

「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」  
平成28年度採択研究代表者

H29 年度  
実績報告書

大川 剛直

神戸大学大学院システム情報学研究科  
教授

放牧牛のインタラクション分析による革新的飼養管理技術の開発

## § 1. 研究実施体制

### (1) インタラクション情報抽出グループ

- ① 研究代表者:大川 剛直 (神戸大学大学院システム情報学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・牛の観測・トラッキングのための環境整備
  - ・放牧地における測位手法の開発とトラッキング精度の改善
  - ・各種取得情報の統合手法の開発
  - ・各種インタラクション情報ならびにその動的変化の抽出方式の開発

### (2) インタラクション情報解釈グループ

- ① 主たる共同研究者:大山 憲二 (神戸大学大学院農学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・牛の状態把握のための各種データの取得
  - ・抽出インタラクション情報の解釈

## § 2. 研究実施の概要

本プロジェクトでは、放牧飼育されている肉用繁殖牛を対象に、牛同士の相互作用（インタラクション）情報に着目することで、牛の状態把握を可能とするシステムの開発を目指している。図 1 に開発するシステム全体のイメージを示す。これを実現するため、平成 29 年度は主に、①牛のトラッキング、②牛間インタラクションの抽出、③牛の状態把握、④インタラクションと牛の状態の関連性調査、の 4 項目を対象に、手法の開発やデータ取得などを進めた。なお、①と②は主としてインタラクション情報抽出グループ、③はインタラクション情報解釈グループが担当し、④は両グループが共同で実施したが、①～③においてもグループ間で密に連携しながら研究を進めている。

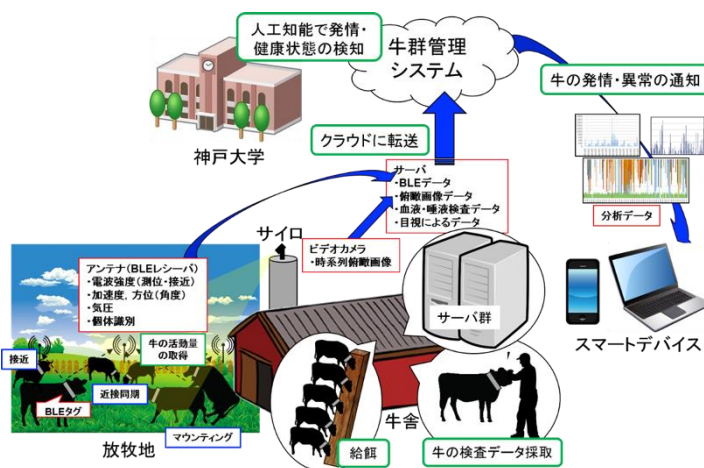


図 1: システムイメージ

### ① 牛のトラッキング手法の開発

牛に装着した BLE タグからの受信電力データをもとに牛の位置を推定する方式を開発した。開発方式では、電波伝播特性やアンテナ指向性をモデル化することで、各基地局の受信電波強度値に対応するタグの配置位置等の確率を事前にデータベース化して仮想空間を構築し、これを用いた最尤推定により、受信電波強度から位置推定を実現する。図 2 に推定例を示す。

また、BLE タグデータに基づく測位に対する補完的位置づけである俯瞰画像からの牛のトラッキングに関して、背景差分法をベースに合成背景画像を利用する方式を新たに提案し、牛領域抽出精度の向上を図った<sup>2)</sup>。

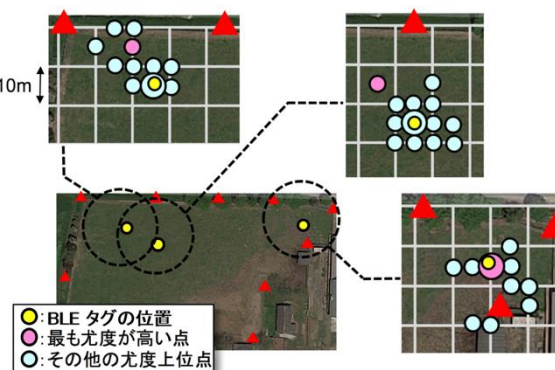


図 2: 位置推定の例

### ② 牛間インタラクションの抽出

牛間インタラクションの抽出には、相互の距離に関する情報が重要な役割を果たす。BLE タグからは、3 軸加速度、気圧、電波強度を取得でき、俯瞰画像からは牛の絶対位置を推定できるが、①で述べたように、これらのデータに基づく測位については、研究途上であるため、本年度は GPS データを併用してインタラクションの抽出を試みた。具体的には、加速度データから牛の行動を予測し、行動同期に基づいて牛間インタラクションやコミュニティを抽出する方式、および GPS データから、牛の接近や近接の度合いを定量化し、インタラクションとして抽出する方式を提案した。

### ③ 牛の状態把握

牛の状態把握を目的として、前年度に引き続き、血液試料、唾液試料からのデータ取得と分析を行った。血液試料については、40 頭の繁殖牛を対象に延べ 243 回の採血を行い、22 項目のデ

ータを測定した。唾液試料に関しては、ストレス関連ホルモンのコルチゾールと発情の指標となるプロゲステロンについて、39頭の牛を対象に延べ190回の採取を実施した。唾液試料と血液試料の関連性を分析した結果、特にコルチゾールは、比較的高い相関が得られ、採取が容易な唾液試料により、高頻度に測定可能であることが示された。また、発情行動や敵対行動など、重要な行動については、目視による観察を実施し、インタラクションとの関連性を検討するための基礎データを得た。さらに、体重・体型など牛の状態把握に有用なデータ取得を容易にするため、BLEによる測位とカメラ画像処理により自動的かつ高精度に体重推定する手法を開発した<sup>1)3)</sup>。

#### ④ インタラクションと牛の状態の関連性調査

抽出したインタラクションの時間変化と牛の状態との関連性の調査を目的とし、行動同期から得られたコミュニティの変化、コミュニティ内の牛の接近量・被接近量、ならびに牛間の近接度と牛の発情状態との関連性を調査した。その結果、1ヶ月程度の実験期間において、コミュニティのサイズ・構成の変化と発情との直接的な関連性を見出すことができなかったが、被接近量や近接度に関して、発情時に顕著な上昇が見られ、正確かつ明確に発情という特別な状態がインタラクションから検知可能であることの証拠が得られた。特に、後者については、図3に示すように、発情している牛そのものの活動量

(歩数)には、際立った変化が見られず、従来アプローチである個体の観察からでは困難な状態の把握が、インタラクションの利用により可能になるといいう、極めて重要な成果が得られた。

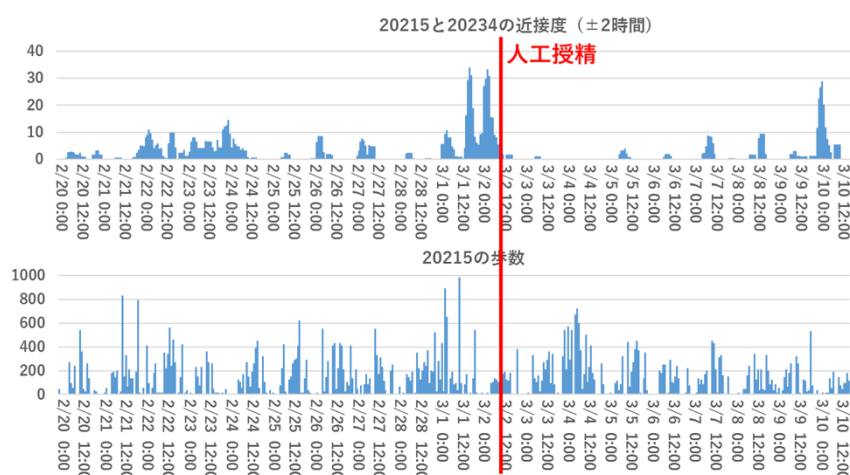


図3: 牛 20215 発情時の近接度と歩数

- 1) Yamashita et al., Estimation of Calf Weight from Fixed-Point Stereo Camera Images Using Three-Dimensional Successive Cylindrical Model, Proceedings of the 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing, pp.247-254 (2017).
- 2) Nishide et al., Detecting and Tracking Breeding Cows from Bird's Eye Video of Pasture, Proceedings of the 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing, pp. 239-246 (2017).
- 3) Yamashita et al., Calf Weight Estimation with Stereo Camera Using Three-Dimensional Successive Cylindrical Model, Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers, Vol.6, No.1, pp.39-46 (2018).