

非線形代表理論

趙亮*、谷本明子、呂文若

京都大学大学院総合生存学館

2024年3月4日、長岡技術科学大学

日本応用数理学会第20回研究部会連合発表会

国会・議会

総席数

議席配分
(一票の格差)

国会・議会の総席数も、議席配分も、
人口の非線形関係にあるという理論

政治と金の問題があっても議会は必要

国会・議院

総席数 (s)

国民を代表して立法権を行使し政府を監督する

人口 p の劣線形関係にある (James Madison, 1788)

自由に決めてよい (法・政治学)

回帰分析: $s \propto p^c, c \doteq 0.4$

理論モデル: $s \propto p^c, 0 \leq c < 1$ は定数 (代表の経済)

参考: [2]

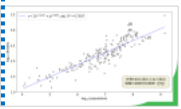
Taagepera'72, Stigler'76, Auriol et al.'12, etc

$c = 0$: 米国上院・下院 (下院は1920年代以降)

$c = 1/2$: Penrose'46, Auriol et al.'12, etc

$c = 1/3$: Taagepera'72

$1/3 \leq c \leq 5/9$: Zhao & Peng'20 ([1])



我々の提案: $s^* = p^{0.4/3}$

モデルの強化 ([5])

議席配分

平等原則

一票の格差問題



s_i 席を人口 p_i の選挙区等の下位単位に配分する

標準席数関数 $s^* = f(p)$ を定めておいて、 $f^{-1}(s_i)/p_i = f^{-1}(s_j)/p_j$ ([3])

逓減比例 (EU議会): $p_i \nearrow \Rightarrow s_i/p_i \searrow$

比例代表 (PR, 各国): $s_i/p_i = s_j/p_j$

固定数 (米国上院): $s_i = s_j$

PRのための既知divisor法と公理研究を一般化 ([4])

$s^* = a + bp^c$ の提案 ([4])

Cambridge, 0.5-DPL, Power, Parabolic, etc

整数配分法 (Adam's method, etc)

今回の報告

$c = 1$ の特例

公理システム研究

広島・安芸高田市議会

きょう



異例

“居眠り政治家”リストラ案？

議員半減案が否決 市長「恥を知れ」

0:04 / 3:15 [play] [volume] [full screen] [share] [settings] [close]

39歳市長が怒り「恥を知れ」 議員半減する案 大差で否決 “居眠り政治家”リストラ狙い？

FNN 7746794 FNNプライムオンライン 1.79M subscribers

<https://www.youtube.com/watch?v=pNStwL6czKw>

136K [like] [comment] Share Save ...

2022年参院選「1票の格差」合憲

NEWS



2022年参院選「1票の格差」合憲 (2023年10月18日)



テレ東BIZ
1.87M subscribers

<https://www.youtube.com/watch?v=ZBTSp6HeYKQ>

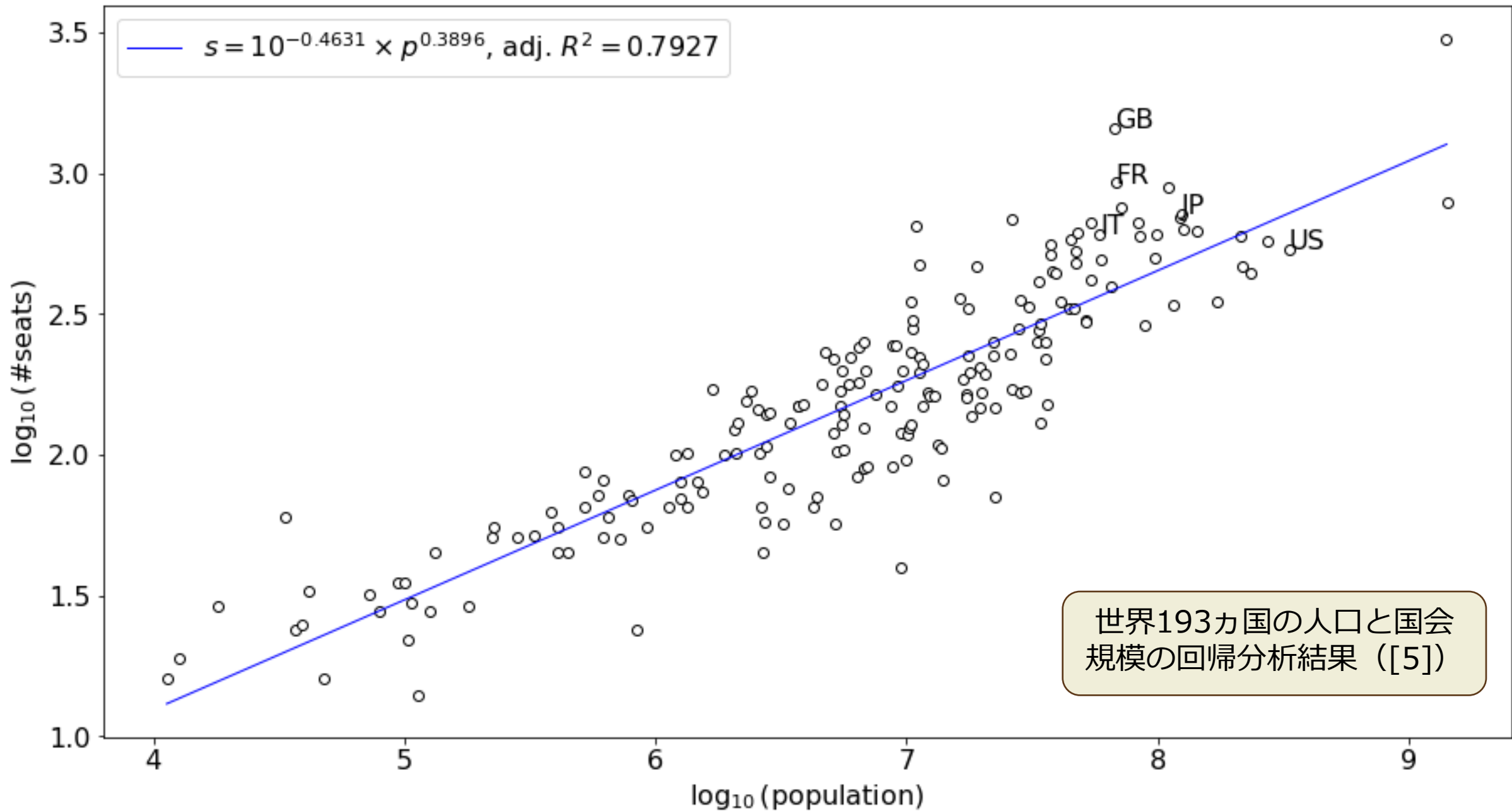
👍 37



➦ Share

⌵ Save





世界193カ国の人口と国会規模の回帰分析結果 ([5])

1人の価値の計算と議席の配分

平等原則：1人の価値が同じでなければならない。

- 既存解釈（比例代表）：1人の価値とは s/p である。
- **我々**：計算式 s/p は間違っている（小選挙区に不利）

例：R4年衆議院選挙（ c を0.4と仮定した場合）

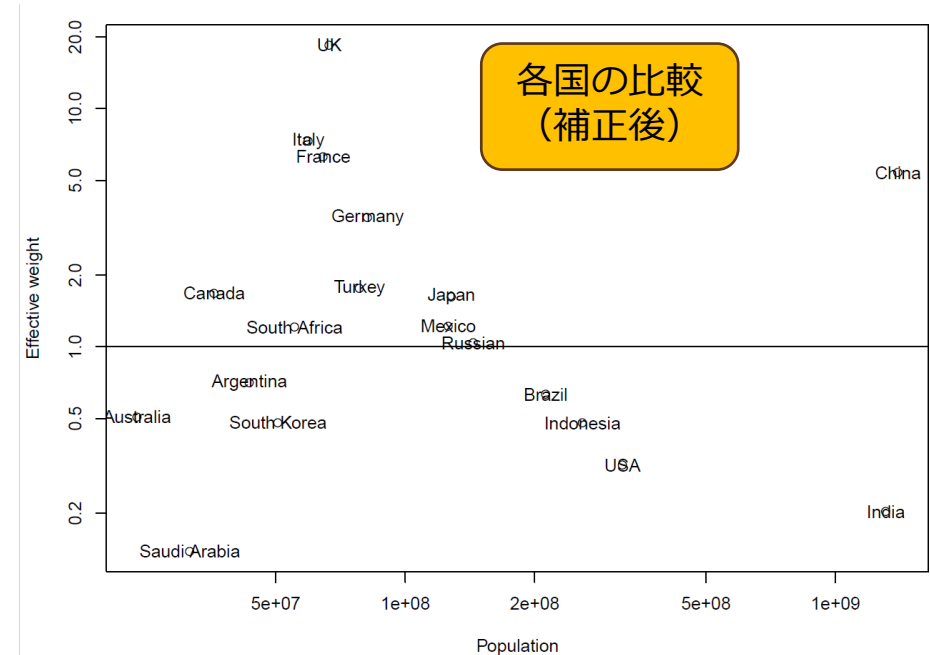
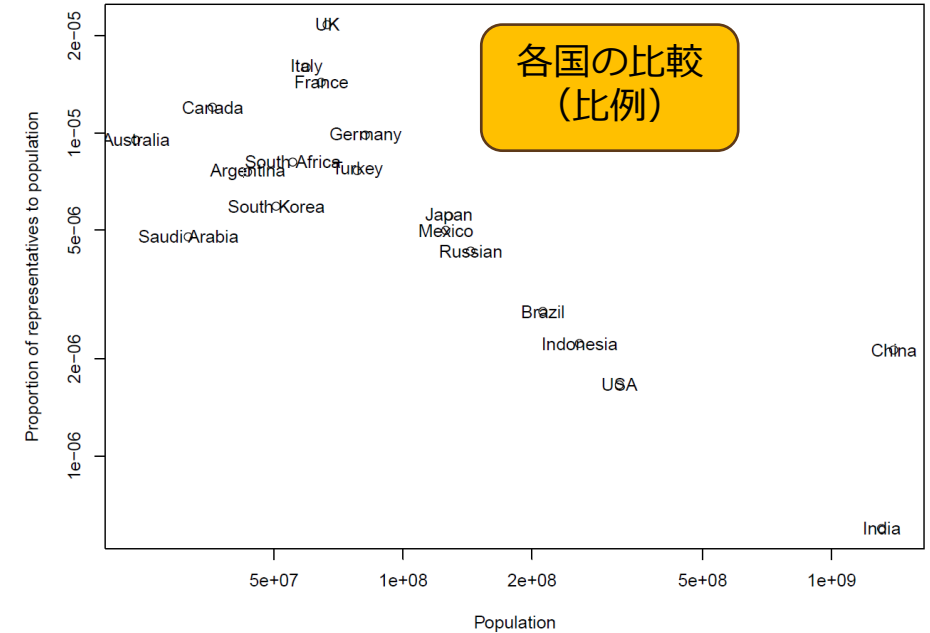
（法改正前）最大格差 = 東京：佐賀 = 31倍

（法改正後）最大格差 = 東京：和歌山 = 57倍

- **正しい計算法**：人口 p から標準席数 s^* を計算する式 $s^* = f(p)$ を定めると、1人の価値 $w = f^{-1}(s)/p$

例： $f(p) \propto p^c \Rightarrow w \propto (s/p^c)^{1/c} \Rightarrow \text{平等} \Leftrightarrow \frac{s_i}{p_i^c} = \frac{s_j}{p_j^c}$

※ 比例代表の式 s/p は暗黙に（見られない関係である）
 $c=1$ を想定しており、一般に正しくない（[3]）。



ケーススタディ：欧州議会

- 逓減比例（劣線形代表）
- 最小6、最大96、総数未定（上下限あり）
- 具体案がなく、提案を検討して政治決定に
- 我々の提案：Lyu and Zhao'23 ([4])



Table 5.6: Apportionment comparison based on the data of Table 3 of [19, p33]. Column p is from Table 1 of [19, p29], and the total number of seats is 701. Our method uses the proposed function $f(p) = 4 + 0.000042p^{0.8}$ with Adam's rounding. Source: [16, Table 6].

State	p	0.5-DPL	Power	Parabolic	Cambridge	Our Method
Malta	434,403	6	6	6	6	6
Luxembourg	576,249	6	7	7	6	6
Cyprus	848,319	6	7	7	7	7
Estonia	1,315,944	6	8	8	7	8
Latvia	1,968,957	7	9	9	8	9
Slovenia	2,064,188	7	9	9	8	9
Lithuania	2,888,558	9	10	10	9	10
Croatia	4,190,669	11	12	12	11	13
Ireland	4,664,156	12	13	12	11	13
Slovakia	5,407,910	13	14	13	12	14
Finland	5,465,408	14	14	13	12	14
Denmark	5,700,917	14	14	14	13	15
Bulgaria	7,153,784	16	16	15	15	17
Austria	8,711,500	18	18	17	17	19
Hungary	9,830,485	20	19	19	18	20
Sweden	9,998,000	20	20	19	18	21
Portugal	10,341,330	21	20	20	19	21
Czechia	10,445,783	21	20	20	19	21
Greece	10,793,526	21	21	20	19	22
Belgium	11,289,853	22	21	21	20	22
The Netherlands	17,235,349	29	28	28	27	29
Romania	19,759,968	32	31	31	31	32
Poland	37,967,209	53	51	53	54	51
Spain	46,438,422	62	60	62	65	60
Italy	61,302,519	77	76	77	83	73
France	66,661,621	82	81	83	90	78
Germany	82,064,489	96	96	96	96	91
Inequality index (5.5)	-	3.03	2.28	2.45	2.24	1.69

文献

1. L. Zhao, T. Peng (2020). “An Allometric Scaling for the Number of Representative Nodes in Social Networks.” In: Proc. NetSci-X 2020.
2. 趙亮, 谷本明子, 呂文若 (2022). “最も好都合な議員定数” (第6章), 「選挙・投票・公共選択の数理」, 日本応用数理学会監修・大山達雄編, 共立出版
3. L. Zhao, A. Tanimoto, W. Lyu (2022). “Standardizing Representation for Equality with a Population Seat Index,” <https://arxiv.org/abs/2212.14790>.
4. W. Lyu, L. Zhao (2023). “Axioms and Divisor Methods for a Generalized Apportionment Problem with Relative Equality,” Mathematics 11, no. 15: 3270.
5. W. Lyu (2024). A Study on Mathematical Models and Analysis for A Nonlinear Representation Theory on the Size and Apportionment of Parliaments, doctoral dissertation (to appear).

本研究は JSPS 科研費 18K11182, 23K10997 の助成を受けたものです。
有益のディスカッションで京都大学大学院総合生存学館関山健先生に感謝します。