

ローカル5Gを活用した画像解析・見回りロボットによる大規模高品質和牛肥育体系の省力化 (有)うしの中山(鹿児島県鹿屋市)、(株)うしの中山志布志牧場(鹿児島県志布志市)

背景及び取組概要

<経営概要 飼養頭数
 肥育牛: 5,729頭 実証区: 3,021頭 慣行区: 2,708頭
 繁殖牛: 71頭 実証区: 71頭 慣行区(令和4年度): 70頭 >

背景

- ①高品質な和牛肉の生産・輸出増への期待 ⇒ 肉用牛生産基盤の弱体化・生産コストの増大の課題
- ②肉質を維持しつつ規模拡大 ⇒ スマート農業技術等の技術革新による徹底した省力化、生産効率の向上

取組概要

- I. 肥育牛5,000頭規模の実証牧場で、牛舎向けカメラAI監視システム等により事故率低減を図る(技術①)。
- II. 牛の体重や残飼量を画像AI解析で推定し、出荷期間の短縮により、生産費の低減を目指す(技術①と②)。
- III. 事務処理の作業集約(技術③と④)および分娩の夜間監視(技術⑤)による軽労化を行う。

導入技術

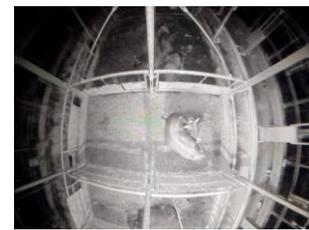
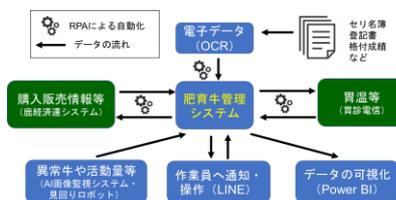
①牛舎向けカメラAI監視システム
 ・1,008牛房の牛を24時間精密監視する。

②見回りロボット
 ・1,008牛房を対象牛の遠隔視認補助

③肥育牛個体管理システム
 ・台帳管理に係る農場作業時間の削減

④事務処理のRPA化(畜産DX)
 ・帳票のOCR化や事務作業のRPA化により作業時間の削減

⑤分娩監視システム
 ・分娩牛を別農場で夜間監視し作業集約



肥育牛飼養管理

生産管理・事務処理

分娩

実証課題の達成目標

1. ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標

対応する実証項目

- | | |
|---|---|
| ① ローカル5G (L5G) 経由で監視カメラ5台の同時接続と映像表示 | 1 |
| ② 見回りロボットのカメラでL5Gにより同時にLIVE画像が遠隔視聴できる台数2台 | 2 |

2. 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

- | | |
|-----------------------------|------|
| ① 夜間監視の集約による志布志牧場のコスト 10%削減 | 3 |
| ② 素牛導入・肥育牛出荷作業時間 36%削減 | 4, 5 |

3. 生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等についての目標

- | | | |
|------------------------|----------------|------|
| ① 緊急出荷牛および起立困難などの死亡牛頭数 | 30%低減 | 1,2 |
| ② 配合飼料ロス量 | 20%削減 | 2 |
| ③ 出荷牛の15%での肥育期間短縮 | 20カ月 → 19カ月 | 1 |
| ④ 短期肥育牛のA4率以上割合 | 95.5% | 1 |
| ⑤ 肥育牛の観察時間 | 66%削減 | 1 |
| ⑥ 素牛導入・肥育牛出荷作業時間 | 36%削減(2. ②と重複) | 4, 5 |
| ⑦ 繁殖牛の分娩死亡事故率 | 6.7% → 3.4% | 3 |

4. 産地における経営全体の改善についての目標

- | | |
|-----------------------|-------------|
| ① 生産費用の低減、売上の増加による利益率 | 0.5% → 0.7% |
| ② 夜間監視作業の集約時のコスト削減率 | 25% |

目標に対する達成状況1

1. ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標

①多端末同時接続技術の検証(実証項目 1)

5台のIPカメラ映像(4K、フレームレート5)をL5G経由で同時表示した結果、アップリンク時に最大通信速度33.8Mbpsで同時5台の映像を遅延なく表示できた。

L5G経由で最大64画面(図1)のLIVE映像を1秒以内の遅延時間で同時表示できた。常時、16映像で表示。



1時間以内で実証区1,008牛房のLIVE映像を遠隔視認でき、代表者様がウシの状態のチェックに利用。



図1 64か所のLIVE映像の同時表示

②見回りロボットのカメラでL5Gにより同時にLIVE画像が遠隔視聴できる台数2台(実証項目 2)

ロボットに設置したL5Gモバイルルータを介して、移動中の見回りロボット(2台)に搭載したPTZカメラのLIVE映像を遠隔監視できた。

PTZカメラによる映像は、1台当たり40Mbps(4K/3fps)で設定している。2台の場合は80Mbpsとなった。

対象牛舎数: 18棟

2台同時にライブ映像による監視可能な牛舎: 6棟

1台のカメラでのライブ映像による監視可能な牛舎: 6棟

遠隔監視不可のエリアがある牛舎: 6棟



図2 見回りロボットの夜間走行

目標に対する達成状況2

2. 作業集約又はシェアリングを効果的・効率的に進めるための目標

① 夜間監視の集約(実証項目 3)

慣行区と作業集約区とで経費を比較した。その結果、作業集約区の経費は慣行区よりも5.6%増額し、10%削減という目標には至らなかった(図3)。

そのうち、作業集約区は慣行区より母牛の分娩事故による損失額(円/頭)で30.7%の低減が見られた。

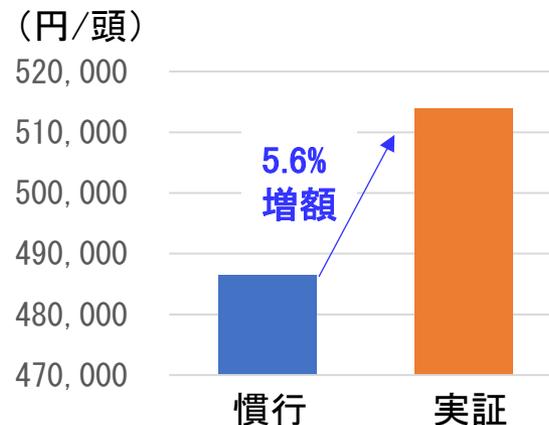


図3 作業集約区と慣行区の経費比較
(時間/月)

② 素牛導入・出荷に伴う作業 36%削減(実証項目 4・5)

従業員への聞き取り調査により素牛導入・出荷作業に伴う総作業時間は387.5時間/月、事務作業は155時間/月(総作業時間の40%に相当)であった。そのうち、111時間分の作業は、RPAやOCRなどによる自動化や肥育牛個体管理システムなどを用いた効率化の対象と判断し、実証を行った。その結果、106.5時間/月(総作業時間の27.5%に相当)を削減できた(図4)が、目標の36%削減には及ばなかった。

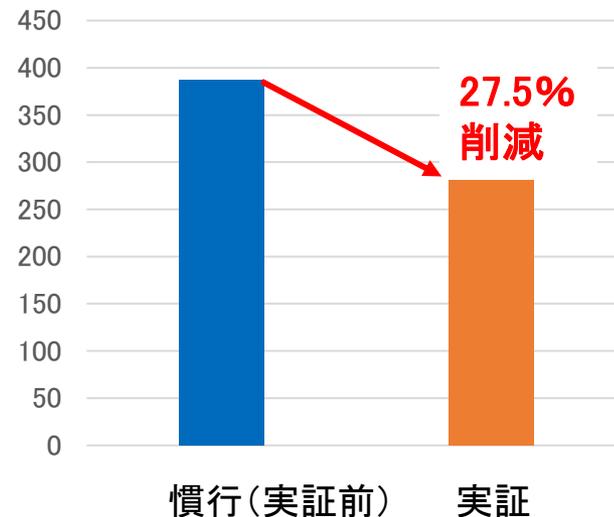


図4 導入出荷作業時間の比較

目標に対する達成状況3

3. 生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等について達成状況

① 肥育牛の緊急出荷牛および死亡牛の30%削減（実証項目 1）

令和5年9月から令和6年1月までの実証期間で、大隅ファームの死亡牛と緊急出荷牛の発生率は実証区(0.57%)で慣行区(0.92%)よりも38%削減され(図5)、目標を達成した。

同期間の起立困難による事故牛は、慣行区で2頭(0.1%)死亡し、実証区では発生しなかった。

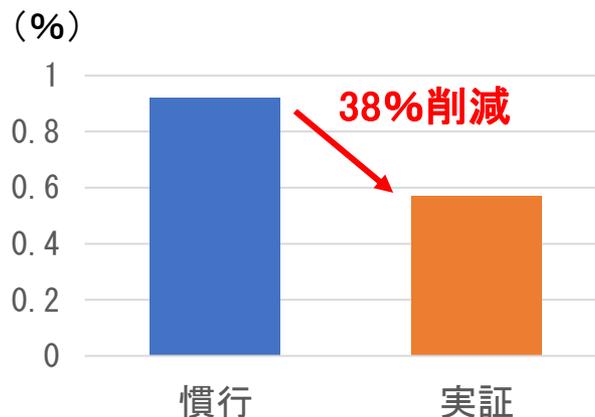


図5 死亡牛と緊急出荷牛の発生率(%)の比較

② 見回りロボットの監視による給餌ロス量の20%削減（実証項目 2）

ロボットの実装が遅れ、令和6年3月となったため、ロボットによる給餌ロス量のデータ取得ができなかった。他方、ロボットを実装し、仕上げ期の3牛舎で、残飼の多い牛房(約2.6kg/牛房日以上)の配合飼料の1日給餌量を1kg/頭(2kg/牛房)削減できれば、目標値には及ばないものの実証区全体の13.2%に相当する168kg/日の削減が期待される。

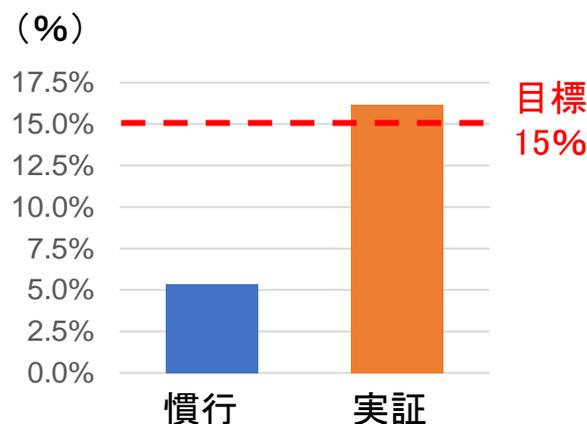


図6 早期出荷(候補)牛の割合(%)の比較

③ 出荷牛の15%で肥育期間の1カ月短縮（実証項目 1）

④ 短期肥育牛のA4率以上割合 95.5%（実証項目 1）

推定体重から早期出荷基準を満たす個体(16頭:15.8%)で、肥育期間を1カ月短縮しても基準体重以上かつA4等級以上であることが推定され、目標を達成できる見込みが得られた(図6)。他方、大隅ファームでは主に増体の止まった個体を肥育期間19カ月未滿で早期出荷するが、令和4年度の慣行区での早期出荷牛の割合は5.4%だった。

目標に対する達成状況3(つづき)

3. 生産者における生産コスト低減、収量・品質向上等について達成状況

慣行区: 2,962頭、
実証区: 1,958頭

⑤ 肥育牛の観察時間66%削減 (実証項目 1)

実証前に観察時間を計測した結果は慣行区で1人平均306分/日(13.3分/牛舎、1,534時間/年)、実証区1人平均234分/日(13分/牛舎、1,167時間/年)であった。次に実証期間中に再計測した結果、牛舎向けカメラAI監視システムを導入しても観察時間に変化はみられず(削減率0%)、目標達成に至らなかった(図7)。

理由として、日中の観察は起立困難以外の、脚の腫れ、鼻汁などの側面からでない観察できない事項や、声掛けへの反応、牛房の施設の破損などのチェック項目が多く、天井カメラだけでは捉えられない部分を観察していた。作業員からは牛舎向けカメラAI監視システムによる起立困難牛の通知は牛舎に作業員がいない時間帯(夜間・昼食時間)に大変有益との話が得られた。

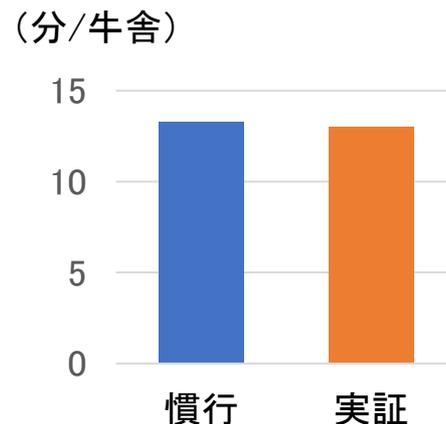


図7 牛舎の見回り時間の比較

⑥ 素牛導入・肥育牛出荷作業時間 36%削減

P4の2②項と同じ

⑦ 母牛の分娩死亡事故率半減 6.7% ⇒ 3.4% (実証項目 3)

慣行区(令和5年4月から12月まで)と慣行区(令和4年4月から12月まで)の母牛(胎牛)の分娩死亡事故率は、慣行区で3.0%、夜間分娩監視を実施した実証区で2.4%となり、目標の3.4%はいずれも達成された(実証区で分娩死亡事故率21%削減、図8)。

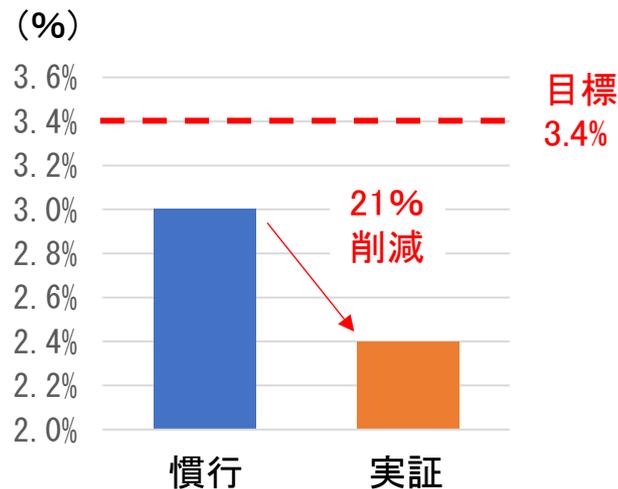


図8 母牛(胎牛)の死亡事故率(%)の比較

目標に対する達成状況 4

4. 産地における経営全体の改善についての目標

① 生産費用の低減、売上の増加による利益率向上 0.5% → 0.7%

産地モデルの成績を基に、本実証のシステムの活用による利益率の向上を試算した結果、表1に示すように実証終了後3年以内に約3%の利益率向上が見込まれる。

実証農場の出荷頭数は、所在地域(肝属地区)の63%を占めており、実証農場の利益率向上が産地の利益率向上に大きく影響する。

鹿児島県内全域に農場を展開する出荷頭数5,000頭の農業法人、実証地域内で出荷頭数1,700頭規模の農場で導入の意向があり、導入されれば産地全体で実証農場と同程度の利益率向上が見込まれる。

表1 産地におけるプロジェクト終了後3年以内の経営改善の見通し(肥育牛出荷1頭当たり)

項目	産地モデル 肥育専業	2024	2025	2026	摘要
飼養頭数 (頭)	250	250	280	300	売上増による飼養頭数増
出荷頭数 (頭)	135	136	152	160	事故率低減による出荷頭数増
対仕向事故率 (%)	3.1	2.0	1.0	1.0	システム活用による事故率低減
肥育日数 (日)	596	560	560	560	約30日の肥育期間短縮
DG (kg)	0.87	0.90	0.90	0.90	肥育期間短縮による増加
枝肉重量 (kg)	502	520	520	520	
損益					
売上高 (円)	1,280,137	1,326,000	1,326,000	1,326,000	枝肉重量の増による増加
生産費用 (円)	1,439,479	1,449,009	1,449,009	1,449,009	
購入飼料費 (円)	377,596	358,589	358,589	358,589	肥育期間1か月短縮による減
システム費用 (円)		28,537	28,537	28,357	監視システム19.1千円、ロボット3.6千円、L5G費用等 5.6千円
売上原価 (円)	1,230,523	1,240,053	1,240,053	1,240,053	
経常利益 (円)	38,733	85,947	85,947	85,947	
利益率 (%)	3.0	6.5	6.5	6.5	
総利益(千円)					
	5,229	11,689	13,064	13,752	出荷頭数増による増加

※産地モデル: 鹿児島県畜産協会の肥育経営診断の平均飼養規模

目標に対する達成状況 4

4. 産地における経営全体の改善についての目標

② 夜間監視作業の集約時のコスト削減 25%

夜間監視作業の集約により、夜間監視システムを導入せず、宿直者1人が夜間監視を行う単独導入区に比べて7.3%の労働費削減が可能であることが明らかとなったが、単年度では機器の減価償却費等の増加により利益率は改善しない見込みとなる。現状の肉用牛繁殖経営においては、子牛販売単価の増が必須であり、2025年に子牛販売単価が1%増加すれば、利益率の向上が-2.0%から0.7%までに見込める。また、本システムの活用により分娩事故が減少すれば、販売頭数の増加も見込めると考えられる。

表2. 分娩監視集約システム導入による産地経営改善試算

分娩監視集約システム導入による産地経営改善試算				単位：頭, 円/成雌牛常時1頭あたり	
項目	産地平均※	2024	2025	2026	摘要
事例数	37	—	—	—	
成雌牛平均飼養頭数	65	65	65	65	
子牛販売収入	492,770	493,000	500,000	500,000	2025子牛販売収入1%増
育成牛販売収入	1,026	1,030	1,030	1,030	
その他	1,730	1,060	1,060	1,060	堆肥等副産物
収入計	495,526	495,090	502,090	502,090	
売上原価	502,436	506,914	500,453	500,453	
うち生産費用合計	576,172	580,650	574,189	574,189	
うち労働費	108,445	99,769	99,769	99,769	2024：労働費7.3%減
うち減価償却費	37,698	42,160	42,610	42,610	機器具・車両,システム減価償却増
システム導入工事費	—	6,461	—	—	
機器保守費用	—	2,231	2,231	2,231	
販売一般管理費	72,995	72,995	72,995	72,995	
営業外費用	13,136	13,136	13,136	13,136	
営業外収益	88,005	88,005	88,005	88,005	
経常利益	△ 5,036	△ 9,950	3,511	3,511	
利益率	-1.0	-2.0	0.7	0.7	

※産地平均：令和4年繁殖経営経営診断結果平均（鹿児島県畜産協会）

(実証項目別成果①) IPカメラによる動態解析・監視

取組概要

1. L5Gを使って多端末のLIVE映像を同時に表示させた。
2. 起立困難牛の検知を令和5年9月から令和6年1月まで行った(図9)。
3. システム実装後、実証区で出荷牛舎(2牛舎)があったので、そこで早期出荷個体の選定を行った。早期出荷は牧場側の判断とした。
4. 観察時間は慣行区で1人平均306分/日(13.3分/牛舎、1,534時間/年)、実証区1人平均234分/日(13分/牛舎、1,167時間/年)であった。
5. カメラの蜘蛛の巣対策を検討した(図10)。

(使用機器) 牛舎向けカメラAI監視システム(Dr. Cowsビュー)、見回りアプリ(LINE)
(実証頭数)

実証区: 2,962頭(大隅)・59頭(志布志)

慣行区: 1,958頭(大隅)・750頭(志布志)



図9 起立困難牛の様子と通知



図10 蜘蛛の巣対策

実証結果

1. L5G通信を介した16牛房のLIVE映像の同時表示により、1,008牛房の牛の状態確認を約1時間で完了できた。
2. 大隅ファームの死亡牛と緊急出荷牛の発生率は実証区で38%減となった(表3)。志布志牧場でもR5年12月から実証開始し、起立困難による事故牛は未発生だった。
3. 推定体重と超音波測定をガイドに、16頭(15.8%)を早期出荷候補個体として選定し、すべて基準体重を満たして、A4等級以上となる見込みが得られた。
4. 牛舎向けカメラAI監視システムを導入しても観察時間は変化しなかった(削減率0%)。
5. 蜘蛛の巣対策の試作品のうち、長方形板+忌避剤で蜘蛛の巣が少ない傾向になった。

表3 大隅ファームの死亡牛と緊急出荷牛の比較

項目	全体	死亡	緊急出荷
実証区	17頭	5頭	12頭
発生率	(0.57%)	(0.17%)	(0.41%)
慣行区	18頭	17頭	1頭
発生率	(0.92%)	(0.87%)	(0.05%)

発生率(%) = 発生数 / 各区の頭数

残された課題と対応

- (1) カメラに対する蜘蛛の巣対策等

(実証項目別成果②) 見回りロボットによる自立走行とL5G接続 (LIVEカメラ)

取組概要

- PTZカメラを搭載した見回りロボットによる牛房見回りの運用試験
- 移動中の見回りロボット(2台)に搭載したPTZカメラのLIVE映像をL5G通信により遠隔監視が可能であることを確認
- ロボットの位置・状態に関する情報をメガネ型表示装置で表示するシステムを実装し、VGAサイズでのロボットカメラ映像、ロボットの情報送信されることを確認

- 大隅ファームの残飼量を調査し、カメラ画像による残飼量の推定

(使用機器) 見回りロボット、メガネ型表示装置
 (実証頭数) 慣行区: 2,962頭(大隅)、実証区: 1,958頭(大隅)

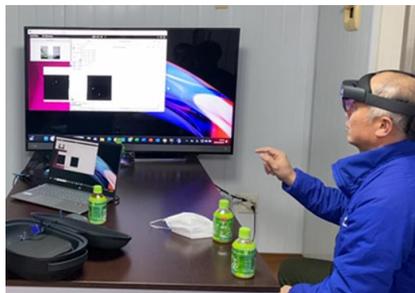


図11 作業員によるメガネ型表示装置の使用

実証結果



図12 アップリンクスループット測定結果(単位はMbps)

- 漏洩ケーブル設置の2つの牛舎(H02、H30)では2台同時のLIVE映像を確認した。隣接する4牛舎では67%のエリアで1台のカメラでLIVE映像が確認できた(図13: H01~H03, H29~H31)。
- 指向性アンテナ直下にある牛舎は2台同時のLIVE映像による遠隔監視ができた。全体で78%のエリアで1台のカメラでライブ映像が確認できた(図12: H17~H28)。
- ロボットの実装が遅れ、令和6年3月となったため、ロボットによる給餌ロス量のデータ取得ができなかった。
- 仕上げ期の3牛舎の全牛房の50%で給餌量を削減すれば、実証区の残飼量の13.2%の削減が期待される。

残された課題と対応

- PTZカメラの映像が暗いとの指摘
 - > 照明の追加、照明方法の工夫が必要。
- 見回りロボットで収集した飼槽画像のAI解析精度の不足
 - > カメラにスタビライザを設置、ロボットの走行性能の向上、AIアルゴリズムの改良等

(実証項目別成果③) 分娩室モニタリングシステム導入

取組概要

1. 大隅ファームの夜間宿直者に分娩室モニタリングシステムを使って遠隔で志布志牧場で発生する分娩の夜間監視を行っていただき、両牧場の夜間作業が集約可能かを調査した(図13)。
2. 令和5年4月から12月までの母牛の事故率を前年度の同期間(慣行区)と比較した。7月から夜間監視作業の時間も計測した。
3. 作業集約によるコスト削減効果は、宿直1人を置いた場合と夜間集約した時の場合で比較した。
(使用機器) 分娩室モニタリングシステム(牛見時)
連絡アプリ(LINE)
(実証頭数)
慣行区: 33頭(志布志)、実証区: 42頭(志布志)

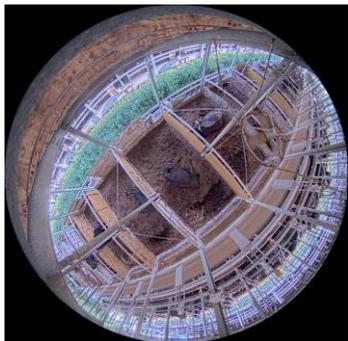


図13 志布志牧場の分娩監視

実証結果

1. 調査の結果、当初の作業集約が不可能だと判明した。自農場の牛舎見回り作業の負担が大きいこと、また、分娩等のイベントでは継続的な監視が必要になって分娩監視にまで手の回らないことが分かり、7月下旬からはコンソーシアムで作業委託に変更した。
2. 両区とも母牛の死亡事故率は目標値(3.4%)をクリアした(表4)。さらに実証区では1分娩につき平均1.8日、38.5分/日の夜間監視により母牛の死亡事故率は慣行区よりも約21%低減した。
3. 作業委託によるコスト削減効果は、宿直1人を置いたよりも7.3%削減されると試算された。

表4 志布志牧場の母牛の死亡事故率の比較

期 間	分娩数	死亡数	死亡率
慣行区R4.4~R4.12	33頭	1頭	3.0%
実証区R5.4~R5.12	42頭	1頭	2.4%

残された課題と対応

分娩予定日に向けて行動量変化の通知基準値を徐々に下げていく等のシステム改造が更に通知精度が向上する可能性があるため、分娩前日数による基準値の調整が必要。

(実証項目別成果④、⑤) 肥育牛個体管理システム構築、事務処理のRPA化 (畜産DX)

取組概要

- 「特選牛」を導入して個体管理し、既存のシステムである「経済連システム」「胃診電信」と、RPAにより連動させることで多重打鍵を無くした。
- 手作業の「作業記録」をLINEで電子管理可能にした。
- 各種帳票をPower BIで、表示・分析・出力可能にした。
- 上記により、素牛導入・出荷作業に係る事務処理の時間の削減効果を実証した。

(使用機器) 肥育牛個体管理システム(特選牛クラウド版)、RPA(Power Automate)、データビジュアル化ツール(Power BI)、LINE

(実証頭数) 実証区: 4,920頭(大隅)・880頭(志布志)

実証結果

- 1ヶ月の導入出荷に係る総作業時間は387.5時間/月で、そのうち事務作業に155時間/月を費やしていた。今回の実証では事務作業を106.5時間/月削減でき、総作業時間の27.5%の削減を達成できたが、目標の36%削減には及ばなかった(図16)。

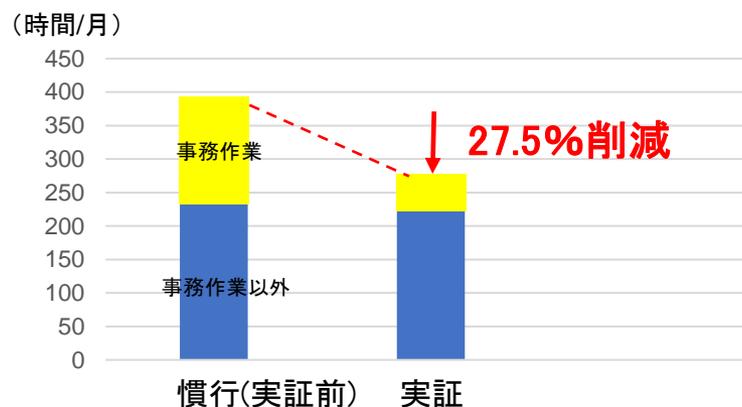


図16 素牛導入・出荷作業時間の削減

残された課題と対応

- 「作業記録」のLINEへの登録の運用が定着していない。事務員による代行入力かRPAによるシステム化で対応予定。
- Power BIは大型モニターに常時映し出すことで農場での情報共有が更にできると思われる。



日付	地域	導入頭数	死亡	死亡・緊急出荷		性	出荷	
				月	緊急出荷		R2年度	R3年度
12/17	群島中央	18	3	1		法頭数	4051	557
12/18	群島中央	13	1	3		男	216	318
12/19	群島中央	30	1	2		BMS120頭	196	168
12/20	群島中央	6	2			BMS110頭	232	93
12/22	群島中央	1	3			BMS100頭	294	77
1/4	北九州	3	3	1		BMS12%	4%	31%
		120	52			BMS11%	5%	17%
			2	1		BMS10%	5%	14%
			3	4		AS*	21%	81%
			2	2		AW*	5%	15%
			2	1		AS+A4*	27%	98%
			6	6		抜肉	148	550
			2	2		頭	2122	369
			2	1		BMS平均	3.4	8.8
			5	8		BMS120頭	67	40
						BMS110頭	128	60
						BMS100頭	134	59
						BMS12%	3%	11%
						BMS11%	6%	17%
						BMS10%	6%	16%
						AS*	27%	92%
						AS+A4*	5%	15%
						AS+A4*	35%	89%
						合計	7080	920
						死亡数	27	12
						死亡%	0.4%	1.3%
						緊急出荷数	54	9
						緊急出荷%	0.8%	1.0%

図14 LINEによる作業記録の管理

図15 Power BIによるデータ表示

(終了時成果(全体)) 実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

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

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	見回り	牛舎向けカメラAI監視システム (Dr.Cowsビュー)	(1)カメラに対する蜘蛛の巣対策 (2)稼働監視・復旧の仕組み
2	見回り	見回りロボット メガネ型表示装置	(1)見回りロボットの走行性能 ・昼間、逆光、雨天などの対策 ・白線軌道を外れた場合のリカバリ機能 (2)見回りで収集した飼槽画像を牛房単位に 分割する処理の精度不足
3	夜間分娩監視	分娩室モニタリングシステム (牛見時)	(1)肥育牛の宿直者が隙間時間で分娩監視を 作業集約するのは不可能だった。
4	生産管理労働	肥育牛個体管理システム(特 選牛)	(1)市場外取引などの少ないがイレギュラーな データへの対応。 (2)胃診電信システムのマスタ更新における 機能制約のため、追加でRPA連携機能を 開発し、システム間の自動連係を達成した。
5	生産管理労働	事務処理のRPA化 (畜産DX)	(1)想定よりも多くの業務のRPA化が必要だったため、実行 時間が重複しない様に開始時間の調整が必要となった。 稼働中のシステムでは、今後、新たなRPA処理の追加を行う 際はPCの増台を検討する必要がある。

(2) その他

自動給餌ロボットがあれば、作業時間や身体的負担が軽減されると思われる。

株式会社ロボネット・コミュニケーションズ

893-0016 鹿児島県鹿屋市白崎町2番8号のだビル204号

TEL:0994-45-6107 FAX:0994-45-6108

r_manabe@robonet-c.jp

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>