

# 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

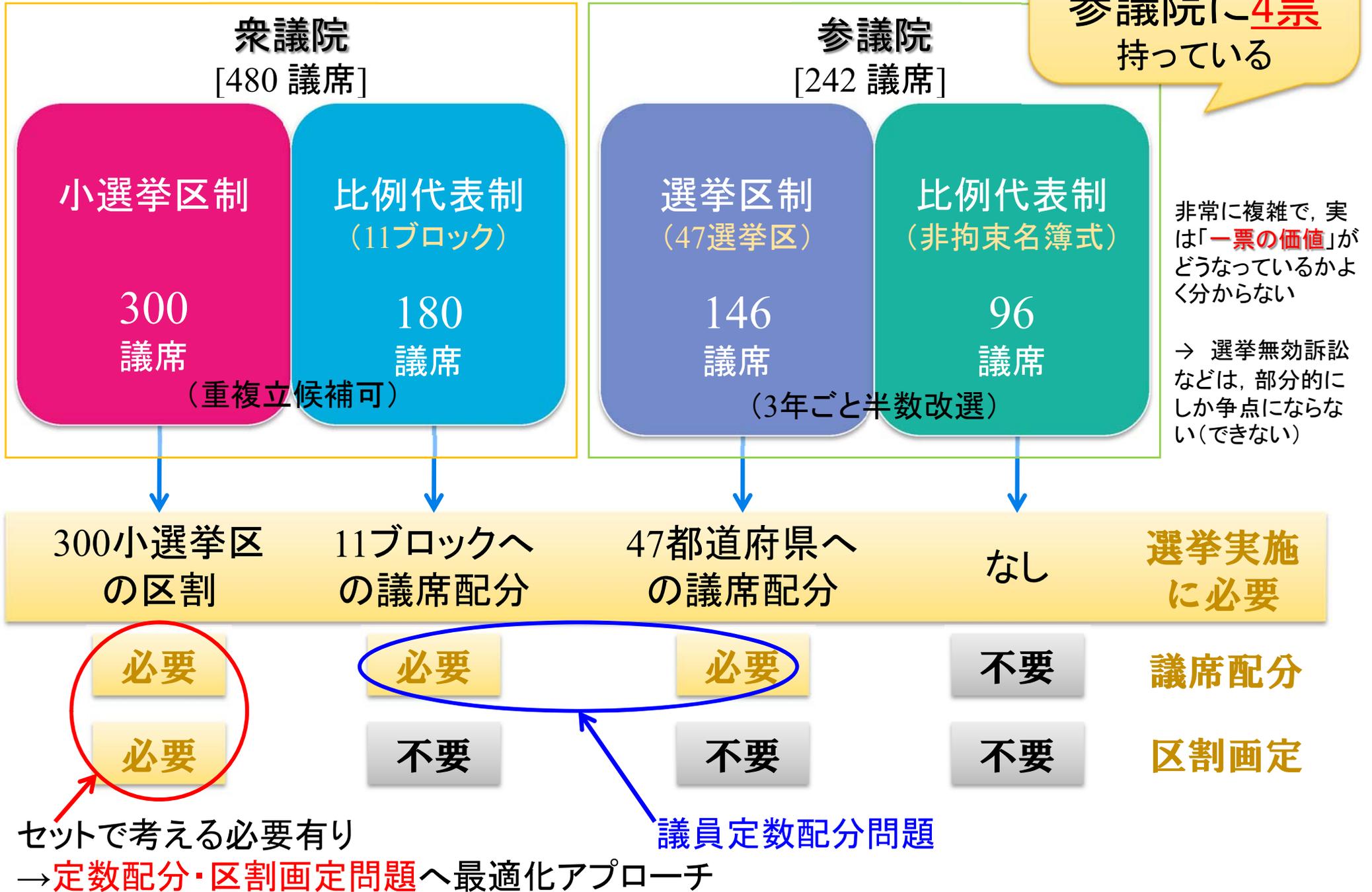
客観的  
視点

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

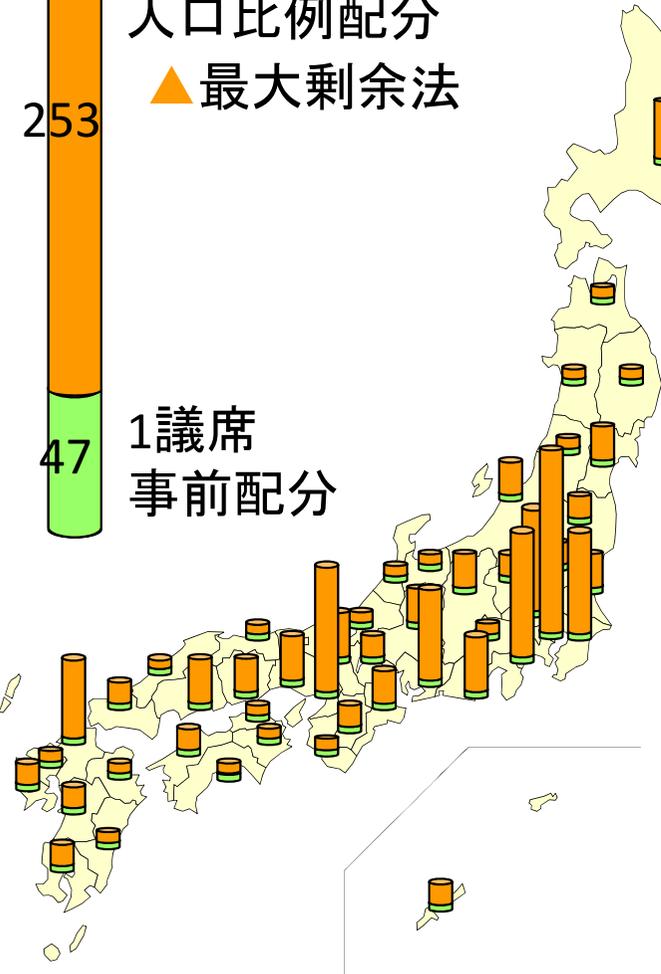
(衆議院議員選挙区画定審議会  
設置法 第三条第2項)



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

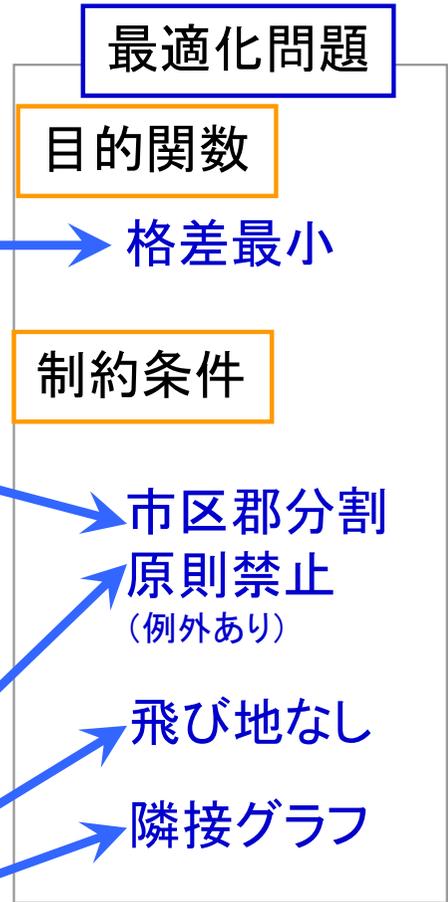
1. 区割り基準 『衆議院議員選挙区画定審議会』2001(H13)年9月
  - (1) 各選挙区の人口の均衡を図り、各選挙区の人口のうち、その最も多いものを最も少ないもので除して得た数が2以上とならないようにすることを基本とする。
    - (イ) 各選挙区の人口は、全国の議員1人当たり人口の2/3から4/3までとし、全国の議員1人当たり人口の4/3を上回る選挙区は設けないものとし、全国の議員1人当たり人口の2/3を下回る選挙区はできるだけ設けないものとする。
    - (ロ) 各選挙区の人口は、全国の議員1人当たり人口の2/3から4/3までとする。
    - (ハ) 都道府県の議員1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。
  - (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
    - (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
  - (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。
    - (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場合
    - (ハ) 郡の区域が他の郡により分断される場合又は郡の区域に離島を含む場合
  - (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。

格差2倍未満 基本方針

市区分割 例外規定

郡分割 例外規定

最適区割を求める場合



# 参考：日米の問題の差異

注：ただし州内格差のこと  
全国格差は1.8倍程度ある

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

市区郡分割禁止

行政界

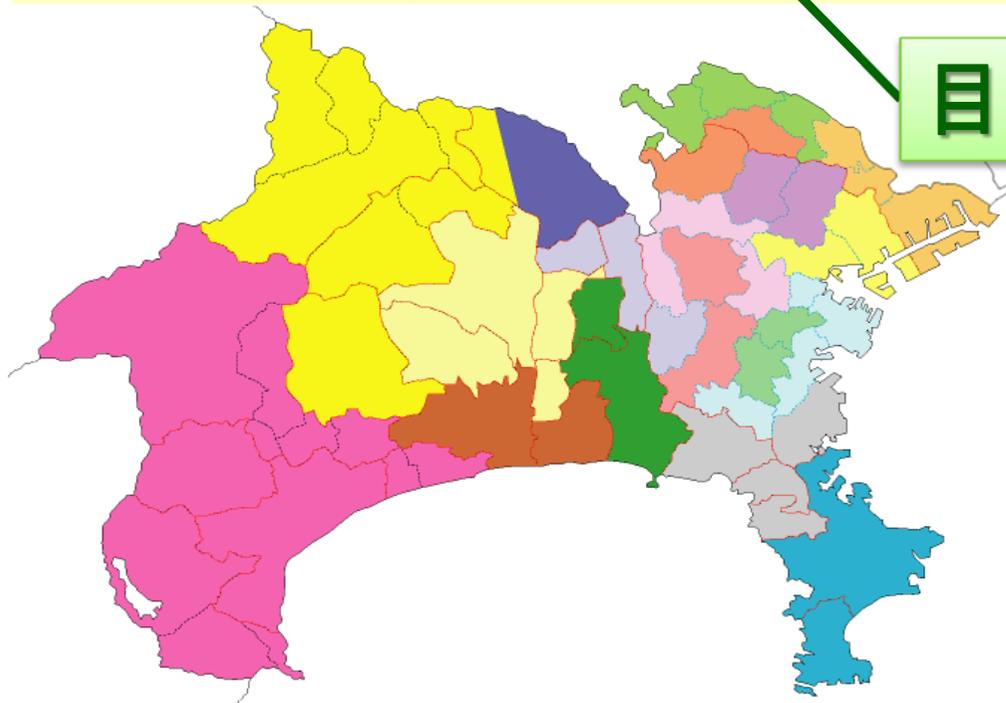
軽視

無視

選挙区形状

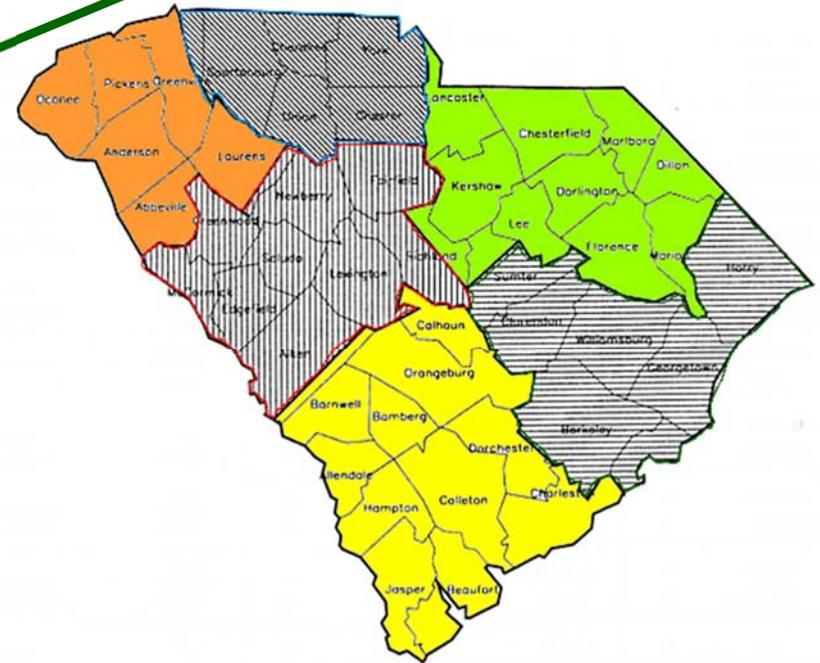
コンパクト

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

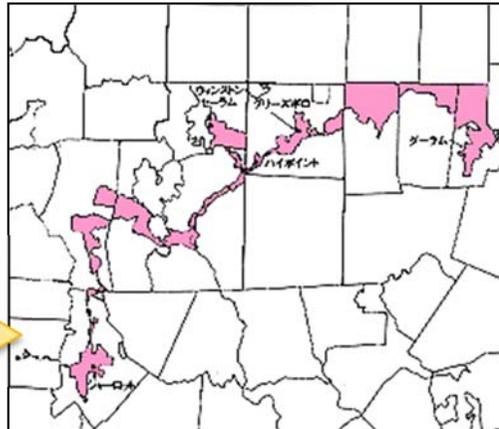
2000年 2009年  
国勢調査人口 人口予測値



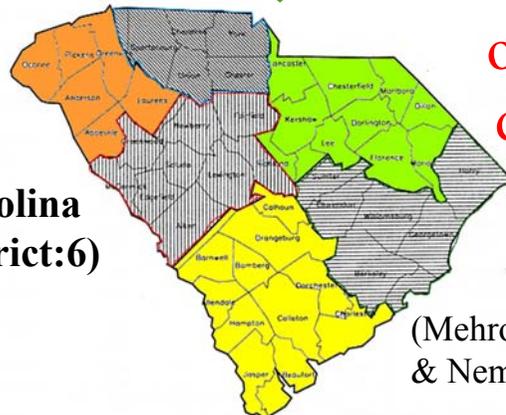
- 区割画定

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)

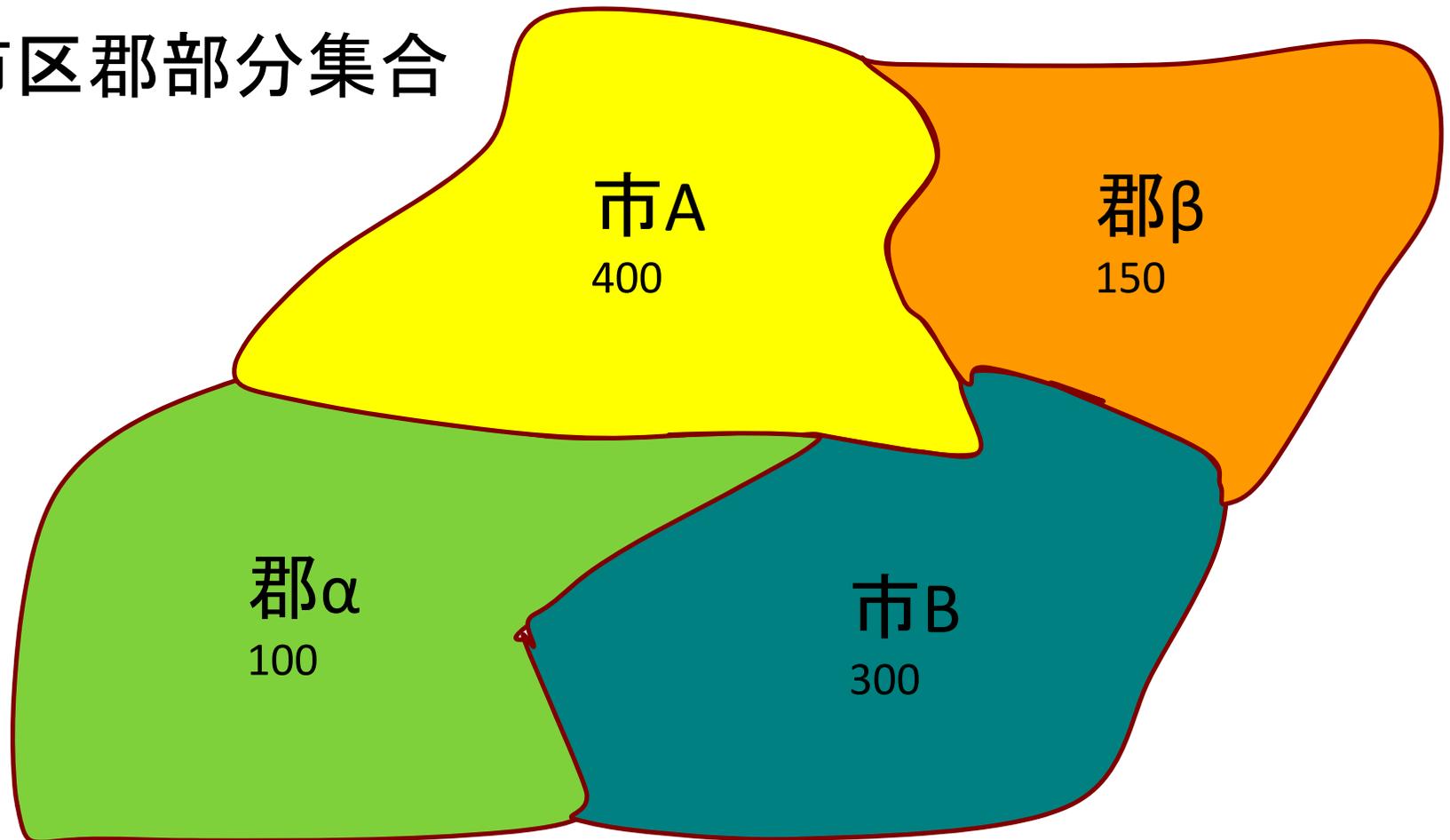
No	州名	Gen2000	議席	1議員	Est2009	議席	1議員
6	California	33,871,648	53	639,088	36,961,664	53	697,390
48	Texas	20,851,820	32	651,619	24,782,302	35	708,066
36	New York	18,976,457	29	654,361	19,541,453	28	697,909
12	Florida	15,982,378	25	639,295	18,537,969	26	712,999
17	Illinois	12,419,293	19	653,647	12,910,409	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

||

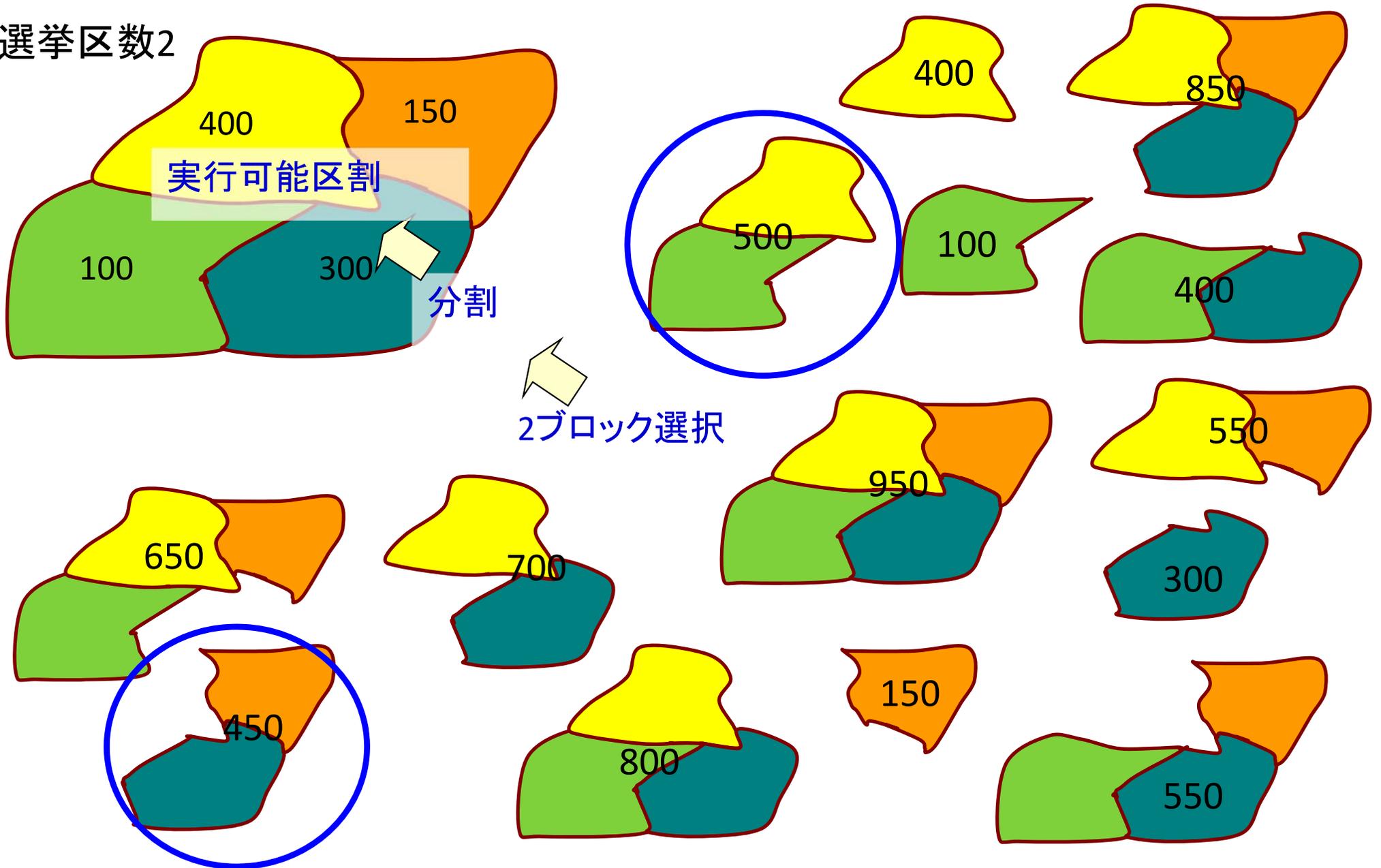
連結な市区郡部分集合



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

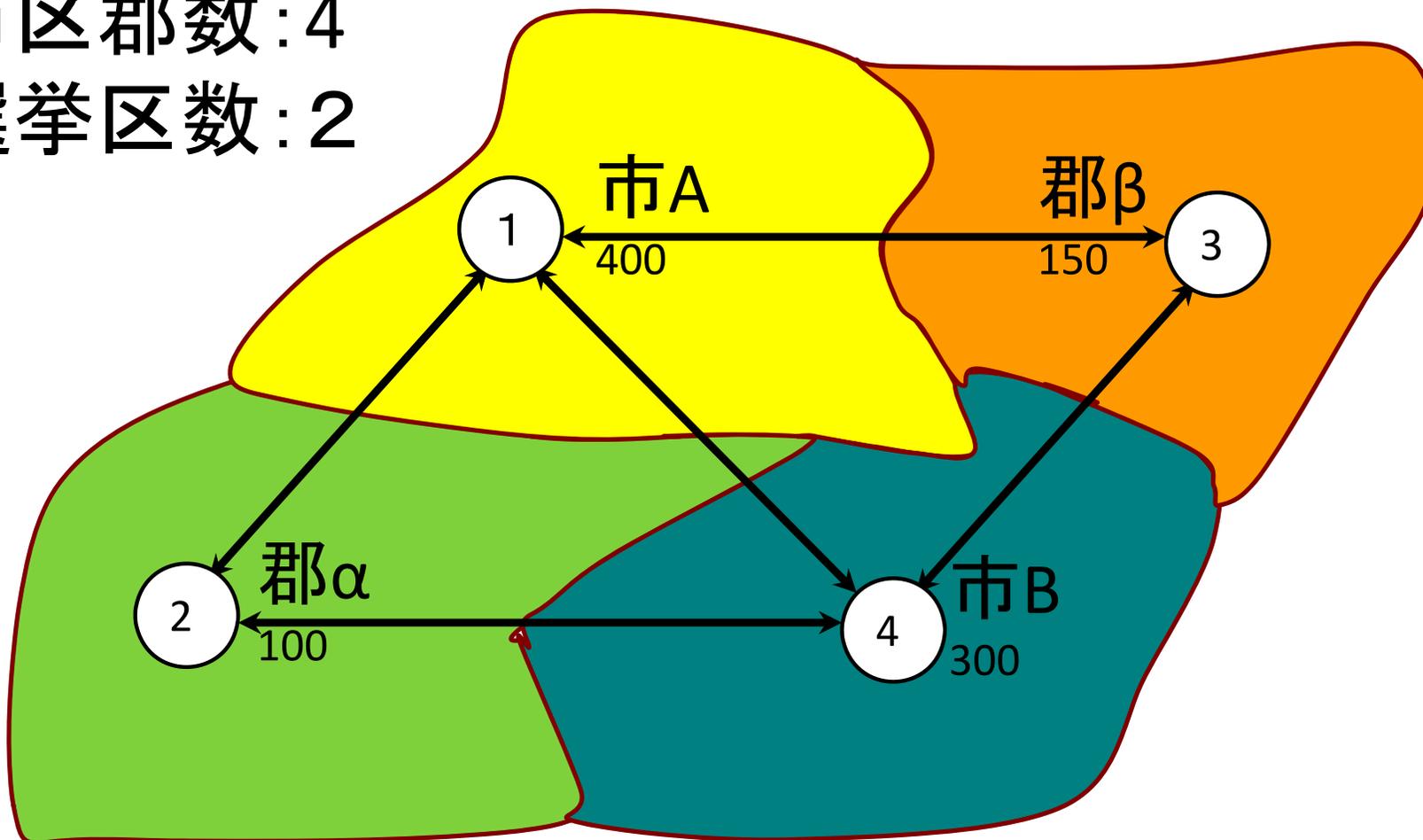


# モデル化Ⅱ：グラフ $m$ 分割型

(例)

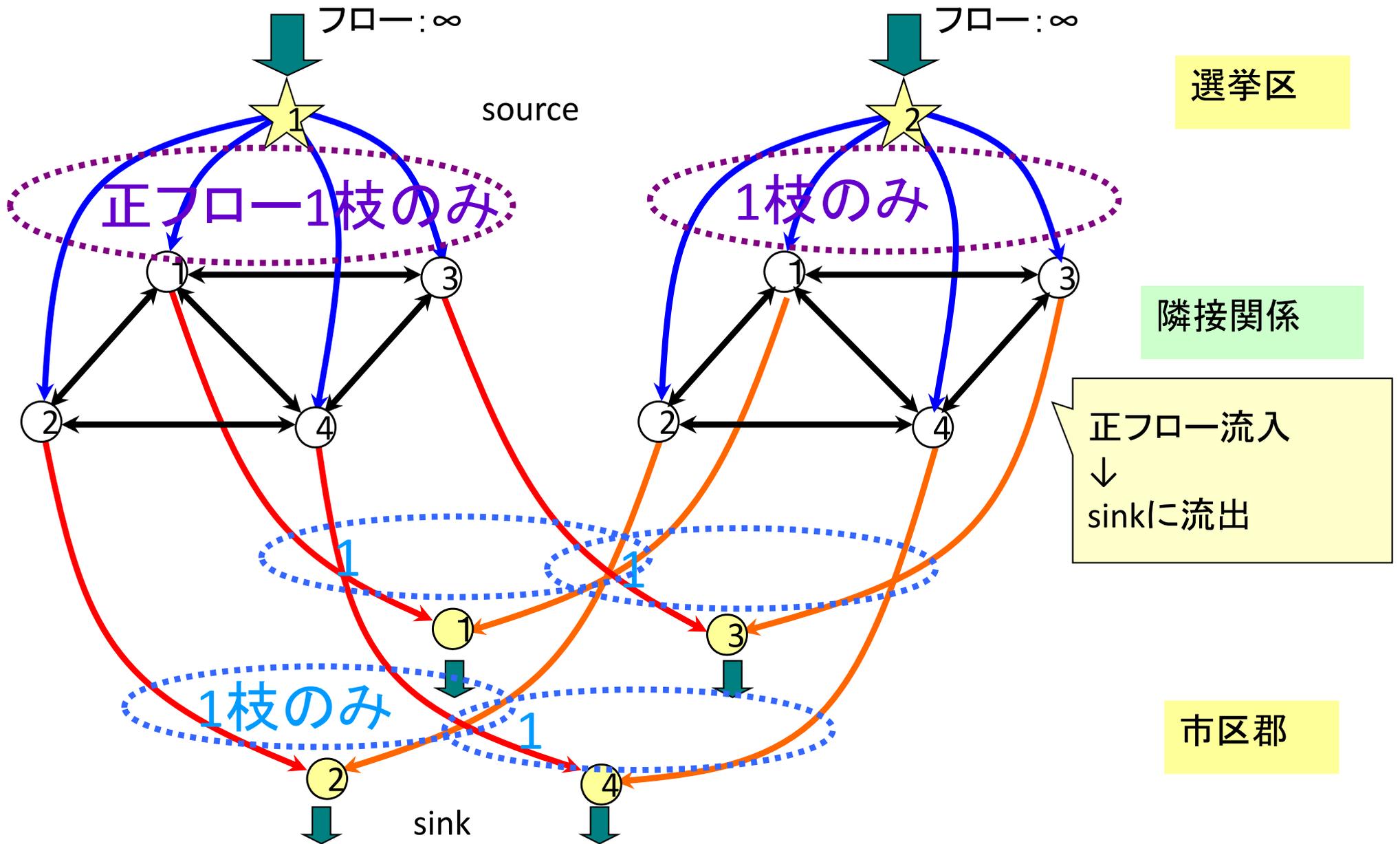
市区郡数: 4

選挙区数: 2

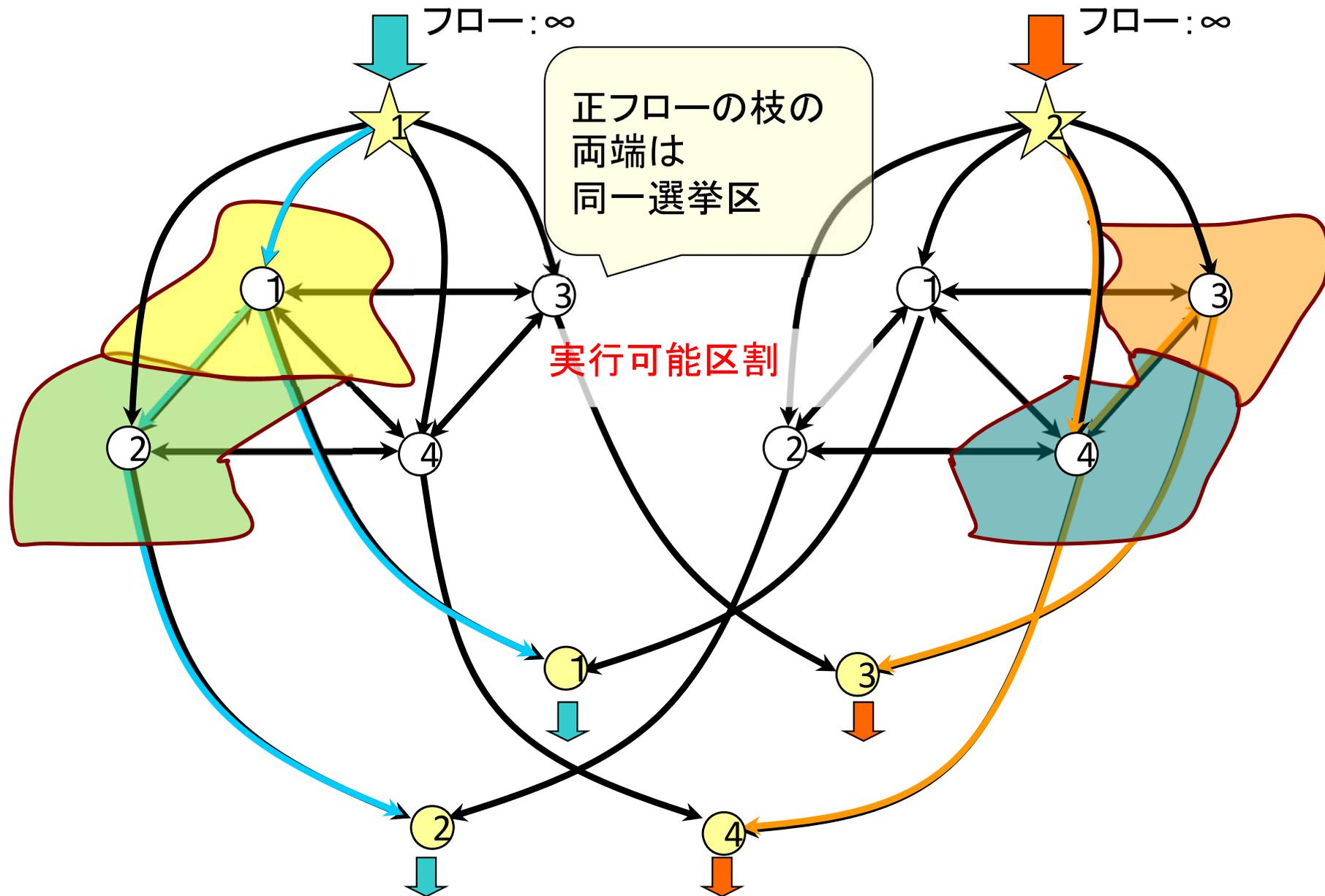


市区郡隣接グラフ

# 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

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

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

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

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

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

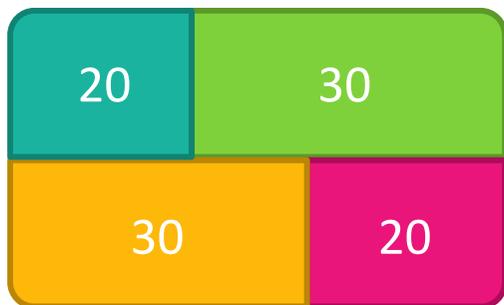
$$z_{jk} \leq \sum_{e \in \delta_k^+} x_{ek} + s_{jk} \leq Q z_{jk} \quad (j \in N, k \in M)$$

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

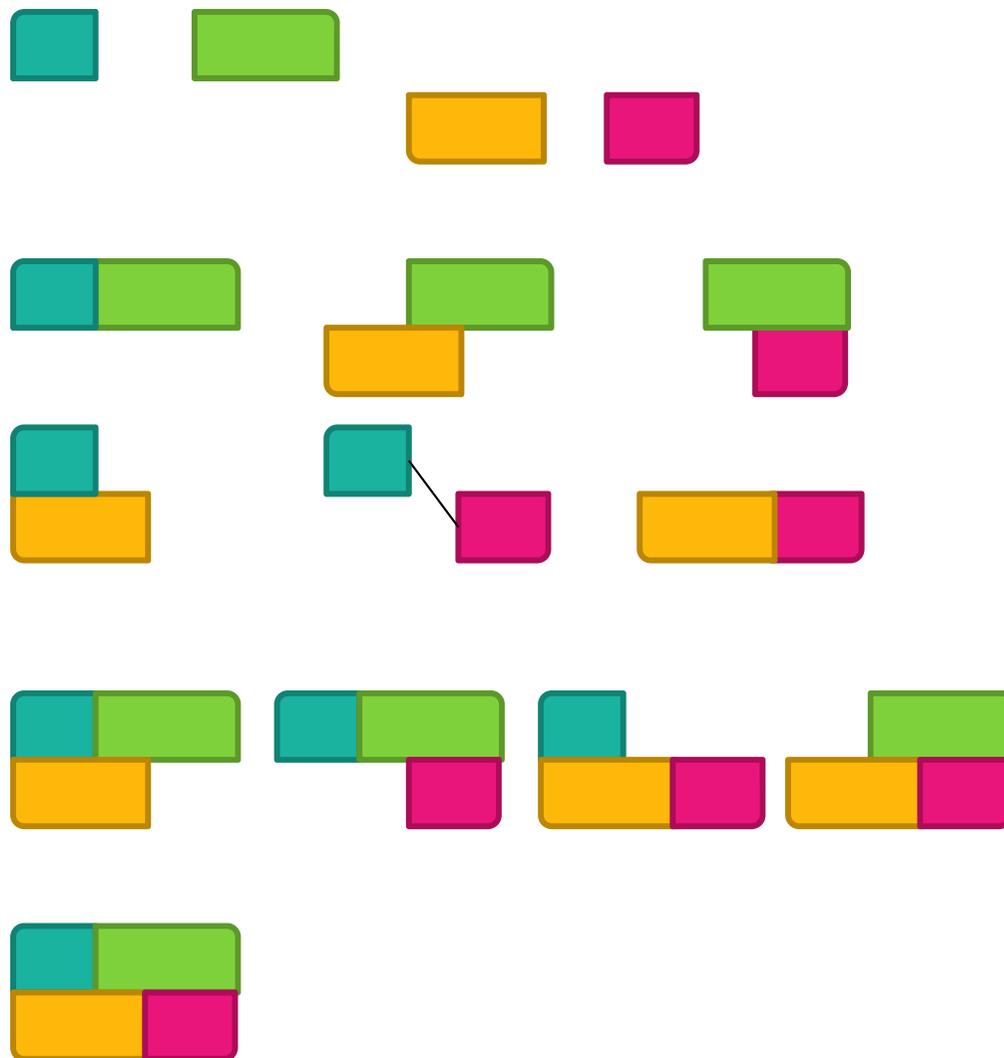
$$s_{jk}, t_{jk}, x_{ek} \geq 0, \quad y_{jk}, z_{jk} \in \{0, 1\} \quad (j \in N, k \in M)$$

# 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

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

$$\left( \begin{array}{l} \text{初期値} \\ \bar{l} := \left\lfloor \frac{2}{3}v \right\rfloor, \bar{u} := \left\lceil \frac{4}{3}v \right\rceil \\ v = P/m \\ \text{県人口} \uparrow \quad \uparrow \text{選挙区数} \end{array} \right)$$

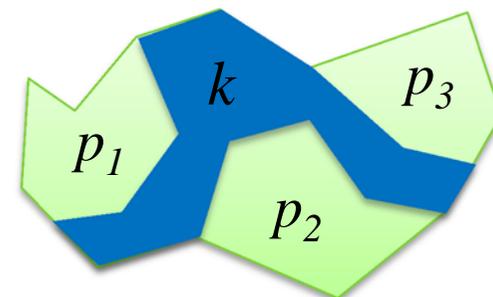
注: 実行可能解が一つあれば範囲  $[\bar{l}, \bar{u}]$  縮小可

- 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

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

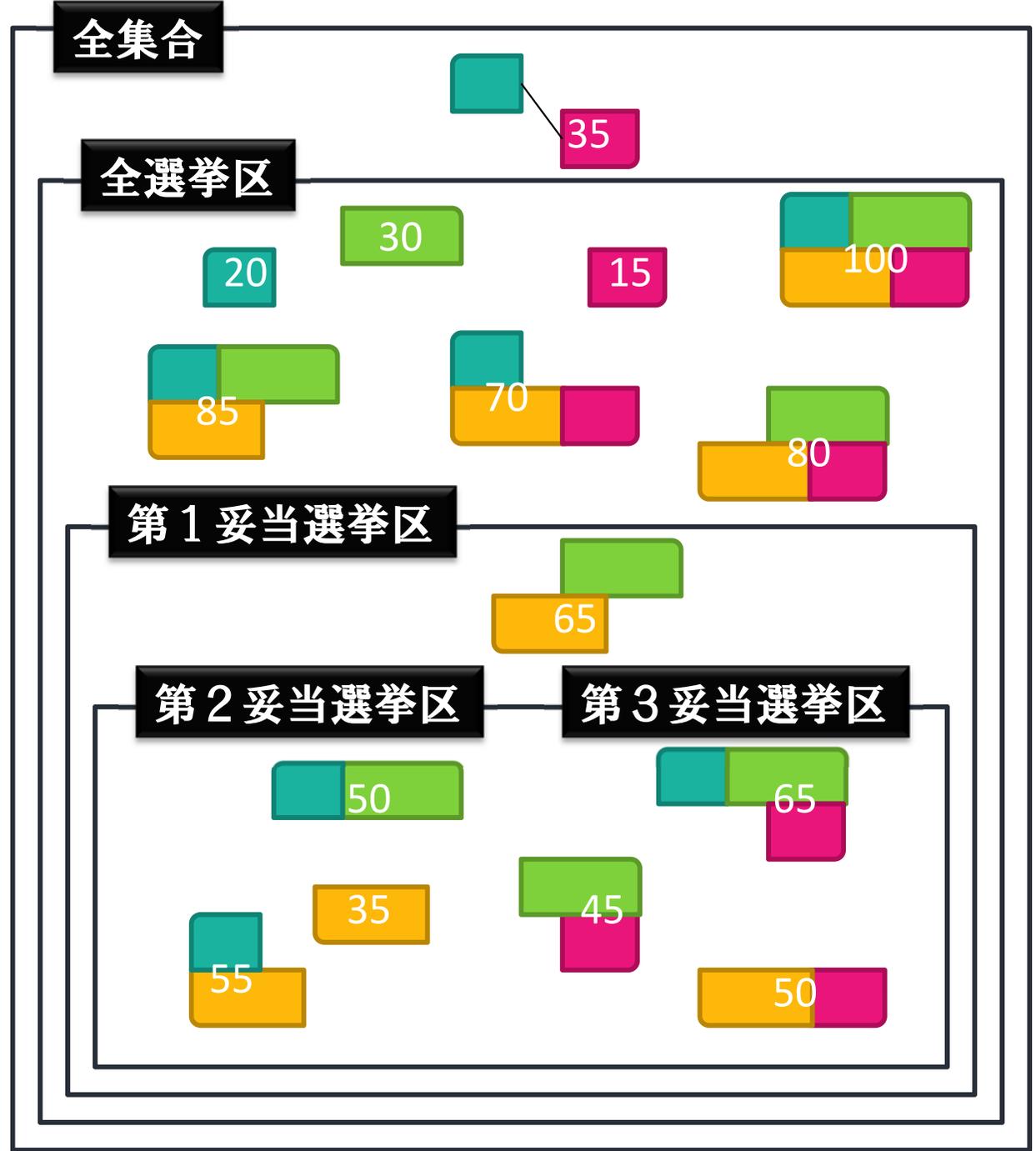
# 最適区割導出の工夫

## ● 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)

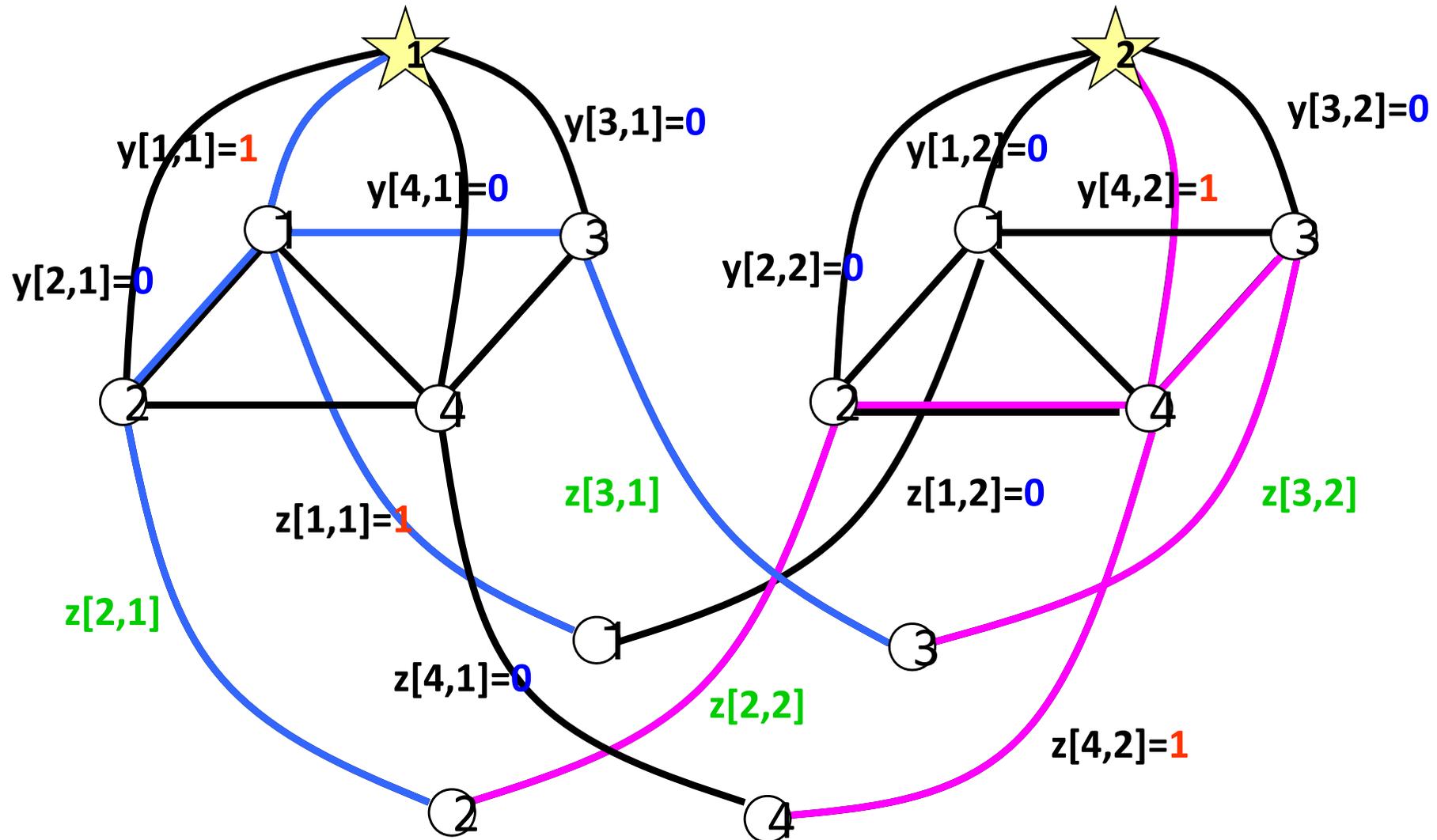
下段: parametric (2010堀田)

## ● 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	2,651	1,021	566,460	446,893	1.268
				4,503,599,627,370,490	4,946	1,580	566,460	446,893	1.268
15新潟	2,431,396	31	6	2,147,483,647	37,228	4,759	418,011	392,662	1.065
				4,294,967,295	230,515	18,136	418,011	392,662	1.065
22静岡	3,792,457	38	9	274,877,906,943	4,082	1,445	443,679	401,285	1.106
				549,755,813,887	13,110	1,925	438,110	401,285	1.092
27大阪	8,817,010	63	18	9,223,372,036,854,780,000	11,186	9,499	582,723	446,643	1.305
				18,446,744,073,709,600,000	27,336	21,052	582,723	446,643	1.305
33岡山	1,957,056	27	5	134,217,727	474,702	15,293	469,372	362,158	1.296
				268,435,455	3,560,000	62,801	469,372	366,960	1.279
38愛媛県	1,467,824	18	4	262,143	3,024	86	374,777	360,741	1.039
				524,287	5,209	117	374,777	363,796	1.030
43熊本県	1,842,140	27	5	134,217,727	12,820	701	389,720	318,446	1.224
				268,435,455	146,756	2,246	382,013	318,446	1.200
46鹿児島	1,753,144	34	4	17,179,869,183	4,262,860	165	449,692	430,720	1.044
				34,359,738,367	51,320,176	174	443,989	430,720	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

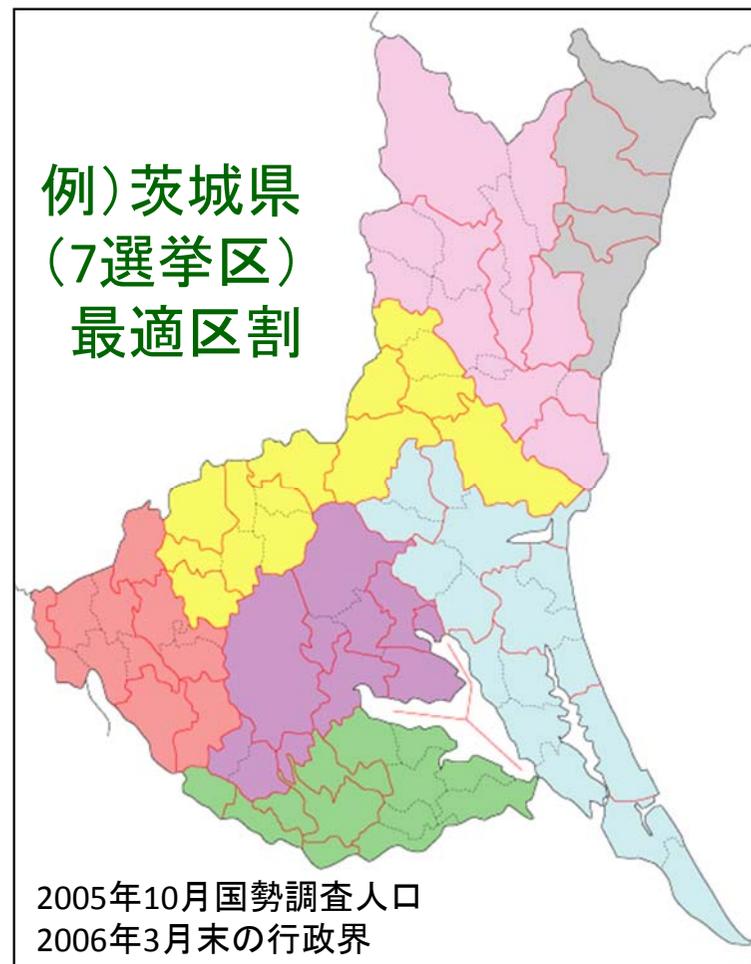
2.203倍

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



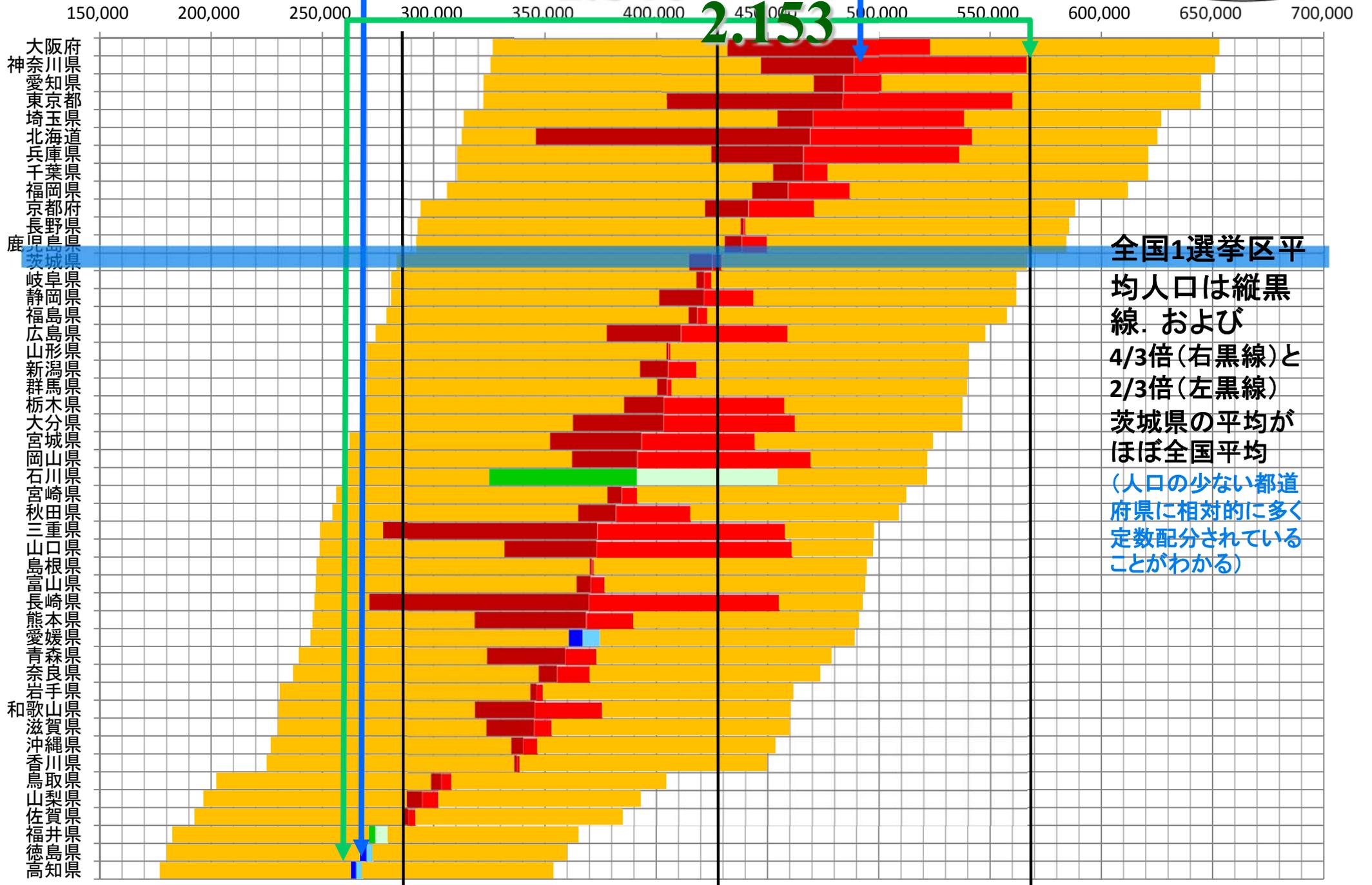
現行制度のままでは  
格差2倍未満不可能

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)>

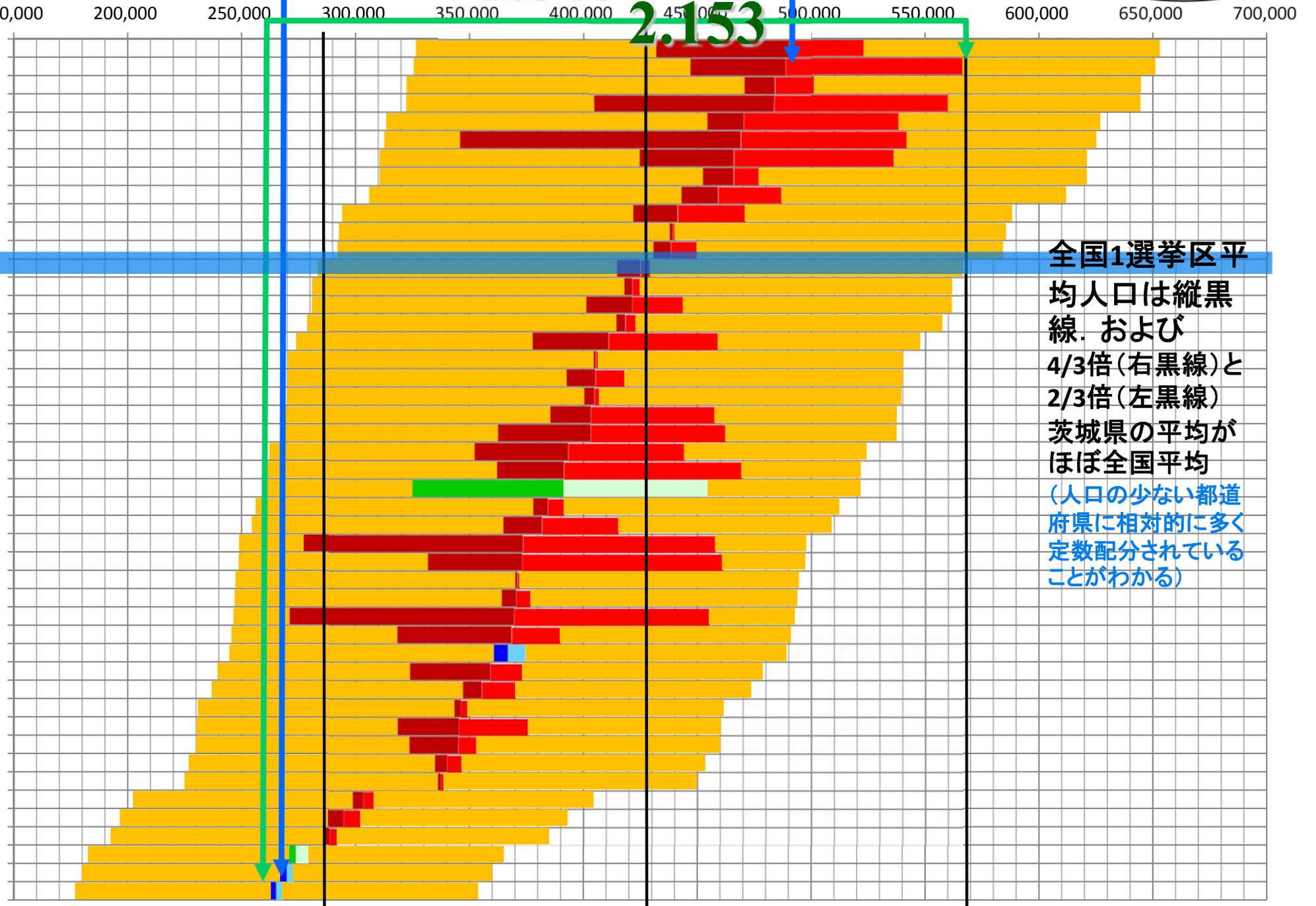
2005人口  
2006行政界



1.846

2.153

神  
大  
奈  
愛  
東  
埼  
北  
兵  
千  
福  
京  
長  
鹿  
茨  
岐  
阜  
静  
福  
島  
廣  
山  
新  
群  
馬  
栃  
大  
宮  
岡  
山  
石  
宮  
秋  
三  
山  
島  
富  
長  
熊  
愛  
青  
奈  
森  
良  
手  
山  
賀  
滋  
沖  
香  
鳥  
山  
佐  
福  
徳  
高



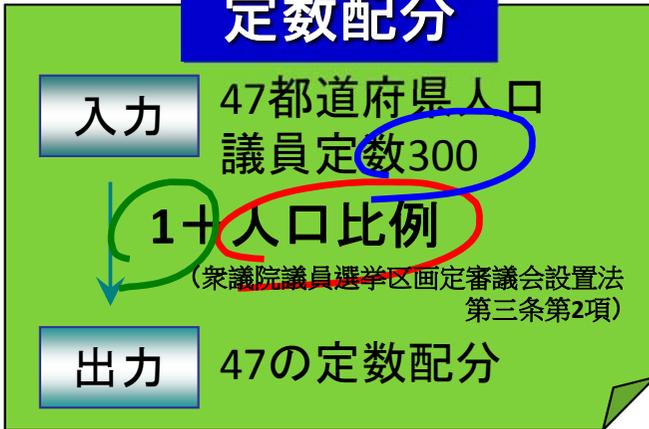
全国1選挙区平均人口は縦黒線. および4/3倍(右黒線)と2/3倍(左黒線)茨城県の平均がほぼ全国平均(人口の少ない都道府県に相対的に多く定数配分されていることがわかる)

# 最適区割による限界格差を用いた分析

2000人口  
2001行政界

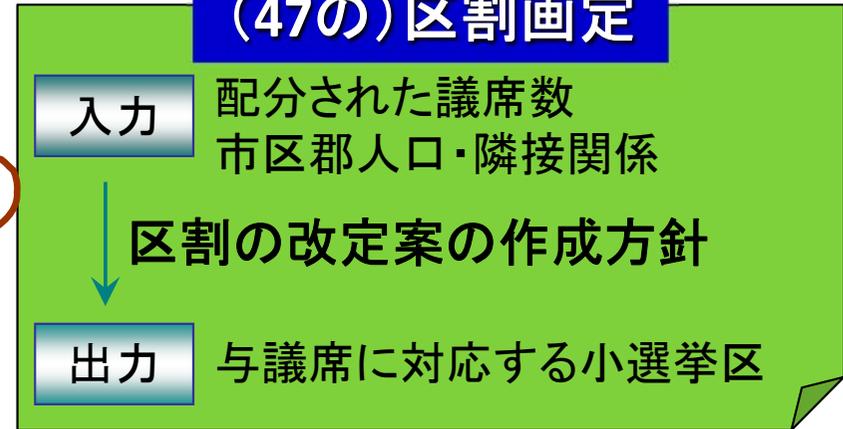
各都道府県への

## 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

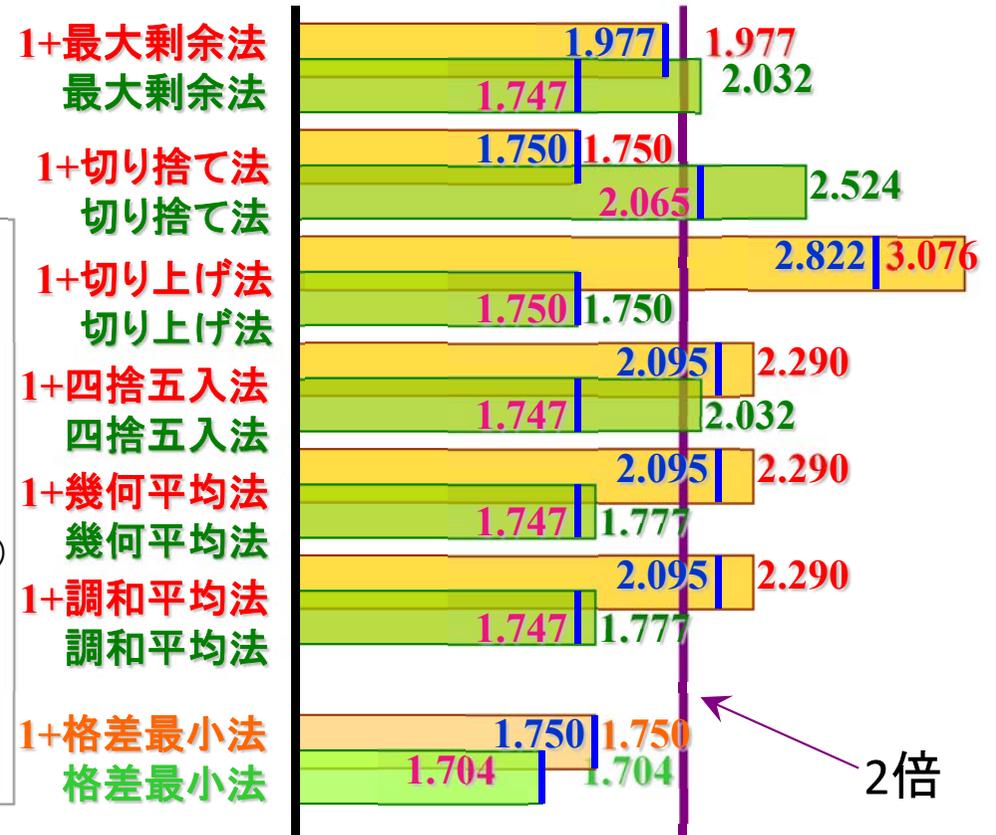
一票の重みの格差の縮小限界

1+格差最小配分法

1.750 1.704

格差最小配分法

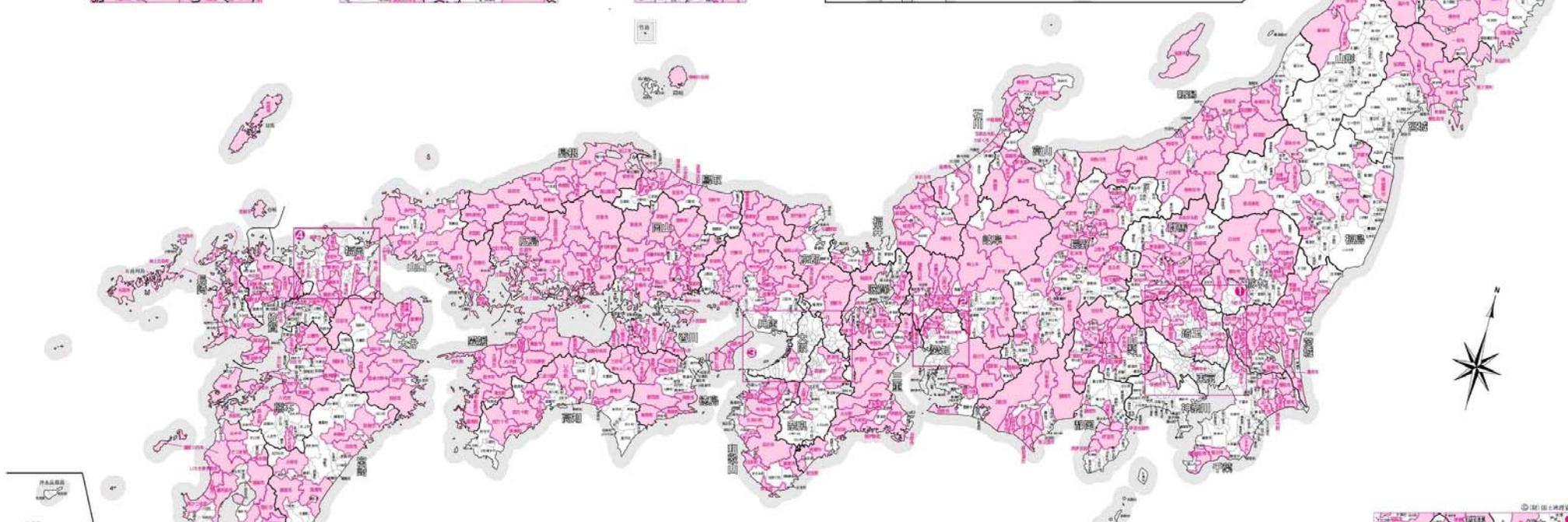
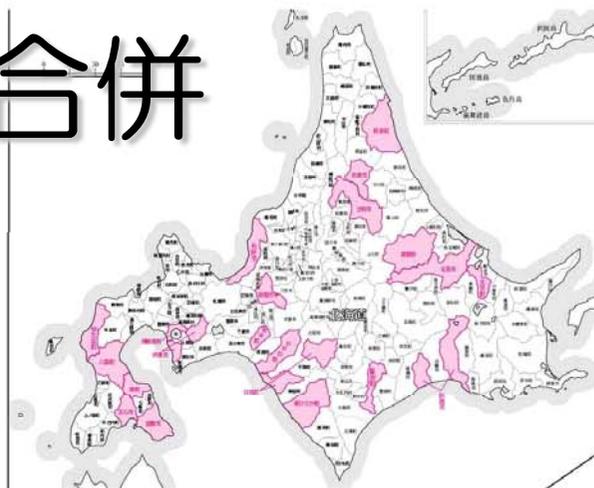
- 例) 東京都
- 1+24=25, 1+25=26 (by 1+24.039)
  - 1+26=27 (by 1+切り捨て法)
  - 1+22=23 (by 1+切り上げ法)
  - 1+24=25 (by 1+四捨五入法)
  - 1+24=25 (by 1+幾何平均法)
  - 1+23=24 (by 1+調和平均法)



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把握できるようにしています。  
自治体合併による自治体数の変化については、この地図でも示されています。

# 平成の大合併



市町村数

市区郡要素数

3227

2001

1473

-44%

1822

2006

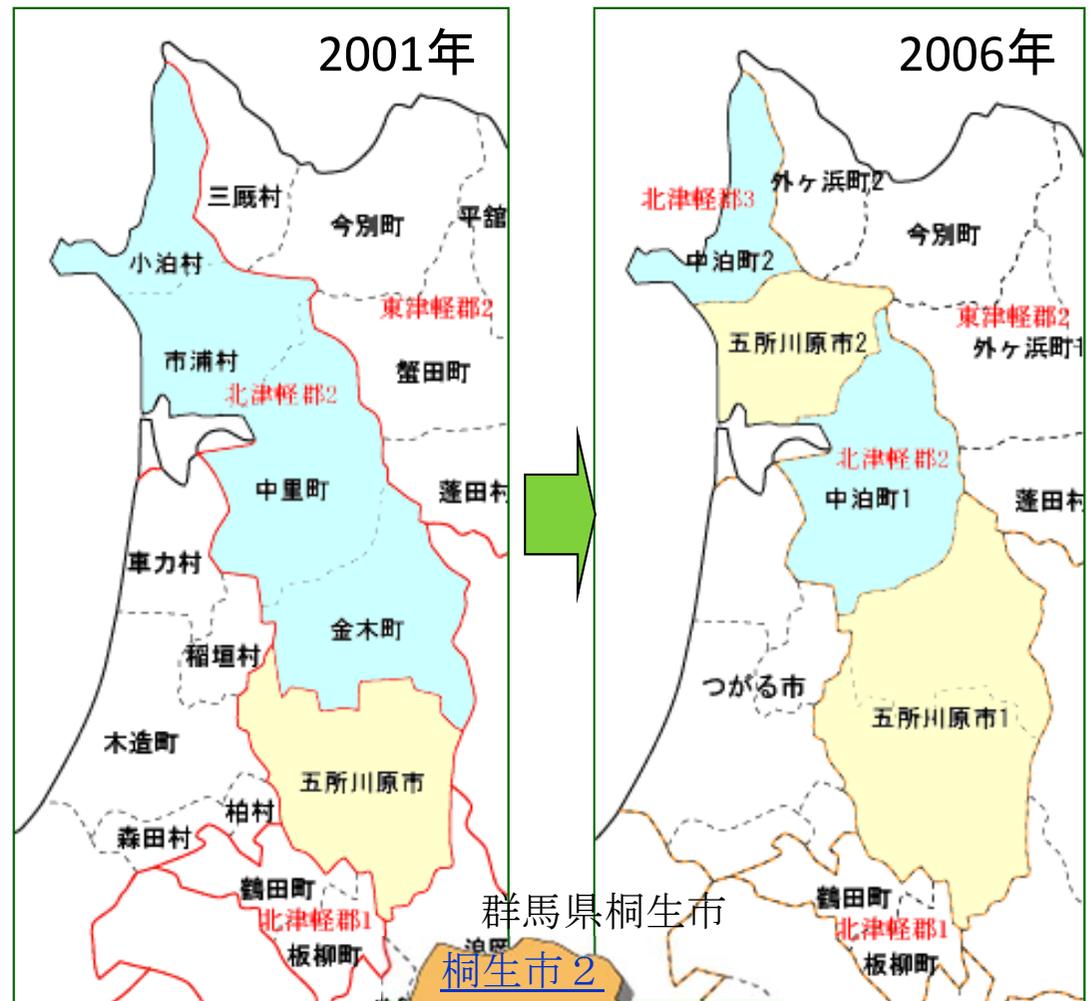
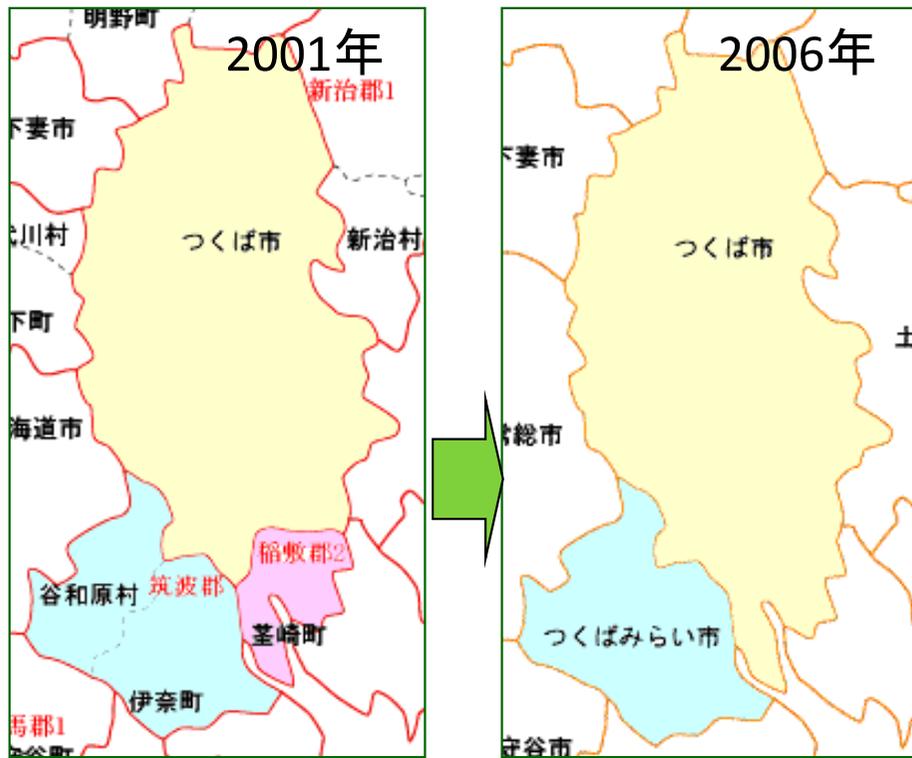
1378

-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

市区郡要素数

3227

2001

1473

-44%

1822

2006

1378

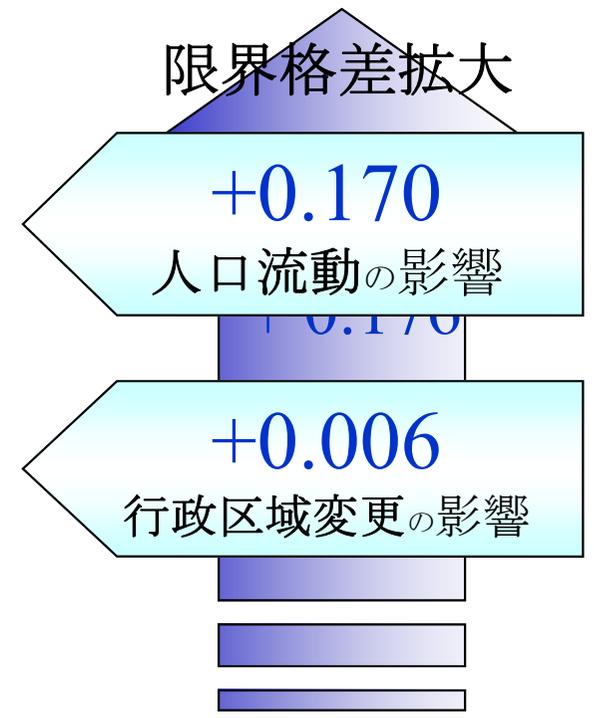
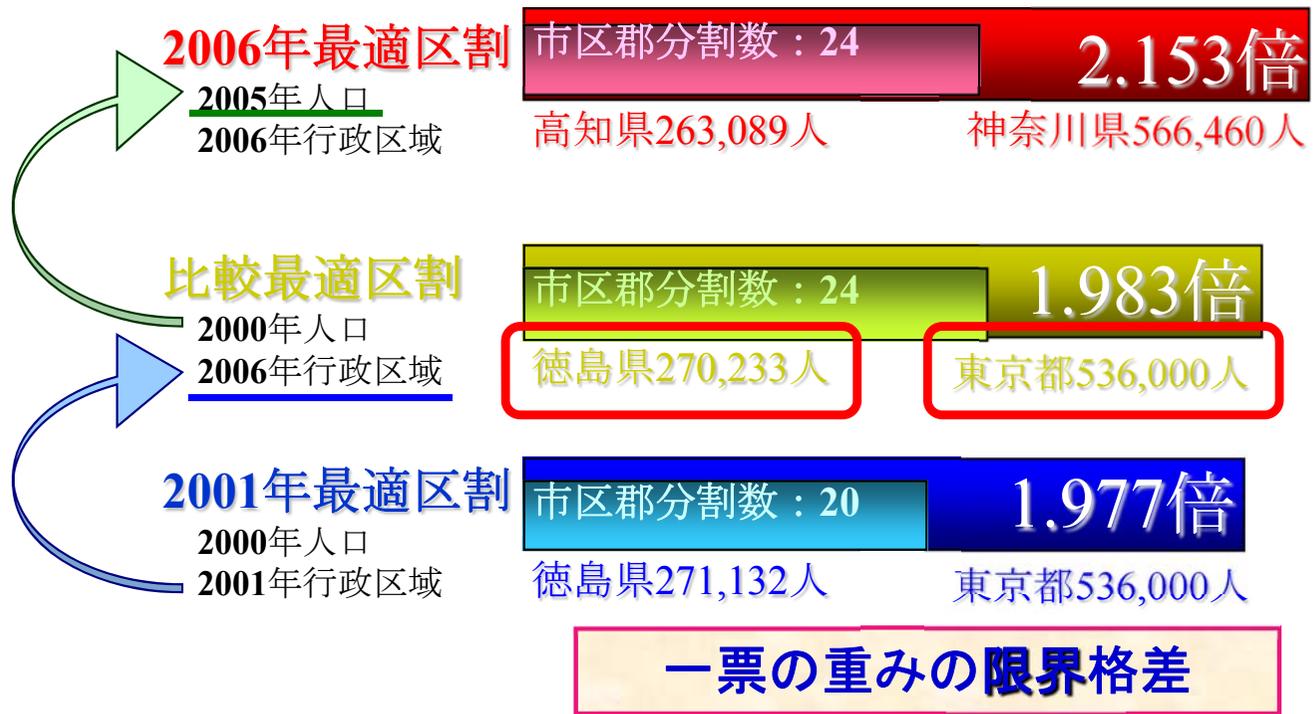
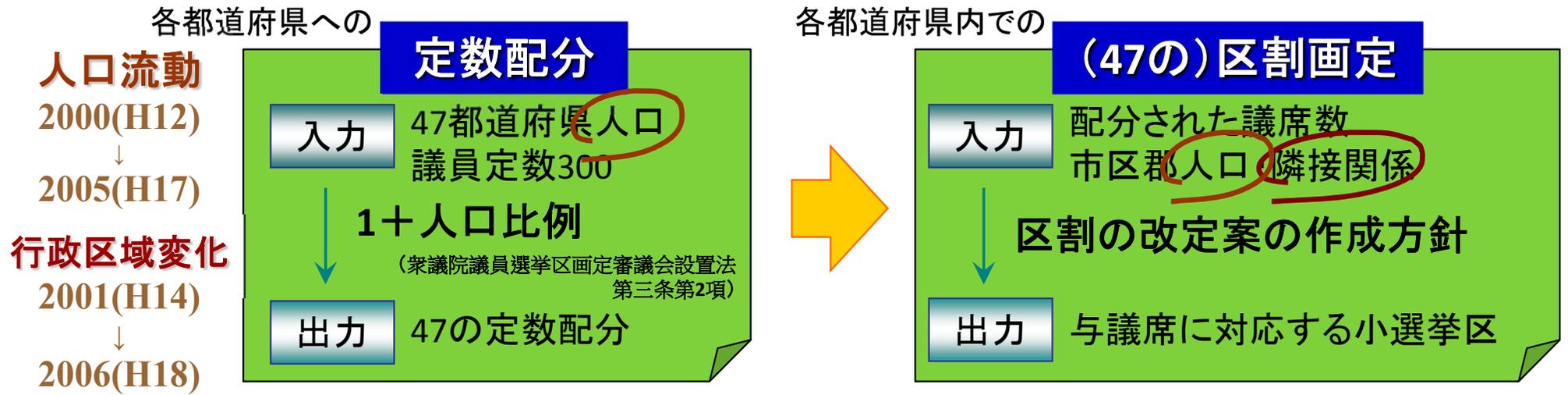
-6%





# 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

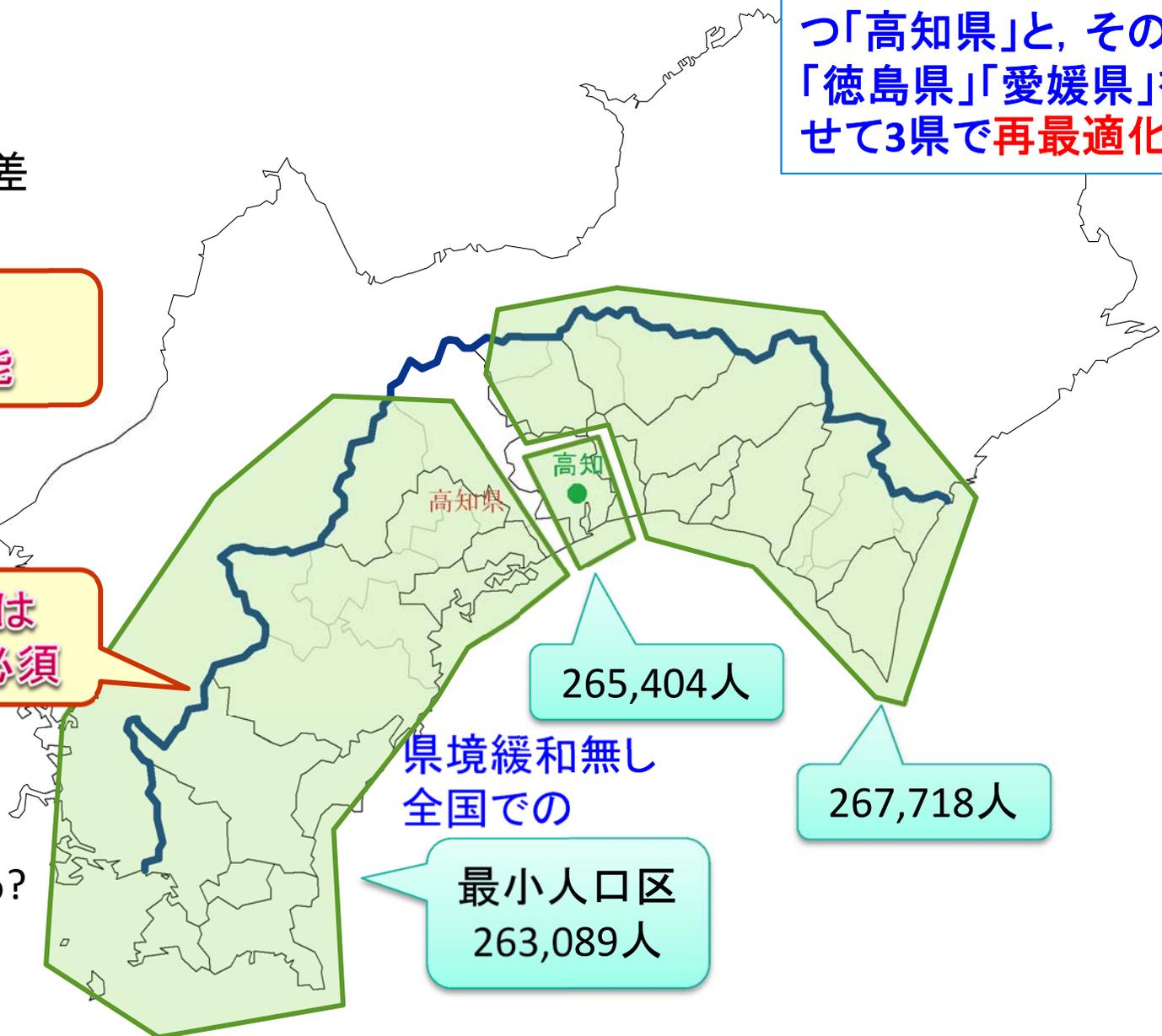
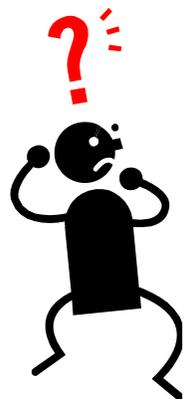
高知県内の格差  
1.018倍

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！

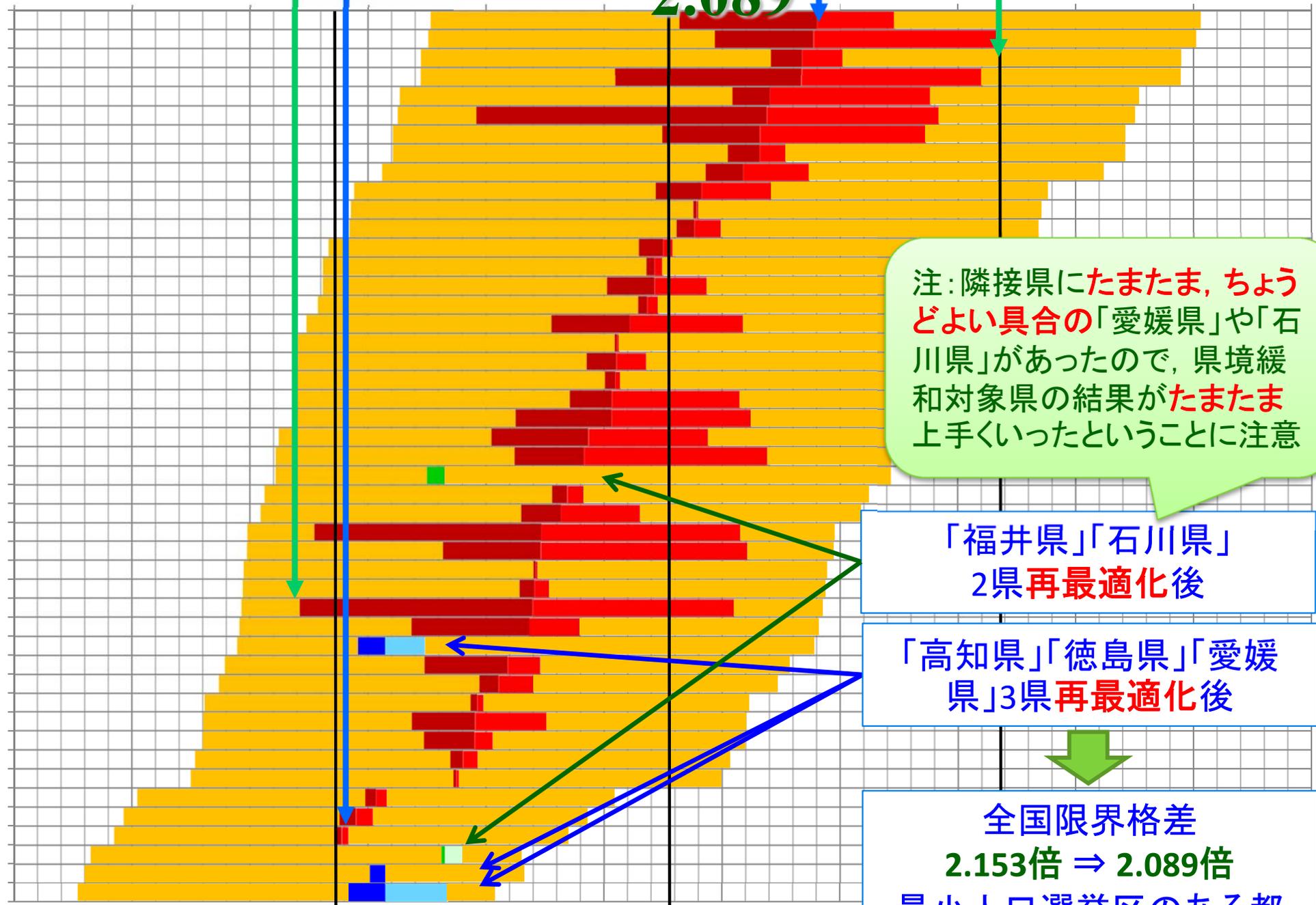
錯覚です!!



# 県境緩和効果の錯覚

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  
神  
奈  
川  
愛  
東  
京  
玉  
海  
道  
北  
兵  
千  
福  
京  
長  
野  
鹿  
児  
茨  
岐  
静  
福  
島  
山  
新  
群  
馬  
木  
分  
城  
山  
石  
宮  
崎  
田  
重  
口  
根  
山  
富  
長  
熊  
愛  
青  
奈  
岩  
山  
歌  
滋  
沖  
香  
鳥  
山  
佐  
福  
徳  
高



1.696 ← 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

2.089

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

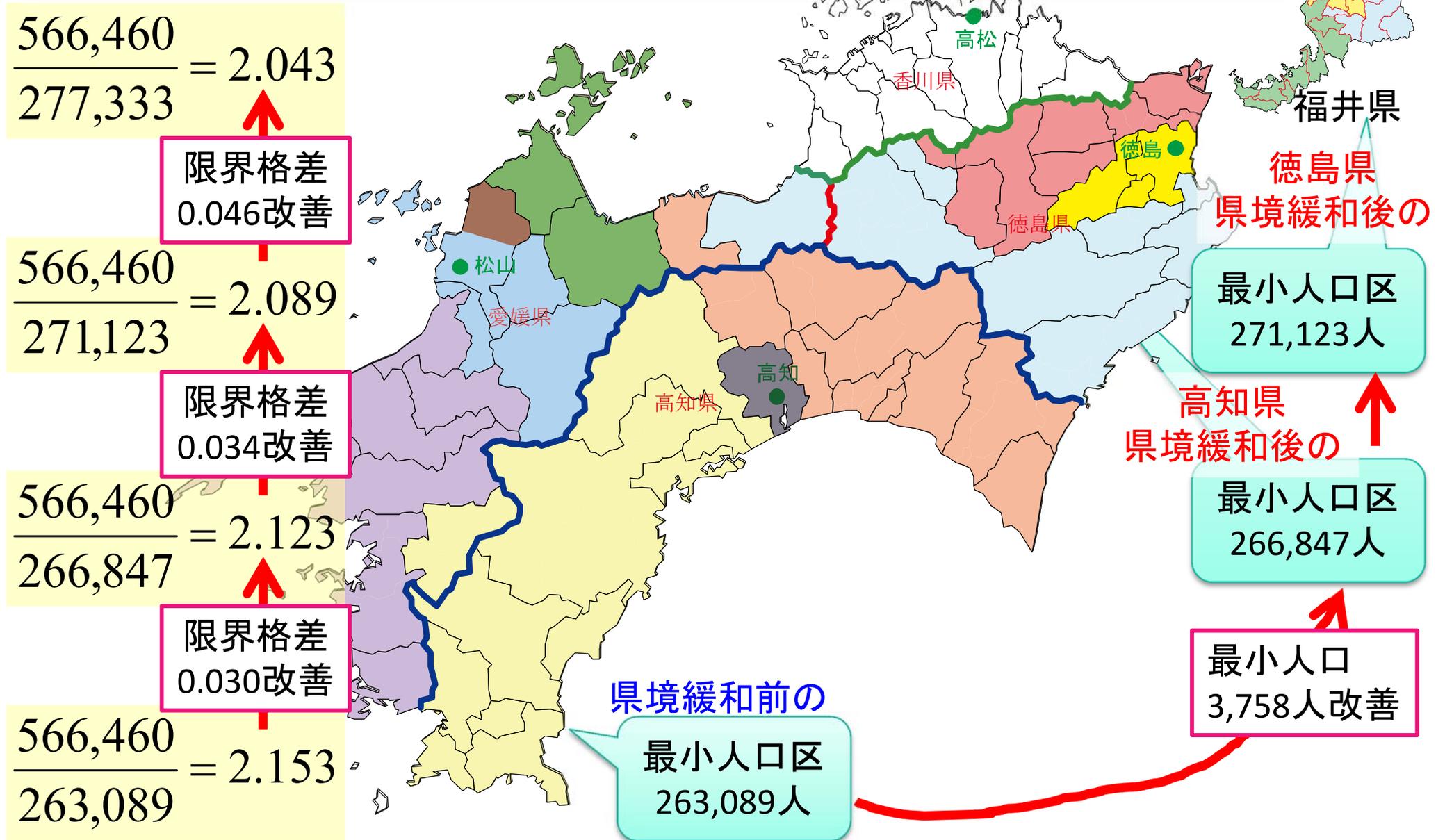
「高知県」「徳島県」「愛媛県」  
3県再最適化後

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





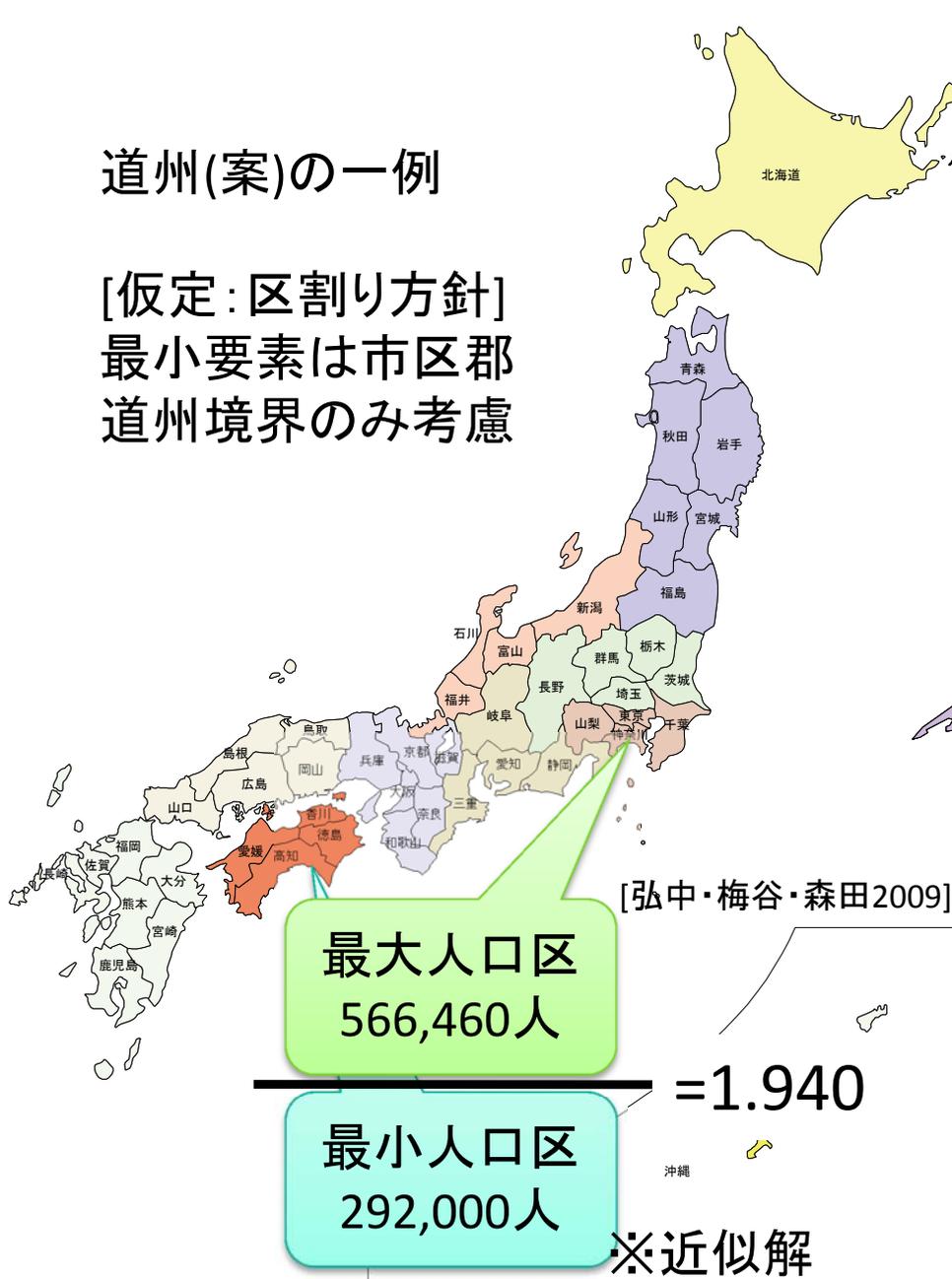


# 道州制と一票の格差

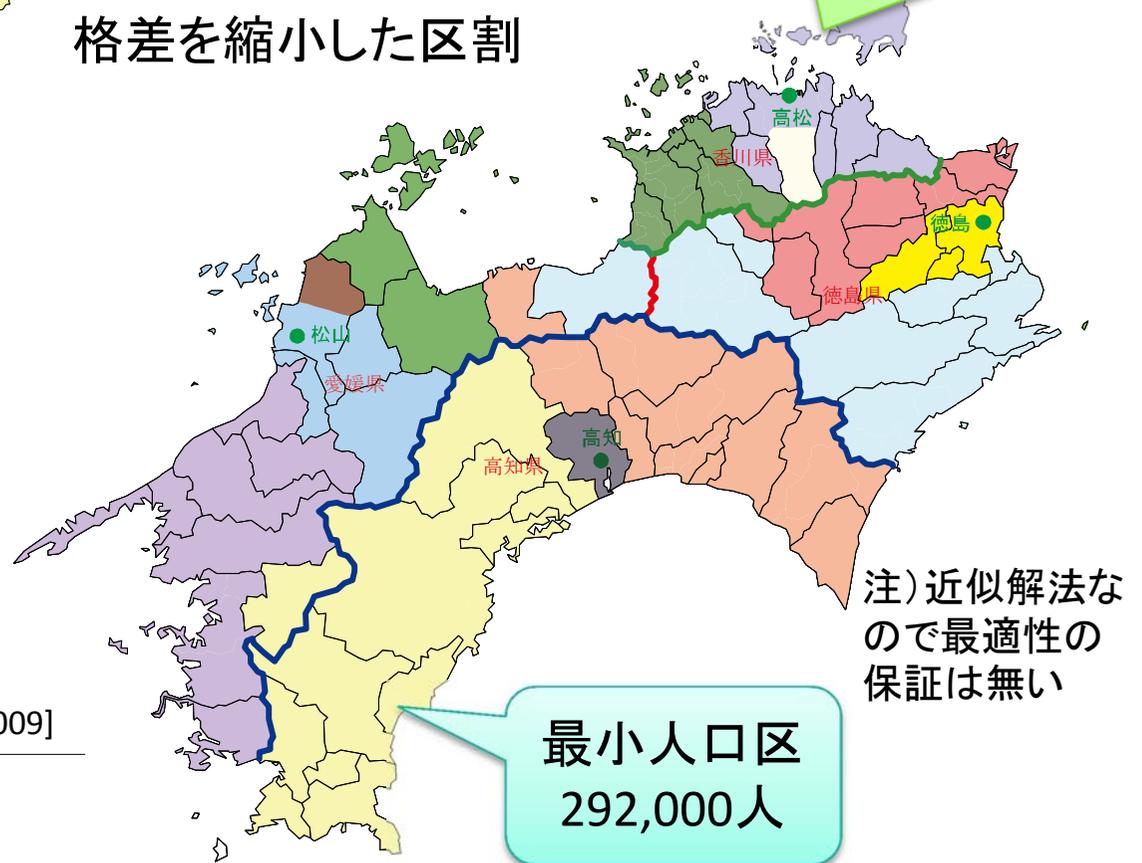
注: 議員定数の道州への配分し直しはしておらず, 都道府県への配分結果の合計値を使用(比較のため)  
(最大剰余法による定数配分では, 道州への配分と, 都道府県への配分による対応道州合計値が異なる!)

## 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

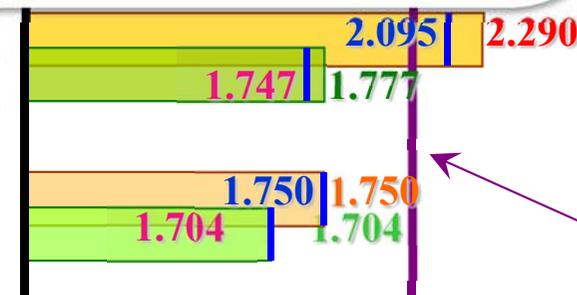
切り

切り上げ法  
四捨五入法  
幾何平均法  
調和平均法

1.750  
2.032  
1.777  
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)

1+調和平均法  
調和平均法  
1+格差最小法  
格差最小法



2倍

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	18	18	18	18	18	18
13	東京都	13,161,751	30	29	31	33	31	31	30	29	28	27	27	26	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	<b>426,853.4</b>
×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

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

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

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

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

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

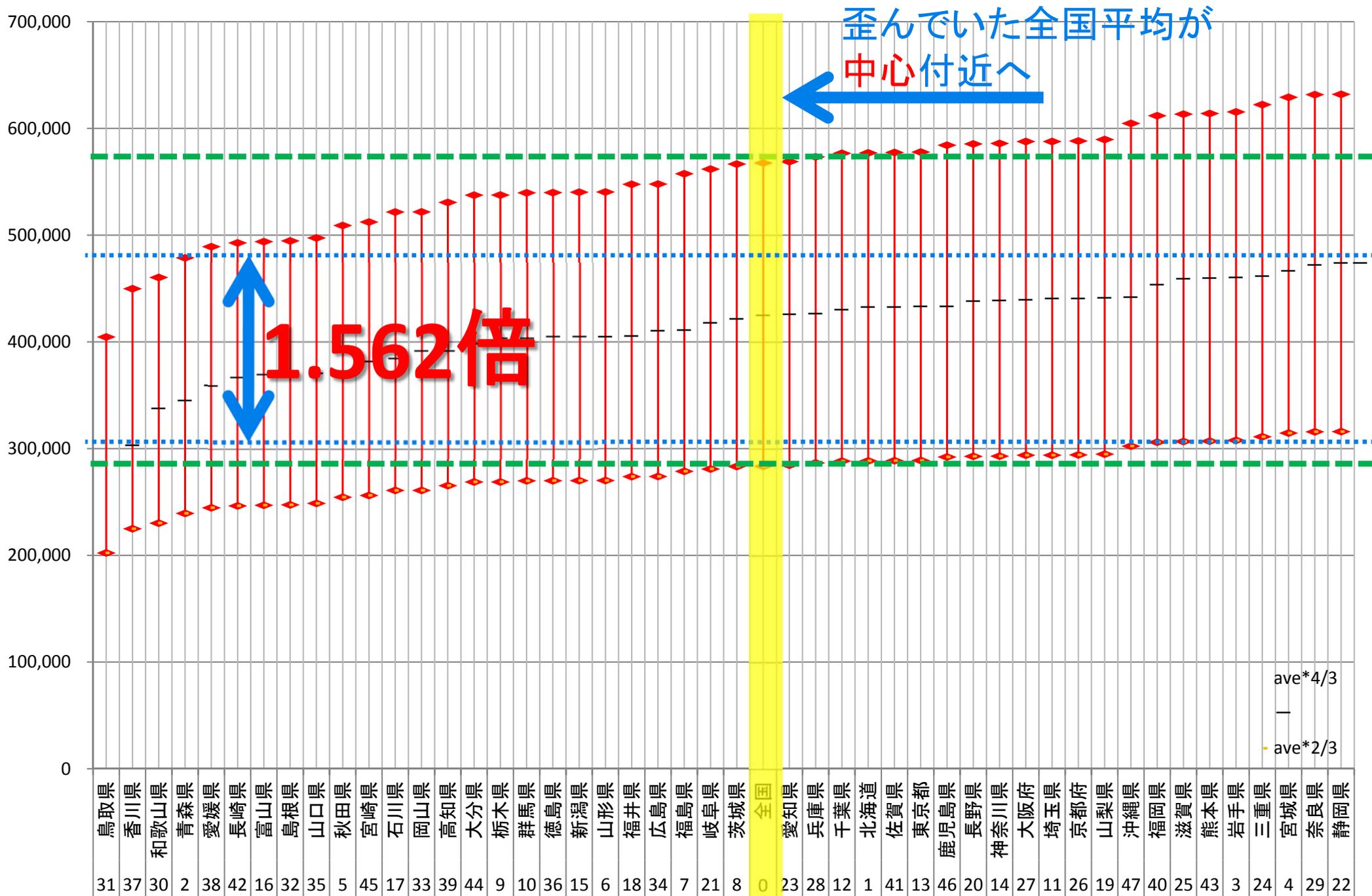
$$z_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i \in N, j)$$

$p_i/m_j$  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 !