

## ICT・ロボット・AI を用いた草地管理・放牧管理システムの開発

試験研究計画名：ICT・ロボット・AI を活用した放牧技術による生涯生産性向上を可能とする乳用牛の育成技術の開発

地域戦略名：ICT・ロボット・AI を活用した放牧技術による生涯生産性向上を可能とする乳用牛の育成技術の開発

研究代表機関名：(学) 東京理科大学

### 地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

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。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。しかしながら、現状は厳しく、地域全体における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が減少傾向にあり、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ます。

この状況を打開するには、飼料費・生産コストの低減、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価値を發揮できるように公共牧場における生産体系を再構築し、公共牧場の機能を最大限に發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重要です(図1)。

そこで、農林業分野にも急速に普及しつつある ICT やロボット、AI といった新技術を用いた草地管理・放牧管理システムを開発しました。具体的には、ドローンを用いて牧場の空撮を行い、その画像を解析することにより牧草や雑草の被度、草量や栄養度を計算、草地更新を提案します。さらに、牛センサ(GPS と加速度計)を放牧牛に装着し、自動的に得られる位置情報と活動量(加速度)のデータから異常(発情、病気など)を検知し、牧場管理者に異常牛を通知します。

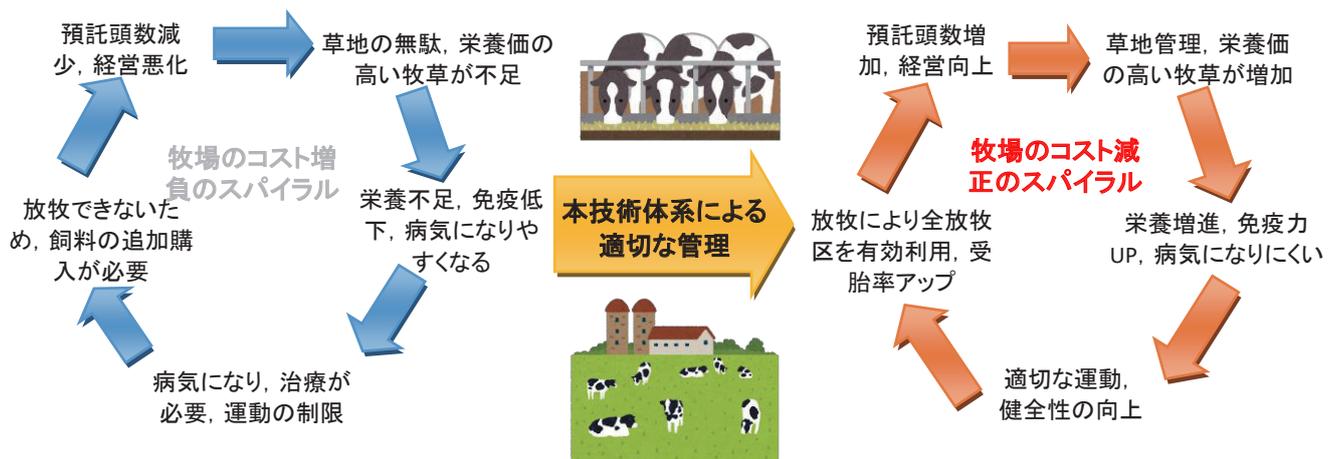


図1 牧場の課題と技術体系による経営の向上

### 技術体系の紹介：

#### 1. 草地管理システム

草地管理システムを利用すると、対象草地の草種別の割合や草種によって色分けされた画像が表示され、さらに草地更新の提案や草高、草量、栄養度も示されるので、草地管理の指針が立てやすくなります。草地管理システム利用の具体的な流れは、(1) 牧場管理者がドローンを用いて草地の空撮画像を取

得し、サーバーへアップロードする→ (2) サーバー上で空撮画像が自動で解析 (草地セグメンテーション) される→ (3) その結果 (草種の分類など) が管理者へ表示される、となります (図 2)。牧場管理者の作業は空撮画像の取得とそのアップロードのみで、半自動で結果を取得可能です。ドローンを用いた草地の空撮は、事前に飛行経路を登録しているとほぼ自動で行えます。

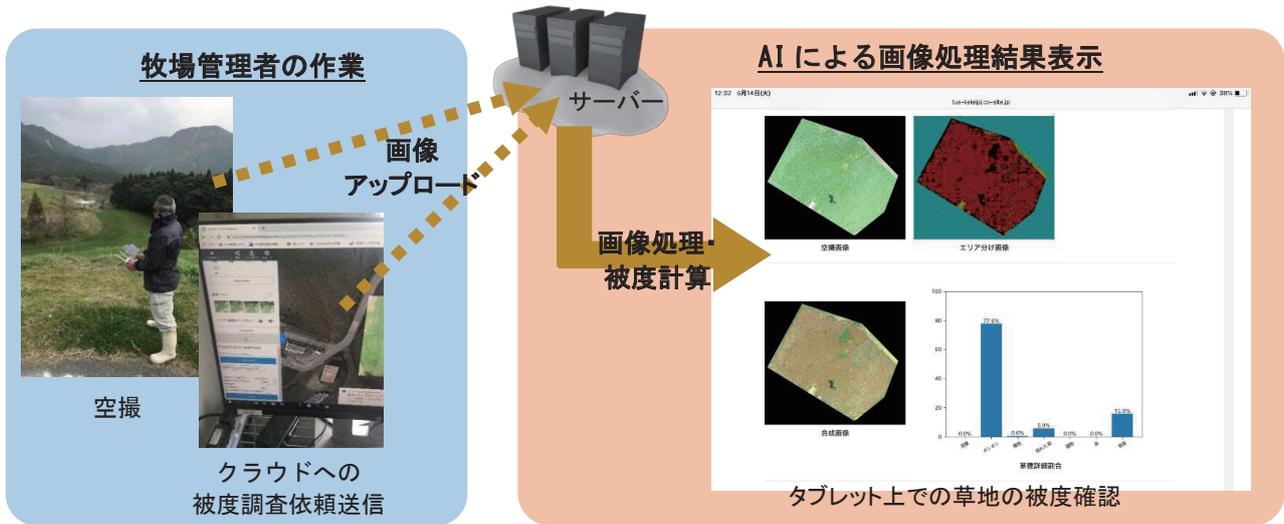


図 2 草地管理システムの利用

牧場管理者に示される情報には、牧区の合成画像 (図 3 左) や解析結果に基づく草種被度 (図 3 右) などがあります。図 3 に示す合成画像からは対象草地に雑草 (赤色) が存在することや、雑草が多く生えている場所も確認することができます。牧草や雑草の被度によっては、「要更新」と示されるので、更新作業の決定に有効です。さらに、対象草地に存在する草の草高や栄養度等の情報も示されるので、放牧区では転牧のための情報として、採草区では採草日決定の情報として、利用することができます。

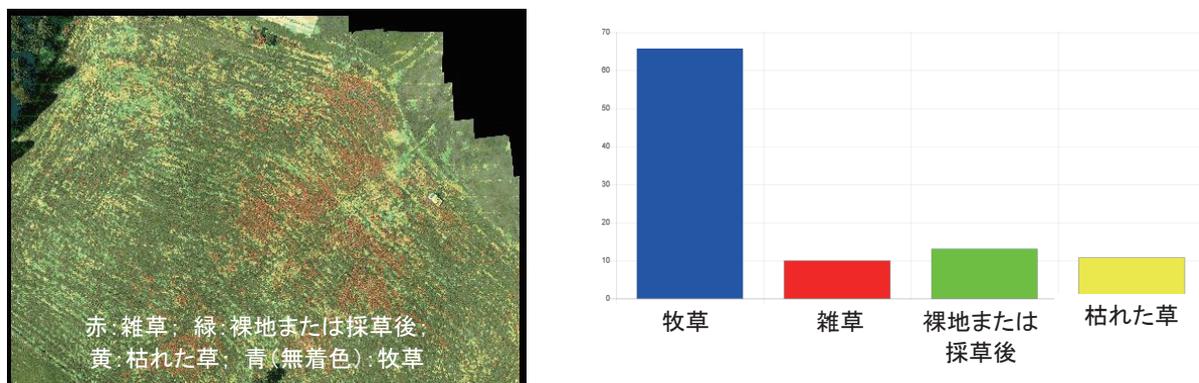


図 3 合成画像 (左) と牧区における草種被度のグラフ (右)

## 2. 放牧牛管理システム

放牧牛管理システムの利用により、牧場管理者は放牧牛の異常や、位置情報を容易に知ることができるようになります。具体的には、(1) 牧場管理者が牛に牛センサ (GPS・加速度計) をつける→ (2) 活動量 (加速度) や位置情報が自動でサーバーに送信され、解析される→ (3) 加速度の変化に応じて牧場管理者に連絡が入る (a)、牧場管理者は牛の位置情報をタブレットやスマートフォンなどの端末から知ることができる (b)、という流れになります (図 4)。

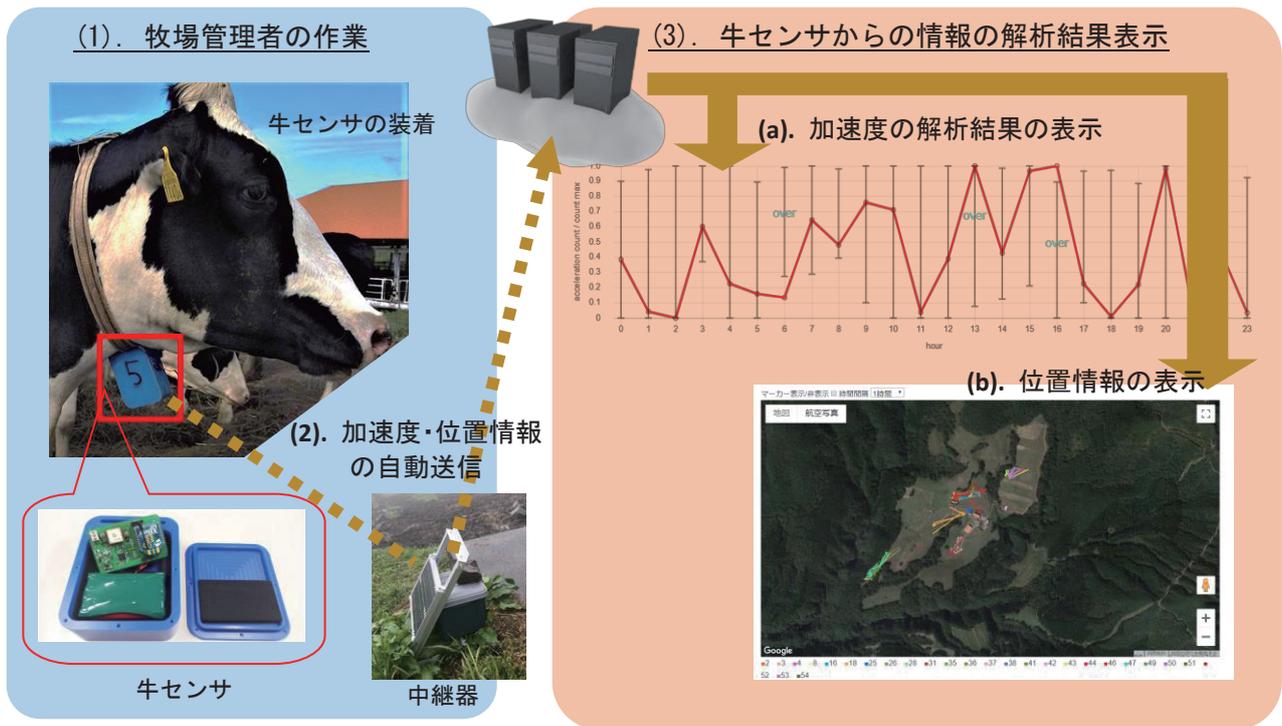


図4 放牧牛管理システムの利用

牧場管理者は牛センサを牛の首に設置することで（図4左上）、放牧牛の異常や位置情報を得ることができますが、牧場の規模、勾配やインターネット環境によっては、牛センサからの情報を得るために中継器を設置する必要があります（図4中央下）。

解析された加速度数値の変化に対して、牛が異常行動をしている可能性がある時間が示され（図4(a)内の青字「over」）、牧場管理者は異常牛を知ることができます。また、解析では活動量が多い異常行動状態が3時間続くと発情の可能性があるとみなし、そのような牛のリストが自動表示されるので、牧場管理者は発情の可能性がある牛を把握することができます。また、牧場の地図上に牛の位置が表示されるので（図4(b))、広い放牧区を歩き回らなくても放牧牛の場所を把握することができます。設定期間における牛の位置情報の軌跡も見ることができ、放牧牛がどのような行動をとっていたのかを知ることができます。

技術体系の経済性は：

経営改善効果

ドローンを用いた空撮画像の利用により、牧場全体を把握することができるので、効率的な牧区の利用ができるようになります。また、目視による見廻りに比べて牧場管理者の負担が大幅に減少し、更新、転牧や妊娠判定など判断に時間を使えることで、牧場の生産性が見込めます。草地管理システムを用いることで、適切な品種選定の参考になる地形や採草日決定に重要な草量の情報を得ることができるため、実証牧場では採草量が増加し（図5）、牧乾草の購入費が削減されることが示されました（表2）。放牧牛管理システムの発情検出により人工授精が適切に行われ、預託日数が短くなり、牧場の経営コストの削減が見込まれます（表2）。また、最近下牧した初産の牛（システム導入後の乳牛）の乳量が2産以降の牛（システム導入前の乳牛）の乳量と変わらず、導入後の牛の生産性が向上したことが示されました（通常は初産の乳牛よりも2産以降の乳牛の乳量の方が多くなる）。

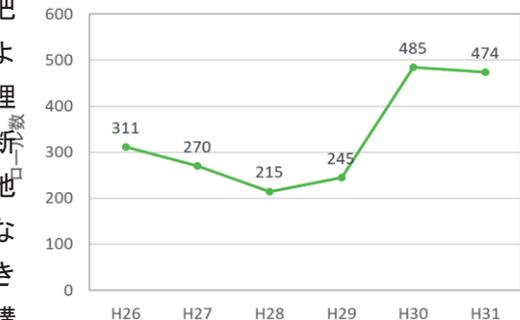


図5 採草量（ロール数）の推移

表 2 新システム導入の費用と削減される金額のまとめ

項目	円
新しいシステムの導入にかかる費用	1,500,000
発情管理によって削減が期待される経費	▲1,819,791
疾病管理によって削減が期待される経費	▲180,000
施肥の適切な管理により削減が期待される肥料費と燃料費	▲273,619
採草量増加分で預託牛への給与量をまかなう分	▲2,222,112
新システムによる採草量増加に伴う経費 (増加分の種子・肥料・ラップネットなど)	563,981
新システム導入による経費削減額合計	▲2,431,541

### 経済的な波及効果

上述のように本システムの導入により草地管理・放牧牛管理が細やかに行われると、牧場での預託期間が短縮され、受胎した預託牛がこれまでより早く下牧するので、農家は搾乳も早く開始することができます。これは、経産牛の生涯生産性を向上させる第一歩となります。その後も順調に受胎・出産・搾乳を繰り返すことで、一頭当たりの生涯生産性が向上するので、農家の経済効率も上昇します。このように、公共牧場の周囲で乳生産を効率化・安定化させた農家がいくつも存在することで、地域の乳生産に関わる経済の発展につながります。

### こんな経営、こんな地域におすすめ：

人員や人件費の不足のために、草地や牛への十分な観測ができず効果的な作業が困難な牧場を想定しています。特に、起伏が多く広域な公共牧場は人手による観察が困難なので、ドローンや牛センサを使ったメリットが大きいものと考えられます。

### 技術導入にあたっての留意点：

草地管理システムでは、ドローンによる空撮画像を草地画像セグメンテーション（草地画像に写っているものが何かを識別する手法）によって「イネ科草、広葉雑草（ギシギシ）、枯れ草、裸地（または採草後のエリア）、建物」の“草種”に分類し、牧場管理者にその結果を表示します。草地画像セグメンテーションではこれまでに蓄積されたデータを基に草種を分類しているので、形状の異なる雑草が混ざる草地を画像分割する場合は、精度に影響が出る可能性があります。また、牛センサを使ったデータ収集においては、起伏が多いところでは中継機を追加する必要があります。異常検出には、数日前のデータも利用しますので、検出精度を上げるためには数日間の慣らしが必要になります。

研究担当機関名：(学) 東京理科大学、(国) 岩手大学、(研) 農研機構 畜産研究部門、(国) 鹿児島大学、鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、鹿屋市

お問い合わせは：(学) 東京理科大学 研究戦略・産学連携センター

電話 03-5228-7440 E-mail [ura@admin.tus.ac.jp](mailto:ura@admin.tus.ac.jp)

執筆分担 ((学) 東京理科大学 竹村裕)