

## (2. リサーチノート)

### 2-2. 不平等忌避モデルの経験的検討

——ベイズ統計モデリングによるモデル比較——

水野 景子・清水 裕士

キーワード：分配、不平等忌避、ベイズ統計モデリング、モデル比較

#### 1. 要旨

限られた資源の分配について、人はどのように考えるのだろうか。さまざまな分野で示されているように、不平等な分配は一般に忌避される傾向にある。本研究では、Fehr & Schmidt (1999) と、Bolton & Ockenfels (2000) の2つの不平等忌避モデルをベイズ統計モデリングを用いて比較し、数理的に正しい性質を持つとされている Fehr & Schmidt (1999) のモデルが実際の人々の行動を予測できるかどうかを経験的に検討した。対数周辺尤度を用いたモデル比較の結果、Fehr & Schmidt (1999) のモデルのほうが得られたデータをよく説明していることが示された。このモデルは、社会心理学研究によって広く用いられてきた社会的価値志向性 (SVO) と等しいことが示されており (武藤, 2006)、Fehr & Schmidt (1999) の効用関数を用いた社会心理学研究の可能性が示唆された。

#### 2. 問題

##### 2.1 不平等忌避

限られた資源の分配について、人はどのように考えるのだろうか。資源の分け方には、グループ内に格差が生まれたとしても全体の利益を最大にする分配が望ましいという考え方や、皆が平等になるように分配するべきだという考え方など、様々な考え方がある。なかでも、文化や生態学的な環境によってその程度は異なるものの、一貫して人が不平等な分配を嫌う傾向にあることが心理学、政治学、文化人類学、経済学などの分野で広く示されている (e.g. 亀田, 2017)。

経済学の数理モデルでは、人が不平等を嫌う傾向をもつことを、効用と効用関数を用いて表現する。効用とは、財やサービスを手に入れた場合に得られる、または、それを手に入れたときに得られるであろうと予期される主観的な満足のことである。効用関数は、財の量に応じてどのように効用、すなわち満足感が変化するかを数式で表したものである。

市場分析を主としていた伝統的な経済学のモデルでは、自身の利得がそのまま効用になる合理的な経済人が想定されてきたが、実際の人を対象とした研究が行われるようになるにつれ、

合理的な経済人を想定したモデルでは実験で得られた結果を説明できなくなった。その例としては、最後通牒ゲーム (ultimatum game) と独裁者ゲーム (dictator game) における参加者の行動が、合理的な経済人を想定したモデルでは予測できないことがあげられる。

最後通牒ゲームでは、プレイヤーが、分配の提案を行う提案者と被提案者に割り当てられ、提案者、被提案者の順で決定を行う。提案者が提案する分配額を、被提案者側は受け入れるか拒否するか選択できる。被提案者側が提案を受け入れた場合は、両者がその金額を得る。拒否が選択された場合は、両者とも得られる金額が0円となる。このような最後通牒ゲームにおいて、仮にプレイヤーが自身の利得のみを考慮しているとすれば、1000円を分配するとき、提案者側は相手に1円といった、自分の利得が最大になる提案を行い、被提案者側も、たとえ1円であっても0円よりは効用が高いため、その金額を受け入れるはずである。しかし、多くの実験結果は、提案者は平等分配に近い提案をすることが多く、仮に極端に不平等な提案がなされたとしても非提案者側が拒否を選択することを示している。また、独裁者ゲーム (director game) では被提案者側が提案を拒否することができないが、このような状況であっても平等に近い分配の提案が見られる (Forsythe, Horowitz, Savin & Sefton, 1994)。

## 2.2 不平等忌避モデル

最後通牒ゲームや独裁者ゲームを用いた実験の結果を受け、自身の効用が自身の利得と他者の利得の比較によって決まることを仮定する他者顧慮選好モデルが考案された。その中でも、自分の利得が他者の利得と比較して大きくても小さくても効用が下がることを表現する不平等忌避モデル (inequality aversion model) は、多くの実験結果を説明できる。不平等忌避モデルとして代表的なものが、Fehr & Schmidt (1999) のモデル (以降 F&S モデル) と、Bolton & Ockenfels (2000) のモデル (以降 B&O モデル) である。

### Fehr & Schmidt (1999) のモデル

プレイヤーが2人のゲームで、プレイヤー  $i$  の得る利得と他者  $j$  の得る利得をそれぞれ  $x_i$ ,  $x_j$  とすると、プレイヤー  $i$  の効用関数  $U_i$  は、

$$U_i(x_i, x_j) = x_i - \alpha_i \max(x_j - x_i, 0) - \beta_i \max(x_i - x_j, 0) \quad (1)$$

と表される (ただし、 $\beta_i \leq \alpha_i$ ,  $0 \leq \beta_i \leq 1$ )。  $\alpha_i$  は、他者の利得が自分の利得よりも大きい場合の効用関数に含まれ、効用  $U_i$  を下げる働きをする。このパラメーターは、自身の利得が他者の利得よりも少ないことによる不満を表すため妬みパラメーターと呼ばれる。一方、 $\beta_i$  は、自身の利得が他者の利得よりも多い場合に効用  $U_i$  を下げる働きをするため憐れみパラメーターと呼ばれる。自身が不利な不平等状態を嫌悪する程度である  $\alpha_i$  は、自分が有利な不平等状態を嫌悪する程度である  $\beta_i$  よりも大きく、 $\alpha_i$  と  $\beta_i$  には非対称性がある。この  $\alpha_i$  や  $\beta_i$  に様々な値が入るとすると、多くの実験結果を説明できるのである。

### Bolton & Ockenfels (2000) のモデル

B&O モデルでは、プレイヤーが2人のゲームで、プレイヤー  $i$  の得る利得と他者  $j$  の得る利得をそれぞれ  $x_i, x_j$  とすると、プレイヤー  $i$  の効用関数  $U_i$  は、

$$U_i(x_i, x_j) = a_i x_i - \frac{1}{2} b_i \left( \frac{x_i}{x_i + x_j} - \frac{1}{2} \right)^2 \quad (2)$$

と表される。このモデルでは、自分の得られる利得が自他の利得の合計の2等分であるとき効用が最も高くなり、それが2等分から離れれば離れるほど、効用が下がることが表現されている。

### 両モデルの数理的な性質の違い

F&S モデルも B&O モデルも同じ不平等忌避モデルであり、2者間の実験ではどちらのモデルでもほぼ同様の予測をするが、両モデルには重要な違いがある。それが、F&S モデルが線形の効用関数を持つのに対し、B&O モデルは指数を含む非線形の効用関数を持つことである。

武藤 (2009) は、F&S モデルのような線形の効用関数が B&O モデルのような非線形の効用関数と比べて数理的に望ましいことを証明している。線形の効用関数の欠点、裏を返せば非線形効用関数の利点は、線形効用関数が絶対値を含んでいるのに対し、非線形効用関数にはそれが含まれていない点である。分散の定義に絶対値ではなく2乗が用いられていることから明らかのように、絶対値ではなく指数を用いた関数は、場合分けの必要なく展開することが可能であり、さらに微分可能であるなど、計算がしやすい。一方、非線形の効用関数は、正の線形変換を行った際に2つの自他の利得の組の効用の順序が逆転する場合がある。正の線形変換とは、もとの数値を定数倍し、定数を加えることである。そもそも効用は選好の順序を数値化したものであり、その数値自体ではなくその順序に意味がある概念である。よって、ある関数に基づくある複数のものに対する効用が正の線形変換を行ったことにより逆転してしまうことがあるとすれば、その関数は効用の定義からして望ましくない性質をもつといえる (武藤, 2009)。例えば、社会状態  $(s)$  と  $(t)$  に対する自他の利得の組が  $(1, 8)$  と  $(3, 3)$  であるとするとき、 $U(x, y) = xy$  の効用関数に基づく効用はそれぞれ8と9で、 $(t)$  のほうが望ましい。しかし、ここに正の線形変換  $f(x) = x + 1$  を施すと、両者の利得に1を足した  $(2, 9)$ 、 $(4, 4)$  に対する効用がそれぞれ18と16になり、 $(s)$  のほうが望ましくなる。

また、武藤 (2009) は同時に、①自己利得と他者利得が比較可能、②正の線形変換を行っても効用の順序が変わらないといった数理的に望ましい性質を持つ効用関数が F&S モデルの効用関数しかないことを示している。

### 両モデルの経験的な比較

武藤 (2009) により、理論的には F&S モデルのほうが望ましいことが示されているが、このモデルが実際に人々の行動を予測できるかどうか、モデルの正しさを評価するうえで重要

である。実験経済学では、経験的にも F&S モデルと B&O モデルの比較がいくつか行われている。経験的な両者の比較には、3人の最後通牒ゲーム (Guth & Damme, 1998) が多く用いられている。3人の最後通牒ゲームでは、プレイヤー X が提案者としてプレイヤー X, Y, Z の間での報酬分配の提案を行い、Y が被提案者として提案を受け入れるか、拒否するか選択する。2人での最後通牒ゲームと同様、提案が受け入れられた場合にはその分配額を得ることができ、拒否が選択された場合は3人とも得られる金額が0円になる。例えば Kagel & Wolfe (2001) は、F&S モデルと B&O モデルの違いを検討するために設計した3人の最後通牒ゲームを行い、結果が F&S モデルにも B&O モデルの予測にも合致しなかったことを示した。

しかし、これまでの実験経済学の研究では、実験条件を操作し、条件間で見られた人々の行動の差とモデルの予測を比較し、モデルが人々の行動を予測しているかどうかを検討する手法が用いられている。実験状況の操作によってモデルが行動を予測できているかどうかを検討する手法は、効用関数を直接比較しているわけではない。

そこで本研究では、ベイズ統計モデリングを用いて、F&S モデルと B&O モデルのどちらがより得られたデータを説明しているかを同じデータを用いて効用関数を直接比較し、経験的に検討する。

#### ベイズ統計モデリングによる両モデルの比較

統計モデリングとは、確率モデルをデータにあてはめて現象の理解と予測を促す営み (松浦, 2016) である。確率モデルとは、確率分布を取り入れた数理モデルのことである。統計モデリングでは、確率分布をデータ生成メカニズムとして考え、その分布の形状を決める値であるパラメーターから解釈や予測を行う。パラメーターは、データと確率モデルを使って推定される。代表的な確率分布に、正規分布、ポアソン分布、二項分布などがある。分布に応じて、その分布の形を決める値であるパラメーターが決まっている。例えば正規分布のパラメーターは、平均値  $\mu$  と分散  $\sigma^2$ 、ポアソン分布のパラメーターは平均値  $\lambda$  である。このような単純なモデルであれば簡単にパラメーターの値を推定することができるが、複雑なモデルになると計算が複雑になり、推定が難しい。

ベイズ推定法を用いた統計モデリングの利点は、パラメーターを推定するアルゴリズムのひとつである MCMC 法 (マルコフ連鎖モンテカルロ法) により、従来、解析的に解けなかった複雑なモデルでも、アルゴリズムに基づいた乱数を発生させることでパラメーターの事後分布を近似できる点や、事前分布の設定ができる点などがある (清水, 2018)。例えば、先行研究の結果や自身が以前に収集したデータを事前分布として用いることで、事後分布の不確実性を減らすことが可能である。また、事前分布を設定できるメリットとして、次に述べる階層モデルを解くことが容易になったことも重要である。

階層モデルは、ベイズ統計モデリングによってパラメーターを推定することが容易になったモデルのひとつである。階層モデルでは、パラメーター自体に加え、パラメーターの事前分布にも正規分布やコーシー分布などの確率分布を設定することでパラメーターに階層性をもたせ

る。階層モデルの利点は、個人間やグループ間での効果の差といったモデルの複雑さを表現しながら推定精度を上げることができる点である。全員に同じパラメーターを与えたモデルでは、個人間やグループ間での差を表現できず、予測力が落ちる。しかし、全員に個々で異なるパラメーターを与えると、サンプル数を増やしても推定精度が上がらない。階層モデルは、ゆるやかに個人やグループ間での差を仮定しながら全員に同じパラメーターを当てはめる、それらの中間的なモデルである。

複雑なモデルを解くことができる他にも、モデル同士の比較の指標を容易に算出できるのも、ベイズ統計モデリングの利点である。その指標のひとつが、対数周辺尤度による比較である。周辺尤度とは、パラメーターがとりうるすべての値について考慮したときの手元のデータに対するモデルの持つ平均的な予測力を表し、その値が大きいモデルほどデータを説明するうえで相対的にふさわしいといえる（岡田, 2018）。

本研究では対数周辺尤度を用いたモデル比較を行うことにより、F&S モデルと B&O モデルのどちらのモデルがより得られたデータを説明できるのかを検討する。なお、本研究では、階層モデルを用いて個人ごとに両モデルのパラメーターを推定する。

### 3. 方法

#### 3.1 参加者

関西学院大学社会学部の社会心理学 A の講義内で募集した 95 名。うち男性は 32 名、平均年齢は 19.32 歳（SD=1.05）であった。

#### 3.2 報酬の分配の好みを答える課題

心理学の分野では、心理物理学的測定法による心理量の測定がなされてきた。心理物理学的測定法では、ある物理量と主観的に等価であると感じた量を回答者に報告させる。その例として代表的なものが遅延価値割引課題である。遅延価値割引とは、時間の遅延に伴ってその価値が実際の金額よりも価値が低く感じられる現象である。例えば、今すぐもらえる 1000 円と、1 年後にももらえる 1000 円では、後者の価値が低く感じられるだろう。そのため、「今すぐ 1000 円もらう」「1 年後に 1000 円もらう」の 2 択からどちらが望ましいか選択させると、後者が選択される。そこで、1 年後の 1000 円が現在でいうとどのくらいの価値を持つのかを測定するために、今すぐもらえる額のみ順に下げて提示する。すると、いずれかのタイミングで選択が変わることが予想される。ある回答者が「今すぐ 600 円もらう」と「1 年後に 1000 円もらう」で 1 年後の 1000 円を選択していて、「今すぐ 500 円もらう」と「1 年後に 1000 円もらう」で今すぐの 500 円を選択したとすれば、その参加者にとって 1 年後にももらえる 1000 円が、今すぐもらえる 500 円～600 円と等しく感じられていることになる。片方の選択肢を固定し、もう片方を順に下げて（または上げて）提示する手法を極限法といい、ランダムに選択肢を提示する手法を恒常法という。

本研究では、報酬の好みについて調べる課題と称し、回答者自身と、架空の人物である A さんが共同で行った作業に対する報酬の分配額について、2 択の選択肢から好ましいほうを選択させた。選択肢の提示には極限法を用いた（図 1）。左側に平等な分配、右側に不平等な分配を提示し、左側の金額のみ、90000 円から 0 円まで 10000 円ずつ順に低下させた。左側の選択肢の金額を 0 円まで低下させ 10 試行を行ったのち、右側の分配額を「あなたは 70000 円、A さんは 50000 円」、「あなたは 30000 円、A さんは 50000 円」、「あなたは 10000 円、A さんは 50000 円」に変化させ、計 40 試行を行った。

以下の質問は、あなたの報酬の好みについて調べるものです。

今、あなたと、架空の人物である A さんが共同で行った仕事に対する報酬の分配額を、あなたが決める場面を想像してください。

左側の分配総額は順に変わりますが、ふたりとも同じ金額が与えられます。  
右側の金額はいつも同じですが、ふたりの分配額は異なります。

**(あなたは90000円、Aさんは50000円)**

あなたは、以下の選択肢のうち、どちらが望ましいと思いますか。

あなたもAさんも90000円	あなたは90000円、Aさんは50000円
----------------	-----------------------

あなたは、以下の選択肢のうち、どちらが望ましいと思いますか。

あなたもAさんも80000円	あなたは90000円、Aさんは50000円
----------------	-----------------------

図 1 分配の好みをたずねる課題

### 3.3 手続き

実験参加者は、個室に設置したコンピューター上で上記の課題を行った。口頭での説明は行わず、画面上で課題について説明した。

## 4. 結果

### 4.1 確率モデル

心理学および行動経済学の分野では、人が選択を行う際に必ずしも効用差に基づいた選択をしないことが指摘されている。そこで、課題において選択がどの程度効用差に基づいて合理的に行われるのかが確率的に変動すると仮定する。よって報酬の分配の好みに関する課題における選択は 2 種類の結果が得られる試行（ベルヌーイ試行）を行った結果を表現する確率分布であるベルヌーイ分布に従って発生すると考えられ、

$$Y_i \sim \text{Bernoulli}(\theta_{ij}) \quad (3)$$

と表される。このとき、パラメーター  $\theta_{ij}$  は回答者が不平等な選択肢を選ぶ確率を表し、この値によって分布の形が変化する。

次に、F&S モデルの効用関数と B&O モデルの効用関数を、それぞれ  $\theta_{ij}$  と結びつける。その際、複数の選択肢からある選択肢が選ばれる確率を算出する関数であるソフトマックス関数を用いる。ソフトマックス関数は選択肢が2つの場合は簡略化してロジスティック関数として書くことができる。ターゲットとなる選択肢である不平等分配の効用を  $U_i^i$  とする。人は一般に不平等を忌避する傾向を持つため、不平等分配の効用は客観的な財の大きさより小さくなると考えられる。客観的な財の大きさからどの程度効用を小さく感じるかが、その個人の感じる不平等忌避の程度になる。また、平等分配の効用  $U^e$  は客観的な金額のままの効用を持つ恒等関数であると仮定する。このとき不平等分配が選択される確率  $\theta_{ij}$  は、

$$\theta_{ij} = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma_i(U_i^i - U^e))} \quad (4)$$

と表される。この式では、不平等分配と平等分配の効用差に基づいて不平等分配が選ばれる確率が生成されることが表現されている。 $\gamma_i$  は合理性パラメーターと呼ばれ、どの程度効用に従って選択が行われているかを表す。この値が大きくなるほど効用に従って選択がなされており、0 のときは効用に関係なくランダムに選択がされている。

F&S モデルと B&O モデルでは、(4) 式の  $U_i^i$  の部分のみが異なる。F&S モデルでは、(1) 式より  $U_i^i$  に入る効用関数である  $U_i^{FS}$  は

$$U_i^{FS} = x_i - \alpha_i \max(x_j - x_i, 0) - \beta_i \max(x_i - x_j, 0) \quad (5)$$

である。一方、B&O モデルでは (2) 式より  $U_i^i$  に入る効用関数である  $U_i^{BO}$  は

$$U_i^{BO} = a_i x_i - \frac{1}{2} b_i \left( \frac{x_i}{x_i + x_j} - \frac{1}{2} \right)^2 \quad (6)$$

である。推定されるパラメーターを階層モデルで推定するため、次のように正規分布を仮定し、

$$\alpha \sim \text{Normal}(\mu_\alpha, \sigma_\alpha),$$

$$\beta \sim \text{Normal}(\mu_\beta, \sigma_\beta),$$

$$a \sim \text{Normal}(\mu_a, \sigma_a),$$

$$b \sim \text{Normal}(\mu_b, \sigma_b)$$

とした。また各平均値パラメーターの事前分布には一様分布を、各標準偏差パラメーターには半コーシー分布（スケールパラメーターは 2.5）を用いた。

## 4.2 MCMC による推定

Stan による MCMC 推定を行った。MCMC の設定は、サンプリング数を 11000、バーンイン期間を 1000、マルコフ連鎖の数を 4 とした。

F&S モデルの推定結果を表 1 に、パラメーター  $\alpha$ ,  $\beta$  の個人間のヒストグラムを図 2 に示した。個人間の  $\alpha$  の分布については 0 と 2 付近にピークがあり、 $\beta$  の分布については 1 と 4 付近にピークがある。また、B&O モデルの推定結果を表 2 に、パラメーター  $a$ ,  $b$  の個人間のヒストグラムを図 3 に示した。両パラメーターの個人間の分布に注目すると、 $a$  のピークは -0.75 と 0 付近、 $b$  は 1 付近である。表中の  $\hat{R}$  は 4 つのマルコフ連鎖間の分散がマルコフ連鎖内の分散に比べてどの程度小さいかを表しており、1.05 より小さい場合に収束したと判断でき (Gelman, Stern, Dunson, Vehtari, & Rubin, 2013) MCMC の収束判定指標となる。全てのパラメーターについて  $\hat{R}$  が 1 であったため、収束したと判断した。また、有効サンプル数  $n_{eff}$  はパラメーターの推定結果の正確性に関わる値であり、その値が十分に大きければサンプルの自己相関が低く、独立した情報を持ったサンプルが多く生成できていると判断する。分析の結果十分な値であった。

表 1 F&S モデルの推定結果

パラメーター	平均値	標準偏差	95%ベイズ信頼区間	$n_{eff}$	$\hat{R}$
$\mu_\alpha$	0.33	0.09	0.16 - 0.51	32201	1
$\sigma_\alpha$	0.80	0.08	0.66 - 0.97	16749	1
$\mu_\beta$	1.30	0.10	1.1 - 1.49	41735	1
$\sigma_\beta$	0.94	0.08	0.8 - 1.11	25785	1

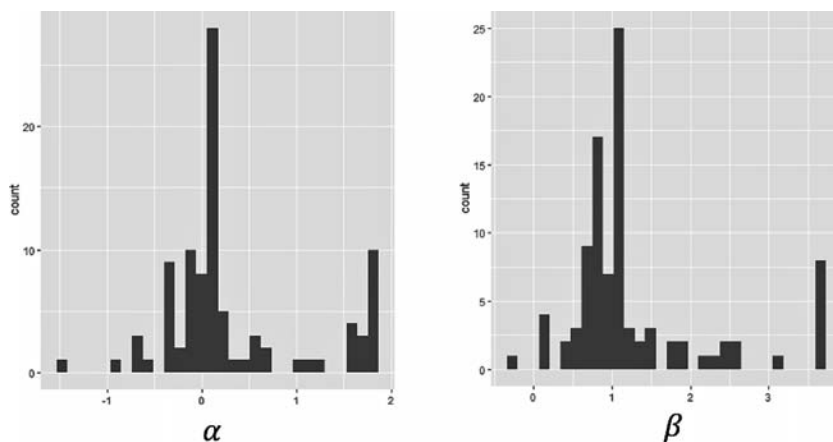


図 2 パラメーターの個人間ヒストグラム (F&S モデル)



表2 B&amp;O モデルの推定結果

パラメーター	平均値	標準偏差	95%ベイズ信頼区間	$n_{eff}$	$\hat{R}$
$\mu_a$	0.53	0.03	0.47 - 0.59	50084	1
$\sigma_a$	0.29	0.03	0.25 - 0.35	30638	1
$\mu_b$	-1.48	3.96	-8.96 - 6.65	22437	1
$\sigma_b$	31.99	4.01	24.9 - 40.6	9895	1

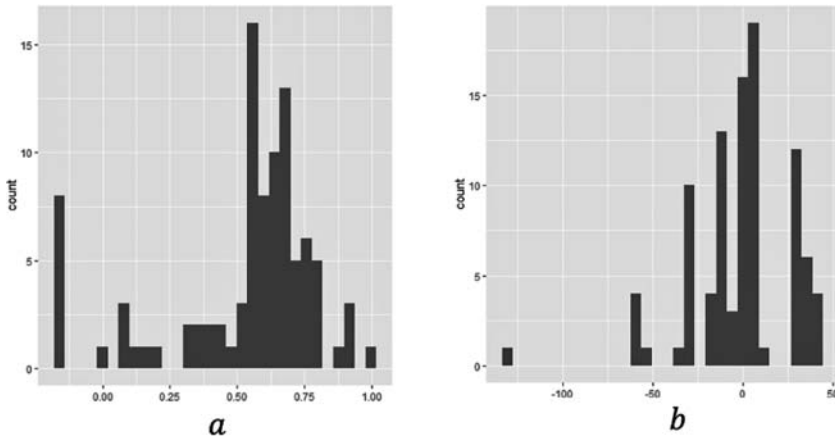


図3 パラメーターの個人間ヒストグラム (B&amp;O モデル)

### 4.3 モデル比較

両モデルの比較には、対数周辺尤度を用いた。bridgesampling パッケージを用いて両モデルの対数周辺尤度を算出した。結果、F&S モデルの対数周辺尤度 (-769.0) のほうが B&O モデルの対数周辺尤度 (-857.3) よりも大きく、F&S モデルのほうが B&O モデルよりもデータの当てはまりがよいことが示された。

## 5. 考察

本研究では、不平等忌避モデルとして広く知られている Fehr & Schmidt (1999) のモデルと Bolton & Ockenfels (2000) のモデルのどちらがより得られたデータを説明できるのかをベイズ統計モデリングを用いて経験的に検討した。対数周辺尤度を用いたモデル比較の結果、F&S モデルのほうが B&O モデルよりもデータの当てはまりがよいことが明らかとなった。

本研究の結果により、武藤 (2009) によって数理的に望ましい性質を持つことが証明された F&S モデルが経験的にもデータをうまく説明できることが示された。F&S モデルは、社会心理学において利他行動を説明する際に広く用いられてきた社会的価値志向性 (SVO) と等しいことが示されており (武藤, 2006)、社会心理学で用いられてきた SVO がモデルとしての妥当性を有することを示唆している。

SVO は、社会的ジレンマ状況における利他行動の説明に用いられることも多く、SVO と社会的ジレンマ状況での行動の関連を検討した 82 の研究のメタ分析では、両者には一貫して小～中程度の相関が見られることが示されている (Balliet, Parks & Joireman, 2009)。現時点の社会心理学における社会的ジレンマの研究で SVO を数理的に扱った研究はほぼ見られない。ベイズ統計モデリングを用いることによって SVO を数理的に表現し、効用をモデルで表現することができ、そのことによって豊富なインプリケーションを持つモデルを構築できる可能性がある。

Fehr & Schmidt (1999) では、 $\beta_i \leq \alpha_i$ ,  $0 \leq \beta_i \leq 1$  の仮定が置かれていたが、本研究で推定した  $\alpha_i$  と  $\beta_i$  は、この仮定を満たしていなかった。このような推定結果になった要因としては、パラメーターの値が課題や測定方法に依存していることが考えられる。Fehr & Schmidt (1999) のこの仮定が普遍的に成り立つのかどうかには、疑問が残る。

また、本研究の方法論的な問題としては、第一に、報酬の分配の好みについてたずねる課題で、極限法を用いたことがあげられる。選択肢の組を大きさの順に並べて提示する極限法は、一つ一つの選択肢の組をランダムに提示する恒常法と比べて、参加者の負担が少ないメリットがある。各選択肢の組に対する選択行動を測定するには、質問紙への回答反応に近くなってしまいう極限法よりも恒常法のほうが望ましいと考えられる。第二に、通常、経済学の実験では課題の成績に応じて実験報酬を変動させることでインセンティブを設けるが、本研究ではそれを設けていなかった。適切なインセンティブを用いて実験を行う必要があるだろう。

今後の展望として、本研究では 2 者での分配を想定したが、3 人以上の分配になると、予測が異なる可能性がある。F&S モデルでは自身の効用を自分の利得とグループ内の個人一人ひとりの利得との比較によって決定することが仮定されているが、B&O モデルでは、グループ内の個人の総和と自身の利得を比較して自身の効用を決定する。そのため、F&S モデルが 3 人以上の分配にも適用可能かどうか検討の余地がある。

## 引用文献

- Balliet, D., Parks, C., & Joireman, J. (2009). *Social value orientation and cooperation in social dilemmas* : A meta-analysis. *Group Processes & Intergroup Relations*, *12*, 533-547.
- Bolton, G. E., & Ockenfels, A. (2000). *ERC : A theory of equity, reciprocity, and competition* : *American economic review*, *90*, 166-193.
- Fehr, E., & Schmidt, K. M. (1999). *A theory of fairness, competition, and cooperation* : *The quarterly journal of economics*, *114*, 817-868.
- Forsythe, R., Horowitz, J. L., Savin, N. E., & Sefton, M. (1994). *Fairness in simple bargaining experiments* : *Games and Economic behavior*, *6*, 347-369.
- Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (2013). *Bayesian data analysis* : Chapman and Hall/CRC.
- Güth, W., & Van Damme, E. (1998). *Information, strategic behavior, and fairness in ultimatum bargaining* : An experimental study. *Journal of mathematical Psychology*, *42*, 227-247.
- Kagel, J. H., & Wolfe, K. W. (2001). *Tests of fairness models based on equity considerations in a three-person ultimatum game* : *Experimental Economics*, *4*, 203-219.

- 亀田達也 (2017). モラルの起源－実験社会科学からの問い－. 岩波新書.
- 松浦健太郎 (2017). Stan と R でベイズ統計モデリング：Wonderful R2. 共立出版.
- 武藤正義 (2006). 多様な社会的動機の基礎理論. 理論と方法, 21, 63-76.
- 武藤正義 (2009). 二者関係における社会的動機の公理的導出. 理論と方法, 24, 301-316.
- 岡田謙介 (2018). ベイズファクターによる心理学的仮説・モデルの評価. 心理学評論, 61, 101-115.
- 清水裕士 (2018). 心理学におけるベイズ統計モデリング. 心理学評論, 61, 22-41.