14, 2014 年, 224 ページ

(産業財産権)

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

(その他)

ホームページ等

全国小地域別将来人口推計システム

日本語版: <http://arcg.is/1LqC6qN>

英語版: <http://arcg.is/1GkdZTX>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 孝 (INOUE, Takashi)

青山学院大学・経済学部・教授

研究者番号: 102111749