

2025 年度中央大学共同プロジェクト 研究実績報告書

1. 概要

研究代表者		所属機関	経済学部	2025 年度助成額	
		氏名	伊藤 篤		
		NAME	Atsushi Ito		
研究 課題名	和 文	ICT・AI を活用した乳製品高品質化と酪農産業の競争 力強化		研究 期間	2024～2026 年度
	英 文	Enhancing Dairy Product Quality and Strengthening the Competitiveness of the Dairy Industry using ICT and AI			

2. 研究組織

※所属機関・部局・職名は 2026 年 3 月 31 日時点のものです。

	研究代表者及び研究分担者		役割分担	備考
	氏名	所属機関/部局/職		
1	伊藤 篤	中央大学・経済学部・教授	とりまとめ、センサ/AI 構 築	
2	中野 智子	中央大学・経済学部・教授	放牧環境調査	
3	鳥居 鉦太郎	中央大学・経済学部・准教授	データ共有管理/AI 利用	
4	平松 裕子	中央大学・経済学部・特任教授	データ分析、マーケット調 査	
5	長尾 慶和	宇都宮大学・農学部・教授	ミルク分析、ウシ行動解析	
6	福森 理加	酪農学園大学・准教授	ウシの健康管理	
合計 6 名				

3. 2025年度の研究活動報告 ※行が不足する場合は、適宜、行を追加してご記入ください。

(和文)

2025年度の成果：

牛乳の品質向上には、アニマルウェルフェアの向上が不可欠である。牛が健康であれば、ミルクの品質も向上する。また、牧草の摂取量も、ビタミン、ベータカロテンの量などのミルク品質に直結する、そこで、アニマルウェルフェアと牧草摂取量を推定する、以下のソフトウェアを開発した。

(1) 牛の衛生状態管理アプリ

昨年度は、酪農学園大学と共同で牛の衛生状態管理アプリの有効性を確認するための試作を行ったが、今年前半は、アプリの使い勝手の向上を実現するとともに、牧場毎の牛の衛生状態に関するレポートを自動生成する機能を実装した。これにより、データの収集から結果のとりまとめをサーバー上で完結することができるようになり、作業効率が向上した。

今後の課題：現在の実装は、集計結果のグラフ化までであり、牧場へのアドバイスは担当者が書いているが、これをAIで下書きできるようにしたい。また、現在は、健康状態スコアを担当者が入力しているが、入力に使っているスマホのカメラを使って自動判定する機能も追加の予定である。

また、使い勝手の向上についてのデータを取得してから、論文としてまとめる予定である。

(2) 牛の行動分析実験データ解析アプリ開発

採食時間と歩行時間の正確な測定は、追加の餌の量を決めるために必要な、牧草からの摂取カロリーと歩行による消費カロリー差分を推定するために重要である。そのために、宇都宮大学と共同で、加速度センサを利用した行動分類 IoT デバイスの開発を進めている。そのために、牛の行動をビデオ撮影し、1秒ごとにラベル付けをすることで、加速度センサの値と行動（採食、歩行、静止、その他）を分類するAIを構築している。これまでの研究により、概ね正確な分類ができているが、まだ、サンプルが少ないため、汎用性があるとは言えない。そこで、データを増やすために、次のようなストラテジを考えた。Step1：ビデオを分析するツール（人が操作）をまず開発することでデータを増やし、Step2：各画像の骨格分析をすることで、静止画から行動を推定するツールを作成し、最終的には、Step3：YOLOのような動画解析ツールと骨格分析を組み合わせ、自動的なラベル付けを可能とするツール構築を目指している。これが完成すれば、多くのデータを蓄積することが容易になり、加速度センサによる行動分類精度を現在の80%から90%に引き上げることができると考えている。

今後の課題：現在は、Step2の精度向上を行っており、2026年度中にStep3まで完成したい。

また、日本と違い、広大な牧場を有するオーストラリアにおける酪農へのICTの適用について調査を行った。その結果、オーストラリアは牧場が広く、そこそこの品質のミルクを、そこそこの分量得ることができるため、伝統的な酪農にこだわり、積極的にICTを導入する意欲が無いようである。

しかしながら、自然農法に近い牧場経営をしている、小規模な酪農家も増えてきているようである。タスマニアで訪問した牧場は、牛が30頭、羊が30頭ほどの規模であるが、無農薬で牧草を育てている。オーナーは、もともと大学で環境学の研究者をしていたひとで、炭素吸収量

も含めて、家畜・牧草のバランスを重視している。その牧場の隣には、牛数百頭を放牧している大規模な牧場があるが、牛がすぐに草を食べてしまうので、化学肥料と散水により、牧草を維持している。コストがかなりかかるため、牛1頭あたりの収益は、小規模な牧場の方が良いとの話であった。日本に合った牧場経営の参考になる事例であった。

外部発表：

論文（1件）、学会発表（4件（このうち国際会議3件）、著書（1件）

詳細は4.に記載する。

研究成果の展開：

本研究で明らかになった課題をもとに、以下の2件の公募案件に提案書を提出したが、どちらも採択には至らなかった。SATREPSについては、本共同研究の中で、2025年度からモンゴル生命科学大学と連携して実施している放牧の共同研究の検討結果に基づいて提案書を作成したという経緯がある。

(A) SATREPS

体制：モンゴル生命科学大学、モンゴル環境省、中央大学、宇都宮大学

テーマ：気候変動に強いグリーンシティ構築を支援する Geo AI の開発

内容：ウランバートル市の緑化を支援する Geo AI の構築。酪農とは直接関係が無いテーマに見えるが、モンゴル側の要望で牧草地の保全のための検討結果を応用して提案を作成した。

提案金額：JICA 事業費総額 300,000 千円（日本側 175,000 千円）

今後の対応：モンゴル生命科学大学、モンゴル政府と協力し、審査で指摘されたポイントを中心に提案書の見直しを行っており、2026年度も提案する予定である。

(B) スタートアップ総合支援プログラム（SBIR 支援）令和8年度公募

体制：中央大学、酪農学園大学

テーマ：牛の心理状態を可視化する技術の開発

内容：脳波センサを利用して牛の心理状態を可視化する装置の開発

提案金額：総額 20,000 千円（2年）

今後の対応：引き続き公募案件を探して提案する予定である。

（英文）

Results for Fiscal Year 2025:

Improving animal welfare is essential for enhancing milk quality. When cows are healthy, milk quality improves. Furthermore, forage intake directly affects milk quality, including vitamin and beta-carotene levels. Therefore, we developed the following software to estimate animal welfare and forage intake.

(1) Cattle Hygiene Management App

Last fiscal year, we created a prototype to verify the effectiveness of the cattle hygiene management app. In the first half of this year, we improved the app's usability and implemented a feature to automatically generate reports on each farm's cattle hygiene status. This allows the entire process—from data collection to compiling results—to be completed on the server, thereby improving operational efficiency.

Future Plan: The current implementation only generates graphs of aggregated results, and while staff members currently write the advice for farms, we aim to enable AI to draft these recommendations. Additionally, while health status scores are currently entered manually by staff, we plan to add a feature

that automatically assesses these scores using the smartphone camera used for data entry. We also plan to collect data on usability improvements and compile it into a research paper.

(2) Development of an App for Analyzing Experimental Data on Cattle Behavior

Accurate measurement of feeding and walking times is crucial for estimating the difference between calories consumed from pasture and calories expended during walking, which is necessary to determine the amount of supplemental feed. To this end, we are developing an IoT device that classifies behavior using an accelerometer. To achieve this, we are building an AI system that classifies behavior (feeding, walking, resting, or other) based on accelerometer values by video-recording cattle and labeling the footage every second. While our research to date has achieved generally accurate classification, the sample size is still too small to claim universal applicability. Therefore, we have devised the following strategy to increase the data set. Step 1: We will first develop a video analysis tool (operated by humans) to increase the data volume. Step 2: We will create a tool to estimate behavior from still images by performing skeleton analysis on each image. Finally, in Step 3, we aim to build a tool that enables automatic labeling by combining video analysis tools like YOLO with skeleton analysis. Once this is completed, we believe it will become easier to accumulate large amounts of data, allowing us to improve the accuracy of behavior classification using accelerometers from the current 80% to 90%.

Future Plan: We are currently working on improving the accuracy of Step 2 and aim to complete Step 3 by the end of fiscal year 2026.

Additionally, we conducted a survey on the application of ICT to dairy farming in Australia, which, unlike Japan, has vast pastures. Our findings suggest that because Australian ranches are vast and can produce a reasonable quantity of milk of decent quality, farmers tend to stick to traditional dairy farming methods and show little enthusiasm for actively adopting ICT.

However, there appears to be a growing number of small-scale dairy farmers who operate their ranches using methods close to natural farming. The ranch we visited in Tasmania, which has about 30 cows and 30 sheep, grows grass without pesticides. The owner, a former environmental researcher at a university, places great importance on the balance between livestock and pasture, including carbon sequestration. Adjacent to this farm is a large-scale operation grazing several hundred cows; however, since the cows consume the grass so quickly, the farm relies on chemical fertilizers and irrigation to maintain the pasture. Because this approach is quite costly, the owner explained that the small-scale farm actually generates higher profits per cow. This was a case study that could serve as a reference for farm management suited to Japan.

Publications:

Papers (1), Conference Presentations (4, including 3 at international conferences), Books (1). Details are provided in Section 4.

4. 主な発表論文等（予定を含む）

2025年度に行った共同研究プロジェクトの研究課題としての成果内容についてご記載ください。

※行が不足する場合は、適宜、行を追加してご記入ください。

【学術論文】（著者名、論文題目、誌名、査読の有無（査読がある場合は必ず査読有りと明記してください）、巻号、頁、発行年月）＜発表予定を含む。但し、投稿中、投稿準備中のものは除く＞
<u>伊藤 篤</u> , “ICT による放牧支援技術”, 経済学論纂 第67巻第1・2・3合併号, 原稿提出済み
【学会発表】（発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月）
Batchimeg Bayaraa, Kazuya Nogami, Naoya Tsuruta, Madoka Hasegawa, <u>Atsushi Ito</u> and <u>Yoshikazu Nagao</u> , "A Study on Dairy Cow Posture Estimation Using Deep Learning with Resnet," IEVC 2026, Late breaking paper, L1-7, Hiroshima, Mar. 2026. 査読有り
B. Bayaraa, K. Nogami, N. Tsuruta, M. Hasegawa, <u>R. Fukumori</u> , <u>Y. Nagao</u> , A. Otsuka, M. Onda, <u>Y. Hiramatsu</u> , <u>T. Nakano</u> , <u>A. Ito</u> , “Behavior Analysis for Grazing of Cows”, EUROCAST 2026, スペイン, 2026年2月 査読有り
恩田 芽依, <u>伊藤 篤</u> , 平松 裕子, 中野 智子, Batchimeg Bayaraa, 野上 和哉, 鶴田 直也, 長谷川 まどか, <u>長尾 慶和</u> , 福森 理加, 大塚あみ, “牛の行動観察環境の構築”、第39回ネットワークソフトウェア研究会、オンライン、2026年1月
<u>Yoshikazu Nagao</u> , Shiori Ashibe, Yui Kobayashi, Shusuke Toishikawa, Mayuko Anazawa, “Effects of maternal liver abnormality on in vitro maturation of bovine Oocytes”, 2025 Annual Meeting, Society for the Study of Reproduction, 米国, 2025.7
【図 書】（著者名、出版社名、書名、刊行年）
<u>伊藤 篤</u> (担当:共著), “食と旅と ICT”, 中央大学出版部 2026年2月 (ISBN: 9784805722817)
【その他】（知的財産権、ニュースリリース等）