

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K03679

研究課題名（和文）持続可能な生物多様性農村社会共創のための経済システム設計

研究課題名（英文）Economic System Design for Co-creation of Sustainable Biodiversity Rural Society

研究代表者

青木 恵子（Aoki, Keiko）

埼玉大学・人文社会科学部研究科・准教授

研究者番号：10546732

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、自発的・持続的に稀少性生物を育み、生物多様性農村社会を共創する経済システムの設計を理論・経済実験・シミュレーション等の相互フィードバックから検証することである。このために実施した、課題1「消費者の生物多様性保全への価値測定」では消費者は多様性だけでなく、製造工程や見た目も重視する傾向が示唆された。課題2「不確実性下での生物多様性保全に対する生産者努力を動学検証」では自助努力よりは補助金があると生産者努力が増えることが示された。課題3「持続可能な生物多様性農村社会共創のための経済システム設計」では、市場において情報効果としてアウトプットよりもインプットの方が良い傾向が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義や社会的意義として、課題1では消費者の付加価値の多様化を示すことにある。生物多様性という環境要因の価値が高いたくだけでなく、工程や外観も重視することにより、消費者の求める財の特徴を見える化したことは意義が高い。課題2では、一般的な補助金の有意性が示されたことで、自助努力の課題を浮き彫りにしたことは意義がある。そして、課題3では実際の現実フィールドにおいてアウトプットよりインプットの情報効果の有効性により、社会的に商品の価値を高める情報が何かという疑問に対する答えの一つを導いたことは意義のあることと言える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to verify the design of an economic system that voluntarily and sustainably nurtures rare species and co-creates a biodiverse rural society, based on mutual feedback from theory, economic experiments, and simulations. For this purpose, we conducted Task 1, "Measuring Consumers' Values for Biodiversity Conservation," which suggested that consumers tend to value not only diversity but also manufacturing processes and the appearance of products. Issue 2, "Dynamic Verification of Producers' Efforts for Biodiversity Conservation under Uncertainty," indicated that subsidies increase producers' efforts rather than self-help efforts. Issue 3, "Designing an Economic System for Co-creation of a Sustainable Biodiversity-Rural Society," suggested that inputs tend to be better than outputs in terms of information effects in the market.

研究分野：実験経済学

キーワード：実験経済学 マルチエージェントシミュレーション 稀少性 情報の効果

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

COP10 生物多様性会議（名古屋）は 192 か国が参加し、生物多様性を支える持続可能な農業への強い関心を集めた。食の安全や環境評価は消費者の選好表明に重点が置かれてきた。国外では、Hayes et al. (2004)は豚肉の X 線殺菌のリスクが、Marette et al. (2009)はツナ缶の水銀リスクが需要を減らすことを実食実験で観察した。しかし、表明選好法では、アンケートと実験の選好表明の差異（仮想バイアス）が政策評価の障害とされてきた経緯があり、Lusk and Shoroder (2004)も牛肉の質への仮想バイアスでそれを立証した。一方、国内では、初めて、申請者の業績 24 が食の仮想バイアスを検証し、実験では亜硝酸ナトリウムの防菌・風味の効用が、アンケートでは発癌性のリスクが需要を変動させる差異を発見した。しかし、業績 14 と 15 ではカーボンフットプリントへの選好は環境意識に影響を受けるが、仮想バイアスを示さ無いことを証明した。一方、本課題に関連する業績 8 では朱鷺の生育を考慮して栽培された佐渡朱鷺米の実食かつ購買実験を実施し、環境意識が低い人でも、朱鷺米の生育過程を説明すると、高いプレミアムを持つことを示した。さらに、業績 1 は日本とタイでの米の選好を大規模アンケートで比較し、日本では有機栽培が、タイではフェアトレードが重要視され、その傾向は逆であることを示した。以上の成果は、生物多様性を考慮した農作物を栽培する持続可能な農村社会の共創には、農家の保全努力を消費者に適切に伝達し、消費者の購買意欲を上げることで、農家の生産努力に報いる経済システムが必要であることを示唆している。しかし、現在の我が国の生物多様性を考慮した農業は、国家的補助政策を過度な拠り所とし、地域ごとの取り組みもまばらで、農村社会が自発的かつ持続的に生物多様性を維持するために必要なプラットフォームが確立されていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、この課題解決のために、申請者の上記研究手法を応用し、日本を代表する稀少性生物である朱鷺と、それを育む農村社会として世界農業遺産に登録されている佐渡、そして、その代表的な農産物である佐渡米をモデルケースとし、(1) 消費者の生物多様性保全に対する価値を評価し、(2) 生産者が不確実性下で生物多様性保全のために払う努力を動学的に検証し、(3) 持続可能な生物多様性農村社会共創のための経済システムを設計し、その有効性を理論・実験室実験・マルチエージェントシミュレーション・フィールド調査・社会実験から検証する。

### 3. 研究の方法

1 年目：

課題 1 「消費者の生物多様性保全の価値評価」では、表明選好法の一つである選択型実験法に、選んだ食品を「買って、食べる」という制約を追加した「選択型食品購買実験法」という国内では申請者が初めて採用した手法を使う。

この手法で用いる意思決定として、選択肢に新潟米、佐渡米、朱鷺認証米を設定し、その食品属性として、「価格」と「産地」、安全性の指標として「農薬」、食味の指標として「食味ランキング」、環境面の指標として「有機栽培」を設定し、そこに本研究の主要因である「朱鷺との共生（生物多様性）ラベル」を追加して用いる。このラベルは朱鷺を育成することに対する「農家の費用負担」と朱鷺育成のために購入額から払われる「寄付額」の 2 項目から構成する。これらの属性変数の値を変化させ、1 人あたり 12 回の選択決定を行わせ、そこから各属性および生物多様性に対する支払意志額を推計する。

進行手順は次の通りである。まず、何も情報がない初期状態での購買意欲を探るために、何も情報を与えずに 6 回の意思決定を行う。その後、実際に買って家で食べた後の購買意欲を想定し、各米の試食と味の評価を行い、再度 6 回の同じ意思決定を行う。この実験をベンチマークとして、試食の後、3 つの情報制御因子として、各米の栽培方法と生物多様性への取り組み、各米の食味ランキングの科学分析結果、消費者と和食料理人の評価を独立して与える、3 つの追加実験を行う。そして、各情報制御が各属性に与える効果を検証し、どのような情報公開がどのような属性への支払意志額を増加させるかを検証する。さらに、年齢・職業・収入・家族構成などの社会属性、日々の食品選択基準に関する質問および環境心理尺度や環境リスクを計測する。被験者は大阪の消費者（350 人）と和食料理人（100 人）を対象とする。和食の利用人は協力店舗の料理長を提供してもらう。

課題 2 「生産者の生物多様性の保全努力の検証」では、若手 B で開発した同時手番のナッシュ均衡を前提とした消費者と生産者の安全確保努力モデルを不確実情報下の逐次手番のモデルへと

拡張する。生産者の生産関数を農地・労働・農薬のコブダグラス型とする。朱鷺の育成は初期保有地から農地を差し引いた餌場の増加関数で、農薬の減少関数とする。生産者は農薬を減らし、労働を増やすことで、米の質を上げ、消費者の効用を上げることができるが、生産費用は増える。生産者は売値に朱鷺の育成の寄付金を上乗せでき、生産者はこの寄付額を任意に設定可能とする。一方、消費者は朱鷺の増加から[0, 1]の一樣分布で効用を得る複数主体とする。消費者は朱鷺の寄付によって、生産者の費用負担を下げ、朱鷺の個体数を増加させることができる。つまり、朱鷺の個体数は生産者と消費者の両方の意思決定に依存する関数となる。生態系としては三階層のピラミッドを設定し、朱鷺を一次消費生物として、朱鷺の増減が生態系に与える影響を検証する。さらに、不確実性として、消費者は生産者の投入量を知り得ないため、農薬量と朱鷺の餌場には不確実性がある。そのため、寄付の額をシグナルとして購買行動を行う。この想定の下での社会的に最適な農薬量・餌場・朱鷺の数と、シグナリングでのナッシュ均衡を比較する。課題3「農村社会共創のための経済システム設計」では、朱鷺以外の国内外の事例をサーベイし、制度としての共通点や長短をまとめる。また、稀少性生物と共生する農村システムの模索として、生物多様性の保全に努める農村部へのフィールド調査を農閑期に実施する。フィールド調査では、農薬・化学肥料の減少や稀少性生物に配慮するなど生物多様性の保全に努める農家を対象に、保全に係る費用と便益を調査する(300人)。

## 2年目:

課題1の実験結果の頑健性(仮想バイアス)を検証するため、同内容を全国規模のインターネット調査(1000人)によって検証する。以上の調査結果を混合ロジットモデル、潜在クラスモデル、階層ベイズモデルで分析し、各属性と情報の効果を比較し、仮想バイアスの生じない方法を探る。また、日本米を海外に輸出する上で生物多様性の持つ価値とそのPR方法を検証する。課題2では初年度の理論モデルと課題3のフィールド調査の結果を踏まえて生産関数などをリファインメントし、理論モデルの帰結を被験者実験によって検証する。被験者は学生100人とする。次に、分担者と共同で、申請者らの業績のシミュレーションモデルを改訂し、実験結果を検証するためのマルチエージェントシミュレーションを行う。実験での消費者行動を消費者エージェントにプログラムし、短期の利益最大化と長期の利益最大化を行う農家エージェントを混成させ、農薬量、餌場の大きさ、朱鷺の数、米の価格の収束過程を強化学習から探る。そして、実験とシミュレーションの結果を比較する。課題3では、課題2の実験システムを基盤として、社会的に最適な朱鷺の数へと近づけるための経済システムを経済実験から検証する。制度を大局的に捉え、4つの異なる情報公開制度のある市場システムとして、課題1の初年度の情報公開との整合性を図り、第三者認証機関が存在する市場、生産者が自主規制を行う市場、食べログやConsumer Reportのように意見交換できる市場、生産者が生産過程に関わる情報を公開する市場を設計する。これらの環境で、生産者は「価格」、「米の質」、「農薬」、「稀少性生物育成の寄付金」などを販売時に公開可能とする。ここで、価格と寄付金以外は消費者が観測不可能なため、生産者はこれを偽装できる。ただし、第三者認証機関が存在する場合には、認証料を払うことで、これらの情報が真実であることを保障してもらう「生物多様性ラベル」を得ることができる。生産過程にかかる情報を公開できる市場では、農薬量や餌場を公開することが可能である。生産者が自主規制する市場では、生産者が目標とする農薬や餌場の努力値を公表する。この環境の下で、被験者(学生100人)実験を行い、各システムにおける社会厚生、朱鷺の数(生態系の変化)、米の価格の変化を探る。

## 3年目:

課題3に関するマルチエージェントシミュレーションと社会実験を実施し、3年間の成果をまとめる。まず、実験結果を定性的にサポートするために先に開発したシミュレーションに被験者の行動パターンを反映させて、シミュレーションを行い、結果を比較・検証する。次に、社会実験では各システムが必要に与える影響を検証することに主眼を置き、協力者と協力し、朱鷺の認証マークのついた佐渡米とそれが無い佐渡米を店舗で販売する。実験因子として制御する制度は課題2の4つの情報制御因子を基礎とし、次のように現実的整合性を担保する。第三者認証では、朱鷺との共生認証マークと有機栽培のオーガニックラベルを組み合わせる。生産者の自主規制では、生産者が朱鷺のために行っている努力をパンフレットで紹介する。消費者同士の情報交換制度では、佐渡米に対する情報交換を可能なSNSや店頭掲示板を立ち上げる。生産者による生産過程を公開する制度では、佐渡米の製造過程を写真、ビデオに収め、生産者から消費者に向けてメッセージを送ってもらい、それを店頭で流す。以上の制御因子下で販売する米の容量を1kgとして、情報公開制度と販売利益の関係を検証する。なお、実際の販売は高島屋もしくは生活クラブに委託し、お米コーナーで1年間程度販売してもらい、POSデータの提供を受ける。データはパネル分析し、Difference-in-Difference推定からトリートメント効果を検証する。

## 4. 研究成果

課題1の成果として、本研究では稀少性生物の朱鷺の育成を考えた生育に基づいて作られた稲作が消費者や和食の料理人の米に対する選択行動を実際に買って食べる実験で検証した。この

実験では、栽培過程の情報と実験で提供した 3 種類の米に対する消費者と料理人の試食ランキング情報をそれぞれ情報トリートメントし、情報なしのトリートメントをコントロールとした。実験では 3 種類のお米（新潟産・佐渡産・佐渡朱鷺認証米）に対する価格を提示した選択を 6 回（論文では Expected stage）実施した後に参加者はすべての米を試食した。その後で情報トリートメントでは参加者は各情報を提供されてから前半と同じ選択 6 回（論文では Actual stage）を繰り返した。実験終了後、12 回中の 1 回を選び、その回に選んだお米とその残額を報酬とした。対象者として、佐渡に対する知識が比較的少ない大阪府在住者 344 人と料理人 42 人の計 386 人を集めた。Random Parameter Logit model 分析結果から、佐渡朱鷺認証米においてはトリートメントの中で栽培情報トリートメントにおいて Expected と Actual stages に有意差が示された。また、このトリートメントにおいて、Expected stage の WTP よりも Actual stage の WTP が約 3 倍大きくなっていることが分かる。一方で、試食ランキングトリートメントでは、料理人を信じた人は佐渡朱鷺認証米や佐渡米よりも新潟米の価値を高める傾向にあることが統計的に示された。以上の結果より、朱鷺などの稀少生物の保存を考慮した栽培方法はそのお米の価値を高めることや味の評価はその情報源により米の価値に影響を与えることが示唆された。

課題 2 の成果として、理論モデルを構築後に、その精査のために実施したマルチエージェントシミュレーションを行った。本研究は、持続可能な社会のための生物多様性の共創として、トキを育てるための補助金の影響を実証するものです。持続可能な社会のための生物多様性の共創である。理論的な分析では、Cournot Nash 均衡は、この補助金がトキの数を増加させることを示す。トキの数は増加するが、化学肥料の支出も増加し、この市場に参入する企業数も増加する。この仮説を検証するために、この仮説を検証するために、Q-learning を用いたマルチエージェントシミュレーションを実施した。その結果、トキの餌場に対する補助金は、トキの数を増やしトキの餌場に対する補助金は、米の生産量の減少を伴わずにトキを増加させることがわかった。これは、参入企業数を増やすことで、生産量の減少をカバーすることができる。

課題 3 の成果として、コロナの影響のために、実店舗での実験は計画の 1 年間ではなく、数か月となった。このため、頑健性に問題はあるものの、第三者認証では、朱鷺との共生認証マークと有機栽培のオーガニックラベルを組み合わせる。生産者の自主規制では、生産者が朱鷺のために行っている努力をパンフレットで紹介する。消費者同士の情報交換制度では、佐渡米に対する情報交換を可能な SNS や店頭掲示板を立ち上げる。生産者による生産過程を公開する制度では、佐渡米の製造過程を写真、ビデオに収め、生産者から消費者に向けてメッセージを送ってもらい、それを店頭で公開した結果、 と を表示した時が他と比べて佐渡米の購入数が多かった。これは課題 1 の結果である、 の結果を実験環境からフィールド環境にしても効果を示唆する結果であった。今後は、 の生産過程の効果を長期間、実施することが課題となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Aoki Keiko, Akai Kenju, Ujiie Kiyokazu, Shimmura Takeshi, Nishino Nariaki	4. 巻 75
2. 論文標題 The impact of information on taste ranking and cultivation method on rice types that protect endangered birds in Japan: Non-hypothetical choice experiment with tasting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Food Quality and Preference	6. 最初と最後の頁 28～38
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.foodqual.2018.11.021	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0件

〔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
研究分担者	赤井 研樹  (Akai Kenju)  (20583214)	島根大学・学術研究院医学・看護学系・講師   (15201)	
研究分担者	工藤 隆則  (Kudo Takanori)  (80736695)	摂南大学・理工学部・講師   (34428)	

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
---------	---------