

## 新規な哺乳ロボットとセンサー・IoT を活用した 和牛子牛の革新的生産技術開発

試験研究計画名：新規な哺乳ロボットとセンサー・IoT を活用した和牛子牛の革新的生産技術開発

地域戦略名：新規な哺乳ロボットとセンサー・IoT を活用した和牛子牛の革新的生産技術開発

研究代表機関名：(国) 鹿児島大学

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

全国的に畜産分野、特に肉用牛繁殖牛分野は、経営体の高齢化により飼養戸数は、年々減少しています。一方、繁殖経営の専門化が進み大規模経営体については、労働力不足、さらに子牛の密飼や観察不足などにより哺乳期の損耗率が約30%と高く、生産性向上が課題となっていました。その改善策の一環として母乳による自然哺育から人工哺育への移行が進められてきました。人工哺育では、当初は手やりによる哺育が主体でしたが、労働力削減の観点などから、哺乳ロボットによる哺乳の導入がされるようになってきました。群飼養の哺乳ロボット体系は、平成15年から地域の大規模経営体への導入が図られましたが、群管理であったため、①疾病の水平感染が多いこと、②社会的順位争いにより子牛にストレスがかかること、③消毒による衛生管理が徹底できないことなど多くの課題が発生しました。こうした課題を解決するため新規哺乳ロボットやセンサー・IoT等の技術を用いた哺乳の自動化システムなど高度かつ省力的なシステムが望まれています。すなわち、限られた労働力の中で商品性の高い和牛子牛生産を、高度な個体管理と衛生管理、健康管理等を含めて省力かつ高度に実施する技術が求められており、哺乳ゲージ飼育による個体管理が可能な新規な移動式哺乳ロボット、IoT・センサーを用いた省力飼養、疾病管理、強化哺乳等の发育改善技術を開発しました(図1、2)。



図1 個体別哺乳ロボットによる飼養管理



図2 個体別哺乳ロボットによる健康管理技術

技術体系の紹介：

1. 和牛子牛専用の乳首およびアダプターの開発

哺乳ロボットの乳首については、従来品が乳用種子牛用であり、体の小さい和牛子牛では哺乳不可能な子牛が存在したため、乳首の大きさ、ならびに乳首の硬度、引張強度および伸び率などを勘案して、最終的な和牛子牛専用の乳首の開発を行いました（図3）。また、哺乳ロボットは、デフォルトの設定として、1頭毎に哺乳終了後に乳首の洗浄を行うが、哺乳器周囲の洗浄は、行っていません。そのため、改良品を用いて150頭の衛生検査を実施し、哺乳による病原体の伝搬の防止を確認しました（図4）。



図3 和牛子牛専用の乳首開発

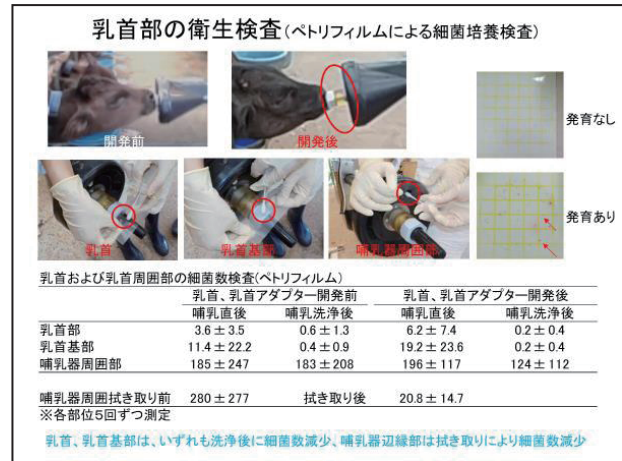


図4 哺乳における病原体の伝搬防止

2. 個別哺乳ロボットの哺乳プログラム

手やり哺乳においては、多大な時間と労働力が必要であり、哺乳回数は、基本1日2回、多くても1日3回が限度であるため、1回に給与可能な代用乳の量にも限度があります。一方、個別哺乳ロボットによる哺乳においては、1日最大8回の哺乳ができます。すなわち、手やりでは実現が困難な頻回哺乳と代用乳の多給が可能です。実証農家での哺乳プログラムでは、代用乳の給与量を増加させた哺乳により、子牛の成長は促進しました（図5）。

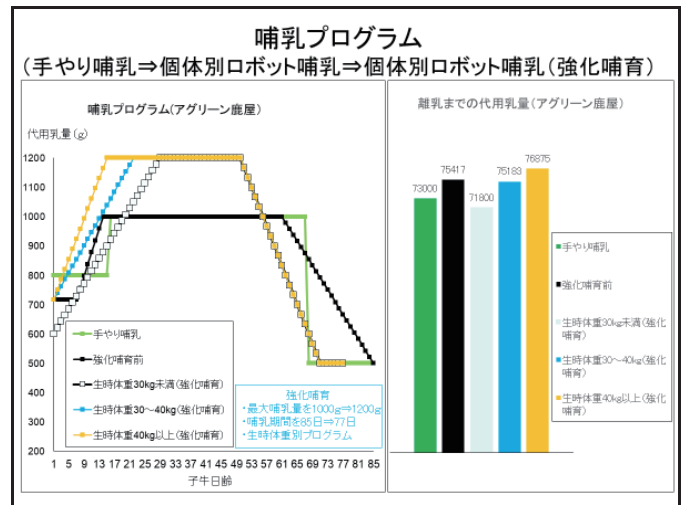


図5 哺乳プログラムの1例

3. ロボット・センサー・IoTを活用した和牛子牛の高度な健康管理技術

a) 哺乳量情報・体温情報・活動量など子牛個体情報の統合管理

個別哺乳ロボットによる自動化された技術のみでは、人と子牛との接触の機会が少なくなることから、子牛の健康状態の把握や疾病発症を発見することは難しくなります。そこで子牛の哺乳量情報、体温情報および活動量情報を統合して健康状態管理するシステムを構築しました（図6）。

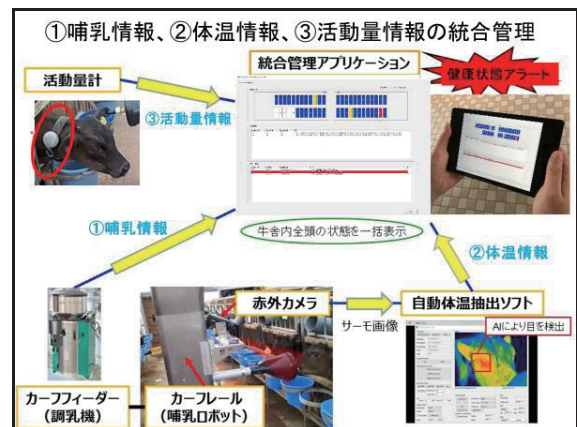


図6 統合管理するシステム構成

b) IoTによる子牛の個別健康管理・疾病早期発見

開発された子牛の哺乳量情報・体温情報・活動量などを統合管理するシステムを活用し、子牛の健康状態を管理・疾病早期発見するため、子牛の健康状態適正範囲を設定し、その範囲を超えた個体に対してアラートを出すシステムを構築しました（図7、8）。

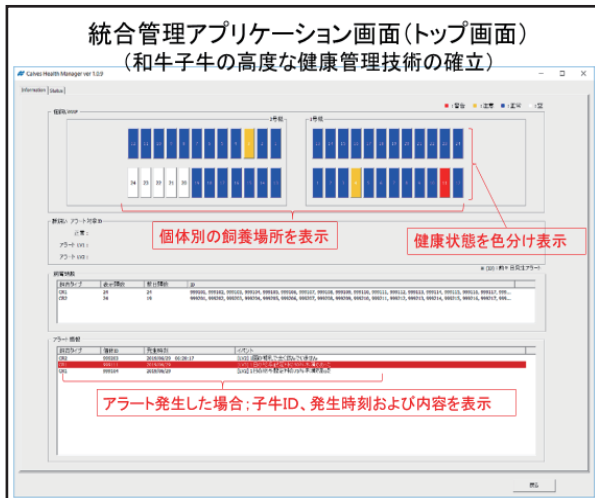


図7 統合管理アプリケーション（トップ画面）

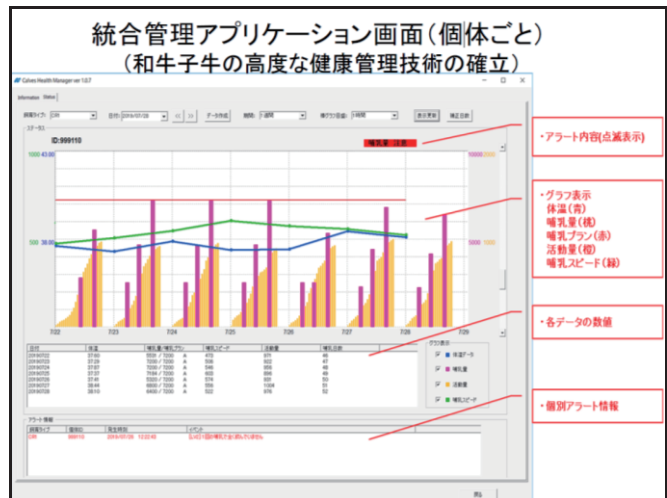


図8 統合管理アプリケーション（個体ごと）

技術体系の経済性は：

経営改善効果

年間飼養子牛頭数 200 頭の農家の場合、個別別哺乳ロボットには、導入経費（860 万円）が必要です。また、ロボットは電気による駆動のため、電気代も必要です。さらに、1年に1回メンテナンス（20万円）が必要であり、農家における実証試験により3年に1回はホースの交換などの大規模なメンテナンス（140万円）も必要です（表1）。しかしながら、個別別哺乳ロボット関連経費を7年間の減価償却とした場合、子牛1頭当たりの平均哺乳関連経費は、個別別では、手やり哺乳と比較し削減（手やり；18,130円→個別別；13,708円）、また、1頭当たりの子牛出荷価格も個別別で高く（手やり；658,970円→個別別強化哺育；711,892円）、費用対効果は増加（52,921円増）することが示されました（表2）。

表1 個別別哺乳ロボットと手やりにおける経費の比較（実証農家例）

移動式ロボット哺乳								7年間総経費	1年間平均経費
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目		
ロボット哺乳頭数（年間）	¥200	¥200	¥200	¥200	¥200	¥200	¥200		
減価償却費	¥1,228,571	¥1,228,571	¥1,228,571	¥1,228,571	¥1,228,571	¥1,228,571	¥1,228,571		
光熱費	¥349,788	¥349,788	¥349,788	¥349,788	¥349,788	¥349,788	¥349,788		
メンテナンス費	¥200,000	¥200,000	¥1,410,000	¥200,000	¥200,000	¥1,410,000	¥200,000		
労働費（代用乳給与）	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0		
労働費（代用乳給与以外）	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000		
経費合計	¥2,086,360	¥2,086,360	¥3,296,360	¥2,086,360	¥2,086,360	¥3,296,360	¥2,086,360	¥17,024,517	¥2,432,074
1頭あたりの哺乳にかかる経費（年）	¥10,432	¥10,432	¥16,482	¥10,432	¥10,432	¥16,482	¥10,432		¥12,160
※移動式ロボット1式（カーフフィーダー1台、カーフレール・カーフレール本体・ホースキット・ヒーター2台）の購入価格を8,600,000円として計算									
手やり哺乳								7年間総経費	1年間平均経費
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目		
哺乳頭数（年間）	¥200	¥200	¥200	¥200	¥200	¥200	¥200		
減価償却費	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0		
光熱費	¥104,936	¥104,936	¥104,936	¥104,936	¥104,936	¥104,936	¥104,936		
メンテナンス費	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0		
労働費（代用乳給与）	¥2,310,000	¥2,310,000	¥2,310,000	¥2,310,000	¥2,310,000	¥2,310,000	¥2,310,000		
労働費（代用乳給与以外）	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000	¥308,000		
経費合計	¥2,722,936	¥2,722,936	¥2,722,936	¥2,722,936	¥2,722,936	¥2,722,936	¥2,722,936	¥19,060,555	¥2,722,936
1頭あたり哺乳にかかる経費（年）	¥13,615	¥13,615	¥13,615	¥13,615	¥13,615	¥13,615	¥13,615		¥13,615
※哺乳1回あたりの労働時間（代用乳計量、代用乳溶解、給与、哺乳瓶洗浄など）を4.5分、1日2回哺乳として算出									
※1日1頭あたり労働費（代用乳給与）＝1日2回哺乳、1日代用乳給与労働時間を1日9分×時給1,000円＝150円									
※1頭あたりの労働費（代用乳給与＝150円（1日あたりの人件費）×77日（哺育期間）＝11,550円									
※1日1頭当たりにかかる代用乳給与以外の労働費；餌づけ飼料の給与1分、健康状態把握0.2分；1.2分×時給1,000円＝20円									
※1頭あたりの代用乳給与以外の労働費（1日1.2分）、（20円（1日あたりの人件費）×77日（哺育期間）＝1,540円									
※200頭あたりの代用乳給与労働費＝11550円（1頭あたり）×200＝2,310,000円、※200頭あたりの代用乳給与以外の労働費＝1,540円（1頭あたりの）×200＝308,000円									

表 2 個体別哺乳ロボットと、手やりにおける費用対効果

個別型哺乳ロボットと手やり哺乳との比較（1頭あたりの平均費用対効果）						
	出荷価格	地域の平均価格	哺乳関連費(経費)	治療費(経費)	出荷価格-(経費)	収入差額(手やりと比較)
個別型哺乳ロボット（強化哺育後）	¥725,600	¥813,939(参考値)	¥12,160	¥1,548	¥711,892	¥52,921
個別型哺乳ロボット（強化哺育前）	¥683,400	¥798,631(参考値)	¥12,160	¥2,598	¥668,642	¥9,671
手やり哺乳	¥677,100	¥811,907(参考値)	¥13,615	¥4,515	¥658,970	

試算上では、個体別哺乳において1頭当たり強化哺育前では約9,600円の利益、強化哺育後では約52,250円の利益。

### 経済的な波及効果

鹿児島県内の経済的波及効果は、個体別哺乳ロボットの導入により、疾病減少による治療費の削減、発育増加による出荷価格の増加により 4.8 億円の効果が見込めます（表 3）。

表 3 経済的な波及効果

1年間の経済的波及効果（100農家にて導入、母牛頭数8,500頭の場合）	≒ 4.8 億円
・ 8000頭(子牛頭数) × 哺乳経費(1頭あたり1,454円；手やりからロボット)	≒ 1,160万円
・ 8000頭(子牛頭数) × 治療費削減(1頭あたり2,500円)	≒ 2,000万円
・ 8000頭(子牛頭数) × 死産減少率10% × 死亡廃用率5% × 75万円(子牛価格)	≒ 3,000万円
・ 8000頭(子牛頭数) × 出荷価格上昇(1頭あたり50,000円；手やりからロボット)	≒ 40,000万円
・ 分娩間隔短縮(8,500頭) × 450円(1日1頭あたりの飼料費) × 5日間短縮	≒ 1,910万円

### こんな経営、こんな地域におすすめ：

子牛を年間 200 頭以上飼養する農家であれば、7 年間で十分に個体別哺乳ロボットの導入経費を償却可能で中長期的にメリットがあります。

### 技術導入にあたっての留意点：

哺乳ロボット関連機器の購入経費については、農場規模や地域性はありませんが、その他の哺乳関連経費については、農場規模や飼養形態などにより異なります。個体別哺乳ロボットは、代用乳給与量は個体ごとに設定できますが、希釈濃度は個体ごとの設定はできません。統合管理アプリケーションの健康状態適正範囲は、導入農家の飼養形態などに考慮してシステムの設定を任意に変更できます。また、本アプリケーションは、個体別哺乳ロボット用に開発されましたが、群飼養哺乳ロボットにおいても使用可能です。

研究担当機関名：(国) 鹿児島大学、鹿児島農業総合開発センター畜産試験場、(株) トプコン、オリオン機械(株)、肝属農業共済組合、(有) アグリーン鹿屋

お問い合わせは：(国) 鹿児島大学 共同獣医学部

電話 099-285-3563 E-mail otomaru@vet.kagoshima-u.ac.jp

執筆分担 ((国) 鹿児島大学 共同獣医学部 乙丸孝之介)