様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

# 科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　７ 年　 ６ 月 １７ 日現在

機関番号：３２５０５
研究種目：若手研究
研究期間：2020～2024
課題番号：２０Ｋ１３４１５

研究課題名（和文）系統的数理モデル分析が拓く認識的デモクラシー論の新展開：熟議・多数決・ベイズ更新

研究課題名（英文）Epistemic Democracy and Systematic Review of Mathematical Models of Democracy: Deliberation, Majority Voting, and Bayesian Update

研究代表者
坂井　亮太（Sakai, Ryota）

中央学院大学・法学部・准教授

研究者番号：２０７３５３８６

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,200,000円

研究成果の概要（和文）：多数決や熟議の結果の正しさは、デモクラシーへの信頼を支える役割を果たしてきた。近年、民主的決定手続が正しい答えを導くメカニズムを解明する数理モデル分析結果の蓄積が進んでいる。その一方で、数理モデル分析の信頼性には疑問が提起されている。このような状況にあって、本研究は、科学哲学に着想を得たロバストネス分析とシステマティックレビューを組み合わせ、蓄積された複数の数理モデル分析の結果を生かして分析の信頼性を高める研究を行った。もって会議に誰を呼ぶべきかに答えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
プラトンは、哲学者あるいは知者が、洞窟＝社会で最も良い統治者になると考えた。しかし、本研究は、このプラトンの洞窟の比喩のストーリーを2400年ぶりに書き換えるものである。熟議のモデル群を検討すると、真っ暗な洞窟の中（課題の予測可能性が低い状況）では、専門家は存在しえず、多様な参加者による問題解決が認識的に優れる傾向がある。洞窟の出口付近（課題の予測可能性が高い状況）では、専門家による問題解決が認識的に優れる。政治が扱う課題は、その中間に位置するのではないか。そうであるならば、政治は多様な参加者と専門家の協力によって担われるべき課題である。本研究は、これらを示唆する成果を数理モデルを通じて得た。

研究成果の概要（英文）：The perceived correctness of outcomes produced by majority rule and deliberation has long played a crucial role in sustaining trust in democracy. In recent years, a growing body of mathematical modeling has sought to elucidate the mechanisms through which democratic decision-making procedures yield correct answers. At the same time, concerns have been raised about the reliability of these mathematical analyses.
Against this backdrop, this study combines robustness analysis, inspired by the philosophy of science, with systematic review. By drawing on the accumulated results of multiple mathematical models, the study aims to enhance the reliability of model-based analysis. This study determines who should participate in problem solving.

研究分野：政治学

キーワード：政治学　政治理論　民主主義　熟議民主主義　数理モデル　ロバストネス分析　システマティック・レビュー　多様性が能力に勝る定理

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## １．研究開始当初の背景

多数決や熟議の結果の正しさは、デモクラシーへの信頼を支える役割を果たしている。近年、民主的決定手続が正しい答えを導くメカニズムを解明する数理モデル分析結果の蓄積が進んでいる。その一方で、数理モデル分析の信頼性には疑問が提起されている。このような状況にあって、蓄積された複数の数理モデル分析の結果を生かして分析の信頼性を高める研究は、認識的デモクラシー論において世界的にも未着手となってきた。

近年、認識的デモクラシー論が立脚する数理モデルの結論の自明性に対して批判が展開されている。例えば、コンドルセの陪審定理（CJT）は、K.ラドハによるモデル化を典型とする確立された分析結果とみなされてきた(Ladha, 1992, p617–634)。しかし、その安定性には近年批判がある。CJT の独立性の仮定は、数学的に異なった仕方でモデル化が可能で、独立性の仮定のわずかな差異によって、参加者が増加するにつれて多数決の結果が無謬に近づくという良く知られた結論が成立しなくなることが明らかになっている(Dietrich et al. 2013)。本研究の出発点は、これまで自明とされてきた「数理モデルを疑う」ことにある。

数理モデル分析の信頼性に対する「疑い」は、認識的デモクラシー論に対する規範的研究者および実証的研究者からの批判の焦点となってきた(Estlund 1997; 2008; Anderson 2006; Brennan 2014; 2016)。それらの批判は、モデルの仮定と条件の非現実性、モデルの誤り、パラメーターの変化に対するモデルの脆弱性をめぐる批判で、畢竟、モデル分析の安定性や頑強性への「疑い」に収斂する。「数理モデルを疑う」ことは、本研究の目的につながる。

## ２．研究の目的

本研究の目的は、科学哲学に着想を得た「ロバストネス分析」という複数の数理モデルの比較手法を独自に改良し、個々の数理モデル分析に含まれる特異性が分析結果に与える影響を最小化させることで、認識的デモクラシー論の領域に信頼性の高い分析手法を創出することにある。

本研究の学術的「問い」は、認識的デモクラシー論における数理モデル分析は、歪みや誤りを含みうる複数の数理モデル群から、どのようにして信頼に足るインプリケーションを引き出すことができるのかである。従来の認識的デモクラシー論研究に欠けてきたのは、複数の数理モデルを活用することで、個々の数理モデル研究に含まれる特異性（仮定やモデリングの歪み、誤謬）からの影響を最小化しようという視点である。

## ３．研究の方法

### （1）数理モデルに対するロバストネス分析

世界的にもほとんど実施されていない、デモクラシーの認識的機能についての数理モデルを対象とした系統的分析を実施する。既存の認識的デモクラシー論研究が、単一の

モデルへの依拠(Landemore, 2013)、統一モデルの探求(Pivato, 2017, p51–69)、特定のモデルの擁護(Anderson, 2006, p8–22)を志向してきたのに対し、本研究は複数モデルの活用という新視点のアプローチを開拓する。

科学哲学分野から着想を得て、複数の数理モデルに対するロバストネス分析を実施する。複数の数理モデルを活用する視点は、認識的デモクラシー論の研究分野における新しい分析アプローチを開拓する意義を持つ。

### （2）数理モデルに対するシステマティック・レビュー

次に、システマティック・レビューの手法とロバストネス分析を組み合わせて、ロバストネス分析の改良を行う点は、本研究の独創である。システマティック・レビューの役割は、ロバストネス分析の妥当性を高めるのに必要となる既存モデルを広範かつ中立的に収集することにある。

科学哲学の分野におけるロバストネス分析は、同一の結果を示したモデル間の共通性を調べるというアプローチをとる（一致法）(Weisberg, 2013)。しかし、従来のロバストネス分析では、この逆事例を十分に検討できない弱点がある。分析をより精緻にするためには、結果の値を問わず全数についてサンプルを収集する必要がある。そこで本研究では、既存のロバストネス分析に対して、全サンプルのバイアスを排した収集と分析を可能にする系統的レビューの過程を追加する修正を加える。

近年、認識的デモクラシー論の数理モデル分析に対して、ロバストネス分析の有効性を指摘する議論が登場している(Klein, Marx, and Fischbach, 2018)。しかし、ロバストネス分析をシステマティック・レビューと組み合わせる必要性を指摘し、実際に手法の改良まで進んだ研究は、本研究のほかにない。

## ４．研究成果

### （1）システマティック・レビュー

本研究では科学哲学に着想を得て、複数の数理モデルの比較手法である「ロバストネス分析(robustness analysis)」を、2019 年にノーベル経済学賞を受賞した「系統的レビュー(systematic review)」の手法と組み合わせて改良する提案を行った。

本研究で提起した分析手法は、数理モデル分析の不安定性を軽減する、国際的にみて先端的な試みである。基課題の研究成果は、2020 年刊行の Philosophy of the Social Sciences 誌の第 50 巻第 3 号に、国際査読論文として英語で掲載される学術的成果を生んでいる。さらに基課題の研究の成果は、三菱財団の研究助成にも採択（採択率 10%）され、2022 年刊行の単著研究書『民主主義を数理で擁護する』（勁草書房）を通じて本邦でも公表してきた。

**その内容は「多様性が能力に勝る定理（DTA）」という集団的知性のモデル群を系統的にレビューすることで、課題の予測可能性が低いと認知的多様性が優位になり、予測可能性が高まるにつれて専門性が優位になることを解明するものであった。基課題の成果は、公的決定を担うべきなのは、知者か、素人か、その混合かという問いに答える社会的意義を有する。**

**特に課題の予測可能性に応じて、熟議参加者の最適構成割合が異なることが判明した。課題の予測可能性が低い場合には多様な参加者の認識的パフォーマンスが高まる。他方、課題の予測可能性が高まるにつれて、能力の高い個人や専門家が活躍する余地が広がることを明らかにした。**

**（２）モデル分析の哲学**

**本研究では、政治理論で用いられる抽象度の高いモデルと現実世界に即した詳細なモデルを対立ではなく、補完としてとらえるための哲学的枠組み（多重モデルによる理想化）について検討した。**

**その成果は、日本政治学会の機関誌に、査読論文「政治理論における想像力と実現可能性の両立：モデルの哲学を参照した両立策の提示」『年報政治学』(2023-Ⅱ)、2023 年として公表した。この論文では、研究課題のテーマである集合知のモデル分析をもとに、政治理論における集合知のモデル分析の手法が、多重モデルによる理想化の概念の導入によって政治理論に対してもつ意義を高めることが出来ることを明らかにした。**

**（３）公共政策への接続**

**課題の予測可能性が、最適な参加者構成を決定するという本研究での成果を、公共政策分野に応用する研究も実施した。その成果をまとめた「公共政策学に接近する政治理論 ： 熟議民主主義とミニ・ パブリックスの実践から学ぶ」『公共政策研究』(23) 12-24 、2023 年は、公共政策学会 学会賞（論説賞）を受賞する成果を得た。**

参考文献：

Anderson, E. (2006). The Epistemology of Democracy. *Episteme*, 3 (1–2), 8–22.

Brennan, J. (2014). How Smart is Democracy? You Can’t Answer that Question a Priori. *Critical Review*, 26 (1–2), 33–58.

Brennan, J. (2016). *Against Democracy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Dietrich, F. and Spiekermann, K. (2013). Epistemic Democracy with Defensible Premises.

*Economics & Philosophy*, 29 (1), 87–120.

Estlund, D. (1997). Beyond Fairness and Deliberation: The Epistemic Dimension of Democratic Authority. In: *Deliberative Democracy*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 173–204.

Estlund, D.M. (2008). *Democratic Authority: A Philosophical Framework*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Klein, D., Marx, J. and Fischbach, K. (2018). Agent-Based Modeling in Social Science, History, and Philosophy. An Introduction. *Historical Social Research / Historische Sozialforschung*, 43 (1 (163)), 7–27.

Ladha, K.K. (1992). The Condorcet Jury Theorem, Free Speech, and Correlated Votes. *American Journal of Political Science*, 36 (3), 617–634.

Landemore, H. (2013). *Democratic Reason: Politics, Collective Intelligence, and the Rule of the Many*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Pivato, M. (2017). Epistemic Democracy with Correlated Voters. *Journal of Mathematical Economics*, 72 51–69.

Weisberg, M. (2013). *Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World*Oxford Studies in Philosophy of Science. Oxford: Oxford University Press.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計6件（うち査読付論文　2件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　4件）

| | |
|---|---|
| １．著者名<br>坂井亮太 | ４．巻<br>2023-Ⅱ |
| ２．論文標題<br>政治理論における想像力と実現可能性の両立：モデルの哲学を参照した両立策の提示 | ５．発行年<br>2023年 |
| ３．雑誌名<br>年報政治学 | ６．最初と最後の頁<br>268-293 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし | 査読の有無<br>有 |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著<br>－ |

| | |
|---|---|
| １．著者名<br>坂井亮太 | ４．巻<br>23 |
| ２．論文標題<br>公共政策学に接近する政治理論 ： 熟議民主主義とミニ・ パブリックスの実践から学ぶ | ５．発行年<br>2023年 |
| ３．雑誌名<br>公共政策研究 | ６．最初と最後の頁<br>12-24 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし | 査読の有無<br>無 |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著<br>－ |

| | |
|---|---|
| １．著者名<br>坂井 亮太 | ４．巻<br>45 |
| ２．論文標題<br>熟議における手続と実質の架橋メカニズム | ５．発行年<br>2022年 |
| ３．雑誌名<br>計画行政 | ６．最初と最後の頁<br>33～38 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.14985/jappm.45.4_33 | 査読の有無<br>無 |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著<br>－ |

| | |
|---|---|
| １．著者名<br>坂井 亮太 | ４．巻<br>36 |
| ２．論文標題<br>熟議と科学的探究のモデル比較：「多様性が能力に勝る定理」と「認識的地形モデル」 | ５．発行年<br>2022年 |
| ３．雑誌名<br>中央学院大学法学論叢 | ６．最初と最後の頁<br>65～92 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし | 査読の有無<br>無 |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著<br>－ |

| | |
|---|---|
| 1．著者名<br>坂井　亮太 | 4．巻<br>77 |
| 2．論文標題<br>政治理論における数理モデル分析： 多様性が能力に勝る定理をめぐる論争を題材として | 5．発行年<br>2022年 |
| 3．雑誌名<br>公共選択 | 6．最初と最後の頁<br>42-61 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし | 査読の有無<br>無 |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著<br>－ |

| | |
|---|---|
| 1．著者名<br>Sakai Ryota | 4．巻<br>50 |
| 2．論文標題<br>Mathematical Models and Robustness Analysis in Epistemic Democracy: A Systematic Review of Diversity Trumps Ability Theorem Models | 5．発行年<br>2020年 |
| 3．雑誌名<br>Philosophy of the Social Sciences | 6．最初と最後の頁<br>195～214 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1177/0048393120917635 | 査読の有無<br>有 |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著<br>－ |

〔学会発表〕　計8件（うち招待講演　1件／うち国際学会　4件）

| |
|---|
| 1．発表者名<br>Ryota Sakai and Helene Landemore |
| 2．発表標題<br>Revisiting Plato’s Cave: On the Proper Role of Lay People versus Experts in Politics |
| 3．学会等名<br>The 29th Biennial Meeting of the Philosophy of Science Associatio（国際学会） |
| 4．発表年<br>2024年 |

| |
|---|
| 1．発表者名<br>Ryota Sakai |
| 2．発表標題<br>The third way: a reconciliation of political imagination with political feasibility through a multiple-models idealisation approach |
| 3．学会等名<br>ECPR 2023: European Consortium for Political Research（国際学会） |
| 4．発表年<br>2023年 |

１．発表者名
Ryota Sakai

２．発表標題
Philosophy of models reconciles imagination with feasibility in political theory: Rawls and epistemic democracy

３．学会等名
Asian Network for the Philosophy of the Social Sciences 2023（国際学会）

４．発表年
2023年

１．発表者名
坂井 亮太

２．発表標題
政治理論におけるモデル構築と理想化：ロールズの理想理論と認識的デモクラシー論の比較

３．学会等名
日本政治学会 2022年度総会・研究大会

４．発表年
2022年

１．発表者名
坂井 亮太

２．発表標題
誰を会議に呼ぶべきか？：やっかいな問題と認識的デモクラシー論

３．学会等名
日本公共政策学会関西支部例会（招待講演）

４．発表年
2023年

１．発表者名
Sakai Ryota

２．発表標題
Is Evidence-Based Evaluation of Deliberative Mini-Publics Methods Possible?: An Impossibility Result and its Silver Lining

３．学会等名
ECPR General Conference 2020（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
坂井亮太

２．発表標題
憲法改正における混合熟議の可能性： アイスランドとアイルランドの憲法改正事例の認識的観点からの比較

３．学会等名
日本政治学会 2020年度研究大会

４．発表年
2020年

１．発表者名
坂井亮太

２．発表標題
憲法改正におけるミニ・パブリクスの導入と政治家の参加効果：アイスランドとアイルランドの比較

３．学会等名
公共選択学会第 24 回大会

４．発表年
2020年

〔図書〕　計2件

| １．著者名<br>坂井亮太・坂野達郎・篠藤明徳・田村哲樹・ 長野基 ・三上直之・前田洋枝・竹内彩乃 | ４．発行年<br>2023年 |
|---|---|
| ２．出版社<br>学芸出版社 | ５．総ページ数<br>240 |
| ３．書名<br>世界に学ぶミニ・パブリックス: くじ引きと熟議による民主主義のつくりかた | |

| １．著者名<br>坂井　亮太 | ４．発行年<br>2022年 |
|---|---|
| ２．出版社<br>勁草書房 | ５．総ページ数<br>272 |
| ３．書名<br>民主主義を数理で擁護する： 認識的デモクラシー論のモデル分析の方法 | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

―

６．研究組織

| | 氏名<br>（ローマ字氏名）<br>（研究者番号） | 所属研究機関・部局・職<br>（機関番号） | 備考 |
|---|---|---|---|

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 米国 | Yale University | | | |