慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	コーディネーション問題は道徳を生むか : 進化シミュレーションによる検証
Sub Title	Moral as a solution to coordination problems: an examination with agent-based evolutionary simulation
Author	平石, 界(Hiraishi, Kai) 池田, 功毅(Ikeda, Kōki) 小田, 亮(Oda, Ryō)
Publisher	
Publication year	2020
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2019.)
JaLC DOI	
Abstract	道徳とは、正しい行いとは何だろうか？本研究は、道徳の本質は、その内容(公平性や純潔性など) ではなく、その形式にあると提唱した「動的調整理論」を発展させた。動的調整理論によれば、ある善悪の基準が、性別や年齢、身分などに関係なく、誰もに適用されることが道徳の本質であるという。本研究では、このような道徳が進化するための条件を検討するために、コンピュータ上で進化シミュレーションを実施した。その結果、コストをかけて道徳主張が行われ、受け手がそのコストを主張の正しさの判断材料に用いることによって、内容に依存しない「道徳」が進化する可能性が示唆された。 What is moral? and what is the right conduct? We took the Dynamic Coordination Theory that proposed that the essence of moral lies in its impartiality and publicity and not in its content (e.g., fairness, purity, etc). Put differently, for a moral standard to function properly, everyone must be judged by the moral standard regardless of his/her gender, age, status, etc. We conducted several agent based evolutionary simulations to examine the boundary conditions for such a moral to evolve. It was suggested that when individuals make moral assertions at a certain cost, and others take the costly assertions as a reliable signal of the "rightness" of the message, the "moral" can evolve.
Notes	研究種目 : 挑戦的萌芽研究 研究期間 : 2016～2019 課題番号 : 16K13462 研究分野 : 社会心理学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_16K13462seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２ 年　 ６ 月 ２６ 日現在

機関番号：３２６１２
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2016～2019
課題番号：１６Ｋ１３４６２

研究課題名（和文）コーディネーション問題は道徳を生むか：進化シミュレーションによる検証

研究課題名（英文）Moral as a solution to coordination problems: An examination with agent-based evolutionary simulation

研究代表者
平石　界（Hiraishi, Kai）

慶應義塾大学・文学部（三田）・准教授

研究者番号：５０３４３１０８

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　2,500,000円

研究成果の概要（和文）：道徳とは、正しい行いとは何だろうか？本研究は、道徳の本質は、その内容（公平性や純潔性など）ではなく、その形式にあると提唱した「動的調整理論」を発展させた。動的調整理論によれば、ある善悪の基準が、性別や年齢、身分などに関係なく、誰もに適用されることが道徳の本質であるという。本研究では、このような道徳が進化するための条件を検討するために、コンピュータ上で進化シミュレーションを実施した。その結果、コストをかけて道徳主張が行われ、受け手がそのコストを主張の正しさの判断材料に用いることによって、内容に依存しない「道徳」が進化する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究から、道徳的主張（称賛や非難）の本質的な機能は、集団内で対立する陣営に対して自陣営の優勢を得ることにあり、主張の内容そのものの正しさへの信念は必ずしも重要でないことが示唆される。学術的には、従来の主流である「道徳内容の適応的意義」から道徳進化を探るアプローチに対して、全く異なる視点を提供するものである。また社会的には、ソーシャルネットワークにおける「炎上」など、道徳的な非難が急速に広まる現象を理解する上で、新たな視座を提供するものと言えるだろう。

研究成果の概要（英文）：What is moral? and what is the right conduct? We took the Dynamic Coordination Theory that proposed that the essence of moral lies in its impartiality and publicity and not in its content (e.g., fairness, purity, etc). Put differently, for a moral standard to function properly, everyone must be judged by the moral standard regardless of his/her gender, age, status, etc. We conducted several agent based evolutionary simulations to examine the boundary conditions for such a moral to evolve. It was suggested that when individuals make moral assertions at a certain cost, and others take the costly assertions as a reliable signal of the "rightness" of the message, the "moral" can evolve.

研究分野：社会心理学

キーワード：道徳　進化シミュレーション　コーディネーション問題　正直な信号　進化心理学　非難　称賛

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

１．研究開始当初の背景

道徳とは、正しい行いとは何か？この問いは、数千年に及ぶ人類思想史を通じ繰り返されてきたものである。近年、道徳に対して進化的な視点からその起源を探る研究が発展してきている。それらは主として、何が道徳であり、それがどのような適応的意味を持つのか、道徳の「内容」の進化を検討してきた。例えば道徳を代表するものとして向社会性を取り上げ、それが進化する条件や（Hamilton 1964; Nowak, 2006）、ヒト以外の動物でも存在する可能性（De Waal, 1996; 瀧本, 2015）が研究されてきた。「純潔さ」といった特定の道徳的価値が、嫌悪感のような感情と結びついていることも指摘されてきた（Haidt, 2001）。こうしたアプローチからは、人々がなぜある特定の道徳内容を保持しているかを説明できるかもしれない。だが道徳のもうひとつの重要な特徴は、人々は自らの行動指針としてそれを用いるだけではなく、他者の行動についても、「道徳的な」賞賛や非難を行うという点であり、これはあらゆる道徳内容を超えて、道徳の「形式」として存在しているように思われる。この点に着目したのが Dynamic Coordination Theory（DCT; DeScioli & Kurzban, 2013）である。

DCT は、道徳には人々の行動を一致させ、コーディネーション問題を解決する機能があると論じる。社会内部で争いが生じた際に、構成員が半々に分かれて争うことになれば、闘争により大きな逸失が生じる。しかし全員が一致して一方の味方につくことができれば、闘争のコストは避けられる。このような、全員の行動をどのように一致させるかというコーディネーション問題に対する解決を与えるのが道徳であり、そこでは公平性（impartiality）と周知性（publicity）という「形式」こそが重要であると、DCT は論じた。すなわち、身分や地位などに関わらず誰にでも等しく適用される基準が、集団内で周知されていることによって、争いが生じた時に速やかにコーディネーションが達成されるとする。そして賞賛や非難といった道徳的主張は、道徳を周知させるために行われると論じた。

DCT の画期は、道徳の本質は、その「内容」よりも「形式」にあると指摘した所にある。DCT によれば、古代日本で行われていた盟神探湯（くかたち）による「神判」のような、一見非合理的に思える基準であっても、道徳の本来の機能を達していることになる。

２．研究の目的

本研究は、この DCT をベースに理論的な精密化を試みた。最も重要な発展は、これまでの DCT に関する議論で十分に検討されていない、道徳的主張の「動的な運用」の側面に焦点をあてた点にある。DeScioli & Kurzban (2013)が従来の研究のレビューによって明らかにしているように、DCT は既に存在している道徳の、言わば「静的な性質」については良い仮説を提案している。だが道徳は常に揺れ動くものである。例えば、人工妊娠中絶の是非を考える際、生まれる子供の側の視点を採るか、母親側の視点を採るかで、どちらがより道徳的かは判断が異なる。そのような時、いずれの陣営も自らの道徳的正しさを主張し、対立陣営への道徳的非難を浴びせるだろう。このような道徳論争に際して、コーディネーション問題はいかに解決されるのだろうか。

我々は、道徳的主張が「正直な信号」（honest signal; Zahavi & Zahavi, 1997）として機能する可能性に着目した。コミュニケーションのために発信される信号は、その産出にコストが掛かるものであって初めて、信号としての信頼性を獲得する。道徳論争に面した第三者は、より大きなコストを払って道徳的主張をしている陣営こそが、自陣営の「正しさ」に最期まで固執すると信頼できるし、他の第三者（すなわち第四者）たちも同様の判断をすると予測できる。翻って陣営に属する者は、コストのかかる道徳的主張を行うことで、自らの陣営が多数派を形成するよう仕向けるであろう。こうした道徳の「動的な運用」の結果、コストを払って道徳的主張を行う形質と、コストのかかった道徳的主張を受容する形質とが進化することは可能だろうか。コーディネーション問題を解決する形式としての道徳が、正直な信号としての道徳的主張によって進化しうるか、進化シミュレーションを用いて検討することが、本研究の目的であった。

３．研究の方法

本研究で実装した進化シミュレーションの基本モデルを説明する。集団内でのコーディネーション問題を単純化して表現するために、集団が 2 つの陣営に分かれて争う場面を設定した。N 人のエージェントにより構成される集団から、各ラウンドの冒頭にランダムに 2 エージェントが選ばれる（図 1）。この 2 個体が互いにある資源（resource）を巡って争うこととなる。各個体はそれぞれ集団のある割合 *m_pub* の個体に対して、強度 *m_str* の主張を行う。この主張を本モデル内では「道徳的主張」と呼ぶ。*m_pub* と *m_str* の和が、発信者が支払う道徳的主張のコストとなり、その適応度から減じられる。道徳的主張を受け取ったエージェント（受信者）は、その強度 *m_str* を、自らの道徳的感受性 *m_sense* で割り引いただけの影響を受ける。この道徳的影響 *m_str* * *m_sense* は各受信個体内で蓄積される。一方の主張からの影響が閾値（*m_thr*）を超えると、その受信者は主張者の陣営に参加する。以上で一回目（t = 1）の道徳的論争（dispute）が終了したものとする。第二回目（t > 1）以降の道徳的論争においては、前回の論争（t - 1）までに陣営を決めた個体も、道徳的主張を行う（論争に参加する）。

予め定められた回数の道徳的論争が終了した後に、陣営間での闘争が生じる。闘争はエージェント数の多かった方の陣営が勝利するが、その際に、闘争から得られる資源（Resource）は、両

陣営のエージェント数の比（敗北陣営／勝利陣営）によって毀損される。つまり両者が同数であれば毀損割合は 1 となり、資源は全て失われる。敗北陣営に属するエージェントが 0 であれば、資源は一切毀損されない。獲得された資源は、勝利陣営内で等しく分配され適応度に加算される。以上をもって 1 ラウンドが終了する。

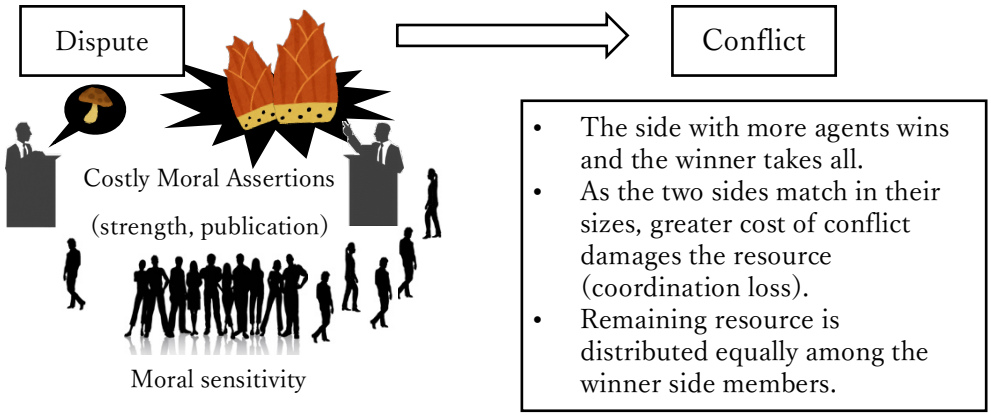

図 1. 陣営間の対立の流れ

進化シミュレーションの各世代は複数のラウンドから構成される。各ラウンドにおいて、最初の主張発信者は毎回ランダムに選ばれる。また道徳的影響は各ラウンドの最後に消去される。すなわちラウンド間での道徳的主張や影響の蓄積は行われない。各エージェントの持つパラメータならびに基本モデルにおける設定を図 2 にまとめた。

各エージェントの持つパラメータ
各パラメータの値は親子間で（一定の突然変異率を持ちつつ）遺伝される。

発信者としてのパラメータ
・*m_str*: 道徳的主張の強度
・*m_pub*: 道徳的主張の伝達範囲（0 ≦ *m_pub* ≦ 1）
・c = *m_str* + *m_pub*: 1 回の論争において各エージェントが道徳的主張にかけるコスト

受信者としてのパラメータ
・*m_sense*: 受け取った道徳的主張への感受性
・*m_thr*: 道徳的立場（陣営）を決める際の閾値。本研究内では *m_thr* = 1 に固定

モデル構造のパラメータ
・世代数：繁殖は各世代に 1 回限りであり、世代ごとに全てのエージェントが入れ替わる。
・ラウンド数：各世代に複数のラウンドが行われる。1 ラウンドは複数の論争と 1 回の闘争で構成される。ラウンド数を変化させた効果を検討した。
・論争数：各陣営が道徳的主張により、自陣営の構成員を増やす段階。論争は 1 ラウンドに 1 回と設定した。
・闘争数：ラウンドの最後に行われ、構成員の多い陣営が勝利し、資源を獲得する。1 ラウンド内の闘争回数を変化させた効果を検討した。
・資源量：各陣営は資源を巡って争う。資源量は全ての世代・ラウンドを通じて一定とした。資源は 敗者陣営の構成員数/勝者陣営の構成員数 によって毀損された。

図 2. モデル設定

4. 研究成果

シミュレーションの結果、コーディネーション問題の解決が見られたかを測定するために、資源の毀損率を検討した。より具体的には、N エージェントからなる集団成員がすべて同じ個体パラメータ（*m_str*, *m_pub*, *m_sense*）へ収束した時の、1 世代内での資源の毀損割合を検討した。第 1 段階のモデルでは、道徳的主張コスト（*m_str* および *m_pub*）の分布は正規分布からランダムに選ぶこととした。このモデルにおいては、1 ラウンドに含まれる論争回数が多いほど、資源が既存されない集団が進化することが確認された。これは、論争回数が多いことによって、コストを負って道徳的主張を行う発信者側の陣営に参加するエージェントが確保されたことを示唆する。言い換えれば、十分に主張を発信する機会が得られなければ、道徳的主張によるコーディネーション問題の解決は生じにくいとも言えるかも知れない（図 3）。

第 2 段階のモデルでは、道徳的主張を一切払わない cheater エージェントを導入した。この

エージェントは、他者からの道徳的主張に影響されて陣営に参加はするものの、自らは道徳的主張を行わない（すなわち、そのためのコストを負わない）。シミュレーションの第一世代において cheater を集団の 1 割から 9 割まで含むよう設定したところ、資源が大きく毀損されることとなった。またこの傾向は、論争回数が多いときほど顕著であった。その理由として、コストを負って道徳的主張を行うエージェントは、論争回数が多ければ、毎回の論争においてコストを払う必要があったことが考えられた。他方で cheater は論争回数の増加によるコスト増を経験しない。先に述べたように論争回数が多いほどコーディネーション問題は解決され易くなる。しかしエージェント間でのコスト負担の格差も拡大する。そのため、たまたま勝利陣営に属した cheater が大きな適応度を得てその数を増やすこととなる。結果として cheater ばかりからなる集団が形成されると、誰も道徳的主張を行わないために、コーディネーション問題が解決されなくなったと考えられた（図 3）。

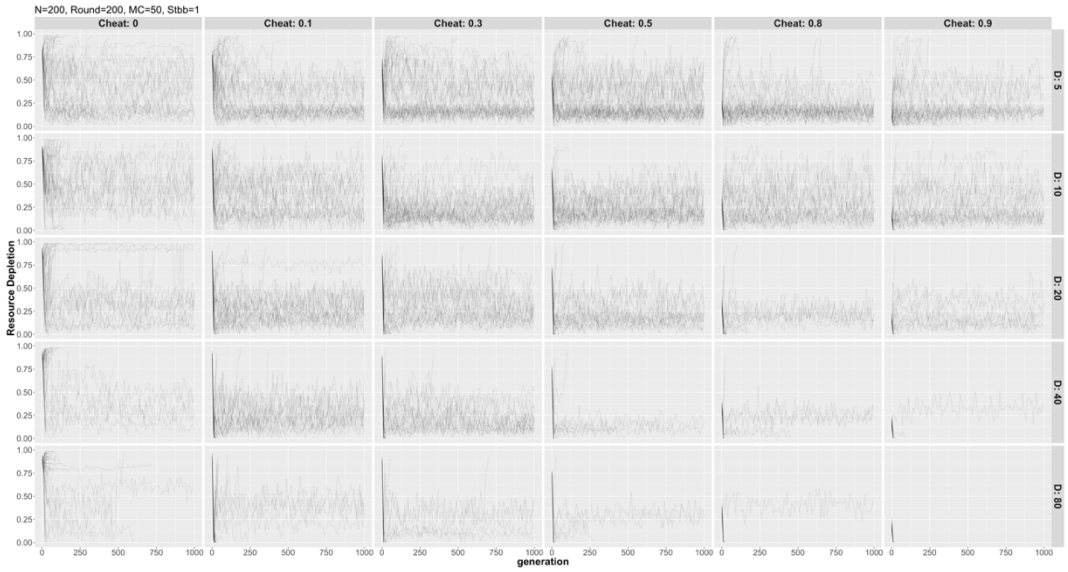

図 3. 第 1 段階ならびに第 2 段階モデルの結果。各セルにおける横軸は世代、縦軸はその世代における資源毀損割合を 1 から引いたものを示す（値が高いほど、資源が保存されたことを意味する）。各線は 1 つ 1 つのシミュレーションの帰結を表している。cheater の割合（cheat）と、論争回数（D）を変化させ、50 回ずつ進化シミュレーションを行っている（MC=50）。集団サイズは N=200、世代内のラウンド数は 200 とした。cheater を含まない第 1 段階モデル（左端の列）においては、特に論争数が多い時に、ごく初期に資源が保存される（コーディネーション問題が解決される）集団構成が進化している。しかし cheater を導入したモデル（Cheat:0.1 以降）では資源が毀損されやすくなり、その傾向は論争回数が多いほど顕著であった。

第 3 段階モデルにおいては、一度陣営を決めたエージェントが、敵対陣営からの道徳的主張への感受性を下げることによる影響を検討した。道徳の一つの特徴として、自らの信ずる「正しさ」への固執が考えられたためである。しかし進化シミュレーションの結果、道徳的固執がコーディネーション問題の解決に与える影響は限定的であることが示唆された。

本研究によって、Dynamic Coordination Theory の主張する、内容に依存しない形式のみの「道徳」が集団内のコーディネーション問題を解決することが確認された。またその際に対立する陣営間での道徳的な争いがあったとしても、正直な信号としての道徳的主張をモデルに組み込むことで、形式的な道徳が進化しうることが示された。

ソーシャルネットワークにおける「炎上」や誹謗中傷など、道徳的な正しさを盾にした言語的攻撃が問題とされる現代社会において、道徳内容そのものは恣意的になりうることを示した本研究の含意は大きいと考えている。他方で本研究の検討したモデルにはいくつかの未解決の問題がある。最大のものは、DCT において主張されている周知性（publicity）と、本研究で個体のパラメータとして設定した周知性（m_pub）との乖離であろう。DCT における周知性とは、ある道徳的主張が広く集団内に告知されるという意味に限定されず、集団内の大多数がその「正しさ」を受け入れ、それに基づいて集団内での対立の勝敗（善悪）を判断することにあった。言い方を変えれば、本研究では道徳的対立の動的な側面を扱ったが、確立された「道徳」が集団内に維持される、道徳の静的な側面が反映されていない。今後のモデルにおいては、例えばラウンドや世代を通じた道徳的影響の継承をモデルに組み込むことで、現実世界に観察される道徳とモデルの接近を試みることが課題である。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計5件（うち査読付論文　5件／うち国際共著　1件／うちオープンアクセス　4件）

１．著者名 Oda Ryo, Kato Motoki, Hiraishi Kai	４．巻 9
２．論文標題 Effects of observed counterfactual on prosocial lying: A preliminary report	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Letters on Evolutionary Behavioral Science	６．最初と最後の頁 5-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5178/lebs.2018.66	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 Oda Ryo	４．巻 8
２．論文標題 Effect of being conscious of others on moral condemnation	５．発行年 2017年
３．雑誌名 Letters on Evolutionary Behavioral Science	６．最初と最後の頁 20-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5178/lebs.2017.58	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 Fiddick, L., Brase, G. L., Ho, A. T., Hiraishi, K., Honma, A., & Smith, A.	４．巻 62
２．論文標題 Major personality traits and regulations of social behavior: Cheaters are not the same as the reckless, and you need to know who you ' re dealing with.	５．発行年 2016年
３．雑誌名 Journal of Research in Personality	６．最初と最後の頁 6-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jrp.2016.02.007	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 該当する

１．著者名 Oda, R. and Ichihashi, R.	４．巻 7
２．論文標題 The watching eyes effect on charitable donation is boosted by fewer people in the vicinity.	５．発行年 2016年
３．雑誌名 Letters on Evolutionary Behavioral Science	６．最初と最後の頁 9-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5178/lebs.2016.52	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 Oda, R. and Ichihashi, R.	４．巻 14
２．論文標題 Effects of eye images and norm cues on charitable donation: A field experiment in an izakaya.	５．発行年 2016年
３．雑誌名 Evolutionary Psychology	６．最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/1474704916668874	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8件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

１．発表者名 平石界・池田功毅・横田晋大・中西大輔・小田亮
２．発表標題 コストのかかる旗としての道徳(3):頑固な態度は進化するか
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 和田脩平・平石界・小田亮
２．発表標題 「道徳的な」主張の強さは他者の存在に影響されるのか?
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 小田亮・平石界
２．発表標題 コストのかかる信号としての主張の強さを測定する
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
平石界，横田晋大，池田功毅，中西大輔，小田亮

２．発表標題
コストのかかる旗としての道徳(2)

３．学会等名
日本人間行動進化学会第10回大会

４．発表年
2017年

１．発表者名
森島航介，花島夏紀，平石界，小田亮

２．発表標題
利他主義者の見極めは分析的か？

３．学会等名
日本人間行動進化学会第10回大会

４．発表年
2017年

１．発表者名
禰宜田一雅，花島夏紀，平石界，小田亮

２．発表標題
「道徳的」主張の強さは他者の存在によって変わるのか？

３．学会等名
日本人間行動進化学会第10回大会

４．発表年
2017年

１．発表者名
平石界

２．発表標題
「公平」へのダーウィン的まなざし

３．学会等名
日本発達心理学会第29回大会

４．発表年
2017年

１．発表者名 Hiraishi, K., Yokota, K., Ikeda, K., Nakanishi, D., and Oda, R.
２．発表標題 Moral as costly flag: A preliminary analysis with evolution simulation.
３．学会等名 日本人間行動進化学会第9回大会
４．発表年 2016年

〔図書〕　計1件

１．著者名 太田 紘史（編著），小田 亮 ，田中 泉吏，飯島 和樹，永守 伸年，信原 幸弘，片岡 雅知，立花 幸司，吉田 敬	４．発行年 2016年
２．出版社 春秋社	５．総ページ数 456
３．書名 モラル・サイコロジー - 心と行動から探る倫理学	

〔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	池田　功毅 (Ikeda Koki) (20709240)	中京大学・心理学部・助教 (33908)	
研究分担者	小田　亮 (Oda Ryo) (50303920)	名古屋工業大学・工学（系）研究科（研究院）・教授 (13903)	