

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K17251

研究課題名(和文) 社会的ジレンマを解決する罰・報酬システムの比較検討：制度と集団規模に着目して

研究課題名(英文) Reward and punishment systems to solve social dilemma: Effects of institutions and group size

研究代表者

大園 博記(Ozono, Hiroki)

鹿児島大学・法文教育学域法文学系・准教授

研究者番号：50709467

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、社会的ジレンマ(SD)の解決策として提示されてきた、罰・報酬(サンクション)システムの有効性を、集団規模と制度に着目して比較検討した。その結果、個人間サンクションでは、サブグループ化(直接サンクションを行える成員が限定される状況)が起こることで大規模集団での協力は維持されにくいことが示された。また、集権的な制度罰システムでは、2次罰(システムに支援しない成員への罰)が大規模での協力を維持させることが示された。これらにより、「SD解決には小規模集団では個人報酬システム、大規模集団では制度罰システムが有効である」が示された。

研究成果の概要(英文)：In this study, we investigated how sanction-reward and punishment- works to solve social dilemma in terms of group size and centralized institutions. As for peer reward and punishment, the results suggest that sub-grouping, that is, the situation in which the members one can sanction is limited, cause the failure of cooperation in large-scale groups. As for centralized punishment institutions, the results suggest that the second-order punishment, that is, the punishment to the member who does not support the institution, is important to maintain cooperation in large-scale society. In conclusion, this study shows that peer reward is effective in a small-scale society and centralized punishment institution is effective in a large-scale society.

研究分野：社会心理学

キーワード：協力 集団 社会的ジレンマ 公共財 罰 制度 リワード

### 1. 研究開始当初の背景

秩序問題や環境問題等の集団をめぐる問題の背景には、個々人による利益追求が集団全体の利益を損なう「社会的ジレンマ (SD)」が存在するとされ、社会科学の諸分野で盛んに研究がなされている。SD を解決する主要なシステムとして考えられてきたのが、SD 非協力者に対して他成員が直接行う「個人罰」であるが、理論的には、罰のコストを誰が負うかを巡って 2 次的ジレンマが生じるという問題、実証的には、個人の匿名性が保たれていないと報復の連鎖が起きて協力が維持できない問題 (Nikiforakis, 2008) などが指摘されている。

一方、個人罰以外のシステムとして、SD 協力者に対して相互に報酬を与え合う「個人報酬」システムも提案されている (Milinski et al., 2002; 品田, 2004)。個人罰と個人報酬を直接比較した研究は多くないが、それらの研究は個人報酬の優位性を示している。例えば、罰と報酬両方が可能な状況では、報酬の方が選ばれやすい (Rand et al., 2009)。

このように罰と報酬 (総称してサンクションと呼ぶ) を比較すると、人類社会は個人報酬だけで十分成り立つように思えるし、実際の小規模コミュニティでは個人報酬がうまく機能しているだろう。一方、現在の大規模社会を支えているのは、警察や司法に代表される「制度罰」システムである。つまり、個人報酬だけでは SD 協力が成り立たない条件、そして、それが制度罰だからこそ成り立つ理由があるはずであるが、これらについては未だ十分明らかになっていない。そこで本研究は、社会発展に伴って変容した要素として「集団規模」に着目して、実証的な検討を行う。そして、「小規模集団では個人報酬システム、大規模集団では制度罰システムが有効である」可能性を、実証研究を元に指摘することを目指した。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、大きく 2 つに分かれる。一つは、「小規模集団では個人報酬システムで SD 協力は達成されるが、集団の大規模化に伴い、達成されなくなる」ことを実証的に示すことである。集団の大規模化に伴い起こる現象として、本研究では集団のサブグループ化に着目した。SD を行う集団が大きくなれば、個々の成員全員が直接的に報酬や罰を交換することは難しくなり、いくつものサブグループが形成されることになるだろう。しかし、サブグループ内部での協力関係を越えたグローバルな協力を達成することは困難で、大集団全体での SD 協力は達成されにくくなると予想した。

もう一つは、「大規模集団でも SD 協力が達成されるのは、集権的な制度罰システムである」ことを示すことであった。集権的制度罰とは、集団成員がシステムに対して資源を提供し、その資源を元手にシステムが成員をル

ールに基づき罰するという制度である。本研究では特に、1 次罰 (SD 非協力者への罰) だけでなく、2 次罰 (システムへの非支援者への罰) も課す制度が、大規模集団における安定的な協力をもたらすと予想した。2 次罰を含んだ集権的制度罰は 2 次的ジレンマ問題を根本的に解決するからである。

これら 2 つの研究を通して、「小規模集団では個人報酬システム、大規模集団では制度罰システムが有効である」ことを実証的に示すことが、本研究の目的であった。

### 3. 研究の方法

#### (1) 個人間サンクションと集団規模研究

個人間サンクションの実験デザインは、罰・報酬いずれの選択も可能とした Rand et al. (2009) の枠組を参考にした。実験では、「4 人集団での SD 成員間でのサンクション」を参加者が繰り返し行う。まず、各自に ID が与えられる。SD では、与えられた得点をグループ全体にいくら提供するかを選択する。提供された得点は 1.6 倍にされた後、各成員に均等に分配される。次に、成員間でサンクションを行う際には、その直前での成員の SD 行動が提示され、意思決定の参考にされる。サンクションでは、自らの持ち点を他成員に使用することによって「増額 (報酬)」することも「減額 (罰)」することもできる。

上記のような基本設定の下、以下の 4 条件を比較した。ベースライン (N4): 先行研究で多く行われている、4 人集団での実験であり、これまでの研究から、個人間サンクションで SD 協力が達成されることが示されている。本研究では、それを小集団のモデルとして扱う。サブグループ MPCRO.1 (Sub0.1): 16 人集団で SD を行うが、4 人で構成されるサブグループ 4 つに分かれ、サンクションはサブグループ内でしか行えない。MPCR (Marginal Per Capita Return) とは SD で 1 単位の提供が各成員に還元される額を表す (ベースラインとなる N4 条件では、MPCR は 0.4 となる)。SD で提供された得点が 1.6 倍されるという点が固定されると、16 人集団での MPCR は 0.1 となる。サブグループ MPCRO.4 (Sub0.4): 基本的には Sub0.1 と同様の条件であるが、MPCR を 0.4 とし、N4 条件と MPCR を同様とした (この場合、SD で提供された得点は 6.4 倍されることとなる)。このように、MPCR を 2 種類設定したのは、現実社会での SD は、集団規模の増大に伴い、MPCR が縮小される場合も維持される場合もあると考えられ、その両極を設定することで、多くの示唆を得ようとしたからである。サブグループなし MPCRO.1 (ALLO.1): 16 人集団ではあるが、サブグループはなく、16 人全体で個人間のサンクションが可能である条件を設定した。サブグループが持つ効果を浮き彫りにするために設定した。以上の 4 つの条件で比較検討し、SD 協力が達成されやすい条件を探った。サブグループがあることによ

って、SD 協力が達成されにくくなると予想した。

## (2) 集権的制度罰研究

集権的制度罰について、16人集団においてSDを行った後、システムに対していくら支援するかを決定する「支援ステージ」と、システムによってルールに基づいて罰が課される「罰ステージ」を設定した。罰のルールを操作し、1次罰のみ：SD非協力者のみを減額、1次罰+2次罰：SD非協力者のみならずシステム非支援者も減額、の2条件を設定した。予想としては、1次罰+2次罰によって、16人集団でもSD協力が達成されやすいと考えた。

さらに、研究を進める中で、新たなアイデアが生まれた。それは、同じ1次罰+2次罰でも、2次罰が先になされた方が、よりSD協力が達成されやすいのではないかと、というアイデアである。2次罰は、システム非支援者を罰することであり、他の成員が支援している限り自らも支援した方が得な利得構造となり、ここには社会的ジレンマや2次的ジレンマの問題は存在しない。一方、1次罰は、SD非協力者への罰であり、いかなる場合も支援しない方が得である。つまり、1次罰が先では2次的ジレンマにより支援が集まりにくい、2次罰が先だと支援が集まりやすく、その結果潤沢な資源を元に1次罰も課すことができ、SD協力達成に繋がると考えた。このアイデアを検証するために、4人集団でのSD実験を実施した(この目的のためには、16人集団である必要はないため)。罰ルールとしては、1次罰のみ(1only)、

2次罰のみ(2only)、1次罰先2次罰後(1to2)、2次罰先1次罰後(2to1)の4条件を設定した。予想としては、システムへの支援が集まるのは、2only条件と2to1条件で、SD協力が達成されるのは2to1条件のみとなると考えた。

## 4. 研究成果

### (1) 個人間サンクションと集団規模研究

まず、個人間サンクション実験について、SD協力の各条件における結果を図1に示す。

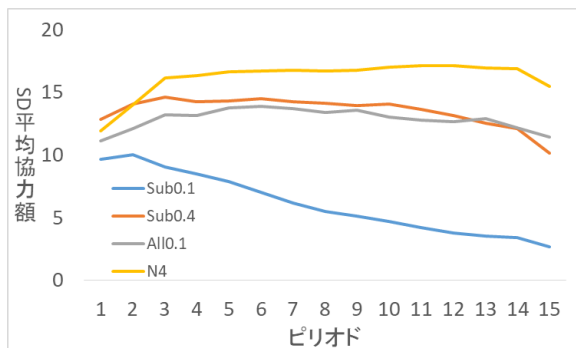


図1. 各条件の平均協力額の推移

N4、Sub0.4、All0.1の各条件ではSD高協力が達成されたが、Sub0.1では達成されにくか

った。このことは、MPCRが低く、かつサブグループが形成された時に、個人間サンクションではSD高協力は維持できないことを示している。さらに詳細な分析を行ったところ、「SD協力者への選択的報酬」、「SD非協力者への選択的罰」は、どの条件でも行われていたが、その傾向がSub0.1条件では弱いことが明らかとなった。また、「報酬や罰を課された後の期で、SD協力額が増加する」という「改心」ともいえる現象が、Sub0.1条件のみで認められないことも明らかとなった。これらのことは、罰や報酬という個人間サンクションがsub0.1ではSD協力のために機能していないことを示している。Sub0.1条件が他条件と異なる点は、「インタラクション可能なローカル集団内でSD協力を達成することが、むしろ損になる」点にある。つまり、この結果は、人は自らがインタラクション可能なローカル集団の利益を考えたサンクション行動はできるが、それを越えたグローバルな協力を目指した行動は困難であることを示唆している。この知見は、人類が進化してきたのはローカル集団での協力がほとんどであり、それを越えた協力の難しさを示唆する近年の主張(e.g., Greene, 2013)と一致する。また、実際の社会では、集団の大規模化に伴い、サブグループ化とMPCRの低下は不可避であると考えられ、個人間サンクションがSD協力を支えるのは、比較的小規模な集団に限られることが示されたといえる。

なお、この研究結果は、2016年のHBES(Human Behavior and Evolution Society)大会で発表し、現在国際雑誌に投稿するため、論文執筆中である。

## (2) 集権的制度罰研究

集権的制度罰に関する研究については、まず16人集団において、1次罰のみより1次罰+2次罰ルールの方が、システムへの支援が集まりやすく、SD高協力が達成されやすいことが示された。このことは、2次罰を含む集権的制度罰が、大規模集団における協力を支えていることを示唆している。さらに、1次罰と2次罰の順序に着目した研究については、予想と一貫して、システムへの支援が集まるのは、2only条件と2to1条件であり、SD協力が達成されるのは2to1条件のみであった。罰システムは本来SD協力達成のためにあるにもかかわらず、SD非協力者に対する罰よりシステム非支援者に対する罰を優先させた方が、結果的にSD協力が達成されるというのは、逆説的で興味深い。また、2only条件でも支援が集まることは、集団にとっては利益を生まないにも関わらず、システムが高い利益を得ることが可能と言え、強権的罰システムが生じてしまう可能性を示唆する。一方で、1次罰と2次罰の順序が重要な意味を持つのは、罰効率(1単位の資源によって、何単位減額できるか)が1倍の時のみで、3倍の時には見いだされず、1to2条件でもシステムへ

の高支援、SD 高協力が達成された。罰効率が高ければ、1 次罰を先に課しても潤沢な資源が残り、2 次罰も課しやすいため、順序が重要ではなくなったからである。本研究の知見は、集権罰が SD 協力を導く理由を整理するとともに、実際の社会で、どのような罰制度が SD 協力を導きやすいかのヒントを与えており、実践的にも有用と言える。なお、この研究結果は、査読の上、2017 年に Scientific Reports に掲載された。

以上のように、本研究全体を通して、「小規模集団では個人報酬システム、大規模集団では制度罰システムが有効である」ことが実証的に示され、当初の目的は達成された。さらに、個人間サンクションでは大規模集団の協力を耐えられない理由として、サブグループ化と MPCR の低下があること、そして、ローカル集団での協力を超えたグローバルな協力達成に困難があることが明確になったことは、当初の計画以上に有意義な成果が得られたといえる。また、制度罰については、大規模集団で協力を達成できることが示されただけでなく、1 次罰と 2 次罰の順序という新たな要因が見いだされた点も、当初以上の成果と言える。今後は、大規模集団での協力を支える集権的制度罰を人類はいかにして獲得してきたのかを実証的に問う研究を行う必要があるだろう。

#### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Ozono, H., Kamijo, Y., & Shimizu, K. (2017). Punishing second-order free riders before first-order free riders: The effect of pool punishment priority on cooperation. *Scientific reports*, 7(1), 14379. (査読有)  
DOI: 10.1038/s41598-017-13918-8

Ozono, H., Jin, N., Watabe, M., & Shimizu, K. (2016). Solving the second-order free rider problem in a public goods game: An experiment using a leader support system. *Scientific reports*, 6, 38349. (査読有)  
DOI: 10.1038/srep38349

Kamijo, Y., Ozono, H., & Shimizu, K. (2016). Overcoming coordination failure using a mechanism based on gradualism and endogeneity. *Experimental Economics*, 19(1), 202-217. (査読有)  
DOI: 10.1007/s10683-015-9433-4

〔学会発表〕(計 2 件)

大園博記・上條良夫・清水和巳(2017). 集団間競争が統合による終結する時：移動有り集団間コンテストゲームを用いて. 日本人間行動進化学会第 10 回大会

Ozono, H., Kamijo, Y., & Shimizu, K. (2016). Group size matters: peer sanction and cooperation in a large group. 28th annual Conference of Human Behavior and Evolution Society.

#### 6 . 研究組織

(1) 研究代表者

大園 博記 (OZONO, Hiroki)

鹿児島大学・法文教育学域法文学系・准教授

研究者番号：50709467