

最適化と解列挙による 2022 選挙区勧告案の検証評価

01507360 文教大学 *堀田敬介 HOTTA Keisuke
05001214 京都大学 川原純 KAWAHARA Jun

1. はじめに

2022(R4)年6月16日、衆議院議員選挙区画定審議会による衆議院小選挙区(289議席)の改定案が勧告された(以下、勧告案)。5年毎国勢調査の結果を受けた見直しとなる。2011(H23)年3月の東日本大震災とその後の復興が落ち着いての見直しで、289選挙区のうち過去最大の25都道府県140選挙区を変更するという大規模な改革案となった。にもかかわらず、1.999倍という2倍未満ぎりぎりの提案である。この原因は、5年前の見直し時より導入されている、一部の県を極端に優遇する「区割り案の作成方針」のせいである。

1994(H6)年より小選挙区制が始まって後、最初の作成方針では、2倍未満の区割りを作成するために、全選挙区(当時300区)を平均からの乖離 $\pm 33.3\%$ 以内とする方針であった¹。しかし、当時は「一人別枠方式」という人口比例を歪める制度を同時に採用しており、無条件で各都道府県に1議席配分した後での比例配分(最大剰余法による)だったため、県平均人口が既に全国平均人口の $2/3$ 倍未満(平均 -33.3% 未満)となる県があり、2倍未満が達成されなかった。2009年2.310倍、2012年2.428倍、2014年2.129倍の3度の選挙について最高裁の違憲状態判決を受け、「一人別枠方式」を削除した改善は良かったが、人口最小県(鳥取)に2議席配分することを前提とした定数配分方法(アダムス法)の採用と、最小選挙区(鳥取)を基準として2倍未満の区割りを作成するという特定区に依存した作成方針を作ってしまったため、人口が大きい多くの都道府県や市区がそのおおいを受けることとなった。人口大都道府県への定数配分が人口比例よりも減り、人口大都市の不必要な分割が行われたのである。結果、1.999倍という冗談のような提案となった。

2. 選挙区画定問題の最適化による評価

選挙区画定問題は、領域分割問題の一種である(cf.[10])が、具体的な事例を考えると個別に大きく異なる問題となる。1960年代以降、各国議会の求めるものに依じて、様々な手法が提案されている(cf.[1, 9, 2, 10])。

¹アメリカ連邦議会下院(435小選挙区)は50州への定数配分で1.8~1.9倍の較差が出た後、州内選挙区は平均 $\pm 1\%$ 以内にする(一部の州を除く)。ドイツ連邦議会(299小選挙区)は16州への定数配分をするが、全299選挙区を平均 $\pm 15\%$ 以内とする(cf.[2])。

ただし、ある程度共通の制約・目的が考えられ、考慮すべき制約としては大体4つが言及されている。population balance(選挙区間の人口較差を縮小)、contiguity(飛び地を作らない)、conformity to administrative boundaries(選挙区を構成する要素(市区町村など)はなるべく分割しない)、compactness(形状をコンパクトに)である。厳密解法は多くはなく、ヒューリスティックが多い(cf. Table1[9])。理由の一つは、隣接グラフを作る際の要素点の考え方が異なることである。日本では原則「市区町村」を用いるが、ドイツ等はより細かい単位を要素とする(cf. [2])ので、厳密解法ではまるで歯が立たないからというのと、compactnessを重視して区割の改善案を示すことを目指しており、一票の較差が大きく政治的に限界値を求めることが必要とされる日本と目的が違うからである。例えば、ドイツバイエルン州(46選挙区)はRB(7)/Kr(96)/VB(1426)/Gem(2099)と地域が細くなるが(cf. Table1[2])、Krで解ければ良いというものではないらしい。例えば、神奈川県(20選挙区)は、市区郡(50)/市区町村(58)/大字・町(2133)/字・丁目(5097)だが、原則市区町村が最小単位である(2010年までは市区郡)。また、欧米の研究では、gerrymanderingの回避のためのcompactnessを非常に重要視しており、如何にcompactで現状より少しでも良いものを早く求められるかが主眼で、それを可能とするヒューリスティックの提案となる。

289議席を47都道府県へ議席配分する際の、勧告案(アダムス法)と剰余法1つ、除数法6つ、および最適化による定数配分法の結果は表の通り(cf. [4])。除数法の各平均は(調和/幾何/対数/identric/算術)でmaximin ratioは全て同じ結果となった。

手法		max	min	ratio
勧告案		465,829	274,549	1.697
剰余	最大	549,097	331,448	1.657
除数	各平均	549,097	331,448	1.657
	最小	753,067	394,555	1.909
最適配分		549,097	331,448	1.657

表中、勧告案のminは鳥取県に2議席配分した平均人口であり、maxの549,097は鳥取県の人口(1議席配分)である。289小選挙区の1選挙区平均人口は

428,178.7 で, 285,453(=平均 $\times 2/3$ 倍)~570,904(=平均 $\times 4/3$ 倍) 内で 289 選挙区をつくれれば, 平均 $\pm 33.3\%$ となる. 勧告案の定数配分が, 鳥取県に過度な優遇を与え全体の配分を歪めていることが分かる.

次に, 都道府県毎に区割画定をした, 勧告案と最適区割の一票の最大較差を表に示す. 最適区割は, 集合分割型とネットワークフロー型で, 第 2 妥当選挙区を用いた前処理をし, cplex12.10.0 を利用して得た (cf.[8, 6]).

手法	max	min	ratio
勧告案	547,664	273,973	1.999
最適区割 1	567,565	273,973	2.072
最適区割 2	567,565	315,157	1.801

最適区割 1 は, 勧告案と同じ定数配分で計算したものであり, 最適区割 2 は, 最適定数配分に対する区割画定の結果である. 最適区割を求める際は, 現状の鳥取県を基準とした作成方針は使わず, 従来の方針 (平均 $\pm 33.3\%$ で作成) を基準としていることに注意されたい. 従って, 全国平均の $4/3$ 倍 (570,904) と当該都道府県の平均の $4/3$ 倍を下回っている選挙区に関して市区分割は行っていない. そして, 定数配分が勧告案と同じなので, 最小鳥取選挙区が小さく 2 倍を超えるのである.

勧告案は, 全国最小選挙区 (=鳥取 2 区, 平均 -36% より小さい) の 2 倍 (=平均 $+28\%$) を基準として, それより大きい選挙区の市区を不必要に分割し, 無理矢理 1.999 倍としている.

3. 選挙区割 (解) の列挙による評価

勧告案の maximin ratio が最適と同じ県は 4 つ (愛媛 (3)/山口 (3)/鳥取 (2)/佐賀 (2)). 差が 0.1pt 未満が 5 県, 0.2pt 未満が 12 府県, 0.3pt 未満が 3 県と続く. 一方, 差が 0.6pt 以上ある 6 道府県は表の通りで, これらは県内較差の改善はなされなかった.

名称	議席	勧告案	最適	diff.
茨城県	7	1.910	1.011	0.900
京都府	6	1.967	1.098	0.869
長野県	5	1.769	1.000	0.769
北海道	12	1.858	1.111	0.746
山梨県	2	1.662	1.000	0.662
宮城県	5	1.668	1.070	0.609

最適区割は政治的に限界値を示すものだが, compactness やその他の特徴量に鑑みて, 現実に使づらい区割であることが多い. 最高裁が較差訴訟の判決文で述べている通り, 較差以外の項目を考慮するのは国会の裁量の範囲である. よって, 較差は多少犠牲にしても実用に耐える区割を探したい. そこで, 最適から勧告案までの間に存在する実行可能解を列挙する (cf.[7, 11]).

すると, 各倍率以下の個数は下表となる. この数と各種特徴量の値が, 勧告案の妥当性評価ともなる.

名称	1.100	1.200	1.300	1.400
茨城県	16856	1472833	16237666	85736324
京都府	3	682	4850	13329
長野県	26.3 億以上			
北海道	—	6.6 億以上		
山梨県	1815	3512	5050	6502
宮城県	164	2072	11267	50822

この個数が少なければ, 最適との差が大きくても改善の余地がなく, 仕方なく現在の提案となる, という言い訳も立つだろうが, そうではないことがわかる. 最適から勧告案までの間に存在するこれらの実行可能区割のどれも使わず, 提示された勧告案を採用するためには相応の説明が必要となる. 較差順の区割列挙はその情報を提供する極めて有効な手段である.

計算時間は, 長野と北海道を除いて数秒程度. 長野は 1.08 倍以下の解が 26.3 億以上あり, ここまでメモリを 5.8TB 消費し 40 時間かかる. 北海道は最適解が 1.111 倍で, 1.18 倍以下の個数 6.6 億以上を 4.7TB 消費し 13 時間かけて求めた. 発表では, 列挙解と勧告案の各種特徴量の結果も示し比較検証する (cf.[3, 5]).

参考文献

- [1] P. G. Cortona, C. Manzi, A. Pennisi, F. Ricca and B. Simeone, "Evaluation and Optimization of Electoral Systems," SIAM (1999).
- [2] S. Goderbauer and J. Winandy, "Political Districting Problem: Literature Review and Discussion with regard to Federal Elections in Germany," (2018).
- [3] 堀田敬介: 選挙区割の最適化と列挙索引化, オペレーションズ・リサーチ 57 (2012) 623-628.
- [4] 堀田敬介: 合区および総定数変化に対する議席配分最適化, 選挙研究 31-2 (2015) 123-141.
- [5] 堀田敬介: 区割画定作業支援のための選挙区割の特徴化, TORSJ 59 (2016) 60-85.
- [6] 堀田敬介: 選挙区画定問題の解法, 経営論集 5-6 (2019) 1-24.
- [7] J. Kawahara, T. Horiyama, K. Hotta and S. Minato, "Generating All Patterns of Graph Partitions within a Disparity Bound," In Proceedings of the 11th International Conference and Workshops on Algorithms and Computation, 10167 (2017) 119-131.
- [8] 根本俊男, 堀田敬介: 選挙区最適区割問題のモデリングと厳密解導出, 第 15 回 RAMP シンポジウム論文集 (2003) 104-117.
- [9] F. Ricca, A. Scozzari and B. Simeone, "Political districting: from classical models to recent approaches," J Oper Res 9 (2011) 223-254.
- [10] R. Z. Rios-Mercado ed., "Optimal Districting and Territory Design," Springer (2020).
- [11] 山崎宏紀, 川原純, 湊真一: 選挙区割問題に対する ZDD を用いた近似的列挙手法の提案と評価, FIT2020 (2020).