

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03322

研究課題名（和文）合議による「分配の正義」のメカニズム：統計モデリングアプローチ

研究課題名（英文）The Mechanism of "Distributive Justice" through Deliberation: A Statistical Modeling Approach

研究代表者

清水 裕士（SHIMIZU, HIROSHI）

関西学院大学・社会学部・教授

研究者番号：60621604

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：人々は不平等な分配を回避する傾向があり、自己が分配されない状況でも平等な分配が好まれることが指摘されているが、そのメカニズムは明らかではない。本研究では、分配の正義における社会状態の価値が不平等の程度に応じて割り引かれる価値割引メカニズムを検討した。提案モデルは不確実性回避傾向と不平等回避傾向を前提とし、規範原理ヒューリスティックモデルとガウス過程を用いた機械学習モデルと比較した。ベイズ統計モデリングの結果、提案モデルは規範原理モデルより高い予測力を示したが、ガウス過程モデルより劣った。そこで、両モデルを組み合わせた混合分布モデルを構成し、ガウス過程と同等の予測力を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分配の妥当性についての研究は、経済学を中心にさまざまな議論が行われている。一つは個人の効用としての不平等の研究、もう一つは、社会の分配についての規範理論がある。それらのアプローチに対して、本研究は社会心理学の立場から、他者への分配の妥当性の判断を効用関数から導出することを試みた点にオリジナリティがある。また、研究の成果から、人々の分配の正義の選好は、効用関数から導出されたボトムアップなものだけではなく、社会的厚生関数によるボトムアップ的な判断も行われていることが明らかとなった。この成果は、経済学の2つのアプローチを心理学的につなぐ役割を担っていることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：People tend to avoid unequal distribution, and it has been pointed out that they prefer equal distribution even in situations where they are not recipients. However, the mechanism behind this preference remains unclear. This study examined the value discount mechanism in distributive justice, where the value of social states is discounted according to the degree of inequality. The proposed model is based on the tendencies to avoid uncertainty and inequality and was compared to heuristic models adopting normative principles and a machine learning model using Gaussian processes. Bayesian statistical modeling showed that the proposed model had higher predictive power than the normative principle heuristic model but was inferior to the Gaussian process model. Therefore, a mixed distribution model combining both models was constructed, achieving predictive power comparable to the Gaussian process model.

研究分野：社会心理学

キーワード：分配の正義 社会的価値関数 不確実性回避 不平等回避 ベイズ統計モデリング

## 1. 研究開始当初の背景

人々が不平等な分配を避ける傾向があることは、社会学、心理学、経済学、政治学、人類学など、数多くの社会科学の研究において繰り返し注目、確認されてきた。最後通牒ゲーム (ultimatum game; Güth, Schmittberger, & Schwarze, 1982) を用いた経済実験では、人々は他者に平等に分配することを好み、また他者からの不平等な分配を拒否する傾向があることが繰り返し示されている (たとえば Güth, Schmittberger, & Schwarze, 1982; Camerer, 2003)。このことは、人々はときにパレート効率性を犠牲にし、不平等を回避する傾向を持つことを示している。Henrich et al. (2001) は、文明化された国の人々だけではなく、狩猟採集や農業などを生業とする 15 の小規模な部族・村落においても、不平等を回避する傾向があることを明らかにした。一方で、部族ごとで不平等を忌避する傾向が、社会環境 (マクロ的な変数) によって異なることも同時に明らかにしている。

以下では、不平等を回避する個人の効用をモデルで表現するアプローチ、次に望ましい所得分配とはなにかに関わる規範的アプローチをそれぞれレビューし、その両アプローチをつなぎうる社会的価値関数について議論を行う。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、人々が不平等を回避するメカニズムを明らかにすることである。これまで経済学では、不平等な社会状態についての選好について、2つのアプローチから検討が行われてきた。1つは人々の社会選好 (効用関数) によって不平等を回避する傾向を説明する効用アプローチ、もう1つは人々の効用を統合し、社会状態として望ましいものを選択する社会的厚生関数アプローチである。前者は人々の選択を、後者は規範的な選択をモデル化したものである。

本研究はこの2つのアプローチに対して、社会心理学的な観点から新たなアプローチを提案する。それは社会的価値関数アプローチである。Kameda et al. (2016) では、人々が不平等な社会状態を評価するとき、最も不遇な人に注目すること、またその心理メカニズムの背景に他者に自己を投影する脳部位の活動があることを明らかにした。これらの知見から、人々は自身の効用関数を他者に投影し、その効用を統合することで社会状態の価値を判断していると考えた。

そこで本研究では、Kameda et al. (2016) による不確実性回避のモデルと、社会選好の不平等回避のモデルを用いて、人々が社会的価値を判断するメカニズムをモデル化した。1つは不確実性回避のみのモデル、次に不平等回避だけのモデル、そして不確実性・不平等回避を両方組み入れたモデルを提案した。

### モデル

#### 不確実性回避モデル

$$V_k(x) = \mu(1 - \gamma_k M)$$

#### 不平等回避モデル

$$V_k(x) = \mu(1 - (\delta_\alpha \alpha_k + \delta_\beta \beta_k) G)$$

#### 不確実・不平等回避モデル

$$V_k(x) = \mu \left\{ 1 - \gamma_k \left( \delta_\alpha \alpha_k \frac{n}{n-1} \right) M - (1 - \gamma_k) (\delta_\alpha \alpha_k + \delta_\beta \beta_k) G \right\}$$

## 3. 研究の方法

### 確率モデル

不平等回避課題についての二肢課題における反応  $Y \in \{0, 1\}$  を選択する確率  $\theta_k^{FS} \in [0, 1]$  を、以下のようにベルヌーイ分布を用いて、

$$Y_k \sim \text{Bernoulli}(\theta_k^{FS}),$$

$$\theta_k^{FS} = \frac{\exp(\lambda_k^i U_k^i)}{\exp(\lambda_k^i U_k^i) + \exp(\lambda_k^e U_k^e)}$$

というモデルを想定した。これは、不平等分配への選択 ( $Y = 1$ ) とした場合の確率  $\theta_k^{FS}$  が、平等分配の効用  $U_k^e$  と不平等分配の社会的価値  $U_k^i$  にもとづいて、ソフトマックス行動戦略によって決定されるというモデルである。 $\lambda_k^i$  は合理性パラメータで、利得への選好が効用関数から合理的に行われている個人差を表すパラメータである。 $\lambda_k^i = 0$  のときに完全にランダム、 $\lambda_k^i = \infty$  のとき、

少しでも効用に差がある場合に大きいほうが確率 1 で選好されることを意味する。

### ベンチマークモデル

上記のモデルの妥当性を比較検討するため、ヒューリスティックモデルとガウス過程モデルの 2 種類のベンチマークモデルも同時に検討した。

ヒューリスティックモデルは、社会的価値が FS 効用関数のパラメータを一切使わず、分配された利得の値のみによって、ヒューリスティック的に判断するという仮定に基づくモデルである。ここでは、功利主義 $V_{EU}$ 、マキシミン原理 $V_{mm}$ 、平等原理 $V_E$ の 3 種類のヒューリスティックがあると仮定する。それぞれの規範原理の社会的価値関数は、

$$\begin{aligned}V_{EU}(x) &= \mu, \\V_{mm}(x) &= \mu(1 - M), \\V_E(x) &= 0,\end{aligned}$$

とした。

次に、社会的価値関数が不平等の程度を表すジニ係数によるガウス過程回帰によって定められるとするモデルを想定した。選好についての確率分布にベルヌーイ分布を仮定する点は平均効用モデルとまったく同じだが、不平等な分配についての社会的価値を、ジニ係数でガウスカーネル関数を構成したガウス過程で決定する。すなわち、

$$\begin{aligned}(V_{k,1}^i, \dots, V_{k,\infty}^i) &= \delta_k \\ \delta_k &\sim \text{MultivariateNormal}(\mathbf{0}, \mathbf{K}) \\ \kappa_{pq} &= \eta^2 \exp\left(-\frac{(G_p - G_q)^2}{\rho^2}\right) + 0.1^{\wedge}2\end{aligned}$$

である。 $\delta_k$ は評価者 $k$ が持つ社会状態の社会価値を表す無限次元ベクトルである。しかし、実際の推定の際はたかだか有限(本研究では 5)次元ベクトルとして推定を行う。 $\eta, \rho \in (0, \infty)$ はガウスカーネルのハイパーパラメータである。 $\mathbf{K}$ はガウスカーネルのカーネル関数(共分散行列)であり、 $\kappa_{pq}$ はその $p$ 行 $q$ 列目の要素を表す。このモデルは、ジニ係数が近いほど社会的価値の値が近くなるという制約をおいた非線形の関係を表現できる。このモデルは機械学習などでも使われるガウス過程を利用することで、予測・説明のみに特化するため、最も情報量規準が小さくなることが予想される。つまり、このモデルが最もデータにフィットするベンチマークモデルとなる。

### 調査方法

実験は、クラウドワークスに登録している 633 名を対象に、Web による調査形式で行った。調査画面は Qualtrics によって作成された。実験報酬は一人あたり 100 円であった。

分配の正義課題 FS モデルのパラメータの推定のため、自己が関与する報酬分配についての選好課題を行った。回答者は、回答者自身と見知らぬ他者(A さん)に配分される報酬の分配についての選択肢について、どちらが望ましいかを選択した。左側の選択肢は常に平等分配で、右側は常に不平等な分配であった。平等分配は 10 万円から 1 万円ずつ小さくなり、最終的には 0 円となった。不平等分配については、A に対して常に 5 万円で、自己の報酬は 9 万、7 万、3 万、1 万の 4 パターンが用意された。なお、自己と A への分配が 10 万ずつの場合に、不平等分配を選択した回答者 41 名は不合理な回答者として分析から除外した。これと同様に、不確実性回避傾向、不平等回避傾向を測定する課題を行った。

調査は、不確実回避課題、不平等回避課題、分配の正義課題の順に行った。また回答者の中で、不平等課題、不確実性課題において、一度も両選択肢を選択しなかった人を除外した。また全調査時間が 5 分より早い人、また 1 時間以上かかった人を除外した。その結果、分析対象者は 600 人となった。

## 4. 研究成果

### 分析結果

モデル評価は、ベイズ統計モデリングで用いられる対数周辺尤度を用いた。ただし、BIC と同じスケールにするために、-2 倍したものを計算した。この指標は、値が小さいほどモデルがデータをよりよく予測できていることを意味する。

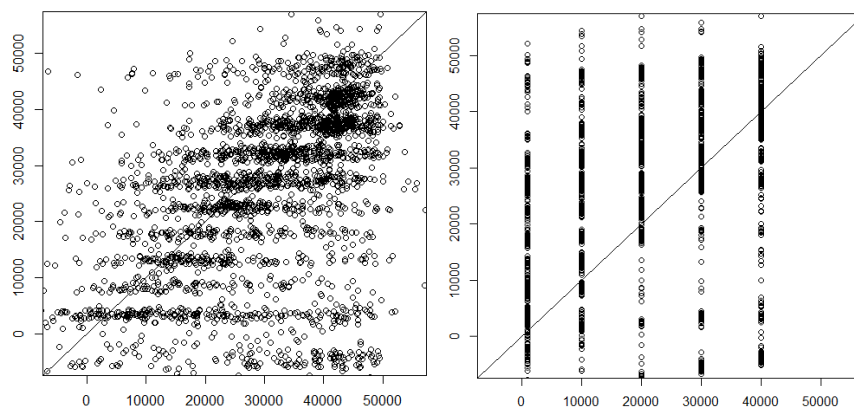
それぞれのモデルの推定結果を表 1 に記載した。モデル評価指標の比較から、提案モデルである不確実・不平等回避モデルは、規範原理モデルよりも当てはまりはよかった。しかし、ガウス過程モデルに比べて非常に当てはまりは悪く、十分にデータを予測できているとは言えなかった。規範原理モデルの中では、マキシミン原理が最もよい当てはまりとなっていた。

表1 モデル評価指標 (-2 対数周辺尤度)

Proposed Model	-2 log ml	BenchmarkModel	-2 log ml
不確実性回避	32862.63	功利主義	45773.10
不平等回避	26879.91	マキシミン原理	26905.70
不確実・不平等回避	25006.65	平等原理	38112.10
		ガウス過程	12722.00

そこで、それぞれのモデルの予測の程度を確認するために、推定された社会的価値得点と、ガウス過程で計算された社会的価値得点の散布図を記した。

図1 2つのモデルの予測



図注：左の散布図が不確実・不平等回避モデル、右がマキシミン原理モデル

その結果、提案モデルは左上側の予測がうまくいっている一方、マキシミン原理モデルは左下の予測がうまくいっていることがわかる。すなわち、2つのモデルでは予測している部分が異なる可能性が示唆される。

そこで以下のハイブリッドモデルを事後的に評価した。ハイブリッドモデルは提案モデルと、マキシミン原理、そして平等原理と功利主義のそれぞれの規範原理モデルを混合モデルで結合するモデルである。混合モデルで結合するという事は、個人によって採用するモデルが異なっており、それぞれ個人がどのモデルをどの程度の確率で採用しているかを推定することができる。確率モデルは、不平等分配に対する社会的価値が、それぞれ、不確実・不平等回避モデル $V_{k,2}^i$ 、功利主義を $V_{k,2}^i$ 、マキシミン原理を $V_{k,3}^i$ 、平等原理を $V_{k,4}^i$

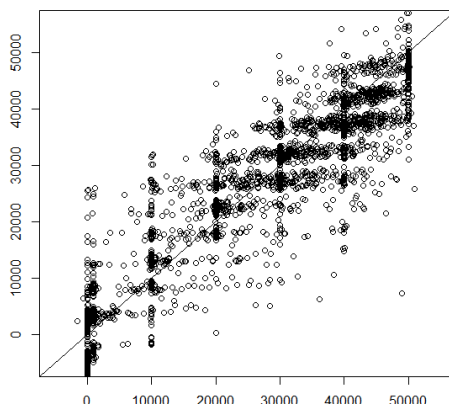
$$P(Z_k) = \sum_{c=1}^4 \phi_c \text{Bernoulli}(\theta_{k,c})$$

$$\theta_{k,c} = \frac{\exp(\gamma_k V_{k,c}^i)}{\exp(\gamma_k V_{k,c}^i) + \exp(\gamma_k V_k^e)}$$

となるような混合ベルヌーイ分布であるとした。ここで、 $C \in \{1,2,3,4\}$ は分配原理を識別する離散確率変数、 $\phi \in [0,1]$ は混合比率ベクトルで、総和が1となるパラメータである。

この混合分布モデルについて-2 対数周辺尤度を計算したところ、14396.032 と大きく予測力が改善された。また、それぞれの原理の採用確率 $\phi$ は不確実・不平等回避モデルが42%、マキシミン原理が38%、平等原理が15%、そして功利主義が5%であった。混合分布モデルの予測力を示すために、図2に記した。図1と比較して、大幅に予測力が改善しているのがわかる。また、ガウス過程の予測値と混合分布モデルの予測値の相関係数は $r = .92$ と極めて高かった。

図2 混合分布モデルの予測力



## 考察

本研究は、分配の正義を規定する意思決定メカニズムを明らかにすることを目的とした。先行研究をレビューし、効用関数アプローチと厚生関数アプローチの2つをつなぐものとして、社会的価値関数アプローチを提案した。このアプローチは人々が他者の効用を推測し、それらを統合することで社会的価値を評価すると説明するものである。

本研究では、社会的価値関数アプローチから不確実性回避と不平等回避の両方の選好を組み入れた新しいモデルを提案した。提案モデルは、マキシミン係数とジニ係数という2つの不平等を表す指標を、不平等回避と不確実性回避のパラメータを用いて線形的に表現できるモデルである。

情報量規準の比較から、規範原理に基づくヒューリスティックモデルに比べて、提案モデルのほうが、当てはまりがよかったことから、人々が社会選好に基づく効用関数のパラメータを、社会的価値関数にも適用しているという仮定が支持されたといえる。しかし、ガウス過程の予測には遠く及ばないことも明らかとなった。

そこで、規範原理ヒューリスティックモデルとの混合分布モデルを構築し、予測力を評価した。その結果、予測力はガウス過程には劣るが、大幅に改善され、極めて高い予測力を持つモデルであることが明らかとなった。

このことから、人々は効用関数を用いたボトムアップなモデルだけでなく、規範原理を用いたトップダウンなモデルによっても分配の正義を判断していることが明らかとなった。すなわち、人々は効用関数アプローチが採用するような個人選好に基づくかたちで社会的価値を判断する場合もあれば、厚生関数アプローチが採用するような規範原理に基づいて社会的価値を判断する人もいる。これらはおよそ半分半分割合で存在することも明らかとなった。

### 限界点

本研究の結果だけでは、なぜ人々がボトムアップ、あるいはトップダウンの判断を採用するのは明らかになっていない。今後は、その判断基準を予測するモデルの構築が求められるだろう。

また、本研究の実験パラダイムでは、平等分配額を上からの順に下げていく極限法を用いている。精神物理学などの実験パラダイムでは、極限法よりもランダムに分配額を呈示する恒常法が優れていることがわかっている（例えば、佐藤・小川、2017）。さらに、主観的等価点を推定するためのパラダイムでは、実際の受益者が存在しないという問題もある。あくまで場面想定法の枠を超えないということである。この限界点は、たとえば実際に回答者が選択した分だけインセンティブを用意する、あるいは自己が関与しない場合は寄付が行われると言った、実際の受益者の存在を明示するなどの工夫が必要だろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 清水裕士	4. 巻 31
2. 論文標題 Decision by Samplingモデルによる確率加重関数と価値関数の導出：ベイズ統計モデリングによるモデル比較	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 認知科学	6. 最初と最後の頁 322-337
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11225/cs.2024.01"	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 清水裕士
2. 発表標題 分配の正義は選好と規範のどちらで説明できるのか
3. 学会等名 日本社会心理学会第63回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水裕士
2. 発表標題 不確実性回避についての統計モデリング
3. 学会等名 第24回実験社会科学カンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水裕士
2. 発表標題 分配の正義への社会的価値関数アプローチ2
3. 学会等名 日本社会心理学会第62回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水裕士
2. 発表標題 不確実性回避についての統計モデリング
3. 学会等名 第24回実験社会科学カンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水裕士
2. 発表標題 分配の正義への社会的価値アプローチ
3. 学会等名 行動経済学会第14回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	稲増 一憲  (Inamasu Kazunori)  (10582041)	関西学院大学・社会学部・教授   (34504)	
研究 分担者	石田 淳  (Ishida Atsushi)  (40411772)	関西学院大学・社会学部・教授   (34504)	

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
---------	---------