

一票の格差の観点からの 選挙区割と最適化

文教大学 情報学部
堀田 敬介

2011年12月19日(月) ERATOセミナー

Outline

- はじめに
- 日本の国会議員の選出選挙
 - 衆議院と参議院の選挙制度
- 衆議院小選挙区の区割
 - 最適化による定量分析の方法と一連の結果
- 衆議院議員定数配分
 - 既存の方法と最適化の比較
- まとめ

はじめに

- 一票の格差に関する最高裁判決例
 - 衆議院議員小選挙区制度(1994年～)
 - 1996年衆院選(1996/1/20選挙) **2.309倍** 合憲
 - 2000年衆院選(2000/6/25選挙) **2.471倍** 合憲
 - (2000年 国勢調査)
 - (2002年 区割改定: → **2.064倍**)
 - 2005年衆院選(2005/9/11選挙) **2.171倍** 合憲
 - (2005年 国勢調査)
 - (2006年 区割見直議論 → 結論:変更せず)
 - 2009年衆院選(2009/8/30選挙) **2.310倍** 違憲状態
 - (2010年 国勢調査)
 - (2011年 区割改定:大震災により中断中?)

小選挙区制と一票の重みの格差

良い 300小選挙区画定が必要

キーワード

一票の重みの格差

$$= \frac{\text{最大人口選挙区の人口}}{\text{最小人口選挙区の人口}}$$



2倍を越す格差?

格差1倍が理想

⇒ 事実上不可能 ▶ 2倍未満は?

合理的な範囲を超えて
不必要な格差はあるのか?

様々な議論

議論への支援が必要

人口流動

2002年
区割改定

2006年
見直し検討

2010年
国勢調査
↓
2011年
区割見直

兵庫6区
558,947人

高知1区
270,743人

千葉4区
569,829人

高知3区
258,687人

2002年区割
2.064倍

2006年
2.203倍

2009年
2.310倍

2000年国勢調査人口
2001年の行政区

2005年国勢調査人口

2009年選挙人名簿登録者数

従来の研究

定数配分

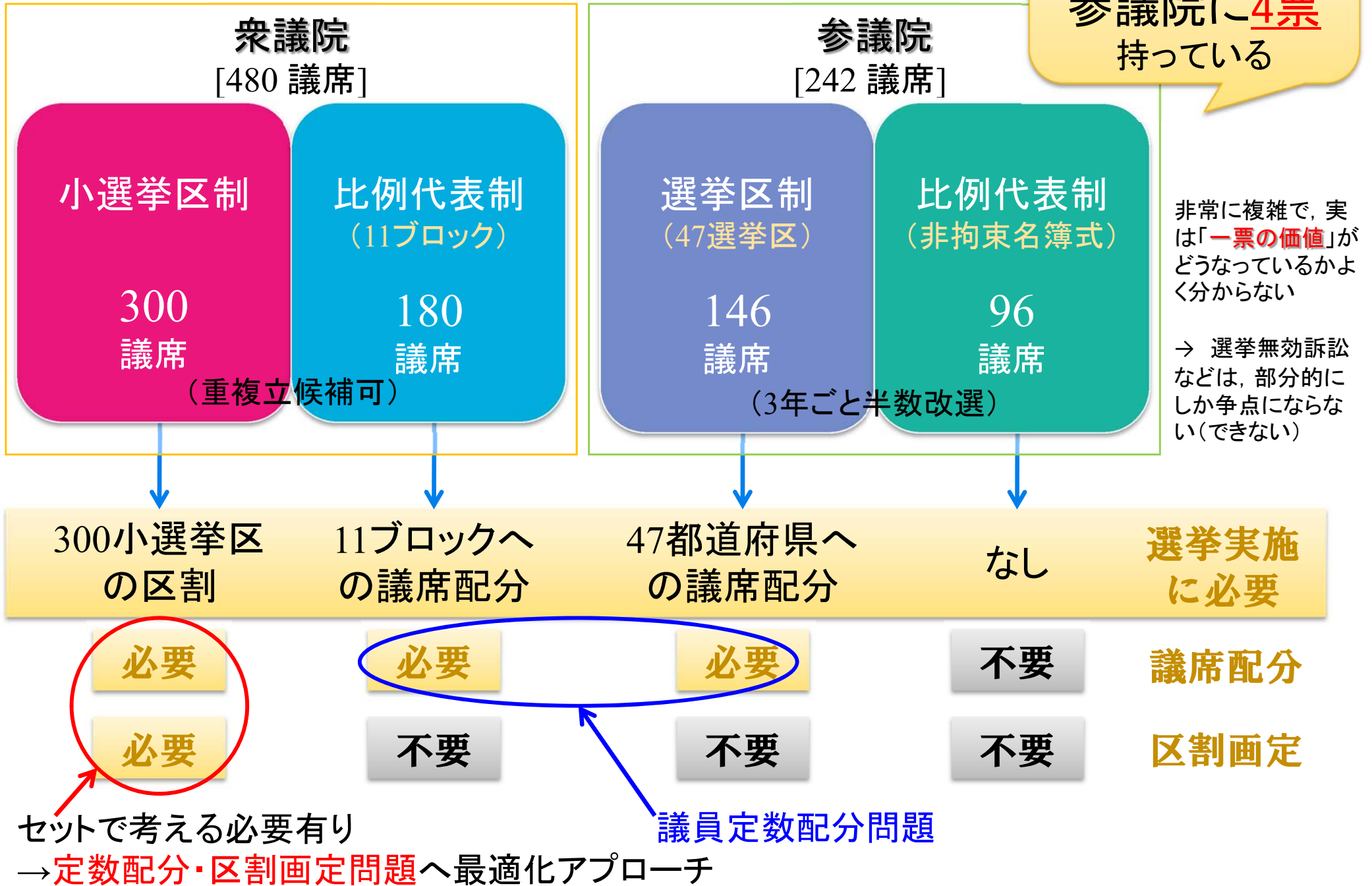
客観的
視点

定量化手法

区割画定

日本の国政選挙制度

有権者は
衆議院に**2票**
参議院に**4票**
持っている



衆議院小選挙区区割画定の現在の仕組み

各都道府県への

定数配分



各都道府県内での

区割画定

300議席

1 + 人口比例

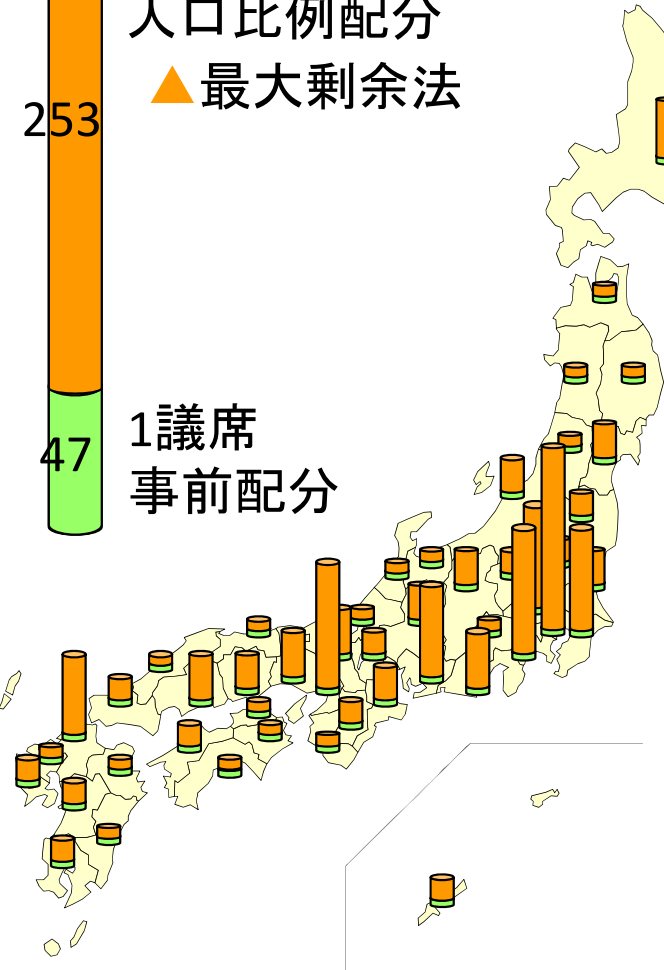
(衆議院議員選挙区画定審議会
設置法 第三条第2項)



人口比例配分

▲ 最大剰余法

1議席
事前配分



区割の作成方針

- 1. 区割り基準
- 2. 作業手順

1. 区割り基準 『衆議院議員選挙区画定審議会』2001(H13)年9月

(1) 各選挙区の人口の均衡を図り、各選挙区の人口のうち、その最も多いものを最も少ないもので除して得た数が2以上とならないようにすることを基本とする。

(イ) 各選挙区の人口は、全国の議員1人当たり人口の2/3から4/3までとし、全国の議員1人当たり人口の4/3を上回る選挙区は設けないものとし、全国の議員1人当たり人口の2/3を下回る選挙区はできるだけ設けないものとする。

格差2倍未満 基本方針

(ロ) 各選挙区の人口は、当該都道府県の議員1人当たり人口の2/3から4/3までとする。

(ハ) 都道府県の議員1人当たり人口が全国の議員1人当たり人口の2/3を下回る都道府県にあっては、各選挙区の人口をできるだけ均等にすることを要するものとする。

(2) 市(指定都市にあっては行政区)区町村の区域は、分割しないことを原則とする。ただし、次の場合には、市区の区域は分割するものとする。

(イ) 市区の人口が全国の議員1人当たり人口の4/3を超える場合
(ロ) 市区の人口が当該都道府県の議員1人当たり人口の4/3を超える場合

市区分割 例外規定

(ハ) 当該都道府県の市区町村の区域が選挙区としてときに全国の議員1人当たり人口の2/3を下回る選挙区が生じる場合(当該市の人口が当該都道府県の議員1人当たり人口を下回る場合を除く。)

(ニ) 選挙区が飛び地となることを避けるために必要な場合

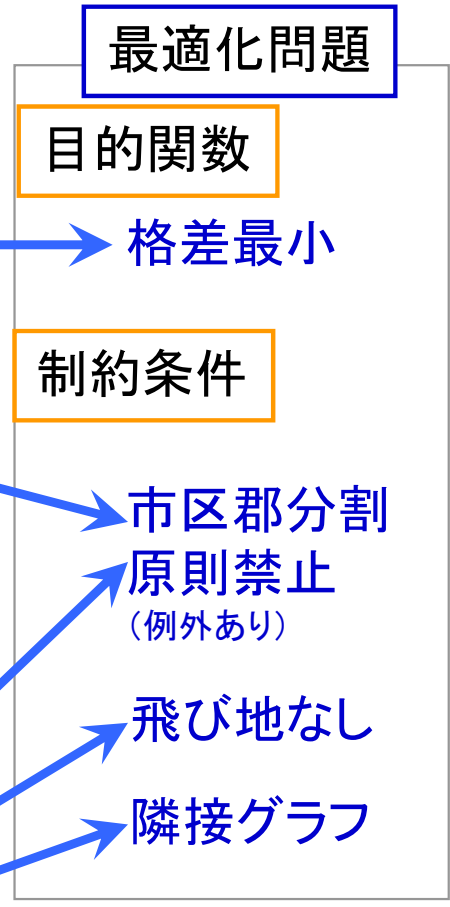
郡分割 例外規定

(イ) (1)に沿った選挙区を設けるために必要な場合
(ロ) 選挙区が飛び地となることを避けるために必要な場合
(ハ) 郡の区域が他の郡により分断されている場合又は郡の区域に離島を含む場合

(3) 郡(北海道にあっては支庁)の区域は、分割しないことを原則とする。ただし、次の場合には、郡の区域は分割することができるものとする。

(4) 選挙区は、飛び地にしないものとする。
(5) 地勢、交通、歴史的沿革、人口動向その他の自然的社会的条件を総合的に考慮するものとする。

最適区割を求める場合



参考：日米の問題の差異

注：都道府県
内格差も
全国格差も
いずれも



2倍未満

一票の重みの格差



ほぼ1倍

注：ただし州内格差のこと
全国格差は1.8倍程度ある

市区郡分割禁止

行政界

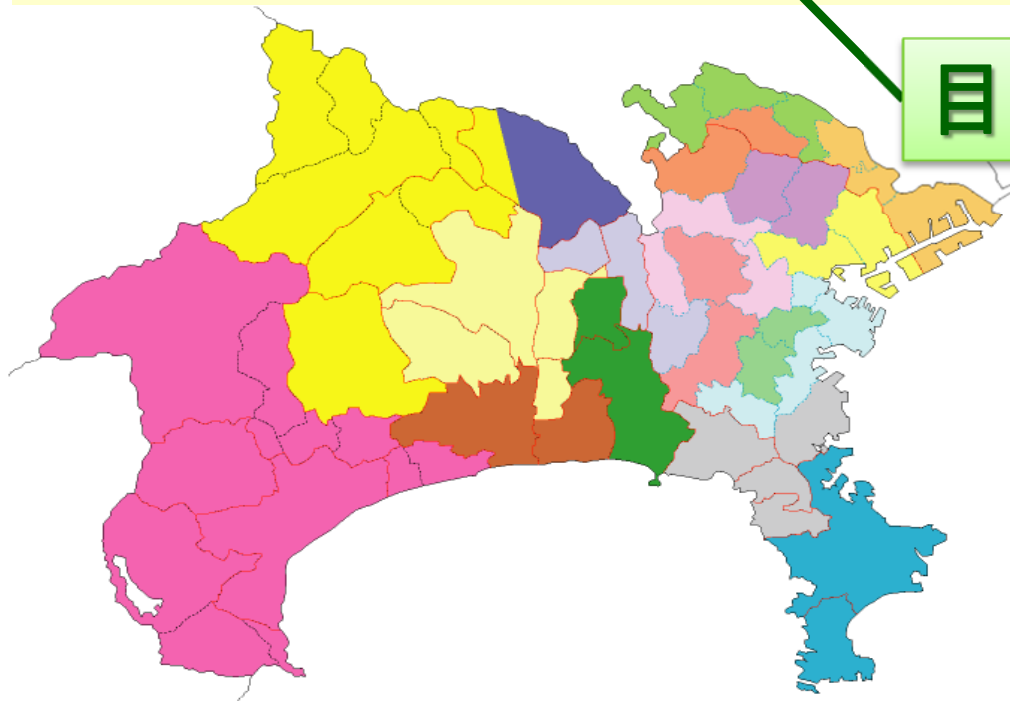
軽視

無視

選挙区形状

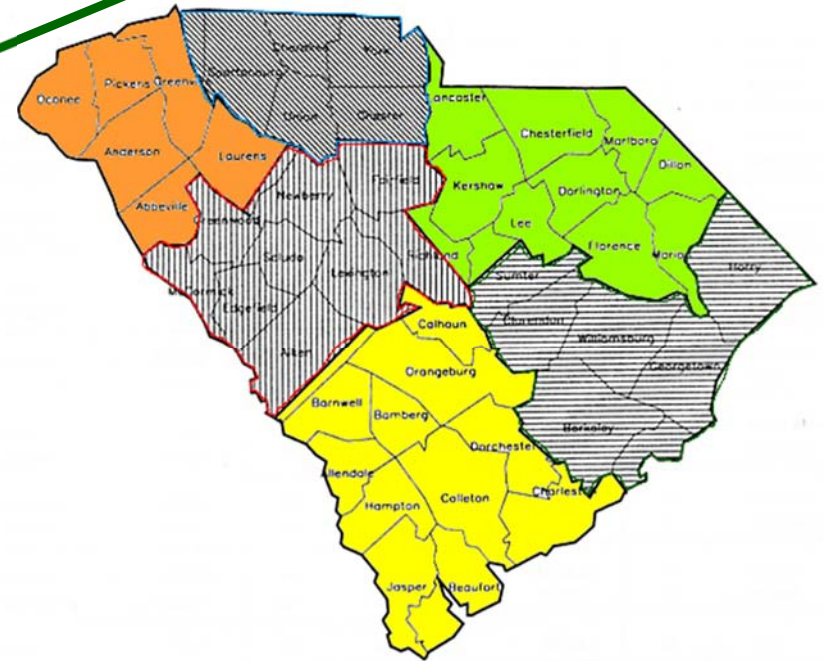
コンパクト

目的



神奈川県(49市区郡, 18選挙区)

(根本・堀田 2002)



South Carolina(46郡, 6選挙区)

(Nemhauser他 1998)

参考：アメリカの場合

- 議席配分：幾何平均法 (Hill)

— 一票の格差

(議席配分結果が
そのまま格差に)

| ratio | 1.827 | 1.851 |
|-------|---------|---------|
| max | 902,195 | 974,989 |
| min | 493,782 | 526,605 |

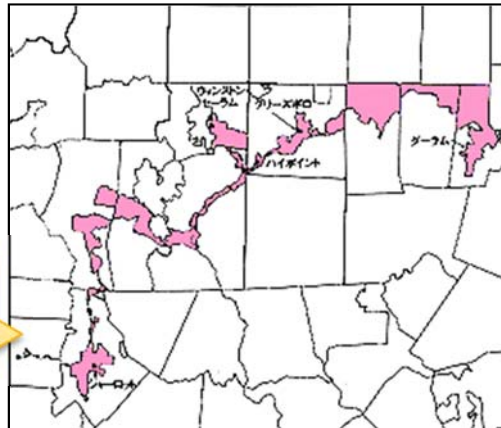
2000年 2009年
国勢調査人口 人口予測値



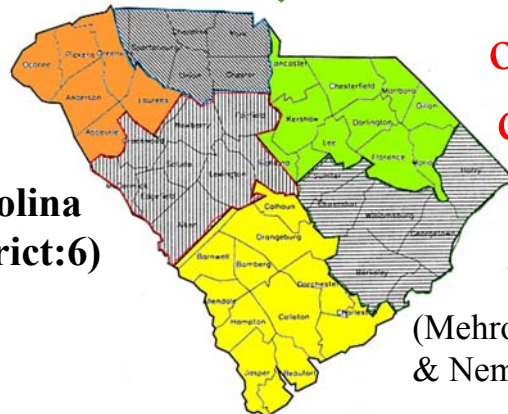
- 区割画定

ex) North Carolina
The 12th district
gerrymander?

区割構成要素がないので
やりたい放題!?



コンパクトな(丸っこい)選挙区を目指そう



optimal
district

ex) South Carolina
(city:46,district:6)

(Mehrotra, Johnson
& Nemhauser 1998)

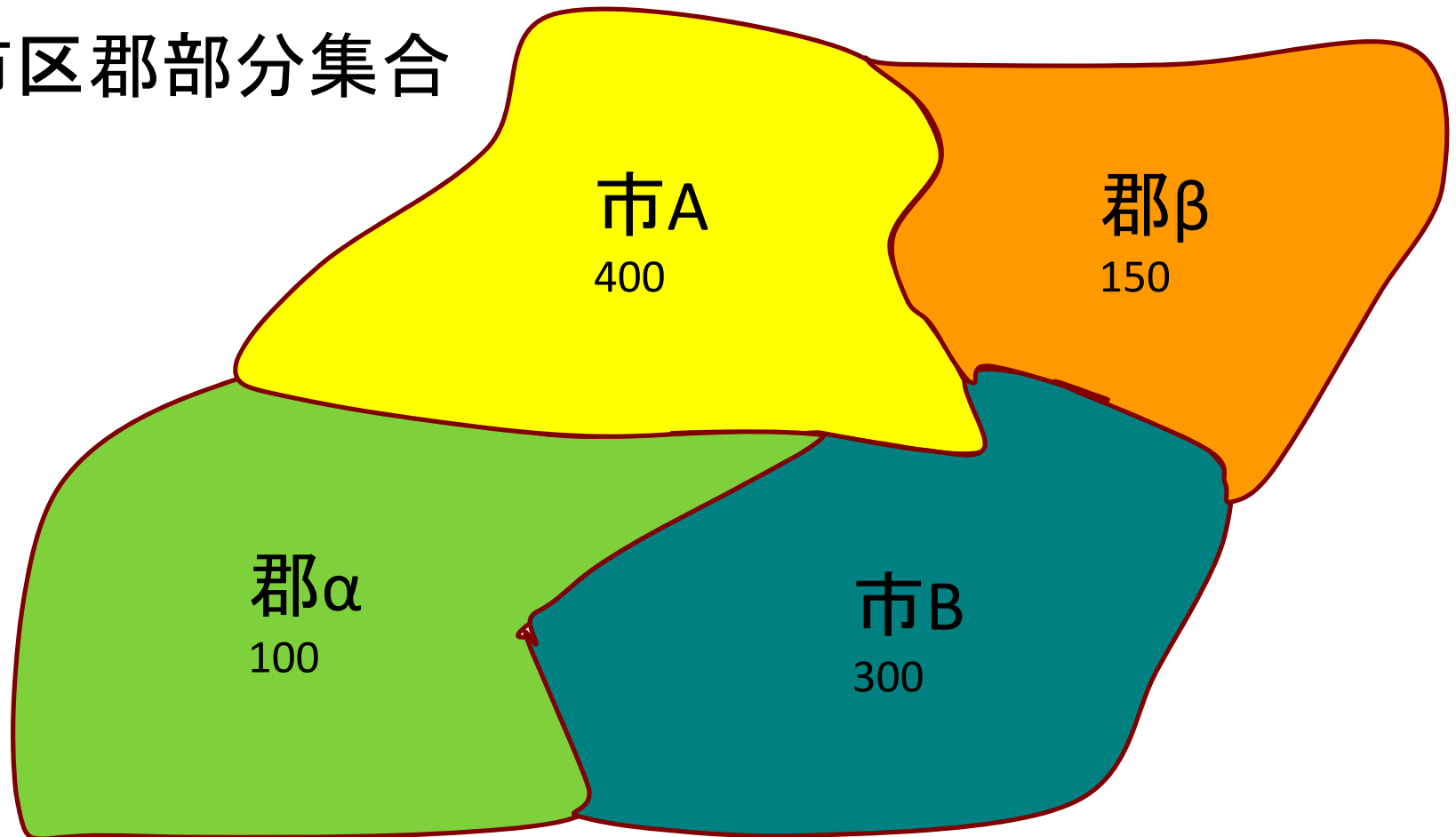
| No | 州名 | Gen2000 | 議席 | 1議員 | Est2009 | 議席 | 1議員 |
|----|-----------------|------------|----|---------|------------|----|---------|
| 6 | California | 33,871,648 | 53 | 639,088 | 36,961,664 | 53 | 697,390 |
| 48 | Texas | 20,851,820 | 32 | 651,619 | 24,782,302 | 35 | 708,066 |
| 36 | New York | 18,976,457 | 29 | 654,361 | 19,541,453 | 28 | 697,909 |
| 12 | Florida | 15,982,378 | 25 | 639,295 | 18,537,969 | 26 | 712,999 |
| 17 | Illinois | 12,419,293 | 19 | 653,647 | 12,910,409 | 18 | 717,245 |
| 42 | Pennsylvania | 12,281,054 | 19 | 646,371 | 12,604,767 | 18 | 700,265 |
| 39 | Ohio | 11,353,140 | 18 | 630,730 | 11,542,645 | 16 | 721,415 |
| 26 | Michigan | 9,938,444 | 15 | 662,563 | 9,969,727 | 14 | 712,123 |
| 34 | New Jersey | 8,414,350 | 13 | 647,258 | 8,707,739 | 12 | 725,645 |
| 13 | Georgia | 8,186,453 | 13 | 629,727 | 9,829,211 | 14 | 702,087 |
| 37 | North Carolina | 8,049,313 | 13 | 619,178 | 9,380,884 | 13 | 721,606 |
| 51 | Virginia | 7,078,515 | 11 | 643,501 | 7,882,590 | 11 | 716,599 |
| 25 | Massachusetts | 6,349,097 | 10 | 634,910 | 6,593,587 | 9 | 732,621 |
| 18 | Indiana | 6,080,485 | 9 | 675,609 | 6,423,113 | 9 | 713,679 |
| 53 | Washington | 5,894,121 | 9 | 654,902 | 6,664,195 | 10 | 666,420 |
| 47 | Tennessee | 5,689,283 | 9 | 632,143 | 6,296,254 | 9 | 699,584 |
| 29 | Missouri | 5,595,211 | 9 | 621,690 | 5,987,580 | 9 | 665,287 |
| 55 | Wisconsin | 5,363,675 | 8 | 670,459 | 5,654,774 | 8 | 706,847 |
| 24 | Maryland | 5,296,486 | 8 | 662,061 | 5,699,478 | 8 | 712,435 |
| 4 | Arizona | 5,130,632 | 8 | 641,329 | 6,595,778 | 9 | 732,864 |
| 27 | Minnesota | 4,919,479 | 8 | 614,935 | 5,266,214 | 8 | 658,277 |
| 22 | Louisiana | 4,468,976 | 7 | 638,425 | 4,492,076 | 6 | 748,679 |
| 1 | Alabama | 4,447,100 | 7 | 635,300 | 4,708,708 | 7 | 672,673 |
| 8 | Colorado | 4,301,261 | 7 | 614,466 | 5,024,748 | 7 | 717,821 |
| 21 | Kentucky | 4,041,769 | 6 | 673,628 | 4,314,113 | 6 | 719,019 |
| 45 | South Carolina | 4,012,012 | 6 | 668,669 | 4,561,242 | 7 | 651,606 |
| 40 | Oklahoma | 3,450,654 | 5 | 690,131 | 3,687,050 | 5 | 737,410 |
| 41 | Oregon | 3,421,399 | 5 | 684,280 | 3,825,657 | 5 | 765,131 |
| 9 | Connecticut | 3,405,565 | 5 | 681,113 | 3,518,288 | 5 | 703,658 |
| 19 | Iowa | 2,926,324 | 5 | 585,265 | 3,007,856 | 4 | 751,964 |
| 28 | Mississippi | 2,844,658 | 4 | 711,165 | 2,951,996 | 4 | 737,999 |
| 20 | Kansas | 2,688,418 | 4 | 672,105 | 2,818,747 | 4 | 704,687 |
| 5 | Arkansas | 2,673,400 | 4 | 668,350 | 2,889,450 | 4 | 722,363 |
| 49 | Utah | 2,233,169 | 3 | 744,390 | 2,784,572 | 4 | 696,143 |
| 32 | Nevada | 1,998,257 | 3 | 666,086 | 2,643,085 | 4 | 660,771 |
| 35 | New Mexico | 1,819,046 | 3 | 606,349 | 2,009,671 | 3 | 669,890 |
| 54 | West Virginia | 1,808,344 | 3 | 602,781 | 1,819,777 | 3 | 606,592 |
| 31 | Nebraska | 1,711,263 | 3 | 570,421 | 1,796,619 | 3 | 598,873 |
| 16 | Idaho | 1,293,953 | 2 | 646,977 | 1,545,801 | 2 | 772,901 |
| 23 | Maine | 1,274,923 | 2 | 637,462 | 1,318,301 | 2 | 659,151 |
| 33 | New Hampshire | 1,235,786 | 2 | 617,893 | 1,324,575 | 2 | 662,288 |
| 15 | Hawaii | 1,211,537 | 2 | 605,769 | 1,295,178 | 2 | 647,589 |
| 44 | Rhode Island | 1,048,319 | 2 | 524,160 | 1,053,209 | 2 | 526,605 |
| 30 | Montana | 902,195 | 1 | 902,195 | 974,989 | 1 | 974,989 |
| 10 | Delaware | 783,600 | 1 | 783,600 | 885,122 | 1 | 885,122 |
| 46 | South Dakota | 754,844 | 1 | 754,844 | 812,383 | 1 | 812,383 |
| 38 | North Dakota | 642,200 | 1 | 642,200 | 646,844 | 1 | 646,844 |
| 2 | Alaska | 626,932 | 1 | 626,932 | 698,473 | 1 | 698,473 |
| 50 | Vermont | 608,827 | 1 | 608,827 | 621,760 | 1 | 621,760 |
| 56 | Wyoming | 493,782 | 1 | 493,782 | 544,270 | 1 | 544,270 |
| 11 | Washington D.C. | 572,059 | 0 | | 599,657 | 0 | |

モデル化 I : 集合 m 分割型

選挙区の候補  ブロック

||

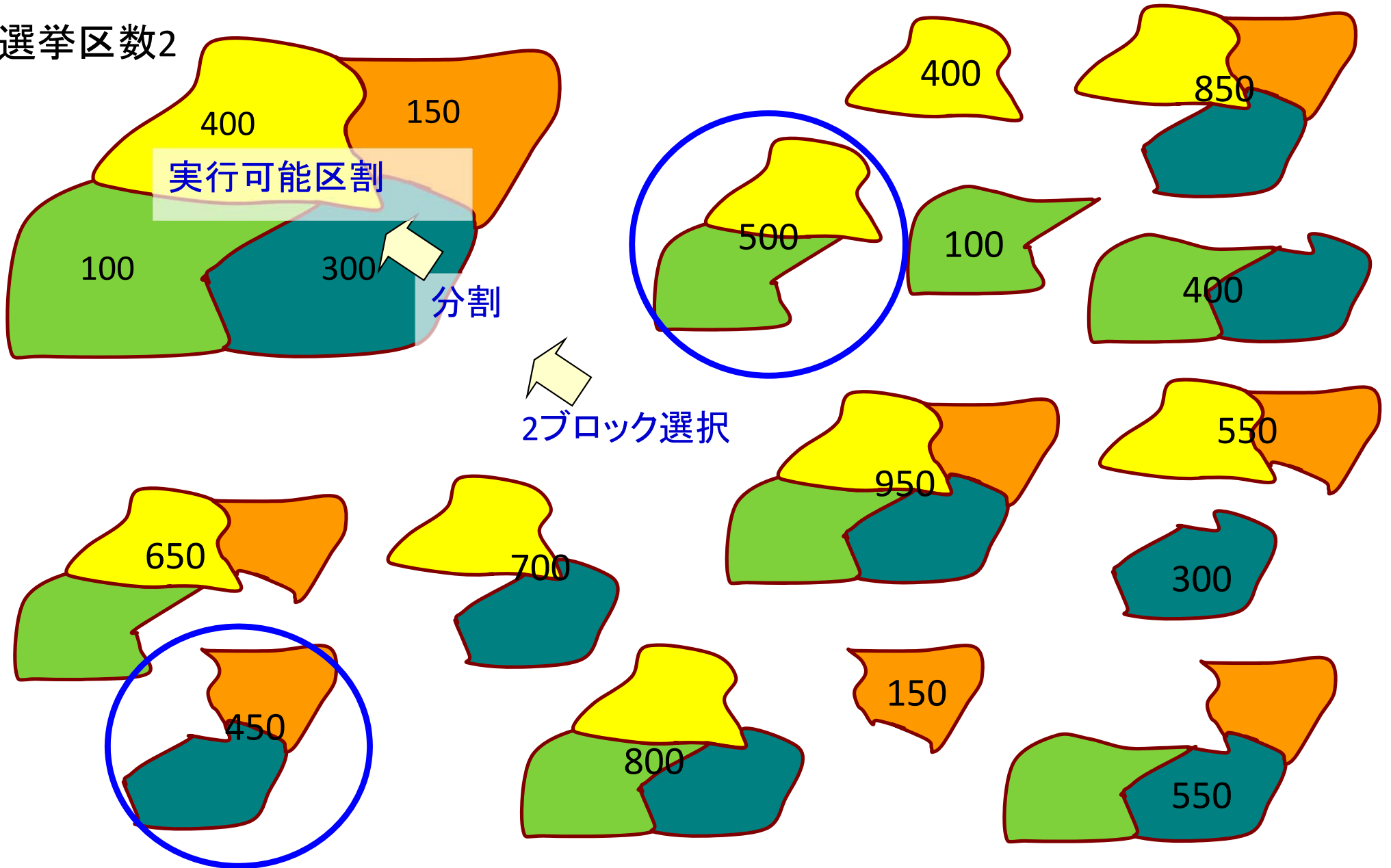
連結な市区郡部分集合



再帰アルゴリズムで可能

集合 m 分割型：ブロックの列挙

選挙区数2



集合*m*分割型の定式化

$$\min. \quad u / l$$

$$s.t. \quad L(1 - x_i) + q_i x_i \geq l \quad (i \in I)$$

$$q_i x_i \leq u \quad (i \in I)$$

$$\sum_{i \in R} a_{ij} x_i = 1 \quad (j \in N)$$

$$\sum_{i \in R} x_i = m$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad (i \in I)$$

q_i : ブロック i の人口

a_{ij} : i の構成市区郡

I : i の集合

N : 市区郡集合

m : 選挙区数

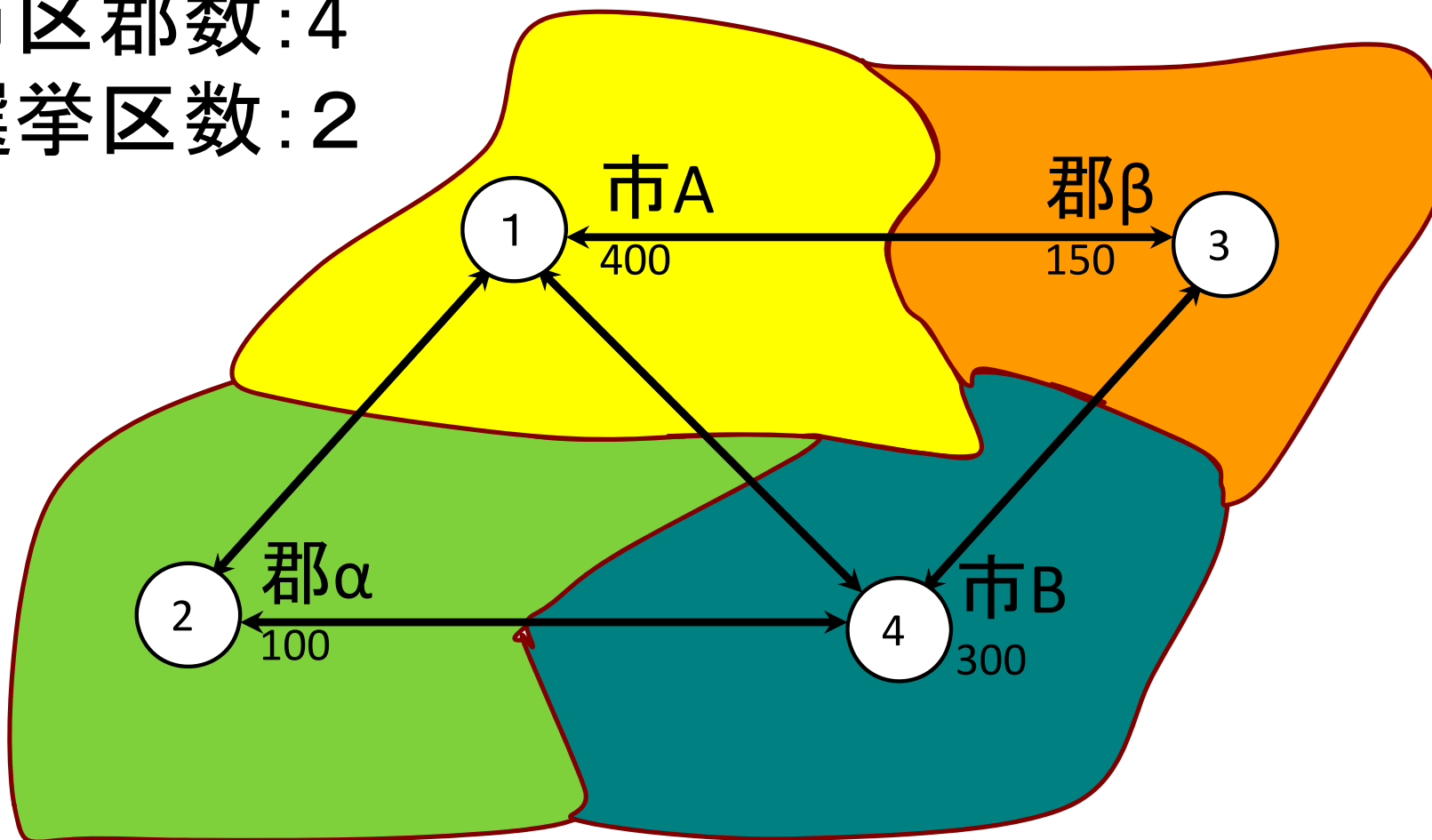


モデル化Ⅱ：グラフ m 分割型

(例)

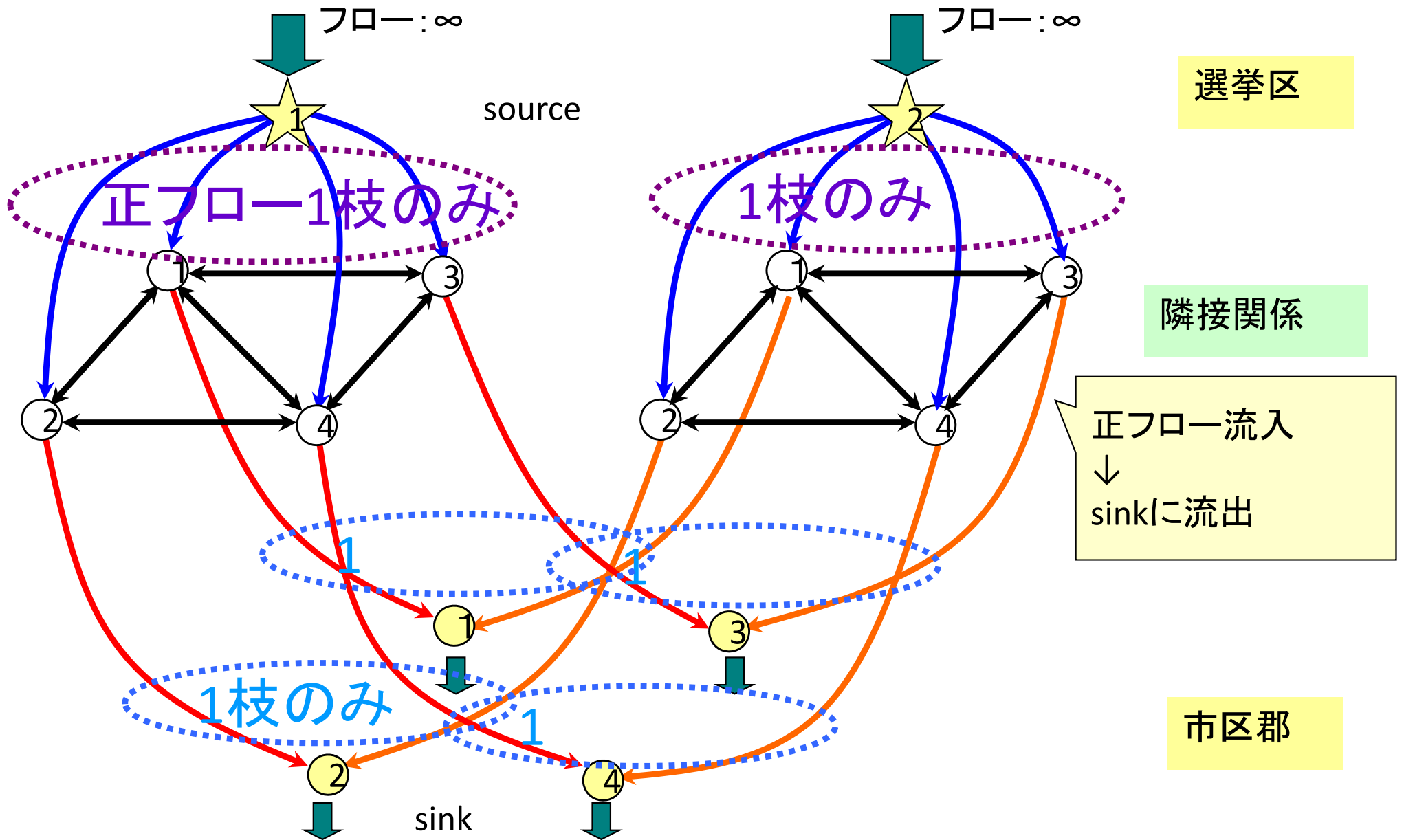
市区郡数: 4

選挙区数: 2

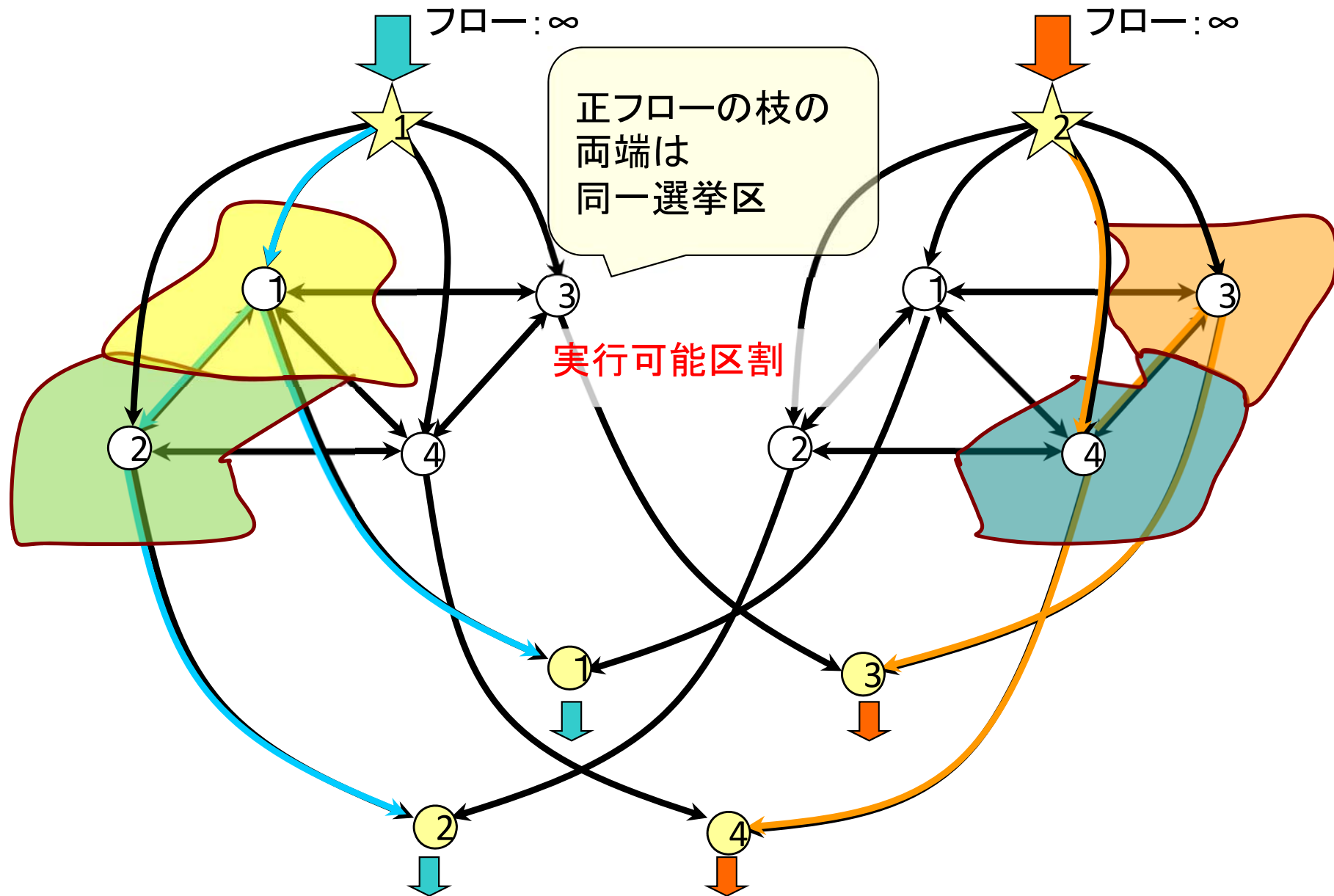


市区郡隣接グラフ

拡大ネットワークとフロー制御



実行可能フローと可能区割



グラフ m 分割型の定式化

$$\min. \quad u / l$$

$$s.t. \quad l \leq \sum_{j \in N} p_j z_{jk} \leq u \quad (k \in M)$$

$$\sum_{j \in N} s_{jk} = Q = \sum_{j \in N} t_{jk} \quad (k \in M)$$

$$\left(\sum_{e \in \delta_k^+} x_{ek} + s_{ik} \right) - \left(\sum_{e \in \delta_k^-} x_{ek} + t_{ek} \right) = 0 \quad (j \in N, k \in M)$$

$$s_{jk} \leq Q y_{jk}, \quad z_{jk} \leq t_{jk} \leq Q z_{jk} \quad (j \in N, k \in M)$$

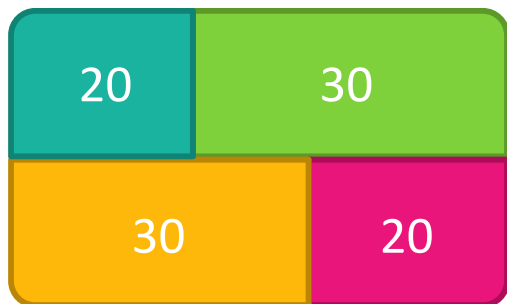
$$z_{jk} \leq \sum_{e \in \delta_k^+} x_{ek} + s_{jk} \leq Q z_{jk} \quad (j \in N, k \in M)$$

$$\sum_{j \in N} y_{jk} = 1 \quad (k \in M), \quad \sum_{k \in M} z_{jk} = 1 \quad (j \in N)$$

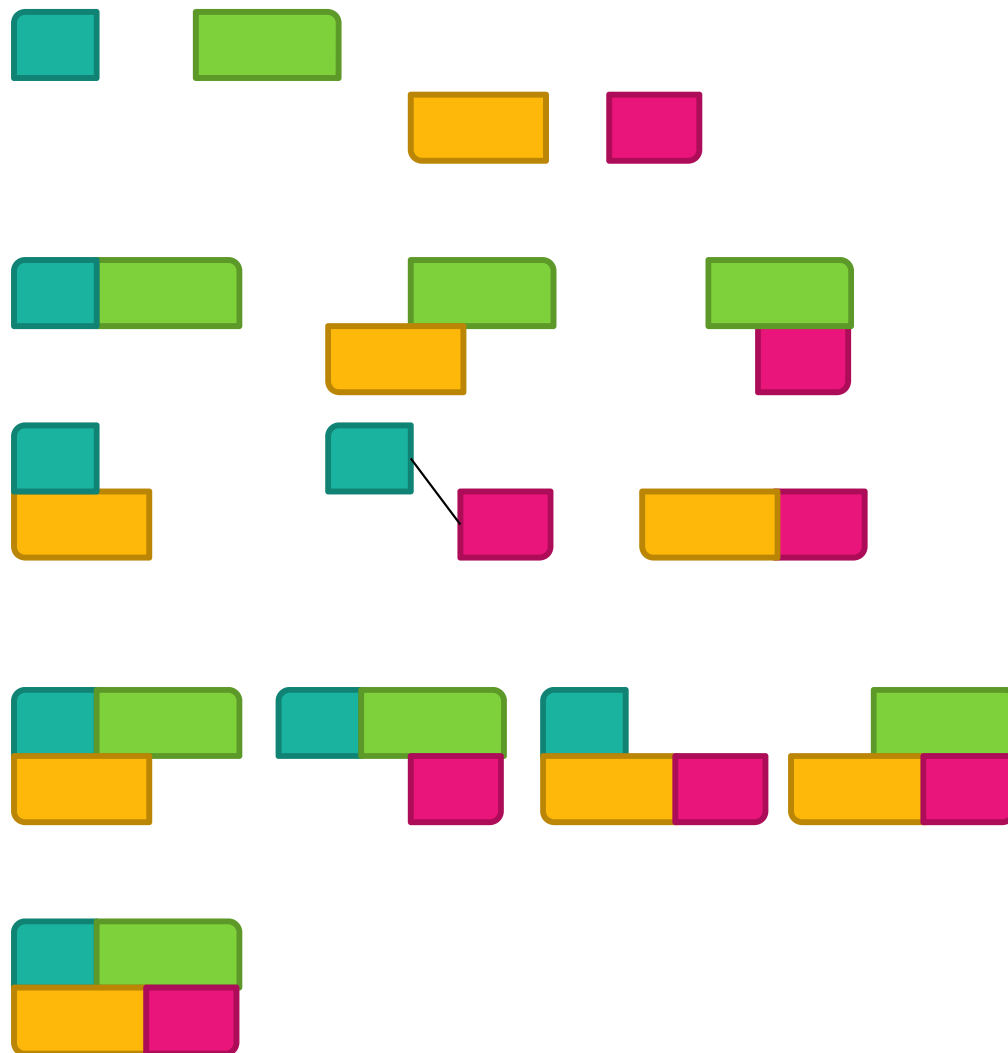
$$s_{jk}, t_{jk}, x_{ek} \geq 0, \quad y_{jk}, z_{jk} \in \{0, 1\} \quad (j \in N, k \in M)$$

最適区割導出の工夫

- 選挙区集合と選挙区の列挙



- ✓ 選挙区数 $m=2$
- ✓ 総人口 $P=100$
- ✓ 1選挙区平均 50
- ✓ 上限 $u_b=66$
- ✓ 下限 $l_b=34$



最適区割導出の工夫

- 妥当選挙区

- 全集合

$2^n - 1$ 個 (n : 市区郡数)

飛び地あり

- 全選挙区

飛び地なし

- 第1妥当判定

- k は第1妥当選挙区

飛び地排除

$$\bar{l} \leq p_k \leq \bar{u}$$

初期値

$$\bar{l} := \left\lfloor \frac{2}{3}v \right\rfloor, \bar{u} := \left\lceil \frac{4}{3}v \right\rceil$$

$v = P/m$
県人口↑ ↑選挙区数

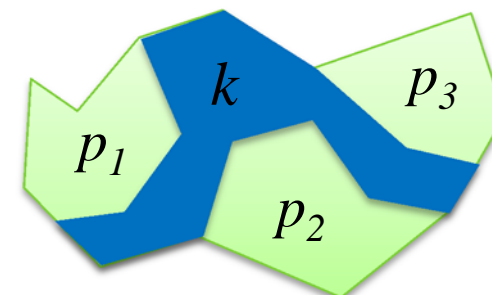
注: 実行可能解が一つあれば範囲 $[\bar{l}, \bar{u}]$ 縮小可

- 第2妥当判定

- k は第2妥当選挙区

$$\forall j, \exists i \in \{1, \dots, m-1\},$$

$$\bar{l} \leq \frac{p_j}{i} \leq \bar{u}$$



注: 下限が初期値なら上限に意味はなく,
 p_j が下限以上なら必ず i 存在

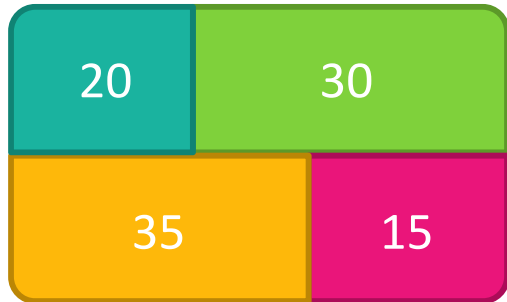
- 第3妥当判定

- k は第3妥当選挙区

$$\sum_j i_{p_j}^{\min} + 1 \leq m \leq \sum_j i_{p_j}^{\max} + 1$$

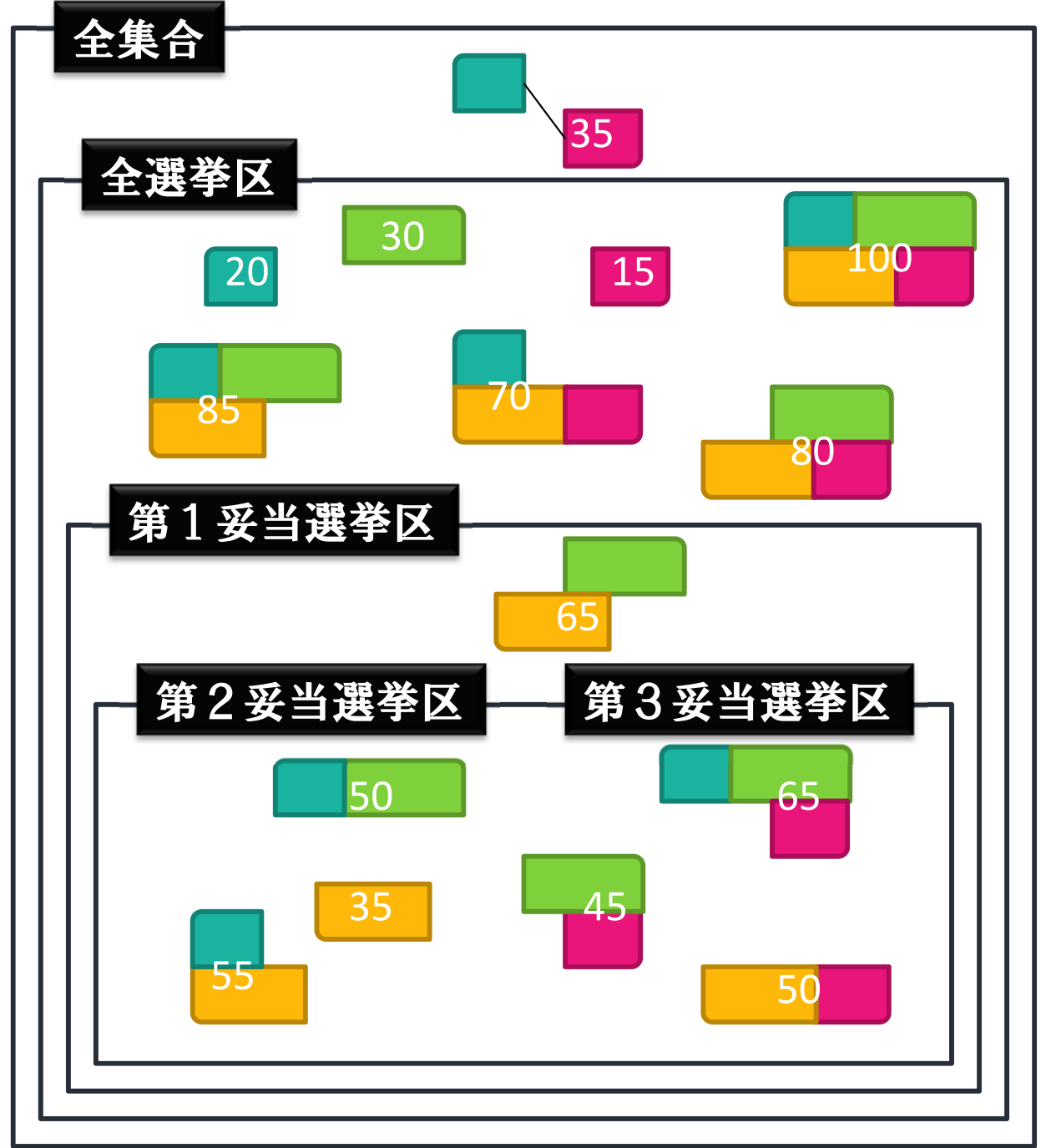
最適区割導出の工夫

● 選挙区集合



- ✓ 総人口 $P=100$
- ✓ 選挙区数 $m=2$
- ✓ 1選挙区平均 50
- ✓ 上限 $u_b=66$
- ✓ 下限 $l_b=34$

| | |
|-----------|----------------|
| ➤ 全集合 | 15(= 2^4-1) |
| ➤ 全選挙区 | 14 |
| ➤ 第1妥当選挙区 | 7 |
| ➤ 第2妥当選挙区 | 6 |
| ➤ 第3妥当選挙区 | 6 |



最適区割導出の工夫

上段: 1選挙区事前割当 (2002根本・堀田)

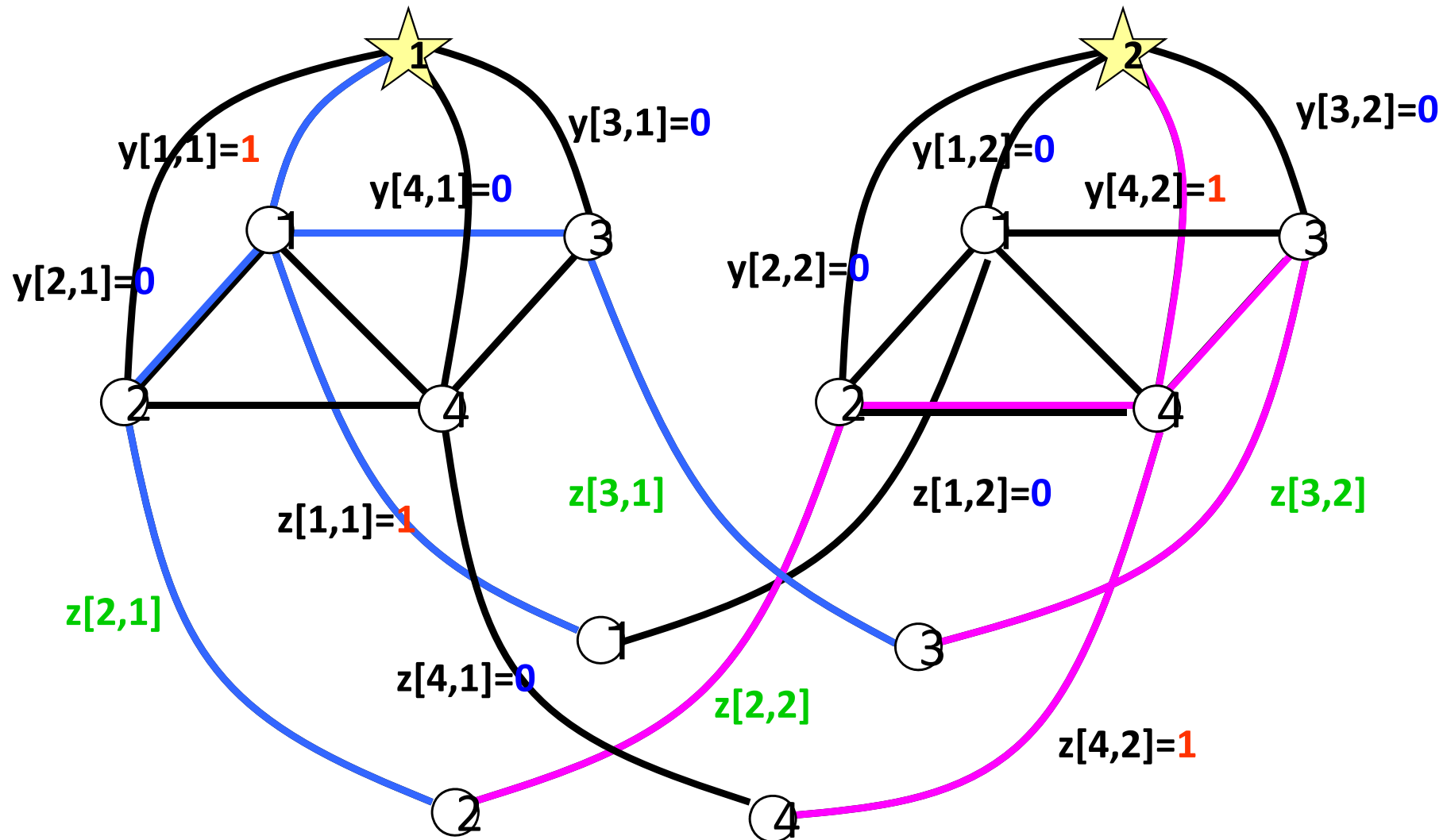
下段: parametric (2010堀田)

● 過大人口市区

| 0全国 | 127,756,815 | | 300 | 選挙区集合 | | | 最適解 | | |
|------------|----------------|----------|----------|---|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 対象 都道府県 | 2005人口 国勢調査 | 市区 郡数 | 選挙 区数 | 全集合 2^{n-1} 飛び地許す | 第1 妥当 | 第2 妥当 | 最大 | 最小 | 比 |
| 14神奈川 | 8,790,900 | 51 | 18 | 2,251,799,813,685,250 4,503,599,627,370,490 | 2,651 4,946 | 1,021 1,580 | 566,460 566,460 | 446,893 446,893 | 1.268 1.268 |
| 15新潟 | 2,431,396 | 31 | 6 | 2,147,483,647 4,294,967,295 | 37,228 230,515 | 4,759 18,136 | 418,011 418,011 | 392,662 392,662 | 1.065 1.065 |
| 22静岡 | 3,792,457 | 38 | 9 | 274,877,906,943 549,755,813,887 | 4,082 13,110 | 1,445 1,925 | 443,679 438,110 | 401,285 401,285 | 1.106 1.092 |
| 27大阪 | 8,817,010 | 63 | 18 | 9,223,372,036,854,780,000 18,446,744,073,709,600,000 | 11,186 27,336 | 9,499 21,052 | 582,723 582,723 | 446,643 446,643 | 1.305 1.305 |
| 33岡山 | 1,957,056 | 27 | 5 | 134,217,727 268,435,455 | 474,702 3,560,000 | 15,293 62,801 | 469,372 469,372 | 362,158 366,960 | 1.296 1.279 |
| 38愛媛県 | 1,467,824 | 18 | 4 | 262,143 524,287 | 3,024 5,209 | 86 117 | 374,777 374,777 | 360,741 363,796 | 1.039 1.030 |
| 43熊本県 | 1,842,140 | 27 | 5 | 134,217,727 268,435,455 | 12,820 146,756 | 701 2,246 | 389,720 382,013 | 318,446 318,446 | 1.224 1.200 |
| 46鹿児島 | 1,753,144 | 34 | 4 | 17,179,869,183 34,359,738,367 | 4,262,860 51,320,176 | 165 174 | 449,692 443,989 | 430,720 430,720 | 1.044 1.031 |

最適区割導出の工夫

- グラフ m 分割型：変数固定



区割画定の仕組み

区割画定問題と限界格差

方針

- 格差~~2倍未満~~ → 最小
- 市区郡を分割しない
- 飛び地の禁止

最適区割

議席配分後

1.846倍

現行区割

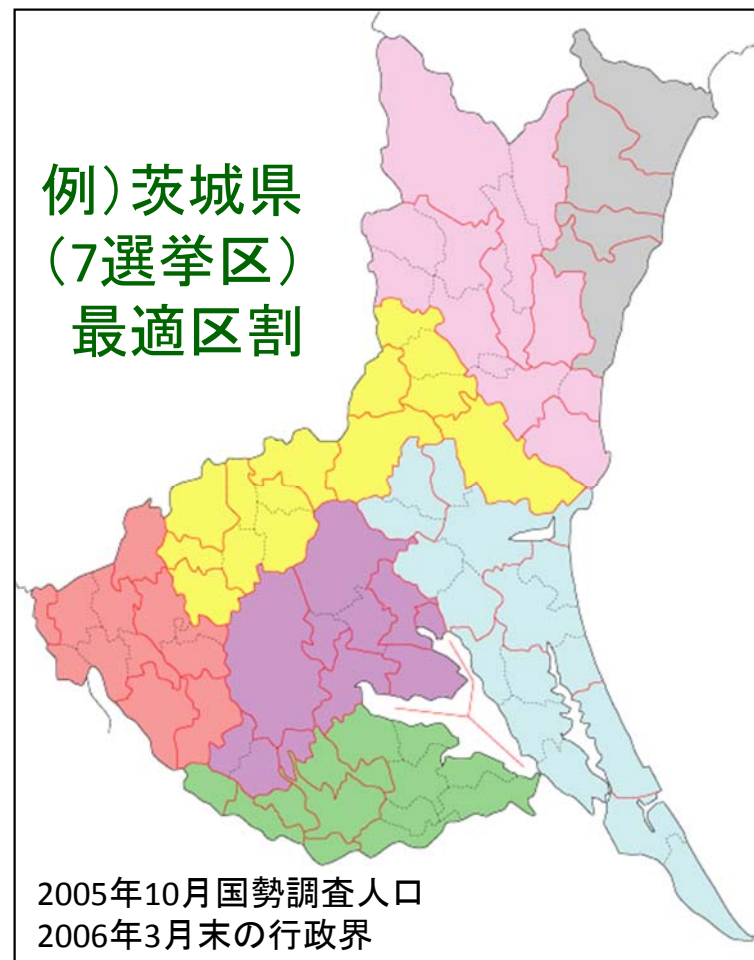
2.203倍

2006年最適

2.153倍 一票の重みの限界格差

2倍

2005年10月国勢調査人口
2006年3月末の行政界



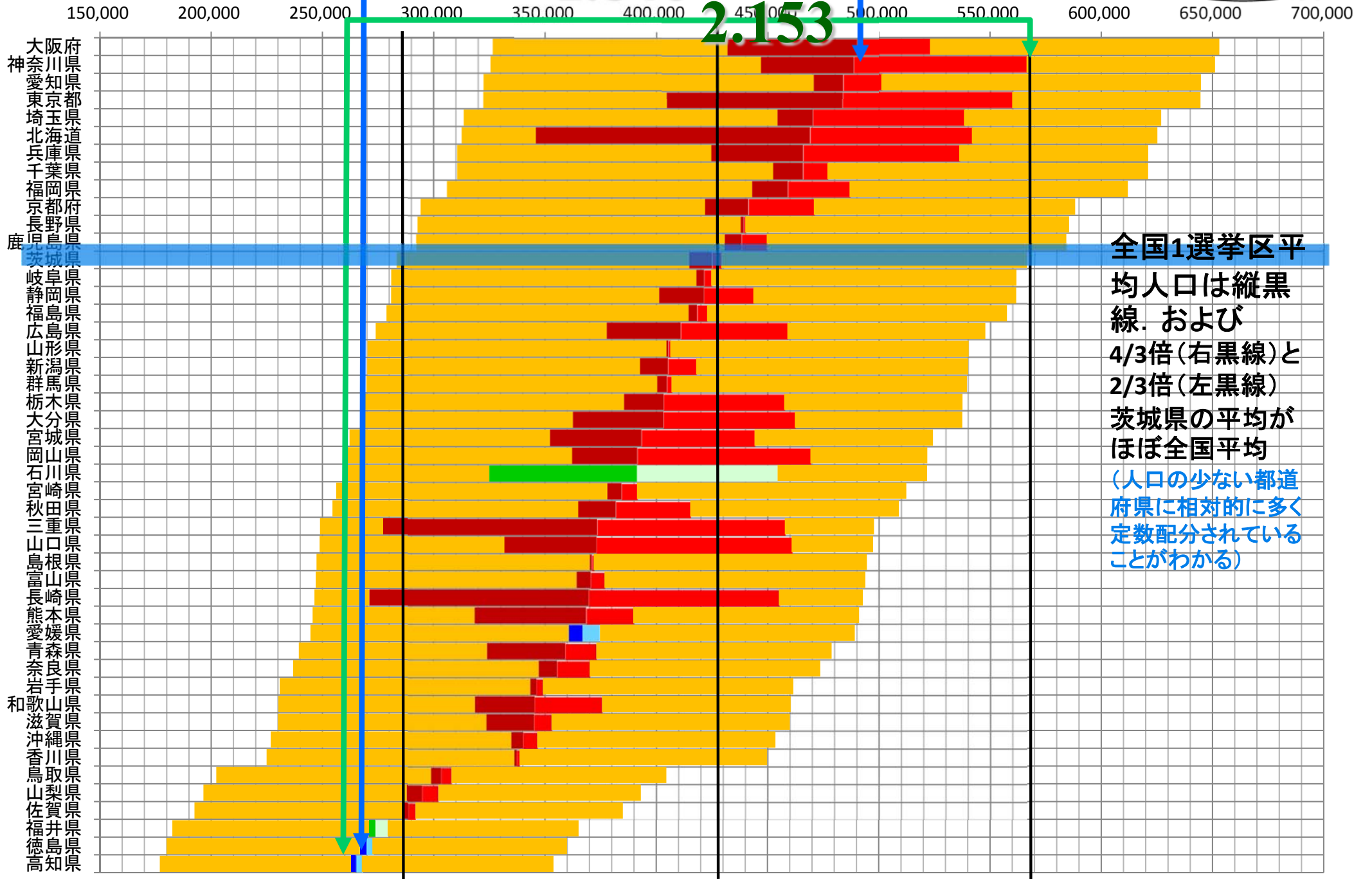
現行制度のままでは
格差2倍未満不可能

定数配分【1+最大剰余法】による格差

最適区割による限界格差

<根本・堀田(2006)>

2005人口
2006行政界

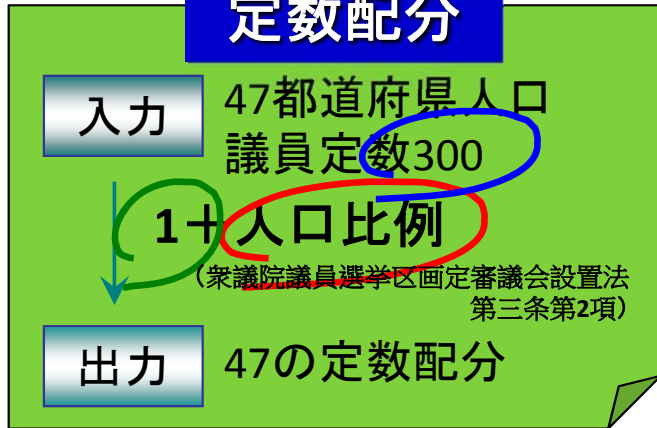


最適区割による限界格差を用いた分析

2000人口
2001行政界

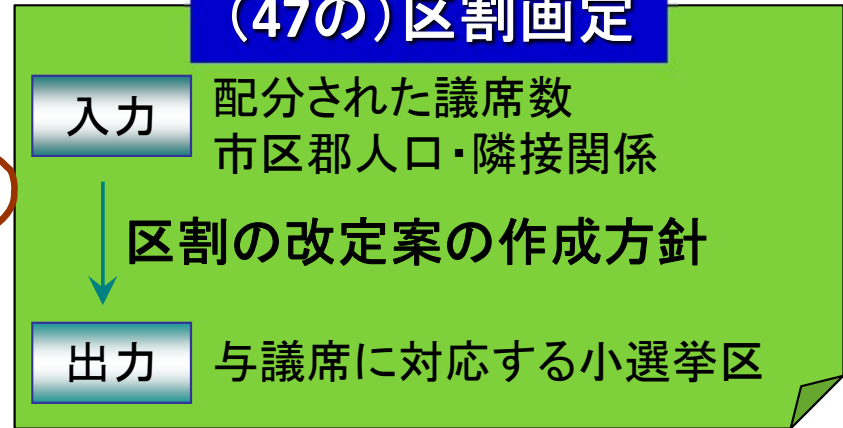
各都道府県への

定数配分



各都道府県内での

(47の)区割画定



| | |
|---------|-------|
| 1+最大剰余法 | 1.977 |
| 1+切り捨て法 | 1.750 |
| 1+切り上げ法 | 3.076 |
| 1+四捨五入法 | 2.290 |
| 1+幾何平均法 | 2.290 |
| 1+調和平均法 | 2.290 |
| 最大剰余法 | 2.032 |
| 切り捨て法 | 2.524 |
| 切り上げ法 | 1.750 |
| 四捨五入法 | 2.032 |
| 幾何平均法 | 1.777 |
| 調和平均法 | 1.777 |

議員定数
280~320

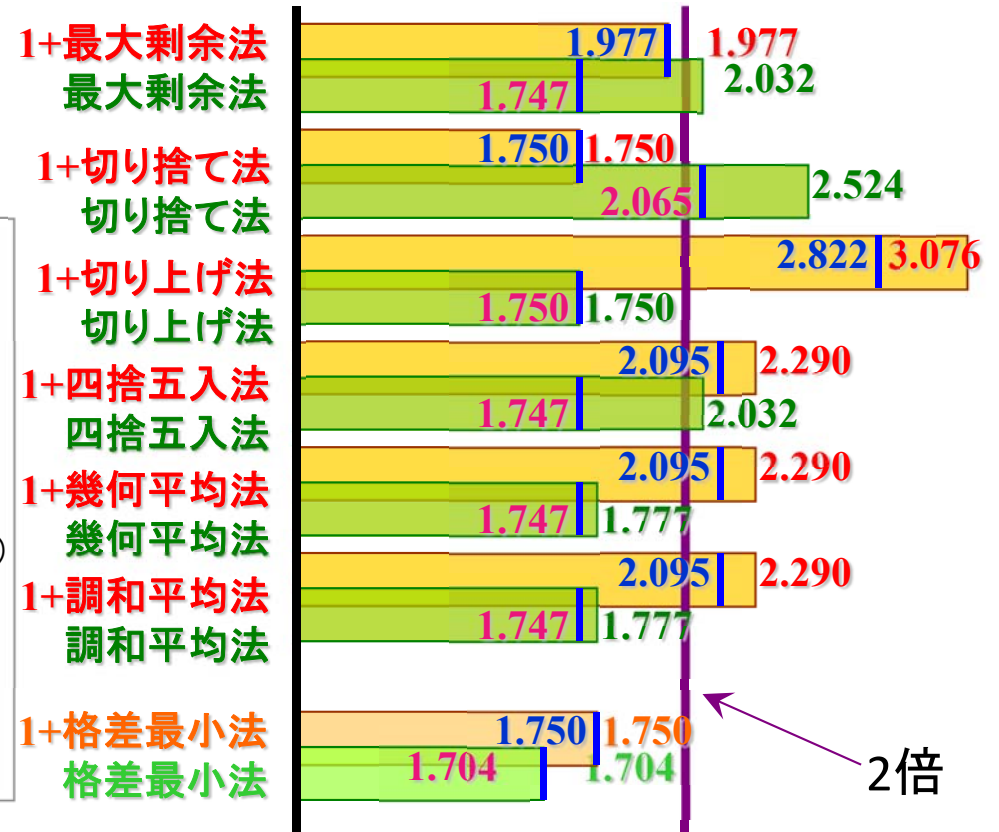
一票の重みの格差の縮小限界

1+格差最小配分法

1.750 1.704

格差最小配分法

- 例) 東京都
- 1+24=25, 1+25=26 (by 1+24.039)
 - 1+26=27 (by 1+切り捨て法)
 - 1+22=23 (by 1+切り上げ法)
 - 1+24=25 (by 1+四捨五入法)
 - 1+24=25 (by 1+幾何平均法)
 - 1+23=24 (by 1+調和平均法)

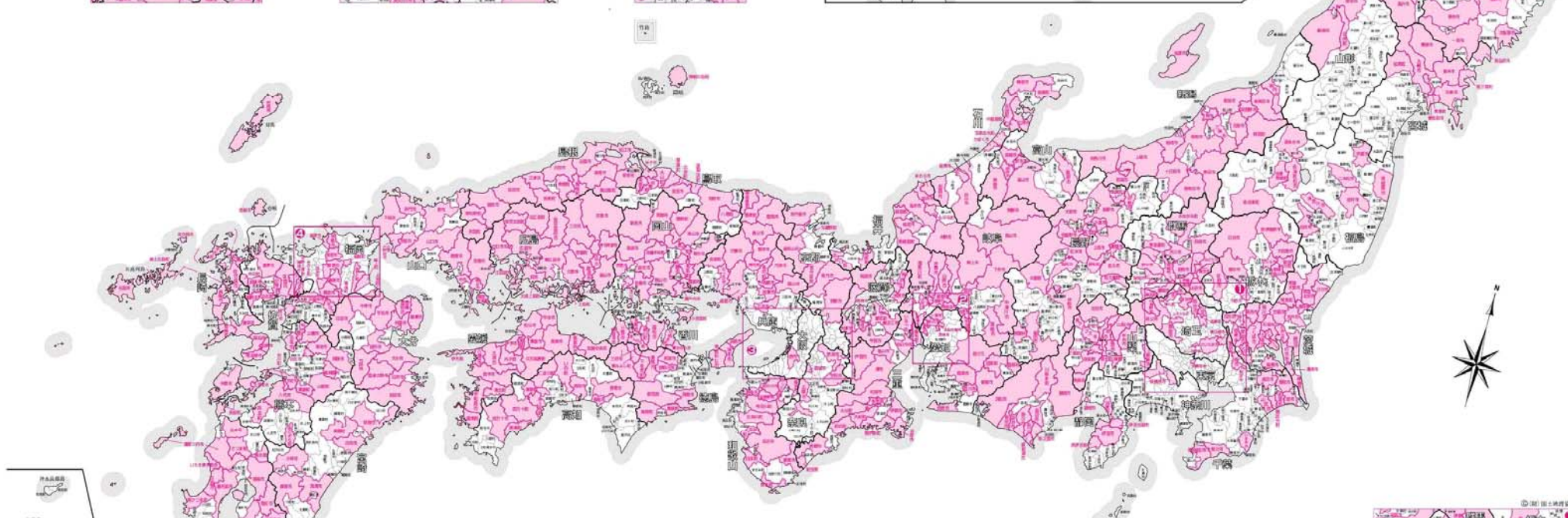
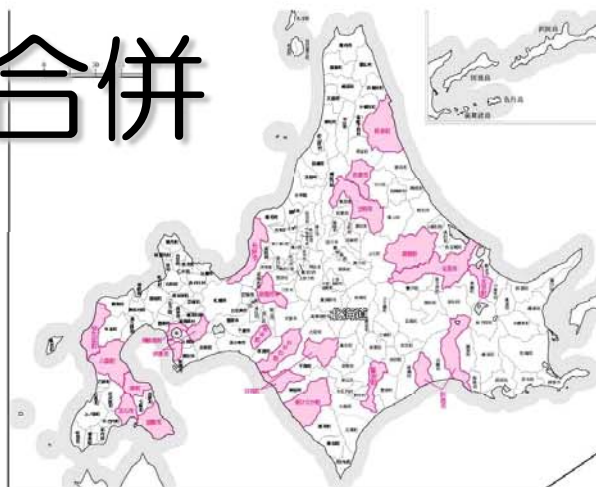


2倍

全国自治体マップ

平成7(1995)年4月1日現在の国勢調査に基づき、平成18(2006)年3月31日現在の自治体合併後の国勢調査用日本地図です。
平成17(2005)年4月1日現在の自治体合併後の国勢調査用日本地図と併せて掲載し、自治体合併による自治体数の変化を一目でわかります。
自治体合併による自治体数減少については、図中の赤字で示しています。

平成の大合併



市町村数

市区郡要素数

3227

2001

1473

-44%

1822

2006

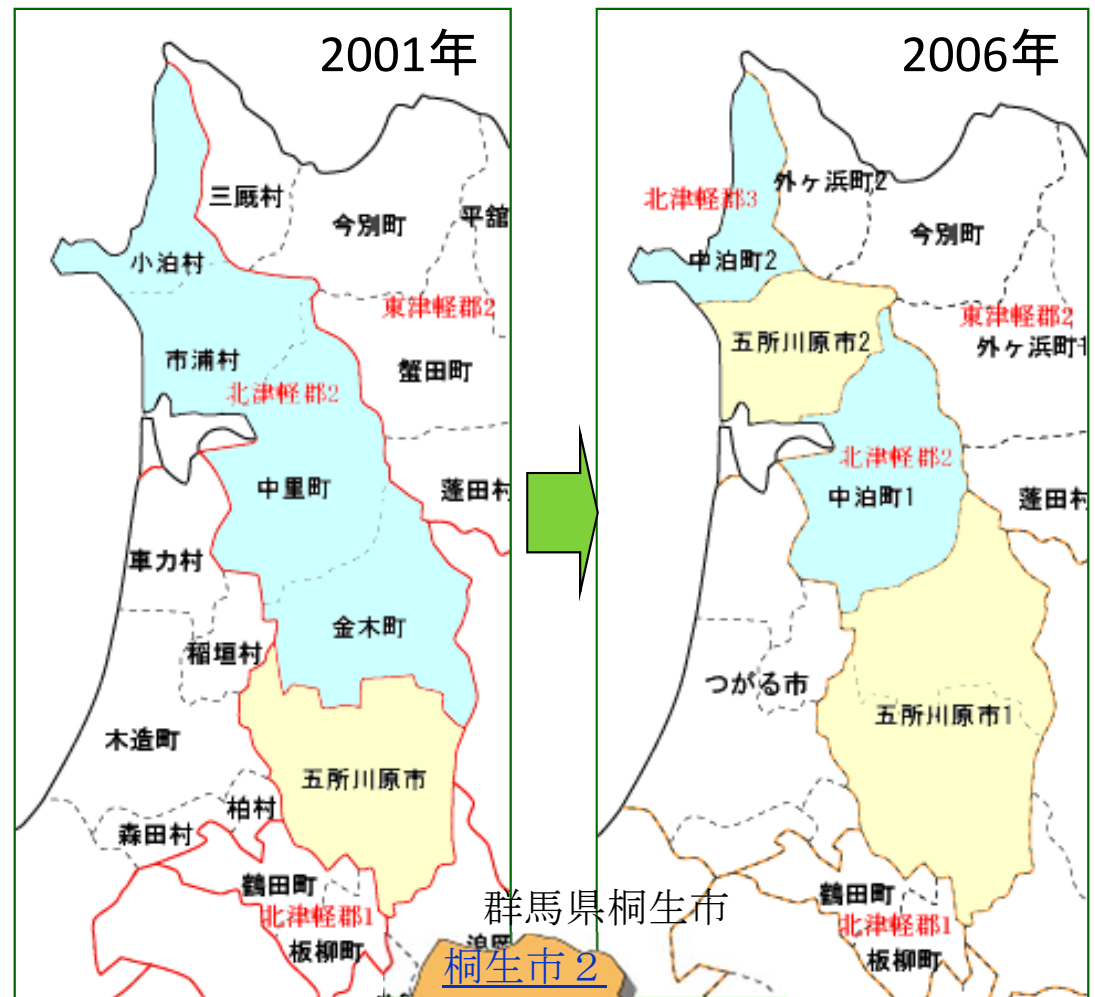
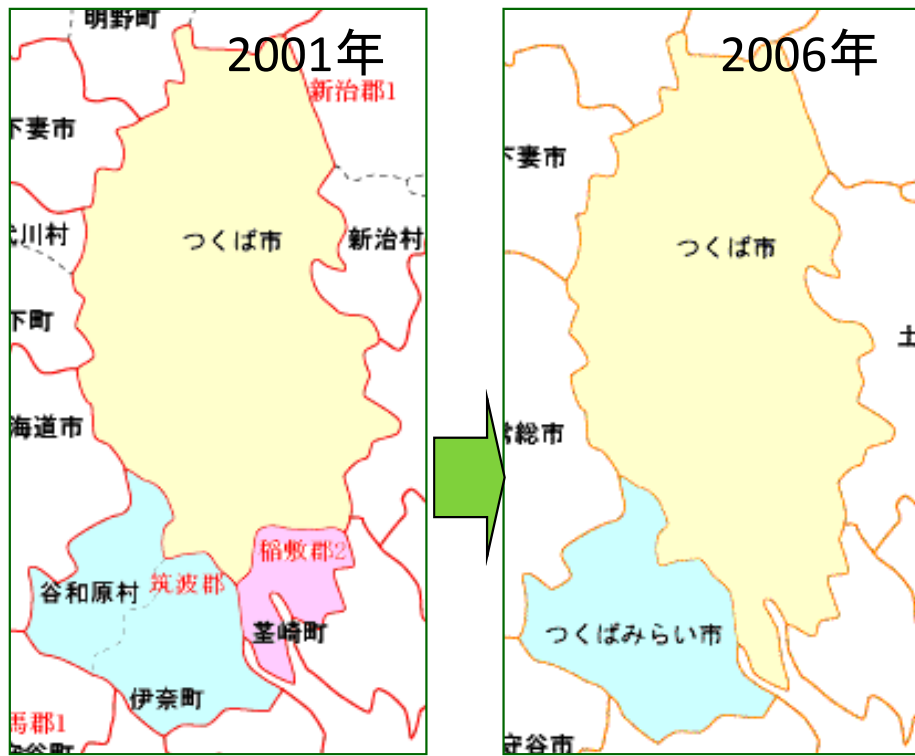
1378

-6%

平成の大合併

合併の直感的イメージ

合併の実際



区割線の自由度減少

格差拡大!

市町村数

3227

2001

1473

-44%

1822

2006

1378

-6%

市区郡要素数

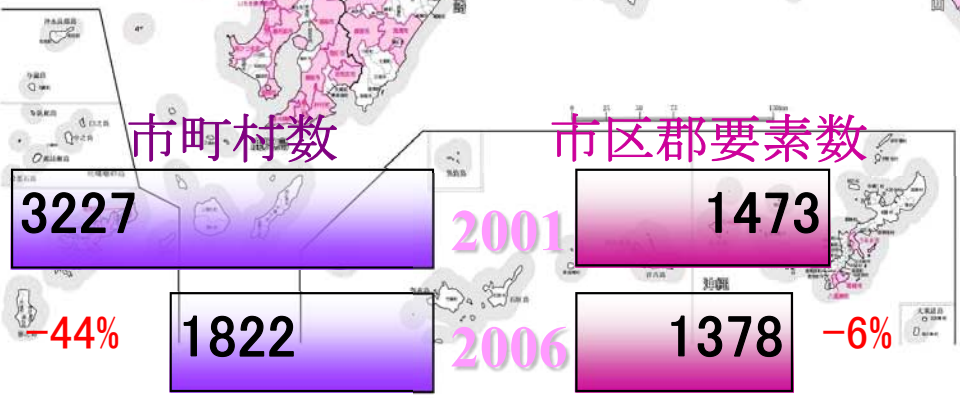
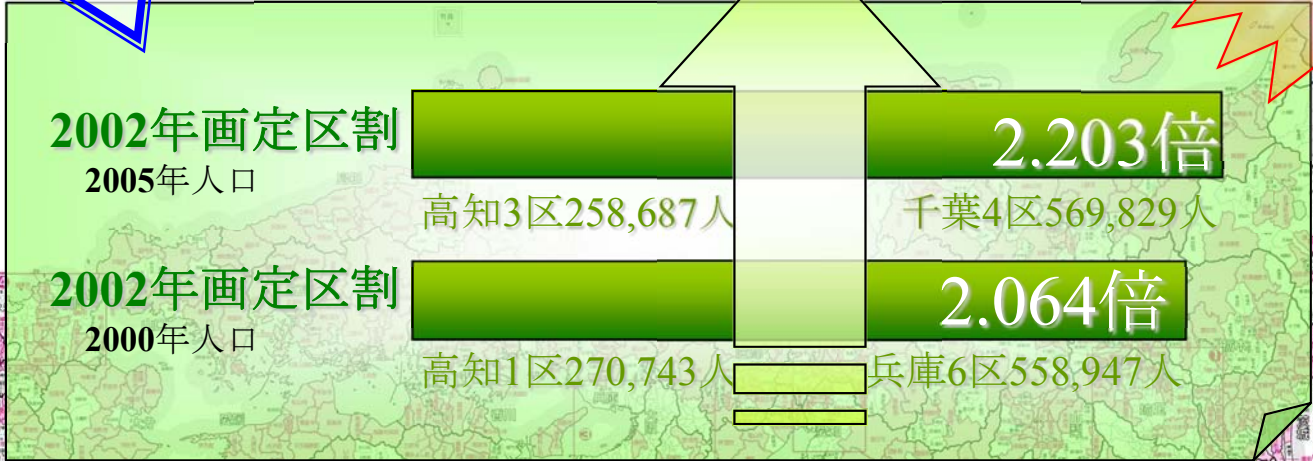


全国自治体マップ

平成の大合併

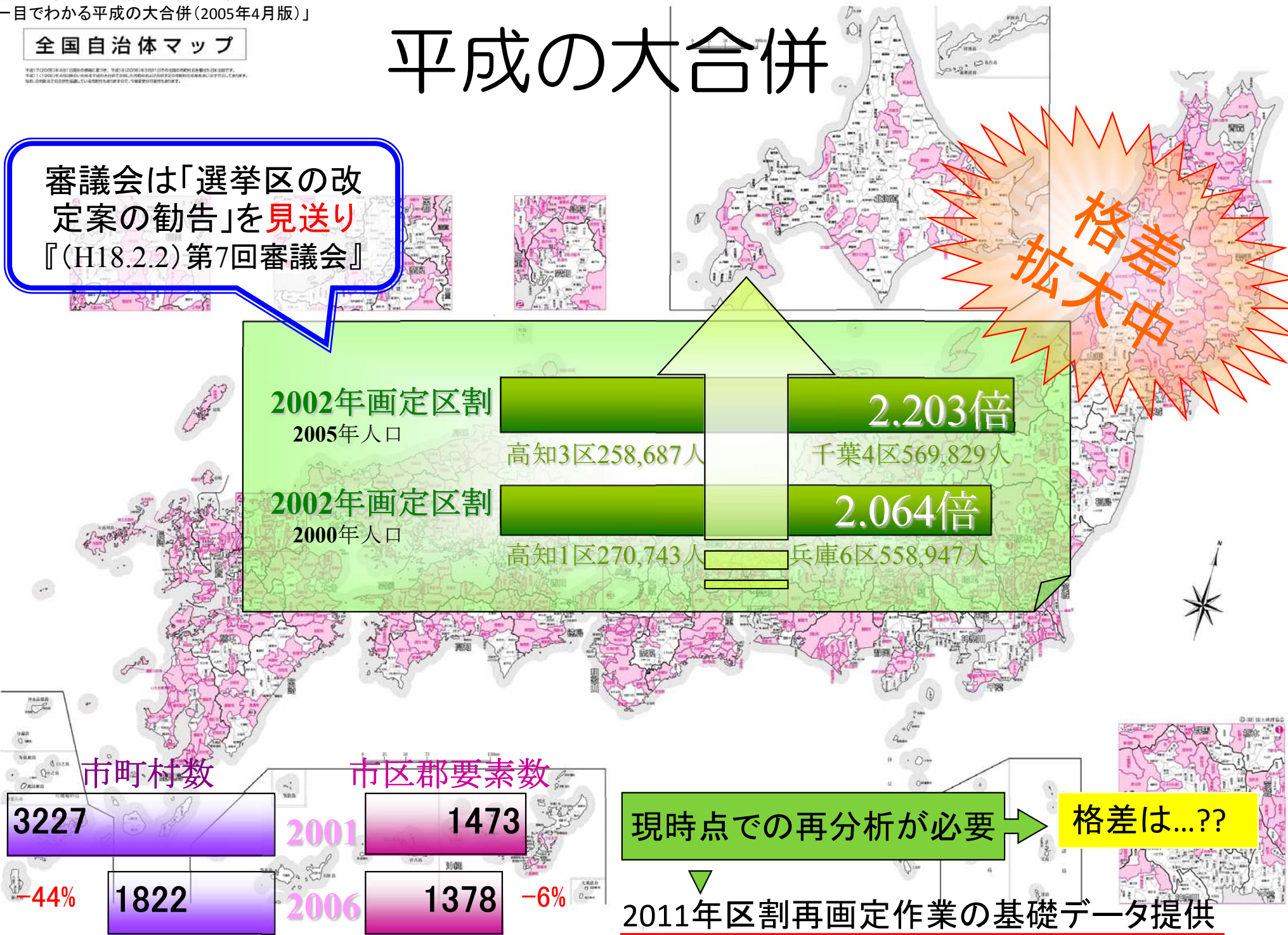
審議会は「選挙区の改定案の勧告」を見送り
『(H18.2.2)第7回審議会』

格差拡大中



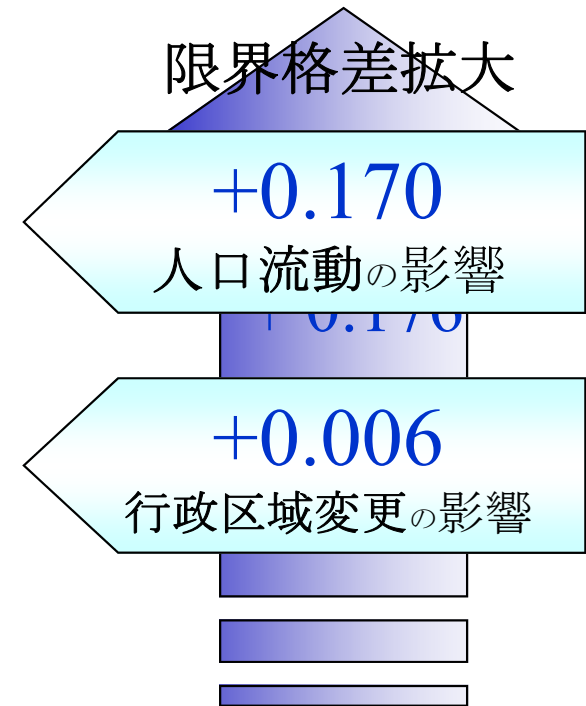
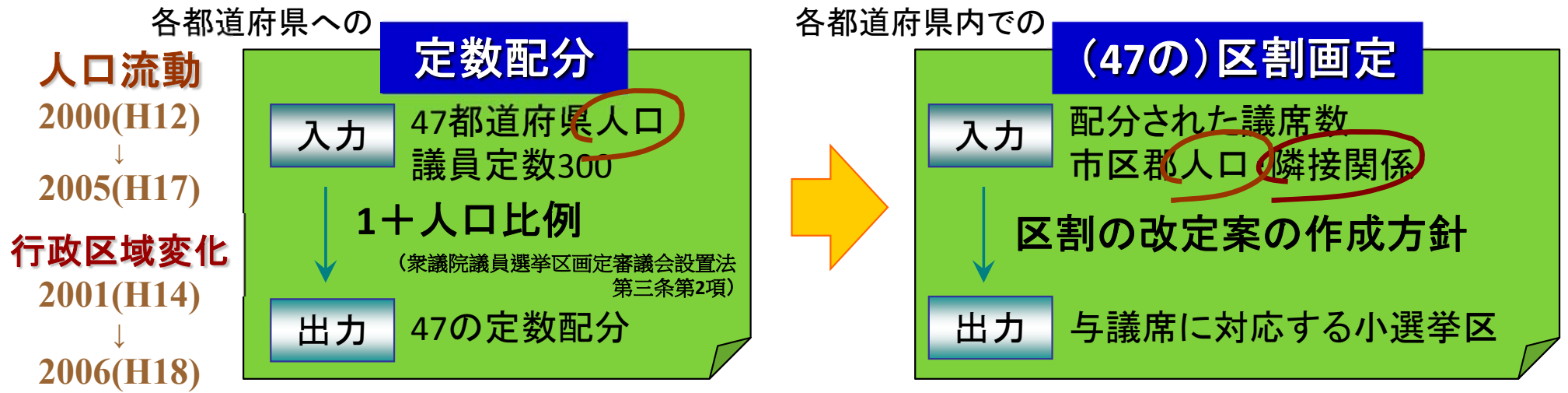
現時点での再分析が必要 → 格差は...??

2011年区割再画定作業の基礎データ提供



人口流動と行政区域変化の影響

2000~2005人口
2001~2006行政界



ただし、この結果は表面的！

県境緩和と一票の重みの格差

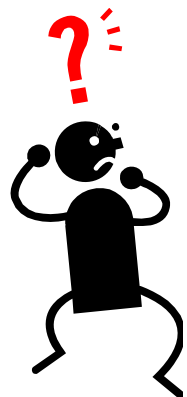
高知県

高知県内の格差
1.018倍

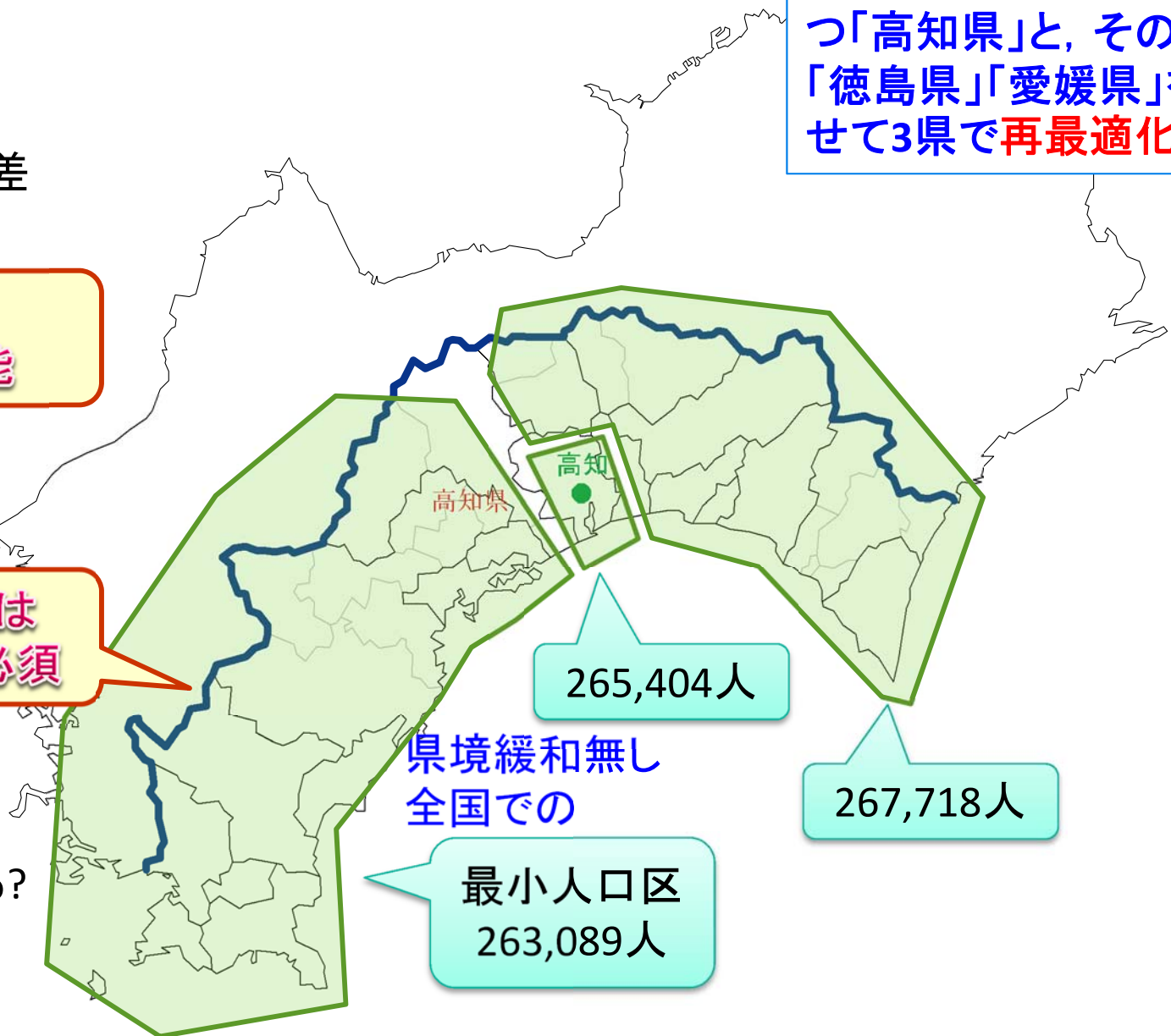
県内で
解決不可能

格差改善には
県境緩和が必須

どの程度
効果がある?



全国最小人口選挙区を持つ「高知県」と、その周辺県「徳島県」「愛媛県」をあわせて3県で再最適化



265,404人

267,718人

県境緩和無し
全国での

最小人口区
263,089人

県境緩和と一票の重みの格差

- 県境を緩和して解く際の条件

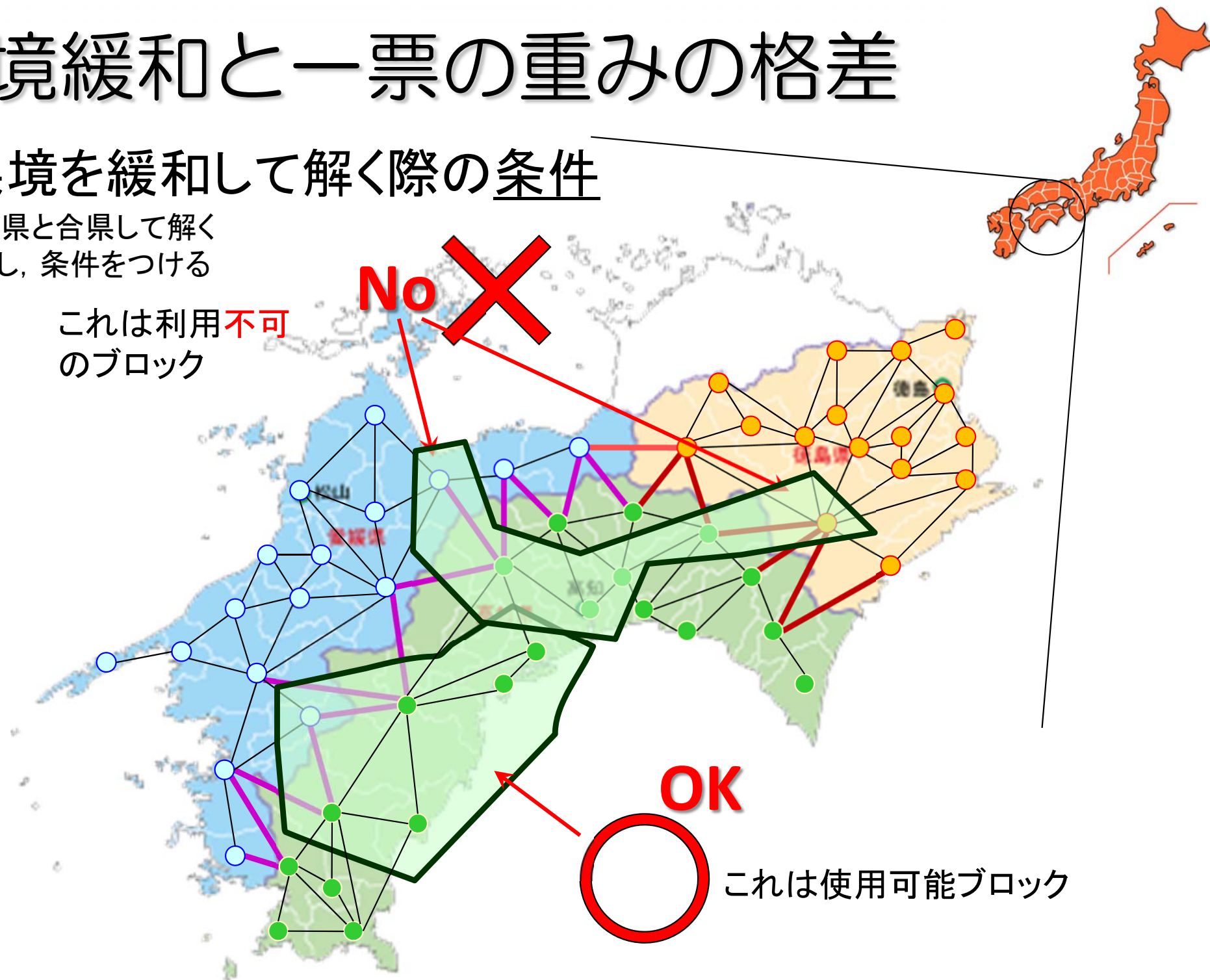
隣接県と合県して解く
ただし、条件をつける

これは利用**不可**
のブロック

No X

OK

これは使用可能ブロック



県境緩和と一票の重みの格差

- 高知・愛媛・徳島：各県の最適解と合県での最適解

－ 県毎の最適解

| 選挙区数 | 3 | | 4 | | 3 | |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 県名 | 徳島県 | | 愛媛県 | | 高知県 | |
| 最大・最小 | 272,482 | 266,847 | 374,777 | 360,741 | 267,718 | 263,089 |
| 比 | 1.021 | | 1.039 | | 1.018 | |

注) 幾つかの市区郡は分割されている

－ 県境緩和のもとでの最適解

| 選挙区数 | 3 | | 4 | | 3 | |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 県名 | 徳島県 | | 愛媛県 | | 高知県 | |
| 最大・最小 | 301,080 | 300,837 | 324,286 | 295,811 | 333,407 | 292,000 |
| 比 | 1.001 | | 1.096 | | 1.142 | |

注) 分割された市区郡はない

素晴らしい！県境緩和は上手くいくじゃないか！

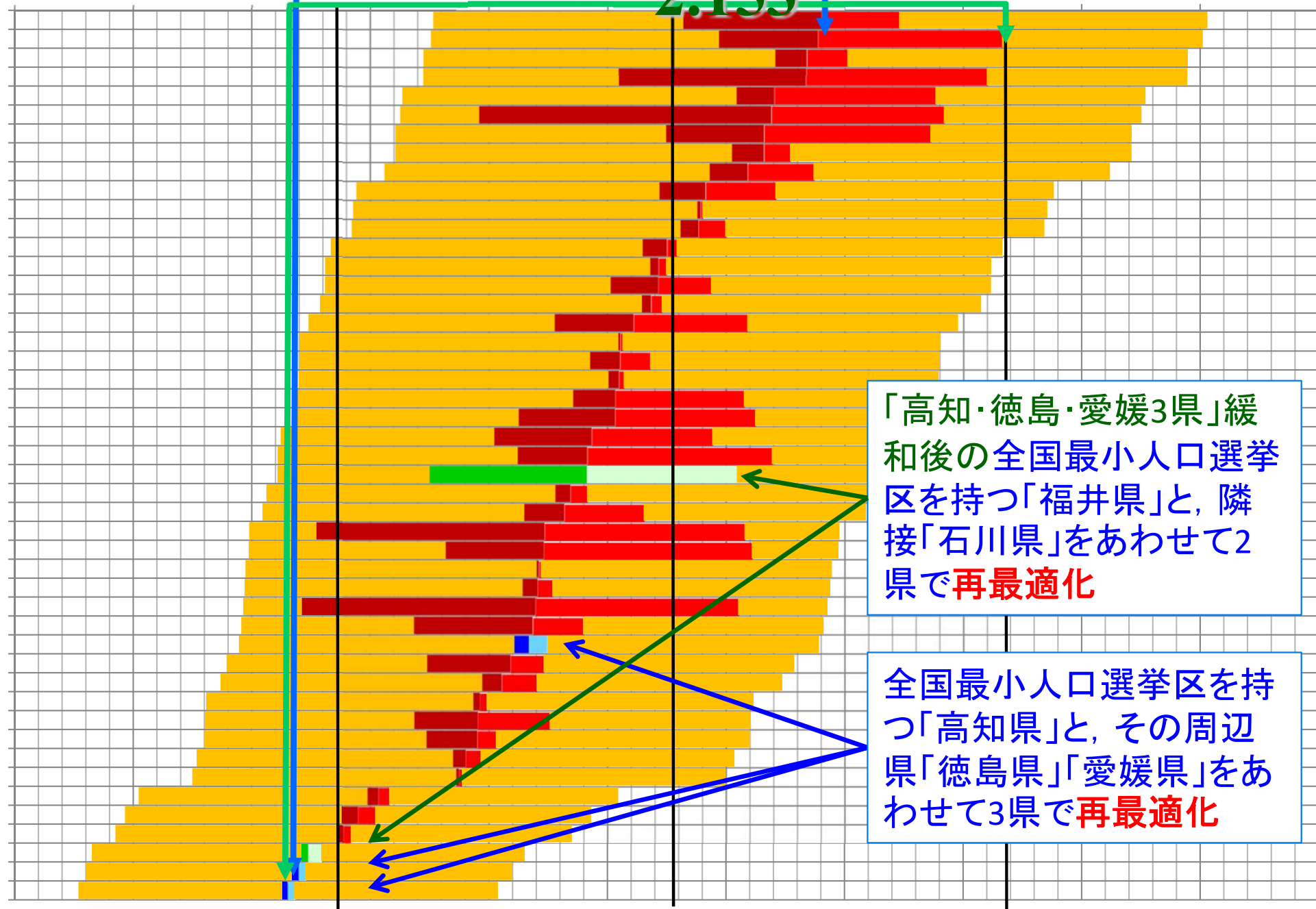
錯覚です!!

県境緩和効果の錯覚

定数配分【1+最大剰余法】による格差
最適区割による限界格差

150,000 200,000 250,000 300,000 350,000 400,000 450,000 500,000 550,000 600,000 650,000 700,000

府 大阪府
都 東京都
道 北海道
県 青森県 岩手県 山形県 秋田県 宮城県 福島県 茨城県 栃木県 群馬県 埼玉県 千葉県 東京都 神奈川県 新潟県 富山県 石川県 福井県 山梨県 長野県 岐阜県 静岡県 愛知県 三重県 滋賀県 京都府 大阪府 兵庫県 奈良県 和歌山県 徳島県 香川県 愛媛県 高知県
支 鹿嶋市



1.846

2.153

「高知・徳島・愛媛3県」緩和後の全国最小人口選挙区を持つ「福井県」と、隣接「石川県」をあわせて2県で再最適化

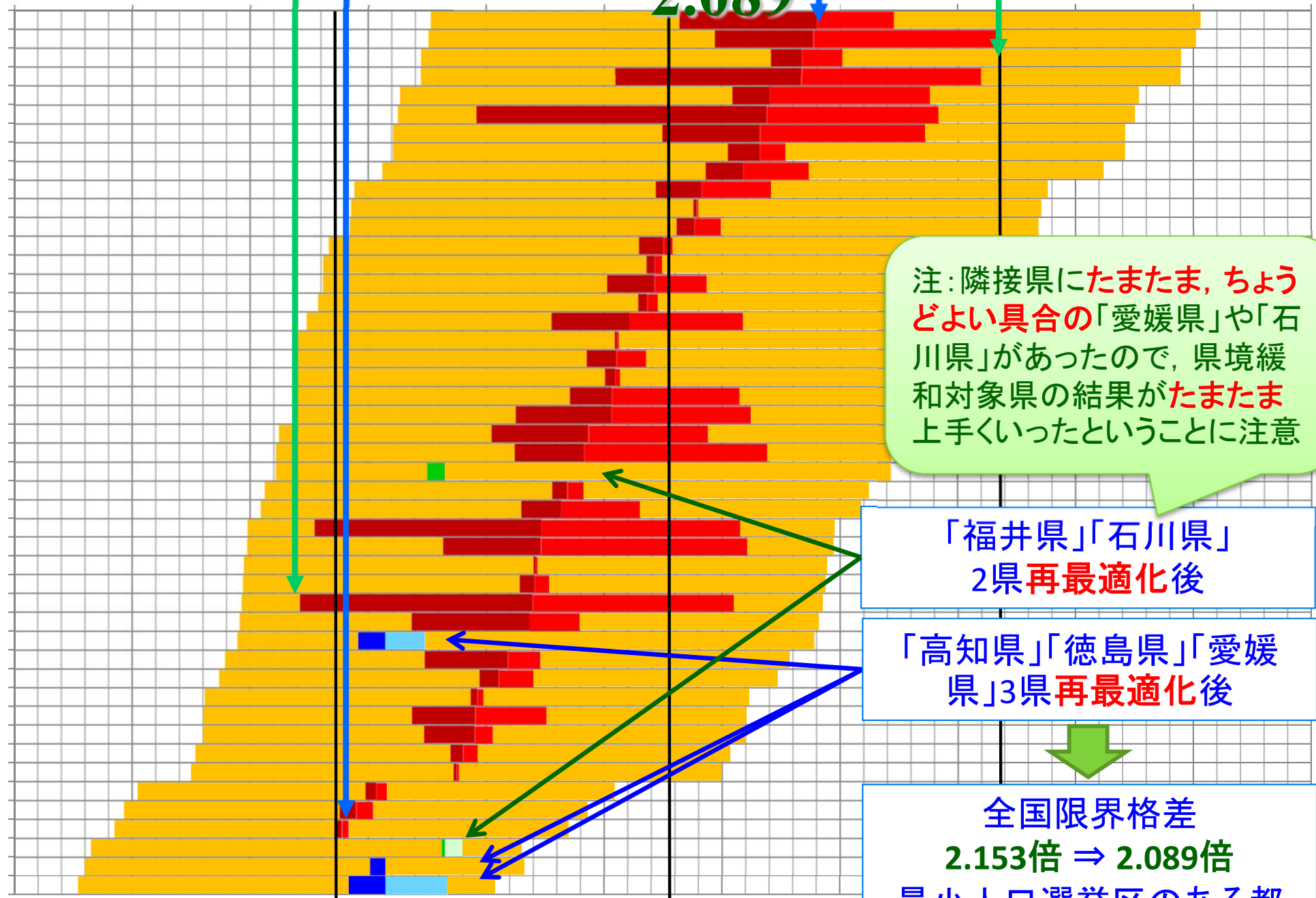
全国最小人口選挙区を持つ「高知県」と、その周辺県「徳島県」「愛媛県」をあわせて3県で再最適化

県境緩和効果の錯覚

3県境緩和後の修正後定数配分格差
 県境緩和後の修正後限界格差

150,000 200,000 250,000 300,000 350,000 400,000 450,000 500,000 550,000 600,000 650,000 700,000

府
 大
 阪
 神
 奈
 川
 愛
 知
 東
 京
 玉
 海
 道
 北
 海
 道
 兵
 庫
 茨
 城
 鹿
 岡
 静
 岡
 福
 島
 山
 形
 山
 新
 潟
 群
 馬
 栃
 木
 大
 宮
 石
 川
 宮
 崎
 秋
 田
 山
 重
 根
 山
 富
 山
 長
 崎
 熊
 本
 愛
 媛
 青
 森
 岩
 手
 山
 和
 歌
 山
 賀
 美
 沖
 縄
 香
 川
 鳥
 取
 山
 梨
 山
 佐
 賀
 福
 井
 徳
 島
 高
 知



注:隣接県にたまたま、ちょうどよい具合の「愛媛県」や「石川県」があったので、県境緩和対象県の結果がたまたま上手くいったことに注意

「福井県」「石川県」
 2県再最適化後

「高知県」「徳島県」「愛媛県」
 3県再最適化後

全国限界格差
 2.153倍 ⇒ 2.089倍
 最小人口選挙区のある都道府県は「長崎県」に移る

県境緩和: 効果の錯覚と問題点

効果の**錯覚** = 結果は隣接県がどこかに非常に依存する

問題点 = 定数配分でゆがめた配分結果の尻ぬぐい・辻褃合わせでしかない

$$\frac{566,460}{277,333} = 2.043$$

限界格差
0.046改善

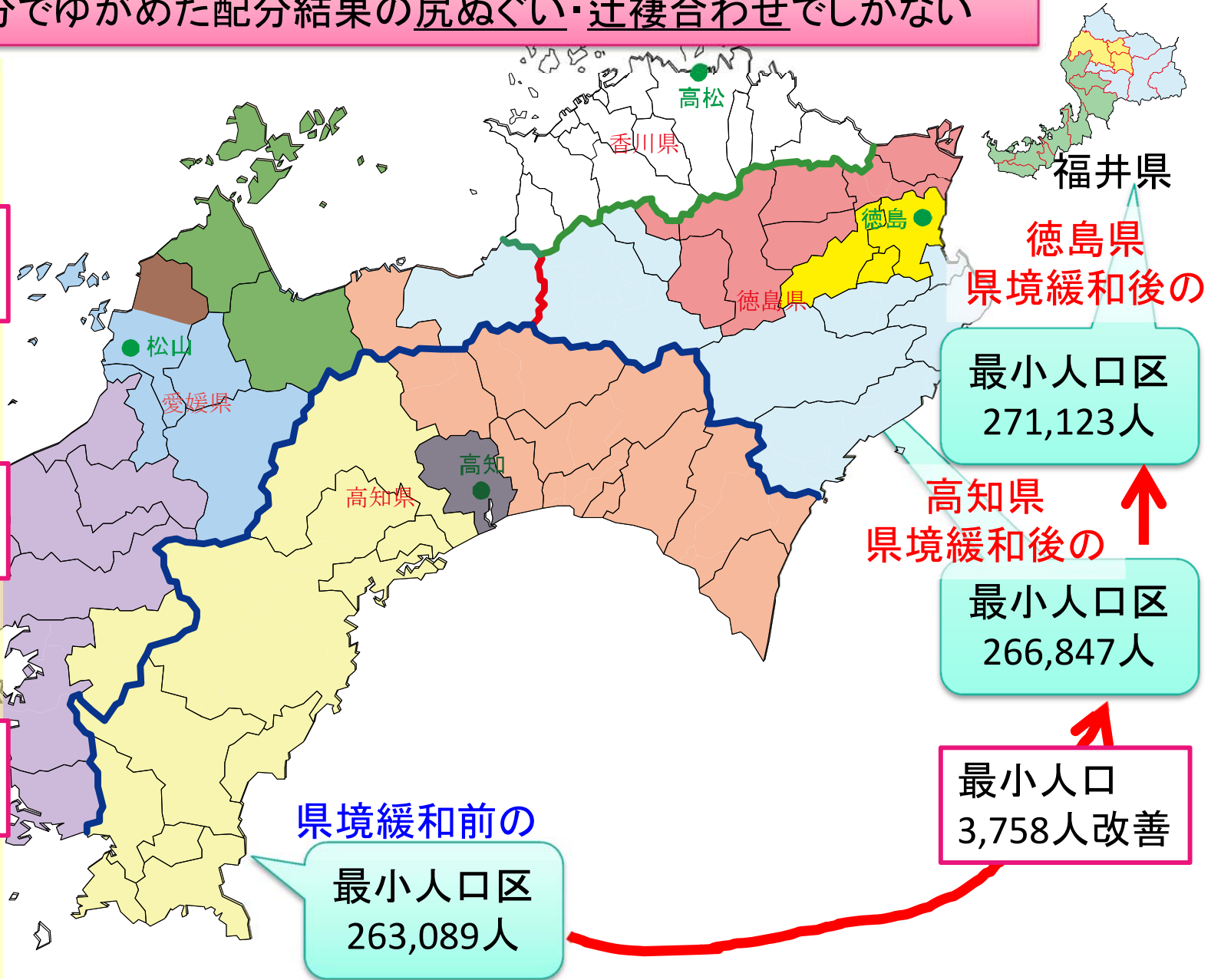
$$\frac{566,460}{271,123} = 2.089$$

限界格差
0.034改善

$$\frac{566,460}{266,847} = 2.123$$

限界格差
0.030改善

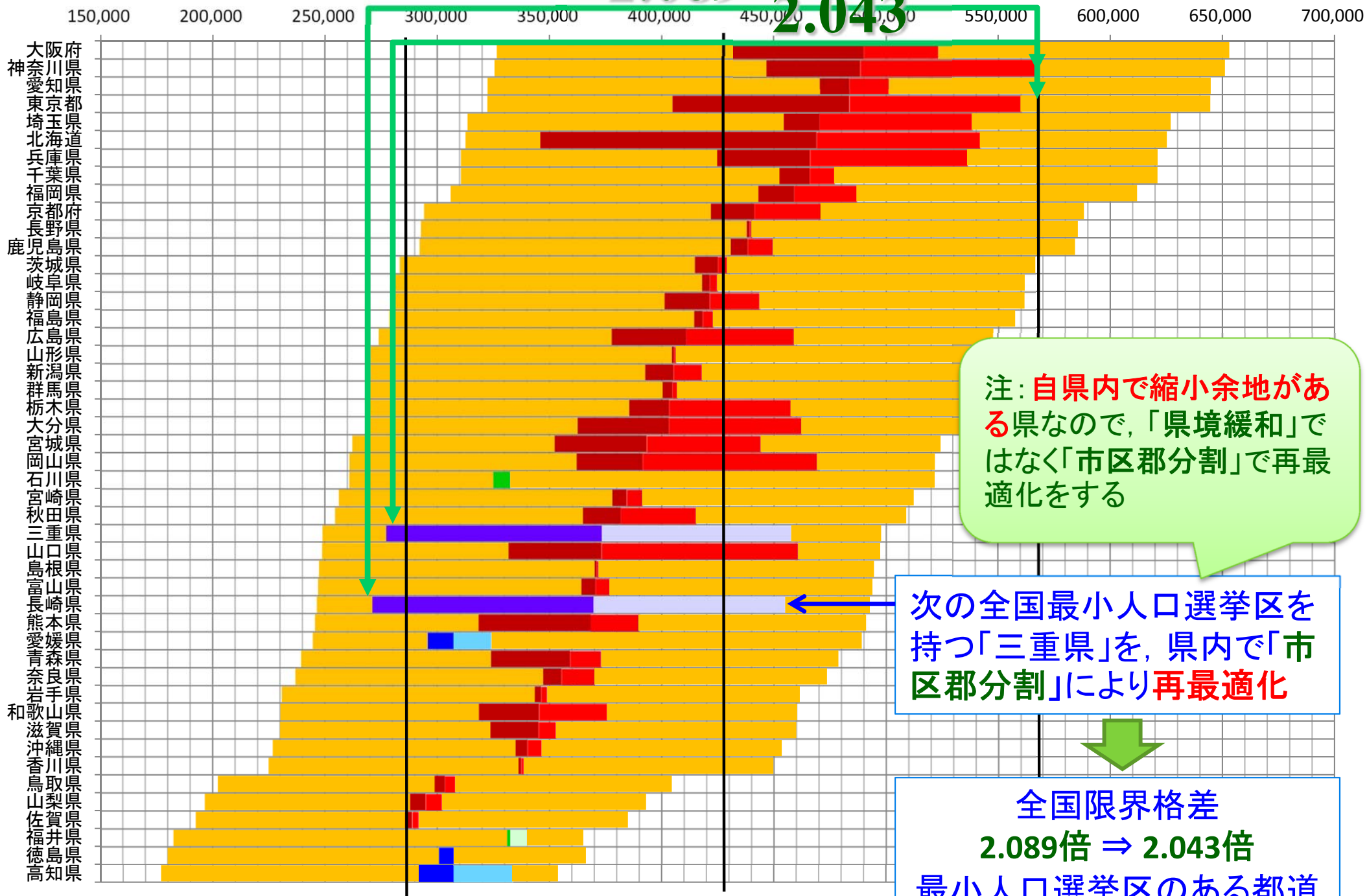
$$\frac{566,460}{263,089} = 2.153$$



さらに作業を進めると...

2.089

2.043



注: 自県内で縮小余地がある県なので、「県境緩和」ではなく「市区郡分割」で再最適化をする

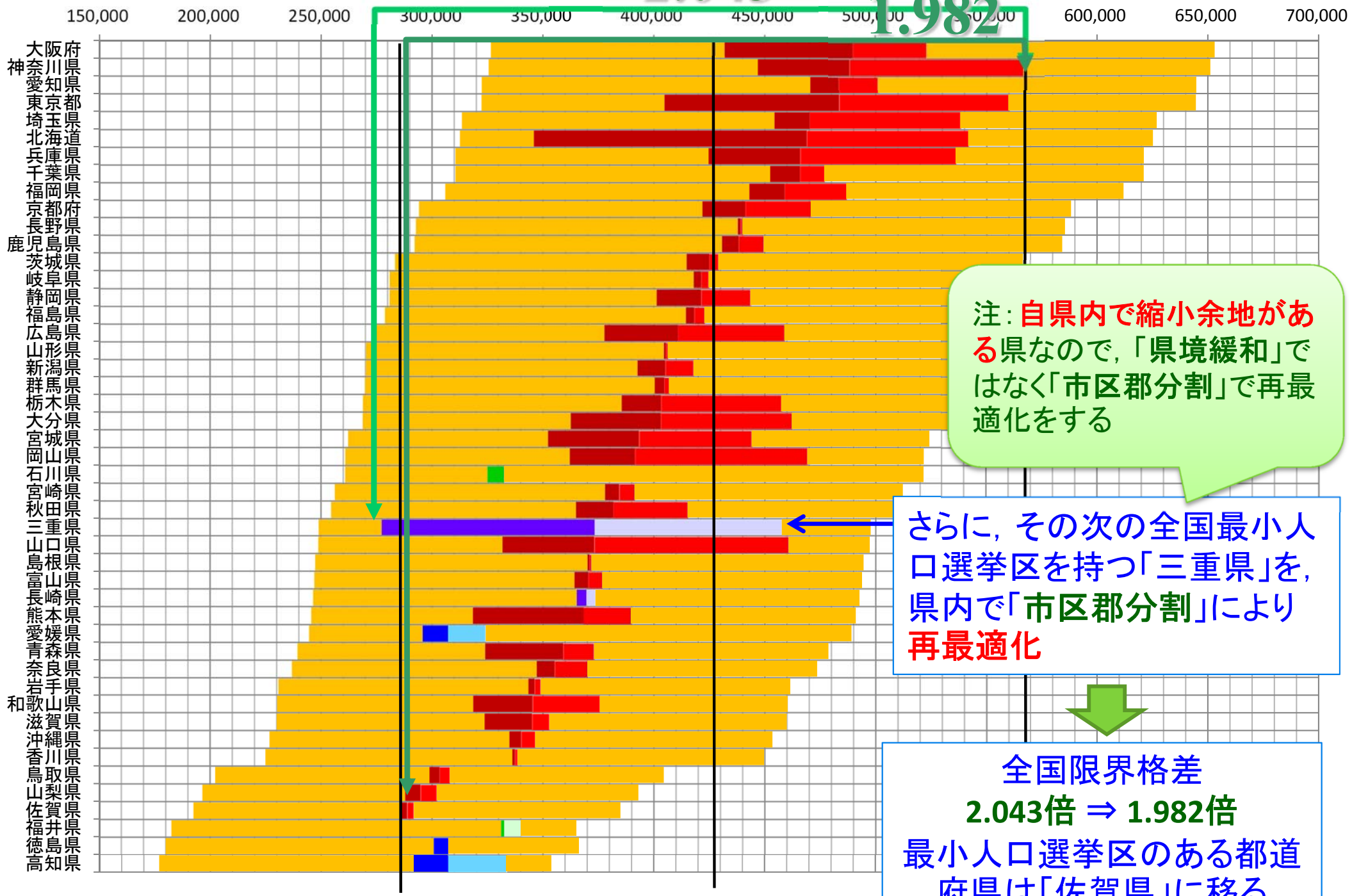
次の全国最小人口選挙区を持つ「三重県」を、県内で「市区郡分割」により再最適化

全国限界格差
2.089倍 ⇒ 2.043倍
最小人口選挙区のある都道府県は「三重県」に移る

さらに作業を進めると…

2.043

1.982



注: 自県内で縮小余地がある県なので、「県境緩和」ではなく「市区郡分割」で再最適化する

さらに、その次の全国最小人口選挙区を持つ「三重県」を、県内で「市区郡分割」により再最適化

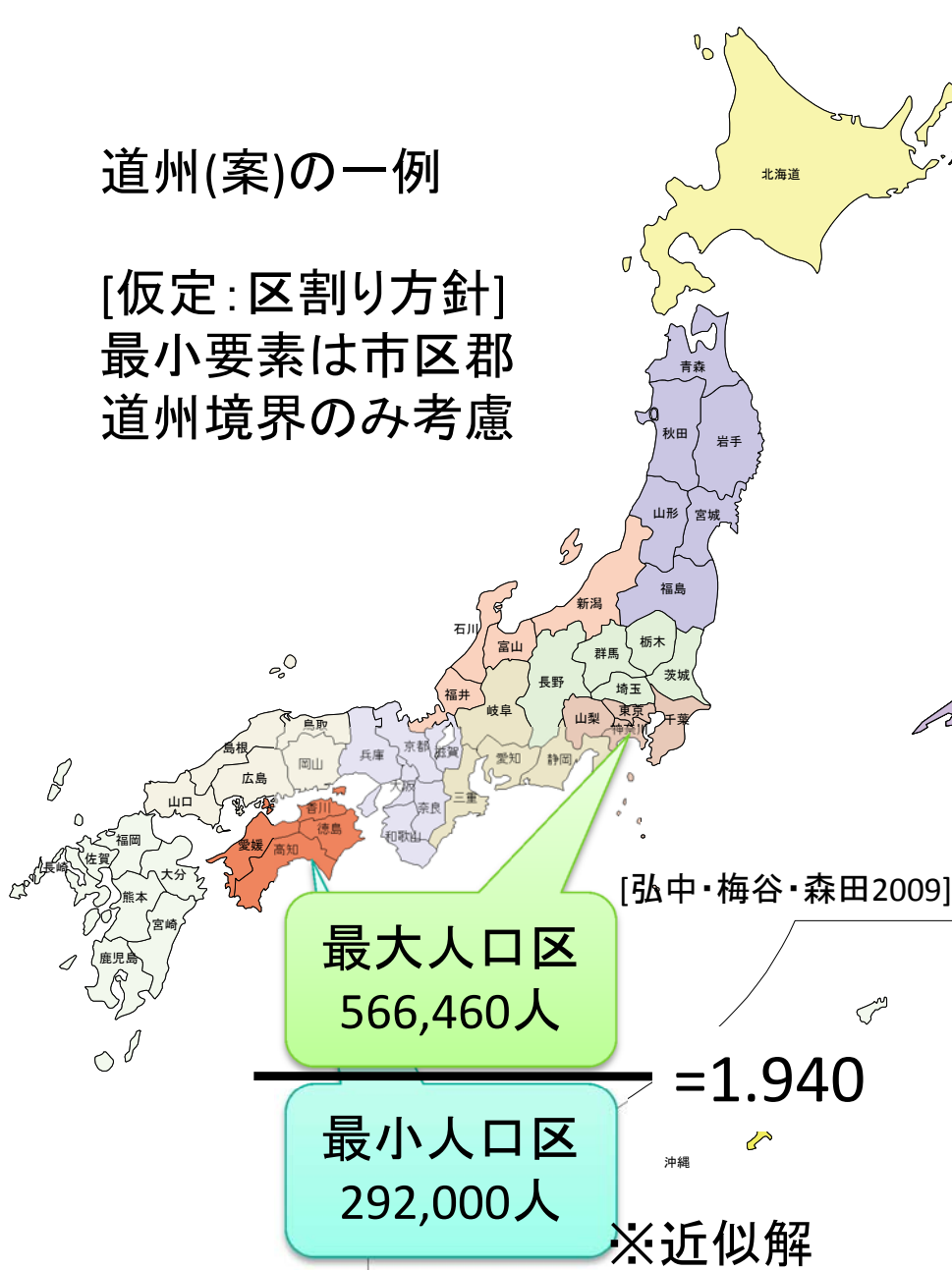
全国限界格差
2.043倍 ⇒ 1.982倍
最小人口選挙区のある都道府県は「佐賀県」に移る

道州制と一票の格差

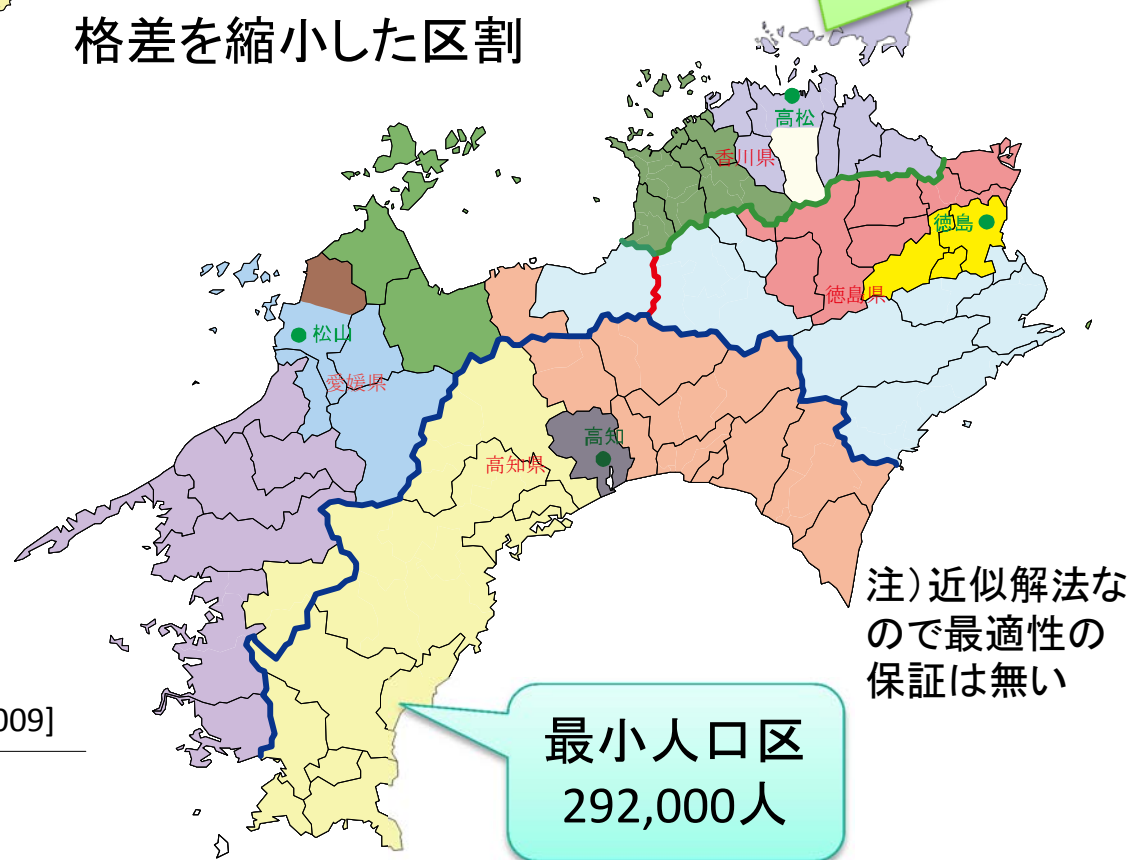
注: 議員定数の道州への配分し直しはしておらず, 都道府県への配分結果の合計値を使用(比較のため)
(最大剰余法による定数配分では, 道州への配分と, 都道府県への配分による対応道州合計値が異なる!)

道州(案)の一例

[仮定: 区割り方針]
最小要素は市区郡
道州境界のみ考慮



格差を縮小した区割



道州内での選挙区形成に緩和した場合の
限界格差の下限は1.940倍

最適区割による限界格差を用いた分析

2000人口
2001行政界

各都道府県への

定数配分

入力 47都道府県人口
議員定数300

1+人口比例

(衆議院議員選挙区画定審議会設置法)

各都道府県内での

(47の)区割画定

入力 配分された議席数
市区郡人口・隣接関係

区割の改定案の作成方針

この順番を変えたくないのなら...

★定数配分をなるべく頑張ることがまずは肝要

- そしてそのための制度設計が必要
- まず議席配分後が全国上下限内に
- 上下限範囲見直し・分割基準見直し・「1人別枠方式(1+)」の見直し

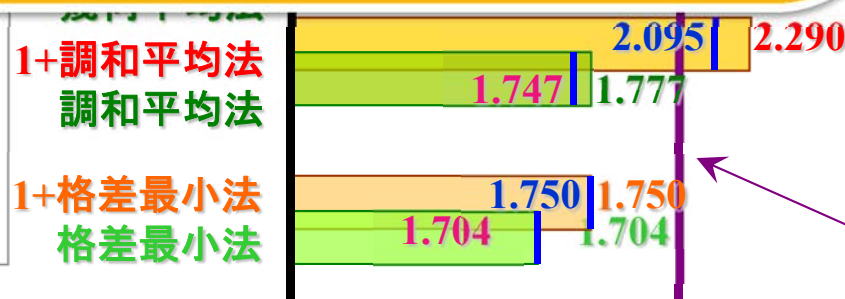
1+最
1+切
1+切
1+四
1+幾
1+調

最

切り

| | |
|-------|-------|
| 切り上げ法 | 1.750 |
| 四捨五入法 | 2.032 |
| 幾何平均法 | 1.777 |
| 調和平均法 | 1.777 |

1+24=25, 1+25=26 (by 1+24.059)
 1+26=27 (by 1+切り捨て法)
 1+22=23 (by 1+切り上げ法)
 1+24=25 (by 1+四捨五入法)
 1+24=25 (by 1+幾何平均法)
 1+23=24 (by 1+調和平均法)



3.076

既知の定数配分法

$$\left\{ \begin{array}{l} m: \text{総議席数} \\ p_i: \text{都道府県人口} \\ \text{理想値} := \frac{mp_i}{\sum p_i} \end{array} \right.$$

● 剰余法 Remainder methods

- 最大剰余法 LRM, Hamilton, Vinton

理想値の切捨値を配分,
残りを少数以下の大きい順に配分

$$\left\{ \begin{array}{l} d: \text{除数} \\ r: \text{基準値} \\ a := \lfloor p_i / d \rfloor \end{array} \right.$$

● 除数法 Divisor methods

$p_i / d \geq r$ なら $a+1$, $p_i / d \leq r$ なら a を配分

- 切り捨て法, 最大除数法, Jefferson, d'Hont $r := a + 1$

- 調和平均法, Dean

$$r := \text{HarMean}(a, a+1)$$

- 幾何平均法, Hill, Huntington

$$r := \text{GeoMean}(a, a+1)$$

- 算術平均法, Webster, Sainte-Lague

$$r := \text{AriMean}(a, a+1)$$

- 切り上げ法, 最小除数法, Adams

$$r := a$$

定数配分法の比較

現行 衆議院小選挙区定数配分で利用
 現行 参議院比例区当選方法で利用

| | | 剰余方式 | 除数方式 | | | | |
|---------|----|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|--|---------------------|
| 満たしたい性質 | | Vinton Hamilton 最大剰余 LR | d'Hont Jefferson 切り捨て GD | Dean 調和平均 HMD | Hill 幾何平均 GMD | Sainte-Lague Webster 算術平均 AMD | Adams 切り上げ SD |
| 割当分特性 | 上側 | ○ | × | × | × | × | ○ |
| | 下側 | ○ | ○ | × | × | × | × |
| 総定数単調性 | | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 人口単調性 | | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 標準性 | | ○ | × | × | × | ○ | × |
| 整合性 | | × | × | × | × | ○ | × |

○...満たす
 ×...必ずしも満たさない

定数配分 $a=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ とする

- ※1. 割当分特性 = 配分 a が理想値の上下限内に収まる
- ※2. 総定数単調性 = 総定数の増減に対し、配分 a が単調 (= アラバマパラドクスが起こらない)
- ※3. 人口単調性 = 人口増減率にたいし、議席の増減が単調 (= 人口パラドクス起こらない)
- ※4. 標準性 = 任意の2県定数配分で、どちらも理想値に最も近い定数を受け取る
- ※5. 整合性 = 全体での議席配分と一部(2県)の再配分が等しい
 (ex. 全都道府県での千葉と鳥取の配分) (ex. 全体での千葉と鳥取の合計を2県に再配分)

割当分特性を
満たした上での
最適に注意

| | | 1.600 | 1.596 | 1.643 | 1.997 | 1.643 | 1.643 | 1.702 | 1.583 | 1.619 | 2.684 | 1.949 | 1.583 | 1.885 | 1.986 | 2.120 | 2.684 |
|----|------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 470,631 | 469,595 | 588,418 | 785,873 | 588,418 | 588,418 | 500,631 | 465,765 | 476,289 | 526,470 | 785,873 | 465,765 | 493,900 | 506,221 | 506,221 | 526,470 |
| | | 294,209 | 294,209 | 358,177 | 393,457 | 358,177 | 358,177 | 294,209 | 294,209 | 294,209 | 196,139 | 403,235 | 294,209 | 261,958 | 254,865 | 238,785 | 196,139 |
| | | OptUL | P2 | LRM | GD | AMD | GMD | HMD | SD | 1+OptUL | 1+P2 | 1+LRM | 1+GD | 1+AMD | 1+GMD | 1+HMD | 1+SD |
| 31 | 鳥取県 | 588,418 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 32 | 島根県 | 716,354 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 39 | 高知県 | 764,596 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 36 | 徳島県 | 785,873 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 18 | 福井県 | 806,470 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 41 | 佐賀県 | 849,709 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 19 | 山梨県 | 862,772 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 37 | 香川県 | 995,779 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 30 | 和歌山県 | 1,001,261 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 5 | 秋田県 | 1,085,878 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 16 | 富山県 | 1,093,365 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 45 | 宮崎県 | 1,135,120 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 6 | 山形県 | 1,168,789 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 17 | 石川県 | 1,170,040 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 44 | 大分県 | 1,196,409 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | 岩手県 | 1,330,530 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | 青森県 | 1,373,164 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 47 | 沖縄県 | 1,392,503 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 29 | 奈良県 | 1,399,978 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 25 | 滋賀県 | 1,410,272 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 42 | 長崎県 | 1,426,594 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 38 | 愛媛県 | 1,430,957 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 35 | 山口県 | 1,451,372 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 46 | 鹿児島県 | 1,706,428 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 43 | 熊本県 | 1,817,410 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 24 | 三重県 | 1,854,742 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 33 | 岡山県 | 1,944,986 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 9 | 栃木県 | 2,007,014 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 10 | 群馬県 | 2,008,170 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 7 | 福島県 | 2,028,752 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 21 | 岐阜県 | 2,081,147 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 20 | 長野県 | 2,152,736 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 4 | 宮城県 | 2,347,975 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 |
| 15 | 新潟県 | 2,374,922 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 |
| 26 | 京都府 | 2,636,704 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 |
| 34 | 広島県 | 2,860,769 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 7 |
| 8 | 茨城県 | 2,968,865 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 7 |
| 22 | 静岡県 | 3,765,044 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 8 |
| 40 | 福岡県 | 5,072,804 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 1 | 北海道 | 5,507,456 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 |
| 28 | 兵庫県 | 5,589,177 | 13 | 13 | 13 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 |
| 12 | 千葉県 | 6,217,119 | 14 | 14 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 11 | 埼玉県 | 7,194,957 | 16 | 16 | 17 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 |
| 23 | 愛知県 | 7,408,499 | 17 | 17 | 17 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 27 | 大阪府 | 8,862,896 | 20 | 20 | 21 | 22 | 21 | 21 | 21 | 20 | 19 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 |
| 14 | 神奈川県 | 9,049,500 | 21 | 20 | 21 | 23 | 21 | 21 | 21 | 20 | 19 | 19 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 |
| 13 | 東京都 | 13,161,751 | 30 | 29 | 31 | 33 | 31 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 29 | 27 | 26 | 26 | 25 |

「SD」=小県有利
「1+」=小県有利
→互いの長所を高
め合う(=歪ませて
×歪ませて倍加)
→格差拡大

もともと平均的で良
い性質を持つ除数
法は「1+」でゆがま
せると、そのままゆ
がむので、格差拡
大する

「GD」=大県有利
「1+」=小県有利
→互いの長所を打
ち消し合う(=歪ま
せて×歪ませて打
ち消し)
→格差縮小

現行のままなら
この格差
(=1.949倍)

| | |
|--------|------------------|
| 全国人口 | 128,056,026 |
| 議席数 | 300 |
| ×4/3 | 569,137 |
| 1選挙区平均 | 426,853.4 |
| ×2/3 | 284,569 |

最適化による定数配分

$$\left. \begin{array}{l} m: \text{総議席数} \\ p_i: \text{都道府県人口} \\ \text{理想値} := \frac{mp_i}{\sum p_i} \end{array} \right\}$$

- 定式化

| | | 配分議員定数とその時の各都道府県平均人口 | | | | |
|--------|-----------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| 都道府県 | 人口 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 09 栃木県 | 2,007,014 | 501,754 | 401,403 | 334,502 | 286,716 | 250,877 |
| 10 群馬県 | 2,008,170 | 502,043 | 401,634 | 334,695 | 286,881 | 251,021 |
| 07 福島県 | 2,028,752 | 507,188 | 405,750 | 338,125 | 289,822 | 253,594 |
| 21 岐阜県 | 2,081,147 | 520,287 | 416,229 | 346,858 | 297,307 | 260,143 |
| 20 長野県 | 2,152,736 | 538,184 | 430,547 | 358,789 | 307,534 | 269,092 |
| 04 宮城県 | 2,347,975 | 586,994 | 469,595 | 391,329 | 335,425 | 293,497 |
| 15 新潟県 | 2,374,922 | 593,731 | 474,984 | 395,820 | 339,275 | 296,865 |
| 26 京都府 | 2,636,704 | 659,176 | 527,341 | 439,451 | 376,672 | 329,588 |
| 34 広島県 | 2,860,769 | 715,192 | 572,154 | 476,795 | 408,681 | 357,596 |
| 08 茨城県 | 2,968,865 | 742,216 | 593,773 | 494,811 | 424,124 | 371,108 |

最適化による定数配分

p_i : 都道府県人口
 $N = \{1, 2, \dots, 47\}$

• 定式化

$$\min. \quad u / l$$

$$s.t. \quad l \leq \sum_j \frac{p_i}{m_j} z_{ij} \leq u \quad (i \in N)$$

$$\sum_j z_{ij} = 1 \quad (i \in N)$$

$$\sum_i \sum_j m_j z_{ij} = 300$$

$$\sum_j m_j z_{ij} \leq \sum_j m_j z_{kj} \quad (i, k \in N \text{ s.t. } p_i \leq p_k)$$

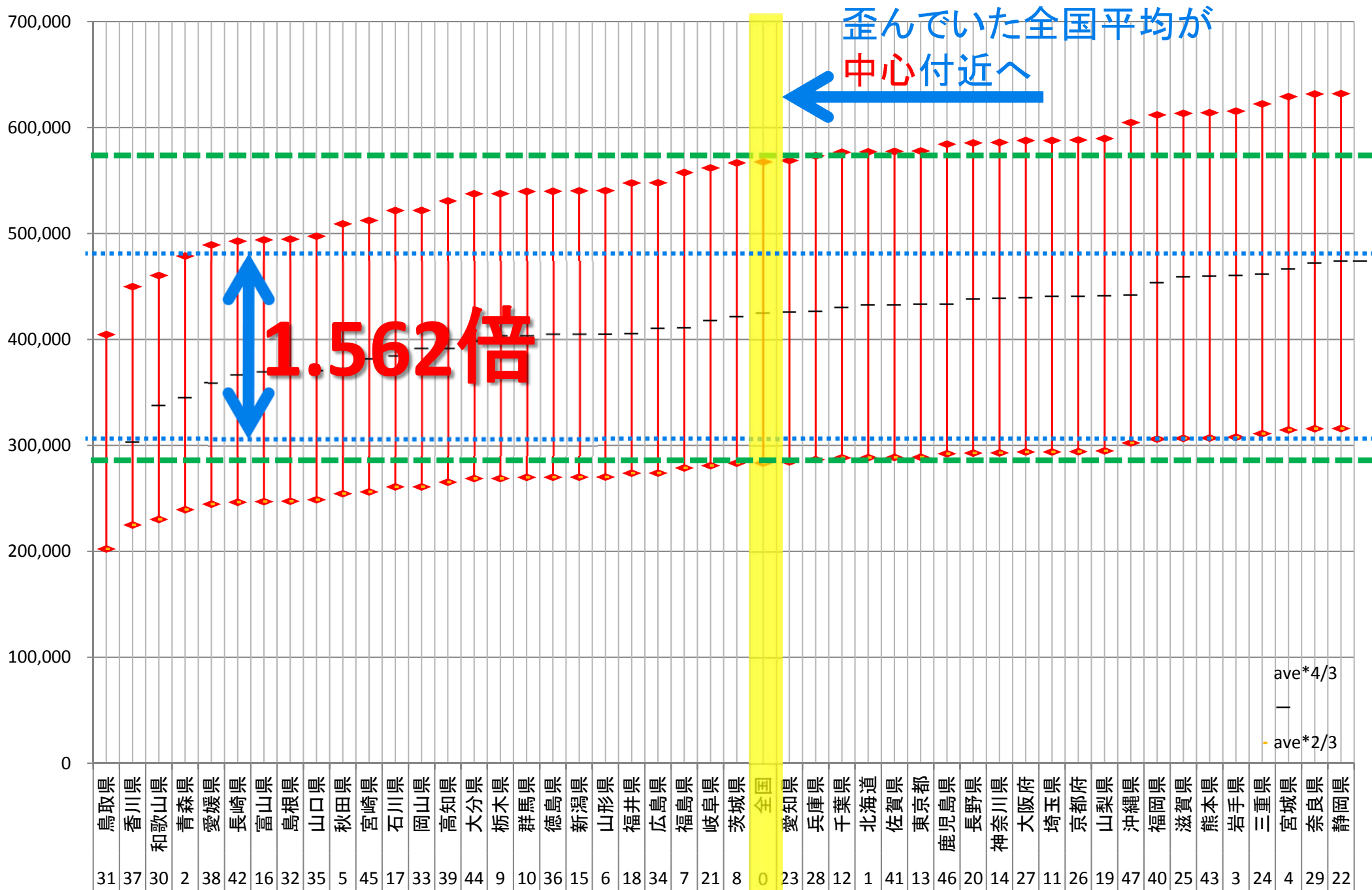
$$z_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i \in N, j)$$

p_i/m_j は都道府県 i への配分定数が m_j の時の選挙区平均人口

衆議院総議席数は300

相対的に人口が多い都道府県の配分数が、少ない都道府県より少なく配分されることを防ぐ制約
(配分結果で47都道府県をソートした場合、都道府県の人口順と矛盾しないようにということ)

最適化による定数配分の結果と効果



一票の格差是正のための改善案

定数配分

区割画定

| | | |
|--------------------------|----|----|
| a. 「1人別枠方式(1+)」の廃止 | 変更 | — |
| b. 「定数配分法」の変更(現行:最大剰余法) | 変更 | — |
| c. 総議席数の変更(現行:300) | 変更 | 変更 |
| d. 「区割画定」を頑張る(最適に近づける) | — | 変更 |
| e. 「市区郡分割」の条件を変える | — | 変更 |
| f. 「市区郡を区割要素とする」ことをやめる | 変更 | 変更 |
| g. 「都道府県境」を緩和する | 変更 | 変更 |
| h. 「定数配分」→「区割画定」という順序を廃止 | 変更 | 変更 |
| i. 「整数に丸める」ことをやめる | 変更 | 変更 |

- どの方策にせよ a は実施すべき
- c は重要ではない(区割作成方針次第で対応可能という意味)
- f+h, i のいずれかを用いれば格差をなくせる(全2県間の格差1倍にできる)
- b+d+h を用いて格差を最小にする方法は、
格差最小配分法(根本・堀田(2005))である
- h の採用に踏み切れないのであれば、
b を用いて**定数配分を最小**とし, d+e で区割画定を**頑張る**しかない
- h 採用なら g は不要. h 不採用時は g はやってはいけない

Thank you !