

# 次世代閉鎖型搾乳牛舎とロボット、ICTによる省力化スマート酪農生産の実証 (有)グリーンハートティーアンドケイ（栃木県大田原市）

## 背景及び取組概要

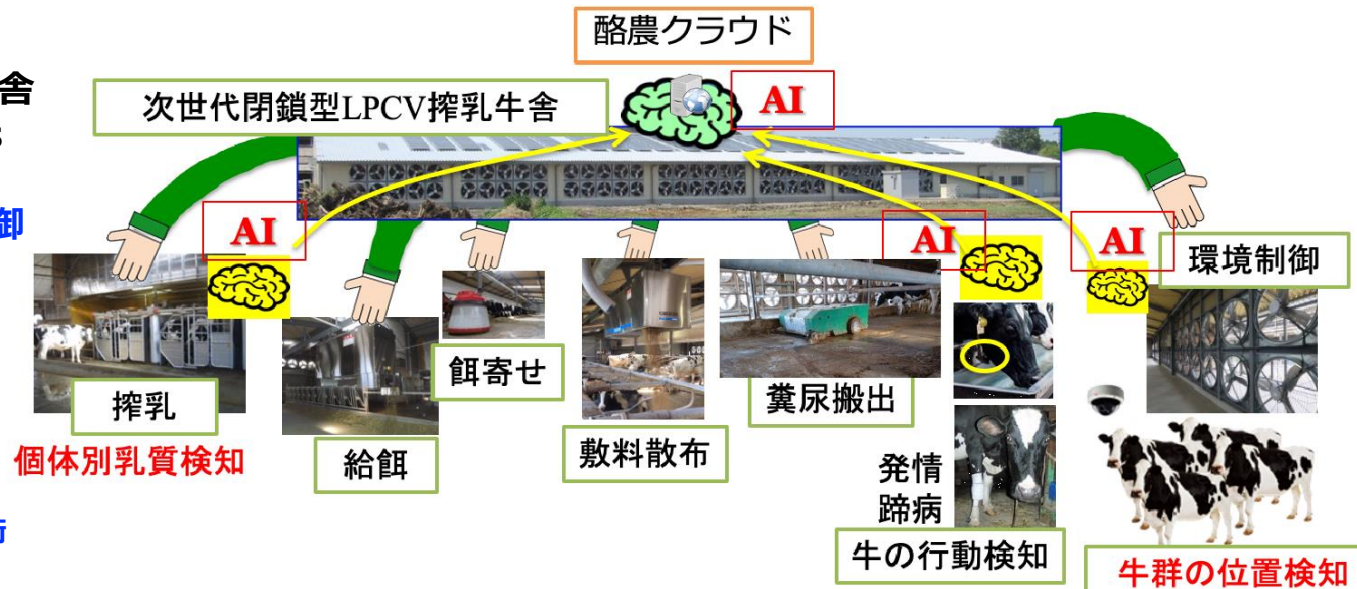
＜経営概要 乳用牛1400頭、肉用牛1500頭＞（80頭規模フリーストール牛舎1棟で実証）

- 栃木県は生乳生産量が全国2位の酪農県であり、飼養頭数が多い農家が多いのが特徴である。
- ① 酪農業は全国で平均年間労働時間が全産業のそれよりも200時間以上長く、担い手の高齢化、担い手不足、後継者不足の課題があり、省力化が求められている。
- ② 夏季が高温となり牛体への暑熱負荷が大きく乳量の低下、繁殖成績の低下、乳房炎等の疾病の増加による生産性の低下が見られる。この暑熱の課題は本県だけではなく、日本全国における畜産の共通の課題となっている。
- ③ 蹄病も罹患率が高く、乳生産に大きく関与している。蹄病の回復により乳量が20%増加するという報告もあり、蹄病の早期発見は重要なポイントである。また、早期発見により治療費の削減にも繋がり、経営改善に資する。
- ④ 繁殖管理においては発情を的確に発見することが経営の向上につながるため、発情発見も大事な課題である。

## 導入技術

- ① 次世代閉鎖型LPCV搾乳牛舎  
LPCV: Low Profile Cross Ventilation（横断換気）
- ② 牛群位置検知による環境制御
- ③ 搾乳ロボット・乳質検知
- ④ 自動給餌器
- ⑤ 自動敷料散布機
- ⑥ 餌寄せロボット
- ⑦ 発情発見システム
- ⑧ 酪農クラウド

青字：今回の新システムで導入した技術  
黒字：旧次世代閉鎖型の技術



# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

### 1)生産量の増加

①従来の開放型牛舎と比較し20%、旧次世代閉鎖型牛舎システムより3%増加

### 2)労働時間、コスト低減

②繁殖成績の改善 種付け回数 1回減

③乳房炎発生率の低減

④総労働時間を30% 削減 :労働生産性の向上

⑤適期発情発見法の確立と適期発見による損失の低減

⑥蹄病の早期発見法の確立とこれによる損失の低減

## 各研究項目の現在の達成状況

### 1)生産量の増加

乳量について本システム(牛群位置検知による環境制御を追加)は前システムより約14%増加し、従来の開放型牛舎より約18%の増加となり、概ね目標を達成した。

### 2)労働時間

作業時間について本システム(自動給餌器、自動敷料散布機、発情発見システムを追加)は前システムより導入前の1.7時間/頭から導入後の0.3時間/頭と82%削減された。統計資料や文献から想定した従来の開放型牛舎(10.9時間/頭:実証農場の従来の開放型牛舎では1.96時間/頭)と比較し、約97%減と目標を大幅に達成した。

### 3)コスト

純益は前システムより約62500円多くなったが、収益は赤字であった。従来の開放型牛舎との比較では、一頭当たりの純益は従来の開放型牛舎(2200円/頭黒字)のほうが高かった。これはスマート機器、特に搾乳ロボットの高価格が高いことに起因した。本システムの収益を飼養規模毎に試算したところ、300頭以上で黒字となることが確認できた。

# 画像を用いた牛の位置検知による高度環境制御

## 取組概要

- 画像により牛を識別し、牛舎内の牛群毎の頭数によって局所的に換気扇の回転数を制御することで牛に最適な環境を提供する。

(使用機器) カメラ8台、換気扇



カメラ



牛の識別



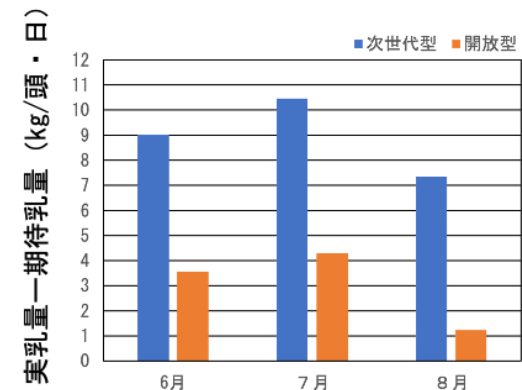
牛舎内ゾーン毎の牛群頭数の検出 (赤い点が牛)

## 実証結果

- 95.3%の精度で牛を検出可能
- 夏季(2021年6月~8月)における乳量は従来の開放型牛舎と比較し、平均で1日1頭当たり約6kg増加した。

牛の検知精度

年	検出画像枚数	実頭数	未検知頭数	誤検知頭数	検知精度(%)
2021	384	3112	231	42	91.2
2022	384	2587	97	25	95.3



夏季における乳量

## 今後の課題 (と対応)

新たな農場導入時には座標や牛検知のキャリブレーションが生じるため、自動化に向けたソフトウェア開発が別途必要である。

# 給餌、敷料散布の自動化による省力化と乳質検知

## 取組概要

- 給餌と敷料散布の自動化により労働時間の削減を図る。
- 搾乳毎に個体別でリアルタイムに乳質(乳脂肪, 乳タンパク質, 乳糖, 無脂乳固形分, 水分, 乳中尿素態窒素, 体細胞数, プロジェステロン)を検知する近赤外乳質検知装置を搾乳ロボットに組み込み、トレンドモニタリングにより発情検知、異常検知に役立てる。

(使用機器)

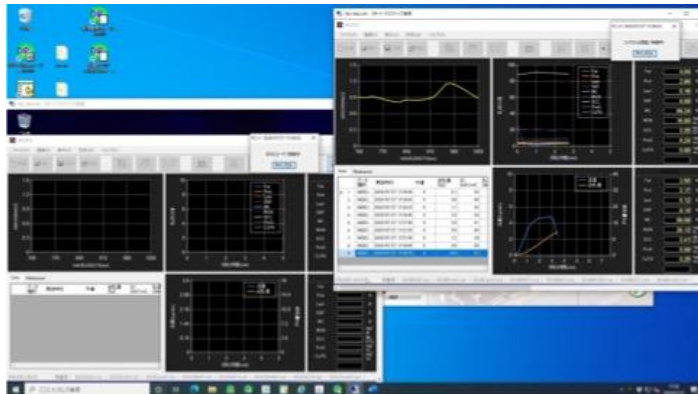
自動給餌器、自動敷料散布機、近赤外乳質検知装置、搾乳ロボット



自動給餌器



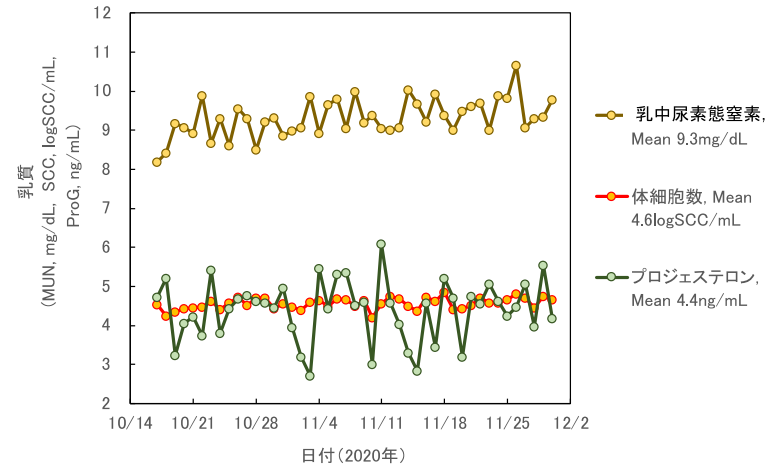
自動敷料散布機



乳質測定装置モニター

## 実証結果

- 1回の給餌に要する作業時間は、従来の6分が2分となり4分の短縮となった。
- 自動敷料散布システムの導入により1週間で約50分の短縮となった。
- 乳質のトレンドモニタリングを常に行うことにより、自動搾乳牛舎における乳牛の個別管理が可能となり、プレジジョン酪農、スマート酪農が実現する。



乳質のトレンドモニタリング例

## 今後の課題 (と対応)

- 敷料散布システムでは、農場により敷料が異なるため敷料に合わせた機器選択が必要となり、付帯機器の品揃えが必要となる。敷料による機器選択をマニュアル化する。
- 乳質測定では乳牛の個体差が測定精度に与える影響を確認する必要がある。

# 個体の行動検知による発情、異常発見

## 取組概要

- 3軸加速度センサーを用いたモーションセンサーにより牛の行動を時系列で活動、反芻、休息に識別し、行動のパターンで発情、異常を検知して作業者に通知あるいは見える化することで見逃しを予防し、経営の損失低減を図る。

(使用機器) 活動量計(ファームノートカラー)、酪農クラウド(本課題で開発)

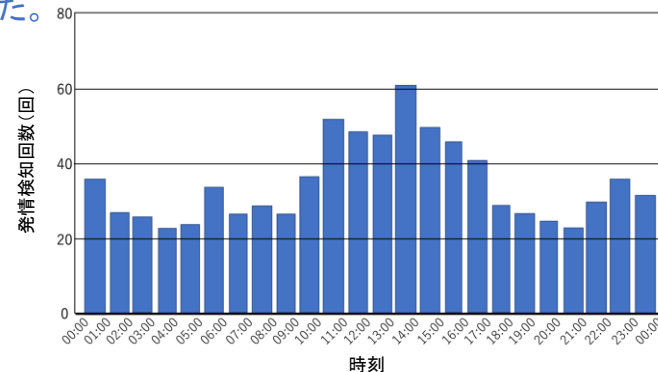
### エアステーション



モーションセンサー

## 実証結果

- 発情発見に関しては、2019/9から2020年12月の15ヶ月の稼働にて総数 841回の検知があった。日中の検知が多いが、深夜帯などの発情も検知できていることがわかる。
- 発情以外の異常検知でも作業者の見逃しを高い精度で検知できた。



発情徴候検知の例

### 観察見逃しの検知

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
観察の見逃しでアラートによる検知の頭数	2	2	3	7	4	5	13
異常牛の頭数	5	10	8	9	6	5	13
観察見逃し検知の確率(%)	40	20	38	78	67	100	100

## 今後の課題 (と対応)

- 異常通知の中でも、どのような疾病なのか、どのような処置が必要であるかなど、通知のあとの作業者の行動を促し、サポートをする必要がある。

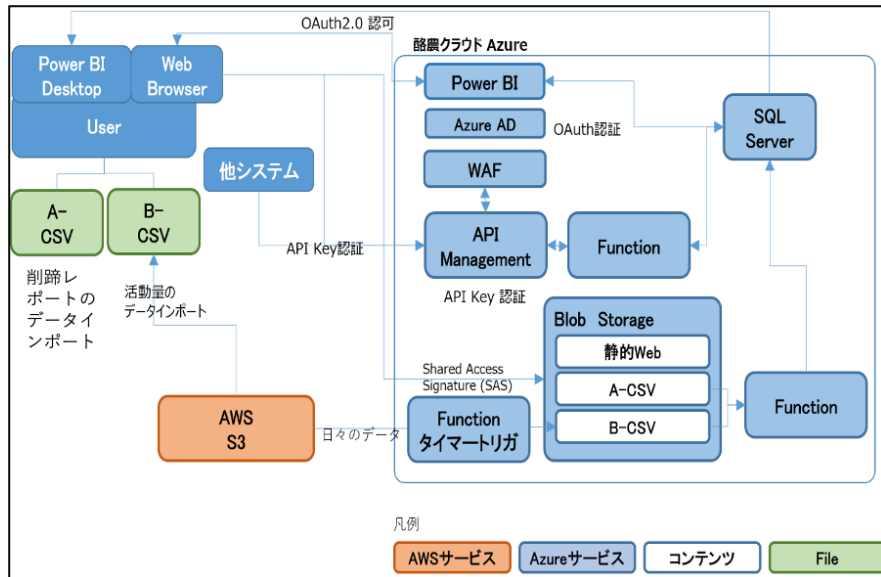
# 酪農クラウドの開発によるデータの一元化と見える化

## 取組概要

○ それぞれ異なるデータベースに存在する搾乳ロボットや自動機器、搾乳情報、乳質情報、個体別動作行動、牛舎内外の環境情報(気象情報を含む)、牛群情報(健康管理データを含む)を設計したAPI経由で一元的に収集し可視化する「酪農クラウド」を開発した。

○ 酪農クラウドから換気扇の回転数を制御するフィードバック制御APIを実装した。

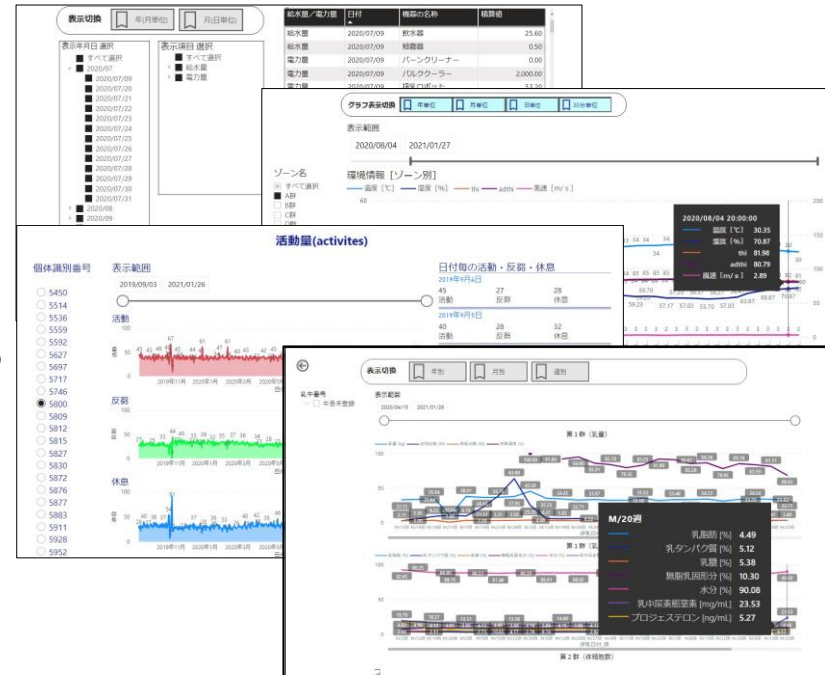
(使用機器) Microsoft Azure



酪農クラウドシステムの構成

## 実証結果

○ 搾乳情報、乳質情報、個体別動作行動、牛舎内外の環境情報(気象情報を含む)、牛群情報(健康管理データを含む)が酪農クラウド上の一つのデータベースに統合され、一次データが可視化でき、飼養管理へのフィードバックが期待される。



## 今後の課題 (と対応)

○ 本実証では「Microsoft PowerBI」を利用して収集した基礎データを可視化したが、実用化や普及に向けては、生産者視点で、関連する一連のデータの加工やどのように可視化するのが有益かを検討し、UI(User Interface)を見直すことが重要である。

# 実証を通じて生じた課題

## 実証を通じて生じた課題

### 1. 技術的な課題

#### (1) 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

項目番号	作業内容	機械・技術名 (型式等)	技術的な課題
1	高度環境管理	牛群位置検出技術、高度環境制御技術	夜間に照明があたり難いエリアでの未検知が多い。
2	給餌	自動給餌器（オリオン機械 FMA20A）	飼料の扱い方（トランスバッグ、ミキサー）などによって貯留装置への積載方法が異なり、必要機器や方法の検討が必要となる。
	敷料散布	自動敷料散布機（オリオン機械 専用機器）	農場により敷料が異なるため敷料に合わせた機器選択が必要となり、付帯機器の品揃えが必要となる。
	搾乳	近赤外乳質検知装置	・乳質測定装置の検量線の測定精度の維持と向上 ・トレンドモニタリングの表示プログラムの開発
3	健康管理	活動量計（ファームノート社 ファームノートカラー）	疾病徴候通知の中でも、どのような疾病なのか、どのような処置が必要であるかなど、通知のあとの作業者の行動を促し、サポートをする必要がある。
4	飼養管理全般	酪農クラウド	本実証で設計したAPIおよびデータの仕様は、本実証で利用した機器やシステム等の仕様に依存しており汎用的ではない。普及に向けて、より汎用的な仕様検討が必要である。

#### (2) その他

- ・頭数規模が大きい（飼養頭数200頭以上）農場では、牛がいる農場内の位置を瞬時にわかるシステムが必要である。

## ○ 問い合わせ先

宇都宮大学 農学部

池口厚男 (Tel: 028-649-5483、e-mail: [ikeguchi@cc.utsunomiya-u.ac.jp](mailto:ikeguchi@cc.utsunomiya-u.ac.jp))