

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2019

課題番号：26440236

研究課題名(和文) 管理・利用形態と空間構造がコモンズの持続可能性へ及ぼす影響に関する理論・実験研究

研究課題名(英文) Theoretical and experimental studies about sustainable use of commons from the viewpoint of rules and spatial structure

研究代表者

中丸 麻由子 (Nakamaru, Mayuko)

東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授

研究者番号：70324332

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：人々はコモンズとしての生物資源を持続可能に利用するために様々なルールを作ってきた。全員がコモンズを管理し、一人ずつコモンズを利用するというシステムにおいて持続可能に利用するための条件を探るための理論的研究を行った。例としては水路の利用に当たる。また、この理論を確かめるために被験者実験を行なった。

中華の高級食材であるアナツバメの巣の持続可能な利用に関して、慣習ルールと生態特性がうまく絡まり合うと、持続可能な利用の関係を促進するという地元住民の知見の正しさを理論的にも証明した。コモンズの場所や配置が持続可能な利用に影響を及ぼしている。例として水田の耕作放棄を防ぐための条件の理論的研究を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コモンズとしての生物資源を持続可能に利用することは、人類の将来や地球環境にとって重要である。人々は様々なルールを作っており、そのルールが持続可能な利用に及ぼす影響についての科学的な検証を行った。この科研費の研究では、資源の利用の仕方が持続可能な利用に影響を及ぼすことを数理モデルや被験者実験によって初めて示した。また地域の人に語り継がれているルールが持続可能な利用に影響を及ぼすかどうかについて、数理モデルで検証を行った。水田の耕作放棄は社会的問題であるが、隣の水田の保有者との協力関係が持続可能な利用につながることをシミュレーションによって示した。

研究成果の概要(英文)：People have made various rules for sustainable usage of ecological resources or commons. Following are the project's outcomes; (i) the effect of All-for-One system, in which all members contribute the commons and one of them use it in rotation or by lottery, on the sustainable usage was investigated. (ii) whether local knowledge for sustainable usage of commons is effective or not was investigated theoretically, using the example of bird' nest which luxury Chinese soup is made from. (iii) whether spatial structure and social relationship among neighbors prevents the abandonment in the rice paddy field was investigated.

研究分野：数理生物学、人間行動進化学、社会シミュレーション

キーワード：持続可能な生物資源利用 社会-生態結合モデル 数理モデル シミュレーション 実験 調査

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

Hardin, G.は「コモンズの悲劇」を提唱した(Hardin 1968)。これは、全員がコモンズのために投資(協力)したほうが全員で協力しない時に比べて得をするが、自分は協力するより協力しない方が得をするために、コモンズは崩壊するという。これを表現したモデルに公共財ゲーム(PPG)がある。集団での協力のモデルとしても用いられ、地球環境問題へ応用されている。Ostrom, E.はコモンズの維持管理と制度についての様々な具体例を基に理論枠組みを提唱した研究によって2009年にノーベル経済学賞を受賞した(Ostrom 1990 "Governing the commons")。

この10年ぐらいにおいてシミュレーションを用いた生態・社会系結合モデル研究が行われている(e.g.総説として Jansenn and Ostrom 2006)。国内ではIwasa等が協力行動と湖沼の汚染問題に関する研究を行っている(e.g. Suzuki and Iwasa 2009)。特定の地域の特定な問題に関して様々な要因を組み入れた環境シミュレーションも行われている(e.g. Soares-Filho et al 2006)。しかし、人の意思決定を組み込んだ上でのコモンズに着目した研究はほとんど行われていなかった。

地球環境問題について、公共財ゲームを用いた被験者による社会科学実験も行われている(e.g. Milinski et al. 2002)。

2. 研究の目的

人々は古くから里山や農地、入会地のようなコモンズを持続可能に利用するためのシステムを作り上げてきた。例えば日本では講と呼ばれる集団組織である。社会が変化し講のような組織を維持する事が難しくなり、その結果コモンズの維持も難しくなっている。そこで人々がコモンズを持続可能に利用するための新しいシステムの提案のためにも、まずは生態・社会系結合モデルを用いて古くからのシステムについて整理を行う。その時、人のコモンズへの協力という視点を基にコモンズの利用形態を分類し、各利用形態と生態系ダイナミクスとの関係を探る。抽象的なモデル解析だけではなく、生態系管理の実証研究を基にモデルを作り重要な要因を探ると共にモデルで得た結果の検証のための実験を行い、実証モデル実験のフィードバックを行う。

3. 研究の方法

主に、数理モデルや社会シミュレーションを用いて生態・社会結合系モデルに関する研究を行う。社会システムについては、モデルの仮定の妥当性を知るために、社会科学実験を行ったり、その社会システムが使われている場所へ行って聞き取り調査を行った。その上で数理モデルや社会シミュレーション研究とのフィードバックを行なった。

4. 研究成果

(1) 生態・社会結合モデルにおいて、まずは「社会モデル」に関する理論研究を深化させた。

(1-1) All-for-one型のグループにおける協力行動の進化について

頼母子講はグループメンバー全員で一人のメンバーを助けるというAll-for-one型と

なっている。一方、公共財ゲームではメンバー全員で全員を助けるという All-for-all 型、囚人のジレンマゲームなどの 2 人ゲームでは、一対一で相互作用を行うので One-for-one 型である。つまり、協力の進化に関する研究においては One-for-one 型や All-for-all 型に関する研究を中心に行われてきた。しかし、All-for-one 型の協力も世の中には沢山ある。All-for-one 型も All-for-all 型は同じ、あるいは All-for-one 型と One-for-one 型は同じであるとも考えるかもしれないが、実は異なるのである。

頼母子講以外の All-for-one 型の協力構造になっているものとして、初期の労働組合などのような相互扶助システムに着目して数理モデルで解析を行うとともに進化シミュレーションを行い、協力が進化する条件を示した。すると、グループサイズが大きいほど協力は進化しやすいことを示した(図1)。また、協力が少数派であっても集団全体が有限サイズであると協力は進化的に侵入可能になり、これはグループサイズが大きいほど侵入可能性を高めることも示した。この研究は Shimura and Nakamaru (2018) として出版されている。

多くの公共財ゲームを用いた進化ゲーム理論研究では、集団サイズが小さくないと協力は進化しないと言われており、かつ、協力の進化的な侵入可能性についてはあまり議論がされてこなかった。そういう観点からも新規性の高い研究である。

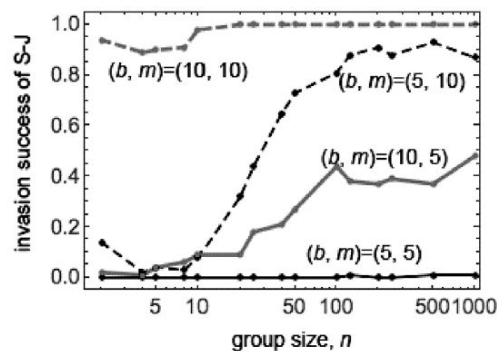


図1 グループサイズと条件付き戦略(S-J戦略)の進化的に侵入可能性について
(Shimura and Nakamaru (2018)のFigure 3より)

(1-2) グループメンバーをどのように決めることで協力は進化するか

グループメンバーをどのようにきめるのかはコモنزを守る上でも非常に重要である。メンバーを選ぶ際の個人が入りたい集団を決める場合(個人意思決定)や集団が新しいメンバーを選ぶ場合(集団意思決定)からの影響を受ける。また、個人が集団を選ぶときや集団が個人を選ぶとき意思決定方法によっても、協力の進化は影響を受けるだろう。そこで、それらの意思決定とグループにおける協力の進化について、エージェントベースシミュレーションを構築して調べた。グループにおける協力としては公共財ゲームを用いた。すると、個人が入りたいグループを選ぶときは、グループにおける協力は進化しないことを示した。集団が新しいメンバーを選ぶときに、全員一致の意思決定で良い人を選ぶときや、メンバーの基準値の平均よりも評判の良い人を選ぶときであれば、集団における協力は進化することを示した。このようなグループのメンバーを選ぶという進化ゲーム理論研究は今までに存在しておらず新規性の高い研究である。この研究は Nakamaru and Yokoyama(2014)として出版されている。

(1-3) 分業における協力の進化

この科学研究費を申請する段階では分業に関する研究を計画していなかった。この研究プロジェクトを通じて、社会における分業は生態系の管理を考える上でも重要な要因であることに気がつき、研究を始めた。産業廃棄物の不法投棄と生態系汚染に着目し、産業廃棄物の処理工程が線型の分業体制となっていることで進化ゲーム理論でよく用いられている非対称ゲームのレプリケーター方程式を応用してモデル化を行った。そして、行政による罰則が不法投棄の抑制へのぐらゐ寄与するのかについて議論をした。線型的な分業について進化ゲーム理論をもちいて解いたのは今研究が初めてである。この研究は Nakamaru et al. (2018) として出版されている。

(2) 具体例を基に社会・生態結合モデルについての研究を行った。

(2-1) 水田の持続可能な利用と協力の進化について

佐渡島に頼母子講が残っているということで佐渡島に聞き取り調査で訪問した際に、棚田の耕作放棄問題について触れ、協力という観点から研究を進めることにした。水田は景観・文化的側面からの重要性もあるが、治水的な側面、そして生物多様性の側面からも非常に重要である。水田は個人で耕して米を売ることによって生計を立てるが、水田を保つには水路の維持活動や水田の道の整備など集団での協力が必要な場面は多い。維持活動を怠ると、水が効率的に供給されなかったり水田に行くにも難しくなる。また集団で行うために、サボった人ほど得をするということになり、社会的ジレンマが発生する。そこで、個人の利得(米の収穫)に公共で行うための維持活動を反映させるような状況を考慮し、隣接する田の保有者との公共における協力活動からの影響や耕作放棄をすることによる隣接水田への悪影響などを考慮して、数理モデルやエージェントベースシミュレーションを構築した。すると、個人の耕作活動だけで水田全体を維持することは難しく、皆で公共財を維持する活動が重要であることを示した。また、地域全体で公共財を維持するための活動をするよりは、隣接する田の所有者で公共財を維持する活動を行うことで、水田の持続可能な利用が可能であることも示した。進化ゲーム理論の観点から水田の耕作放棄問題を捉えた研究はないという点では新規性がある。この研究は Lee et al. (2020) として出版されている。

(2-2) アナツバメの巣の持続可能な利用とローカルルールについて :

持続可能な生態系利用については C. Clark に代表されるよう経済学と生物学が融合した研究分野などによって研究が進められている。そのような研究によると、一次的には持続可能に利用するよりも乱獲の方が収量が高いが、長い目でみると乱獲によって生態系が崩壊して損をってしまう。つまり、将来について考慮をした上で収穫をする(将来割引率が低い)ならば持続可能に生態系を利用することは可能であることを示している。しかし、人は将来を見通して行動することの重要性は頭でわかっているにもかかわらず、明日の食料を調達できない状況においては将来よりも今を重要視してしまう。その結果、将来割引率が高くなり、生態系を持続可能に利用することは難しくなる。

しかしもし、短期的利得で比べたとしても持続可能に生態系を利用する方が乱獲するよりも得をするのであれば、将来割引率にかかわらず人は持続可能な利用をするようになるだろう。では、このようなことは現実にあるのだろうか。

マレーシアのアナツバメの巣が相応しい例である。アナツバメの巣は中華料理の高級食材である。地元の人々の間では、アナツバメの巣の採取に関してローカルルールが存在しておりそれ

を守れば収量が高くなることも知られているとはいえ、乱獲をしてしまう傾向にある。そこで、アナツバメの生態的な特性とローカルルールとの関係について数理モデル化を行い解析をした。すると、巣のある洞窟の所有権が存在しており、乱獲をする採取者が巣を取ると成鳥がその洞窟から逃げる場合において、持続可能に利用をする採取者の方が乱獲者よりも収量が高くなることを示した。この研究成果を基にして、地元においてローカルルールを周知する必要があるだろう。

最近ではデータサイエンスが非常に力を持っているが、今の段階では世界中のすべてのことをデータ化することは不可能である。ましてやボルネオ島の山奥に存在する洞窟に住むアナツバメの巣の数やアナツバメの生態学的情報、密猟者や乱獲者も含めた採取者情報についてすべてデータ化することは、今の所は不可能であろう。このような状況において、地域で伝えられている知識の有効性を調べる手段として数理モデルを活用するのは研究手法として妥当である。この研究は投稿中である。

(3) 社会科学実験については以下の通りである。

集団における協力として All-for-All 型の公共財ゲームを用いた研究が盛んに行われている。一方で All-for-one 型のゲームは行われていない。しかし、All-for-all 型と All-for-one 型では理論上はプレイヤーの振る舞いが異なってくることもあり、研究としての新規性はある。そこで、Koike et al. (2010)の頼母子講の進化シミュレーション研究を基にして、経済学な被験者実験を行った。すると、シミュレーションの結果とは異なる結果となった点もあった。また、All-for-one 型であれば、外生的に罰を与えなくても、以前自分を助けてくれなかった相手に対しては助けないということが生じ、その結果協力率が高くなったということが生じた。一方、外生的に罰を与えるとかえって、罰が機能しなくなることを示した。また、グループメンバーを選ぶことで協力率が高くなっていた。この研究は Koike et al. (2018)として出版済みである。

(4) 聞き取り調査に関する研究は以下の通りである。

佐渡島で頼母子講のようなシステムについての聞き取り調査を行った。この聞き取りについては、中丸・小池(2015a, b)にまとめている。経済的な頼母子講の聞き取りに加えて、水田の水路や農道の維持管理における活動についても聞き取る機会があり、このような話を基に、(2-1)で説明した研究を行うことになった。

(5) 研究を社会的に発信することについては次の通りである。

この科研費で進めた研究は、高校生および一般向けの書籍として出版するための準備を進めており、2020 年秋に出版予定である。また、海外の専門家向けにこの科研費の研究を発信するため、Springer での出版を念頭に置いて執筆を進めている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Shimura, H. and Nakamaru, M.	4. 巻 451
2. 論文標題 Large group size promotes the evolution of cooperation in the mutual-aid game.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of theoretical biology	6. 最初と最後の頁 46-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.jtbi.2018.04.019	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 Doi, K. and Nakamaru, M.	4. 巻 456
2. 論文標題 The coevolution of transitive inference and memory capacity in the hawk-dove game	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of theoretical biology	6. 最初と最後の頁 91-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.jtbi.2018.08.002	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 Koike, S., Nakamaru, M., Otaka, T., Shimao, H., Shimomura, K. and Yamato, T.	4. 巻 13
2. 論文標題 Reciprocity and exclusion in informal financial institutions: an experimental study of rotating savings and credit associations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0202878
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1371/journal.pone.0202878	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 中丸麻由子	4. 巻 67
2. 論文標題 環境攪乱下で非分散型が有利になる生態的条件とは？ - コロニーベースモデルによる検証 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本生態学会誌	6. 最初と最後の頁 133-145
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 Nakamaru, M., Shimura, H., Kitakaji, Y., and Ohnuma, S.	4. 巻 437
2. 論文標題 The effect of sanctions on the evolution of cooperation in linear division of labor.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of theoretical biology	6. 最初と最後の頁 79-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2017.10.007	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 -

1. 著者名 中丸麻由子	4. 巻 56
2. 論文標題 人間行動進化化学と分子生物学	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 児童心理学の進歩 2017年版	6. 最初と最後の頁 294-299
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 Motohide Seki, and Mayuko Nakamaru	4. 巻 407
2. 論文標題 A model for gossip-mediated evolution of altruism with various types of false information by speakers and assessment by listeners	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of theoretical biology	6. 最初と最後の頁 90-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtbi.2016.07.001	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 中丸麻由子	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 環境攪乱下で非分散型が有利になる生態的条件とは？ - コロニーベースモデルによる検証 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本生態学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 Mayuko Nakamaru	4. 巻 399
2. 論文標題 Evolution of costly explicit memory and cumulative culture	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of theoretical biology	6. 最初と最後の頁 71-83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtbi.2016.03.014	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 Nakamaru, M. and Yokoyama, A.	4. 巻 9
2. 論文標題 The effect of ostracism and optional participation on the evolution of cooperation in the voluntary public goods game.	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e108423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0108423	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 Joung-Hun Lee, Ryo Yamaguchi, Hiroyuki Yokomizo, Mayuko Nakamaru	4. 巻 495
2. 論文標題 Preservation of the value of rice paddy fields: investigating how to prevent farmers from abandoning the fields by means of evolutionary game theory	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of theoretical biology	6. 最初と最後の頁 110247
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtbi.2020.110247	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

〔学会発表〕 計27件(うち招待講演 5件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Kazuto Doi and Mayuko Nakamaru
2. 発表標題 The coevolution of transitive inference and memory capacity in the hawk-dove game
3. 学会等名 2018 Annual meeting of the society for mathematical biology & the Japanese society for mathematical biology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土井一人、中丸麻由子
2. 発表標題 タカハトゲームにおける推移的推論と記憶容量の共進化
3. 学会等名 2018年度日本動物行動学会大会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中丸麻由子、大沼あゆみ
2. 発表標題 中華の高級食材であるアナツバメの巣の持続可能な利用についての数理モデル解析
3. 学会等名 日本生態学会第66回全国大会、神戸大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中丸麻由子、志村隼人
2. 発表標題 Mutual-aid game における協力の進化：評判ルールと集団サイズの影響について
3. 学会等名 第27回日本数理生物学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mayuko Nakamaru and Akira Yokoyama
2. 発表標題 The Decision Making of Admission to Membership and Participation in a Group Influences the Evolution of Group Cooperation
3. 学会等名 SWARM 2017: The 2nd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田祥伍、関元秀、中丸麻由子
2. 発表標題 空間構造上での噂による協力行動の進化と様々な噂の影響について
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第10回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中丸麻由子、志村隼人
2. 発表標題 大集団における協力を可能にするシステムと生態系管理や保全への適用可能性について
3. 学会等名 日本生態学会第65回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mayuko Nakamaru, Hayato Shimura, Yoko Kitakaji, Susumu Ohnuma
2. 発表標題 The evolution of cooperation in the division of labor: Industrial waste illegal dumping as an example
3. 学会等名 第26回数理生物学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中丸麻由子、志村隼人、北梶陽子、大沼進
2. 発表標題 分業における協力の進化と罰について：産業廃棄物の不法投棄を例に
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第9回年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 志村隼人・中丸麻由子
2. 発表標題 Mutual aid gameにおける間接互惠性の進化
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第9回年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中丸麻由子、志村隼人、北梶陽子、大沼進
2. 発表標題 罰則が産業廃棄物の不法投棄を抑制するのか？進化ゲーム理論による解析
3. 学会等名 日本生態学会第64回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mayuko Nakamaru and Akira Yokoyama
2. 発表標題 The effect of exclusion and participation on the evolution of cooperation
3. 学会等名 the 1st Post-JSMB workshop on mathematical biology in Hayama (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 吉良洋輔・小池心平・中丸麻由子
2. 発表標題 Missing Hero Dilemmaにおける輪番制 繰り返しゲームの協力均衡の分析
3. 学会等名 第60回数理社会学会大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 中丸麻由子
2. 発表標題 記憶の進化と累積的文化
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第8回大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 中丸麻由子
2. 発表標題 罰し方が協力の進化に与える影響について
3. 学会等名 第21回交通流と自己駆動粒子系のシンポジウム（主催：交通流数理研究会）（招待講演）
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 中丸麻由子
2. 発表標題 環境攪乱下において非拡散戦略が有利になる条件とは？
3. 学会等名 ゲーム理論ワークショップ2016（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中丸麻由子
2. 発表標題 記憶と累積的文化-個体群動態モデルと進化モデル-
3. 学会等名 『交替劇』第9回研究大会
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 Nakamaru, Mayuko
2. 発表標題 The effect of exclusion and participation on the evolution of cooperation
3. 学会等名 ILEK project mini-workshop: Potential of Agent-based Modeling in Understanding Complex Social Ecological Systems (招待講演)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 Nakamaru, Mayuko
2. 発表標題 The effect of exclusion and participation on the evolution of cooperation
3. 学会等名 The joint annual meeting of the Japanese Society for mathematical biology and the society for mathematical biology
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 Nakamaru, Mayuko
2. 発表標題 Strict or graduated punishment? Effect of punishment strictness on the evolution of cooperation
3. 学会等名 The joint annual meeting of the Japanese Society for mathematical biology and the society for mathematical biology
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 小池心平・中丸麻由子・大高時尙・島尾堯・大和毅彦・下村研一
2. 発表標題 経済的講集団の進化シミュレーションと被験者実験 - All for Oneの相互扶助-
3. 学会等名 第18回実験社会科学カンファレンス
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 大出祐輝・中丸麻由子
2. 発表標題 返済しない借り手を考慮したマイクロクレジットの進化シミュレーション
3. 学会等名 第59回数理社会学会大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 中丸麻由子
2. 発表標題 制度や慣習を進化ゲーム理論で解析する
3. 学会等名 第27回産研アカデミックフォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中丸麻由子、山田祥悟、関元秀
2. 発表標題 様々な噂の噂を流す非協力戦略の下での協力の進化と社会ネットワーク構造について
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第12回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土井一人、中丸麻由子
2. 発表標題 Transitive inference promotes social hierarchy without highly developed social cognition
3. 学会等名 2019年度日本数理生物学会第29回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計6件

1. 著者名 中丸麻由子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 印刷中
3. 書名 社会の仕組みを信用から理解する：協力進化の数理	

1. 著者名 中丸麻由子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 印刷中
3. 書名 「噂をする」(書籍名「進化でみる人間行動の事典」)	

1. 著者名 中丸麻由子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 慶應義塾大学出版会	5. 総ページ数 印刷中
3. 書名 「3.1 節 進化ゲーム理論」(書籍名「心理学が描くリスクの世界」)	

1. 著者名 中丸麻由子	4. 発行年 2016年
2. 出版社 丸善出版株式会社	5. 総ページ数 1
3. 書名 『スクリプナー思想大事典』の「文化的伝播」という項目の翻訳	

1. 著者名 中丸麻由子・小池心平	4. 発行年 2015年
2. 出版社 誠信書房	5. 総ページ数 150頁～171頁
3. 書名 『第9章 無縁化をもたらす非協力行動の制度的構造』、『心理学叢書 無縁社会のゆくえ 人々の絆はなぜなくなるの?』	

1. 著者名 中丸麻由子・小池心平	4. 発行年 2015年
2. 出版社 勁草書房	5. 総ページ数 49頁～83頁
3. 書名 『第2章 集団における協力の構造と協力維持のためのルールー進化シミュレーションと聞取調査』 『「社会の決まり」はどのように決まるか?』	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----