

遺伝的アルゴリズムに基づく小選挙区画定手法の提案

大谷 紀子 研究室

1572004 有馬 遼

1. 背景と目的

衆議院選挙制度改革関連法では一票の格差が 5 年間を通じて 2 倍未満になるように小選挙区を定めることが求められている。しかし、平成 26 年に行われた衆議院選挙において一票の格差が最大 2.13 倍にのぼり、最高裁判所から違憲状態と厳しく指摘されている。当判決を踏まえて平成 27 年の国勢調査で得られたデータをもとに、一票の格差を 2 倍未満に抑えられるように小選挙区が見直されることになり、平成 28 年に有識者で構成された衆議院議員選挙区画定審議会により制度が改正された。一票の格差が 5 年間 2 倍未満になるような一定の持続性を持った小選挙区を探索する最適化手法が必要である。本研究では衆議院選挙における一票の格差を小さくすることを目的として、遺伝的アルゴリズム (GA; Genetic Algorithm) に基づく小選挙区画定手法を提案する。

2. 小選挙区の画定条件

提案手法では、一般に比例ブロックと呼ばれる 11 の衆議院比例代表制選挙区ごとに小選挙区を画定する。定められた総議席数が α 、 i 番目の比例ブロック内の有権者数が S_i 、全国の総有権者数が β であるとき、 i 番目の比例ブロックに配分される議席数は、 N_i は式(1)により算出される。

$$N_i = \frac{\alpha S_i - (\alpha S_i \bmod \beta)}{\beta} \quad (1)$$

ただし、 $\alpha - \sum_{i=1}^{11} N_i$ が 0 でない場合には、比例ブロックを $\frac{\alpha S_i}{\beta} - N_i$ の降順に並び替え、1 を上位 $\alpha - \sum_{i=1}^{11} N_i$ 個の N_i に足す。

現在は、同一市町村でも異なる小選挙区に属し

ているところや、隣接していないにもかかわらず同じ小選挙区になる市町村がある。

提案手法では市区町村を分割せずに小選挙区を画定する。政令指定都市の区、および政令指定都市以外の市町村を自治体と呼び、各小選挙区は自治体から構成されるものとする。また、各自治体は同じ小選挙区に属するいずれかの自治体と隣接するものとする。ただし、異なる都道府県の自治体が同じ小選挙区に属することは妨げない。

3. GA の設計

自治体 $C_1 \sim C_M$ を有する比例ブロックの小選挙区を画定するとき、GA の染色体を長さ M の整数列で表す。 i 番目の遺伝子 $g[i]$ は自治体 C_i に隣接する自治体の番号、または 0 となるようにして、 $g[i] > 0$ のとき、自治体 C_i は自治体 $C_{g[i]}$ と同じ小選挙区に属することを表し、 $g[i] = 0$ のとき自治体 C_i は特に他の自治体と同じ小選挙区に属するようにはしないことを表す。ただし、 $g[i] = 0$ でも $g[j] = i$ となる j が存在する場合は、自治体 C_i と自治体 C_j は同じ小選挙区に属するものとする。処理対象の比例ブロックの議席数が N であるとき、 y 年の 1 議席あたりの理想有権者数 P_y は、 y 年に自治体 C_i に属する有権者数 p_i^y を用いて、式(2)により算出される。

$$P_y = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^M p_i^y \quad (2)$$

個体 I_i の表す小選挙区数が N_i であるとき、属する有権者数の少ない順に各小選挙区を $D_1 \sim D_{N_i}$ とし、 y 年の小選挙区 D_j に属する有権者数を p_{ij}^y として、個体 I_i の y 年における誤差 $g(I_i, y)$ を式(3)のように定める。

$$g(I_i, y) = \begin{cases} \sum_{j=1}^{N_i} (P_y - p_{ij}^y)^2 + P_y^2(N - N_i) & N_i \leq N \\ \sum_{j=1}^N (P_y - p_{ij}^y)^2 + \sum_{j=N+1}^{N_i} p_{ij}^{y^2} & N_i > N \end{cases} \quad (3)$$

2倍未満の一票の格差を5年間維持することが目標であることから、5年間の誤差の和を個体 I_i の適応度 $f(I_i)$ とする。処理対象の開始年を Y としたときの算出式を式(4)に示す。適応度が低い個体ほど高評価とみなす。

$$f(I_i) = \sum_{y=Y}^{Y+4} g(I_i, y) \quad (4)$$

1000個の個体をランダムに生成し、初期集団の個体とする。ただし、各遺伝子は $1/M$ の確率で0、 $1-1/M$ の確率で隣接する自治体番号となるようにする。次世代集団の個体は、5000世代まではルーレット選択、5000世代以降はランキング選択により選択された2つの個体から一様交叉と突然変異により生成する。また、エリート保存戦略により、上位1個の個体を残す。

3. 評価実験

2008年~2012年における各自治体の20歳以上の人口データと隣接情報を用いて評価実験を実施した。沖縄県と離島については、船舶・航空情報に基づき、出発地と到着地の自治体を隣接しているものとして扱う。各比例ブロックにおける2008年の一票の格差の最大値、議席数、小選挙区数を表1に表す。

4. 考察

表1より北海道と東北は、議席数と小選挙区数に大きな差が出た。差が出た要因として考えられるのは、海沿いの小規模な各自治体が異なる小選挙区になっていることが挙げられる。

北海道で特に有権者数が少ない2つの小選挙区は以下の自治体で構成される。稚内市を含む9自治体で構成される小選挙区と紋別市を含む17個の自治体で構成される小選挙区の有権者数はそれぞれ55208人と123209人である。小選挙区1区

表1：2008年の一票の格差

| 比例ブロック (自治体数) | 最大格差 (倍) | 議席数 | 小選挙 区数 |
|------------------|-------------|-----|-----------|
| 北海道(188) | 6.07 | 30 | 13 |
| 東北(231) | 4.52 | 22 | 22 |
| 北関東(176) | 1.53 | 32 | 32 |
| 南関東(142) | 3.70 | 37 | 37 |
| 東京(62) | 3.90 | 30 | 30 |
| 北陸信越(165) | 8.28 | 18 | 18 |
| 東海(183) | 4.55 | 33 | 33 |
| 近畿(245) | 6.23 | 46 | 46 |
| 中国(114) | 1.80 | 17 | 17 |
| 四国(95) | 2.60 | 9 | 9 |
| 九州(286) | 8.66 | 32 | 32 |

の理想有権者数は352014人であり、両小選挙区は隣り合っているので、両小選挙区を同じ小選挙区にすることで適応度は高くなるが、両小選挙区を統合する解は得られなかった。また、特に最大格差が大きい北陸信越の福井県と九州の沖縄県など、海に面している隣接自治体の少ない自治体において、同様の結果が得られている。原因は、隣接自治体数や有権者数の異なる自治体を同等に扱っていることと考えられる。隣接自治体が少ない自治体が集まっている地域では、多数の自治体からなる小選挙区ができる確率が低い。小選挙区の有権者数を理想の値に近づけるためには、隣接自治体の少ない自治体の有権者数の多い自治体と同じ小選挙区に属しやすくなるようにすることが必要である。東京、中国、四国は自治体数が少なく、候補者の数が少ないため、早い段階で良好な解に収束していると考えられる。

5. おわりに

本研究を通して、北関東と中国は条件を満たす小選挙区を画定できることが確認できた。しかし、他の比例ブロックの結果より、提案手法の改良すべき点がいくつか挙げられた。今後は全国どの地域についても5年間を通して一票の格差が2倍未満である小選挙区を画定できるように提案手法を改良する。