

令和 6 年 5 月 17 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02514

研究課題名（和文）確率過程を用いた小学校規模分布の将来予測

研究課題名（英文）Predicting the primary school-size distributions using stochastic processes

研究代表者

國仲 寛人（Kuninaka, Hiroto）

三重大学・教育学部・准教授

研究者番号：70402766

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、日本の小学校1校あたりの児童数の統計分布（以後、小学校規模分布）の性質や経年変化を調べるため、各都道府県の小学校規模の電子データを基にデータ解析を行った。日本全国の公立小学校全体の小学校規模分布は混合分布を示し、適正規規模校を中心とするグループと小規模校を中心とするグループに大きく二分されることがわかった。また、都道府県毎に同様の解析を行い、自治体毎の小学校規模分布の性質を明らかにしただけでなく、指数分布を基にした非対称な分布が多く観測されることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教育政策研究の分野においては、児童数の減少に伴う学校再編と配置のあり方に関する議論が活発に行われている。国内においては、主に教育効果の観点から学級規模に関する研究は数多く行われてきたが、学校規模に関する研究については統計解析の研究事例はあったものの、海外における研究事例に見られるような統計分布の性質や起源に関する研究は行われてこなかった。本研究は、国内の小学校の学校規模の統計分布をデータ解析により調べ、日本全国や各都道府県の小学校の規模の統計分布の性質について調査したものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we analyzed the attributes of the statistical distribution of primary schools in Japan, specifically the number of children per school in each prefecture. Our examination utilized Electronic data were used as the basis for our analysis. Our research has determined that the distribution of primary schools in Japan is a mixture of two groups: one centered around appropriately sized schools and the other around smaller schools. We analyzed the distribution of primary school sizes in each prefecture and found that most prefectures exhibit asymmetric distributions based on an exponential distribution, which reveals the statistical characteristics of primary school sizes in each municipality.

研究分野：統計物理学、社会物理学

キーワード：サイズ分布 学校規模 混合分布 指数分布 ワイブル分布 データ解析

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本の児童数と小学校数

平成27年度の国勢調査において、日本の総人口がはじめて減少傾向に転じたことが明らかになった。児童数についてはさらに早い時期から減少傾向にあることがわかっており、政府による直近の発表でも、43年連続で児童数は減少し続けていることが明らかになっている。

児童数の減少に合わせて、小学校の数も減少を続けてきた。児童数が減少し、小規模校が増加したことで、学校の統廃合が進んだ。全国の小中学校の統廃合件数は、2019~21年度の3年間で437件に及んだ[1]。児童数減少の傾向に合わせてどのように学校再編を進めていくかということは、日本の教育における重要課題の一つである。

本報告書においては、一つの小学校における在籍児童数のことを「小学校規模」と呼ぶことにする。これまでの小学校規模や学級規模の研究は、主に教育効果の観点からなされてきた。山崎[2]は、戦後の約50年間の小学校規模の分布について調べ、各都道府県の小学校を小規模校、適正規模校(12~18学級)、大規模校の3つのカテゴリに分類した。山崎の研究のように、教育分野における小学校規模の分布に関する研究においては、主にどれだけの規模の学校がどれだけの割合を占めているかという議論にとどまっており、その分布の持つ数理的・統計的な性質には注意が払われてこなかった。

(2) 都道府県の児童数の分布について

小学校規模の分布を調べるに先立ち、都道府県別の児童数の統計分布を調べた。そのために、文部科学省学校基本調査の1965年から1995年までのデータに基づいて、各都道府県の児童数を降順に並べ、児童数と順位の関係(ランクサイズ関係)を調べた。ランクサイズ関係を調べることは、児童数の累積分布を調べることに相当する。日本全国の児童数のランクサイズ関係を調べてみると、1965年以降の児童数の統計分布は二つの対数正規分布の重ね合わせでよく近似でき、二峰性を持つことがわかった。その二峰性の要因として、1960年代後半から1970年代前半にかけて、大都市を含む自治体やその近郊の自治体の児童数や小学校数が急激に増加したことが挙げられる。さらに、高度経済成長期における活発な人口移動、特に東京から近郊の千葉、埼玉、神奈川への人口流出も、児童数の分布の二峰性に出現に大きく影響していることがわかった。得られた結果の詳細は文献[3]にまとめられている。

(3) 各都道府県の小学校規模分布について

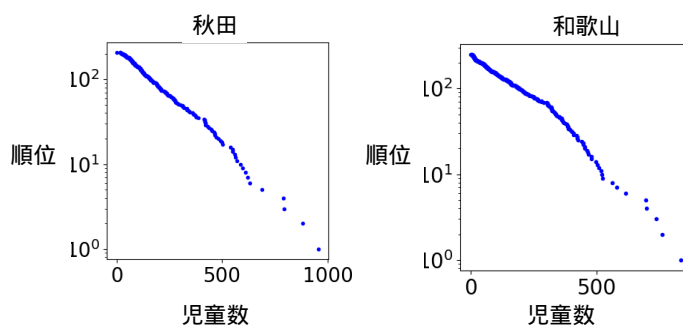


図1：児童数と順位のランクサイズ関係。左から秋田県、和歌山県(2015年度)。

(2)の解析に加え、各都道府県の小学校規模分布の解析も行った。この解析においては、1校あたりの児童数のデータが必要となるため、(株)ガッコムより入手した「平成27年度全国公立小学校学年別児童数・学級数(特別支援学級情報含む)データ」を用いて解析を行った。この解析では、小学校規模分布として、各都道府県のすべての公立小学校の児童数を降順に並べ、児童数と順位のランクサイズ関係を解析した。

各都道府県の小学校規模分布を直接観測してみると、大きく分けて次の4つのグループに分類分けできると予想された。

グループ1: 全体的に指数分布にしたがう...新潟、秋田、富山等

- グループ 2: 2つの指数分布の重ね合わせ...三重、千葉、鳥取等
- グループ 3: 対数正規分布のボディ部分と指数分布の裾...東京、大阪、愛知、神奈川等
- グループ 4: 指数分布ではない...沖縄

例として、図 1 に秋田県と和歌山県の小学校規模分布を示す。横軸に各公立小学校の在籍児童数、縦軸に順位を対数で示してある。用いたデータはどちらも 2015 年度のものである。秋田県の分布をみると、ほぼ一直線の分布となっており、全体的に指数分布に従っているように見える。一方、和歌山県の小学校規模分布では、二つの異なる指数を持つ指数分布に従っているように見える。

このように指数分布に関連する分布が多数見られることが予想されたが、これらの分類分けは視覚に頼ってなされたものであり、詳細な分類は然るべき統計量に基づいて定量的になされる必要があった。

(4) 東京都の小学校規模分布

東京都の 2015 年度の公立小学校数は 1282 校である。図 2 の左側には児童数の確率密度分布、右側には確率分布を示した。この分布を先行研究で報告されているイタリアの小学校規模分布 [4] を比較してみると、二つの興味深い共通点が見られることに気がついた。

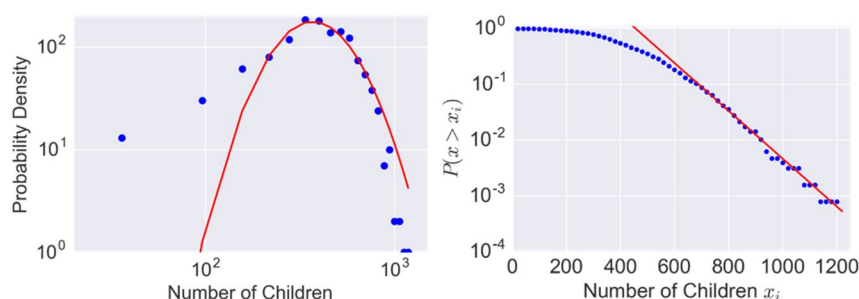


図 2：東京都の小学校規模分布

まず、分布に二峰性が見られるという点である。先行研究[4]においては標高の高い地域にある小規模校の統計分布と、平地にある大規模校の統計分布の重ね合わせになっていることが報告されている。つまり、地理的な要因が二峰性を生んだという結論になっているが、日本の場合は別の要因が考えられそうである。日本の場合、学校教育法施行規則第 41 条により「小学校の学級数は、12 学級以上 18 学級以下を標準とする」ということが決められており、統廃合や学区の見直しにより標準規模の小学校を増やしたことも一因ではないかと考えられる。

もう一つは、分布の形状に類似性が見られるという点である。Belmonte らは、イタリアの小学校規模分布はボディ部分が対数正規分布で、裾の部分が指数分布で近似できることを指摘した [4]。図 2 左の赤い曲線は、対数正規分布によるフィッティングの結果である。また図 1 右の赤い直線は、指数分布による裾の部分的フィッティングの結果を示している。このように、東京都の小学校規模分布についても同様の傾向があることがわかった。

2. 研究の目的

「学校規模の分布が今後どのように変化していくのだろうか?」という問いに対して数理的な観点から予測結果を提示することは、これからの我が国の学校再編や地方自治を考える上で非常に有用であると思われる。そのためには学校規模の分布が持つ統計的性質を詳細に調べた上で、その性質を生み出す学校規模の成長過程を模倣する数理モデルの構築が必要となる。このことから、研究開始当初に、本研究の目的を以下の二点に定めた。

- (1) 小学校規模の分布関数の詳細な解析。全都道府県の小学校規模の分布をプロットし、分布関数がどのような統計的な性質を持っているかを、1955 年度から現在まで 10 年ごとに調べる。その結果から、上記の 4 つのグループ分けの妥当性を検討する。
- (2) データ解析の結果を基に、その性質を生み出す学校規模の成長過程を模倣する数理モデルを構築する。

3. 研究の方法

本研究の中心となる研究手法はデータ解析である。そのため、まずは小学校規模に関する解析可

能な電子データの準備を行った。

文部科学省「学校基本調査」の電子データ（昭和 23 年度～令和 5 年度）は、「e-Stat」から無料でダウンロードできる[5]。その中には年度ごとの小学校規模に関するデータがあり、都道府県ごとにダウンロードすることが可能である。ただし、その電子データは階級分けされており、1 校ごとの小学校規模を知ることはできない。

その一方で、より精密な解析のためには一校あたりの児童数のデータが必要となる。本研究では（株）ガッコムから購入した電子データに加え、『全国学校総覧』（原書房）のデータを用いた。後者は紙媒体であるため、解析のための電子化が必要である。そのため、大学図書館が所有する同書をスキャナで PDF 化し、外部業者に委託して Excel 形式のデータに変換してもらった。これにより、2001 年度から 2022 年度までのデータを作成した。なお、科研費の一部はこの電子化のためのスキャナの購入と、電子化の料金に充てられた。

4. 研究成果

(1) 各都道府県の小学校規模分布の解析

まずは 2015 年度のデータを用いて、各都道府県の小学校規模分布の解析を行った。小学校規模分布の解析には数式処理ソフトウェア「Mathematica」を使用した。Mathematica の関数を用いて、各都道府県の小学校規模を近似できる統計分布関数の候補を二つずつ選びだし、赤池情報基準量（AIC）を計算することで、最も近似の良い分布関数を特定した。

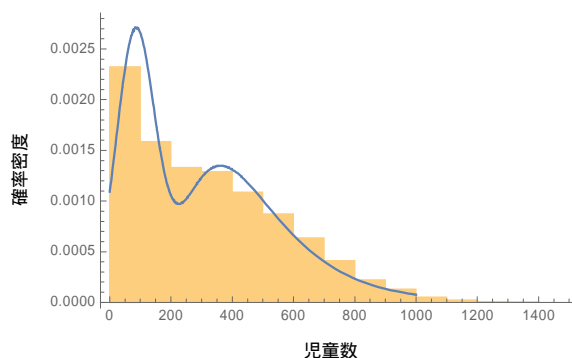


図 3：日本の公立小学校全体の小学校規模分布。

まず、日本の公立小学校全体の小学校規模分布を図 3 に示す。横軸に児童数、縦軸に確率密度を取り、棒グラフで分布を示した。全小学校数は 20,031 校である。実線は分布を近似する統計分布関数であり、以下の式で表される。

$$F(x) = \theta_1 N(86.0, 63.8) + \theta_2 LN(6.07, 0.423)$$

ここで、 $N(\mu, \sigma)$ は平均 μ 、標準偏差 σ の正規分布を表しており、 $LN(\mu, \sigma)$ は平均 μ 、標準偏差 σ の対数正規分布を表している。 θ_1, θ_2 は混合分布のパラメータであり、 $\theta_1 = 0.433, \theta_2 = 0.567$ である。このように日本の小学校規模は二つのグループに分かれており、適正規模校（約 420 名～630 名、1 学級 35 名とした場合）を中心とするグループと小規模校を中心とするグループから構成されていることがわかる。

次に、各都道府県の解析結果を図 4 に示す。もっとも多いのはワイブル分布と呼ばれる分布関数で、東京都、大阪府、愛知県などの大都市を有する都府県等で見られた。なお、先行研究[4]で報告されたデータを解析し直してみた結果、イタリアの小学校規模分布もワイブル分布でよく近似できることがわかっている[6]。また、日本全体の小学校規模分布のように、混合分布で表される自治体もあったが、北海道や福島県等、小学校数の減少が著しい自治体が含まれている。また、指数型分布族に属する統計分布が多く観測されることもわかった。ほとんどすべての自治体では、小学校規模分布が非対称な統計分布で近似できることがわかったが、神奈川県のみが対称な正規分布で近似できることがわかった。

(2) 東京都の小学校規模分布の経年変化

最も多かったワイブル分布で近似できる小学校規模分布に関して、いくつかの自治体のデータを用いて経年変化を調べた[6]。図5に、1996年から2022年までの東京都の小学校規模分布を示す。1996年の時点ですでにワイブル分布で近似できる分布が形成されており、フィッティングパラメータには大きな変化はない。一方、分布の二峰性に関しては1996年の時点では明確にはみられておらず、1996年から2010年の間に顕著になってきたようである。なお、三重県の事例について詳しく調べた結果を文献[7]にまとめた。

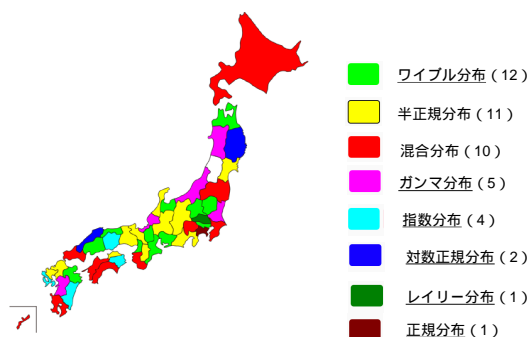


図4：各都道府県の小学校規模分布を近似する統計分布

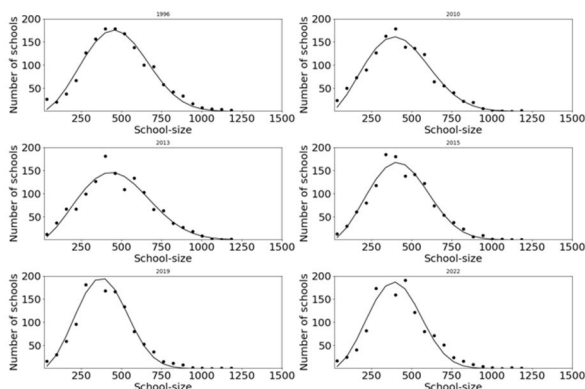


図5：東京都の小学校規模分布の時間変化（1996年から2022年まで）

(3) モデリング

小学校規模の時間変化について確率的乗算過程を用いたモデル化を行った。文献[8]のアルゴリズムを用いて、確率的乗算過程に含まれるパラメータをデータから推定することを試みた。しかし、統廃合の結果を含むデータに対してこのアルゴリズムを適用するのは容易ではなく、別のアルゴリズムを考える必要が出てきた。小学校規模の時間変化を再現する数理モデルは本研究期間内には完成しなかったが、これまでに得られた解析結果を基に、今後引き続き検討を行っていく予定である。

< 引用文献 >

- [1] 日本経済新聞、2022年3月12日。
- [2] 山崎博敏、公立小中学校の法制と現実の諸類型、広島大学大学院教育学研究科紀要、54(3)、1 (2005)。
- [3] H. Kuninaka: J. Phys. Soc. Jpn. 89(6), 64801(2020)。
- [4] A. Belmonte, R. Di Clemente, and S. V. Buldyrev: Sci. Rep., 4, 1(2014)。
- [5] 政府統計ポータルサイト e-Stat (<https://www.e-stat.go.jp/>)。
- [6] H. Kuninaka, Statistical features of the primary school-size distributions in Japan, 28th International Conference on Statistical Physics (STATPHYS28) (2023)。
- [7] 國仲寛人、三重県の小学校規模分布に見られる統計的特徴について：三重大学教育学部研究紀要、75、1-6 (2024)。
- [8] A. Statman, M. Kaufman, and A. Minerbi and N. E. Ziv, and N. Brenner, Synaptic Size Dynamics as an Effectively Stochastic Process, PLoS Computational Biology, 10(10), e1003846-1 (2014)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1. 著者名 國仲寛人 | 4. 巻 75 |
| 2. 論文標題 三重県の小学校規模分布に見られる統計的特徴について | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 三重大学教育学部研究紀要 | 6. 最初と最後の頁 1-6 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 國仲寛人 |
| 2. 発表標題 小学校のサイズ分布に見られる指数分布III |
| 3. 学会等名 日本物理学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 國仲寛人 |
| 2. 発表標題 小学校のサイズ分布にみられる 指数分布II |
| 3. 学会等名 日本物理学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名 國仲寛人 |
| 2. 発表標題 小学校のサイズ分布にみられる指数分布 |
| 3. 学会等名 日本物理学会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hiroto Kuninaka |
| 2. 発表標題 Statistical features of the primary school-size distributions in Japan |
| 3. 学会等名 28th International Conference on Statistical Physics (STATPHYS28) |
| 4. 発表年 2023年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|