

区割画定作業支援のための選挙区割の特徴化

堀田 敬介
文教大学

(受理 2015 年 7 月 28 日; 再受理 2015 年 12 月 10 日)

和文概要 一票の最大格差を最小とする最適区割やその列挙によって、多くの選挙区割候補を提示することができるようになったが、どの区割が良い区割であるのかを明示する指標が格差以外になく、選択が困難であった。また、最高裁は、一票の格差を最重要事項としつつも、国会の裁量権も認めているが、国会の裁量権の結果妥当な区割が行われたのかどうかの明確な評価は困難であった。本研究では、これらの選択や評価を支援するため、区割の結合度、および現行区割との乖離度を新たな指標として提案する。これにより、10 年ごとに再画定される選挙区割の画定作業を支援することができ、なおかつ、画定された選挙区割が妥当なものであるのかどうか、国会の裁量権の行使として合理性を有するかどうかの判断材料となる。また、都道府県に適用して、結合度・乖離度他の指標による比較・分析をし、これらの指標が有用であることを示す。

キーワード: 意思決定, 議員定数配分問題, 区割画定問題, 一票の格差, 最適化と列挙

1. はじめに

選挙区制度で選挙を行うためには、選挙区をつくる必要がある。選挙区は多くの国で、行政区などを要素としてそれらを組合せ、各選挙区の人口がなるべく均等になるようにつくることが多い [21, 28, 39]。選挙区制度には、大選挙区制と小選挙区制の 2 つがある¹ が、日本の衆議院においては現在、小選挙区制が採用されている。小選挙区制は一つの選挙区から 1 人の議員を選ぶ制度のため、総定数が与えられた場合、その定数に一致する数の選挙区をつくることになる。このとき、直接その数の選挙区をつくることはせず、総定数をいくつかのある程度大きな地域に配分した後、それぞれの地域毎に最小要素として決められている行政区を組み合わせて配分された議席数に相当する選挙区を構成する。前者を議員定数配分問題 ([1, 19, 40–43, 48])、後者を区割画定問題とよぶ。日本では、1994 年の小選挙区制開始以来、総定数を 47 都道府県に配分し、その数値を確定させた後で都道府県毎に区割が行われてきた [35, 36]。

区割画定問題は、集合分割、全域森、連結成分分割などの形でモデル化できるので、人の手で行われてきた画定作業を、何らかの目的関数のもとで最適化しようという試みは自然である。これまで多くの厳密解法や近似解法が提案されてきた ([3, 7–9, 20, 45–47])。アメリカの初期の頃の研究は、Williams [44] に詳しいが、計算量理論が確立される前のものは、アルゴリズムと言うより作成方法の指南書のようなものであり、コンピュータが発達すれば計算できるようになるだろう、という楽観的なものが多い。

また、国毎に事情が異なり、歴史的な経緯もあって、異なる制約のもとで異なる目的関数の設定が必要になるため、それぞれの国の実情に合わせたモデルが必要となる。日本では、ゲリマンダリングの回避や投票価値の平等などの政治的理由から、全都道府県について一票

¹ 1 つの選挙区から 1 人の議員を選ぶ制度を小選挙区制、2 人以上の議員を選ぶ制度を大選挙区制とよぶ

の格差最小を目的として厳密解を求める事の必要性を指摘された ([37, 38])。それまで厳密解の導出は困難であったが、問題の構造を利用した工夫を施すことにより、衆議院小選挙区制について 47 都道府県全ての最適区割が求められた ([22-24])。最適解の導出が可能となったことにより、それを利用した限界値分析で多くの知見も得られた ([10, 11, 13, 15, 26, 27])。さらに、最適化を繰り返し行うことで解を列挙することも可能となり [12]、その列挙をより高速に行う手法も確立されてきている [14, 16]。

選挙区割を、一票の最大格差順に最適解から順に示すことができるようになったため、格差以外の特徴で分類して提示することで、画定作業を支援することが出来る。本研究は、特徴付けの指標として結合度と乖離度を提案し、それらがどのように有効であるのかを示す。

本論文は、次節で最適化の結果を用いて、一票の格差の視点で現行区割 (2013 年 0 増 5 減) の問題点を指摘し、3 節で、区割の特徴化に関する指標を過去・現在・未来の視点で述べて後、結合度と乖離度の定義を与える。4 節では、現在採用されている現行区割のうち、一票の格差が最適解と比較して大きな都道府県をとりあげ、それらの区割に妥当性があるかどうか、すなわち、都道府県内の一票の格差を犠牲にしてまでその区割を採用する理由があったのかどうかを、結合度・乖離度、並びに各種指標を用いて比較分析する。最後に、まとめと今後の課題について述べて本論を終える。

2. 現行区割の問題点

現行区割と最適区割を比較することで、現行区割の問題点を指摘する。

図 1 は、2013 年に提示された現行区割 (0 増 5 減) を都道府県毎に示したものである。現行区割の人口は国勢調査確定値 (2011/10/26) による。一選挙区あたり全国平均人口は、全人口 (128,057,352) を 295 議席で割って、434,092.7 人となる。

図 1 の横軸は、47 都道府県と全国の 48 個を、配分された議席にもとづく都道府県毎の一選挙区あたり平均人口と全国平均人口で昇順に並べてある。都道府県名および全国の上に書かれている数値は、それぞれ配分議席数と総定数を示す。都道府県毎の縦棒は 5 つの数値を示しており、都道府県の一選挙区あたり平均人口とその $4/3$ 倍と $2/3$ 倍の値、および現行区割の最大人口選挙区と最小人口選挙区の人口の 5 つである。縦棒の中心にある線が都道府県の一選挙区あたり平均人口の値を意味し、外側になる白抜き縦棒の上端が平均の $4/3$ 倍、下端が平均の $2/3$ 倍の人口に該当する²。内側にある色つき縦棒の上端が現行区割における当該都道府県の最大人口選挙区の人口、下端が最小人口選挙区の人口である。3 選挙区以上をもつ都道府県では、それ以外の人口の選挙区はこの範囲内にあり、図には示されていない。全国を示す縦棒は 3 つの数値からなり、中心にある線が全国一選挙区当たり平均人口を、上端が現行区割の全国最大人口選挙区の人口、下端が最小人口選挙区の人口を意味する。

都道府県の一選挙区あたり平均人口が最も大きい東京都 (526,375.5) と、最も小さい鳥取県 (294,333.5) の比が、定数配分による一票の最大格差となり、1.778 倍である。都道府県毎に区割画定を行った後の選挙区間の一票の最大格差が、全国最大人口選挙区の東京 16

²作成方針 [35] は、当該都道府県の一選挙区あたり平均人口の $2/3$ 倍 ~ $4/3$ 倍の範囲、かつ、全国平均の $2/3$ 倍 ~ $4/3$ 倍の範囲で選挙区をつくることを要求している。議席配分の結果によっては、これらを守ることは不可能であるし、市区郡を要素として組み合わせて選挙区をつくるだけではやはり不可能となることがあるため、市区郡を分割するなどあらかじめ定められた幾つかの例外事項がある。なお、現行区割では愛媛県、宮城県、新潟県の最大人口選挙区の人口 (図中の丸印) は、県内平均の $4/3$ 倍を超えているが、これは緊急避難的につくられた作成方針 [36] による見直し対象とならなかったからである。なお、 $[2/3, 4/3]$ という範囲は、この内側でつくれば 2 倍未満になることを想定していると思われる。米国下院は州毎に平均 $\pm 2\%$ の範囲、ドイツ連邦議会の小選挙区は平均 $\pm 15\%$ 内につくる。

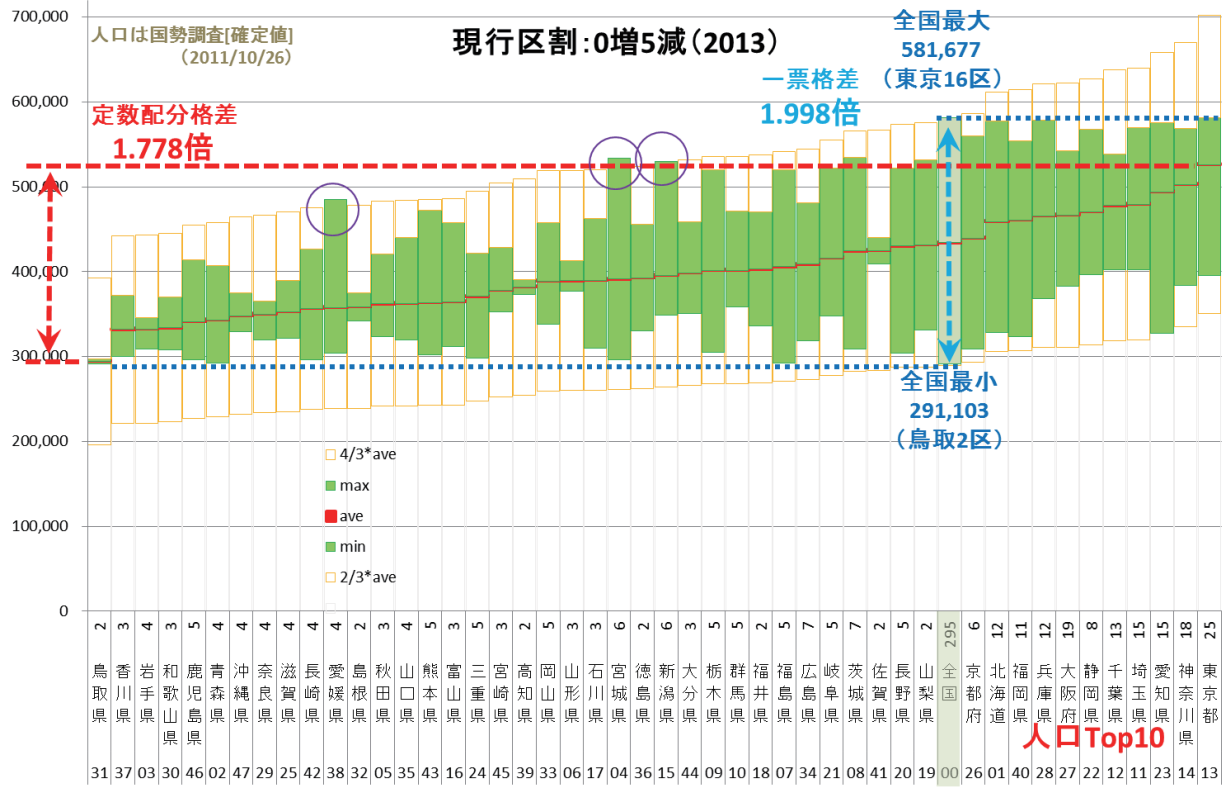


図 1: 現行区割: 0増5限 (2013)

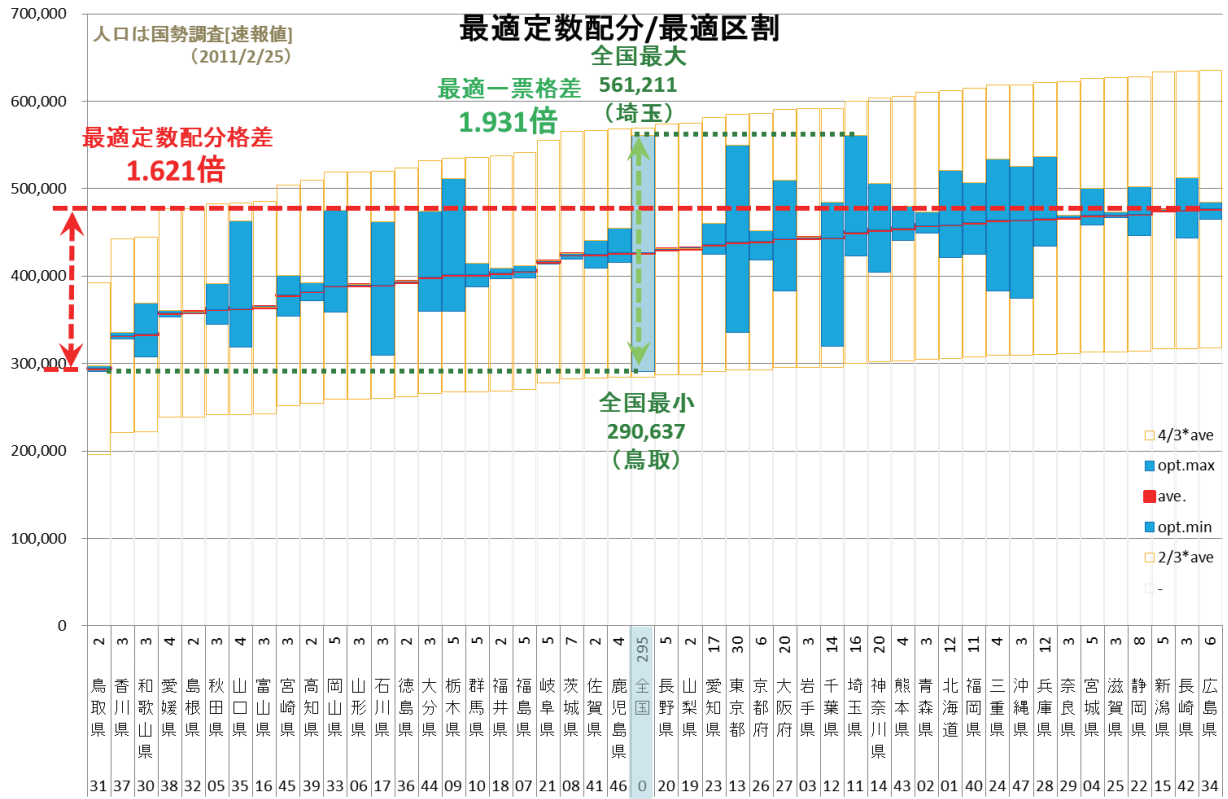


図 2: 最適区割

区（581,677）と最小人口選挙区の鳥取2区（291,103）の比であり、1.998倍である。

この図から、一選挙区あたり平均人口（全国）がかなり右にあり、議席配分が偏っていることがわかる。全国平均より右にある11都道府県は一票の価値平均が低く、左にある36県は一票の価値平均が高いことを意味する。例えば、東京都民は平均0.82票、鳥取県民は平均1.47票もつことになる。全国平均より都道府県平均が大きい11のうち、京都府を除く10都道府県は、都道府県を人口降順に並べた時の上位10である。すなわち、人口が大きい都道府県が割を食った議席配分である。

現行区割（2013）は、緊急避難的に行われた区割改定案[36]であり、鳥取県を最小選挙区と定めて、その2倍の値を上限値として設定し、それを上回る選挙区を改定して構成されたが、図よりそれがよくわかる。全国平均以上の11都道府県では、最大人口選挙区の人口と平均人口との差が右に行くほど小さくなる傾向を示しており、定めた上限値を越えた選挙区のみを見直し対象とした方針の結果があらわれている。全国平均以下の36県は、最小人口選挙区の人口と平均人口との差が左に行くほど小さい傾向を示しており、鳥取最小選挙区を下回らないよう選挙区が構成されている。

これに対し、図2は、総定数295議席として議席配分最適化モデルを用いて一票の最大格差が最小となる定数配分を行い、その後、都道府県毎に最適区割を求めたものである[11]³。最適区割の人口は国勢調査速報値（2011/2/25）による⁴。一選挙区あたり全国平均人口は、全人口（128,056,026）を295議席で割って、434,088.2人となる。

図2の見方は、図1と同様である。

それぞれの図は、一選挙区あたり平均人口の昇順に並べ替えてあるので、図1と2の都道府県の位置が違うことに注意されたい。

平均人口が最も大きい都道府県（広島県、476,794.8）と、最も小さい都道府県（鳥取県、294,209.0）の比が、最適定数配分による一票の最大格差の限界値を意味し、1.621倍である⁵。その後求めた最適区割による一票の最大格差の限界値が、全国最大人口選挙区の埼玉（561,211）と、最小人口選挙区をもつ鳥取（290,637）の比であり、1.931倍である[11]。

この図を見ると、全国平均が都道府県平均のほぼ中央に位置し、無理なく定数配分が行われていることがわかる。

図1, 2を比較すると、最適区割に比べて現行区割は都道府県内の一票の格差も大きいことがわかる。都道府県毎の一票の最大格差の比較は、次の表1に示す。

表1は、人口⁶の降順に並べてある。人口9位の福岡県までを合計すると、日本人の過半数（68,061,048人[53.1%]）であり、現行区割の議席配分では、ここまでの配分数合計が140人（全体の47.5%、残り155人[52.5%]）で、人口比例とはほど遠く、人口の多い都道府県が少ない配分値であることが分かる⁷。最適区割ではここまでに152人（全体の51.5%、残

³[11]では300議席で計算していたものを、ここでは公職選挙法改正（2013年6月28日）をうけて、295議席で求め直したものを示してある

⁴確定値と速報値は下3桁が異なる程度の差がある。異なる人口を用いているのは、市町村分割後のそれぞれの人口の正確なデータがなく、全ての都道府県で正確な数値での計算ができないため、現行区割は区画審が提示した確定値人口により、最適解は速報値をもとにした人口によって求めた解を示してある

⁵割当分特性を制約とした最適値。割当分特性を条件にしなければ1.598倍となる。ここで「割当分特性（[29, 30]）を満たす」配分とは、人口比例値の切り上げ・切り捨てのどちらかを採用することである。例えば、ある県で $[\text{総定数}] \times [\text{県人口}] / [\text{全国人口}] = 5.263\dots$ なら、その県の配分議席は5か6のどちらかとなる

⁶表中「人口」として示してあるのは「2010年国勢調査 確定値」。現行区割は確定値人口、最適区割は速報値人口

⁷現行区割（2013年0増5減）は、東日本大震災（2011年3月11日）の影響で進められていた画定作業が頓挫し、かつ東北地方の人口・行政界の扱いの困難さもあり、その中で最高裁による違憲状態判決（2011年3月

表 1: 現行区割 (2013) と最適区割の都道府県毎の比較

no	名称	人口	現行区割				最適区割			
			max	min	議席	格差	格差	議席	max	min
00	全国	128,057,352	581,677	291,103	295	1.998	1.931	295	561,211	290,637
13	東京都	13,159,388	581,677	395,785	25	1.470	1.638	30	549,723	335,623
14	神奈川県	9,048,331	568,496	383,820	18	1.481	1.252	20	505,912	404,236
27	大阪府	8,865,245	542,585	383,027	19	1.417	1.330	20	509,632	383,105
23	愛知県	7,410,719	575,585	327,466	15	1.758	1.082	17	460,276	425,277
11	埼玉県	7,194,556	570,168	401,861	15	1.419	1.327	16	561,211	422,880
12	千葉県	6,216,289	538,976	402,337	13	1.340	1.517	14	484,639	319,440
28	兵庫県	5,588,133	578,250	368,161	12	1.571	1.234	12	536,338	434,582
01	北海道	5,506,419	577,759	327,889	12	1.762	1.236	12	520,561	421,023
40	福岡県	5,071,968	554,184	323,812	11	1.711	1.191	11	506,916	425,457
22	静岡県	3,765,007	567,498	396,064	8	1.433	1.125	8	501,880	445,985
08	茨城県	2,969,770	534,725	308,610	7	1.733	1.016	7	425,830	419,055
34	広島県	2,860,750	481,496	318,384	7	1.512	1.042	6	485,045	465,285
26	京都府	2,636,092	560,432	309,007	6	1.814	1.082	6	452,436	418,333
15	新潟県	2,374,450	530,205	348,940	6	1.519	1.004	5	476,133	474,028
04	宮城県	2,348,165	533,962	295,713	6	1.806	1.090	5	500,172	458,795
20	長野県	2,152,449	522,367	303,587	5	1.721	1.004	5	431,762	429,919
21	岐阜県	2,080,773	521,873	348,085	5	1.499	1.011	5	417,830	413,454
07	福島県	2,029,064	520,253	291,944	5	1.782	1.035	5	412,187	398,248
10	群馬県	2,008,068	471,588	358,788	5	1.314	1.070	5	415,002	387,999
09	栃木県	2,007,683	519,641	305,301	5	1.702	1.420	5	511,296	360,150
33	岡山県	1,945,276	458,271	338,071	5	1.356	1.325	5	475,421	358,834
24	三重県	1,854,724	421,738	297,792	5	1.416	1.394	4	534,151	383,260
43	熊本県	1,817,426	472,175	302,452	5	1.561	1.089	4	480,345	441,057
46	鹿児島県	1,706,242	413,822	296,006	5	1.398	1.092	4	454,353	416,098
35	山口県	1,451,338	440,280	319,296	4	1.379	1.449	4	462,792	319,304
38	愛媛県	1,431,493	484,908	303,740	4	1.596	1.023	4	361,218	353,213
42	長崎県	1,426,779	426,948	296,353	4	1.441	1.156	3	512,773	443,469
25	滋賀県	1,410,777	390,120	321,044	4	1.215	1.015	3	473,473	466,458
29	奈良県	1,400,728	365,227	319,337	4	1.144	1.011	3	469,928	465,016
47	沖縄県	1,392,818	375,041	329,520	4	1.138	1.403	3	525,988	374,933
02	青森県	1,373,339	406,965	292,492	4	1.391	1.053	3	473,542	449,630
03	岩手県	1,330,147	345,837	309,012	4	1.119	1.004	3	444,458	442,658
44	大分県	1,196,529	458,978	350,445	3	1.310	1.316	3	473,955	360,161
17	石川県	1,169,788	462,361	309,936	3	1.492	1.492	3	462,478	310,019
06	山形県	1,168,924	413,014	377,448	3	1.094	1.005	3	390,384	388,562
45	宮崎県	1,135,233	428,716	352,420	3	1.216	1.131	3	400,352	354,127
16	富山県	1,093,247	457,576	311,299	3	1.470	1.002	3	364,822	364,088
05	秋田県	1,085,997	421,196	323,600	3	1.302	1.135	3	391,664	344,997
30	和歌山県	1,002,198	370,364	308,017	3	1.202	1.199	3	369,400	308,057
37	香川県	995,842	372,217	299,845	3	1.241	1.024	3	335,797	328,056
19	山梨県	863,075	531,991	331,084	2	1.607	1.000	2	431,438	431,334
41	佐賀県	849,788	440,668	409,120	2	1.077	1.077	2	440,598	409,111
18	福井県	806,314	470,089	336,225	2	1.398	1.031	2	409,393	397,077
36	徳島県	785,491	455,708	329,783	2	1.382	1.007	2	394,244	391,629
39	高知県	764,456	391,035	373,421	2	1.047	1.055	2	392,482	372,114
32	島根県	717,397	375,132	342,265	2	1.096	1.004	2	358,816	357,538
31	鳥取県	588,667	297,564	291,103	2	1.022	1.025	2	297,781	290,637

り 143 人 [48.5%]) である。

表 2: 最適区割と同一議席で現行区割の格差が大きい 10 道府県

no	名称	人口	現行区割				最適区割			
			max	min	議席	格差	格差	議席	max	min
07	福島県	2,029,064	520,253	291,944	5	1.782	1.035	5	412,187	398,248
26	京都府	2,636,092	560,432	309,007	6	1.814	1.082	6	452,436	418,333
08	茨城県	2,969,770	534,725	308,610	7	1.733	1.016	7	425,830	419,055
20	長野県	2,152,449	522,367	303,587	5	1.721	1.004	5	431,762	429,919
19	山梨県	863,075	531,991	331,084	2	1.607	1.000	2	431,438	431,334
38	愛媛県	1,431,493	484,908	303,740	4	1.596	1.023	4	361,218	353,213
01	北海道	5,506,419	577,759	327,889	12	1.762	1.236	12	520,561	421,023
40	福岡県	5,071,968	554,184	323,812	11	1.711	1.191	11	506,916	425,457
21	岐阜県	2,080,773	521,873	348,085	5	1.499	1.011	5	417,830	413,454
16	富山県	1,093,247	457,576	311,299	3	1.470	1.002	3	364,822	364,088

都道府県毎の格差を比較する。現行区割と最適区割の配分議席が同じ都道府県では、現行区割の都道府県内一票の最大格差が大きいところが多い。同じ議席配分値は 29 道府県あり、最適区割による格差に比べて現行区割の格差が大きい順にみると、表 2 の通りとなる。福島県 (5 議席) 現行 1.782 倍に対し最適 1.035 倍 (0.747pt)、京都府 (6 議席) 現行 1.814 倍に対し最適 1.082 倍 (0.732pt)、茨城県 (7 議席) 現行 1.733 倍に対し最適 1.016 倍 (0.717pt)、長野県 (5 議席) 現行 1.721 倍に対し最適 1.004 倍 (0.717pt)、以上が最適区割に対して現行区割の格差が 0.7pt 以上も大きい 4 県。以下、山梨県 (2) 1.607 vs 1.000 (0.607pt)、愛媛県 (4) 1.596 vs 1.023 (0.573pt)、北海道 (12) 1.762 vs 1.236 (0.526pt)、福岡県 (11) 1.711 vs 1.191 (0.520pt)、岐阜県 (5) 1.499 vs 1.011 (0.488pt)、富山県 (2) 1.470 vs 1.002 (0.468pt) と続く。

なお、配分議席数が同じにもかかわらず、最適区割の方が格差が大きい 4 県 (山口, 大分, 高知, 鳥取) は、現行区割が必要のない市区郡分割を行っていることによる。この 4 県の最適区割格差に対する現行区割格差が (-0.070pt, -0.006pt, -0.008pt, -0.002pt) であるのをみて分かる通り、市区郡分割をする必然性は全く無い。このように、最適化技術を用いることで、分割の是非を検討出来る。

単純に現行区割の県内格差が大きい 10 道府県は、表 3 の通りとなる。

一票の最大格差では、全国での格差 (全国最小選挙区の人口を基準として格差が大きい選挙区群) が取り上げられることが多いが、都道府県内格差が大きいことも、憲法 14 条 1 項で規定されている法の下での平等にそぐわず、表 2, 3 にあげられた道府県は、早急な自治域内の格差縮小が求められる。

3. 区割の特徴化

最適区割 [22, 23] は、一票の最大格差の観点からの限界値を与える。これにより、現行区割の最大格差が妥当なものかどうか、どれだけ下げられる余地が残されているかを判断できる。区割の列挙は、最適化を繰り返すことで得られる [12]。また、近年高速に区割を列挙する方法が確立されつつある [14, 16]。これらの成果により、一票の格差順に最適区割から現行区割まで、幾つの選挙区割があるのかを提示できる。

23 日 [31, 32], 2013 年 11 月 20 日 [33, 34]) を受けた緊急避難的案のため、総定数を 5 議席減らした 5 県を除いて、議席配分は 2000 年時のものをそのまま利用している。従って、1 人別枠方式による人口割当の歪みが残っているため、人口の少ない県に多めの配分となっている

表 3: 現行区割の格差が大きい 10 道府県

no	名称	人口	現行区割				最適区割			
			max	min	議席	格差	格差	議席	max	min
26	京都府	2,636,092	560,432	309,007	6	1.814	1.082	6	452,436	418,333
04	宮城県	2,348,165	533,962	295,713	6	1.806	1.090	5	500,172	458,795
07	福島県	2,029,064	520,253	291,944	5	1.782	1.035	5	412,187	398,248
01	北海道	5,506,419	577,759	327,889	12	1.762	1.236	12	520,561	421,023
23	愛知県	7,410,719	575,585	327,466	15	1.758	1.082	17	460,276	425,277
08	茨城県	2,969,770	534,725	308,610	7	1.733	1.016	7	425,830	419,055
20	長野県	2,152,449	522,367	303,587	5	1.721	1.004	5	431,762	429,919
40	福岡県	5,071,968	554,184	323,812	11	1.711	1.191	11	506,916	425,457
09	栃木県	2,007,683	519,641	305,301	5	1.702	1.420	5	511,296	360,150
19	山梨県	863,075	531,991	331,084	2	1.607	1.000	2	431,438	431,334

一票の格差順に提示されると、区割の画定が、格差やその他項目を考慮しながらどの市区郡を組み合わせる選挙区をつくるか、という複雑な作業から、どの区割候補を選ぶか、という単純な選択問題にできる。ただし、多くの区割候補が提示されると、逆に選択が困難になるかもしれないし、なぜその区割を選んだかの根拠が求められる。一票の格差という指標の他に、様々な指標が与えられていれば、選択がより容易になり、選んだ根拠が明確になる。

日本における区割画定問題は、

1. 選挙区は一票の格差がないようにする
2. 選挙区は都道府県境界をまたがない
3. 選挙区には飛び地をつくらない
4. 選挙区を構成する要素（最小単位の地域）はなるべく分割しない
5. 選挙区は地勢、交通その他の自然的社会的条件を総合的に考慮してつくる

となる [35, 36]⁸。このうち、2・3を制約として、4・5を考慮しつつ1の格差を縮小させるのが、日本における区割画定問題となる。しかし実際の所、5を考慮しながら最適化するの容易ではないため、5は市区郡の隣接関係（地勢）のみとして解かれる [22, 23]。

従って、最適化・列挙後に、5を考慮するための様々な良い指標を与えて提示するのが良い。このとき、与えられた選挙区割が「良い」かどうかという評価を考えるために、本論では、区割を画定した時点を基準として、「過去との繋がり」「現在の評価」「未来への頑健性」という時間軸に沿った3つの視点からの特徴量を与える。

まず、過去との比較・評価として、これまでの選挙区割との比較の視点である。一票の格差だけを評価軸として真面目に問題と捉えようと、区割は組合せ的構造をもっているため、変更する度にがらっと変わってしまうことが多い。一票の格差がほぼ同じ区割が幾つかあった場合、その中で「なるべくこれまでと変わらない区割」が過去との繋がりをもつ「良い」区割となる。これを考慮することは、区割画定問題を考える上での条件5の、地勢、自然的社会的条件を満たすことにつながる。過去とあまり変わらないことは、多くの有権者が前回と同じ選挙区であるという利点や、変更点が少ない方が選挙管理委員会の負担が増えない、同様に変更点が少ない方が立候補者が立候補しやすい、などの「良い」点がある。

⁸アメリカ合衆国議会下院（定数 435、小選挙区制）では、条件1は制約となり（州内一選挙区平均人口の±2%以内）、目的関数としてコンパクトさ（位相的なコンパクト性ではなく、選挙区の形状が丸っこいという意味）などが求められる [20]。これは、ゲリマンダリングの横行や民族の居住分布、歴史的経緯などによる。ドイツ連邦共和国の連邦議会（定数 598、小選挙区比例代表併用制）は小選挙区 299 人。全ての選挙区を全国一選挙区平均人口から ±15% 以内で作成すると、形状や分散などの指標が求められる [21, 28, 39]

さて、なるべくこれまでと変わらないとは、2つの選挙区割の類似度を測ることになる。類似度とよべる指標は様々あるが、連結成分の類似度を測る指標はないため、新たに乖離度を提案する。各都道府県に割り当てられる選挙区数（議席数）は、選挙制度改革によって変更される可能性があるため、過去と似ている区割を考える際は、選挙区数（連結成分の数）が異なっても測定出来なければならないことに注意されたい。

市区郡 $i \in \{1, \dots, n\}$ で構成される都道府県について、2つの選挙区割の乖離度を定義する。これは、[12] で提案されたものを値が $[0, 1]$ となるよう修正したものである。2つの選挙区割の選挙区数（議席数）を m_A, m_B とし、2つの区割を $A(A_1, \dots, A_{m_A})$ と $B(B_1, \dots, B_{m_B})$ とする。このとき2つの選挙区割 A, B の乖離度を

$$d(A, B) = \frac{1}{n} \sum_i d_i(A_s, B_t) \tag{3.1}$$

$$d_i(A_s, B_t) = \begin{cases} \frac{|A_s \setminus B_t| + |B_t \setminus A_s|}{|A_s \setminus B_t| + |B_t \setminus A_s| + |A_s \cap B_t|} & (\forall i, ; A_s = B_t = \{i\}) \\ \frac{|A_s \setminus B_t| + |B_t \setminus A_s|}{|A_s \setminus B_t| + |B_t \setminus A_s| + |(A_s \cap B_t) \setminus \{i\}|} & (\forall i, ; \text{otherwise}) \end{cases} \tag{3.2}$$

と定義する。ここで A_s, B_t はそれぞれ区割 A, B において市区郡 i を含む選挙区をさす。連結成分分割なので、 i を含む選挙区は、それぞれ丁度1つずつあることに注意されたい。市区郡 i を含む2つの選挙区について、共通に含む市区郡数と異なる市区郡数を比較し(3.2)、全ての i について平均をとる(3.1)。

$A_s = B_t$ の場合、そしてその時のみ、 $d_i(A_s, B_t) = 0$ となり、任意の i でこれが成り立つとき、即ち、2つの選挙区割が完全に同じ場合に限り $d(A, B) = 0$ となる。また、市区郡 i を含む2つの選挙区 A_s, B_t が i 以外の共通部分を持たないとき、 i の乖離度は最大の1となる ($d_i(A_s, B_t) = 1$)。即ち、このとき2つの選挙区は「最も似ていない」と判断するということである。全ての i についてこれが成り立つ時、全体の乖離度が最大の1となる ($d(A, B) = 1$)。乖離度最大となる例を図3に示す。図3の2つの選挙区割は最も似ていないと判断される。

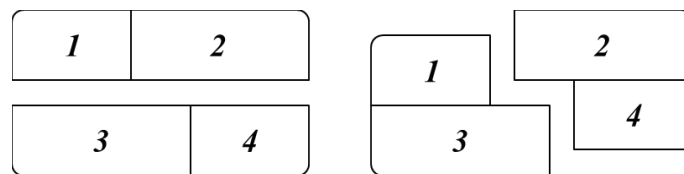


図3: 4市区郡2選挙区の乖離度最大となる2つの選挙区割

なお、式(3.2)の第1式は、 $A_s = B_t = \{i\}$ の場合に分母が0になるのを回避するため、このとき $d_i(A_s, B_t) = 0$ となる (A, B が同一の場合のみこうなる)。定義より $d_i(A_s, B_t) \in [0, 1](\forall i)$, $d(A, B) \in [0, 1]$ 。この指標の利点は、市区郡を単位とするため、2つの選挙区割の議席数 m_A, m_B が異なっても計算可能なことである⁹。

2つ目として、現時点における比較・評価である。代表的なものとしては、「一票の格差」「分散（一選挙区あたり平均人口からの偏差平方和）」「コンパクト性」「選挙区を構成する市区郡の緊密性」などが考えられる。

⁹新旧の選挙区割で、市区郡合併や市区郡分割がおこり市区郡の数異なる場合は、細かい方にあわせることで測定可能となることに注意されたい

コンパクトさとは、形状がコンパクトであるということだが、日本の都道府県は島で構成されていたり、いびつな形をしているところが多いので、一選挙区を構成する市区郡の隣接グラフにおける2点間の最大距離が小さい区割を「良い」として評価する[38]。

本論文の焦点は、選挙区を構成する市区郡の緊密性であり、それを集約した結合度を提案することである。これも、区割画定問題の条件5に対する評価を与える指標となる。

3つ目は、将来に対する評価指標である。選挙区は一度作ってしまえば、未来永劫使えるというものではない。区割の重要評価指標の1つである一票の格差は、人口がもとになり、それは日々変動するためである。現時点で最適でも、人の移動や生死により、年とともに格差は変化する。人口変動が一票の格差にどの程度影響を与えるかは[27]に詳しい。日本の現在の制度では、国勢調査が行われる10年毎に区割再画定し、その間の5年毎に見直しを行うので、現実的には短くても10年もつ(一票の格差がその間それほど拡大しない)選挙区が望ましい。そこで、人口動態予測値¹⁰を用いて、人口動態に対する格差の頑健性を測定、比較する[13]。現時点での一票の格差を多少犠牲にしても、将来的に格差の変動幅が小さい区割を「良い」と見なすのである。これは、区割画定問題の条件1の頑健性に該当する。

本論文は、現時点の評価指標として新たに結合度を提案する。選挙区は市区郡を要素としてつくられるので、選挙を実施する上での善し悪しは、緊密な関係にある市区郡で選挙区がつけられているかどうかに関係してくる。緊密な市区郡で構成された選挙区ならば、立候補者は選挙運動がやりやすく、選挙管理者は選挙運営が容易となり、投票者は立候補者をより理解して投票できるからである。

では、緊密な市区郡で構成される選挙区とはどのようなものか。通勤・通学や消費行動、患者の受療行動などの日常生活圏、行政間の共同作業・連携の状況、企業や民間団体の活動など商圈・経済圏、鉄道・道路等の交通網、距離、地理的状況や自然環境、文化・伝統・歴史・住民感情など、様々な視点が考えられる¹¹。これらをよく代表し、これらに影響を与え、かつ、前記3つの視点で「良い」指標を与えるものとして、普段の人の往来のデータが最も適切である。先にあげたどの視点も、頻繁な人の往来にもとづくものと言えるからである。よって、人の往来が活発な市区郡どうしが緊密性が高いと言える。

選挙区割の改定は、国勢調査の実施時期にあわせて、その人口に基づき行われるため、本研究では、様々な人の往来のデータの中でも、同じ国勢調査のデータである通勤・通学データを利用する¹²。通勤・通学による人の往来が、さきにあげた視点の代表としては偏っていることは否めないが、同じ統計調査にもとづくデータであるため、人口における矛盾がない点、および、画定作業と同時期に手に入るという点で都合が良い。よって、本研究ではこのデータを用いることにする¹³。

この人の移動データを、一つの市に着目して集計すると表4となり、地図上では図4となる。

¹⁰国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」(2013.3)

¹¹平成の大合併や道州制の検討の際には、合併対象となる市町村や都道府県について、結びつきの強さを上記のようなデータをもとにしたクラスター分析が良く行われた(cf. [4, 5, 17])

¹²2010年国勢調査「従業地・通学地による人口・産業等集計」-「第5表(男女別15歳以上)」(2012.6.26)

¹³人の往来としてよりよいデータがあれば、本研究の提案内容はそちらで代替できることに注意されたい

表 4: 人の移動例：茨城県水戸市から周辺市区郡への通勤・通学による移動人数

市区郡名	移動総数	市内	隣接市区郡	県内他地域	県外	不詳
水戸市	122,225	86,031	19,485	12,063	2,161	2,485

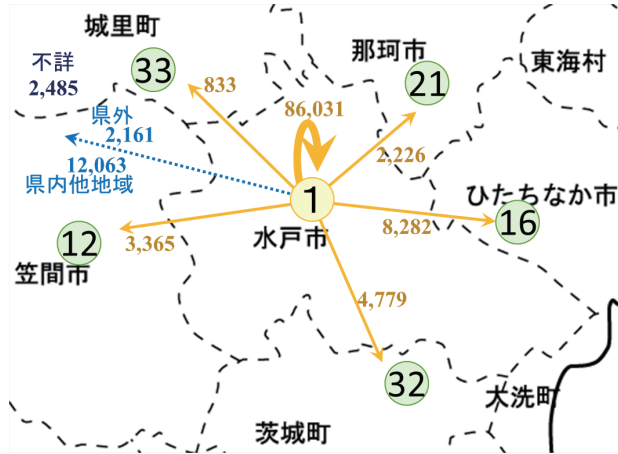


図 4: 人の移動例：茨城県水戸市から周辺市区郡への通勤・通学による移動の様子

ここで、

$$m : \text{当該都道府県の選挙区数 (小選挙区制の場合は割当議席数に一致)} \quad (3.3)$$

$$n : \text{当該都道府県の市区郡数} \quad (3.4)$$

$$N = \{1, 2, \dots, n\} : \text{市区郡を表す添え字集合} \quad (3.5)$$

$$S_k : \text{第 } k \text{ 選挙区を構成する市区郡集合 } (k \in \{1, 2, \dots, m\}) \quad (3.6)$$

$$p_i : \text{市区郡 } i \text{ の移動人口総数 } (i \in N) \quad (3.7)$$

$$q_{ij} : \text{市区郡 } i \text{ から } j \text{ への移動人数 } (i, j \in N) \quad (3.8)$$

とし、第 k 選挙区の結合度 $f(k)$ を以下のように定義する。

$$f(k) = \frac{\sum_{i,j \in S_k} q_{ij}}{\sum_{i \in S_k} p_i} \quad (3.9)$$

このとき $f(k)$ は、第 k 選挙区を構成する市区郡の移動人口総数 p_i の和に対し、その選挙区内の市区郡を相互に移動する人 q_{ij} の比率を意味する。即ち、その市区郡から選挙区外への移動や、県外への移動を除いた移動比率である。

選挙区割の結合度 f は、その平均、または最小値とする。

$$f := \text{average}_k f(k), \quad \text{or } f := \min_k f(k) \quad (3.10)$$

定義より $f(k) \in [0, 1](\forall k)$, $f \in [0, 1]$ である。全移動人口数に対して、その選挙区内で完結する人の往来比率が高いほど、互いに密接な関係にある市区郡によって構成されている選挙区と判断することになる。なお、データ中「不詳」分は移動人口総数 p_i から除く。

4. 都道府県の列挙選挙区に適用した結果と現行区割との比較

6 府県を対象に、現在・過去・未来の指標をそれぞれ計算し、比較する¹⁴。最適解、列挙した全解と現行区割（2013）について、乖離度（過去＝現行区割との繋がり）、人口頑健性（将来への堅牢性）、格差・結合度・コンパクト性¹⁵・標準偏差（現在の指標）を計算し、最適～第 20 最適解と各指標で順位が 1 位～3 位となるものを表に示した（表 5～10）¹⁶。

また、当該都道府県で一票の最大格差最小となる最適解と良い指標を示す 2 つ、および現行区割の 4 つについて、隣接グラフによる選挙区割を図示した（図 5～10）。

表 5～10 において、解/格差は、最適区割問題の一票の格差を目的関数とした最適解の最適値順とその格差を意味し、続けて各指標を掲載した。人口頑健性は、2025 年までの 3 回分¹⁷、選挙区毎の結合度とその平均、選挙区毎のコンパクト性（選挙区内の任意の 2 点間最短距離の最長値とその平均）、標準偏差、乖離度の値をそれぞれ示す。結合度とコンパクト性は、選挙区番号ではなく値の降順で並べ替えてあるので、それぞれの番号が示す選挙区は同じではないことに注意されたい。よって、それぞれ最後の番号が maximin 値、minimax 値に該当する。次にそれぞれの指標における、列挙解中の順位を示してある。上から順に（現行区割を除き）一票の最大格差順で並んでいることにも注意されたい。

表 5 は秋田県の例である。秋田県の現行区割は第 28 最適解に一致するので、そこまでの解を列挙して比較しており、表 5 では全解を示している。28 の最適順の解（第 20 最適解が 2 つあることに注意）と現行区割の 29 個の選挙区割のうち、人口頑健なのは第 9 と第 10 最適解、結合度が高いのは第 13, 第 15 および第 20 最適解、コンパクトなのは第 10 最適解と現行区割、標準偏差はほぼ格差順となっている。現行区割との乖離度の点では第 3, 第 10, 第 22 最適解が良い。現行区割は格差の点では評価できないが、コンパクトであり結合度がそこそこ、将来的な人口頑健性もそこそこあることがわかるが、総合的に考えると最適解が第 3, 第 10 最適解を用いるのがよい。

表 6 は茨城県の例である。茨城県は 2013 年の 0 増 5 減案が勧告された際に見直しがされず 2000 年より選挙区が変わっていない。この間に平成の大合併が各地でおこり、現在の選挙区は市区郡が分断されている所が多く、人口頑健性、結合度、コンパクト性等を計算できないため、現行区割は格差のみ掲載している。また、同様の理由で、現行区割と各解との乖離度を計算していない。

第 74 最適解（解数 241 個）の格差が 1.035 倍に対し、現行区割は 1.8717 倍¹⁸ で県内格差がかなり大きい。茨城県は列挙解が非常に多く、相当数の区割候補が存在する。実際に第 74 最適解以降の解も列挙すると（[14, 16]）、1.1 倍以下で最も悪いのは第 2,682 最適解（格差 1.09995 倍）でここまでに 16,252 個の解があり、1.2 倍以下で最も悪いのは第 27,882 最適解（格差 1.199998 倍）でここまでに 515,982 個の解がある。

¹⁴紙面の都合上、6 府県のみ掲載した。なお、市区郡分割を必要とする都道府県について各指標を計算するのは困難なため、対象からはずしてあるが、分割後の市区郡に対するデータが揃えば計算可能である

¹⁵選挙区ごとに、隣接グラフの全 2 頂点（市区郡）間最短経路をワーシャル・フロイド法で計算し求めた

¹⁶本論では、目的関数値が同じで異なる解の数え方は通常と異なる。目的関数値が異なるものについて、「最適、第 2 最適、第 3 最適、…」と通し順に示し、複数解については、「最適解が 3 個」「第 2 最適解（目的関数値が 2 番目の解）が 2 個」「第 3 最適解（目的関数値が 3 番目の解）が 4 個」と数えている。これは、複数解の存在よりも、「一票の格差順で何番目かを明確にすること」を優先したためである

¹⁷元データは 2040 年までの推計値だが、20 年以上先の市区町村毎人口動態データは精度が危ぶまれる点と、前節で述べたとおり選挙区割の場合は 10 年程度を目安にすれば充分と思われるため、2025 年までとした

¹⁸2010 年国勢調査速報値で、分割されている市区郡の人口を比例案分した推定値で計算した結果の格差。よって、同調査人口確定値の場合の格差 1.733 倍（表 1～3）とは異なる数値になっている

241 の最適順の解と現行区割の 242 個の選挙区割のうち、人口頑健なのは第 2, 第 4, 第 41 および第 65 最適解など、結合度が高いのは第 12, 第 21 および第 70 最適解など、コンパクトなのは第 2, 第 3, および第 24 最適解など、標準偏差がよいのは最適解 3 つなどとなっている。最適解 (1.0162 倍) ~ 第 74 最適解 (1.0352 倍) の 242 個でもほぼ格差 1 倍で、各指標がよい区割候補が数多くあるため、当該県は早急な改善が望まれる。

表 7 は山梨県の例である。2 選挙区をつくる山梨県は、第 180 最適解でも格差が 1.0398 倍であるのに対し、現行区割は 1.6060 倍で県内格差がかなり大きい。第 180 最適解以降、現行区割までの解を全列挙すると ([14, 16])、現行区割は第 1,849 最適解に一致し、現行区割よりも格差の良い解は 1,848 個もある。第 432 最適解が 1.1003 倍で、1.1 倍未満の解は 431 個ある。

180 の最適順の解と現行区割の 181 個の選挙区割のうち、人口頑健なのは第 2, 第 7, 第 24 最適解などである。山梨県は人口変動による一票の格差の変動幅が大きいのが特徴だが、10 年間にわたって比較的安定しているのは第 15, 第 24 最適解である。結合度が高いのは第 4 と第 23 最適解などと現行区割、コンパクトなのは第 40, 第 48, 第 83, および第 127 最適解などと現行区割である。標準偏差はほぼ格差順となっている。現行区割との乖離度が良いのは第 91 と第 140 最適解などで、格差最小の上位 10 解は現状とはかなり異なる区割だとわかる。現行区割は、一票の最大格差は非常に大きい、現状における緊密性・コンパクト性は非常に高いといえ、地域に根差した選挙区割が作られているといえそうではある¹⁹。

表 8 は京都府の例である。6 選挙区をつくる京都府は、一票の府内最大格差 (1.8135 倍) が全国で最も悪い都道府県である。第 103 最適解 (第 103 最適解までの解数は 203) の格差でも 1.1776 倍なため、現行の県内格差の悪さが際立つ。203 の最適順の解と現行区割の 204 個の選挙区割のうち、人口頑健なのは第 2, 第 5 および第 30 最適解など、結合度が高いのは第 93, 第 99 最適解などと現行区割、コンパクトなのは第 46, 第 61, 第 65 最適解および現行区割で、標準偏差がよいのは第 3, 第 4 最適解などである。現行区割との乖離度の点では第 51, 第 69 および第 90 最適解などが良く、格差の小さい区割では現状と異なるものが多い。現行区割は格差の点では全国で最悪の評価となるが、新密度平均およびコンパクト性では 203 の中で最も良く、地域の実情が反映されているような区割がつけられているようである²⁰。

表 9 は徳島県の例である。39 の最適順の解と現行区割 (第 40 最適解に一致) の 40 個の選挙区割のうち、人口頑健なのは第 3, 第 4 および第 5 最適解など、結合度が高いのは第 2, 第 30 最適解などで、コンパクトなのは第 17, 第 39 最適解などである。標準偏差はほぼ格差順となっている。現行区割との乖離度の点では第 19, 第 32 最適解などが良く、この 2 つは乖離度 0.176 と小さく、ほぼ現行と同じ区割といえる (実際、異なるのはそれぞれ 1 郡のみである)。徳島県の現行区割はすべての面で劣っており、なぜこの区割を使っているのか妥当性を問われる。早急な改善が強く望まれる。

表 10 は宮崎県の例であり、現行区割は第 8 最適解と同じである。第 15 最適解までの 15 個の解と現行区割のうち²¹、人口頑健なのは第 2, 第 4 最適解など、結合度が高いのは最適解と現行区割などで、コンパクトなのは最適解と第 3 最適解などである。標準偏差はほぼ格差順となっている。現行区割との乖離度の点では最適解と第 4 最適解などが良い。宮崎県の現

¹⁹ 第 180 最適解から現行区割までの膨大な選挙区割候補の中に、より結合度・コンパクトな良い解が存在する可能性はある

²⁰ 第 203 最適解から現行区割までの膨大な選挙区割候補の中に、より結合度・コンパクトな良い解が存在する可能性はある

²¹ 表中は 16 行あるが、第 8 最適解と現行区割が同じであることに注意されたい

行区割は第 8 最適解 (1.2155 倍) で、格差の点で最適解 (1.1305 倍) と比較しても見劣りするわけではないが、その他の指標を総合的に考えても、最適解そのものを用いた方が良いと判断できる。さらに、最適解は現行との乖離度が最も小さい点でも変更に対する抵抗は少ないと思える²²。

²²表中、乖離度 1 位は第 8 最適解となっているが、第 8 最適解は現行区割であることに注意せよ

表 5: 05 秋田県 (3 選挙区) 最適解 ~ 第 27 最適解 (解数 28) と現行区劃 (第 28 最適解に一致)

解/格差	人口頑健性			結合度			コンバクト			標偏		乖離			列挙解中の順位			標偏		乖離	
	2010 ratio	2020 ratio	2025 ratio	1	2	3	ave	1	2	3	ave	std	ave	15	20	25	mm	ave	std	ave	std
1	1.1353	1.1453	1.1555	1.1684	0.94	0.93	0.86	0.91	1	3	6	3.33	21,075	0.277	3	3	16	13	8	1	9
2	1.1444	1.1541	1.1639	1.1766	0.94	0.93	0.86	0.91	1	3	6	3.33	21,375	0.346	4	4	18	17	8	2	17
3	1.1476	1.1572	1.1669	1.1793	0.94	0.93	0.87	0.91	1	3	5	3.00	21,537	0.143	3	5	12	15	3	3	1
4	1.1569	1.1661	1.1755	1.1876	0.93	0.93	0.87	0.91	2	3	6	3.67	22,141	0.238	5	6	14	19	18	4	7
5	1.1643	1.1782	1.1922	1.2089	0.95	0.93	0.89	0.92	1	3	5	3.00	22,749	0.277	8	8	8	5	3	5	9
6	1.1711	1.1782	1.1859	1.1963	0.94	0.93	0.83	0.90	1	3	7	3.67	23,408	0.277	7	7	28	25	18	6	9
7	1.1738	1.1875	1.2011	1.2187	0.94	0.93	0.89	0.92	2	3	5	3.33	23,700	0.346	10	10	9	7	8	7	17
8	1.1808	1.1875	1.1947	1.2048	0.94	0.93	0.84	0.90	1	3	7	3.67	24,480	0.346	9	8	26	22	18	8	17
9	1.2010	1.1635	1.1305	1.1015	0.94	0.93	0.86	0.91	1	3	6	3.33	27,113	0.277	4	1	20	16	8	9	9
10	1.2112	1.1726	1.1386	1.1087	0.95	0.93	0.86	0.91	0	3	5	2.67	28,584	0.143	6	2	17	12	1	10	3
11	1.2417	1.2521	1.2839	1.3254	0.93	0.93	0.87	0.91	2	3	6	3.67	33,322	0.238	11	13	10	14	18	11	8
12	1.2526	1.2626	1.3021	1.3431	0.93	0.93	0.87	0.91	2	3	6	3.67	35,092	0.316	14	14	11	18	18	12	13
13	1.2612	1.2873	1.3375	1.3888	0.95	0.93	0.91	0.93	1	3	5	3.00	36,496	0.346	16	16	2	1	3	13	17
14	1.2692	1.2873	1.3241	1.3617	0.93	0.93	0.83	0.90	2	3	7	4.00	37,812	0.346	15	15	29	28	25	14	17
15	1.2724	1.3068	1.3565	1.4074	0.95	0.93	0.91	0.93	2	3	5	3.33	38,352	0.398	19	22	3	2	8	15	23
16	1.2765	1.3138	1.3633	1.4137	0.94	0.93	0.90	0.92	2	3	5	3.33	39,017	0.238	22	24	4	4	8	16	4
17	1.2766	1.3064	1.3491	1.3932	0.93	0.93	0.85	0.90	2	3	5	3.33	39,042	0.238	17	19	21	21	8	17	4
18	1.2806	1.3068	1.3429	1.3800	0.94	0.93	0.84	0.90	2	3	7	4.00	39,696	0.398	18	18	17	24	25	18	23
19	1.2846	1.3137	1.3496	1.3861	0.93	0.93	0.84	0.90	1	3	6	3.33	40,371	0.238	21	20	24	27	8	19	4
20	1.2880	1.3301	1.3768	1.4237	0.94	0.93	0.91	0.93	2	3	4	3.00	40,925	0.346	26	28	1	3	3	20	17
20	1.2880	1.3337	1.3828	1.4327	0.93	0.93	0.90	0.92	2	3	5	3.33	40,925	0.316	29	29	5	6	8	20	13
21	1.2881	1.3261	1.3683	1.4119	0.93	0.93	0.85	0.90	3	3	6	4.00	40,951	0.316	24	26	22	23	25	22	13
22	1.2917	1.2530	1.2619	1.2734	0.94	0.94	0.87	0.92	1	3	6	3.33	42,221	0.143	12	12	14	9	8	27	2
23	1.2935	1.3204	1.3525	1.3812	0.94	0.91	0.90	0.91	2	3	4	3.00	41,443	0.450	23	21	6	10	3	23	25
24	1.2950	1.3289	1.3605	1.3888	0.93	0.91	0.90	0.91	3	3	5	3.67	41,453	0.496	25	23	7	11	18	24	27
25	1.2977	1.3337	1.3688	1.4047	0.93	0.93	0.84	0.90	2	3	6	3.67	42,303	0.316	28	27	24	26	18	28	13
26	1.2993	1.3103	1.3383	1.3633	0.94	0.91	0.84	0.90	2	3	8	4.33	41,500	0.496	20	17	25	29	29	25	27
27	1.2994	1.3332	1.3645	1.3927	0.94	0.91	0.86	0.90	2	3	7	4.00	41,502	0.450	27	25	19	20	25	26	26
現	1.3027	1.2599	1.2527	1.2645	0.95	0.94	0.87	0.92	0	3	5	2.67	42,548	0.000	13	11	12	8	1	29	-

表 6: 08 茨城県 (7 選挙区) 最適解 (74 最適解 (解数 241) と現行区割

解/格差	人口頑健性			結合度							コンパクト							標準					列挙解中の順位					標偏
	2010 ratio	2015 ratio	2020 ratio	2025 ratio	1	2	3	4	5	6	7	ave	1	2	3	4	5	6	7	ave	std	15	20	25	mm	ave	con	
1	1.0162	1.0663	1.1099	1.1605	0.78	0.75	0.69	0.64	0.59	0.57	0.41	0.63	1	3	3	4	5	5	6	3.86	2,335	172	152	144	234	182	194	1
1	1.0162	1.0600	1.1010	1.1504	0.78	0.75	0.66	0.63	0.61	0.58	0.49	0.64	1	3	3	3	5	6	6	3.86	2,742	103	101	103	94	108	194	5
1	1.0162	1.0663	1.1105	1.1634	0.78	0.75	0.70	0.69	0.58	0.57	0.41	0.64	1	3	3	4	5	5	6	3.71	2,371	172	165	156	234	114	155	2
1	1.0162	1.0600	1.1003	1.1475	0.78	0.75	0.64	0.63	0.59	0.49	0.49	0.63	1	3	3	3	4	5	6	4.00	2,433	103	93	85	94	233	224	3
1	1.0162	1.0600	1.1010	1.1504	0.78	0.75	0.70	0.63	0.58	0.49	0.49	0.63	1	3	3	4	5	5	6	3.86	2,468	103	101	103	94	205	194	4
2	1.0219	1.0415	1.0930	1.1509	0.77	0.73	0.68	0.66	0.65	0.61	0.44	0.65	2	2	3	3	4	4	3.00	4,099	20	37	108	184	33	2	41	
2	1.0219	1.0516	1.1103	1.1746	0.77	0.73	0.68	0.66	0.65	0.59	0.46	0.65	2	2	3	3	4	7	3.57	4,100	39	155	180	146	21	110	42	
2	1.0219	1.0567	1.1032	1.1491	0.77	0.73	0.68	0.63	0.61	0.59	0.54	0.65	2	2	3	3	4	5	3.29	3,994	49	112	91	15	34	34	30	
3	1.0219	1.0275	1.0670	1.1126	0.77	0.73	0.68	0.67	0.66	0.62	0.44	0.65	2	2	3	3	3	4	2.86	4,187	5	1	1	184	6	1	48	
4	1.0224	1.0494	1.0930	1.1509	0.77	0.73	0.68	0.65	0.61	0.60	0.44	0.64	2	2	3	3	4	5	3.29	4,115	35	37	108	178	105	34	43	
5	1.0224	1.0352	1.0670	1.1126	0.77	0.73	0.68	0.67	0.62	0.60	0.44	0.65	2	2	3	3	4	5	3.14	4,203	10	1	1	178	73	10	49	
6	1.0228	1.0592	1.0954	1.1327	0.78	0.75	0.69	0.64	0.60	0.58	0.49	0.65	1	3	3	4	4	5	3.29	3,839	66	54	29	62	55	34	25	
7	1.0236	1.0592	1.0954	1.1327	0.78	0.75	0.71	0.64	0.60	0.60	0.49	0.65	1	3	3	4	4	5	3.57	3,861	66	54	29	62	11	110	27	
8	1.0236	1.0585	1.1103	1.1746	0.77	0.73	0.68	0.64	0.62	0.59	0.42	0.64	2	2	3	3	4	7	3.43	4,026	62	155	180	225	154	65	31	
9	1.0243	1.0620	1.1045	1.1482	0.77	0.73	0.68	0.63	0.61	0.49	0.49	0.63	2	3	3	4	5	5	3.86	3,407	122	115	88	94	220	194	11	
9	1.0243	1.0683	1.1141	1.1612	0.77	0.73	0.69	0.68	0.61	0.57	0.41	0.64	2	3	3	4	4	5	3.71	3,337	200	178	148	234	129	155	9	
9	1.0243	1.0687	1.1244	1.1811	0.77	0.73	0.68	0.61	0.61	0.61	0.49	0.64	2	2	3	3	4	5	3.43	4,083	203	222	209	52	89	65	39	
10	1.0243	1.0700	1.1276	1.1858	0.77	0.73	0.68	0.62	0.61	0.59	0.49	0.64	2	2	3	3	4	5	3.43	4,282	208	225	224	52	92	65	56	
10	1.0243	1.0640	1.1117	1.1602	0.77	0.73	0.71	0.68	0.62	0.61	0.44	0.65	2	2	3	3	4	5	3.14	4,278	143	166	141	184	12	10	52	
11	1.0247	1.0680	1.1234	1.1814	0.78	0.75	0.66	0.61	0.59	0.50	0.50	0.64	1	2	3	4	5	6	3.86	3,332	189	209	213	43	136	194	8	
11	1.0247	1.0667	1.1202	1.1767	0.78	0.75	0.66	0.61	0.61	0.59	0.50	0.64	1	2	3	4	5	6	3.86	3,251	174	194	198	27	113	194	6	
12	1.0249	1.0667	1.1209	1.1834	0.78	0.75	0.70	0.61	0.61	0.58	0.49	0.65	1	2	3	3	4	5	3.43	3,340	174	202	221	52	75	65	10	
12	1.0249	1.0592	1.0961	1.1444	0.78	0.75	0.61	0.61	0.58	0.58	0.58	0.64	1	2	3	3	4	6	3.57	3,702	66	86	80	4	123	110	19	
12	1.0249	1.0667	1.1209	1.1834	0.78	0.75	0.66	0.61	0.61	0.61	0.58	0.65	1	2	3	3	3	6	3.43	3,547	174	202	221	1	2	65	12	
12	1.0249	1.0667	1.1202	1.1803	0.78	0.75	0.66	0.61	0.61	0.59	0.49	0.64	1	2	3	3	5	5	3.57	3,314	174	194	208	52	134	110	7	
21	1.0263	1.0680	1.1125	1.1654	0.78	0.75	0.62	0.60	0.59	0.58	0.58	0.64	1	3	3	3	4	6	3.71	4,079	187	169	159	1	98	155	38	
21	1.0263	1.0680	1.1240	1.1881	0.78	0.75	0.66	0.62	0.61	0.59	0.58	0.65	1	2	3	3	3	6	3.43	3,775	189	220	229	1	4	65	22	
24	1.0266	1.0424	1.0827	1.1262	0.78	0.77	0.67	0.66	0.62	0.61	0.44	0.65	1	2	3	3	3	6	3.00	4,555	21	14	13	184	41	2	114	
28	1.0279	1.0447	1.0679	1.1175	0.77	0.73	0.68	0.61	0.60	0.60	0.44	0.63	2	3	4	4	4	5	3.71	4,826	26	6	6	195	200	155	163	
29	1.0280	1.0723	1.1237	1.1759	0.78	0.75	0.71	0.61	0.61	0.60	0.54	0.65	1	2	3	3	4	5	3.43	4,531	216	218	196	15	3	65	110	
30	1.0280	1.0575	1.0899	1.1390	0.78	0.77	0.69	0.64	0.60	0.52	0.49	0.64	1	3	3	3	4	4	3.00	4,401	50	33	63	62	115	2	73	
30	1.0280	1.0604	1.1007	1.1492	0.78	0.77	0.71	0.64	0.63	0.49	0.47	0.64	1	2	3	3	4	4	3.00	4,046	106	95	95	145	117	2	33	
35	1.0288	1.0862	1.1471	1.2082	0.78	0.75	0.66	0.64	0.63	0.57	0.55	0.65	1	2	3	3	3	4	3.00	4,399	234	238	238	6	7	2	72	
38	1.0290	1.0604	1.1007	1.1492	0.78	0.77	0.71	0.65	0.64	0.52	0.49	0.65	1	2	3	3	4	4	3.00	4,768	106	95	95	62	8	2	148	
41	1.0292	1.0635	1.0953	1.1361	0.77	0.72	0.66	0.64	0.60	0.59	0.44	0.63	2	2	3	3	4	5	3.29	4,995	135	46	48	195	216	34	182	
46	1.0302	1.0620	1.1075	1.1558	0.78	0.75	0.71	0.65	0.61	0.50	0.44	0.63	1	2	3	4	5	6	4.00	4,795	125	136	125	175	191	224	156	
59	1.0316	1.0616	1.0960	1.1392	0.78	0.77	0.64	0.63	0.59	0.52	0.44	0.62	1	3	3	3	4	4	3.29	5,108	117	84	67	208	237	34	192	
60	1.0317	1.0759	1.1219	1.1802	0.77	0.72	0.64	0.63	0.59	0.57	0.55	0.64	2	2	3	3	3	4	3.00	5,265	220	204	205	6	140	2	203	
65	1.0339	1.0531	1.1072	1.1699	0.77	0.73	0.66	0.61	0.61	0.60	0.50	0.64	2	2	3	3	4	5	3.57	4,765	44	128	162	27	122	110	147	
70	1.0346	1.0944	1.1465	1.1980	0.78	0.75	0.65	0.62	0.61	0.61	0.54	0.65	1	2	3	3	3	6	3.00	5,349	238	234	234	20	16	2	212	
現	1.8717				0.78	0.75	0.71	0.61	0.61	0.60	0.54	0.66	1	2	3	3	4	4	3.29	5,857	238	234	234	20	1	34	238	

表 7: 19 山梨県 (2 選挙区) 最適解 ~ 第 180 最適解 (解数 180) と現行区割

解	解/格差			人口頑健性			結合度			コンパクト			標偏			乖離			列挙解中の順位			乖離		
	ratio	2015	2020	ratio	2015	2020	1	2	ave	1	2	ave	std	ave	mm	ave	ave	ave	ave	ave	std	ave	std	ave
1	1.0002	1.0032	1.0053	1.0065	0.71	0.70	0.70	5	5	5.0	52	0.696	7	17	23	24	96	52	1	103				
2	1.0004	1.0012	1.0016	1.0050	0.77	0.68	0.72	4	6	5.0	94	0.625	3	1	20	56	60	52	2	35				
3	1.0005	1.0050	1.0064	1.0068	0.77	0.63	0.70	4	7	5.5	106	0.690	15	21	25	136	89	107	3	77				
4	1.0008	1.0199	1.0355	1.0498	0.81	0.73	0.77	3	5	4.0	176	0.692	77	126	143	2	2	6	4	96				
5	1.0010	1.0025	1.0077	1.0134	0.77	0.70	0.74	4	5	4.5	206	0.672	6	25	44	18	28	24	5	72				
6	1.0017	1.0107	1.0201	1.0282	0.78	0.73	0.75	3	5	4.0	357	0.692	38	71	90	4	11	6	6	96				
7	1.0022	1.0002	1.0055	1.0112	0.76	0.64	0.70	4	8	6.0	478	0.703	1	18	33	128	101	154	7	134				
8	1.0028	1.0013	1.0033	1.0046	0.74	0.62	0.68	4	7	5.5	613	0.701	4	11	17	155	137	107	8	119				
9	1.0030	1.0040	1.0086	1.0141	0.75	0.65	0.70	4	7	5.5	639	0.690	10	28	45	121	100	107	9	77				
10	1.0038	1.0010	1.0091	1.0178	0.77	0.68	0.73	3	6	4.5	825	0.703	2	31	59	49	56	24	10	134				
11	1.0044	1.0130	1.0218	1.0306	0.77	0.71	0.74	3	5	4.0	953	0.492	44	78	96	10	23	6	11	6				
12	1.0047	1.0052	1.0073	1.0100	0.77	0.69	0.73	4	5	4.5	1,006	0.571	16	22	32	35	36	24	12	14				
13	1.0047	1.0089	1.0095	1.0097	0.78	0.63	0.70	4	8	6.0	1,011	0.703	29	34	31	147	90	154	13	134				
14	1.0053	1.0172	1.0261	1.0337	0.78	0.73	0.75	4	5	4.5	1,143	0.703	60	94	105	5	12	24	14	134				
15	1.0057	1.0039	1.0020	1.0009	0.70	0.68	0.69	5	6	5.5	1,227	0.696	9	3	5	48	116	107	15	103				
16	1.0060	1.0043	1.0098	1.0143	0.79	0.66	0.73	3	7	5.0	1,281	0.690	13	36	46	113	58	52	16	77				
17	1.0060	1.0169	1.0360	1.0537	0.80	0.70	0.75	3	5	4.0	1,288	0.652	58	128	147	25	17	6	17	43				
18	1.0061	1.0039	1.0020	1.0084	0.77	0.69	0.73	5	5	5.0	1,306	0.696	8	6	29	37	43	52	18	103				
19	1.0063	1.0080	1.0059	1.0031	0.79	0.67	0.73	3	6	4.5	1,358	0.703	25	19	14	83	45	24	19	134				
20	1.0072	1.0143	1.0225	1.0312	0.75	0.71	0.73	4	5	4.5	1,539	0.571	50	81	98	14	49	24	20	14				
23	1.0078	1.0264	1.0415	1.0555	0.81	0.73	0.77	4	5	4.5	1,676	0.703	108	142	149	3	3	24	23	134				
24	1.0078	1.0059	1.0030	1.0000	0.73	0.59	0.66	4	7	5.5	1,679	0.630	19	8	1	179	172	107	24	38				
40	1.0115	1.0161	1.0394	1.0615	0.82	0.72	0.77	2	5	3.5	2,463	0.652	56	138	159	7	4	2	40	43				
48	1.0140	1.0070	1.0240	1.0397	0.78	0.71	0.74	2	5	3.5	2,996	0.652	21	87	120	9	18	2	48	43				
81	1.0210	1.0093	1.0019	1.0050	0.79	0.63	0.71	4	9	6.5	4,477	0.690	31	2	19	140	84	171	81	77				
83	1.0213	1.0042	1.0077	1.0182	0.78	0.70	0.74	2	5	3.5	4,545	0.664	12	24	60	23	24	2	83	51				
91	1.0232	1.0363	1.0484	1.0607	0.72	0.63	0.68	4	5	4.5	4,954	0.404	145	152	158	141	143	24	91	1				
107	1.0263	1.0189	1.0097	1.0002	0.71	0.64	0.68	5	6	5.5	5,591	0.714	70	35	2	127	145	107	107	166				
114	1.0274	1.0441	1.0562	1.0669	0.76	0.67	0.72	3	5	4.0	5,840	0.490	164	167	167	76	70	6	114	3				
126	1.0299	1.0164	1.0078	1.0004	0.76	0.67	0.72	3	5	4.0	6,358	0.621	57	26	3	82	74	6	126	21				
127	1.0300	1.0536	1.0721	1.0893	0.81	0.68	0.74	3	4	3.5	6,373	0.490	175	178	178	57	21	2	127	3				
140	1.0317	1.0054	1.0151	1.0348	0.76	0.69	0.72	2	6	4.0	6,728	0.469	18	56	108	39	61	6	140	2				
164	1.0369	1.0194	1.0073	1.0033	0.78	0.67	0.73	3	5	4.0	7,822	0.490	73	23	15	90	59	6	164	3				
180	1.0398	1.0262	1.0118	1.0020	0.71	0.62	0.67	4	6	5.0	8,414	0.630	104	39	9	158	162	52	180	38				
現	1.6060	1.6408	1.6691	1.6976	0.84	0.75	0.79	2	4	3.0	100,313	0.000	181	181	181	1	1	1	181	-				

表 8: 26 京都市 (6 選挙区) 最適解 ~ 第 103 最適解 (解数 203) と現行区割

解	解/格差		人口頑健性			結合度						コンバクト						乖離		標準		列挙解中の順位		乖離						
	ratio	2010	2015	2020	2025	1	2	3	4	5	6	ave	1	2	3	4	5	6	ave	std	ave	std	mm	ave	mm	ave	std	ave	std	
1	1.0815	1.0866	1.0936	1.1367	1.1377	0.85	0.57	0.53	0.47	0.45	0.39	0.54	1	2	3	4	4	5	3.2	14,494	0.575	14,494	150	87	100	4	75	75		
2	1.0881	1.0896	1.0918	1.1305	1.1305	0.85	0.58	0.51	0.47	0.45	0.39	0.54	1	2	3	4	4	5	3.2	14,727	0.575	14,727	150	91	100	6	75	75		
3	1.0900	1.0967	1.1304	1.1757	1.1757	0.85	0.56	0.54	0.46	0.42	0.39	0.54	1	2	3	3	4	5	3.0	14,113	0.573	14,113	120	118	33	2	59	59		
3	1.0900	1.0990	1.1304	1.1757	1.1757	0.85	0.53	0.53	0.46	0.42	0.39	0.53	2	2	3	4	4	5	3.2	14,184	0.616	14,184	120	164	100	3	154	154		
4	1.0992	1.1049	1.1097	1.1507	1.1507	0.85	0.54	0.52	0.45	0.43	0.43	0.54	2	2	2	3	4	5	3.3	13,912	0.519	13,912	47	124	100	1	9	9		
4	1.0992	1.1049	1.1097	1.1507	1.1507	0.85	0.54	0.52	0.45	0.43	0.43	0.54	2	2	3	4	4	5	3.3	15,550	0.521	15,550	25	113	173	12	14	14		
5	1.1013	1.0960	1.0919	1.1212	1.1212	0.85	0.61	0.51	0.50	0.45	0.39	0.55	1	2	2	4	4	5	3.0	14,975	0.579	14,975	150	23	33	9	82	82		
6	1.1031	1.1046	1.1304	1.1757	1.1757	0.85	0.53	0.52	0.45	0.43	0.39	0.53	2	2	3	3	4	5	3.2	14,804	0.562	14,804	120	177	100	8	45	45		
7	1.1035	1.1071	1.1105	1.1510	1.1510	0.85	0.55	0.53	0.45	0.43	0.42	0.54	2	2	2	4	4	5	3.2	14,599	0.572	14,599	47	93	100	5	54	54		
7	1.1035	1.1071	1.1105	1.1510	1.1510	0.85	0.55	0.53	0.45	0.43	0.43	0.54	2	2	3	4	4	5	3.3	16,167	0.573	16,167	11	13	38	15	57	57		
8	1.1036	1.1106	1.1378	1.1802	1.1802	0.85	0.53	0.53	0.46	0.43	0.43	0.54	2	2	2	3	4	5	3.0	16,449	0.616	16,449	16	50	113	17	154	154		
8	1.1036	1.1106	1.1378	1.1802	1.1802	0.85	0.56	0.54	0.46	0.43	0.43	0.55	1	2	2	3	4	5	2.8	16,388	0.573	16,388	16	50	113	17	59	59		
9	1.1043	1.1272	1.1477	1.1757	1.1757	0.85	0.53	0.52	0.46	0.43	0.39	0.53	2	3	3	3	4	5	3.3	17,202	0.562	17,202	34	78	94	21	41	41		
10	1.1047	1.1030	1.1028	1.1385	1.1385	0.85	0.53	0.48	0.47	0.45	0.42	0.53	2	2	2	4	5	3.3	14,741	0.598	14,741	47	144	173	7	113	113			
11	1.1051	1.1101	1.1145	1.1543	1.1543	0.85	0.56	0.54	0.53	0.45	0.39	0.55	1	2	2	4	4	5	3.0	15,051	0.563	15,051	14	19	47	10	48	48		
11	1.1051	1.1101	1.1145	1.1543	1.1543	0.85	0.53	0.53	0.53	0.45	0.39	0.55	2	2	2	4	4	5	3.2	15,117	0.605	15,117	14	19	47	10	134	134		
12	1.1099	1.1063	1.1036	1.1366	1.1366	0.85	0.61	0.52	0.47	0.45	0.39	0.55	1	2	3	4	4	5	3.2	16,504	0.601	16,504	10	7	12	100	18	125		
13	1.1125	1.1159	1.1209	1.1606	1.1606	0.85	0.56	0.54	0.48	0.45	0.42	0.55	1	2	2	3	4	5	2.8	15,749	0.573	15,749	23	26	56	47	5	13		
13	1.1125	1.1159	1.1209	1.1606	1.1606	0.85	0.53	0.53	0.48	0.45	0.42	0.55	2	2	2	3	4	5	3.0	15,812	0.616	15,812	23	26	56	47	14	157		
14	1.1159	1.1139	1.1127	1.1463	1.1463	0.85	0.53	0.52	0.45	0.43	0.43	0.54	2	3	3	4	4	5	3.5	18,211	0.562	18,211	17	33	4	92	202	29	43	
15	1.1169	1.1149	1.1378	1.1802	1.1802	0.85	0.53	0.52	0.47	0.43	0.43	0.54	2	2	2	3	4	5	3.0	16,911	0.562	16,911	22	50	113	14	95	33	19	45
16	1.1176	1.1122	1.1085	1.1411	1.1411	0.85	0.55	0.52	0.45	0.43	0.43	0.54	2	2	3	4	4	5	3.3	18,460	0.521	18,460	19	9	23	25	97	173	31	14
16	1.1176	1.1122	1.1085	1.1411	1.1411	0.85	0.55	0.52	0.45	0.43	0.43	0.54	2	2	3	4	4	5	3.2	17,103	0.519	17,103	19	9	23	25	97	173	31	14
17	1.1243	1.1083	1.1044	1.1367	1.1367	0.85	0.57	0.53	0.47	0.42	0.37	0.53	1	2	3	4	4	5	3.2	19,113	0.575	19,113	13	8	14	186	155	100	45	75
17	1.1243	1.1113	1.1027	1.1305	1.1305	0.85	0.58	0.51	0.47	0.42	0.37	0.53	1	2	3	4	4	5	3.2	19,290	0.575	19,290	18	4	3	186	156	100	50	75
26	1.1322	1.1478	1.1615	1.1858	1.1858	0.85	0.61	0.49	0.47	0.45	0.44	0.55	1	2	2	4	5	6	3.3	22,300	0.608	22,300	87	131	143	3	17	173	114	144
30	1.1343	1.1179	1.1027	1.1212	1.1212	0.85	0.61	0.51	0.50	0.42	0.37	0.54	1	2	2	4	4	5	3.0	19,481	0.579	19,481	25	5	1	186	68	33	52	82
31	1.1362	1.1216	1.1107	1.1305	1.1305	0.85	0.55	0.51	0.50	0.42	0.37	0.53	1	2	3	4	4	5	3.2	23,888	0.537	23,888	26	15	3	186	151	100	143	22
31	1.1362	1.1216	1.1107	1.1305	1.1305	0.85	0.55	0.51	0.50	0.45	0.39	0.54	1	2	3	4	4	5	3.2	20,381	0.537	20,381	26	15	3	150	77	100	66	22
46	1.1442	1.1441	1.1444	1.1802	1.1802	0.85	0.56	0.54	0.46	0.43	0.43	0.55	1	2	2	3	3	5	2.7	18,904	0.558	18,904	69	66	113	38	43	2	40	37
51	1.1455	1.1463	1.1499	1.1757	1.1757	0.85	0.55	0.54	0.43	0.41	0.39	0.53	2	2	3	3	3	5	3.0	19,055	0.477	19,055	72	92	94	120	187	33	44	1
53	1.1464	1.1472	1.1484	1.1885	1.1885	0.85	0.68	0.58	0.47	0.45	0.39	0.57	1	1	2	4	4	5	2.8	22,131	0.601	22,131	79	80	145	2	5	111	125	119
61	1.1519	1.1584	1.1658	1.1802	1.1802	0.85	0.52	0.50	0.50	0.45	0.43	0.54	2	2	2	2	3	5	2.7	25,860	0.600	25,860	127	136	113	5	65	2	175	119
65	1.1565	1.1583	1.1591	1.1613	1.1613	0.85	0.56	0.54	0.48	0.45	0.41	0.55	1	2	2	3	3	5	2.7	21,331	0.609	21,331	124	125	62	68	30	2	98	146
69	1.1598	1.1570	1.1645	1.1802	1.1802	0.85	0.55	0.54	0.45	0.43	0.43	0.54	2	2	2	3	3	5	2.8	26,217	0.477	26,217	120	134	113	45	81	5	184	146
90	1.1716	1.1548	1.1569	1.1757	1.1757	0.85	0.55	0.54	0.44	0.43	0.39	0.53	2	2	3	3	3	5	3.0	26,393	0.477	26,393	116	113	94	120	160	33	186	146
92	1.1728	1.1908	1.2044	1.2299	1.2299	0.85	0.63	0.61	0.47	0.45	0.39	0.57	1	2	2	4	4	5	3.0	25,260	0.586	25,260	150	150	196	150	150	33	169	89
93	1.1741	1.1898	1.1991	1.2113	1.2113	0.85	0.59	0.53	0.46	0.45	0.45	0.56	2	2	3	3	4	5	3.2	25,760	0.584	25,760	189	188	178	1	7	100	172	86
99	1.1769	1.1799	1.1845	1.1966	1.1966	0.85	0.52	0.50	0.48	0.45	0.45	0.54	2	2	3	4	4	5	3.3	28,493	0.607	28,493	177	175	172	1	60	173	199	138
103	1.1776	1.1818	1.1930	1.2117	1.2117	0.85	0.58	0.53	0.43	0.43	0.38	0.53	2	2	3	3	4	5	3.2	26,583	0.577	26,583	182	182	184	176	146	100	188	80
103	1.1776	1.1801	1.1848	1.2117	1.2117	0.85	0.58	0.53	0.43	0.42	0.38	0.53	2	2	3	3	4	5	3.2	22,400	0.577	22,400	181	181	184	176	154	100	188	80
現	1.8135	1.9109	1.9952	2.0731	2.0731	0.94	0.60	0.53	0.53	0.47	0.43	0.58	1	2	3	3	3	2.5	88,077	0.000	88,077	204	204	204	24	1	1	204	-	

表 9: 36 徳島県 (2 選挙区) 最適解 ~ 第 39 最適解 (解数 39) と現行区劃 (第 40 最適解に一致)

解/格差	人口頑健性			結合度		コンパクト			標偏		乖離		列挙解中の順位			標偏		乖離		
	2010 ratio	2015 ratio	2020 ratio	2025 ratio	1	2	ave	1	2	ave	std	ave	std	2015	2020	2025	mm	ave	std	ave
1	1.0067	1.0134	1.0323	1.0496	0.89	0.74	0.81	2	5	3.5	1,308	0.425	3	7	7	25	17	3	1	9
2	1.0069	1.0092	1.0228	1.0346	0.85	0.82	0.84	3	5	4.0	1,361	0.530	2	5	5	1	6	12	2	23
3	1.0200	1.0007	1.0199	1.0376	0.89	0.74	0.81	2	5	3.5	3,899	0.502	1	4	6	24	14	3	3	18
4	1.0461	1.0234	1.0027	1.0159	0.90	0.74	0.82	3	5	4.0	8,858	0.502	4	1	4	21	11	12	4	18
5	1.0464	1.0275	1.0120	1.0013	0.86	0.82	0.84	3	5	4.0	8,911	0.590	5	2	1	3	5	12	5	28
6	1.0600	1.0363	1.0148	1.0042	0.90	0.74	0.82	2	5	3.5	11,449	0.550	6	3	2	19	9	3	6	26
7	1.0603	1.0406	1.0243	1.0103	0.87	0.82	0.84	3	6	4.5	11,502	0.624	7	6	3	2	4	30	7	32
8	1.0608	1.0771	1.0928	1.1066	0.90	0.73	0.81	3	5	4.0	11,594	0.502	8	8	8	30	16	12	8	18
9	1.0749	1.0908	1.1061	1.1195	0.90	0.73	0.81	4	5	4.5	14,185	0.425	9	9	9	31	19	30	9	9
10	1.1024	1.1171	1.1312	1.1435	0.89	0.72	0.81	3	5	4.0	19,144	0.425	10	10	10	35	26	12	10	9
11	1.1104	1.1359	1.1592	1.1808	0.86	0.76	0.81	3	6	4.5	20,559	0.502	13	14	14	15	20	30	11	18
12	1.1124	1.1248	1.1370	1.1474	0.89	0.72	0.81	3	5	4.0	20,916	0.425	11	11	11	37	22	12	12	9
13	1.1171	1.1313	1.1450	1.1568	0.88	0.72	0.80	3	5	4.0	21,735	0.317	12	12	12	36	28	12	13	3
14	1.1252	1.1503	1.1733	1.1946	0.86	0.76	0.81	3	5	4.0	23,150	0.425	15	15	17	16	21	12	14	9
15	1.1273	1.1392	1.1509	1.1608	0.89	0.72	0.81	4	5	4.5	23,507	0.317	14	13	13	38	25	30	15	3
16	1.1562	1.1667	1.1771	1.1857	0.88	0.72	0.80	3	5	4.0	28,466	0.317	16	16	15	39	32	12	16	3
17	1.1677	1.2174	1.2634	1.3080	0.81	0.77	0.79	2	4	3.0	30,406	0.646	19	24	28	13	36	1	17	35
18	1.1695	1.1932	1.2148	1.2346	0.85	0.75	0.80	2	5	3.5	30,700	0.317	18	19	21	17	30	3	18	3
19	1.1716	1.1816	1.1915	1.1996	0.88	0.72	0.80	3	5	4.0	31,057	0.176	17	17	18	40	33	12	19	1
20	1.1833	1.2330	1.2789	1.3234	0.81	0.77	0.79	3	4	3.5	32,997	0.673	21	27	31	14	38	3	20	36
21	1.2138	1.2630	1.3084	1.3523	0.81	0.78	0.79	3	4	3.5	37,956	0.673	23	31	35	10	34	3	21	36
22	1.2301	1.2792	1.3246	1.3684	0.81	0.78	0.79	3	4	3.5	40,547	0.676	27	33	37	11	37	3	22	39
23	1.2393	1.2182	1.2014	1.1868	0.91	0.80	0.85	2	6	4.0	41,991	0.590	20	18	16	4	3	12	23	28
24	1.2496	1.2691	1.2868	1.3026	0.86	0.74	0.80	4	6	5.0	43,601	0.425	26	29	27	18	29	37	24	9
25	1.2612	1.2384	1.2191	1.2026	0.86	0.79	0.82	2	5	3.5	45,395	0.425	22	20	19	7	10	3	25	15
26	1.2664	1.2854	1.3027	1.3179	0.86	0.74	0.80	4	5	4.5	46,192	0.317	31	30	30	20	31	30	26	3
27	1.2678	1.2683	1.2708	1.2720	0.90	0.73	0.81	4	5	4.5	46,399	0.530	25	25	25	28	15	30	27	23
28	1.2849	1.2846	1.2864	1.2869	0.90	0.73	0.81	5	5	5.0	48,990	0.442	29	28	26	29	18	37	28	16
29	1.2885	1.2639	1.2440	1.2266	0.92	0.79	0.85	2	6	4.0	49,541	0.624	24	21	20	6	2	12	29	32
30	1.3059	1.2801	1.2593	1.2410	0.92	0.79	0.86	2	6	4.0	52,132	0.632	28	22	22	5	1	12	30	34
31	1.3114	1.2849	1.2624	1.2429	0.87	0.79	0.83	2	5	3.5	52,945	0.502	30	23	23	9	8	3	31	18
32	1.3169	1.3339	1.3493	1.3627	0.85	0.74	0.79	3	5	4.0	53,742	0.176	36	37	36	26	35	12	32	1
39	1.3777	1.4375	1.4920	1.5453	0.78	0.77	0.78	2	4	3.0	62,413	0.673	40	40	40	12	40	1	39	36
現	1.3824	1.3943	1.4052	1.4140	0.84	0.73	0.79	3	5	4.0	63,064	0.000	39	39	39	27	39	12	40	-

表 10: 45 宮崎県 (3 選挙区) 最適解 ~ 第 15 最適解 (解数 15) と現行区割 (第 8 最適解に一致)

解/格差	人口頑健性			結合度			コンバクト			標偏		乖離		列挙解中の順位			コン		標偏		乖離	
	2010 ratio	2020 ratio	2025 ratio	1	2	3	ave	1	2	3	ave	std	ave	mm	ave	mm	ave	std	ave	std	ave	std
1	1.1305	1.1772	1.2180	0.93	0.90	0.89	0.91	0	2	3	1.7	18,939	0.187	1	8	1	1	1	1	2	1	2
2	1.1317	1.1754	1.2127	0.93	0.93	0.86	0.91	0	3	3	2.0	19,114	0.357	13	7	2	3	2	2	9	2	9
3	1.1345	1.1811	1.2218	0.93	0.90	0.89	0.91	0	2	3	1.7	19,536	0.359	4	9	3	1	3	3	10	3	10
4	1.1357	1.1793	1.2165	0.93	0.93	0.86	0.91	0	3	3	2.0	19,722	0.187	11	6	4	3	4	4	3	4	3
5	1.2006	1.2499	1.2931	0.90	0.89	0.87	0.89	1	2	3	2.0	33,093	0.295	10	14	3	3	5	5	6	6	6
6	1.2048	1.2540	1.2972	0.90	0.89	0.87	0.89	1	2	3	2.0	33,129	0.453	9	15	3	3	6	6	12	6	12
7	1.2142	1.2606	1.3010	0.95	0.93	0.89	0.92	1	2	3	2.0	35,432	0.188	4	3	3	3	7	7	4	7	4
8	1.2155	1.2587	1.2969	0.95	0.93	0.89	0.92	1	2	3	2.0	35,436	0.000	1	1	3	3	8	8	1	8	1
9	1.2190	1.2639	1.3041	0.95	0.93	0.89	0.92	2	2	3	2.3	36,308	0.188	4	4	4	4	10	10	5	10	5
10	1.2383	1.2834	1.3229	0.93	0.93	0.86	0.91	1	3	3	2.3	38,623	0.295	15	5	11	11	11	11	7	11	7
11	1.2854	1.2951	1.3386	0.93	0.89	0.88	0.90	0	2	4	2.0	40,552	0.359	8	11	3	14	14	14	11	14	11
12	1.2925	1.3456	1.3915	0.91	0.90	0.86	0.89	1	3	3	2.3	39,326	0.464	13	13	12	12	12	12	14	12	14
13	1.2942	1.2998	1.3432	0.93	0.89	0.88	0.90	0	2	4	2.0	41,490	0.491	7	10	3	15	13	13	15	15	15
14	1.2974	1.3504	1.3962	0.91	0.90	0.86	0.89	1	3	3	2.3	39,882	0.313	11	12	12	13	15	15	8	13	8
15	1.3224	1.3751	1.4211	0.90	0.89	0.85	0.88	1	2	4	2.3	42,911	0.453	16	16	16	16	16	16	13	16	13
現	1.2155	1.2587	1.2969	0.95	0.93	0.89	0.92	1	2	3	2.0	35,436	0.000	1	1	3	8	7	6	-	8	-

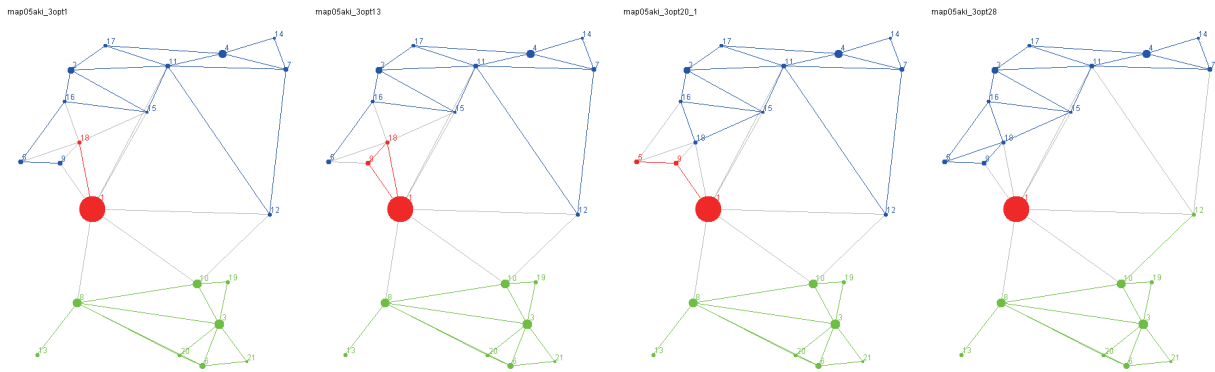


図 5: 秋田県 (3 選挙区): 最適, 第 13 最適, 第 20 最適, 現行区割=第 28 最適

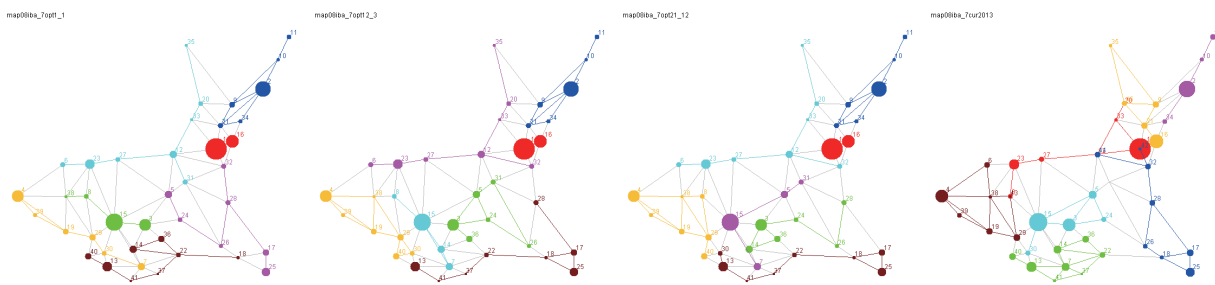


図 6: 茨城県 (7 選挙区): 最適, 第 12 最適, 第 21 最適, 現行区割

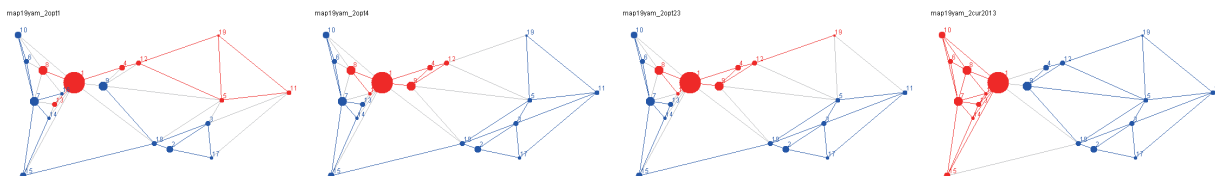


図 7: 山梨県 (2 選挙区): 最適, 第 4 最適, 第 23 最適, 現行区割

本研究では、結合度・乖離度を定義し、区割の特徴量として提案している。結合度は、県によって特徴的な量であり、地方といえる県では1に近い高めの値となり、都会の都道府県ほど低めに出る傾向がある。これは、通勤・通学という人の移動データを用いているため、地方のほうが相対的に土地の面積が大きく、近い市区郡どうしで勤務・通学しており、公共交通機関の発達した都会では、移動が相対的に簡易で遠くの市区郡まで移動していることによるとと思われる。ここでは、同一都道府県内での比較となるため、これらは問題とはならない。ただ、合区等、複数の都道府県をあわせて考える場合、特に、あまりに結合度の値が違いすぎる都道府県を合区する場合には、詳細な検証が必要となるだろう。乖離度は現行との違いをよく表しており、区割画定作業の際に、現行区割との違いがあまりないかどうかの指標として使える。

前節でみたとおり、現行区割は、都道府県内の一票の格差がかなり大きいところが多く問題であるが、各種指標で考えた場合、特に現状の結合度・コンパクト性を見た場合に、地域

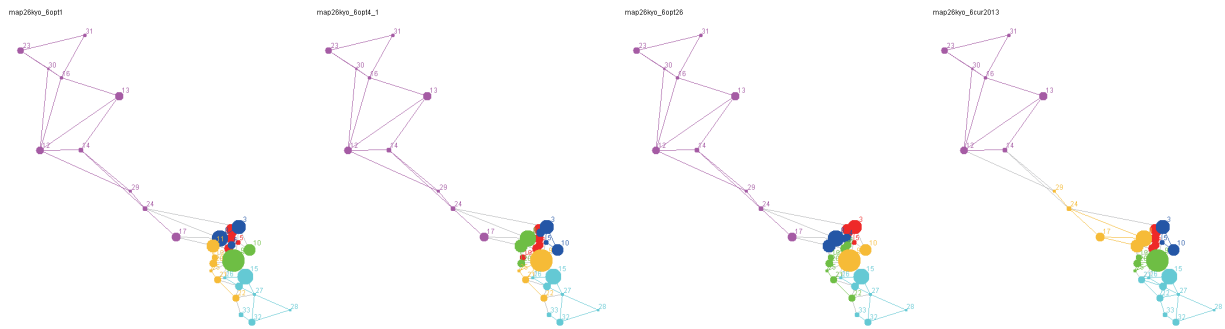


図 8: 京都府 (6 選挙区): 最適, 第 4 最適, 第 26 最適, 現行区割

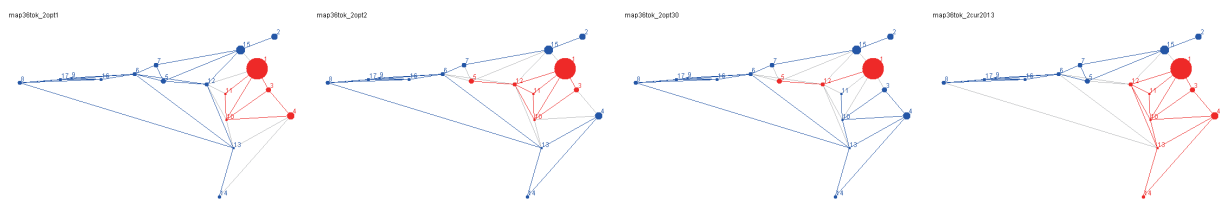


図 9: 徳島県 (2 選挙区): 最適, 第 2 最適, 第 30 最適, 現行区割=第 40 最適

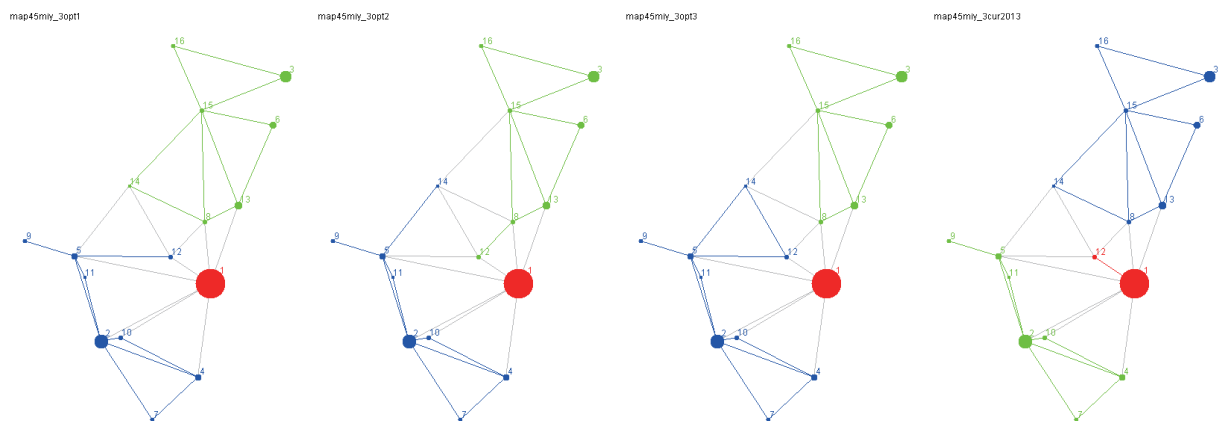


図 10: 宮崎県 (3 選挙区): 最適, 第 2 最適, 第 3 最適, 現行区割=第 8 最適

の実情をよく反映している場合があることがわかった。これらは、その意味で妥当な区割を採用しているといえるかもしれない。一方で、一票の最大格差も悪く、各種指標も良くない区割を採用している都道府県も多く、そのような都道府県では早急な改善が望まれる。

5. まとめ

最高裁判所は、選挙無効請求事件に対する判決文において、

『憲法は、選挙権の内容の平等、換言すれば投票価値の平等を要求しているものと解される。他方、投票価値の平等は、選挙制度の仕組みを決定する絶対の基準ではなく、国会が正当に考慮することのできる他の政策的目的ないし理由との関連において調和的に実現されるべきものであるところ、…（中略）…、選挙制度の仕組みの決定について国会に広範な裁量が認められている』[34](p.9,l.3)

とし、

『憲法上、議員1人当たりの選挙人数ないし人口ができる限り平等に保たれることを最も重要かつ基本的な基準とすることが求められているというべきであるが、それ以外の要素も合理性を有する限り国会において考慮することが許容されているものと解される』[34](p.9,l.12)

としており、合憲であるかどうかの判断基準として

『選挙制度の合憲性は、これらの諸事情を総合的に考慮した上でなお、国会に与えられた裁量権の行使として合理性を有するといえるか否かによって判断される』[34](p.9,l.19)

としている。またこのことは、昭和49年の衆議院選挙に関する判決以降、

『累次の大法廷判決の趣旨とするところであって…（中略）…、これを変更する必要は認められない。』[34](p.10,l.5)

としている。つまり、日本においては一票の格差が最重要事項ではあるが、合理性を有すると認められる限りにおいて国会の裁量権を許している。しかしながらこれまでは、国会の合理的な裁量権の行使の結果として現在の選挙区割が提示されているのか、その判断が難しかった。最高裁は、選挙無効請求裁判において判断を下しているわけであるが²³、これまでの経緯や諸事情を勘案し、また司法権と立法権の関係を考えた上で総合的に判断しているのであり、是正の措置を講ずるのは国会であることが憲法の趣旨に沿うと示している。国会の裁量権による是正において作成された選挙区割は、都道府県毎の最適区割と比較して分かるとおり、和歌山県と佐賀県の2県を除き、一票の格差が最小のものを採用しているわけではない。すなわち、国会は（最高裁判決文にある）広範に認められている裁量権を行使しているわけであるが、定量的な評価に沿って客観的になされたものなのかどうか不明瞭であった。

最適化による限界値の提示、列挙による区割候補の個数（最適～現行まで）と区割候補の提示、本研究による区割の特徴化指数の提示による比較検討、以上の材料が揃ったことで、国会の合理的な裁量権の行使が妥当なものであったのかどうか、定量的という意味で、ひとつの明確な指標の提示による判断ができるようになったと思う。

²³小選挙区比例代表並立制となった1994年以降の衆議院議員選挙に対する選挙無効請求訴訟における最高裁の判決は、1996年10月20日衆院選（2.309倍）「合憲」、2000年6月25日衆院選（2.471倍）「合憲」、2005年9月11日衆院選（2.171倍）「合憲」、2009年8月30日衆院選（2.30倍）「違憲状態」、2012年12月16日衆院選（2.43倍）「違憲状態」であり、「違憲」判決を出したことはない

これまでの成果，および本研究の成果を用いることで，衆議院議員選挙区画定審議会によって内閣総理大臣に勧告され，総理が国会に報告する選挙区割を，妥当なものなのかどうか国民が判断する情報を提供できるとともに，同区画審が画定作業をする際の支援にもなる．これまで，格差とその他事項を総合的に勘案しながら「区割を作りあげる」という作業だったものが，一票の格差最小解，および列挙され提示されている全解について，各特徴量を比較検討しつつ，その地域に最も良い選挙区割の「選択を行う」という作業をできるようになるからである．なお，各種特徴量を情報としてDEA等の手法を用いて比較検討することも可能であるが，本研究ではブラックボックス化せずそのまま示した．

今後の課題としては，これらの情報提供を画定作業や判断指標としてどのように提示するか of の仕組み作りが必要と思われる．

参考文献

- [1] M.L. Balinski and H.P. Young: *Fair Representation 2nd ed.* (Brookings, 2001).
- [2] C. Barnhart, E.L. Johnson, G.L. Nemhauser, M.W.P. Savelsbergh and P.H. Vance: Branch-and-price: column generation for solving huge integer programs. *Operations Research*, **46-3** (1998), 316–329.
- [3] B. Bozkaya, E. Erkut and G. Laporte: A tabu search heuristic and adaptive memory procedure for political districting. *European Journal of Operational Research*, **144** (2003), 12–26.
- [4] 分権時代における自治体のあり方に関する研究会(神奈川県): 神奈川県における市町村のあり方について, (2003).
- [5] 分権時代における県の在り方検討委員会(愛知県): 報告書, (2004).
- [6] K.D. Burnett: Congressional apportionment, 2010 census briefs. *U.S. Census Bureau*, (2011).
- [7] P.G. Cortona, C. Manzi, A. Pennisi, F. Ricca and B. Simeone: *Evaluation and Optimization of Electoral Systems.* (SIAM, 1999).
- [8] R.S. Garfinkel and G.L. Nemhauser: Optimal political districting by implicit enumeration techniques. *Management Science*, **16-8** (1970), B495–508.
- [9] J.A. George and B.W. Lamar and C.A. Wallace: Determining New Zealand electoral districts using a network-based model, *Proceedings of the Operational Research Society of New Zealand*, **29** (1993), 276–283.
- [10] 堀田敬介: 市区郡分割を考慮した選挙区画定問題の最適化モデル. *情報研究*, **43** (2010), 41–60.
- [11] 堀田敬介: 衆議院議員小選挙区制最適区割 2011. *情報研究*, **47** (2012), 43–83.
- [12] 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*, **57-11** (2012), 623–628.
- [13] 堀田敬介: 合県モデルと区割人口頑健性による選挙制度の評価と提言. *RIMS 研究集会報告集*, **1879** (2014), 79–90.
- [14] 堀田敬介, 川原 純, 堀山 貴史, 湊 真一: フロンティア法による連結成分列挙と選挙制度への応用. *日本選挙学会 2015 年度 総会・研究会*, (2015).

- [15] 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.
- [16] 川原 純, 堀山 貴史, 堀田敬介, 湊 真一: 連結成分重み比順に連結成分分割を列挙する手法, *ERATO 湊離散構造処理系プロジェクト・ワークショップ*, (2015).
- [17] 神奈川県市町村合併推進審議会: 神奈川県内市町村の結び付きに関する調査報告書, (2006).
- [18] 加藤秀治郎: 日本の選挙 何を変えれば政治が変わるのか (中公新書, 2003).
- [19] L. Lauwers and T. Van Puyenbroeck: Minimally disproportional representation: generalized entropy and Stolarsky mean-divisor methods of apportionment. *Discussions Paper*, (2008).
- [20] A. Mehrotra, E. Johnson and G. L. Nemhauser: An optimization based heuristic for political districting. *Management Science*, 44-8 (1998), 1100–1114.
- [21] 森脇俊雅: 小選挙区制と区割り 制度と実体の国際比較 (芦書房, 1998).
- [22] 根本俊男, 堀田敬介: 区割画定問題のモデル化と最適区割の導出. *オペレーションズ・リサーチ*, 48-4 (2003), 300–306.
- [23] 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.
- [24] 根本俊男, 堀田敬介: 衆議院小選挙区制における一票の重みの格差の限界とその考察. *選挙研究*, 20 (2005), 136–147.
- [25] 根本俊男, 堀田敬介: 公平な小選挙区制のための数理モデル. *システム/制御/情報*, 49-3 (2005), 2–7.
- [26] 根本俊男, 堀田敬介: 一票の重みの格差から見た小選挙区数. *選挙研究*, 21 (2006), 169–181.
- [27] T. Nemoto, K. Hotta: The effect of the Heisei-era mergers on the limits of the reduction in population disparity between single-member election districts in Japan(in Japanese). *Transactions of the Operations Research Society of Japan*, 53 (2010), 90–113.
- [28] 西平重喜: 各国の選挙 変遷と実状 (木鐸社, 2003).
- [29] 大山達夫: 選挙区議員定数問題の数理. *オペレーションズ・リサーチ*, 32-5 (1987), 269–280.
- [30] 大山達夫: 選挙区事例からみた議員定数配分方法の比較分析. *オペレーションズ・リサーチ*, 32-8 (1987) 551–561.
- [31] 最高裁判所: 平成 22 (行ツ) 第 129 号 選挙無効請求事件 平成 22 年 3 月 23 日 大法廷判決. (2011).
- [32] 最高裁判所: 平成 22 (行ツ) 第 207 号 選挙無効請求事件 平成 22 年 3 月 23 日 大法廷判決. (2011).
- [33] 最高裁判所: 平成 25 (行ツ) 第 209,210,211 号 選挙無効請求事件 平成 25 年 11 月 20 日 大法廷判決. (2013).
- [34] 最高裁判所: 平成 25 (行ツ) 第 226 号 選挙無効請求事件 平成 25 年 11 月 20 日 大法廷判決. (2013).
- [35] 衆議院議員選挙区画定審議会: 区割りの改定案の作成方針. (2001)

- [36] 衆議院議員選挙区画定審議会: 緊急是正法に基づく区割りの改定案の作成方針. (2012)
- [37] 坂口利裕, 和田淳一郎: 選挙区割りの最適化について. 三田学会雑誌, **93-1** (2000), 109–137.
- [38] 坂口利裕, 和田淳一郎: 選挙区割り問題. オペレーションズ・リサーチ, **48-1** (2003), 30–35.
- [39] 梅津實, 森脇俊雅, 坪郷實, 後房雄, 大西裕, 山田真裕: 新版 比較選挙政治 21世紀初頭における先進6カ国の選挙 (ミネルヴァ書房, 2004).
- [40] 和田淳一郎: 一票の平等について. 公共選択の研究, **26** (1995) 58–67.
- [41] J. Wada: Evaluating the unfairness of representation with the Nash social welfare function. *Journal of Theoretical Politics*, **22-4** (2010), 445–467.
- [42] 和田淳一郎: 定数配分と区割り - 経済学の視点から -, 選挙研究, **28-2**, (2012) 26–39.
- [43] J. Wada: A divisor apportionment method based on the Kolm-Atkinson social welfare function and generalized entropy. *Mathematical Social Sciences*, **63** (2012) 243–247.
- [44] J.C. Williams, Jr.: Political redistricting: a review. *Papers in Regional Science*, **74-1** (1995), 13–40.
- [45] T. Yamada, H. Takahashi and S. Kataoka: A branch-and-bound algorithm for the mini-max spanning forest problem. *European Journal of Operational Research*, **101** (1997) 93–103.
- [46] T. Yamada and H. Takahashi: The mini-max spanning forest problem with an application to electoral districting. *NDA discussion paper*, (1997).
- [47] H.P. Young: Measuring the compactness of legislative districts. *Legislative Studies Quarterly*, **3** (1988), 105–115.
- [48] 大和 毅彦: 議員定数配分方式について - 定数削減, 人口変動と整合性の観点から -. オペレーションズ・リサーチ, **48-1** (2003), 23–29.

堀田 敬介

〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷 1100

文教大学 経営学部 経営学科

E-mail: khotta@shonan.bunkyo.ac.jp

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF CONSTITUENCY FOR DECISION SUPPORT

Keisuke Hotta
Bunkyo University

Using optimization to minimize the maximum vote-value disparity and enumeration for the districting problem, we can obtain a lot of candidates of the electoral district. However, it is difficult to choose a good constituency among them. Because there is no indication of other except the gap in the value of votes. The Supreme Court accepts the discretionary authority of the Diet while assuming one vote of difference the most important matter. However, it is difficult to judge whether the exercise of any such discretionary power of the Diet was appropriate. The purpose of this research is to propose a closeness and a degree of divergence as a new index for the decision making and evaluation. The closeness is an indicator to estimate the intimacy level between the municipal districts constituting an electoral district. The degree of divergence is an indicator to measure the degree of estrangement with the current electoral district. In addition, it shows that these indexes are useful in decision-making and evaluation of the validity.