

# AI技術を利用した放牧管理の見える化

東京理科大学 理工学部 機械工学科 准教授

たけむら ひろし  
竹村 裕

東京理科大学 理工学部 機械工学科 ポストドクトラル研究員

ついち はらさと き  
築地原 里樹

東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 助教

なとり たかひろ  
名取 隆廣

東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 教授

あいかわ なおゆき  
相川 直幸

## はじめに

農研機構生研支援センター（国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター）「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて実施している現在進行中のプロジェクトに関して紹介します。

“酪農”と聞くと、広～い牧場に牛がのっしのっしと移動しながら草を食べている、ハイジの世界を想像する人が多いかと思えます。しかし、近年の酪農（特に乳用牛）は、牛舎に多くの牛が飼育されており、ITC化やロボット化が進みつつあり、さまざまなセンサで牛の状態を把握し、牛が搾乳したくなったら、自ら搾乳ロボットに入り、搾乳する、飼料も自動で給餌され、糞尿の掃除も自動で行うといった工場化が進んでいます。しかし、今回のプロジェクトが対象としているのは、そのようICT化が進んだ牛舎での管理ではなく、皆さんがイメージするまさにハイジの世界のような中山間地での放牧（写真1）

による牛や草地の管理に関する研究開発です。放牧では牛舎での牛の管理とは異なり未だ技術革新が進んでおらず、牧場管理者の経験と勘によって牛の管理、草地の管理を行っています。

そこで本プロジェクトは、ICTやAI技術を利用した牧草や牛の情報を自動で計測する技術の開発を行い、牧場の見える化により経営コスト削減を目指すものです（図1）。まさに、並列分散処理を実際のフィールドでの実証研究になります。本稿では、日本の放牧の現状を説明し、現在研究開発している放牧管理システムを簡単に紹介します。

## 乳用牛放牧の現状と 本プロジェクトの目的

放牧は、わが国の国土に根差した草地を活用して地域を支える食と産業に寄与・貢献するもので、食料自給率向上や産業振興、地域の環境や景観の保全など多くの機能・意義を有しています。こうした中で、限られた土地



写真1 実証牧場 鹿児島県鹿屋市鳴之牧場

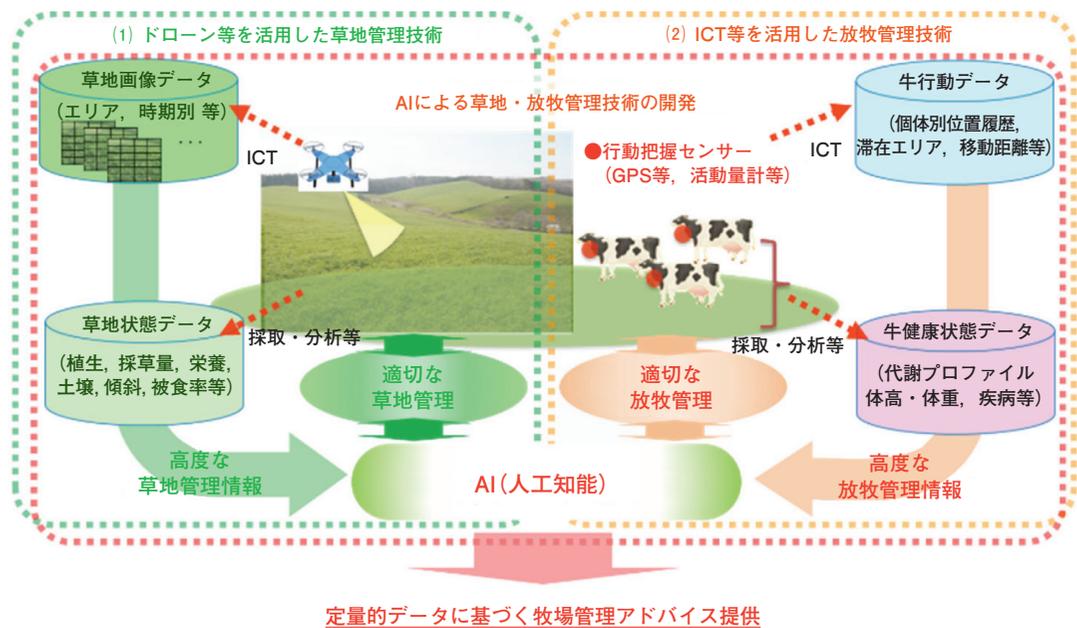


図1 本プロジェクトの概要

での経営が求められることが多いわが国の酪農畜産業においては、地域の畜産農家から育成牛等の預託を受け入れて共同で放牧育成を行う公共牧場が重要な役割を果たしてきました。個々の畜産農家は、育成牛を公共牧場に預けることで、家畜管理時間の増大や自給飼料不足の緩和などのメリットが得られます。ただ、本経営類型（放牧畜産）に係る現状は、地域の畜産農家の減少や点在化等を背景に公共牧場の利用頭数は減少傾向にあり、そのことが預託収入の減少・経営悪化、ひいては草地管理や預託牛の育成管理水準の停滞を招き、さらに利用頭数が減少する、という悪循環が見られるなど厳しい状況にあります。こうした、喫緊の構造的な問題に対する対策が求められています。

一方、TPPや輸出拡大の流れ、高品質で安全な畜産物や地域の特徴ある産品に対するニーズの高まりなどで放牧畜産のメリットが見直されてきています。放牧の持つ、飼料費・生産費コストの低減、資源循環型・環境保全型農業の実践、自給飼料割合増大、家畜の健全性の向上などのメリットを発揮できるよう

公共牧場における生産体系を再構築することで、公共牧場の機能を最大限に発揮しつつそのメリットを地域の経営体に還元することが求められています。

現在、多くの公共牧場では、広大な草地、放牧地を限られた人員・労力で管理する必要があり、細やかな管理を行うことが困難な状況が見られます。また、地域の畜産農家の減少等で預託数が減少する中で、公共牧場の位置づけや預託のメリットなどの農家への訴求力も低下しており、より明確で差別化された機能・性能が求められています。単なる放牧のメリットを提供するだけでなく、従来の放牧より有利な放牧体系を構築することで、より高付加価値なサービスを安定的に提供する必要があります。このような状況下で、農林業分野にも急速に普及しつつある、ICT、AIといった新技術を用いた革新的な放牧管理技術が求められています。

本プロジェクトでは、これらの問題点・課題を踏まえ、ICT・ロボット・AIを活用した放牧技術による乳用牛の生涯生産性向上を可能とする育成技術の開発を目指します。具体

的には、草地の生育状況、牛の行動データをいかに効率よく取得する技術、取得されたデータから草地の状態や草種等、牛の健康状態等を推定する技術を確立し、牧場の状況の“見える化”を実現し、これまで経験や勘に基づいて行ってきた牧場管理を、データに基づいたアドバイスを牧場管理者へ提示することによって、効率化・低コスト化を試みます。

## ICT・AI技術を活用した放牧管理システム

### ～ドローン等を活用した草地管理技術～

ドローンを用いた空撮画像とGPS・加速度センサを用いた牛の行動計測、それらの計測結果を基に牧場管理システムを構築します。広大な牧場の草地の状況を効率よく把握するためには、ドローンによる空撮が非常に効果的です。本プロジェクトでは、DIJ社製の4Kカメラ搭載のPhantom 4 proに、マルチ

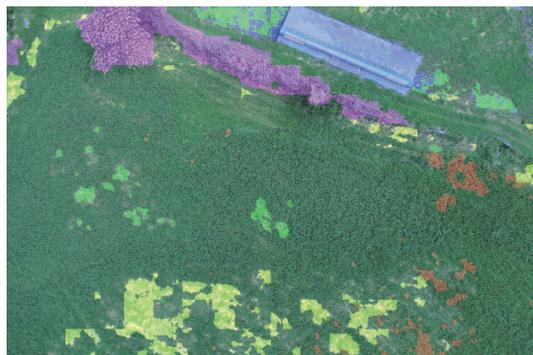


写真2 深層学習を用いた草地の識別

赤色：広葉雑草、黄色：枯れ草、緑色：裸地、紫色：森林、青色：建物



写真3 開発した活動量センサと牛に装着時の様子

スペクトルカメラ Sequoia+ を搭載し、可視光画像と植生の分布状況や活性度を示す指標であるNDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 画像を同時に計測します。ドローンによる画像撮影は、事前に設定したフライトプランを基に、半自動で計測できます。計測した画像から草種や草量などを推定することができます。

例えば、深層学習を用いた領域分割手法を用いて草地画像からイネ科草、広葉雑草、枯れ草、裸地、森林とその他(建物など)の6クラスを自動で識別する手法を開発しました。空撮画像から深層学習を用いて領域を推定した結果を写真2に示します。赤色が広葉雑草、黄色が枯れ草、緑色が裸地、紫色が森林、青色が建物を表しており、現状では約80%の精度で推定が可能になっています。放区の雑草の割合等が把握できると、牧場管理者にさまざまな有用な情報を提供することが可能となります。例えば、雑草の量が一定の割合より多くなれば、草地の更新を提案することができますし、放区の草量が分かれば、放牧している牛に草が足りているか、栄養が足りているかなどのデータを提供することが可能となります。このような草地の情報を牧場管理者に提供することにより牧場の見える化を実現します。

### ～ICTを活用した牛の位置・行動把握技術～

写真3に本プロジェクトで設計・開発したGPS内蔵の活動量計と、センサを牛に装着している様子を示します。牛センサがデータを収集するシステムの概略図を図2に示します。

牛センサは、(a) 牛の行動を把握するためのGPSモジュール (GYSDMAXB: 太陽誘電株式会社)、(b) 活動量を取得するための9軸センサ (MPU-9250: InvenSense社)、(c) データ保存用のmicroSDカード、(d) データ転送用のIoTデバイス (XBee S2C: Digi Interna-

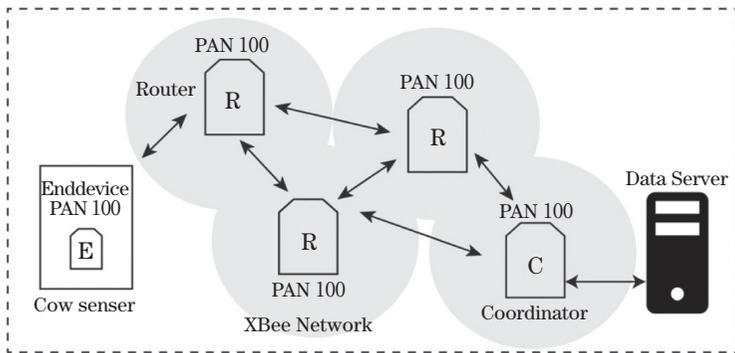


図2 活動量計測システムのデータ通信の流れ

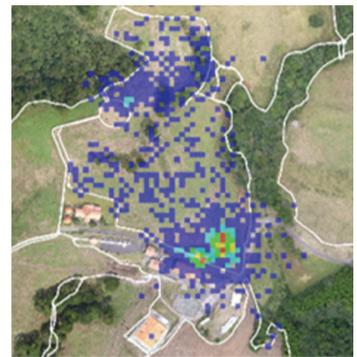


写真4 GPSデータから計算した牛の滞在位置の空間的分布

tional社)を用いて構成されます。また、(a)~(d)のデバイスはマイコン(PIC18F25J50:Microchip社)を用いて制御します。

XBeeデバイスは3種類の役割を設定でき、ネットワーク全体を管理する「Coordinator」、中継機能を果たす「Router」、さらに省電力モードに設定可能な「Enddevice」があり、同一のPAN ID(Personal Area Network ID)を有するモジュール同士が通信可能となります。牛センサーに取り付けたXBeeはEnddevice設定とし、取得したデータはRouterを経由して最終的にCoordinatorに集約されます。Router設定をしたXBeeは数を増やすことでデータ伝送距離やEnddeviceの接続範囲を広げることが可能であり、見通しが良い高所に設置します。なお、CoordinatorはサーバPCに接続され、データ収集アプリケーションによってデータが保存されます。

写真4に、ある牛の数日分の滞在位置の頻度分布を示します。牛がどの位置によく滞在しているか、放区のどの位置は行かないかなどを把握することが可能になります。また、図3にある牛の2日分の活動量を示します。どの時間に活動量が増えているか計測できま

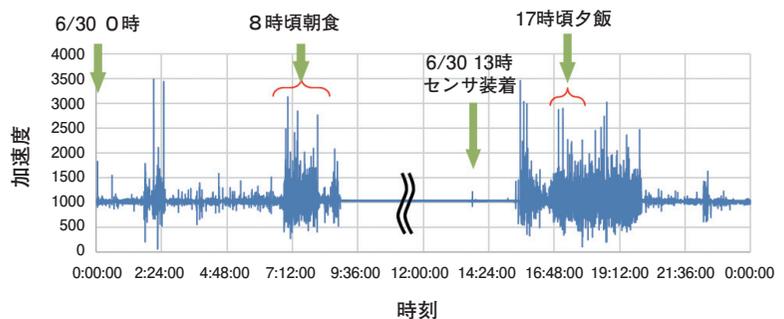


図3 加速度計を用いた行動把握

す。計測を続けることにより、普段の状況と異なる状況(病気や発情等)を検出することが可能になり、早期の発情や病気の発見により経営コストの削減が見込めます。

## おわりに

本稿では、牧場の現状の紹介と本研究プロジェクトの取り組みについて簡単に紹介しました。研究室から飛び出し、実環境下での生き物相手のデータ計測技術の開発から始め、データの収集、分析、さらに、牧場管理者へのフィードバックまでを行っています。これまでは経験と勘に頼っていた牧場管理を、定量的なデータに基づくAIによる適切なアドバイスにより牧場管理の効率化、栄養繁殖管理の省力化、疾病予防の高度化を実現する画期的な技術の開発研究を目指しています。本プロジェクトの成果が日本の公共牧場の発展に少しでも貢献できれば幸いです。