

WE エコノミー：道徳的責任とリスク脆弱性に基づく相互扶助分配のポテンシャル

WE economy: Potential of mutual aid distribution based on moral responsibility and risk vulnerability

加藤 猛<sup>1\*</sup>

Takeshi Kato<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学 オープンイノベーション機構 日立京大ラボ

Hitachi Kyoto University Laboratory, Open Innovation Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan

\* 責任著者

Corresponding author

E-mail: kato.takeshi.3u@kyoto-u.ac.jp (TK)

## 要旨

富の不平等と格差の解消はグローバルなチャレンジである。これを達成するためには、不平等を生む経済システムを変革する必要がある。経済システムは、主に(1)贈与と互酬、(2)権力と再分配、(3)市場交換、(4)互酬義務のない相互扶助に分かれる。現状の不平等は(2)と(3)から成る資本主義経済に起因する。人間経済である(1)を昇華して(4)を目指すために、哲学領域で「混生社会」という概念が提唱されている。それは、自由で多様な個人「I」が混ざり合うことで、互いの「根源的できなさ」を認め合い、それを「WE」として連帯へ昇華させていく社会である。そして、この社会における経済には共冒険者としての道徳的責任と、リスクに対する脆弱性への配慮が求められる。そこで、本研究では、心の知覚の2つの因子：道徳的責任とリスク脆弱性に着目し、経済物理学的アプローチに則って2人のエージェント間の富の分配モデルを新規に提案した。具体的には、各自の因子に基づいて富を拠出し事業損益を各自の因子に基づいて分配する共同事業モデル、共同事業モデルにおいて定期的に各自の因子に基づいて富のストックの再分配を行う再分配モデル、各自の因子に基づいて富を拠出するが損益を互いの因子の比率に基づいて分配する WE エコノミーモデルを立てた。共同事業および再分配の組み合わせと WE エコノミーとをシミュレーションによって比較した結果、後者の WE エコノミーは、前者に対する長所として不平等抑制に有効であること、富の分布を正常化するレジリエンスを持つこと、短所としてフリーライダーの影響を受けやすいことが明らかになった。ただし、この短所はコンセンサスやフェローシップの醸成、共同事業との補完で補うことが可能である。本研究は現実の経済を反映していないが、基本的なモデルであるがゆえに、道徳的責任の有効性、WE エコノミーと共同経済の相補性、不平等抑制に向けた経済の方向性を本質的に提示したと言える。将来の課題は、望ましい混生社会の実現に向けて、現実経済の分析や経済心理を踏まえて WE エコノミーモデルを発展させるとともに、ワーカーコップやプラットフォーム協同組合などを対象として WE エコノミーのフィールドワークを進めることである。

Reducing wealth inequality and disparity is a global challenge. To accomplish this, the economic systems that produce inequality must be transformed. The economic system is mainly divided into (1) gift and reciprocity, (2) power and redistribution, (3) market exchange, and (4) mutual aid without reciprocal obligations. The current inequality stems from a capitalist economy consisting of (2) and (3). To sublimate (1), which is the human economy, to (4), the concept of a “mixbiotic society” has been proposed in the philosophical realm. This is a society in which free and diverse individuals, “I,” mix with each other, recognize their respective “fundamental incapability” and sublimate them into “WE” solidarity. The economy in this society must have moral responsibility as a coadventurer and consideration for vulnerability to risk. Therefore, I focus on two factors of mind perception: moral responsibility and risk vulnerability, and propose a novel model of wealth distribution between two agents following an econophysical approach. Specifically, I developed a joint-venture model in which profits and losses are distributed based on their own factors; a redistribution model in which wealth stocks are redistributed periodically based on their own factors in the joint-venture model; and a “WE economy” model in which profits and losses are distributed based on the ratio of each other’s factors. A simulation comparison of a combination of the joint ventures and redistribution with the WE economies reveals that WE economies are effective in reducing inequality and resilient in normalizing wealth distribution as advantages, and susceptible to free riders as disadvantages. However, this disadvantage can be compensated for by fostering consensus and fellowship, and by complementing it with joint ventures. Although this study does not reflect the real economy, because it is a basic model, it essentially presents the validity of moral responsibility, the complementarity between the WE economy and the joint economy, and the direction of the economy toward reducing inequality. Future challenges are to develop the WE economy model based on real economic analysis and economic psychology, as well as to promote WE economy fieldwork for worker coops and platform cooperatives to realize a desirable mixbiotic society.

# 1. 緒言

富の不平等と格差が世界中で大きな社会問題になっている。World Inequality Report 2022 によると Top 1%の富裕層が世界中の富の 38%を占め[1]、世界経済フォーラムによると Top のたった 8 人が最貧困層の 36 億人と同じ富を持っている[2]。グローバルなジニ指数は社会不安の警告レベル 0.4 [3]をはるかに超えて 0.7 に達している[1]。社会不安は生産性を下げ、不平等を拡大し、さらに社会不安を煽るといふ悪循環を生むため[4]、不平等問題の解決は喫緊の課題である。

国連の持続可能開発目標では、Goal 10 として不平等の抑制、社会的・経済的・政治的な包摂の促進、平等を促進する財政・社会政策を掲げ、Goal 1、2、8、16 としてそれぞれ貧困の撲滅、飢餓ゼロ、包摂的な経済成長、公正で包摂的な制度を掲げている[5]。政治界や経済界のリーダーが集まる世界経済フォーラムにおいても、不平等の是正が主要なアジェンダに挙がっている[6]。これらの目標を達成するためには、不平等を生む経済関係—すなわち富の交換様式を踏まえた政策や制度を策定することが不可欠である。

経済学者 Polanyi は、経済関係として(1)互酬、(2)再分配、(3)市場交換という 3 つのモードを示している[7]。また、人類学者 Graeber は経済関係に関わる 3 つのモラル原理として(2')ヒエラルキー、(3')交換、(4')基盤的コミュニズムを示し[8]、哲学者 Karatani は 4 つの交換様式として(1'')互酬、(2'')略取と再分配、(3'')商品交換、(4'')互酬の高度な回復を示している[9]。これらのうち、(1)(1')は返礼義務を伴う人間的な贈与経済、(2)(2')(2'')は徴税と再分配を伴う権力経済、(3)(3')(3'')は商品や貨幣の非人間的交換による市場経済、(4')(4'')は返礼義務を伴わず贈与経済を昇華した人間的な相互扶助経済である。現状の不平等を生んでいる資本主義経済は権力経済と市場経済の組み合わせであり[8, 9]、Graeber と Karatani は不平等問題への処方箋として(4')(4'')の人間経済への変革を唱えている。なお、イスラム経済は、権力の代わりにイスラム法典のモラルに基づいた再分配 (*waqf, sadaqah, and zakat*) と、利子を禁止した共同経済 (*mudaraba, murabaha, and salam*) の組み合わせであり[10, 11]、資本主義経済のオルタナティブとして人間経済への足掛かりとなる可能性がある[8]。

哲学者の出口は、上記の(4')(4'')に対応する社会像として、共生社会をさらに発展させた「混生社会」というコンセプトを紹介している。「混生社会」とは、自由で多様な個人「I」が混ざり合うことで、互いの「根源的できなさ」を認め合い、それを「WE」として連帯へ昇華させていく社会である[12, 13]。混生社会では、個人同士が互いに委ね合い「WE」という共同体で互いに助け合う。混生社会における人間経済—われわれはこれを「WE エコノミー」と呼ぶことにする—について出口は著書の中で次のように述べている[14]。

- よい WE：フェロウシップ、平等性、権力中心のない中空性、協調性、参加随意性、やわらいだ WE。
- 悪い WE：全体主義、外部に対する排外主義、内部に対する同調圧力、こわばった WE。
- よい WE は、共にリスクを引き受けつつ参加する共冒険者である。
- WE のメンバーは、脆弱性や可傷性を抱えている点で共冒険者（リスクテイカー）となる資格を持つ。
- 同じ船に乗った共冒険者は、経済的なクラス分けがあるかもしれないが、運命共同体という平等な立場にある。
- 道徳的責任に応じて重みづけがなされ、重みづけはあくまで受ける利益やそれに伴うリスク（掛け金）の量的な差異化に留まる。
- リスク・リターン配分の増減はあるが、リスクを取った分だけ誰もがリターンを受け取り、独占されない。

出口の言説をまとめると、「WE エコノミー」では道徳的責任とリスクに対する脆弱性の 2 つが重要ということである。ここで、心の知覚の次元が参考になる。心理学者の Gray と Wegner による

と、心の知覚は Agency (self-control, morality, memory などのキャパシティ) と Experience (hunger, fear, pain などのキャパシティ) の2つの主要な次元に分けられる[15]。そして、付録の S1 Fig に示すように、胎児、赤ん坊、少女、大人の男、大人の女、植物状態の男、死んだ女などのキャラクターが2次元平面の上にマッピングされている。Agency は Moral Agent (道徳的行為の与え手：道徳的責任)、Experience は Moral patient (痛みの受け手：リスク脆弱性) に対応付けられる[16, 17]。これらを踏まえると、WE エコノミーでは、共冒険者として道徳的責任に応じてリスク (掛け金) を請け負い、その責任とリスク脆弱性に配慮してリターンを配分することになる。

それでは、WE エコノミーは富の不平等に対してどのようなポテンシャルを持っているだろうか。これを調べるにあたり、経済物理学的アプローチを用いる。この分野のレビューによると、気体粒子の運動エネルギー交換のアナロジーやその他のダイナミクスに基づいて様々な富の分配モデルが提案され、指数分布、べき乗分布、ガンマ分布、デルタ分布のような富の分布と不平等が検討されている[18, 19]。最近の研究例では、所得税と相続税[20]、社会階級と相続[21]、貧困層の免税[22]、余剰ストックの拠出[23]、利子事業と共同事業と再分配[24]、再分配と相互扶助[25]に関する検討が行われている。これらのモデルの中で、共冒険者としてのWE エコノミーと比較検討するためには、これに最も富の分配方法に近い共同事業モデルを参照することが妥当であると考えられる。

そこで、本研究では、上記の共同事業モデル[24]をベースにして道徳的責任とリスク脆弱性に基づくWE エコノミーの数理モデルを新規に立て、富の分布と不平等をシミュレーションする。そして、共同事業とWE エコノミーを比較することにより、不平等を生む資本主義経済をWE エコノミーへ導くための洞察を得ることを目的とする。本報告の残りの部分は次のように構成されている。方法セクションでは、まず従来の共同事業モデルを引用したうえで、共同事業における道徳的責任とリスク脆弱性に基づく再分配モデルと、WE エコノミーにおける責任と脆弱性に基づく分配モデルを提示する。結果セクションでは、富の分布と不平等を表すジニ係数のシミュレーション結果を示す。考察セクションでは、結果を踏まえて資本主義経済のオルタナティブとして共同事業とWE エコノミーの実社会への適用可能性を議論する。最後に、将来の課題として、研究課題と実証的なフィールドワークを挙げる。

## 2. 方法

### 2.1 道徳的責任とリスク脆弱性

はじめに、付録の S1 Fig [15]に示した Gray と Wegner による Agency と Experience のスコアを用いて、道徳的責任とリスク脆弱性の数値を設定する。人間のうち経済活動に関われない胎児、植物状態の男、死んだ女を除くと、赤ん坊、少女、大人の男女は概ね2次元平面の直線上に乗っている。赤ん坊から大人へ向けて、道徳的責任に対応する Agency は概ね0.2~0.8、リスク脆弱性に対応する Experience は概ね1~0.8である。なお、年齢別人口分布には、各年齢の人口が一定の定常タイプ、若年層の人口が多い拡張タイプ (人口増加)、若年層の人口が少ない狭窄タイプ (人口減少) がある[26]。ここでは、平均寿命が短い拡張タイプや極度に高齢化が進んだ狭窄タイプではなく、定常タイプを想定する。すなわち赤ん坊から大人まで均等な人数分布を仮定すると、 $N$ 人のエージェントのうち $i$ 番目のエージェント ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) の道徳的責任 $\rho_{Mi}$ とリスク脆弱性 $\rho_{Ri}$ は式(1)のように表される。

$$\begin{aligned}\rho_{Mi} &= 0.2 + \frac{0.8}{N} \cdot i, \\ \rho_{Ri} &= 1 - \frac{0.2}{N} \cdot i, \\ \rho_i &= \rho_{Mi} \cdot \rho_{Ri}.\end{aligned}\tag{1}$$

## 2.2 共同事業と再分配モデル

まず、経済物理学モデルとして、文献[24]で示された基本的な共同事業モデルを参照する（JV-Bモデルと呼ぶ）。JV-Bモデルでは、 $N$ 人のエージェントの中から時間 $t$ において2人のエージェント $i, j$  ( $i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, N$ ) がランダムに選ばれる。両者はそれぞれ富 $m_i(t)$ 、 $m_j(t)$ を持ち、共通の貯蓄率 $\lambda$ を持っている。両者は貯蓄を除いた富を拠出して共同事業を行い、各々が拠出した富 $(1 - \lambda) \cdot m_i(t)$ 、 $(1 - \lambda) \cdot m_j(t)$ と損益率 $\delta$ に応じて富が分配される。時間 $t + 1$ における2人のエージェント $i, j$ の富 $m_i(t + 1)$ 、 $m_j(t + 1)$ はそれぞれ式(2)のように表される。

$$\begin{aligned} m_i(t + 1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot m_i(t); \\ m_j(t + 1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot m_j(t). \end{aligned} \quad (2)$$

JV-Bモデルでは貯蓄以外の富をすべて共同事業に拠出したが、本研究の共同事業モデルでは2人のエージェント $i, j$ の道徳的責任 $\rho_{Mi}$ 、 $\rho_{Mj}$ に応じて富を拠出するモデルを立てる（JV-Mモデルと呼ぶ）。すなわち、エージェント $i$ と $j$ がそれぞれ富 $(1 - \lambda) \cdot \rho_{Mi} \cdot m_i(t)$ と $(1 - \lambda) \cdot \rho_{Mj} \cdot m_j(t)$ を拠出し、損益率 $\delta$ に応じて富が分配される。時刻 $t + 1$ における富 $m_i(t + 1)$ 、 $m_j(t + 1)$ はそれぞれ式(3)のように表される。

$$\begin{aligned} m_i(t + 1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \rho_{Mi} \cdot m_i(t); \\ m_j(t + 1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mj}) \cdot m_j(t) + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \rho_{Mj} \cdot m_j(t). \end{aligned} \quad (3)$$

次に、文献[24]の再分配モデルを参考にして、JV-Mモデルに対する再分配モデルを立てる（JV-M-Mと呼ぶ）。JV-M-Mモデルでは、 $N$ 人のエージェントがそれぞれ再分配周期 $t_p$ ごとに譲渡率 $\xi$ と道徳的責任 $\rho_{Mi}$ に応じて富 $\xi \cdot \rho_{Mi} \cdot m_i(t)$ を拠出し、 $N$ 人のエージェントから集められた富 $\sum_{k=1}^N \rho_{Mk} \cdot m_k(t)$ が道徳的責任の比率 $\rho_{Mi} / \sum_k \rho_{Mk}$ に応じてそれぞれのエージェントに再分配される。再分配後の時間 $t + \Delta$ におけるエージェント $i$ の富 $m_i(t + \Delta)$ は式(4)のように表される。

$$m_i(t + \Delta) = (1 - \xi \cdot \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) + \xi \cdot \frac{\rho_{Mi}}{\sum_k \rho_{Mk}} \cdot \sum_{k=1}^N \rho_{Mk} \cdot m_k(t). \quad (4)$$

JV-M-Mモデルでは道徳的責任に応じて再分配を行ったが、比較のためにエージェント $i$ のリスク脆弱性 $\rho_{Mi}$ に応じて再分配を行うモデルを立てる（JV-M-Rモデルと呼ぶ）。JV-M-Rモデルでは、 $N$ 人のエージェントから集められた富がリスク脆弱性の比率 $\rho_{Ri} / \sum_k \rho_{Rk}$ に応じてそれぞれに再分配される。再分配後の時間 $t + \Delta$ におけるエージェント $i$ の富 $m_i(t + \Delta)$ は式(5)のように表される。

$$m_i(t + \Delta) = (1 - \xi \cdot \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) + \xi \cdot \frac{\rho_{Ri}}{\sum_k \rho_{Rk}} \cdot \sum_{k=1}^N \rho_{Mk} \cdot m_k(t). \quad (5)$$

JV-M-MモデルやJV-M-Rと同様に、エージェント $i$ の道徳的責任 $\rho_{Mi}$ とリスク脆弱性 $\rho_{Ri}$ の双方に応じて再分配を行うモデルを立てる（JV-M-MRモデルと呼ぶ）。JV-M-MRモデルでは、式(1)の $\rho_i = \rho_{Mi} \cdot \rho_{Ri}$ を用いて、 $N$ 人のエージェントから集められた富が比率 $\rho_i / \sum_k \rho_k$ に応じてそれぞれに再分配される。再分配後の時間 $t + \Delta$ におけるエージェント $i$ の富 $m_i(t + \Delta)$ は式(6)のように表される。

$$m_i(t + \Delta) = (1 - \xi \cdot \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) + \xi \cdot \frac{\rho_i}{\sum_k \rho_k} \cdot \sum_{k=1}^N \rho_{Mk} \cdot m_k(t). \quad (6)$$

## 2.3 WEエコノミーモデル

JV-Mモデルでは、エージェント $i$ と $j$ がそれぞれ拠出した富 $(1 - \lambda) \cdot \rho_{Mi} \cdot m_i(t)$ と $(1 - \lambda) \cdot \rho_{Mj} \cdot m_j(t)$ に応じて富が分配された。WEエコノミーでは、共冒険者や運命共同体として分配を行うため、

2 人のエージェント  $i, j$  が道徳的責任  $\rho_{Mi}$  と  $\rho_{Mj}$  に応じて拠出した富が  $(1 - \lambda) \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t))$  として一旦集められ、それぞれの道徳的責任の比率  $\rho_{Mi}/(\rho_{Mi} + \rho_{Mj})$  と  $\rho_{Mj}/(\rho_{Mi} + \rho_{Mj})$  に応じて分配される (WE-M-M モデルと呼ぶ)。時間  $t + 1$  における 2 人のエージェント  $i, j$  の富  $m_i(t + 1), m_j(t + 1)$  はそれぞれ式(7)のように表される。

$$\begin{aligned}
m_i(t + 1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) \\
&\quad + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \frac{\rho_{Mi}}{\rho_{Mi} + \rho_{Mj}} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t)); \\
m_j(t + 1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mj}) \cdot m_j(t) \\
&\quad + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \frac{\rho_{Mj}}{\rho_{Mi} + \rho_{Mj}} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t)).
\end{aligned} \tag{7}$$

WE-M-M モデルでは道徳的責任に応じて再分配を行ったが、比較のためにエージェント  $i$  のリスク脆弱性  $\rho_{Mi}$  に応じて再分配を行うモデルを立てる (WE-M-R モデルと呼ぶ)。WE-M-R モデルでは、2 人のエージェント  $i, j$  が道徳的責任  $\rho_{Mi}$  と  $\rho_{Mj}$  に応じて拠出した富が、それぞれのリスク脆弱性の比率  $\rho_{Ri}/(\rho_{Ri} + \rho_{Rj})$  と  $\rho_{Rj}/(\rho_{Ri} + \rho_{Rj})$  に応じて分配される。時間  $t + 1$  における富  $m_i(t + 1), m_j(t + 1)$  はそれぞれ式(8)のように表される。

$$\begin{aligned}
m_i(t + 1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) \\
&\quad + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \frac{\rho_{Ri}}{\rho_{Ri} + \rho_{Rj}} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t)); \\
m_j(t + 1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mj}) \cdot m_j(t) \\
&\quad + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \frac{\rho_{Rj}}{\rho_{Ri} + \rho_{Rj}} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t)).
\end{aligned} \tag{8}$$

WE-M-M モデルや WE-M-R と同様に、2 人のエージェント  $i, j$  の道徳的責任  $\rho_{Mi}, \rho_{Mj}$  とリスク脆弱性  $\rho_{Ri}, \rho_{Rj}$  の双方に応じて再分配を行うモデルを立てる (WE-M-MR モデルと呼ぶ)。WE-M-MR モデルでは、 $\rho_i = \rho_{Mi} \cdot \rho_{Ri}$  を用いて、2 人のエージェント  $i, j$  が道徳的責任  $\rho_{Mi}$  と  $\rho_{Mj}$  に応じて拠出した富が、それぞれの比率  $\rho_i/(\rho_i + \rho_j)$  と  $\rho_j/(\rho_i + \rho_j)$  に応じて分配される。時間  $t + 1$  における富  $m_i(t + 1), m_j(t + 1)$  はそれぞれ式(9)のように表される。

$$\begin{aligned}
m_i(t + 1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mi}) \cdot m_i(t) \\
&\quad + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \frac{\rho_i}{\rho_i + \rho_j} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t)); \\
m_j(t + 1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1 - \lambda) \cdot (1 - \rho_{Mj}) \cdot m_j(t) \\
&\quad + (1 + \delta) \cdot (1 - \lambda) \cdot \frac{\rho_j}{\rho_i + \rho_j} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + \rho_{Mj} \cdot m_j(t)).
\end{aligned} \tag{9}$$

## 2.4 フリーライダーの考慮

ここで、共同事業や WE エコノミーに非協力的なフリーライダーの影響を見るため、式(3)の JV-M モデルと式(7)の WE-M-M モデルを参照する。2 人のエージェント  $i, j$  のうち一方のエージェント  $j$  が道徳的責任  $\rho_{Mj}$  に対して比率  $r_j$  を掛けた分しか富を拠出ししないと仮定すると、式(3)と式(7)はそれぞれ式(10)と(11)のように書き換えられる。便宜上、式(10)と式(4)の再分配を組み合わせたモデルを JV-M-M-FR モデル、式(11)のモデルを WE-M-M-FR モデルと呼ぶ。なお、再分配は制度的に全員に対して行われると考えられるため、JV-M-M-FR モデルの再分配ではフリーライダーの影響を考慮しない。

$$\begin{aligned}
m_i(t+1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1-\lambda) \cdot (1-\rho_{Mi}) \cdot m_i(t) + (1+\delta) \cdot (1-\lambda) \cdot \rho_{Mi} \cdot m_i(t); \\
m_j(t+1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1-\lambda) \cdot (1-r_f \cdot \rho_{Mj}) \cdot m_j(t) \\
&\quad + (1+\delta) \cdot (1-\lambda) \cdot r_f \cdot \rho_{Mj} \cdot m_j(t).
\end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
m_i(t+1) &= \lambda \cdot m_i(t) + (1-\lambda) \cdot (1-\rho_{Mi}) \cdot m_i(t) \\
&\quad + (1+\delta) \cdot (1-\lambda) \cdot \frac{\rho_{Mi}}{\rho_{Mi}+\rho_{Mj}} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + r_f \cdot \rho_{Mj} \cdot m_j(t)); \\
m_j(t+1) &= \lambda \cdot m_j(t) + (1-\lambda) \cdot (1-r_f \cdot \rho_{Mj}) \cdot m_j(t) \\
&\quad + (1+\delta) \cdot (1-\lambda) \cdot \frac{\rho_{Mj}}{\rho_{Mi}+\rho_{Mj}} \cdot (\rho_{Mi} \cdot m_i(t) + r_f \cdot \rho_{Mj} \cdot m_j(t)).
\end{aligned} \tag{11}$$

## 2.5 ジニ指数の計算

ジニ指数は、富の不平等を評価するためのパラメータとして良く知られ[27]、ローレンツ曲線と均等配分線を描くことによって計算される[28]。ローレンツ曲線から計算される不平等指数には様々なものがあるが[29]、ここでは最も一般的なジニ指数を用いる。式(12)の $Sort(m_i(t))$ という操作により時間 $t$ における $N$ 人のエージェントの富 $m_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) を小さいものから大きいものへ順番に並べ替え、小さいものから $k$ 番目の富を $r_k(t)$ として、ジニ指数 $g$ を計算する。

$$\begin{aligned}
r_k(t) &\in Sort(m_i(t)), \\
g &= \frac{2 \cdot \sum_{k=1}^N k \cdot r_k(t)}{N \cdot \sum_{k=1}^N r_k(t)} - \frac{N+1}{N}.
\end{aligned} \tag{12}$$

なお、 $N$ 人のエージェントの富が均等分布であればジニ指数 $g = 0$ 、デルタ分布（全ての富がたった1人に集中）であれば $g = 1$ である。すなわち、不平等であるほどジニ指数は大きな値を取る。

## 3. 結果

はじめに、共同事業モデル、再分配モデル、WEエコノミーモデルのシミュレーションに用いる共通パラメータを設定する。エージェントの人数は $N = 1,000$ （これは富の分布やジニ係数の計算に影響しない）、時間は $t = 0$ から $10^6$ まで刻み1で動かす。時間 $t = 0$ における $N$ 人のエージェントの富の初期分布は均等に $m_i(0) = 1$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) とする（これに関しては後ほど検討する）。貯蓄率 $\lambda$ に関しては、世界の総貯蓄（GDP比）[30]を参照して $\lambda = 0.25$ とする。損益率 $\delta$ に関しては、株価指数の平均リターンが約8%であるものの $\pm 10\%$ を超える大きな変動があり[31]、これに対して投資家の平均リターンが約2%しかないこと[32]、すなわち事業の収益と損失がプラスとマイナス双方に変動することを考慮して、ここでは時間 $t$ ごとに $-0.1 \leq \delta \leq 0.1$ の範囲で一様乱数を設定する。共同事業モデルの再分配周期 $t_p$ と譲渡率 $\xi$ に関しては、文献[24]を参照してジニ指数 $g$ が比較的小さくなる $t_p = 10^4, \xi = 0.5$ の組み合わせを用いる。

Figs 1A と 1B は式(1)で表される共同事業のJV-Bモデル、Figs 1C と 1D は式(2)で表される道徳的責任に基づく共同事業のJV-Mモデル、Figs 1E と 1F は式(7)で表される道徳的責任に基づくWEエコノミーのWE-M-Mモデルの計算結果を示す。Figs 1A、1C、1E は横軸を富 $m$ 、縦軸を度数として時間 $t = 10^4, 10^5, 10^6$ における度数分布を示した図である。Figs 1B、1D、1F は横軸のエージェントの番号 $\#$ に対して、時間 $t = 10^6$ における各エージェントの富 $m$ をプロットした図である。

JV-BモデルとJV-Mモデルでは、時間 $t$ が大きくなるにつれてFigs 1A と 1Cの富の度数分布が $m = 0$ の側に近づき、Figs 1B と 1Dのエージェントの富 $m$ が広範囲に分散している。文献[24]によると、再分配を行わない共同事業モデルは次第にデルタ分布（ジニ指数 $g = 1$ ）に近づくことがわかっている。Fig 1Dでは $\#$ が概ね1~300の範囲において $m = 0$ 近傍のプロットが見られない。これは、

JV-M モデルでは#が小さいほど道徳的責任が小さいため、富の拠出が抑えられて損益の変動を受けにくくなるからである。JV-B モデルと JV-M モデルに比べて、Figs 1E と 1F の WE-M-M モデルは富の分布が  $m = 1$  近傍に集まっている。これは、式(3)と式(7)を比較するとわかるように、WE-M-M モデルでは、2 人のエージェントが拠出した富を一旦足し合わせてから道徳的責任の比率に応じて分配したからである。

Fig 2 は共同事業と再分配を組み合わせたモデルの計算結果を示す。Figs 2A と 2B は式(3)と式(4)を組み合わせた JV-M-M モデル、Figs 2C と 2D は式(3)と式(5)を組み合わせた JV-M-R モデル、Figs 2E と 2F は式(3)と式(6)を組み合わせた JV-M-MR モデルである。Fig 1C と 1D の JV-M モデルに比べて、Figs 2A と 2B、Figs 2E と 2F は再分配によって富  $m$  の分布範囲が狭まり、 $m = 1$  近傍に集まっている。Figs 2B と 2F において#が大きいほど富  $m$  の分散が大きいのは、富の拠出が大きいほど損益の変動を受けるからである。Fig 2B に対して Fig 2F は道徳的責任とリスク脆弱性の双方によって再分配を行ったため、#の小さい側の富  $m$  が#の大きい側に比べて若干大きい。Fig 2C では度数分布が  $m = 0$  の側に偏り、Fig 2D では#が大きいほど富  $m$  が小さくなっている。これは、式(1)と式(5)を見るとわかるように、道徳的責任に応じて拠出した富をリスク脆弱性によって分配したため、富の拠出と分配にアンバランスが生じたからである。

Fig 3 は WE エコノミーのモデルの計算結果を示す。Figs 3A と 3B は式(7)の WE-M-M モデル（それぞれ Figs 1E と 1F と同じ）、Figs 3C と 3D は式(8)の WE-M-R モデル、Figs 3E と 3F は式(9)の WE-M-MR モデルである。Figs 2A と 2B、Figs 2E と 2F の共同事業・再分配モデルに比べて、Figs 3A と 3B、Figs 3E と 3F の WE エコノミーモデルは富  $m$  の分布がさらに  $m = 1$  近傍に集まっている。すなわち、WE エコノミーは共同事業に対して不平等を抑制できるという長所がある。これは、Fig 1 の説明でも述べたように、WE エコノミーにおける富を足し合わせる効果による。Figs 3C と 3D の富  $m$  の分布の偏りは、Figs 2C と 2D の説明で述べたように、富の拠出と分配のアンバランスによる。Figs 3B と Fig 3F の違いは、Fig 2B と Fig 2F の違いと同じく、分配にリスク脆弱性を含めたからである。なお、Figs 2B と 3B、Figs 2D と 3D、Figs 2E と 3E がほぼ同じ傾向を持っていることは、再分配と WE エコノミーの分配が同様の不平等抑制効果を持っていることを示唆している。

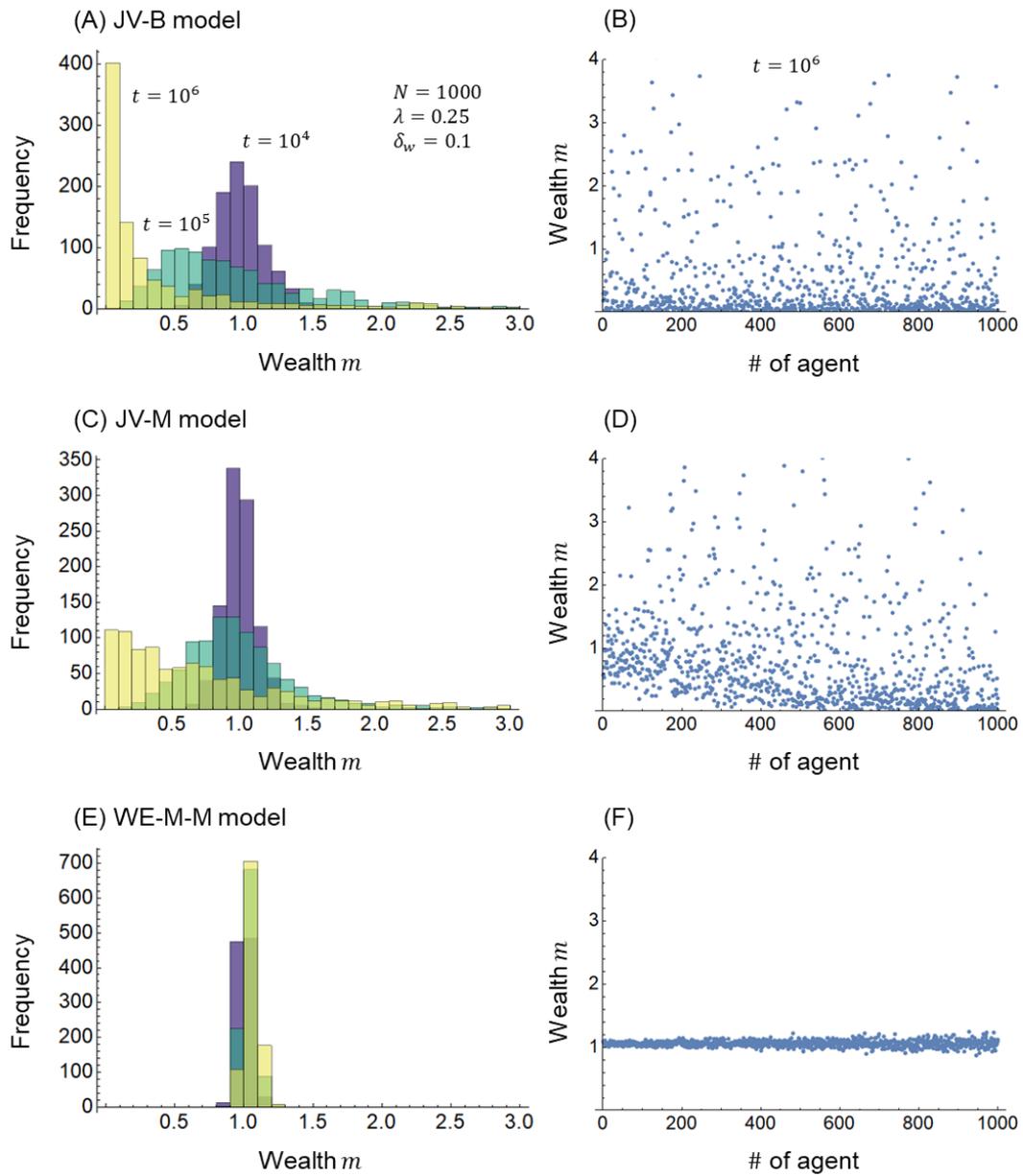
Fig 4 は富の初期分布  $m_i(0)$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) を全て1とする均等分布から  $0 \sim 2$  の間の実数の一様乱数分布に変更した場合の計算結果を示す。Figs 4A と 4B は JV-M-M モデルの初期分布を変更した JV-M-M-IR モデル、Figs 4C と 4D は WE-M-M モデルの初期分布を変更した WE-M-M-IR モデルである。Figs 2A と 2B の JV-M-M モデルと Figs 4A と 4B の JV-M-M-IR モデル、Fig 3A と 3B の WE-M-M モデルと Figs 4C と 4D の WE-M-M-IR モデルはほぼ同じ結果を示している。このことは、共同事業の再分配と WE エコノミーの分配が、時間  $t$  の経過に伴って富  $m$  の分布を収束させるレジリエンスを持っていることを示している。

Fig 5 はフリーライダーを考慮した場合の計算結果を示す。ここでは式(10)と式(11)のフリーライダーの比率を  $r_f = 0.5$  と仮定した。Figs 5A と 5B は式(10)と式(4)の再分配を組み合わせた JV-M-M-FR モデル、Figs 5C と 5D は式(11)の WE-M-M-FR モデルである。Figs 2A と 2B の JV-M-M モデルと Figs 5A と 5B の JV-M-M-FR モデルを比較すると、両者のモデルの富  $m$  の分布にほぼ違いがない。これは、式(10)を見るとわかるように、共同事業モデルではフリーライダーのエージェントの影響がそのエージェント自身にしか波及しないからである。これに対して、Figs 5C と 5D の WE-M-M-FR モデルは、Figs 3A と 3B の WE-M-M モデルに比べて富  $m$  の分布が広がっている。これは、WE エコノミーモデルではフリーライダーのエージェントの富の拠出の減少が 2 人のエージェント双方に影響するからである。このことは、WE エコノミーは共同事業に比べてフリーライダーの影響を受けやすいという短所があることを示している。

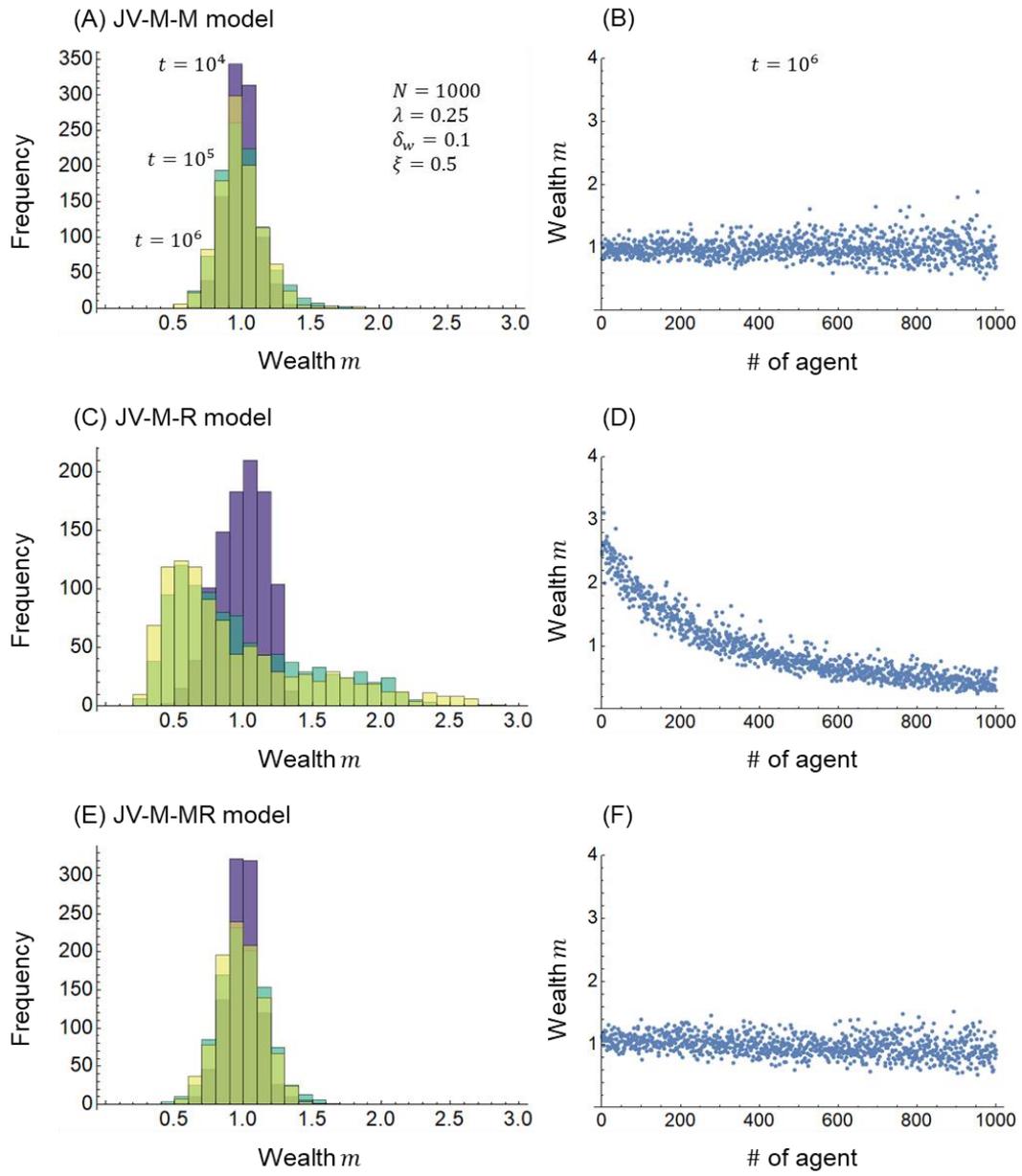
Fig 6 はジニ指数の計算結果を示す。Fig 6 は横軸を時間  $t$ 、縦軸（対数）をジニ指数  $g$  として、時間  $t$  の経過に対するジニ指数  $g$  の変化を示した図である。Fig 6A において、JV-M モデル（灰色）の

ジニ指数 $g$ は時間 $t$ の経過とともに1に向かっている。他のモデルのジニ指数 $g$ は一定の値に収束している。WE-M-M モデル（緑色）が最も小さく、リスク脆弱性を含めた WE-M-MR モデル（濃緑色）がその次に小さい。JV-M-M モデル（青色）と JV-M-MR モデル（濃青色）、JV-M-R モデル（紫色）と WE-M-R モデル（青緑色）は、それぞれほぼ同じ値を示している。全般的な傾向として、WE エコノミーモデルの方が共同事業モデルよりもジニ指数が小さく、リスク脆弱性を含めた共同事業の再分配と WE エコノミーの分配はジニ係数が大きくなる。

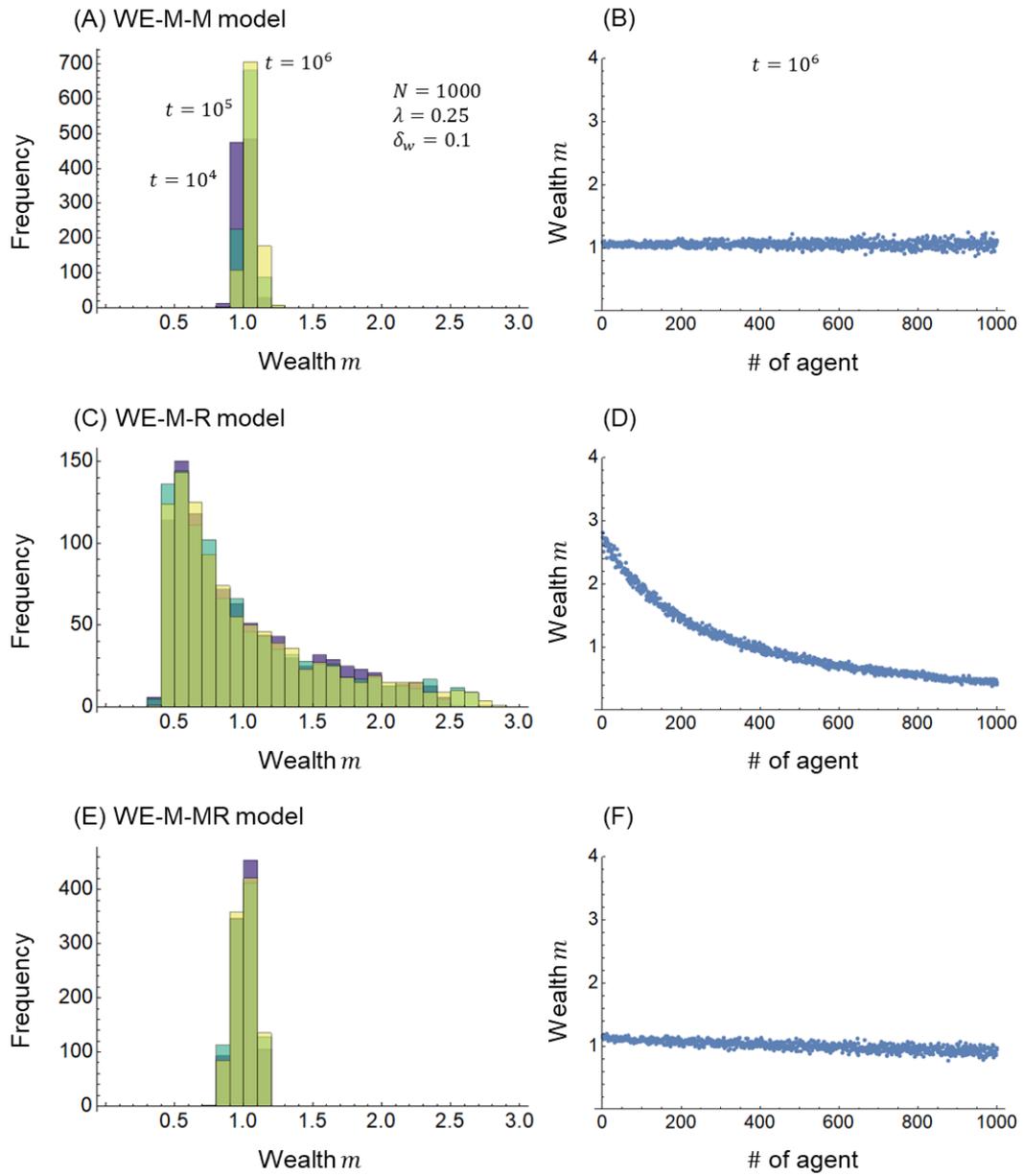
Fig 6B において、富の初期分布が異なる JV-M-M モデル（青色）と JV-M-M-IR モデル（紫色）、WE-M-M モデル（緑色）と WE-M-M-IR モデル（青緑色）は、それぞれ時間 $t$ の経過とともにジニ指数 $g$ がほぼ同じ値に収束している。フリーライダーの影響に関しては、JV-M-M モデル（青色）より JV-M-M-FR モデル（濃青色）の方がジニ指数 $g$ が若干小さい。これは、フリーライダーの富の拠出が減ったために損益の影響が減ったからである。このことは、文献[23, 25]において拠出量とジニ係数の比例関係（拠出量を減らすとジニ係数が減ること）として示されている。WE-M-M モデル（緑色）に対して WE-M-M-FR モデル（濃緑色）のジニ指数 $g$ が大きい。これは、Figs 3A と 3B に対する Figs 5C と 5D の違いの理由として既に説明した通りである。



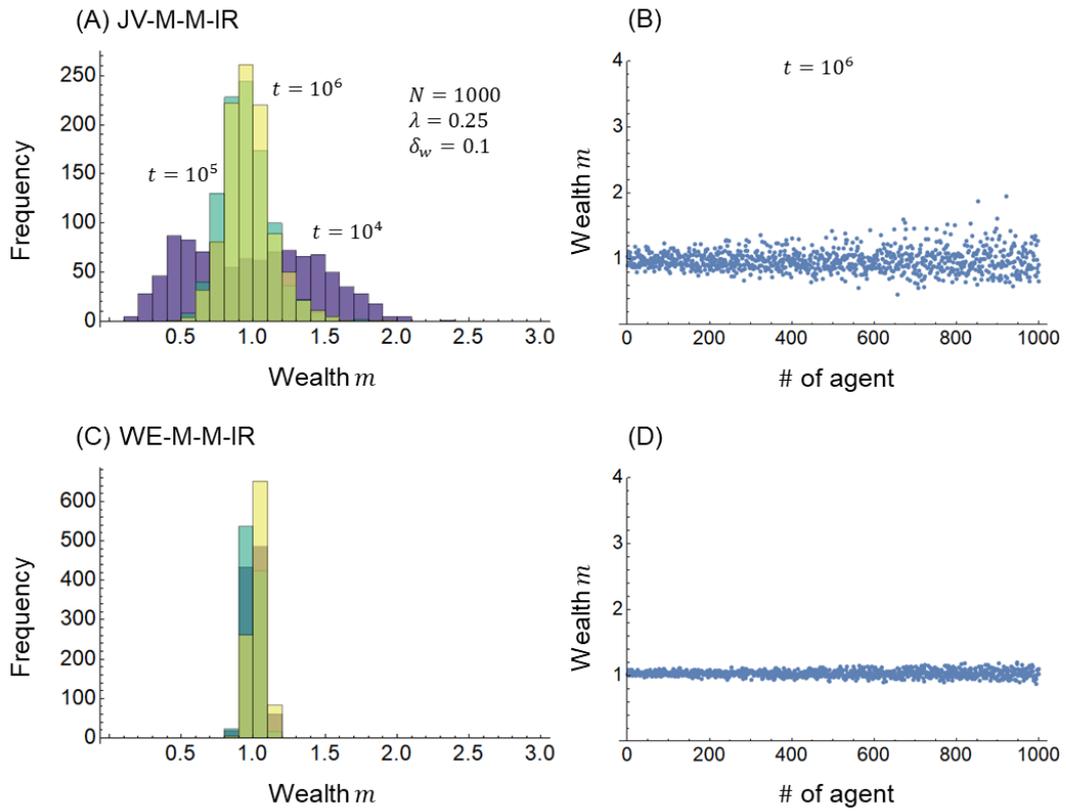
**Fig 1. Wealth distribution.** (A)(B) JV-B model, (C)(D) JV-M model, and (E)(F) WE-M-M model.



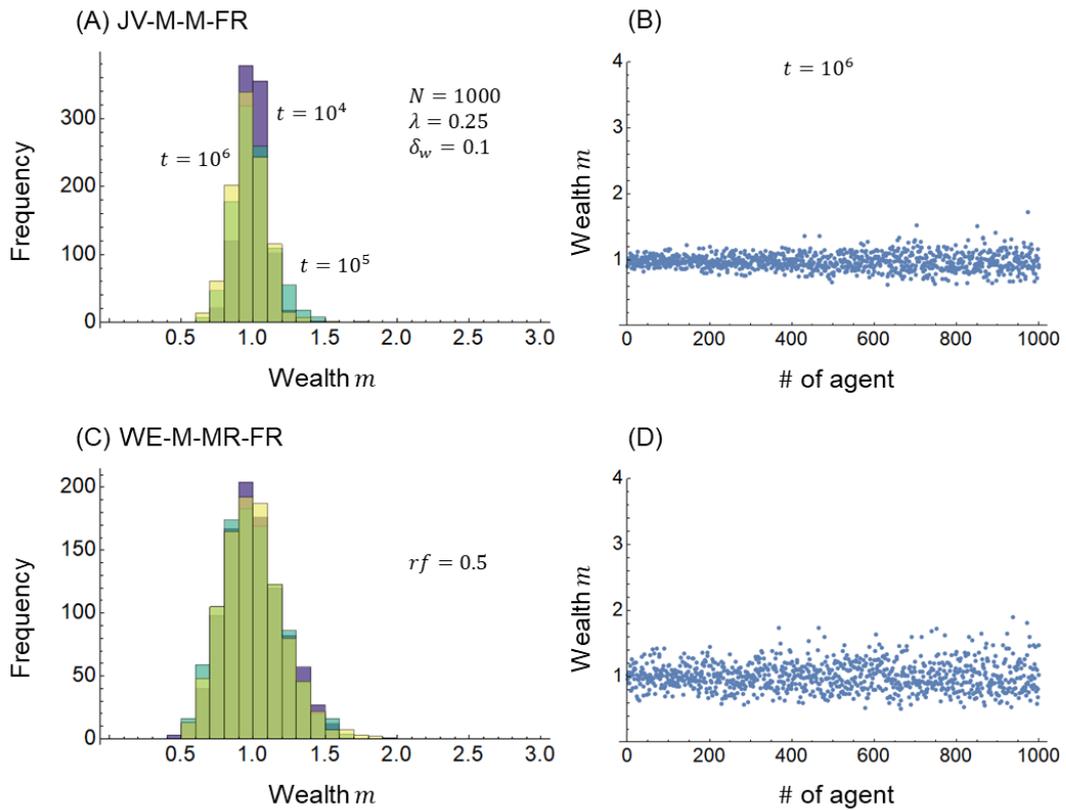
**Fig 2. Wealth distribution.** (A)(B) JV-M-M model, (C)(D) JV-M-R model, and (E)(F) JV-M-MR model.



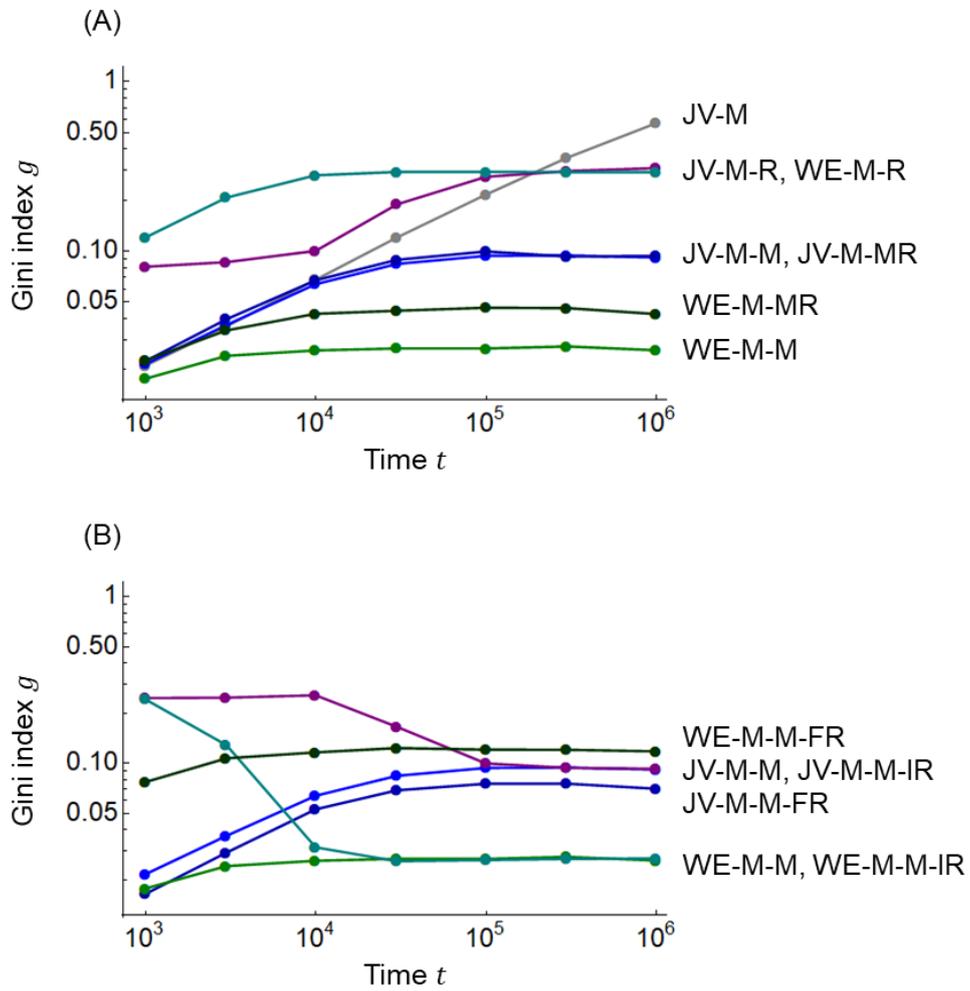
**Fig 3. Wealth distribution.** (A)(B) WE-M-M model, (C)(D) WE-M-R, and (E)(F) WE-M-MR model.



**Fig 4. Wealth distribution.** (A)(B) JV-M-M-IR model and (C)(D) WE-M-M-IR model.



**Fig 5. Wealth distribution.** (A)(B) JV-M-M-FR model and (C)(D) WE-M-M-FR model.



**Fig 6. Gini index.** (A) JV-M; JV-M-M, JV-M-R, JV-M-MR; WE-M-M, WE-M-R, and WE-M-MR models. (B) JV-M-M, JV-M-M-IR, JV-M-M-FR; WE-M-M, WE-M-M-IR, and WE-M-M-FR models.

## 4. 考察

WE エコノミーと共同事業の計算結果から、道徳的責任が貨幣の代わりに経済手段に成り得ること、両者の比較結果から、WE エコノミーが共同事業よりも富の不平等を抑制する高いポテンシャルを持つことが新たにわかった。これは、共同事業では各自が拠出した富から得られる損益を各自の責任に応じて分配することに比べて、WE エコノミーでは共冒険者や運命共同体として拠出した富から得られる損益を互いの道徳的責任の比率に応じて分配するからである。哲学者の出口が示した混生社会のみならず、モースの贈与論[33]やクロボトキンの相互扶助論[34]を受け継いで、Graeber が示した基盤的コミュニズム[8]や Karatani が示した互酬の高度な回復[9]の有効性を経済物理学的アプローチによって初めて示したものである。

WE エコノミーモデルは、例えて言えば狩猟採集社会に近い。すなわち、このモデルは、部落民それぞれが狩猟や採集によって得た食料を一旦共同広場に持ち寄ってから、道徳的責任やリスク脆弱性に応じて食料を分配するということである。これに対して、共同事業モデルは農耕社会に近いと言える。このモデルは、村民が水利管理や苗植え作業に関して互いに協力するものの、土地から得られた食料をその土地を持つ村民に帰属させること、そして食料の貯蔵によって不平等を生むということである。共同事業に対する再分配モデルは、道徳的責任に基づいて貧者を救済する富者や首長の役割に似ている。なお、これらは、イスラム経済における共同経済 (*mudaraba, murabaha, and salam*) と再分配 (*waqf, sadaqah, and zakat*) の組み合わせを想起させる。

WE エコノミーと共同事業の双方で道徳的責任に基づく富の分配や再分配が有効であることは、社会的文脈から切り離された等価交換を原則とする貨幣経済から、モラルに基づく信用経済への転換が可能であることを示唆している。Graeber は、人類史の長期的視点に立って、貨幣経済と信用経済が交互に繰り返されていること、中世では貨幣経済から信用経済への転換がイスラム社会から起こったこと、現在は貨幣経済から信用経済への転換期にあることを述べている[8]。今回の成果は Graeber の展望を後押しし、現状の不平等を生んでいる資本主義経済から人間的な相互扶助経済への変革を促すものである。

道徳的責任に基づく WE エコノミーと共同事業・再分配が富の分布に対するレジリエンスを持つことは、緒言セクションの冒頭で述べた社会不安の悪循環を断ち切り、社会を安定化させるポテンシャルがあることを示している。また、道徳的責任とリスク脆弱性の双方に基づく富の分配が、脆弱性の大きい人々へ富の分布を傾斜させることは、例えば未来を担う子供、若年層、社会的弱者を援けることにつながり、より包摂的な社会の実現に寄与するだろう。

ただし、WE エコノミーには共同事業・再分配に比べてフリーライダーの影響を受けやすいという短所がある。これは、言い換えれば、共冒険者や運命共同体におけるガバナンスの問題と捉えることができる。経済学者 Ostrom はコモンズの設計原理として運用ルールの集成的選択、監視、段階的制裁を挙げている[35]。このうち、監視や段階的制裁は出口が示した悪い WE (全体主義、同調圧力) につながる危惧があるが、フリーライダーを含めた運用ルールの集成的選択、すなわち互いの道徳的責任を認め合うコンセンサスビルディングが重要になるだろう。

経済学者 Bowles は、まさしく *The Moral Economy* という著書のなかで、パレート効率性、選好中立性、自発的参加のトリレンマを示し、このトリレンマの解決策として選好中立性の制限を挙げている[36]。選好中立性の制限とは、例えばフリーライダーの道徳的感化、出口が示したフェローシップや協調性の醸成である。これが成されれば、自発的参加の尊重すなわち出口が示した参加随意性と、WE エコノミーの効率性の双方が担保されることになる。また、社会やコミュニティは多層的であるから、あるコミュニティでは一見フリーライダーであっても、参加随意性に基づいて他のコミュニティへ移ればよいのである。

WE エコノミーの短所を考慮すると、それを集成的選択や選好中立性の制限によって補ったとし

でも、WE エコノミーは道徳や社会規範が共通する比較的小さな規模の地域社会やコミュニティに適しているだろう。WE エコノミーでは、道徳的責任やリスク脆弱性を相互承認する必要があるからである。具体的には、ワーカーが労働、出資、経営を兼ねるワーカーコープ[37]や、ユーザーとワーカーの共同所有と民主的な意思決定を旨とするプラットフォーム協同組合[38, 39]が挙げられる。例えば、情報技術による WE エコノミーの実装として、協力行動を促進する運用ループとコンセンサスビルディングを支援する合議ループとを兼ね備えた **Social Co-Operating System** のような取り組みが有用だろう[40]。

WE エコノミーより大規模な社会では、道徳的責任に基づく共同事業・再分配が相補的に有効だろう。すなわち、WE エコノミーと共同事業・再分配の複層的なネットワークを構成し、WE エコノミーの間で共同事業と再分配を行うのである。ただし、その再分配は、Graeber が示したヒエラルキー[8]や Karatani が示した権力による略取[9]に基づくものではなく、イスラム経済のように規範やモラルに基づくものであることが望ましい。イスラム経済は、実物経済、対面経済、相互扶助経済を重んじ、様々な制度を通じて自己利益と利他主義をバランスさせている点で[10, 11]、WE エコノミーと親和性が高い。中世でイスラム社会が信用経済への転換を引き起こしたように[8]、現代でもイスラム経済が資本主義経済のオルタナティブへの転換の足掛かりになる可能性がある。

なお、今回は文献[15]に基づいて 2 次元平面の直線上に乗る道徳的責任とリスク脆弱性を用いてシミュレーションを行ったが、両者が平面上で分布していても WE エコノミーと共同事業・再分配の間の基本的な関係性と傾向は変わらないはずである。心の知覚は、精神状態によって変わることや[41, 42]、人間以外の対象に対して変わることが知られている[43, 44]。将来には、道徳をもった人工知能エージェントが現れることも予想される[14]。経済主体、経済活動、社会関係の文脈によって心の知覚が変わると予想されるが、WE エコノミーの重要性は変わらないはずである。

本研究は基本的な WE エコノミーと共同事業をモデル化したに過ぎず、パラメータや計算結果の絶対値は必ずしも現実の経済を反映していない。しかし、基本的なモデルであるがゆえに細部を捨象して、道徳的責任の有効性、WE エコノミーと共同経済の相補性、富の不平等抑制に向けた経済変革の方向性を本質的に提示していると言える。将来的には、現実の経済を反映するモデル化やパラメータ設定に基づく分析研究、経済活動における心の知覚に関する心理研究、道徳的責任に基づく経済活動のフィールドワークによる実証研究、WE エコノミーを広め信用経済へ変革するための社会運動が残されている。

## 謝辞

本研究は、「よりよいスマート WE を目指して：東アジア人文社会知から価値多層社会へ」プロジェクト (JSPS Topic-Setting Program to Advance Cutting-Edge Humanities and Social Sciences Research Grant Number JPJS00122679495) の一環として行ったものである。このプロジェクトの研究代表者である京都大学の出口康夫教授には「根源的できなさ」「われわれ (WE) としての自己」「混生社会」をご教示いただき、メンバーである京都大学オープンイノベーション機構の日立京大ラボから貴重な示唆をいただいた。

## 参考文献

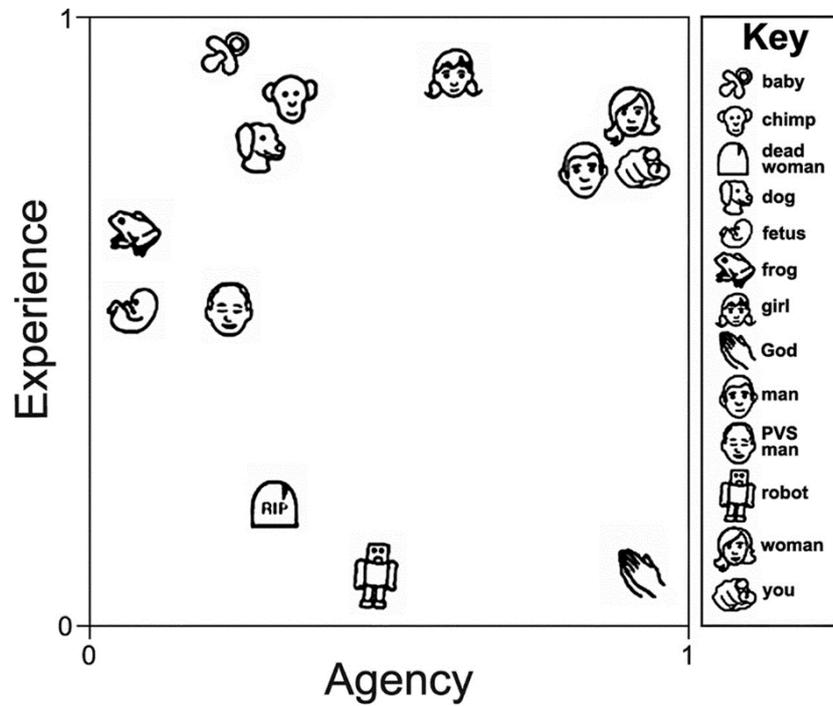
1. Chancel L, Piketty T, Saez E, Zucman G, et al. World Inequality Lab. wir2022.wid.world. World Inequality Report 2022 [Internet]. n.d. Available from: [https://wir2022.wid.world/www-site/uploads/2022/03/0098-21\\_WIL\\_RIM\\_RAPPORT\\_A4.pdf](https://wir2022.wid.world/www-site/uploads/2022/03/0098-21_WIL_RIM_RAPPORT_A4.pdf)
2. World Economic Forum. 8 men have the same wealth as 3.6 billion of the world's poorest people. We must rebalance this unjust economy [Internet]. Available from: <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/eight-men-have-the-same-wealth-as-3-6-billion-of-the->

3. United Nations Habitat. State of the World's Cities 2008/2009—Harmonious Cities; Earthscan Publications: London, UK, 2008. Available from: <https://unhabitat.org/state-of-the-worlds-cities-20082009-harmonious-cities-2>
4. Saadi T, Xu R. A Vicious Cycle: How Pandemics Lead to Economic Despair and Social Unrest. IMF Working Paper. 2020. Available from: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2020/10/16/A-Vicious-Cycle-How-Pandemics-Lead-to-Economic-Despair-and-Social-Unrest-49806>
5. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development [Internet]. Available from: <https://sdgs.un.org/>
6. World Economic Forum. Agenda in Focus: Fixing Inequality [Internet]. Available online: <https://www.weforum.org/focus/fixing-inequality/>
7. Polanyi K. The Livelihood of Man. New York, NY: Academic Press; 1977.
8. Graeber D. Debt: The First 5000 Years. New York, NY: Melville House; 2011.
9. Karatani K. The structure of world history: From modes of production to modes of exchange. Durham, NC: Duke University Press; 2014.
10. Nagaoka S. The Future of capitalism and the Islamic economy. In: Yamash'ta S, Yagi T, Hill S, editors. The Kyoto manifesto for global economics: The platform of community, humanity, and spirituality. Singapore: Springer; 2018. pp. 395–415. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-6478-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6478-4_22)
11. Kato H. Social Order on Islamic World: Another “market and fairness.” Japanese ed. Tokyo: Shisousha; 2020.
12. Deguchi, Y. After corona seen from “Self-as-We.” In: Hitachi Kyoto University Laboratory, editors. Beyond smart life, Japanese ed. Tokyo: Nikkei Business Publications; 2020. pp. 309-339.
13. Deguchi Y. FROM INCAPABILITY TO WE-TURN. In: Zwitter A, Dome T, editors. Meta-Science: Towards a Science of Meaning and Complex Solutions. Groningen: University of Groningen Press; 2023. p. 43-71. <https://doi.org/10.21827/648c59a2087f2>
14. Deguchi, Y. Kyoto University Philosophy Lectures: AI good friends theory, Japanese ed. Tokyo: Tokuma Shoten; 2023.
15. Gray HM, Gray H, Wegner DM. Dimensions of Mind Perception. *Science*. 2007; 315(5812): 619. <https://doi.org/10.1126/science.1134475>
16. Gray H, Wegner DM. Moral Typecasting: Divergent Perceptions of Moral Agents and Moral Patients. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2009; 96(3): 505-520. <https://doi.org/10.1037/a0013748>
17. Gray K, Young L, Waytz A. Mind Perception Is the Essence of Morality. *Psychological Inquiry*. 2012; 23(2), 101-124. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2012.651387>
18. Chatterjee A, Chakrabarti B. Kinetic exchange models for income and wealth distributions. *The European Physical Journal B*. 2007; 60: 135-149. <https://doi.org/10.1140/epjb/e2007-00343-8>
19. Chakrabarti AS, Chakrabarti BK. Statistical Theories of Income and Wealth Distribution. *Economics*. 2010; 4(1): 1-32. <https://doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2010-4>
20. Berman Y, Ben-Jacob E, Shapira Y. The Dynamics of Wealth Inequality and the Effect of Income Distribution. *PLoS ONE*. 2016; 11(4): e0154196. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154196>
21. Patrício P, Araújo NAM. Inheritances, social classes, and wealth distribution. *PLoS ONE*. 2021; 16(10): e0259002. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259002>
22. Lima H, Vieira AR, Anteneodo C. Nonlinear redistribution of wealth from a stochastic approach. *Chaos, Solitons & Fractals*. 2022; 163: 112578. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2022.112578>

23. Kato T, Hiroi Y. Wealth disparities and economic flow: Assessment using an asset exchange model with the surplus stock of the wealthy. *PLoS ONE*. 2021; 16(11): e0259323. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259323>
24. Kato T. Islamic and capitalist economies: Comparison using econophysics models of wealth exchange and redistribution. *PLoS ONE*. 2022; 17(9): e0275113. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275113>
25. Kato T. Wealth Redistribution and Mutual Aid: Comparison Using Equivalent/Non-Equivalent Exchange Models of Econophysics. *Entropy*. 2023; 25(2): 224. <https://doi.org/10.3390/e25020224>
26. Saroha J. Types and Significance of Population Pyramids. *Worldwide Journal of Multidisciplinary Research and Development*. 2018; 4(4): 59-69. Available from: <https://wwjmr.com/archive/2018/4/923/types-and-significance-of-population-pyramids>
27. Gini C. Measurement of inequality of incomes. *The Economic Journal*. 1921; 31(121): 124-125. <https://doi.org/10.2307/2223319>
28. Xu, K. How Has the Literature on Gini's Index Evolved in the Past 80 Years? Economics Working Paper, Dalhousie University; SSRN: Rochester, NY, USA, 2003. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.423200>
29. Toscani G. On Fourier-based inequality indices. *Entropy*. 2022; 24(10): 1393. <https://doi.org/10.3390/e24101393>
30. The World Bank. Gross savings (% of GDP) [Internet]. Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNS.ICTR.ZS>
31. Maverick JB. S&P 500 Average Return [Internet]. [Cited 2023 May 24]. Available from: <https://www.investopedia.com/ask/answers/042415/what-average-annual-return-sp-500.asp>
32. Kiburz SA. S&P 500 vs. Average Investor [Internet]. [Cited 2022 Aug 15]. Available from: <https://www.crews.bank/blog/sp-500-vs-average-investor>
33. Mauss M. *Essai sur le don: Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques*. Paris: Presses Universitaires de France; 1923-1924.
34. Kropotkin P. *On mutual aid, again*. Japanese ed. Tokyo: Doujidaisya; 2012.
35. Ostrom E. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1990.
36. Bowles S. *The Moral Economy: Why Good Incentives Are No Substitute for Good Citizens*. New Haven, USA: Yale University Press; 2016.
37. Kateri G. Action-Based Learning Independent Study Identifying Key Metrics for Successful Conversions to Worker Cooperatives. Business, Stephen M. Ross School of - Independent Study Projects. 2021. <https://dx.doi.org/10.7302/3782>
38. Schneider, N. *Everything for Everyone: The Radical Tradition That Is Shaping the Next Economy*. New York, NY: Bold Type Books; 2018.
39. Scholz T. Platform cooperativism. Ehmsen S, Scharenberg A, editors. New York: Rosa Luxemburg Stiftung; 2016. Available from: [https://rosalux.nyc/wp-content/uploads/2020/11/RLS-NYC\\_platformcoop.pdf](https://rosalux.nyc/wp-content/uploads/2020/11/RLS-NYC_platformcoop.pdf)
40. Kato T, Kudo Y, Miyakoshi J, Owa M, Asa Y, Numata T, et al. Social Co-OS: Cyber-human social co-operating system. 2023; 8(1): 1-14. <https://doi.org/10.1049/cps2.12037>
41. Gray K, Jenkins AC, Heberlein AS, Wegner DM. Distortions of mind perception in psychopathology. *PNAS*. 2011; 108(2): 477-479. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015493108>
42. Akechi H, Kikuchi Y, Tojo Y, Hakarino K, Hasegawa T. Mind perception and moral judgment in autism. *Autism Research*. 2018; 11: 1239-1244. <https://doi.org/10.1002/aur.1970>

43. Ishii T, Watanabe K. How People Attribute Minds to Non-Living Entities. 2019 11th International Conference on Knowledge and Smart Technology; Phuket, Thailand. 2019: 213-217. <https://doi.org/10.1109/KST.2019.8687324>
44. Lukaszewicz A, Fortuna P. Towards Turing Test 2.0—Attribution of Moral Status and Personhood to Human and Non-Human Agents. *Postdigital Science and Education*. 2022; 4: 860-876. <https://doi.org/10.1007/s42438-022-00303-6>

## 付録



**S1 Fig. Character factor scores on two dimensions of mind perception.** (Gray, et al. 2007 [15])

Copyright Clearance Center's RightsLink® License Number: 5678560198891