

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：10101

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2018～2020

課題番号：17KK0060

研究課題名（和文）文化的集団淘汰と規範の進化：マクロ・データと大規模集団実験による実証的検討

研究課題名（英文）Cultural group selection and the evolution of social norms: Empirical investigations using macro data analyses and large-scale group experiments.

研究代表者

竹澤 正哲（Takezawa, Masanori）

北海道大学・文学研究院・准教授

研究者番号：10583742

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,100,000円

渡航期間： 12ヶ月

研究成果の概要（和文）：文化的集団淘汰とは、高度に可塑的な社会的学習能力という、生物としてのヒトの特殊性に注目することで、人間社会に特有の大規模な協力を説明する理論体系である。複数の精緻な理論モデルから構成されているが、その難解さ故に実証研究者からインプリケーションが誤解されやすく、また厳密な実証研究が行われてこなかった。本研究では、大規模集団実験と大規模多国間比較文化データの分析を通して、文化的集団淘汰というロジックの正当性を検証した。実験の結果、集団に利益をもたらす戦略が理論から予測される通りのプロセスで集団の境界を超えて拡散していくこと等が見いだされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文化的集団淘汰とは、人間に特有の高度な協力を、人間が進化の過程で獲得した高度で洗練された社会的学習能力によって説明する抽象的な理論体系であり、人間の進化的起源に関心を持つ研究領域において、大きな注目を集めている。また人間の協力性は戦争によって生み出されたことを立証した理論体系であると認識されることで、政治学から哲学に至る広い領域においても人々の耳目を集めている。本研究は、文化的集団淘汰というプロセスが実際に駆動していることを検証したこと、また集団間の致死的な闘争がなくても、文化的集団淘汰が作用することを示した点において、広い領域に大きな学術的インパクトを与えるものである。

研究成果の概要（英文）：Cultural group selection is a theoretical framework that explains the large-scale cooperation unique to human society by focusing on the human's unique capacity of sophisticated social learning. Empirical researchers have not thoroughly examined the theory consisting of a group of formal theoretical models. In this study, we tested the validity of the logic of cultural group selection through a large-scale group experiment and analysis of large-scale cross-cultural data. As a result of the experiments and data analyses using Bayesian statistical models, we found that strategies that benefit the group diffuse across group boundaries in the same process as predicted by the theory.

研究分野：社会心理学

キーワード：文化進化 協力の進化 文化的集団淘汰

## 1. 研究開始当初の背景

なぜ人間という種は、他の生物には見られないほど高度に協力的な社会を生み出し得たのか？生物学で生まれた『協力の進化』と呼ばれる問いは、1980年代以降、社会科学においても盛んに研究されるようになった。21世紀に入ると、その探求は新たな展開を迎える。遺伝子と文化の共進化と呼ばれる理論的枠組みの導入である。これは、人間社会においてのみ観察される社会化を通じた社会規範の内面化や伝達というプロセスを、ダーウィン進化の中に位置づけていく試みである。そしてこの流れの中から、文化的集団淘汰と呼ばれる一群の精緻な理論モデルが誕生した。現在では、人間社会に見られる大規模な協力を説明する最も有力な理論的枠組として注目を集めている。だが、いくつかの精緻な数理モデルが提唱されたものの、十分に実証的に検討されているとは言い難い。

文化的集団淘汰は、主に2つのプロセスからなる。第一に社会化や同調など複数のメカニズムによって集団内での表現型の分散が小さくなる一方、集団間の分散が大きくなるプロセスである。こうして集団遺伝学の用語では Wright の  $F_{ST}$  が正の大きな値である状況が生じている時、集団間競争と総称されるプロセスが駆動すると、集団間の境界を超えて向社会的・協力的な規範が社会の中に拡散することが、理論的に見いだされている。第1のプロセスについては、小規模社会を対象としたフィールド研究によって、現実の世界では文化的集団淘汰が駆動するために最低限必要なだけの集団間分散が存在していることが知られている。だが集団間競争と総称される多様なメカニズムによって、集団に利益をもたらす形質が集団の境界を超えて拡散するプロセスについては、逸話的なエピソードが研究者によって指摘されているものの、十分に検証されていない。また文化的集団淘汰のプロセス全体が実際に生じうるのか、実証的に検証された例はほとんどない。

文化的集団淘汰は、人間が持つ高度な社会的可塑性に着目し、ヒトという種の特異性を説明しながら、同時に現実の人間社会において観察される文化差をも説明しうる点において、他にない理論的優位性を持っている。そこで本研究では、この高度に抽象的な理論的枠組の実証を目指して、2つのラインから研究を展開した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、文化的集団淘汰と呼ばれる理論体系を実証的に検討することにある。そのためまず、文化的集団淘汰の理論モデルで想定されている、複数の集団が存在する状況を実験室内に再現した大規模集団実験を実施して、理論で想定されているように集団に利益をもたらす形質が集団の境界を超えて拡散していくかを検討した。文化的集団淘汰の著名なモデルは、集団間の致死的な戦争によって協力が社会の中に拡散していくことを示したため、文化的集団淘汰とは戦争によって協力が進化したことを主張する理論体系だと誤解されることが多い。だが集団間競争のプロセスは、戦争だけではなく利得に基づく模倣や移住などのメカニズムによっても生じることが理論的に示されている。そこで本実験では、集団間での競争がなく、利得に基づく模倣のみが作用しうる実験状況を設定した。

文化的集団淘汰が持つ最大の強みは、現実の世界で観察されるような協力規範の文化差の存在を理論的に予測しうる点にある。近年、協力規範の文化差を、それぞれの文化や社会を取り巻く自然環境によって説明する試みが広まりつつある。だが文化的集団淘汰の理論的枠組によれば、こうした文化差は人間が持つ高度な社会的可塑性から生じる複数均衡であり、必ずしも自然生態環境への適応として生じたとは限らないはずである。本研究では、多国間比較データを新たなベイズ統計モデルによって解析することで、この可能性を検証した。

## 3. 研究の方法

文化的集団淘汰の理論モデルの多くは、公共財問題ゲームにおける協力を対象として構築されている。そして非協力者に対する罰や教育制度、社会化などのプロセスを想定することで、複数均衡が発生するものと想定している。だが現実の世界においては、必ずしも理論が想定するような明瞭な複数均衡は生じず、 $F_{ST}$  が正の高い値となることは保証されていない。むしろ経験的には、複数の集団で同じようなダイナミクスが生じると予測される。そのため、理論モデルをそのまま実験室環境に再現しても、理論モデルの細部が再現されないため、文化的集団淘汰のロジックを検証することは困難である。

そこで本研究では、協力を表現するモデルとしてしばしば用いられるスタッグハントゲームを  $n$  人  $n$  戦略に拡張した。このゲームでは他の成員と同じ戦略を採用することが個人にとっては合理的であるが、どの戦略が採用されるかによって、集団が得る利益は大きく異なる。そのた

め実際の人間を対象とした実験においても、複数均衡が生じやすいと考えられる。さらに文化的集団淘汰の理論モデルの多くでは、集団間で致命的な戦争があることが想定されている。だが実験室内で集団間に激しい競争がある場合、個人にとっては集団の利益を増大させることが合理的となるため、文化的集団淘汰が想定するのとは全く異なるメカニズムによって、個人は協力するようになることが想定される。そのため、本研究では集団間で稀に移住が生じ、それによって他集団における支配的な戦略と利得についての情報が得られる状況を想定した。もし人々が利得に基づく模倣をおこなうならば、文化的集団淘汰のモデルから予測されるように、集団に利益をもたらす行動が拡散する。こうした2つの特徴を持つ大規模集団実験を実施した。

前節で述べた通り、文化的集団淘汰が想定するように、人間が持つ高度に可塑的な社会的学習能力を所与とすると、集団間の僅かな差異が拡大し、複数均衡が生じる。文化的集団淘汰においては、必ずしも従来の研究で議論されていたような、自然環境の差異（また異なる自然環境への適応）がなくても、大きな文化差が生じうる。だが過去の研究では、国を単位とした相関分析を通して、自然環境への厳しさと集団主義や厳しい規範、同調傾向の間に相関が見いだされてきた。そしてこれらの結果は、自然環境への適応として文化差が生じた証拠だと考えられてきた。だが国や集団を単位とした相関分析においては、歴史的な系統関係から生じる空間的自己相関が統制されていないため、偽陽性（存在しないはずの相関が存在するという結論）が得られやすくなる。そこで本研究では、ガウス過程回帰と呼ばれるベイズ統計モデル等を利用し、空間的自己相関を統制した再分析を行った。

#### 4. 研究成果

大規模集団実験の結果、文化的集団淘汰の理論モデルから予測されるように、複数均衡が生じ、さらに他集団において集団に対してより多くの利益をもたらす戦略が、集団の境界を超えて拡散していくことが確認された。だが理論モデルからの予測とは異なり、他集団からの移住者が得ていた利得が不明な条件においても、集団に利益をもたらす戦略が緩やかに拡散していった。この条件では、利得に基づく模倣が不可能であったため、個人の試行錯誤学習によって集団に利益をもたらす戦略が、それぞれの集団において発見されていった可能性が示唆される。これは文化的集団淘汰の理論モデルにおいては、あまり考慮されることがなかったメカニズムである。現実の人間は個体学習と社会学習を適切に組合せて、適応的に行動を調整・獲得していく。だが純粋な理論モデルが先行した文化的集団淘汰の研究においては、現実の人間が持つ行動調整メカニズムをモデルに組み込むのではなく、期待される結果が生じやすい行動調整メカニズムのみを理論モデルに組み込むことが多かった。本研究で得られた、この予期せぬ結果は、文化的集団淘汰の理論モデルにおける重要な問題を浮き彫りにしたものである。近年注目を集める、文化的集団淘汰という理論的枠組に対して、再考を迫る重要な結果である。

多国間比較文化データの解析においては、2つの異なる方略によって空間的自己相関を統制した。まず各国を地理的・文化的に近接した6つの地域に区分し、それぞれの地域を変数効果とした階層モデルによる分析である。この分析は、文化間の空間的自己相関が生成された具体的なプロセスの細部を抽象化することで、サンプルに大きく影響されにくいロバストな結果が得られると議論されている。もう一つは、機械学習などの分野で注目されるガウス過程回帰モデルによる分析である。国ごとの切片が複数の距離行列に従って相関するという前提をおくことで、国間の地理的距離や遺伝的距離から生成される相関を統制し、予測変数と結果変数間の関係を推定する手法である。共同研究者であるリチャード・マカリスが、応用ベイズ時計モデルの教科書の中で、文化進化の研究領域における有望な手法として提唱し、採用を勧めている。2つの手法を用いて、自然環境の厳しさと集団主義や規範の厳しさにおける文化差の関係を検討したところ、多くの変数において、過去の研究で得られたのとは異なる結果が見いだされた。すなわち、空間的自己相関を統制せず、偽陽性が発生しやすい相関分析で得られていた予測変数と結果変数間の相関が、本研究が行った分析では消失したり、弱い関係しか見られなかったのである。これは、集団主義や規範の厳しさという、協力を与える文化差が、自然環境への適応として説明される割合は小さいことを示し、文化的集団淘汰が想定するようなプロセスによって、僅かな集団間の差が拡大していった可能性を示唆するものである。

本研究は、大規模集団実験と現実世界から得られた多国間比較文化データの解析を通して、マクロな観点から文化的集団淘汰の妥当性を検証することを目指した。受入研究機関であるマックス・プランク進化人類学研究所・文化生態行動部門は、文化進化に関する理論研究からフィールド研究に至る多様なエキスパートが集う世界でも有数の研究機関である。共同研究者であるリチャード・マカリス教授らは、文化進化の理論研究とともに、応用ベイズ統計モデルを駆使したフィールド・データ解析において著名である。同教授らの専門知識と申請者の大規模集団実験に関する経験を組み合わせることで始めて、これらの研究が可能となった。その結果、文化的集団淘汰という、生物としてのヒトの特殊性を踏まえながら、我々が見る社会の成り立

ちを説明しようとする理論的枠組みが持つ問題と、その可能性を見出すことが可能となった。

文化的集団淘汰は、文化進化や進化社会科学の領域で大きな注目を集めているにも関わらず、理論の難解さによって、実証研究者から誤解されることが多く、その結果として十分に実証されてこなかった。本研究は、文化的集団淘汰という理論枠組みを熟知した研究者による国際的共同研究によって、これまでになかった新たな知見を世界に先駆けて見出すことに成功したものである。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 竹澤正哲	4. 巻 70
2. 論文標題 集団間葛藤と利他性の進化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 生物科学	6. 最初と最後の頁 178-185
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 竹澤正哲	4. 巻 34
2. 論文標題 社会規範の維持と変化を説明する：進化社会科学における未解決の問い	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会誌	6. 最初と最後の頁 168-175
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Horita, Y., & Takezawa, M.	4. 巻 9
2. 論文標題 Cultural Differences in Strength of Conformity Explained Through Pathogen Stress: A Statistical Test Using Hierarchical Bayesian Estimation.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in psychology	6. 最初と最後の頁 1921
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyg.2018.01921	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 -

1. 著者名 竹澤正哲	4. 巻 61
2. 論文標題 心理学におけるモデリングの必要性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 心理学評論	6. 最初と最後の頁 42-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24602/sjpr.61.1_42	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 -

1. 著者名 三浦麻子, 友永雅己, 原田悦子, 山田祐樹, 竹澤正哲	4. 巻 62
2. 論文標題 心理学研究の新しいかたち CHANGE we can believe in 特集号の刊行にあたって	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 心理学評論	6. 最初と最後の頁 197-204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24602/sjpr.62.3_197	査読の有無 無
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25件(うち招待講演 0件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 本間祥吾・竹澤正哲
2. 発表標題 負の予測誤差とリスク下の意思決定の関係：強化学習の進化モデルを用いた検討
3. 学会等名 日本社会心理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Homma, S., & Takezawa, M.
2. 発表標題 Risk aversion and prosocial preferences: Considering adaptive mechanisms to deal with highly uncertain environments
3. 学会等名 The 14th Annual conference of the European Evolution and Human Behaviour Association (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本間祥吾・竹澤正哲
2. 発表標題 予測誤差とリスク下の意思決定：強化学習エージェントの進化シミュレーション
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第12回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土田修平・竹澤正哲
2. 発表標題 罰に対する感受性と協力の進化
3. 学会等名 日本社会心理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 行平大樹・竹澤正哲
2. 発表標題 環境の厳しさが社会規範の厳しさに与える影響：空間的自己相関を統制した 再分析
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第12回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takezawa, M, Suyama, M
2. 発表標題 Cultural Evolution of Artistic Traditions in A Laboratory: Entropy and Aesthetic Preferences
3. 学会等名 The 13th Conference of the European Evolution and Human Behaviour Association (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takezawa, M, Suyama, M
2. 発表標題 Experimental studies on the cumulative cultural evolution of technologies and arts
3. 学会等名 The 2018 Conference on Artificial Life
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土田修平, 中島彩花, 堀田結孝, 竹澤正哲
2. 発表標題 強化学習モデルを用いた協力行動の個人差の検討
3. 学会等名 日本社会心理学会第59回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間祥吾, 竹澤正哲
2. 発表標題 罰の予期は規範の内面化を説明できるか? : 強化学習モデルを用いた実証的検討
3. 学会等名 日本社会心理学会第59回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹澤正哲
2. 発表標題 文化差の起源とダイナミクス : 文化進化論からの視座
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takezawa, M, Nakata, S
2. 発表標題 Does teaching promote the cumulative cultural evolution?: Agent-based simulations with computational models of teaching
3. 学会等名 The 2nd conference of Cultural Evolution Society ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 本間祥吾, 竹澤正哲
2. 発表標題 強化学習モデルによる協力傾向の個人差の探索的検討
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第11回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土田修平, 竹澤正哲
2. 発表標題 協力と罰の共進化をもたらす罰に対する感受性に関する理論的検討
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第11回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀田結孝, 竹澤正哲
2. 発表標題 伝染病の蔓延と集団主義傾向の関連の再検討: 階層ベイズモデリングによる検証
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第11回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間祥吾, 竹澤正哲
2. 発表標題 強化学習モデルによる協力傾向の個人差の探索的検討
3. 学会等名 第22回実験社会科学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀田結孝, 竹澤正哲, 犬飼佳吾, 喜多敏正, 増田直紀
2. 発表標題 強化学習による(気まぐれな)条件付き協力行動の説明
3. 学会等名 第22回実験社会科学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺舜, 竹澤正哲
2. 発表標題 環境構造の因果モデルを持つことはいかなる利益をもたらすのか? : モデルベース学習のシミュレーション研究
3. 学会等名 第61回日本社会心理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 行平大樹, 竹澤正哲
2. 発表標題 階層ベイズモデルとガウス過程回帰を用いたゴルトン問題へのアプローチ: 環境の厳しさと規範の厳格さの関係の再分析
3. 学会等名 第61回日本社会心理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 貴堂雄太, 竹澤正哲
2. 発表標題 規範内面化形質と向社会的な規範の共進化
3. 学会等名 第61回日本社会心理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中田星矢, 竹澤正哲
2. 発表標題 教育による忠実な文化伝達が累積的文化進化を促進する条件: 複数ゴール探索課題を用いた検討
3. 学会等名 第61回日本社会心理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間祥吾, 竹澤正哲
2. 発表標題 リスク下における適応的な学習バイアスの進化: 強化学習エージェントによる理論的検討
3. 学会等名 第61回日本社会心理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中田星矢, 竹澤正哲
2. 発表標題 長期的な教育が技術の累積的文化進化に寄与する条件: 課題の難易度と教育期間の影響を考慮したシミュレーション
3. 学会等名 第13回日本人間行動進化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間祥吾, 竹澤正哲
2. 発表標題 リスク下の意思決定と適応的な学習バイアス: 強化学習の進化モデルによる検討
3. 学会等名 第13回日本人間行動進化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 貴堂雄太, 竹澤正哲
2. 発表標題 規範内面化形質と協力の共進化
3. 学会等名 第13回日本人間行動進化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺舜, 竹澤正哲
2. 発表標題 環境構造の因果モデルはどのような適応価を持つのか?: モデルベース学習のシミュレーション研究
3. 学会等名 第13回日本人間行動進化学会
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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	マカリス リチャード  (McElreath Richard)	マックス・プランク進化人類学研究所・人間行動生態文化部門・ディレクター(教授)	

6. 研究組織（つづき）

	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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ベハイム ブレット  (Beheim Bret)	マックス・プランク進化人類学研究所・人間行動生態文化部門・シニア・リサーチ・サイエンティスト	

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		
ドイツ	マックス・プランク進化人類学研究所		