

3D 画像を活用した繁殖率を高める支援の技術体系

試験研究計画名：人工知能（AI）技術を活用した繁殖率を高める栄養状態の評価・最適化技術の確立

地域戦略名：繁殖性向上による乳・肉用牛産地の基盤強化

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：

我が国における乳・肉用牛の初回人工授精受胎率は近年低下傾向にあり、ここ数年は 60%を下回っているのが現状です。受胎率低下には、人工授精技術や授精時期など様々な要因が関与していると考えられますが、分娩後の栄養状態も繁殖成績に大きな影響を及ぼすことが示されています。

一方で、乳・肉用牛の繁殖成績に影響する繁殖疾病のうち、卵巢静止、卵胞嚢腫、黄体遺残および排卵遅延が全体の 84%を占めているとの報告もありますが、これらの疾病には、飼料給与量や栄養バランスが大きく関わっています。したがって、受胎率低下の要因のひとつとして、飼養管理技術の失墜による栄養充足率の過不足が考えられ、栄養状態を把握しながら適切な飼養管理を行うことが求められています。

そこで、肉用牛および乳用未経産牛を対象として、非侵襲的手法による繁殖牛の栄養状態の客観的評価方法を確立するとともに、確立した栄養状態の評価方法によって得られた値と繁殖成績との関連について人工知能（AI）を用いて解析し、繁殖率を最適化するための、各繁殖ステージに応じた栄養状態の最適値を新たな指標として設定しました。さらに、繁殖率を最適化するための栄養状態に調整、維持するための栄養状態評価・飼料量調節機能を搭載したオートフィーダーと、飼養者に対し最適な飼料給与量および組み合わせ等を提示するオートフィーダーを用いない手法による飼養管理支援ツール（アドバイスシステム）を開発・実証しました。



写真 1 手やりの給餌

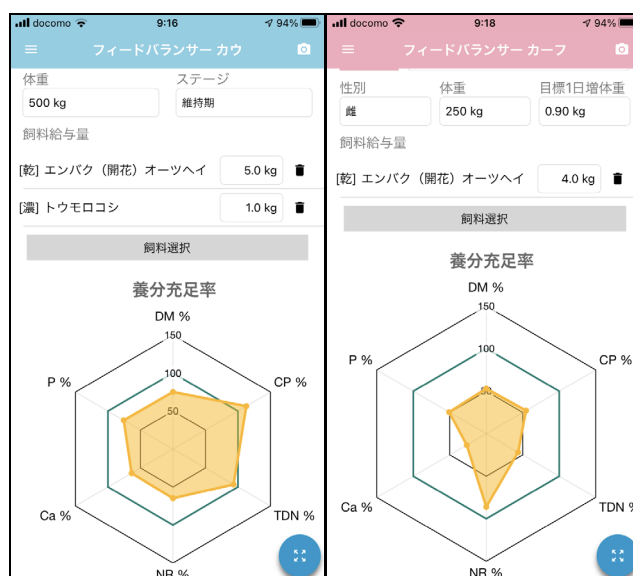


図 1 飼料設計アドバイスシステム

技術体系の紹介：

1. 自動給餌機の導入がある農家向けの据置型体型評価カメラによる飼養管理支援システム

自動給餌機を導入している農家は、給餌機の上部に体型評価カメラを設置すると、牛が給餌機を訪問するたびに体型を5段階（痩せすぎ、痩せ気味、普通、太り気味、太りすぎ）に自動で評価します。評価した結果は、自動給餌機の飼料コントロールに利用され、育成ステージに応じて最適な給餌量を供給します。また飼養管理ソフト「Feed Designer」に手やりの飼料を登録することで、体型評価も加味した最適なバランスの飼料を提示することができます。

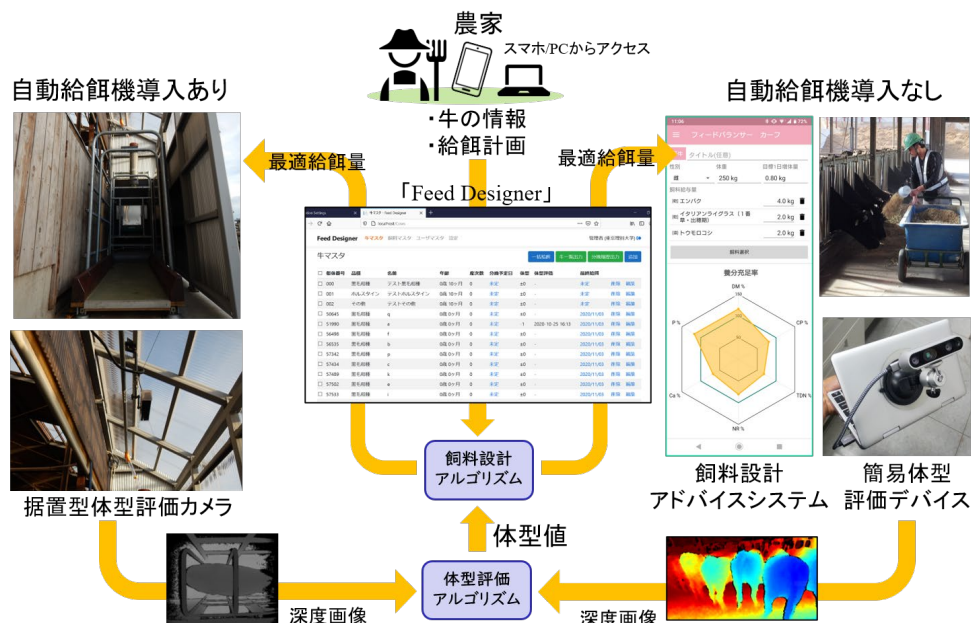
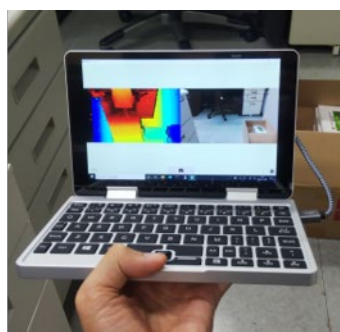


図2 飼養管理支援システム

2. 自動給餌機の導入の無い農家向け簡易体型評価カメラによる飼養管理支援システム

体型評価カメラの設置が困難な農家のために、小型のPCと深度センサを搭載した簡易体型評価デバイスを開発しました。PCには牛の撮影を補助し「Feed Designer」と連携するためのアプリケーションを搭載しています。体型の評価は「Feed Designer」を運用しているPCで行うため、高性能なPCは必要ありません。



windows搭載の小型PC



カメラ: RealSense

図3 簡易体型評価カメラ

3. 血液成分の簡易分析システム

肉用牛の受胎率低下の要因のひとつとして、摂取飼料の量と質の過不足が考えられます。そのため、

栄養状態をモニタリングし、適切な飼養管理を行うことが必要です。牛の栄養状態を評価する方法として、代謝プロファイルテストが実施されますが、これは血液生化学分析を主体とした栄養モニタリング手法であり、臨床化学分析装置が必要不可欠であるため、カウサイドで診断ができる簡易的な手法が求められていました。そこで本研究では、臨床化学分析装置を用いずに簡易的に代謝プロファイルテストを実施できる方法を確立しました。

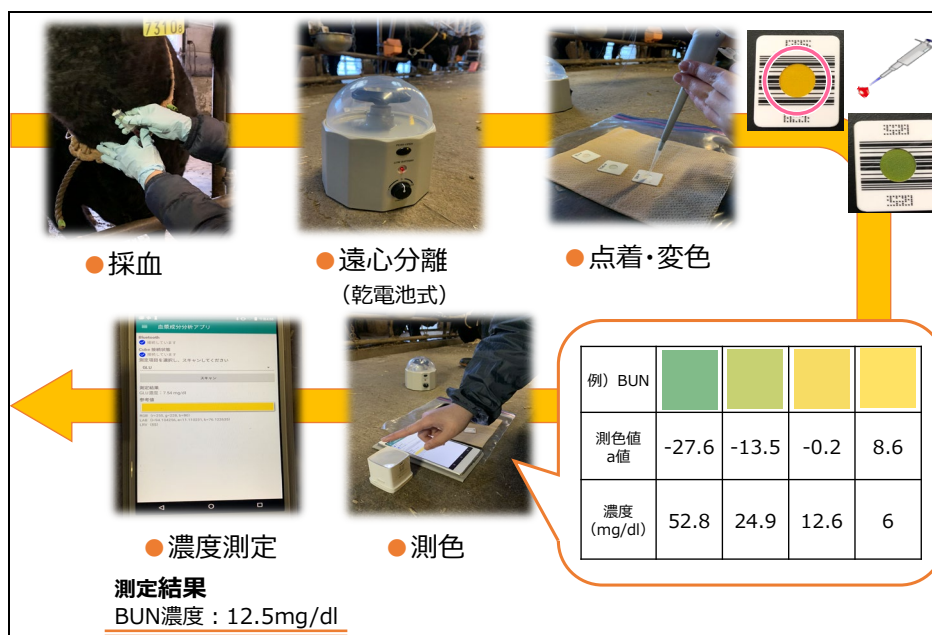


図4 カウサイドで実施可能な代謝プロファイルテストの簡易化技術

4. 飼養管理ソフト「Feed Designer」

農家は牛の基本情報（個体番、品種、分娩情報など）をWebページを介してデータベースへ登録して管理できます。体型評価カメラで評価された体型情報はデータベースに保存されます。また、農家が給餌対象の牛に対して餌や給餌量を入力すると、基本情報や体型評価値をもとに、飼料設計アルゴリズムが牛の育成ステージに適した栄養素を計算しグラフを表示します。農家はグラフの結果に応じて餌の種類や量を与えることができます。

個体番号	品種	名前	年齢	産次数	分娩予定日	体型	体型評価	最終給餌
000	黒毛和種	テスト黒毛和種	0歳 10ヶ月	0	未定	±0	-	未定
001	ホルスタイン	テストホルスタイン	0歳 10ヶ月	0	未定	±0	-	未定
002	その他	テストその他	0歳 10ヶ月	0	未定	±0	-	未定
50645	黒毛和種	q	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
51990	黒毛和種	a	0歳 0ヶ月	0	未定	-1	2020-10-25 16:13	2020/11/03
56498	黒毛和種	f	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
56535	黒毛和種	b	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
57342	黒毛和種	p	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
57434	黒毛和種	c	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
57489	黒毛和種	k	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
57502	黒毛和種	e	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03
57533	黒毛和種	i	0歳 0ヶ月	0	未定	±0	-	2020/11/03

図5 飼料設計アドバイスシステム (Feed Designer)

技術体系の経済性は：

経営改善効果

受胎率の改善がシステム導入前後で 43.8%から 66.7%に上昇し、空胎日数が 34.7 日短縮されることが明らかとなりました。母牛頭数規模が 200 頭の農場ではシステム導入前後で子牛の出産頭数が 177 頭から 192 頭と 15 頭多く生まれることから、システム導入後では 11,400,000 円（子牛一頭当たり 760,000 円とした）の増収が見込めます。

表 1 生産者における経営的效果試算

【生産者における経営的效果試算】：受胎率22.9%upによる効果と規模別試算

母牛頭数規模（頭）	50	100	150	200（実証農場）	500
受胎率43.8%の子牛生産頭数（頭）	44	89	133	177	443
受胎率66.7%の子牛生産頭数（頭）	48	96	144	192	480
子牛生産頭数の差（頭）	4	7	11	15	37
子牛出荷額の差（千円）	3,040	5,320	8,360	11,400	28,120

※人工授精は3回までとし、受胎率43.8%（導入前）と 66.7%（導入後）の場合で比較

※価格はR3 alic肉用牛子牛取引状況表を引用（760,000円）

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、受胎率が向上し、空胎日数が短縮することが出来ます。これは、牛の生産性を向上させる第一歩となり、一頭当たりの生涯生産性が向上するので、酪農家の経済効率も上昇します。このように、公共牧場の周囲で牛の生産を効率化・安定化させた酪農家がいくつも存在することで、地域の牛の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：

牛を飼うための専門的な知識や経験不足の酪農家さんに、適切な繁殖牛の栄養状態を保つためのアドバイス出来るシステムを想定しています。オートフィーダーを有する大規模酪農家には、3D 画像から自動で繁殖率を向上させる飼料量調節を調整可能になります。また、オートフィーダーを有しない小規模酪農家には、タブレット型 PC と 3D カメラを一体化させたシステムを用いて、給餌料の増減をアドバイスします。

技術導入にあたっての留意点：

データの閲覧には PC、スマートフォン、タブレットで行えます。牧場内に無線 LAN を設置することで飼養管理支援システムにアクセスすることができますが、牧場外からもアクセスしたい場合は別途、公衆無線サービスへの加入が必要です。

研究担当機関名：（学）東京理科大学、（学）北里研究所、（国）鹿児島大学、オリオン機械（株）、
鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、（農）霧島第一牧場、（農）岡山牧場

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

執筆分担（（学）東京理科大学 相川直幸）