

補助事業番号 2023M-425  
補助事業名 2023年度 酪農・畜産業のDX化による牛の健康管理システムの開発補助事業  
補助事業者名 国立大学法人宮崎大学

## 1 研究の概要

畜産農家の労力・精神的負担軽減のため、24時間稼働可能な牛の健康管理システムを確立する。具体的には、(1) 摂食行動検知・体重測定等の画像解析技術による精度向上、(2) 牛舎環境に左右されない高効率・高生産性システムで未経験者も簡単に使用可能、(3) 農業経験者・従事者の現場ニーズに基づく実用化を目指す。

## 2 研究の目的と背景

日本では農業従事者の高齢化と若者の就職率低下が課題である。農業を支えてきた小規模農家の衰退阻止が必須となっている。本研究は既存技術（摂食行動、BCS評価、個体識別）とAIによる牛の行動解析ノウハウを活用し、牛の異常を自動検知・集約することで農家負担を軽減する。これにより農業参入のハードルを下げ、酪農分野への新規参入増加を目的とする。

## 3 研究内容

### 研究開発項目1 摂食時間計測と牛の追跡システム

#### (1) 摂食時間計測

摂食推定には牛の頭部領域と餌場領域の検出が必要となる。深層学習により頭部・餌場領域を自動検知し、検知された線を越えた場合を摂食、越えなかった場合を非摂食として判定する。図1-1に摂食行動の判定を示す。乳牛舎内の牛を対象とした頭部領域検出率は平均98.1%、摂食行動検知の正答率は平均82.4%であった。



(a) 実証農場 A牧場（宮崎県）



(b) 実証農場 B牧場（北海道）

図 1-1 摂食行動の例

#### (2) 牛の追跡システム

牛の追跡には深層学習による牛領域検出が必要となる。検出情報をもとに跛行スコアを検出する。実験環境を図1-2、牛領域検出・追跡例を図1-3に示す。牛舎天井設置の3Dカメラを用い複数牛環境で実験を行った。牛領域検出結果99%、追跡結果99%、跛行スコア分類精度89%であった。

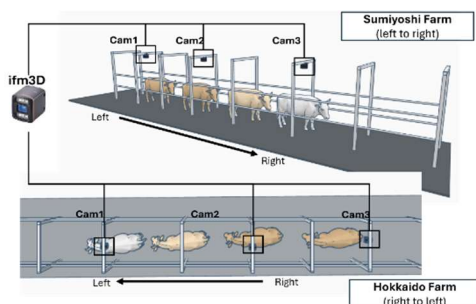


図 1-2 実験環境

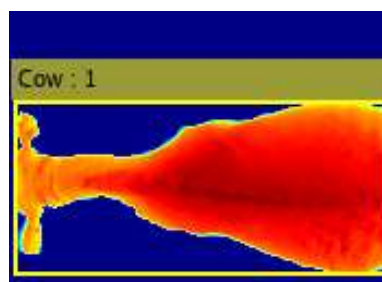


図 1-3 牛領域検出・追跡例

## 研究開発項目2 牛の摂食変化量検知と牛の体重測定

### (1) 牛の摂食変化量

摂食した餌の量推定により摂食量変化を検知する。牛1頭当たり1日約60kg摂取するため、1分間あたり41.67g摂食する。摂食時の餌減少量と摂食前の餌割合、1分間摂食量から摂食量を計算する。実験環境は図1-1と同様である。毎フレームで摂食判定し各領域の誤差率平均を全体誤差率と定義した結果、平均誤検出率は15.64%であった。

### (2) 牛の体重計測

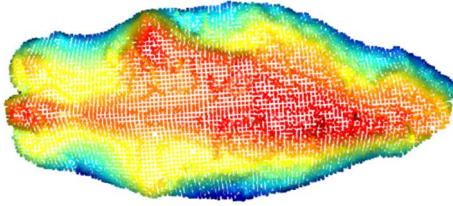


図 2-1 距離画像の例 (BCS-3.0)

BCS (Body Condition Score: 体脂肪蓄積度合い) 測定技術を用いる。BCSは専門家が1~5を0.25刻みで評価し、高値は過剰給餌、低値は給餌不足による搾乳量減少・繁殖力低下を示す。地面から3m高に設置した3Dカメラで距離データを算出する。距離画像例を図2-1に示す。推定BCSスコアと専門家スコアの比較により、全データ精度97%、平均二乗誤差0.11を達成し、BCS高値牛にも有効であることを確認した。

## 研究開発項目3 子牛の健康管理

### (1) 集団子牛の健康管理システムの構築

撮影場所: 実証農場 C牧場 (大分県)、撮影時間: 牧場内設置カメラから24時間撮影

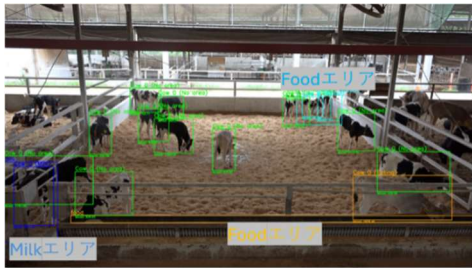


図 3-1 実験環境・検出例

表 3-1 行動推定精度

行動	Precision (%)	Recall (%)
Setting	97.32	74.68
Standing	68.85	93.75
Drinking Milk	52.18	55.88
Drinking Water	68.85	90.41
Eating	55.93	65.14

図 3-1 に実験環境及び検出例を示す。本研究では RGB カメラを用いて子牛の行動判定を行った。大規模牧場で取得されたデータを使用し、集団飼育環境における子牛の行動推定を実施した。行動推定には子牛の検出、追跡、領域抽出および個体識別が必要となる。機械学習モデルを用いた検出・追跡処理では 92%の検出精度を得た。各牛の追跡後、領域抽出により個体識別を行い、1時間のテストデータセットに対して 89%の高精度を達成した。

個体識別後、立位・座位の分類を行う。立位と分類された画像については、エリア情報を用いて餌・水・ミルクの摂取行動を判別する。水摂取と判定された画像は、精度向上のため追加の機械学習モデルにより飲水行動を検知する。1時間のテストデータに対する結果を表 3-1 に示す。

### (2) サーモグラフィカメラを用いた子牛の体温推定

撮影場所: A牧場 (宮崎県)、撮影時間: 子牛の摂食時間

子牛の感染症の1つであるマイコプラズマ中耳炎は、牛呼吸器病症候群 (BRDC) の主要病原体である微生物が耳管を介して中耳に感染して発症する。3~6週齢 (平均45日齢) で多発し、肺炎・関節炎・脳膜炎を併発することが多い。近年日本でも増加傾向にある。マイコプラズマは細胞壁がなく抗菌剤の治療効果が低いため、感染子牛は難治性で予後不良となることが多い。症状として初期は発熱、頭振り動作、神経麻痺による耳介下垂「耳下がり病」が現れ、悪化すると顔面麻痺・平衡感覚失調・嘔吐が生じる。そこで子牛の頭部領域をサーモグラフィカメラで撮影し、画像処理技術と機械学習モデルから頭部領域を検出して体温測定と耳下垂度測定を行った。

温度画像に対し機械学習モデル (Detectron2及びYOLO11) で牛の頭部領域を抽出し (図3-2)、その後眼部領域を検出して体温測定を実施した。

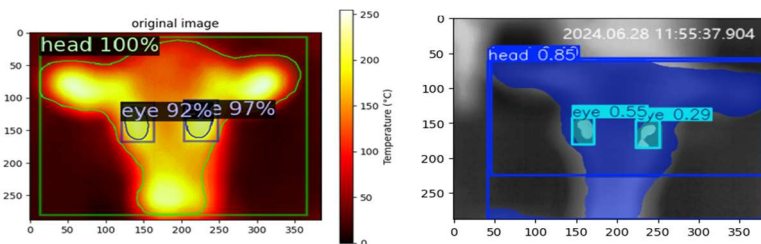


図 3-2 検出結果(左: Detectron2 右: YOLO11)

表 3-2 体温測定結果

ID	測定温度 (°C)
1	38.9
2	39.1
3	37.3
4	37.3
5	37.8
6	38.3
7	38.4
8	37.3

実験結果として、Detectron2 では子牛の頭部領域抽出で平均精度 85.8%、眼部領域抽出で平均 63.8%の精度を達成した。YOLO11 では子牛の頭部領域抽出で平均精度 71.4%、眼部領域抽出で平均 64.5%の精度を達成した。得られた眼部領域の座標と温度データをマッピングすることで体温測定を行った。8頭の子牛を対象とした実験の結果、体温の高い子牛が確認された。各牛の体温測定結果を表 3-2 にまとめる。

#### 研究開発項目4 牛の健康管理システム



図 3-1 牛の健康管理システム (BCS)

このシステムは、集約したデータからシステム(ユーザーインターフェース:UI)によって生産者がリアルタイムに牛の健康状態として管理できる「牛の健康管理システム」をWi-Fiネットワーク環境による牧場内で使用可能なシステムとして確立した。図4-1このシステムのUIを示す。UIアプリへ搭載する内容としては上記で挙げた画像データ、BCS測定値、さらには時系列による健康状態(BCS)をグラフで表示する。システムの実証実験場所としてはA牧場(数十頭規模の牧場)、B牧場(数百頭規模の農場)の二カ所にて行った。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究では、牛の摂食行動検知、体重およびBCS推定、個体識別、跛行検知などを統合した画像解析プラットフォームの開発を通じて、24時間自動健康管理を実現することを目的としている。従来は目視や経験に依存していた作業が自動化され、作業負担と精神的負担の軽減が期待される。また、異常行動や疾病兆候の早期検知が可能となることで、治療や衛生管理の高度化を促進し、疾病の重症化や感染拡大を防ぐ仕組みの構築につながる。さらに、BCS推定を活用した最適な給餌設計や、蓄積されたデータによる群れ全体の健康トレンドの把握が可能となり、経営判断のデータ駆動化を支援する。操作性にも配慮した設計により、専門知識がなくても扱いやすく、未経験者による導入を後押しする。これにより、新規就農者の参入や人材確保にも寄与し、畜産現場の持続可能性向上に貢献することが期待される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究は、学部教育および大学院教育における実践的な研究指導の一環として位置づけられる。具体的には、学部3年生の演習において本研究テーマに触れる機会を設け、画像解析技術と機械学習の基礎的な理解を深める教育プログラムを実施した。

また、本研究を通じて多くの学生の卒業・修了研究指導を行い、これまでに学部卒業生9名、大学院修士課程修了生7名、大学院博士課程修了生3名が本研究領域において学位を取得している。これらの指導実績は、畜産業におけるICT技術応用という学際的研究分野において、理論と実践を融合した教育研究体制の構築に貢献している。

学生たちは本研究を通じて、実際の牧場環境における課題解決に取り組みながら、深層学習、画像処理、データ解析などの先端技術を習得し、農業分野への技術応用という社会的意義のある研究に従事することで、実践的な研究能力を身につけている。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

知財（特許出願：1件）

学術論文（査読あり） 9編

- [1] Bo Bo Myint, T. Onizuka, Pyke Tin, M. Aikawa, I. Kobayashi, Thi Thi Zin, “Development of a real-time cattle lameness detection system using a single side-view camera”, *Scientific Reports* 14, 13734 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64664-7>
- [2] Su Larb Mon, T. Onizuka, Pyke Tin, M. Aikawa, I. Kobayashi, Thi Thi Zin, “AI-enhanced real-time cattle identification system through tracking across various environments”, *Scientific Reports* 14, 17779 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68418-3>

その他7編

国際会議発表（査読あり） 17件

- [1] M. Chikunami, Thi Thi Zin, M. Aikawa, I. Kobayashi, “Evaluation of Body Condition Score for Walking Dairy Cows Using 3D Camera”, *Proc. of The 16<sup>th</sup> Intl. Conf. on Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC2024)*, Miyazaki, Japan, Aug. 28–29, 2024.
- [2] Aung Si Thu Moe, Thi Thi Zin, M. Aikawa and I. Kobayashi, “Automatic Body Temperature Detection in Calves and Alarm System Using Thermographic Camera”, *Proc. of The 16<sup>th</sup> Intl. Conf. on Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC2024)*, Miyazaki, Japan, Aug. 28–29, 2024.

その他15件

受賞(Best Paper Award)7件

- [1] *The 9<sup>th</sup> International Conference on Science and Technology (ICST UGM 2023)*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, November 2, 2023  
“An Innovative Framework for Cattle Activity Monitoring: Combining AI-Based Markov Chain Model with IoT Devices”, Y. Hashimoto, Thi Thi Zin, Pyke Tin, I. Kobayashi and H. Hama
- [2] *The 16<sup>th</sup> International Conference On Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC 2024)* Miyazaki, Japan, August 28, 2024  
“Cattle Lameness Detection Using Leg Region Keypoints from a Single RGB Camera”, Bo Bo Myint, Thi Thi Zin, M. Aikawa, I. Kobayashi and Pyke Tin

その他 5 件

## 7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

本広報書類6の項目で記載している要素技術を使用して、図4.1に示したUIを開発した。またそれらを用いて牧場において、実験・評価を行った。

<https://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/imagelab/research/funding/>

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの 該当なし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 国立大学法人宮崎大学（コクリツダイガクホウジン ミヤザキダイガク）

住 所： 〒889-2192

宮崎県宮崎市学園木花台西1-1

担 当 者： 教授 Thi Thi Zin（ティティズイン）

担 当 部 署： 工学教育研究部 情報通信工学プログラム

（コウガクキョウイクケンキュウブ ジョウホウツウシンコウガクプログラム）

E - m a i l : [thithi@cc.miyazaki-u.ac.jp](mailto:thithi@cc.miyazaki-u.ac.jp)

U R L : <https://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/imagelab>