

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：15301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18559

研究課題名（和文）エシカル消費に関するベイジアンモデリング及び行動変容への応用に関する実証研究

研究課題名（英文）Bayesian modeling on ethical consumption and its empirical application for behavior modification

研究代表者

松井 康弘（MATSUI, YASUHIRO）

岡山大学・環境生命自然科学学域・准教授

研究者番号：90379826

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：生協組合員に対するWebアンケート調査及び購買履歴データを統合利用し、ベイジアンネットワーク手法によりエシカル行動・エシカル商品の購買行動の要因関連モデルを構築し、各種啓発による行動変容効果を推定した。アソシエーション分析によりエシカル商品購入の関連要因、同時購入されやすい商品を特定した。スーパー等の食品売場に小型カメラを設置し、割引食品の中継画像を配信するスマホ用アプリを開発し、その購入を喚起する食品ロス削減キャンペーンを2022年・2023年の各10月に実施した。キャンペーン前後のWebアンケート調査・ID-POSデータ等を用いて、食品ロス削減行動の要因関連モデル構築、効果検証を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、先進的なデータサイエンス手法を用いてエシカル行動・エシカル商品の購買行動の要因関連を体系的に明らかにし、啓発の働きかけにより期待される効果を定量的に推定した。また産学連携による社会実証の取り組みとして、スーパー等の食品売場に小型カメラを設置し、割引食品の中継画像を配信するスマホ用アプリを開発し、その購入を喚起する食品ロス削減キャンペーンを実施し、Webアンケート調査・ID-POSデータ等を用いて食品ロス削減行動の要因関連モデル構築、効果検証を実施した。これら成果に基づいて効果的な介入策を確立し社会実装を図ることでエシカル消費に対する市民の行動変容を効果的に推進できるものと期待される。

研究成果の概要（英文）：By using integrated data from web-based questionnaire and purchase history data from members of Palsystem coop, the authors developed structural models on ethical consumption and purchase behavior of ethical commodities by Bayesian Network, then predicted the behavior modification effects of various enlightenment by sensitivity analyses of models. The influence factors of ethical purchase and specific items bought together with ethical ones were clarified by association analysis.

The authors developed a web app for online broadcasting at food corners. To motivate the purchase of discount foods, the authors installed live cameras at food corners of supermarkets and a department store, and delivered the still images of discount foods via the web app in October, 2022 and 2023. By web-based pre-and post-questionnaires for app users and ID-POS data of a participated supermarket, the authors developed structural models on food loss reduction behavior and explored the effects of the activity.

研究分野：循環型社会システム

キーワード：エシカル消費 食品ロス ベイジアンネットワーク アソシエーション分析 ナッジ 行動変容 行動モデル ID-POS

## 1. 研究開始当初の背景

2015年9月の国連総会で採択された「持続可能な開発目標(SDGs)」の達成に向けて、人や社会・環境に配慮して消費者が自ら考える賢い消費行動「エシカル消費」の推進が不可欠と考えられる。令和2年3月に閣議決定された「消費者基本計画」においても「エシカル消費」が政策上のキーワードとして登場し、その普及啓発の推進が政策課題として取り上げられているが、エシカル消費行動の実態とその促進・阻害要因に関する調査研究は十分に実施されておらず、行動変容に資する学術的知見が乏しい状況にある。

## 2. 研究の目的

本研究は、エシカル消費行動の要因関連の全体像を明らかにすること、ICTを活用した啓発効果の高いエシカル消費の啓発ツールのひな形を開発することにより、エシカル消費の推進・社会実装を図るための学術的・実務的基盤を確立することを目的とした。具体的な目的は以下の通りである。

首都圏を中心に展開するパルシステム生活協同組合連合会(以下、「パルシステム」とする)では、環境にやさしいせっけんをはじめとして、有機食品、寄付付き商品など、幅広い分野でエシカル消費関連商品を提供している。本研究では、パルシステムの組合員を対象にエシカル消費行動とその関連要因(属性、認知、態度等)に関するWebアンケート調査を実施し、実態を把握する。要因構造の検討に当たっては、近年様々な分野で分類・予測に対する有用性が示されつつある「ベイジアンネットワーク」の手法を適用し、エシカル消費行動の要因関連の全体像を解明するとともに、高い啓発効果が期待される要因を特定する。以上の検討を通じて、組合員のエシカル消費行動の実態及びその要因関連の全体像、啓発上の優先課題を検討する。

パルシステムの組合員を対象に実施したWebアンケート調査とパルシステムが保有する組合員の購買履歴に関するデータを統合して解析し、日常的な購買行動及びエシカル消費に係る行動・認知・態度及び個人属性の間の相互関連を検討する。購買履歴データの解析手法としては、近年アソシエーション分析が注目されている。アソシエーション分析は、「どの商品とどの商品が一緒に買われるか」を抽出する手法であり、同時購入の確率が高いルール(アソシエーション・ルール)を抽出して店舗の棚割りやネット販売のリコメンド等に活用されている。本研究はこの手法を用いてエシカル消費行動の要因関連の全体像を明らかにする。

食品ロス削減行動の啓発ツールとして、デパート・食品スーパー等の賛同企業の食品売場に小型カメラを設置し、5分毎に食品売場の中継画像(静止画像、以下売場画像とする)を配信するWebアプリケーション(以下、アプリとする)を開発・運用する。また、割引食品の画像配信に加えて「てまえどり」、「割引食品の購入」を呼びかける普及啓発を含めた食品ロス削減キャンペーンを実施し、キャンペーン前後のアンケート調査及び参加店舗の食品購入実績データ(ID-POSデータ)を用いて、その啓発効果を検証する。

## 3. 研究の方法

### (1) ベイジアンネットワークによるエシカル消費行動モデルの構築

パルシステムを利用するメルマガ受信者を対象として、系統抽出した41,338名にemailでアンケート調査への協力を依頼した。2022年1月5日11:00にメールを送信し、1月11日23:59を回答期限に設定した。調査項目は、個人属性(年齢、性別、同居人数、職業等)、エシカル消費行動(有機食品・製品の購入、フェアトレード商品の購入等)。

エシカル消費に関する認知・理解・関心度、社会意識、行動意図、パルシステムで使用されている商品マークの認知・理解及び商品購入時の意識、その他エシカル消費行動の関連要因(地球温暖化に関するリスク認知・責任帰属認知・対処有効性認知、脱炭素の取り組みに対する規範意識、共感等)を設定した。

エシカル消費行動の要因構造の解析にはベイジアンネットワーク手法を用いた。ベイジアンネットワークはベイズの定理を応用した過去に発生したグラフィックモデルの一つであり、「原因」と「結果」に関するデータを統計的に処理し、『望む「結果」に繋がる「原因」』や『ある「原因」から発生する「結果」』を、確率をもって予測することのできる推論手法である。また、構築された規定因モデルの感度解析により、モデル内の各要因が変化した場合に期待される行動の実施率の変化を定量的に推定した。

### (2) アソシエーション分析を用いたエシカル消費行動の要因関連分析

本研究では、調査対象者のエシカル消費行動の実態を表すデータとして、パルシステムの購買履歴データを利用し

た。前述のアンケート調査において、回答者に購買履歴データの利用の可否をたずね、承諾が得られた回答者の購買履歴データを利用した。解析対象は、令和3年9月～11月の3か月間、13週間分、289,957件分を抽出して用いた。本研究では、アソシエーション分析を用いて、対象者のアンケートデータと購買履歴データを統合して解析し、日常的な購買行動及びエシカル消費に係る行動・認知・態度及び個人属性の間の相互関連を検討した。

### (3) 食品売場ライブ中継アプリを用いた食品ロス削減キャンペーンの啓発効果

岡山県内で約1.1万tが発生すると推定されているデパート・スーパー等の食品小売事業者に焦点を当て、その食品売場に小型カメラを設置して割引食品の画像・情報を配信し、その購入を喚起することによって売れ残り＝食品ロスの削減を目指す「のこり福キャンペーン」を2022年10月に実施した。さらに2023年10月には、食品ロス削減キャンペーンの第2弾として、割引食品の画像配信に加えて「てまえどり」、「割引食品の購入」を呼びかける普及啓発を含めた「のこり福キャンペーン Part2」を実施し、キャンペーン参加者を対象としたアンケート調査により、その啓発効果を検討した。本稿では2023年度のキャンペーンの概要及び結果を報告する。

#### 食品売場の中継画像の配信・特典の付与

2023年10月1日(日)から2023年10月31日(火)の期間、岡山市内の食品小売店舗において、食品ロス削減キャンペーンの第2弾(タイトル: のこり福キャンペーン Part2)を実施した。具体的には、デパート・食品スーパー等の賛同企業の食品売場に小型カメラを設置し、5分毎に食品売場の中継画像(静止画像、以下売場画像とする)を配信するWebアプリケーション(以下、アプリとする)を開発・運用した(図1)。アプリでは、売場画像及びキャンペーン期間中に利用できる割引クーポン(一部店舗のみ)を表示し、アプリ利用者はレジでの精算時にクーポンと各店舗の会員カードを提示することで、

10円相当のポイント付与、NPO法人フードバンク岡山への10円寄付、の2種類の特典が付与される仕組みとした。参加事業者は、(株)天満屋岡山本店、岡山大学生活協同組合・ブックストア・ピオーネショップ、生活協同組合おかやまコープ・大野辻店、(株)天満屋ストア・ハッピーズ津島店、(株)フレスタ・フレスタ津島店の5事業者・6店舗であった。



図1 キャンペーンのチラシ及び割引食品ライブ中継アプリのイメージ

#### てまえどり・割引食品の購入に係る啓発

てまえどり・割引食品の購入に関する認知向上・商品を手にする際の意識付けを図るため、農林水産省の「食品ロス削減に資する小売店頭用啓発資材」のうち、「手前から買う」も立派な貢献、買わないなんて「もったいない」のメッセージが記載された2種類、及び環境省等が作成した値札レール用の「てまえどり」の啓発資材を参加店舗に掲示した。農林水産省の啓発資材は、床に貼付するPOP(図2)、清算後の商品をマイバック等に移し替える台(サッカー台)に貼付するPOP、学生川柳を組み合わせたPOPに加工して使用した。

#### ユーザー登録時・終了後のアンケート調査

本キャンペーンで運用したアプリのユーザー登録時にアンケート調査フォームのURLを表示して回答を依頼した。回答期限は2023年10月31日とし、有効回答数は144名であった。本アンケートでは、キャンペーン実施前の食品ロスに対する認知・理解、意識・行動、食品購入に対する認知・理解、意識・行動についての質問項目を設定した。また、ユーザー登録時のアンケート調査回答者を対象に、キャンペーン終了後の2023年11月11日(土)にアンケートフォームのURLをメールで送信して回答を依頼した。調査項目は、上記登録時のアンケート調査項目に加えて、キャンペーン、アプリ、啓発POPの認知等に関する項目を設定した。回答期限は2023年12月3日(日)とし、有効回答



図2 床に貼付したPOP

数は 80 名であった。

ID POS データを用いた食品ロス削減キャンペーンの効果検証

食品ロス削減キャンペーンに参加した事業者 1 社について、キャンペーン前の 9 月、キャンペーン期間の 10 月の食品購入データ (ID-POS データ) を用いて、中継対象の食品カテゴリーの売上を比較した。

#### 4 . 研究成果

##### (1) ベイジアンネットワークによるエシカル消費行動モデルの構築

アンケート調査データを用いて構築したエシカル消費行動の規定因モデルの一例として、図 3 に有機食品の購入に関する規定因モデルを示した。規定因モデルの感度解析により、各規定因を最大に高めた場合に期待される実施率向上の効果を試算したところ、有機食品の購入に対しては有機・GMO マークの意識の効果が 20%と大きい一方で、マークの理解による効果は相対的に小さかった。マークについては組合員の理解を促進する段階にとどまらず、商品選択時の意識付けを強化することが重要と考えられた。

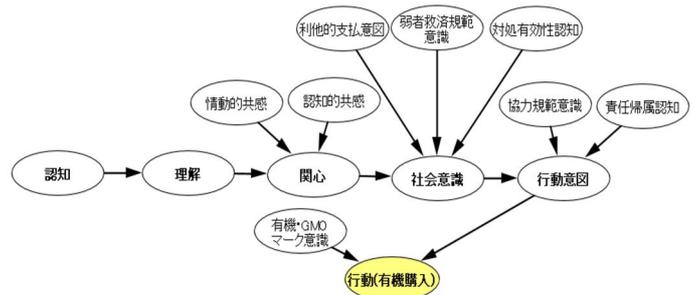


図 3 有機食品の購入の規定因モデル

##### (2) アソシエーション分析を用いたエシカル消費行動の要因関連分析

アンケート調査で把握したエシカル消費行動とその関連要因についてアソシエーション分析を適用し、5 種類のエシカル商品購入行動に対して、各要因の関連の強さの指標である信頼度 (事象 A と事象 B が発生した対象者数÷事象 A が発生した対象者数) を評価したところ、これら行動に共通して信頼度が高かったのは、エシカル消費の認知・興味・行動意図といった関連要因及び商品選択時のマークの意識であった。エシカル消費行動の促進に当たっては、エシカル消費の関連要因、マークに対する意識付けを高めるような広報やキャンペーン等を展開することが重要と考えられる。

パルシステムでは、エシカル消費の多数の要素を盛り込んだボディソープを開発した。同商品は、産直のエキストラオリーブオイル、環境・児童労働などの人権に配慮して生産された持続可能なパーム核油、フェアトレードのマスコバド糖、産直産地の甘夏製油、プラスチック削減のために開発した浴室使用に耐える紙パックを使用し、専用ポンプは付替用に再使用することができるよう開発されたものである。購買データとアンケート調査データを統合したアソシエーション分析の結果について、信頼度と信頼度の順位等を表 1 に示した。表中に信頼度の上位 1 - 5 項目を緑色、上位 6 - 10 項目を黄色で示した。シャンプーの購買行動の促進を図る上で、信頼度の高かった 50 代、リユースびん、有機食品マーク付き商品の購入者に対して優先的に購入を呼び掛けることが有効と考えられる。また、エシカル行動については、フェアトレードと、被災地支援をしている人の信頼度が特に高く、その他に有機食品の購入、環境配慮商品の購入、再生可能エネルギーの利用、パルシステムでんきの契約者、個別商品の購入実績の上位 10 品目等の要因についても、今後の働きかけの対象、商品カタログのレイアウト、ネット上のリコメンド表示などを検討する際の参考情報となると考えられる。

表 1 ボディソープのアソシエーション分析の結果

	要因	信頼度	サポート値	lift	順位
属性	50代	3.79	1.00	1.60	4
	世帯人数2人	3.25	1.15	1.37	11
	女性	2.51	2.30	1.06	17
エシカル行動	フェアトレード	4.52	1.51	1.91	1
	被災地支援	3.94	1.22	1.66	3
	有機購入	3.53	1.72	1.49	6
	環境配慮商品	3.38	1.87	1.43	7
	再エネ	3.31	1.43	1.40	9
	でんき契約	3.26	1.87	1.38	10
	3R商品	2.90	2.01	1.23	13
	産地消	2.90	1.87	1.22	14
	マイバッグ	2.52	2.22	1.06	16
マーク商品の購入実績	コア・フード	4.12	2.15	1.74	2
	リユースびん	3.60	2.08	1.52	5
	有機JAS	3.35	2.22	1.41	8
	エコチャレンジ	2.93	2.37	1.24	12
	リサイクル	2.57	2.37	1.08	15
	プラ削減	2.47	2.37	1.04	18
個別商品の購入実績	GMO不使用	2.44	2.37	1.03	19
	白菜 (カット) 1/4カット	7.73	1.08	3.27	
	スライスチーズ 7枚 (126g) * 2	7.61	1.08	3.22	
	なす 1袋	6.70	1.00	2.83	
	箱なしティッシュペーパー 200W×6	6.60	1.00	2.79	
	ピーマン 1袋	6.38	1.08	2.70	
	ピーマン 200g	6.33	1.08	2.67	
	压榨一番しぼり菜種油 1250g	6.16	1.22	2.60	
	もち巾着入りおでんセット (スープ付) 9種17個	5.91	1.00	2.50	
	緑豆もやし 300g	5.88	1.29	2.48	
压榨一番しぼりごま油 200g	5.74	1.00	2.42		

### (3) 食品売場ライブ中継アプリを用いた食品ロス削減キャンペーンの啓発効果

#### 啓発資材の認知

本キャンペーンで使用した啓発資材の認知率を図4に示した。認知率は「商品棚の値札の横に掲示された「てまえどり」のメッセージPOP」が56.3%で最も高く、床に貼付したてまえどりのPOP、サッカー台のPOP、学生川柳の認知率が30%台であった。アプリの中継対象としなかった牛乳・食パン等売場の床に貼付したPOPの認知率は23.8%であり、アプリと連動しないPOPのみによる啓発では認知率が低いものと考えられた。

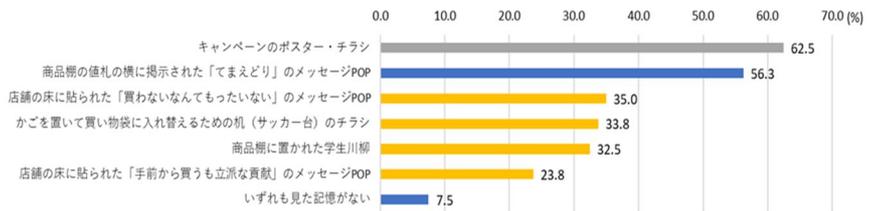


図4 啓発資材の認知率

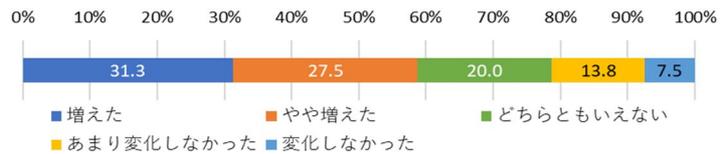


図5 割引食品の購入頻度の変化

#### 割引食品購入手動の変化

キャンペーン前と比べて割引食品を購入する機会が増えたか尋ねた結果を図5に示した。「増えた」「やや増えた」の回答を合わせて58.8%であり、過半数の利用者において割引商品の購入が増えたものと考えられた。

#### 牛乳・食パンのてまえどり行動の変化

ユーザー登録時・終了後の2回のアンケート調査において、牛乳・食パンのてまえどりの行動を4段階（1 手前から購入～4 奥から購入）で尋ねており、「対応のあるt検定」により前後の平均値を比較した結果、牛乳のてまえどりについては、ユーザー登録時の平均2.05に対して終了後の平均1.89と5%水準で有意差が認められ、キャンペーンによりてまえどり行動を促進したことが示唆された。一方、食パンのてまえどりについては、ユーザー登録時の平均1.97に対して終了後の平均1.98と有意差は認められなかった。

#### 食品ロス削減行動の規定因モデル

食品ロス削減につながる消費者の購入手動として、「食パンのてまえどり」「牛乳のてまえどり」「割引食品の購入機会の増加」の3種類の食品ロス削減行動について、重回帰分析により規定因構造モデルを構築した結果を図6エラー！参照元が見つかりません。に示した。食品ロス削減に係る認知・理解、態度、行動の階層的な要因関連を確認した。

#### ID POS データを用いた食品ロス削減キャンペーンの効果検証

キャンペーン前後の中継対象の食品カテゴリーの売上を比較したところ、冷惣菜のカテゴリーで10月の割引食品の売上個数が9月の1.3倍、寿司のカテゴリーで10月の割引食品の売上個数が9月の5%増であり、キャンペーン期間に割引食品の売上が増加したことが確認された。

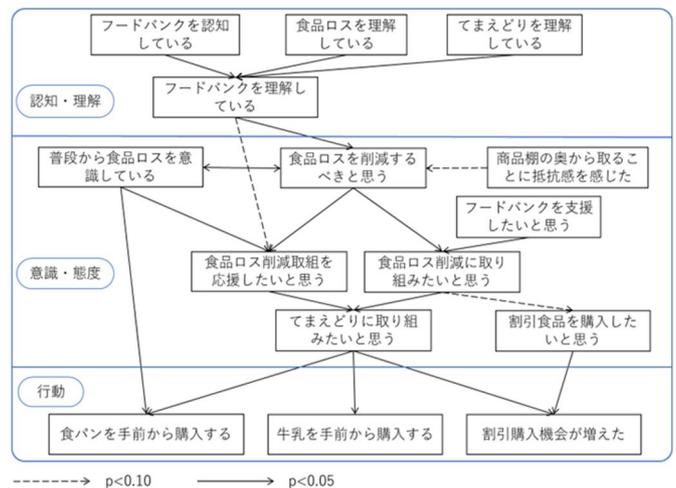


図6 食品ロス削減行動の規定因モデル

#### (4) まとめ

本研究は、先進的なデータサイエンス手法を用いてエシカル行動・エシカル商品の購買行動の要因関連を体系的に明らかにし、啓発の働きかけにより期待される効果を定量的に推定した。また産学連携による社会実証の取り組みとして、スーパー等の食品売場に小型カメラを設置し、割引食品の中継画像を配信するスマホ用アプリを開発・運用し、その購入を喚起する食品ロス削減キャンペーンを実施して Web アンケート調査・ID-POS データを用いて食品ロス削減行動の要因関連モデル構築、効果検証を実施した。これらの研究成果に基づいて、効果的な介入策を確立し、社会実装を図ることでエシカル消費に対する市民の行動変容を効果的に推進できるものと期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Jakimiuk Aleksandra, Matsui Yasuhiro, Podlasek Anna, Koda Eugeniusz, Goli Venkata Siva Naga Sai, Voberkova Stanislava, Singh Devendra Narain, Vaverkova Magdalena Daria	4. 巻 892
2. 論文標題 Closing the loop: A case study on pathways for promoting sustainable waste management on university campuses	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 164349 ~ 164349
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.scitotenv.2023.164349	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 Sutkowska Maja, Stefanska Anna, Vaverkova Magdalena Daria, Matsui Yasuhiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Fostering sustainable Urban Development: Integrating School Areas for supporting the City's Blue-Green Infrastructure	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Acta Scientiarum Polonorum. Architectura	6. 最初と最後の頁 12 ~ 31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.22630/ASPA.2024.23.2	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 松井康弘、因幡亮汰、高川晴名	4. 巻 77
2. 論文標題 食品売場ライブ中継による食品ロス削減キャンペーンの参加実態及び関連要因の検討	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 都市清掃	6. 最初と最後の頁 243-248
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 無
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 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 松井康弘、高川晴名、田中亜蓮
2. 発表標題 ベイジアンネットワークによるエシカル消費行動モデルの構築
3. 学会等名 第33回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井康弘、皆見奈歩
2. 発表標題 アソシエーション分析を用いたエシカル消費行動の要因関連分析
3. 学会等名 第44回全国都市清掃研究・事例発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuhiro MATSUI, Aren TANAKA, Magdalena Daria Vaverkova, Aleksandra Jakimiuk
2. 発表標題 Structural Modeling On Ethical Consumption Behavior Using Bayesian Network
3. 学会等名 5th Environmental Geotechnology, Recycled Waste Materials and Sustainable Engineering (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>岡山食品ロス削減プロジェクト「のこり福キャンペーン」  <a href="https://sdgs.okayama-u.ac.jp/efforts/index.php?c=efforts_view&amp;pk=369">https://sdgs.okayama-u.ac.jp/efforts/index.php?c=efforts_view&amp;pk=369</a>  お買い得な割引食品の情報を「見える化」し、食品ロスを削減する  <a href="https://sdgs.okayama-u.ac.jp/persons/index.php?c=persons_view&amp;pk=18">https://sdgs.okayama-u.ac.jp/persons/index.php?c=persons_view&amp;pk=18</a></p>
---

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

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			
ポーランド	Warsaw University of Life Sciences			