

令和4年度

成長型中小企業等研究開発支援事業

「カメラ映像から牛の異常な状態（発情、下痢等）を
推定する牛状態管理システムの開発」

研究開発成果等報告書

令和7年3月

担当局 関東経済産業局

補助事業者 株式会社ひたちなかテクノセンター

目次

1. 研究開発の概要	3
1.1. 研究開発の背景・研究目的及び目標	3
1.2. 研究体制	8
1.3. 成果概要	10
1.4. 当該研究開発の連絡窓口	11
2. 本論	12
3. 全体総括	34
3.1. アドバイザーによる講評	34
3.2. 複数年の研究開発成果	35
3.3. 研究開発後の課題	35
3.4. 事業化展開	36

1. 研究開発の概要

1.1. 研究開発の背景・研究目的及び目標

【背景と目的】

国内の畜産農家の数が減少する中、一農家あたりの畜産牛頭数は増加しており、経営の大規模化が進んでいる(図 1)。その一方で、世界的な飼料価格の高騰や人手不足などにより経営環境は厳しくなりつつあることから持続可能な農業にするためには、生産性を向上させる必要がある。

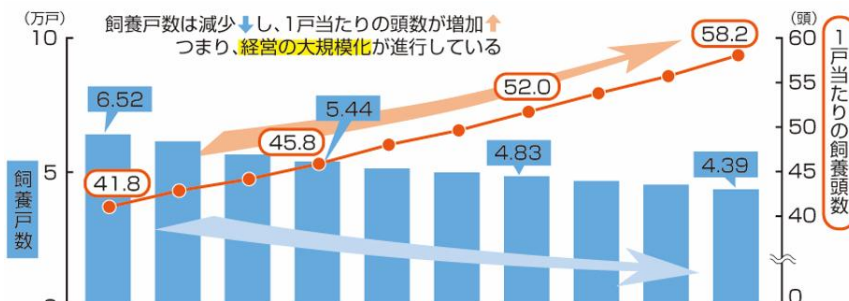


図 1 飼育戸数の推移

農林水産省の「農業 DX 構想」にも次のように記載されている。

「農業が将来にわたって持続性を確保しながらこの役割を果たしていくためには、農業者の高齢化や労働力不足が進む中、新技術の導入により省力化等を進めながら、消費者に評価される価値を生み出し、提供していくことが必要(労働生産性と資本生産性の両方の向上)。」

牛畜産業での生産性を向上させるためには、①牛の数を適正に増やすこと、②少人数で多数の牛を管理することが求められている。

① 牛の数を適正に増やす

牛の数を適正に増やすためには、発情を正確に発見し受精させること、牛を病気等で死なせないことが重要である。

「発情の発見は酪農家の差が最も出る技術の一つ、牛群の規模が大きくなればなるほど個体の発情発見は難しくなる。発情発見は酪農経営にとって非常に大切な行為である(出典 LIAJ News No.158)」。発情を発見できないと1周期分(およそ1か月)の余計な支出が発生する。また、発情の発見を誤ると精液の費用、検査費用に無駄が発生する。

病気に関しては、子牛のときに下痢や肺炎による死亡リスクが高くなる。現場では、便の色が異なるとき、呼吸回数が多いうち、ぐったりしているのをベテランスタッフの観察によって早期に発見し、治療を行っている。見逃すと成長が遅くなったり、最悪の場合、死亡してしまう。早期の発見・治療が何よりも重要となる。

他にも出産時の事故対策、出荷期の段階での起立困難、食事不足、他の牛よりも成長の遅い牛などの発見と対策が必要とされている。

② 少人数で多数の牛を管理する

経営の大規模化が進んでいる中、畜産農家は少人数で多数の牛を管理している。①でも説明した通り、たとえ少人数であっても牛の発情や病気を確実に早期に発見する必要がある。

これまで、ベテランスタッフの目によって、病気になりそうな牛や発情した牛を発見し、対応していた。しかし、大規模化が進み、スタッフの目のみではすべての牛の状態を見ることができなくなっている。このことから、スタッフがすべての牛を常に監視しなくても多数の牛を管理できる、ベテランスタッフの目を補完するシステムの開発が必要とされている。

近年、IT 技術を活用した合理化が進んできていることで、加速度センサーやジャイロセンサーを個々の牛の首や足に取り付け、動きの加速度や方向の値から発情や病気を推定する製品が利用されつつある。牛は発情すると

歩き周り、行動量が増えるため、センサーの値から行動量を分析し、発情と推定している。しかし、牛は発情以外にも行動量が多くなる場合がある。例えば、群の中で1頭が発情した際に、他の牛も発情と思いついたり、新しい牛が加わった際に、興奮したりして、行動量が増える。既存の製品について、牧場スタッフにヒアリングしたところ、発情と他の行動を区別できなくなること、1頭ごとセンサーを取り付けるため、投資も増え、取り付ける危険性も高く、成長につれて首輪を調整する必要があるなどの課題があることが分かった。



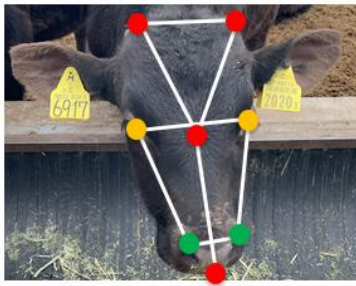
図 2 開発するシステム


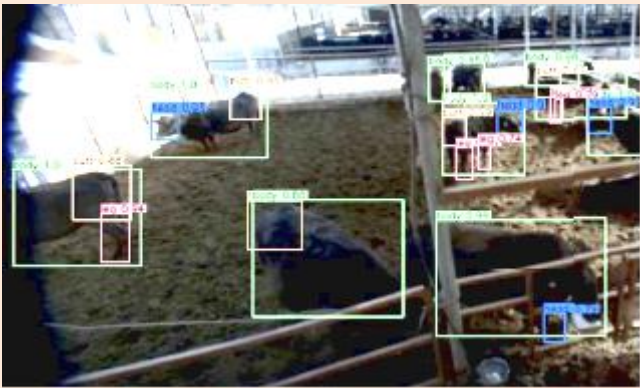


(株)ヒューマンサポートテクノロジーはこれまで牛房にカメラを取り付け、牛の検出、牛個体識別、トラッキング等の状態を推定するための研究開発を行ってきた。本事業では、ベテランスタッフの目の代わりを目指す。牛に負担をかけず、カメラ映像をコンピューター

で解析し、牛の個体識別と牛の行動及び牛と牛の位置関係から牛の状態(発情、下痢など)を推定し、牧場スタッフに通知するシステムを開発する。スタッフは知された牛のみを観察すればよく、人手不足に直面する畜産業にその解消手法を提供し、持続可能な効率的経営を提供することができる(図 2)。

これらを実現するための新技術として、AIによる牛の個体を識別する技術と牛の行動から状態を推定する技術の高度化が必要となる。以下、従来技術と比較して説明する。

【従来技術の課題と提案する新技術】

	従来技術	新技術
目的	牛の状態推定	牛の状態推定
個体識別方法	個々の牛にセンサーを取り付ける。 センサーに固有の番号 を割り当てる。	カメラ映像により牛の 顔・姿形 で識別する。水や資料を食べる場所に専用のカメラを設置し、顔の形、耳標で識別。牛房(一区画)ごとに識別できればよく、本事業では最大 20 頭の識別を目標とする。
		

<p>状態推定方法</p>	<p>加速度センサーやジャイロセンサーを個々の牛の首や足に取り付け、センサーの値を分析し、状態を推定する</p>  <p>センサー ベルト 重り</p> <p>【課題】 1頭ごとに機器を取り付ける。 取付時の事故発生リスク大。 牛の成長に合わせて調整が必要。</p>	<p>カメラで撮影した映像から、牛の行動と牛と牛の関係性（尻の匂いを嗅ぐ、乗駕など）から状態を推定する。 牛に機器やマーカ―などを取り付ける必要なし。</p>   
<p>検出精度 (発情の場合)</p>	<p>検出率は高いが誤検出も多い。 発情行動の特徴は、牛の行動量が増えること。牛は興奮すると行動量も増え、発情と誤検出してしまう。</p>	<p>検出率が高く、誤検出が少なくなる。 牛の映像を解析することにより、発情行動である乗駕動作、尻の匂いを嗅ぐ動作を正確に検出できるため。行動量のみで検出することはなくなる。</p>
<p>価格</p>	<p>センサー 49,800 円 ゲートウェア 300,000 円 クラウド利用料 1頭 200 円～ センサーを1頭ごとに取り付けるため、大規模農家であるほど高額になる。 1年間 100 頭の場合 合計 5,520,000 円</p>	<p>状態推定用カメラ 100,000 円 個体識別用カメラ 100,000 円 エッジコンピューター 300,000 円(カメラ 6 台対応) ライセンス利用料 1頭 200 円 ⇒カメラ1台で複数頭を管理できるため競合よりも安価にできる。 1年間 100 頭の場合 (10 牛房) 合計 3,440,000 円</p>
<p>可視化</p>	<p>行動量の可視化は可能であるが、振動値のデータを農場スタッフが見ても分析が難しい。</p>	<p>スタッフに分かりやすい可視化ができる。 映像を視聴できるため、スタッフによる分析が容易。スタッフの分析力の向上も期待できる。映像を見ることによりスタッフの気づきも期待できる。</p>
<p>まとめ</p>	<p>課題</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 状態推定のため1頭毎に多くの機器を取り付ける。 2. 発情検出の誤検出が多い。 3. 投資大である。 4. スタッフのデータ分析が難しい。 	<p>特徴</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. カメラ映像分析による個体識別の実施。 2. 牛の行動からの状態推定(状態推定 AI アルゴリズム)。 3. 牛房全体の映像管理により設置機器の削減。 4. 映像視聴によるスタッフの分析力向上。

【目標と研究開発の具体的内容】

新技術を実現するために以下を目標とする。

- 1) カメラ映像による牛群の個体識別
牛の個体を90%識別できるようにする。
- 2) カメラ映像による状態推定技術の開発
発情と検出した牛のうち、発情ではなかった牛(誤検出)の割合を5%以下にし、発情していたのに発情と検出できなかった牛の割合を5%以下とする。下痢の牛を80%検出する。
- 3) データを管理するための「牛管理システム」の開発
データの蓄積、検索できるシステムを開発する。
- 4) 開発技術の実証試験
牧場にカメラを設置し、個体識別、カメラ映像による状態推定の精度を検証する。また、釧路市営牧場(寒冷地)でも動作を検証する。

以下に研究開発の具体的内容を示す。

全体システムのイメージを【牛房】⇒【エッジコンピューター】⇒【クラウドサーバー】⇒【ビューワー】のデータの流れとそれぞれの機器・場所での技術課題を図3に示す。また、各機器の役割を表1に示す。

牛房の天井に牛房全体を撮影するカメラ(状態推定用カメラ)と牛の顔を撮影するカメラ(個体識別用カメラ)を設置する。牛房が大きい場合やカメラに全部の牛を撮影できない場合には複数のカメラを設置し、牛房全体、全部の牛を撮影できるようにする。太陽光、雨、雪などの影響を受けにくくするため、カメラ設置位置、設置方法も検討する。

カメラで撮影した映像データを牛房内に設置するエッジコンピューターに出力する。エッジコンピューターでは、状態推定用カメラの映像から、牛の位置、牛の部位(顔、お尻など)を解析し、状態を推定する。個体識別用カメラの映像から、牛の形や目、鼻等の位置から牛の個体を識別する。どの牛がどんな状態であるかを出力する。

エッジコンピューターで推定した状態や映像データ等をクラウドサーバーにアップする。クラウドサーバーは、牛房、カメラ毎に牛のデータを管理し、発情や下痢等の状態を牧場スタッフが持っているビューワーに通知する。

牧場スタッフは、ビューワの通知を確認し、対象の牛の状態を観察する。発情であれば、受胎させるための手続きを行う。病気であれば早期に治療を行うことができる。

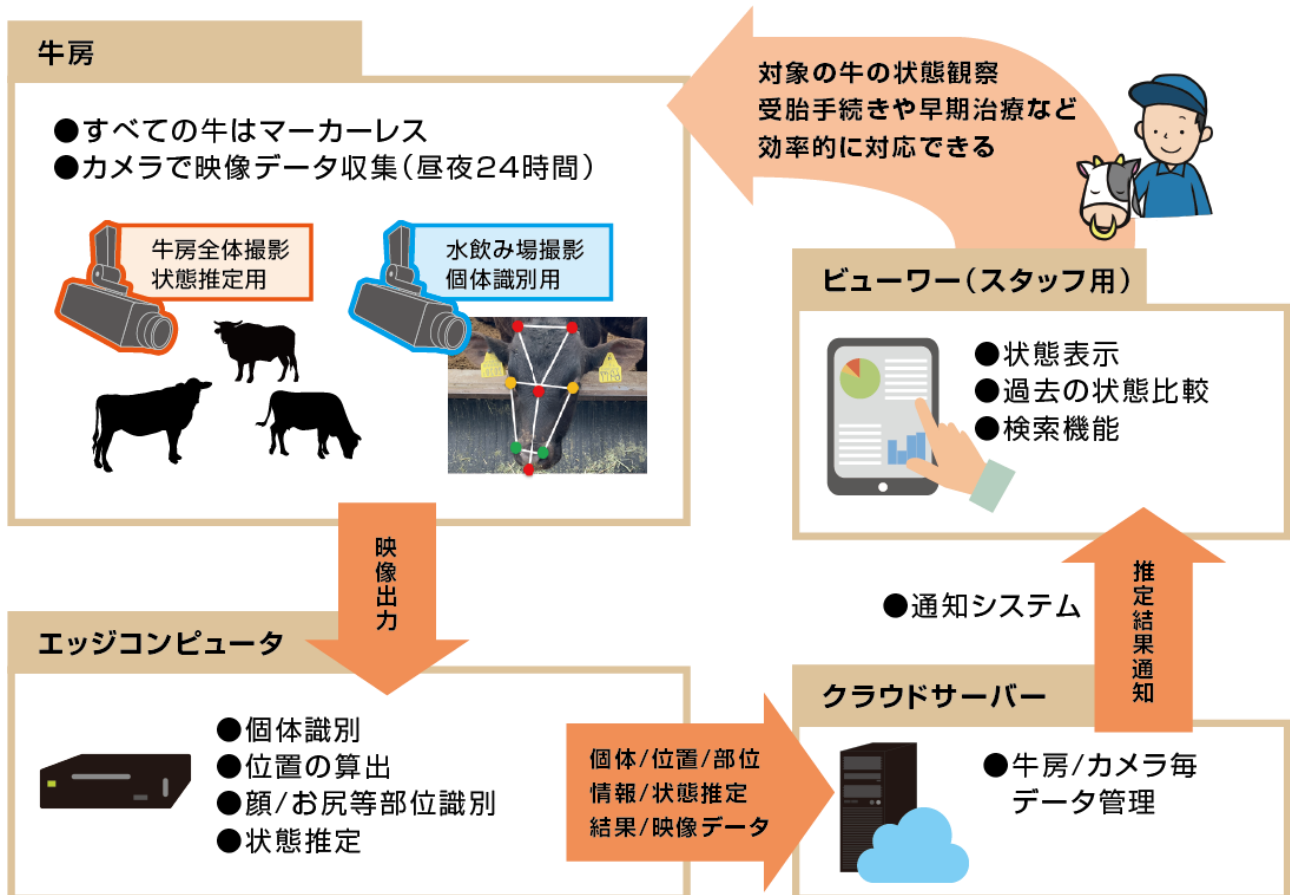


図 3 全体システムイメージ

表 1 各機器の役割

機器名	役割
カメラ	映像データを収集する。 牛房全体と牛の顔をアップして撮影できるように設置する。 夜間は赤外線撮影することにより、24時間撮影できるようにする。 撮影した映像をエッジコンピュータに出力する。
エッジコンピューター	カメラ映像から牛の個体識別、状態推定(発情、病気など)を行う。 これらのデータをクラウドサーバーにアップする。
クラウドサーバー	牛房毎、カメラ毎に映像、牛の状態等をデータベースで管理する。 牛の状態をビューワーに通知する。

1.2. 研究体制

【研究実施体制】

実施体制を図4、及び各機関の役割分担を表2に示す。

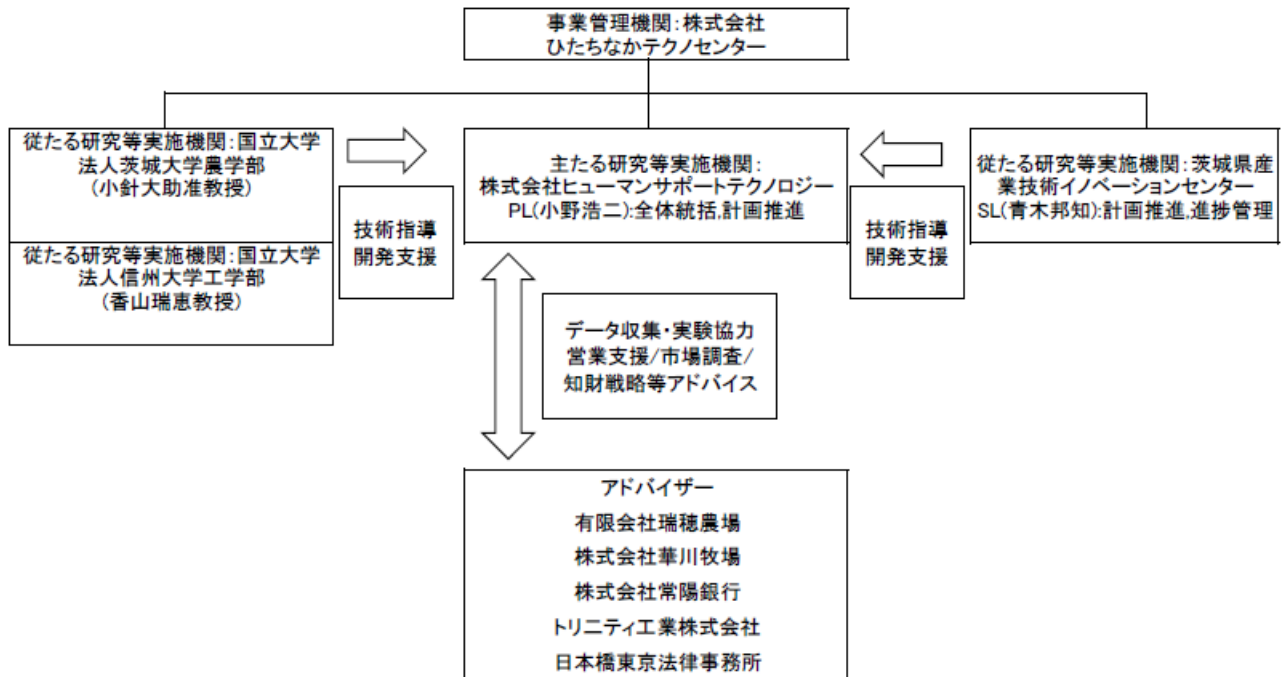


図 4 実施体制

【体制及び役割分担】

今回の事業共同体は事業管理機関1、主たる研究機関1、従たる研究機関3(大学2、公設試1)、アドバイザー5(金融機関1、企業1、農場・牧場2、法律事務所1)より構成した。主たる研究機関は、本事業の製品開発、要素技術の牛の状態推定方法の開発、茨城大学には教師データ作成、信州大学にはトラッキング技術開発を支援していただいた。茨城県産業技術イノベーションセンターには牛の個体識別技術開発を委託した。アドバイザー各社には実験データの取得協力、市場調査・営業、知財戦略等の支援をいただいた。

またPLは計画全体の統括と、市場の情報を分析し事業の方向性を常に明確にし、計画を推進した。またSLはPLを補佐し、計画を具体的に推進し、定期的に計画フォローアップ会議を開催して進捗状況を管理し、随時各テーマ毎の成果を取りまとめた。最終的成果報告書に関してはその任を PL が負う。(株)ひたちなかテクノセンターは本事業全体の管理を行った。

表 2 各機関の役割

	機関名	役割
事業管理機関	株式会社ひたちなかテクノセンター	管理、運営、調整、経費管理等
主たる研究等実施機関	株式会社ヒューマンサポートテクノロジー	本事業の製品開発、 各研究機関の調整、共有化 PL(代表取締役 小野浩二) 全体統括、 計画推進
従たる研究等実施機関	茨城大学農学部	教師データ作成支援 映像から発情や病気等の行動を抽出
	茨城県産業技術イノベーションセンター	牛の個体識別技術開発の支援 SL(IT・マテリアルグループ グループ長 青木 邦知) 計画推進、進捗管理
	信州大学工学部	牛のトラッキング技術開発の支援
アドバイザー	有限会社瑞穂農場	データ収集、実験評価
	株式会社華川牧場	データ収集、実験評価
	株式会社常陽銀行	営業アドバイス 市場調査、販売戦略
	トリニティ工業株式会社	耐環境化アドバイス
	日本橋東京法律事務所	知財アドバイス

1.3. 成果概要

表3に技術課題毎の成果概要を示す。

表 3 成果概要

課題	目標	成果
【1】 カメラ映像による牛の個体識別技術の開発		
【1-1】 個体識別技術の開発	牛の個体を90%識別できるようにする	90%以上の精度で識別でき、目標を達成できた。(達成度:98%の識別が可能)
【2】カメラ映像による状態推定技術の開発		
【2-1】 牛の位置計測とトラッキング技術の開発	1台のカメラ映像内で90%トラッキングできるようにする	1台のカメラ映像内で90%以上の精度でトラッキングでき、目標を達成できた。
【2-2】 複数カメラ間で個体をトラッキングする技術の開発	3台のカメラ映像内で各牛を90%トラッキングできるようにする	3台のカメラ映像内で90%以上の精度でトラッキングでき、目標を達成できた。(達成度:98%のトラッキングが可能)
【2-3】 牛の部位を識別する技術の開発	尻と頭の認識率70%とする	尻と頭を70%以上の精度で認識できた。
【2-4】 牛の状態を推定する技術の開発	発情と検出した牛のうち、発情ではなかった牛(誤検出)の割合を5%以下にし、発情していたのに発情と検出できなかった牛の割合を5%以下とする。下痢の牛を80%検出する	発情でなかった牛の割合を5%以下、発情と検出できなかった牛の割合5%以下を達成することができた。 下痢の牛を80%以上の精度で検出でき、目標を達成できた。 (達成度:100%の検出が可能)
【3】 データを管理するための「牛管理システム」の開発		
【3-1】 データの蓄積、検索システムの開発	データの蓄積、検索できるシステムを開発する	正常に動作することを確認でき、目標を達成できた。
【3-2】 牛の状態をビューワーに通知するシステムの開発	発情、病気など推定した状態をビューワーに通知できるシステムを開発する	正常に動作することを確認でき、目標を達成できた。

【4】 開発技術の実証試験		
【4-1】 牧場にカメラやシステムを設置し、データ収集実施	データ収集を行う	データ収集を行い、個体識別、トラッキング、発情動作の技術開発へ活用でき目標を達成できた。
【4-2】評価を実施（実証試験、動作確認）	牧場にカメラ等を設置し、【1】牛の個体識別【2】牛の状態推定の精度を検証する。釧路市（寒冷地）でも動作することを検証する	牧場にて個体識別、状態推定を行い、【1】【2】の精度を確認できた。寒冷地の釧路市営牧場でも動作することを確認でき、発情の推定は発情動作のデータ収集、学習評価を実施中であり概ね目標を達成できた。

- 1.4. 当該研究開発の連絡窓口
連絡窓口を表4に示す。

表 4 連絡窓口

所属	株式会社 ひたちなかテクノセンター
氏名	林 智章(ハヤシ トモユキ)
電話	029-264-2200
E-Mail	hayashi@htc.co.jp

2. 本論

以下に課題ごと年度ごとに研究内容、成果を示す。

【1】カメラ映像による牛の個体識別技術の開発

【1-1】個体識別技術の開発

[令和4年度]

カメラで取得したマーカー画像から牛の個体を90%識別できるようにした。
牛の首輪に識別マーカーを付け、マーカーによる個体識別を行った(図 5)。



図 5 マーカーによる個体識別

[令和5年度]

カメラで取得した牛の顔、耳票等から個体を90%識別できるようにした。
牛の顔を撮影し、顔と耳標データを紐づけ、学習を行った(図 6)。

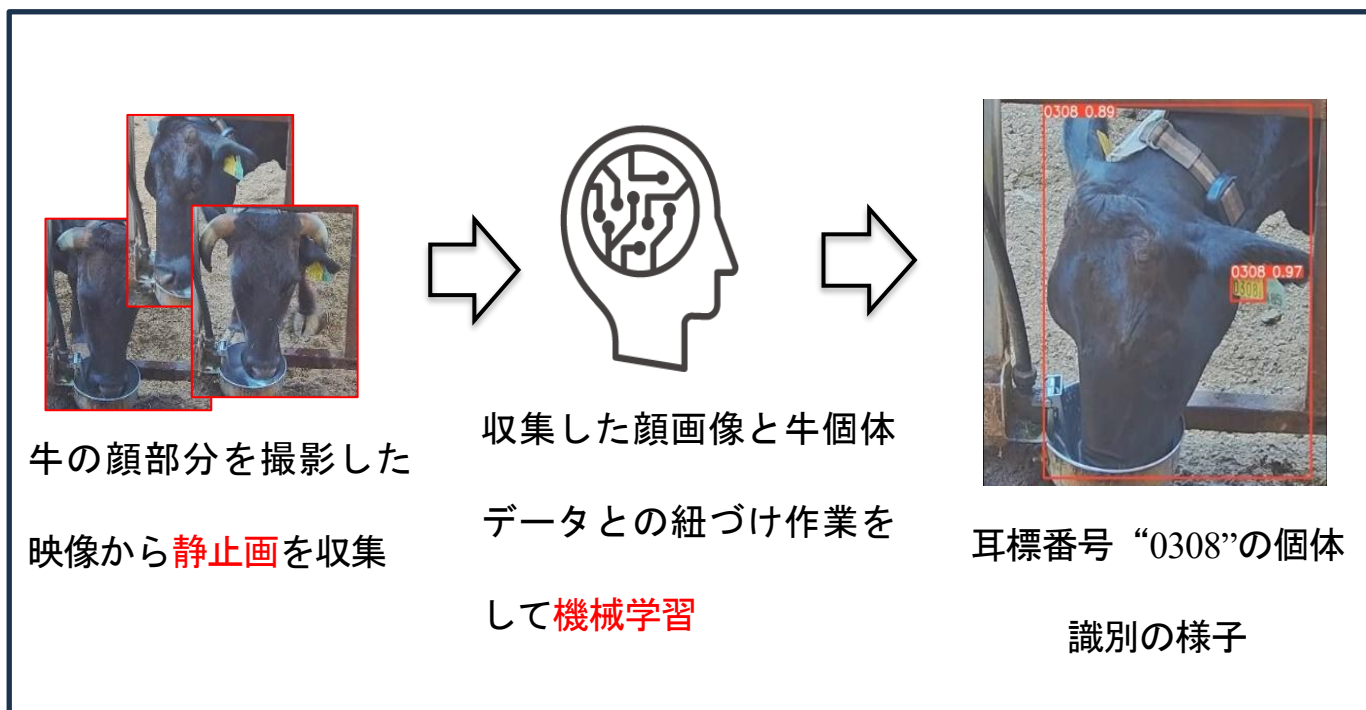


図 6 個体識別

牛の水飲み場を撮影できる位置にカメラを設置し、水飲み時の牛の顔と耳標より個体識別を行った(図7)。



図 7 水飲み場の画像

認識率は顔も、耳標も90%以上の精度を達成できた(図8)。

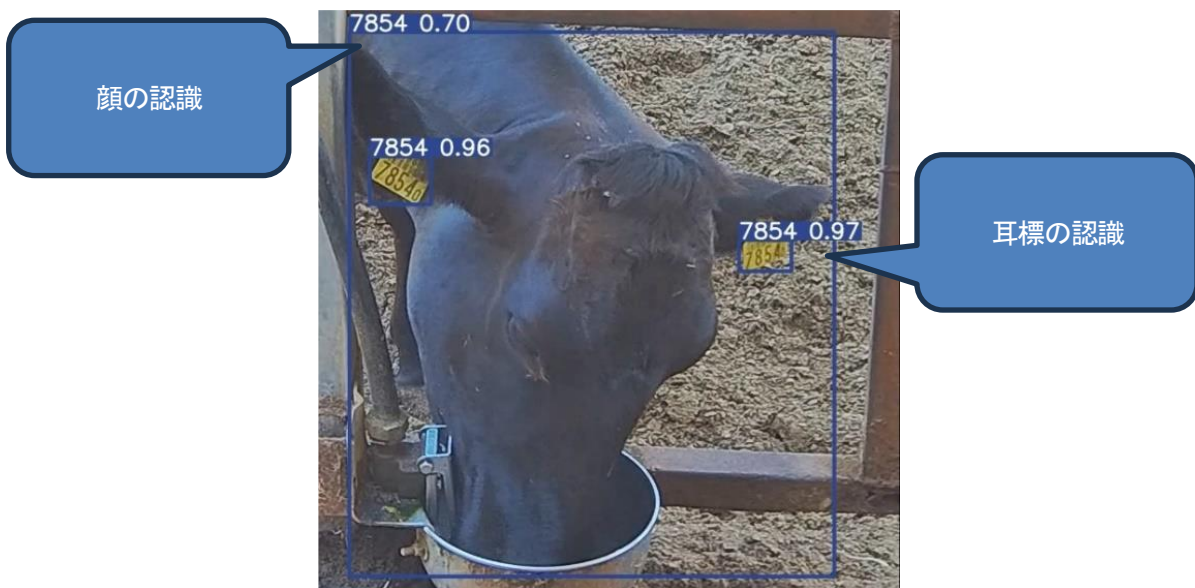


図 8 認識例

[令和6年度]

現場実証環境に設置したカメラ映像から、牛の個体を90%識別できるようにした。

華川牧場の水飲み場にカメラを設置(図9)し、個体識別を行った。図10は、3頭の牛に対して、109本の動画から個体識別を行った結果を表している。番号「7078」の牛に対して99%の精度、番号「7096」の牛に対して97%の精度、番号「8738」の牛に対して99%の精度で認識できたことが分かる。



図 9 顔認識用カメラの画像

Confusion Matrix Normalized		True			
		7078	7096	8738	
Predict	7078	0.9945	0.0018	0.0037	1.00
					0.99
					0.95
	7096	0.0101	0.9735	0.0164	0.90
					0.70
					0.50
	8738	0.0015	0.0001	0.9984	0.30
					0.10
					0.05
				0.01	
				0.00	

図 10 認識精度

【2】カメラ映像による状態推定技術の開発

【2—1】牛の位置計測とトラッキング技術の開発

[令和4年度]

牛検出用の学習を行い、1台のカメラ映像内で90%トラッキングできるようにした(図11)。

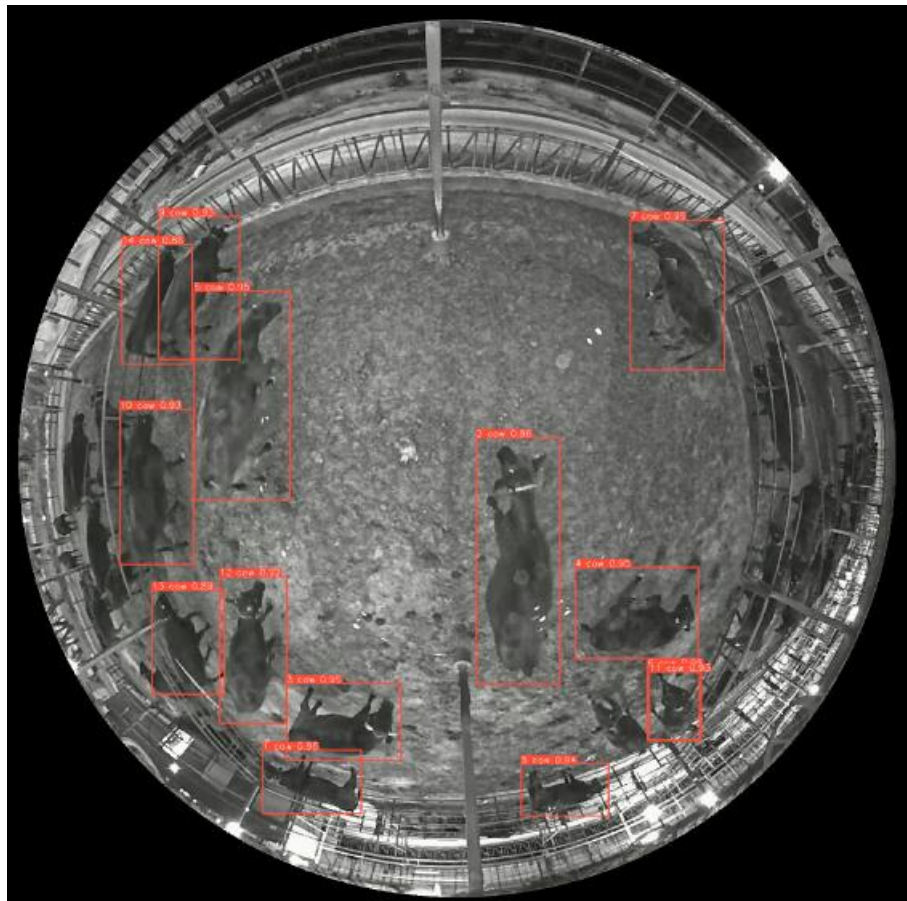


図 11 牛のトラッキング

【2-2】複数カメラ間で個体をトラッキングする技術の開発

[令和5年度]

2台のカメラ映像内で90%トラッキングできるようにした。
 それぞれのカメラから12m以内の牛をトラッキング対象とする。
 90%以上の精度を達成できた(図12)。

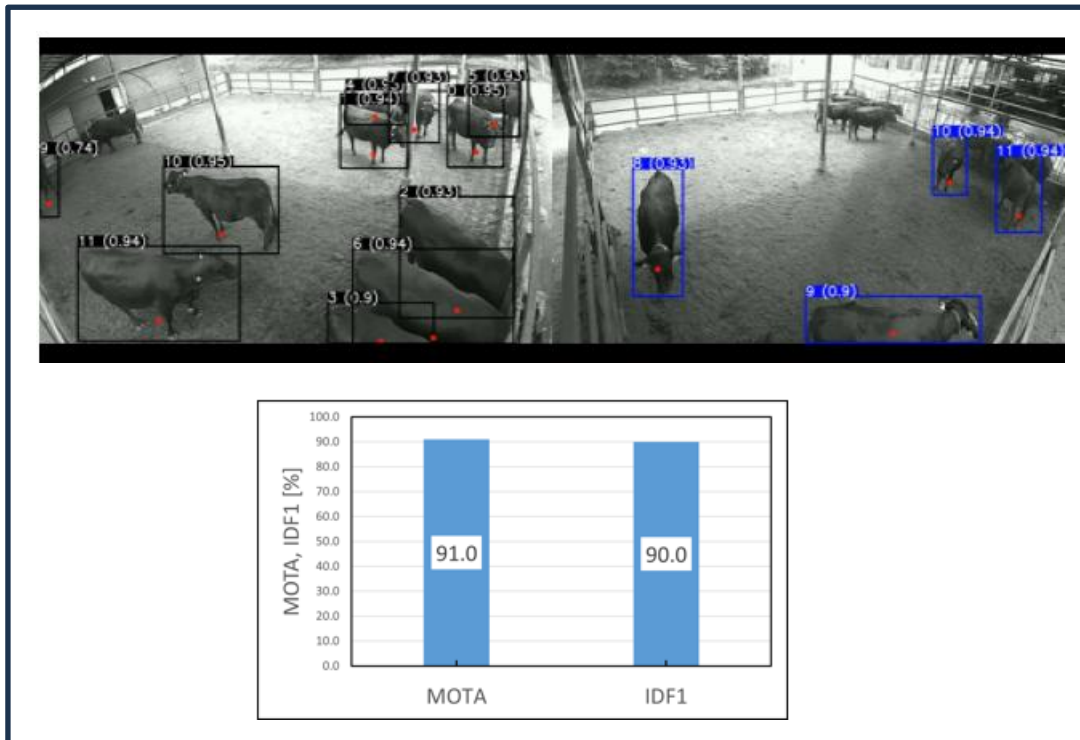


図 12 2 台カメラでトラッキング

2台のカメラで同一牛を認識するために、「座っている牛」「立っている牛」「食べている牛」の状態に応じて足元の中央値を算出した(図13)。この結果、それぞれのカメラから見た牛の位置が一致し、精度が向上した。

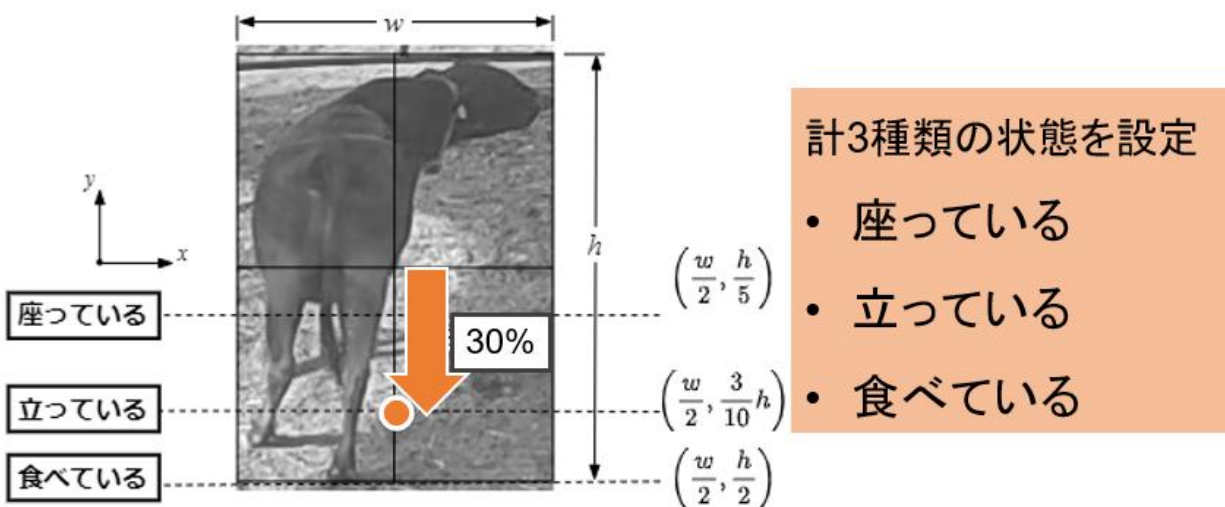


図 13 足元中央値の算出方法

[令和6年度]

現場実証環境に設置した3台のカメラ映像内で各牛を90%トラッキングできるようにした。

現場実証環境の設置した3台のカメラ映像内で牛をMOTA値98%の精度(MOTA値:動画の中で移動していく複数の物体をそれぞれ区別して継続的に追跡する指標)でトラッキングできることを確認した。

実証環境の牧場は図14のカメラ配置とした。

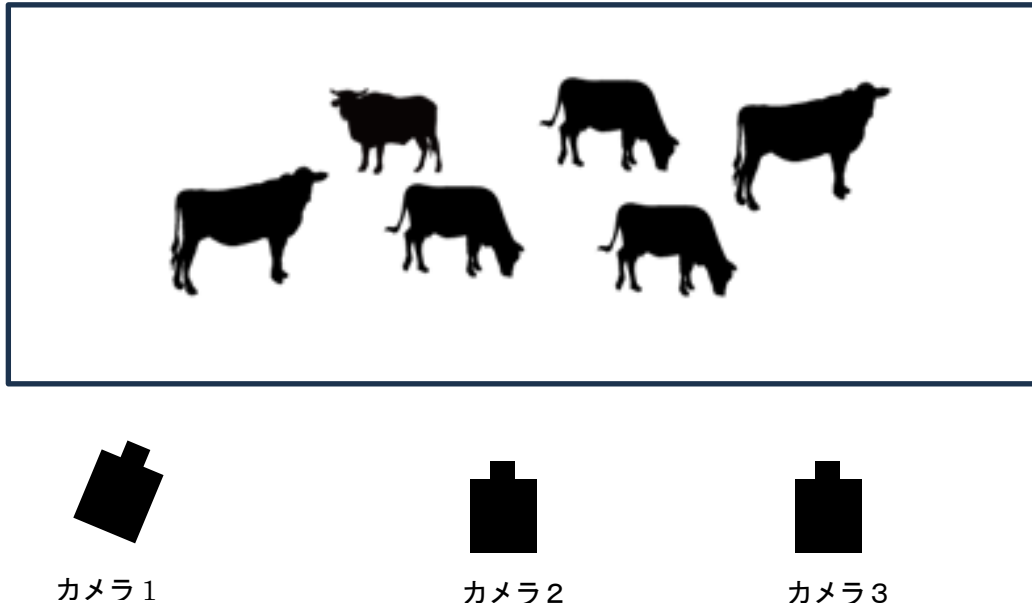


図 14 3台カメラの配置

図15は、撮影したカメラ画像とトラッキング中の牛を表している。図の左がカメラ画像、右は牛の位置を俯瞰的に表現したグラフである。それぞれのカメラで牛を検出し、俯瞰図では、3台のカメラで検出した牛の位置を共有して、トラッキングしていることが分かる。

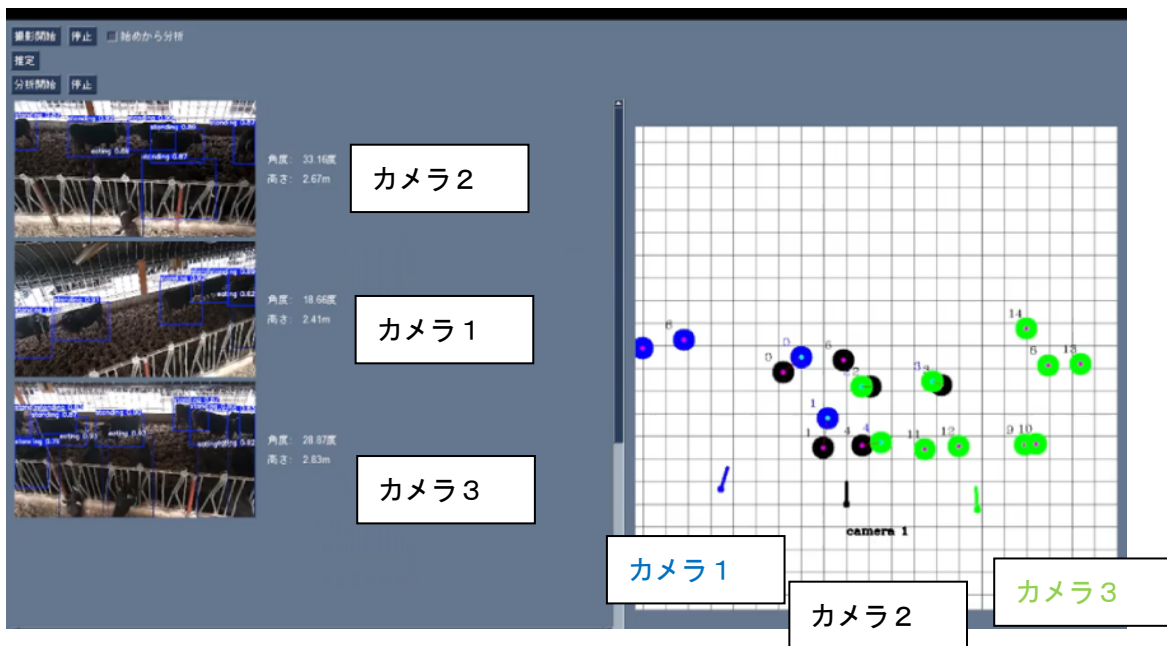


図 15 3台カメラによるトラッキングの可視化

本手法は、次の手順で行った。

- ① 2つのカメラから見える位置にマーカーを置く(図16)
- ② 各カメラとマーカーの姿勢(カメラの高さ、確度、位置など)を計測(図17)
- ③ 主となるカメラの姿勢に他のカメラの姿勢データを共有
 - ① ~ ③を繰り返すことによってカメラを増やすことができる。



図 16 2つのカメラで同一マーカーを撮影

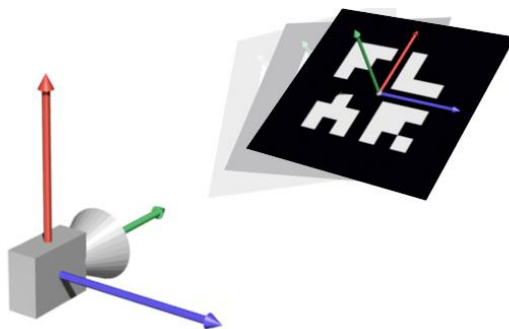


図 17 マーカーを用いて姿勢の計測

【2-3】 牛の部位を識別する技術の開発

[令和4年度]

牛の部位(顔、お尻など)を学習させることにより、部位を認識する技術を開発した(図 18)。
(牛の発情兆候動作には、お尻の匂いを嗅ぐ、乗駕(マウンティング)する、体をこすりあうなどがある。これらは牛と牛の関係(一方の牛の顔が他方の牛のお尻近くにあるなど)から発見することができる。



図 18 牛の部位の認識

【2-4】 牛の状態を推定する技術の開発

[令和4年度]

発情の特徴的な動作である「乗駕(マウンティング)」を検出するアルゴリズムを開発した(図19)。



図 19 牛の乗駕動作の認識

[令和5年度]

発情動作を検出した。

発情状態を推定するAIアルゴリズムを開発した(図 20)。牛のトラッキング結果から所定時間内の牛の一連の動作を入力として牛の状態を推定することができた。

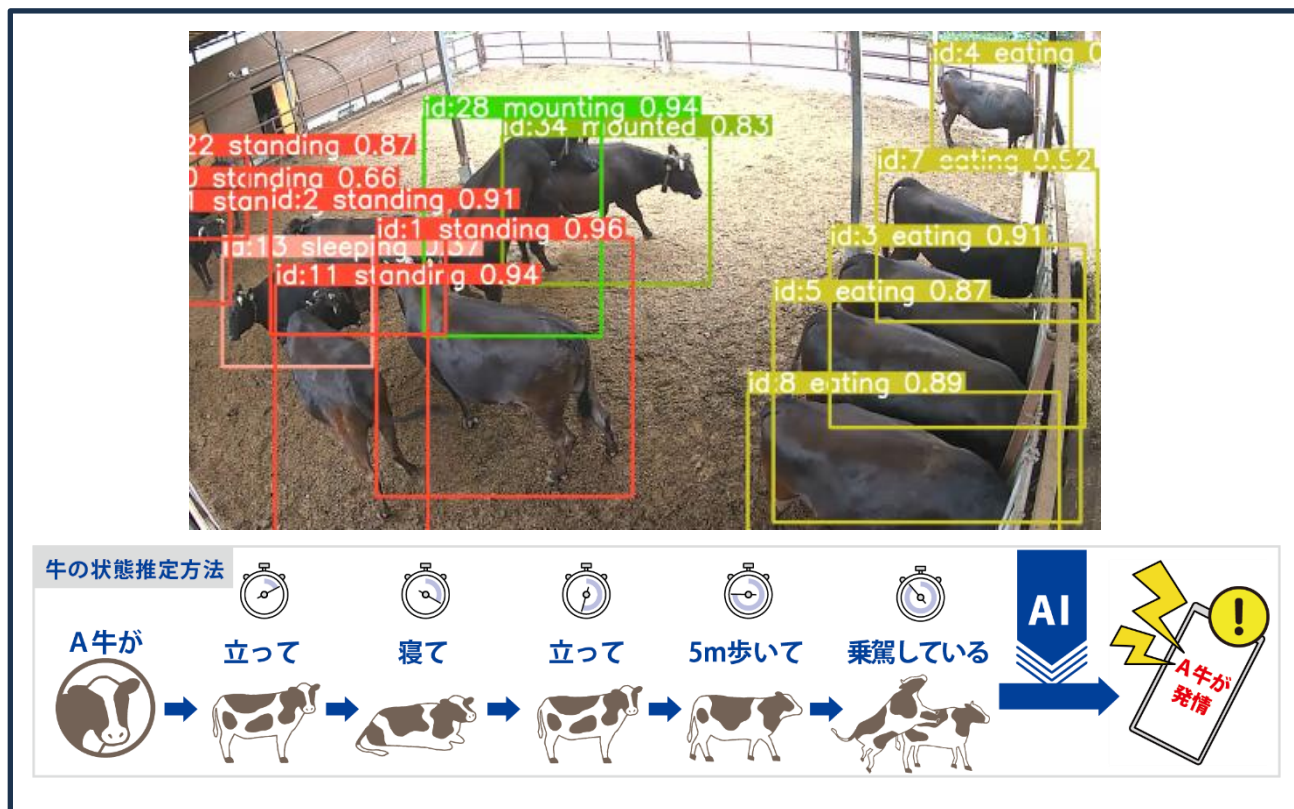


図 20 発情の検出

当初は、牛の状態を推定するために、以下のステップで状態推定を行った。

- ① 牛の検出
- ② 牛のキーポイント検出(頭、肩、足、お尻などの部位の検出)
- ③ 動作推定(立っている、寝ているの動作など)
- ④ 状態推定(発情)

この方法で発情動作を検出することができた。しかし、エッジコンピューターで動作させると処理負荷が高く、カメラ複数台を設置することは難しいことが判明した。

そこで、高所処理が可能な状態推定方法を検討し、次のステップで実現した。

- ① 牛の検出+動作推定(図 21)
- ② 状態推定(図 22)

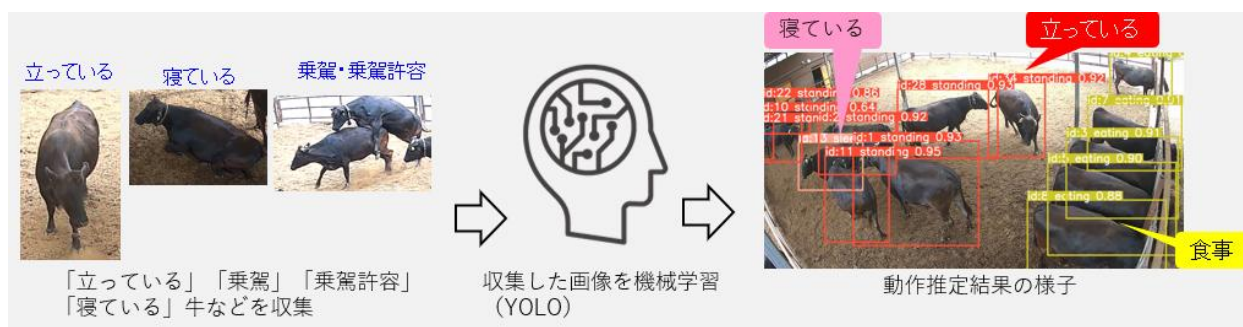


図 21 牛の検出+動作推定



図 22 状態推定

これらのステップで評価したところ、90%以上の精度で発情している牛を検出できた (図23)。

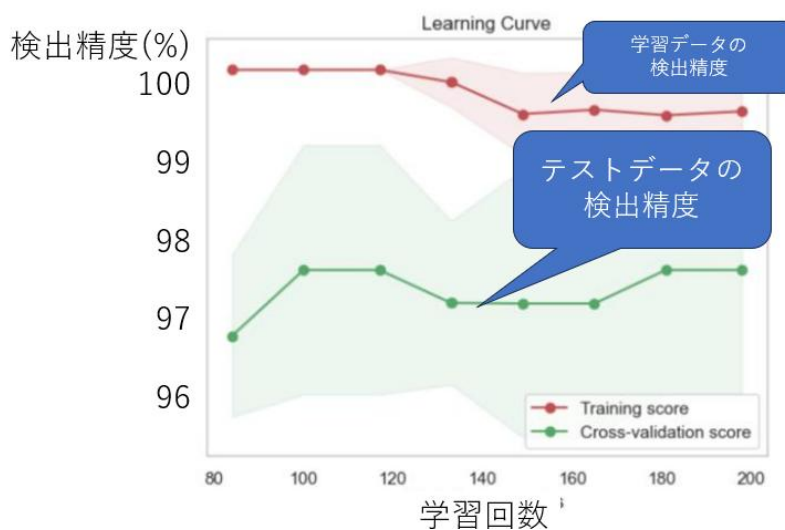


図 23 状態推定の精度

発情した牛が1頭いる1時間の映像を解析したところ、発情していないにも関わらず発情と過検出することはなかったため、過検出5%以下も達成できた。

これらの手法は、特許に出願した(図 24)(令和6年度)。

1/E

受領書

令和 7年 1月27日
特許庁長官

識別番号 110001151
氏名(名称) あいわ弁理士法人 様

以下の書類を受領しました。

項番	書類名	整理番号	受付番号	提出日	出願番号通知(事件の表示)	アクセスコード
1	特許願	27412P	52500178393	令 7. 1.27	特願2025- 11110	以上

図 24 特許出願

[令和6年度]

下痢の牛を80%以上の精度で検出した。

現場実証環境において下痢の牛を検出した画像を図 25に示す。



図 25 下痢の牛の検出

下痢の牛は動かなくなり、首も地面を付けることが多くなる。元気な牛は、動き回り、寝ているときも首を上げて動かしている。これらの行動の違いを算出するために、下痢の牛は次の特徴量を求めて検出した。

特徴量① 過去1時間の牛の歩行距離

特徴量② 過去1時間の首の動いている時間

特徴量③ 過去1時間の他の牛の歩行距離平均

例えば次の特徴量が計測され、下痢と判定された。

特徴	値
過去1時間の牛の歩行距離	1m
過去1時間の首の動いている時間	25分
過去1時間の他の牛の歩行距離平均	15m

本手法では、下痢の牛を100%検出することができた。しかし、下痢でない牛も過検出してしまい、改善する方法を検討している。

【2-5】 エッジコンピューターの開発

[令和5年度]

筐体を製作し、牧場に設置した

防塵・温度対策が可能な筐体を製作し、中に入れるエッジコンピューターを選定し、牧場に設置し、動作確認を行った(図 26)。8月と11月に温度対策の実験をしたところ、筐体内の温度が50度以下であったため、エッジコンピューターが1年間正常に動作できることを確認できた。

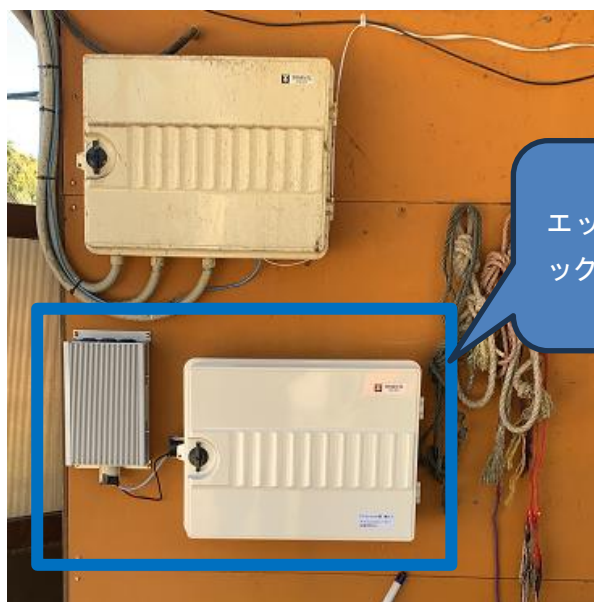
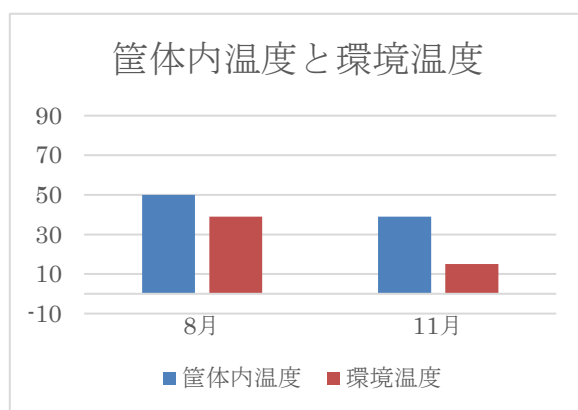


図 26 牧場に設置したエッジコンピューター

[令和6年度]

牧場での動作を検証した。

実証牧場に設置し、夏から冬に動作することを確認した。

図 27は、実証牧場に設置したエッジコンピューターである。熱対策のため、放熱アルミケース内にエッジコンピューターを設置した。



図 27 エッジコンピューター

夏は北茨城市で36度(図 28)、冬は釧路市で氷点下15度(図 29)となったが、正常に動作することを確認した。

月間天気予報 - 北茨城市, 茨城県

9:11 JST時点

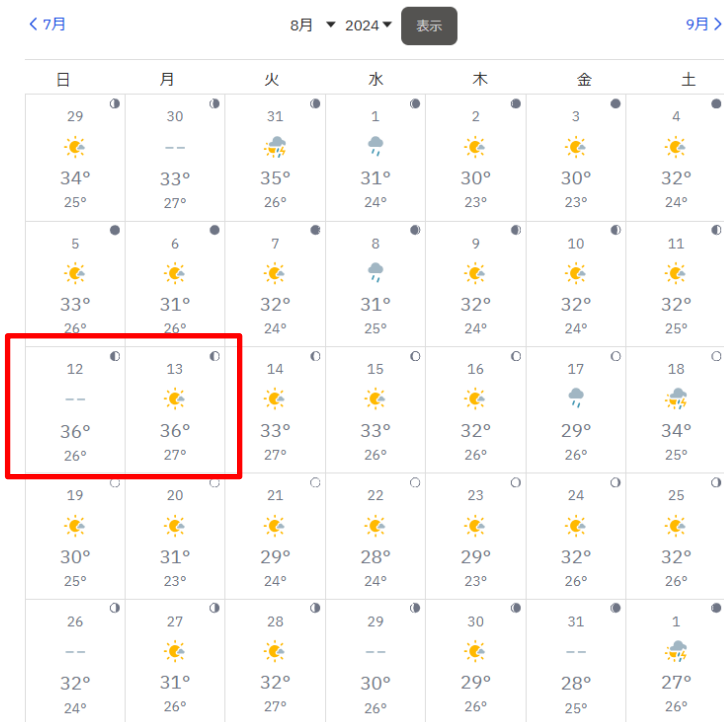
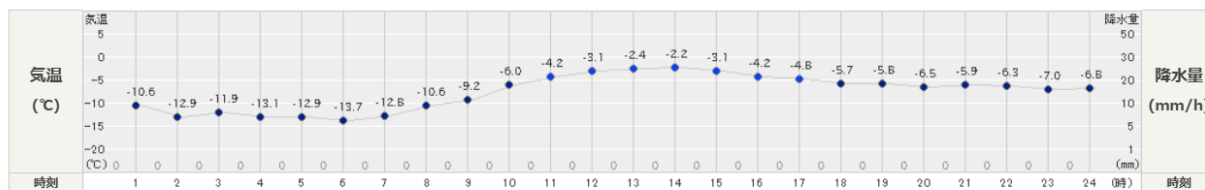


図 28 北茨城市の最高気温

鶴丘(ツルオカ)のアメダス (2025年01月04日)

2025年01月04日



◀ 前日(01月03日)

翌日(01月05日) ▶

記録 (2025年01月04日)

2025年01月04日

日最高 気温(°C)	日最低 気温(°C)	日積算 降水量(mm)	日最大 風速(m/s)	日積算 日照時間(時)
-2.2 (13:50)	-15.5 (07:10)	0.0	6.0 (14:40)	---

※日最高気温・日最低気温・日最大風速は、アメダス10分値です

図 29 釧路市の最低気温

【3】 データを管理するための「牛管理システム」の開発

【3-1】 データの蓄積、検索システムの開発

[令和5年度]

データベースの設計、開発、検索システムを開発した。

システムは図 30の通り、クラウドのAWS内に、S3サーバー(データ蓄積用)、Lambda(データ受け渡し用インターフェース)、DB(データ管理)、EC2(Webサーバー)から構成される。

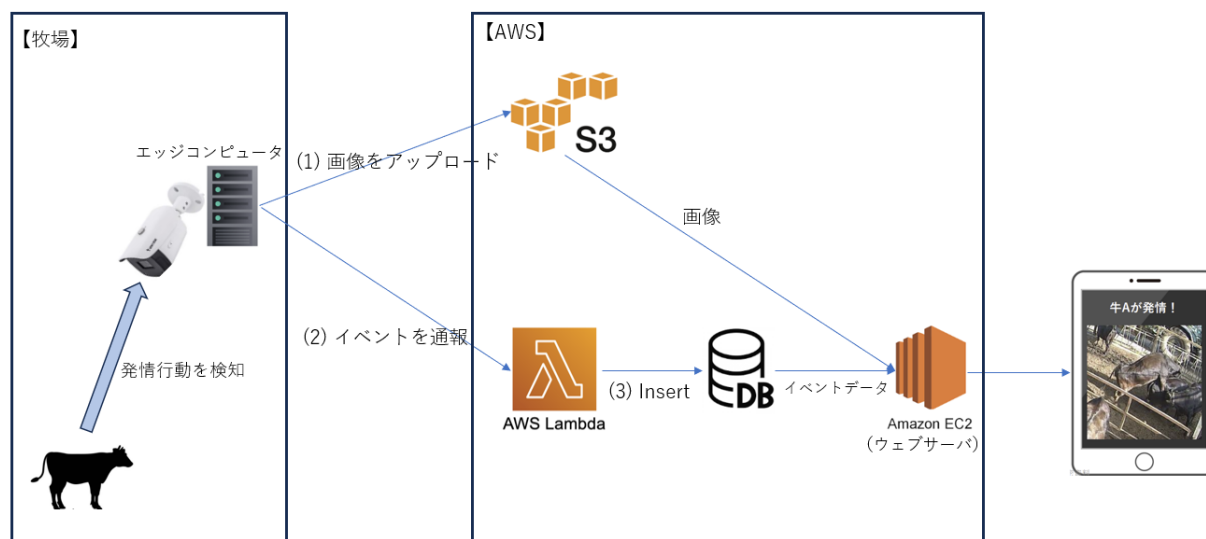


図 30 システム構成

DBには、図 31の通り、牛の管理テーブル等を構築した。

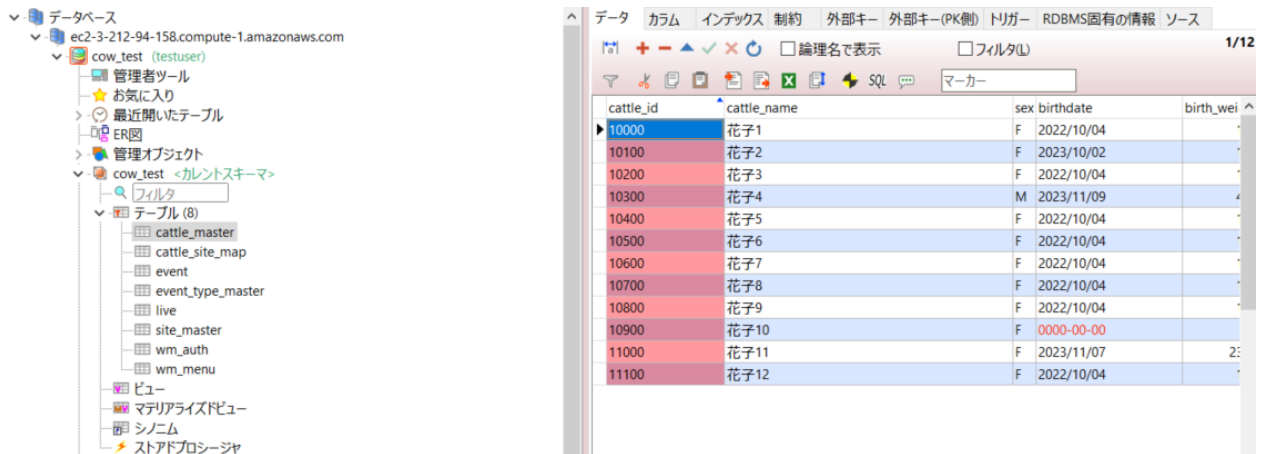


図 31 開発した DB システム

【3-2】牛の状態をビューワーに通知するシステムの開発

〔令和5年度〕

スマートフォンやタブレットに牛の状態を通知、データ参照、検索、設定できるビューワーを開発した(図 32)。

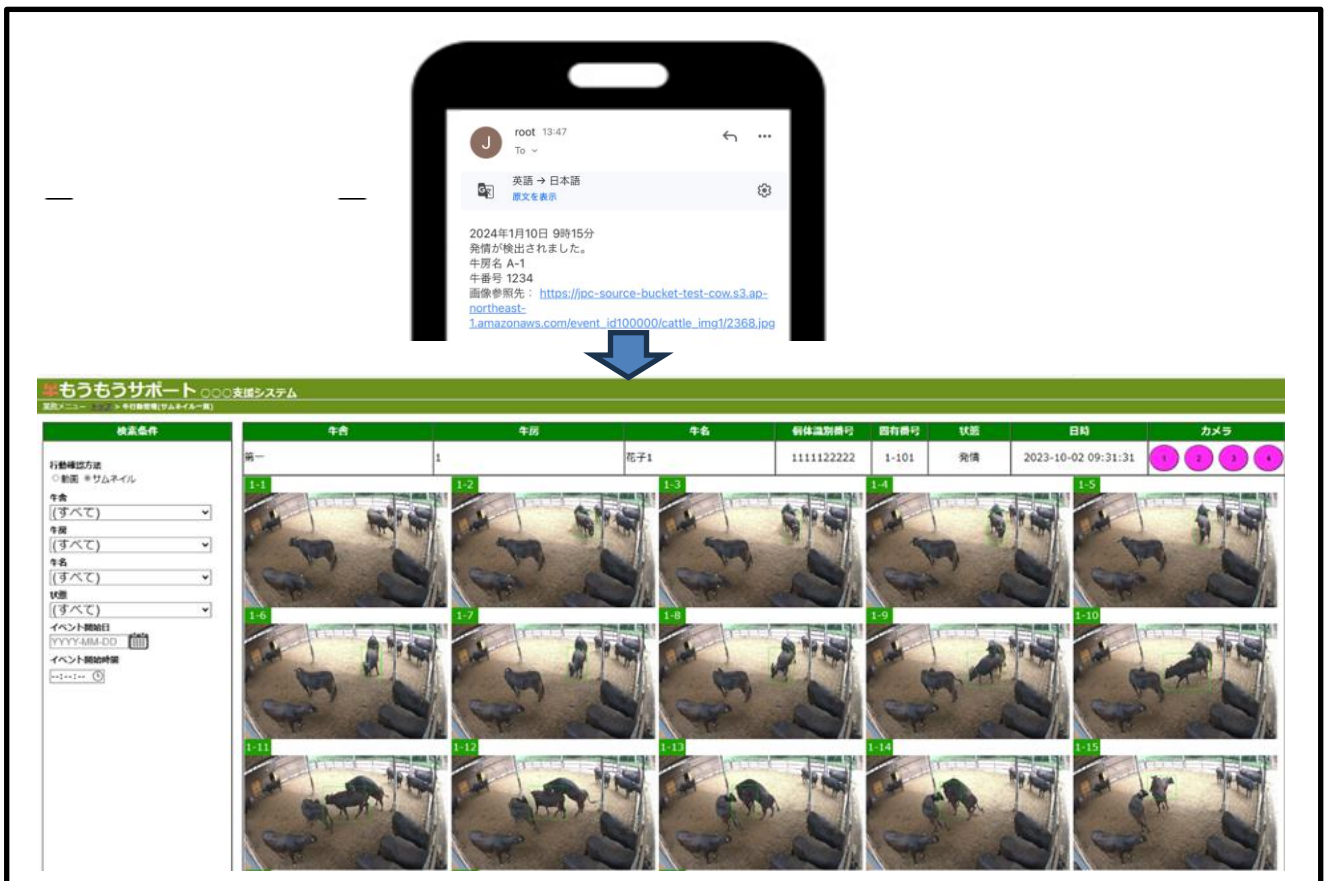


図 32 発情状態の通知、表示例

[令和6年度]

牧場で運用・検証し、問題ないことを確認した。

本システムは、図 30の通り、エッジコンピュータで検出した牛の状態をクラウド(AWS)にアップロードし、クラウド内のDBで管理、Webブラウザに通知することができる。

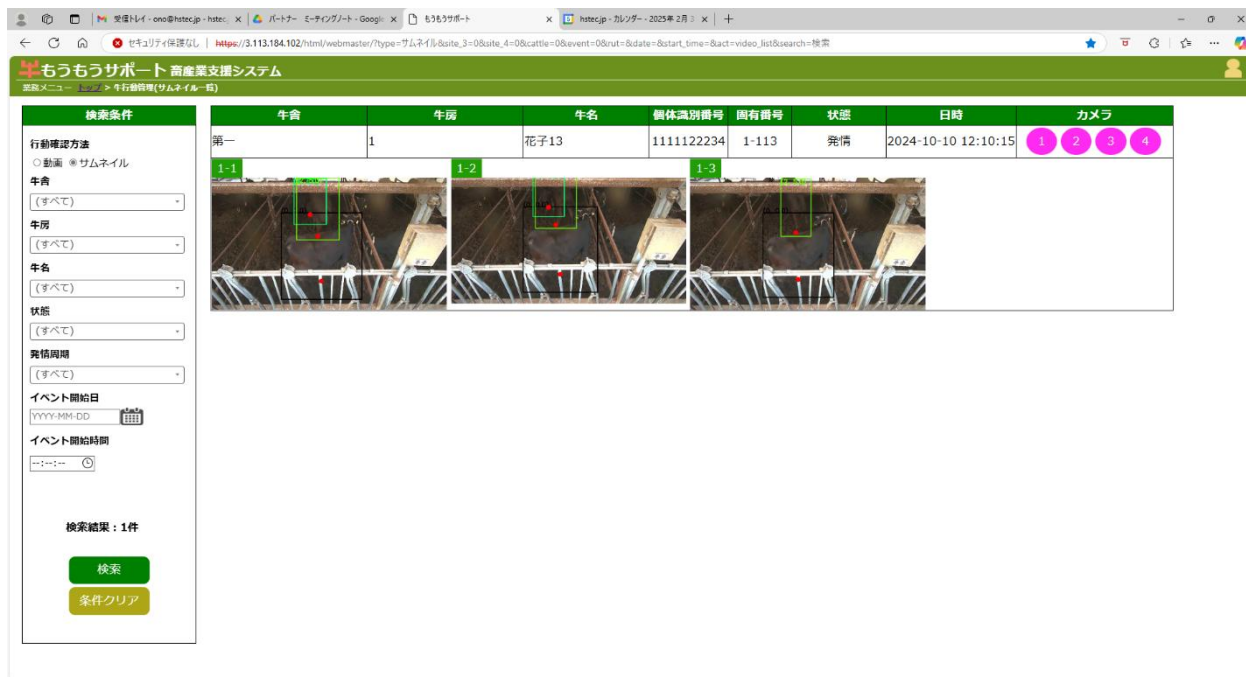
Webブラウザ上で、牧場ごとにログインしできるようにした(図 33)。

牛舎名等で検索することができ、必要な画像を表示することができる。

図 34と図 35は、牛の発情状態を検出した例である。



図 33 ログイン



牛舎	牛房	牛名	個体識別番号	固有番号	状態	日時	カメラ
第一	1	花子13	1111122234	1-113	発情	2024-10-10 12:10:15	1 2 3 4

図 34 発情検出例

受信トレイ - ono@hstec.jp - hstec.jp | パートナー ミーティングノート - Google | もうもうサポート | hstec.jp - カレンダー - 2025年2月 | +

セキュリティ保護なし | https://3.113.184.102/html/webmaster/?act=video_list&works=replay&event_id=20241010121015&path=https%3A...

もうもうサポート 畜産業支援システム

業務メニュー > トップ > 牛行動管理(動画一覧) > 牛行動管理(動画再生画面)

牛舎カメラ動画

動画情報

牛舎	第一
牛房	1
牛名	花子13
個体識別番号	1111122234
固有番号	1-113
状態	発情
日時	2024-10-10 12:10:15
カメラ番号	1

図 35 検知時の映像表示例

【4】 開発技術の実証試験

【4-1】 牧場にカメラやシステムを設置し、データ収集実施

[令和4年度]

瑞穂農場、華川牧場にカメラを設置し、データ収集を行った(図 36、図 37、図 38)。

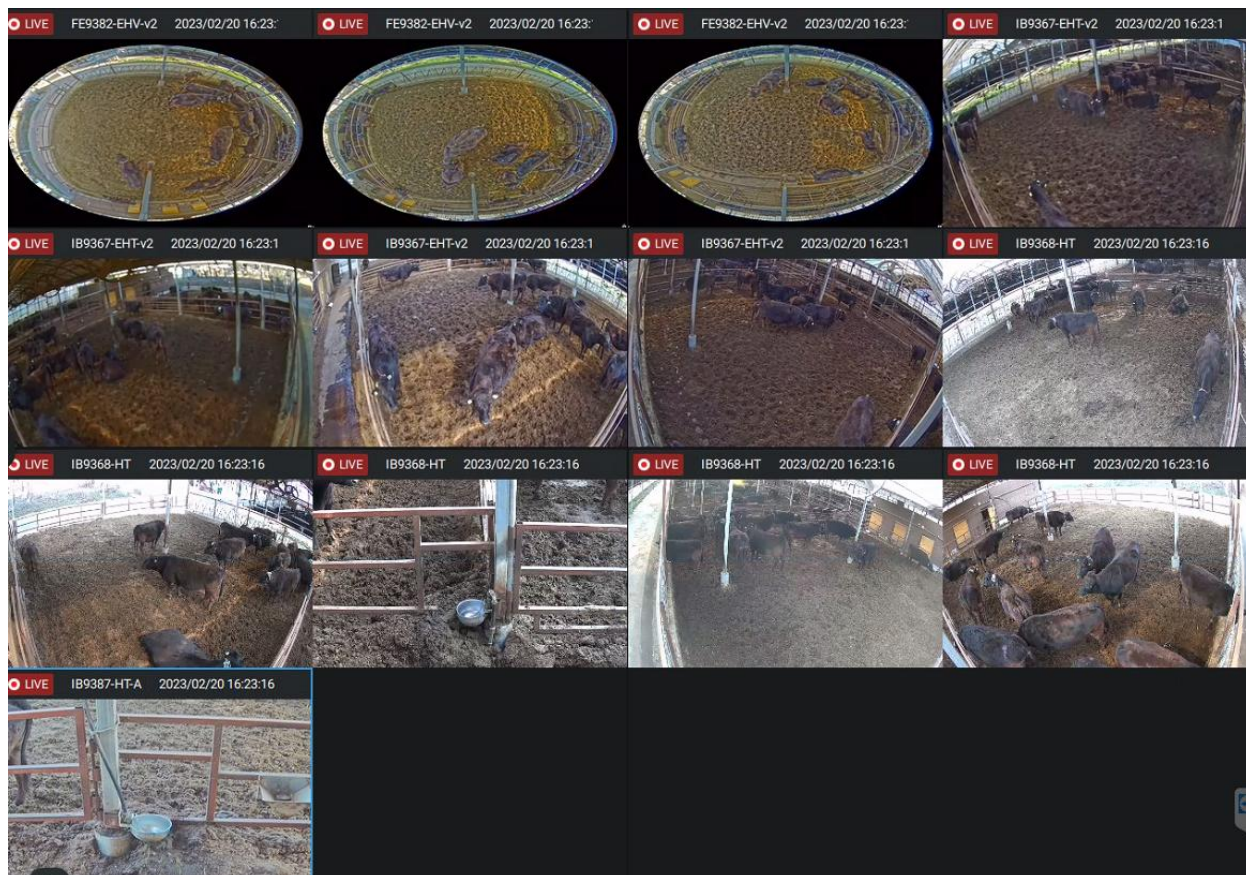


図 36 瑞穂農場那須支店

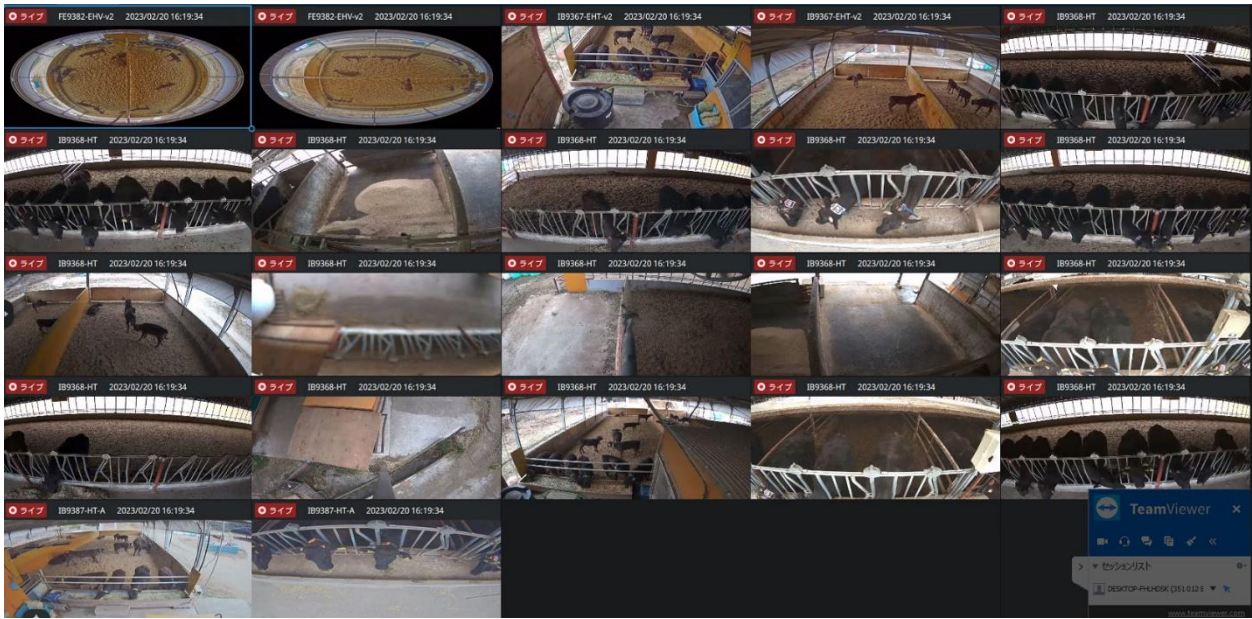


図 37 華川牧場

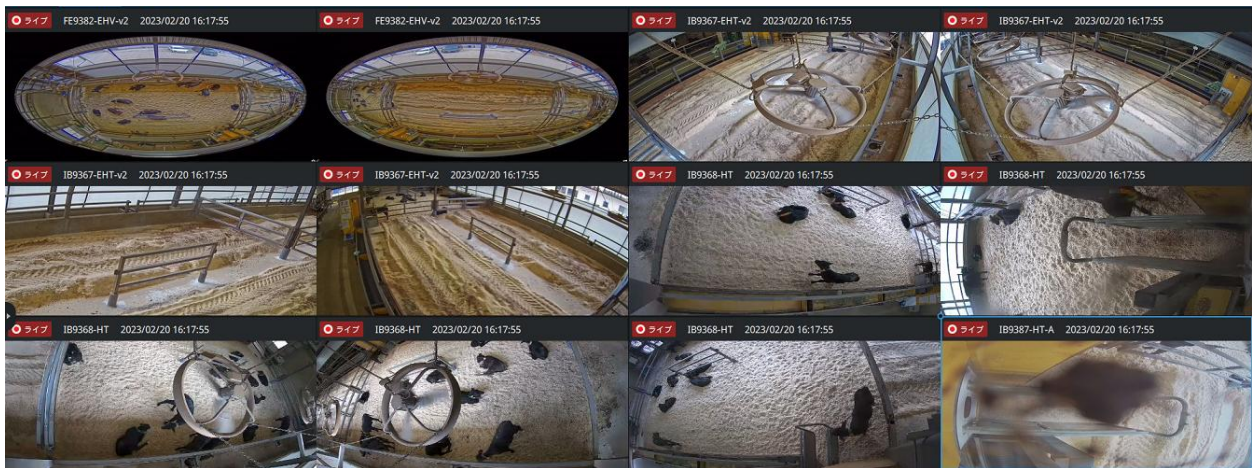


図 38 瑞穂農場東大岩間分場

[令和5年度]

瑞穂農場、華川牧場にてデータ収集を行った。

収集したデータを用いて個体識別、複数カメラでのトラッキング、発情動作の技術開発に活用した(図 39)。

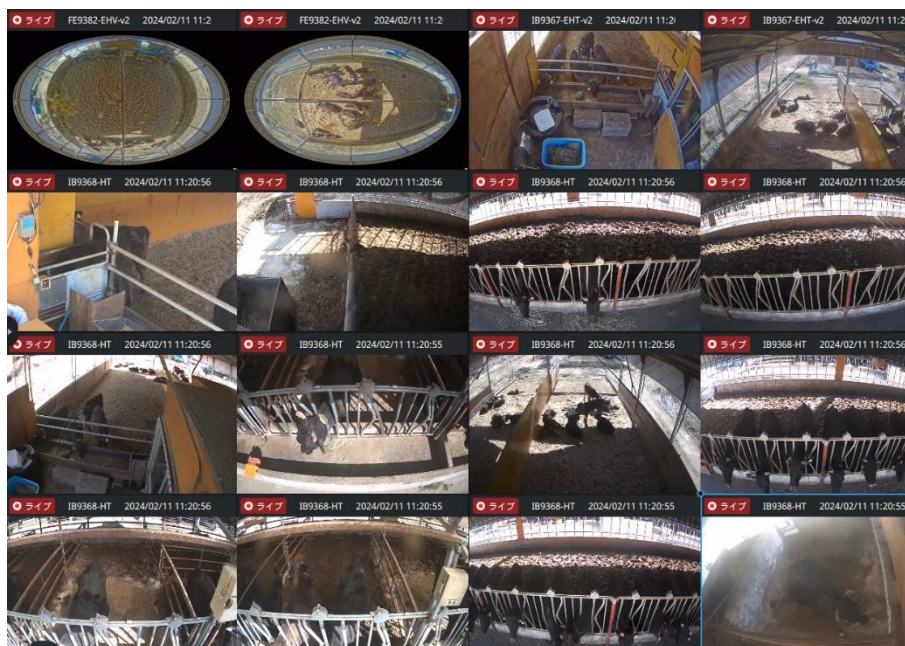


図 39 華川農場

【4-2】実証試験

[令和6年度]

牧場にカメラ等を設置し、上記【1】個体識別、【2】状態推定の精度を確認できた。釧路市(寒冷地)でも動作することを確認した。

図 40は、牛の個体識別を行っている例である。最も右のカメラが個体識別用のカメラ画像である。赤枠で表示されている牛が個体識別されていることを表している。



図 40 牛の個体識別

図 41は、牛の乗駕動作を検出し、発情と認識した例である。牛房にカメラ2台設置した。2台のカメラで死角をなくし、トラッキングを行っている。右の図は俯瞰的に牛の位置を表示している。発情と検出された牛は緑の枠で表示されている。



図 41 発情の検出

図 42は、牛の出産前動作の検出である。出産直前に尻尾を振るため、しっぽを振る回数をカウントし、検出している。左の画像は茨城大学で撮影し検出した画像、右が華川牧場の出産前牛の画像である。



図 42 出産前動作の検出

図 43は、釧路市営牧場で個体識別を行った例である。釧路市営牧場ではホルスタイン種を飼育している。和牛と異なり、顔に模様があるため、比較的少ないデータでも判別可能と分かった。図の番号は耳標に記載の識別番号を表している。顔の画像のみで耳標の番号に正しく紐づいていることが分かる。



図 43 釧路市営牧場の個体識別

図 44は、釧路市営牧場での検出例である。現在もデータを収集し、発情動作の検出精度アップを継続している。

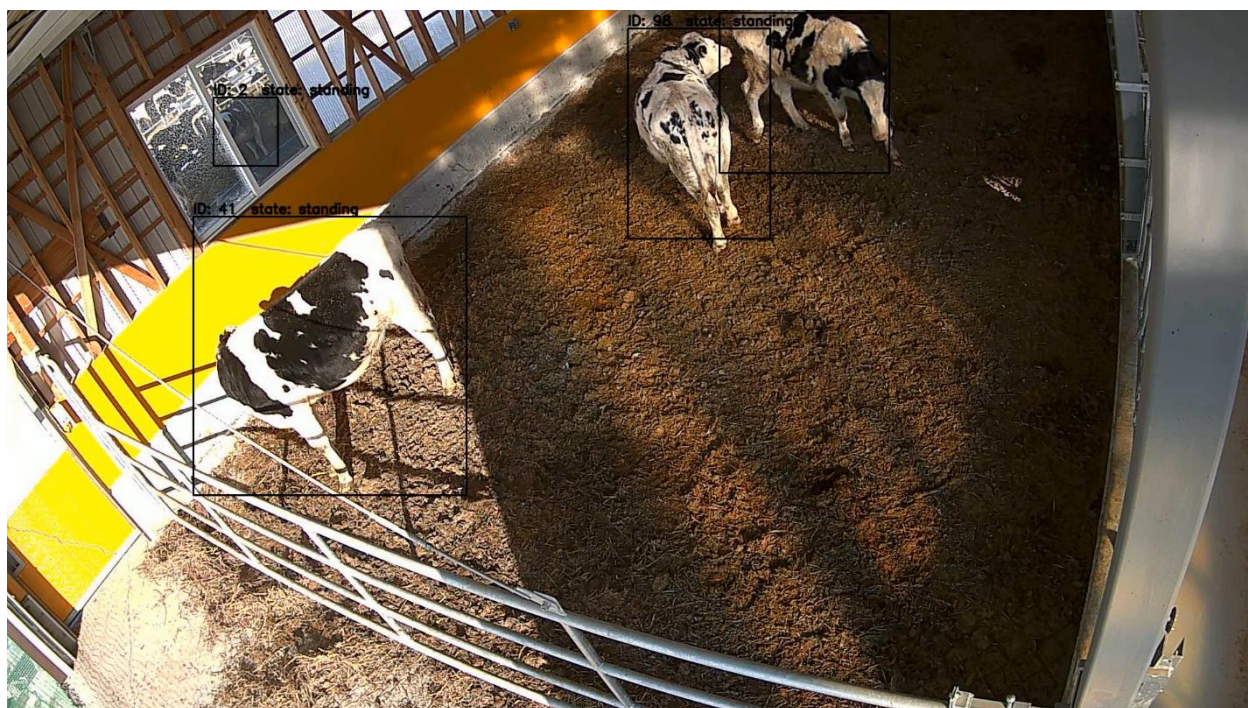


図 44 釧路市営牧場の検出例

3. 全体総括

3.1. アドバイザーによる講評

華川牧場 小野様

当初の私が想像した以上の結果が得られており、驚いている。このシステムは一つの技術で実現したものではなく、色々な技術の統合(融合)による成果と考えている。人間が管理しているような技術と同等になることを目指して、今後も各種技術の連携による成果を期待したい。早期の本格的運用開始を願っている。

瑞穂農場 小林様

個体差が激しいので、それを機械で検出するのは難しい。それを解決するには多くのデータを積み上げて蓄積する必要があると感じた。畜産業界は餌の高騰等により、投資マインドが下がっていると同時に人手不足も並行して発生している。今回のシステム(技術)が人のサポートをする補助的なものに止まらず、より精度を上げて、人の負担が無くなるレベルになることを目指して欲しい。今後、さらにデータを蓄積し、改善アップグレードをしていただきたい。

トリニティ工業株式会社 近藤様

エッジコンピューターの使用環境に関する内容の相談に乗ったが、現時点では使用環境に起因する問題は発生していないということで安心した。これからも開発が順調に完了することを期待している。

日本橋法律事務所 木村様

有益なデータを色々取得されているが、今後のビジネスの展開において、取得したそのデータの使用に関して、契約はできているのか？ 特許出願も含めて市営牧場の各種データは商業利用に制限があるかも知れないので注意が必要。

常陽銀行 小野様

改めて個体識別やトラッキングの精度が高いことを認識した。牛の状態を推定する技術における「過検出」は、現在市販されている製品(牛の首に取り付ける首輪)においても課題となっており、この問題は走りながら解決(改善)して欲しい。早期事業化を目指し、まずは茨城県の畜産・酪農の産業振興の一役を担って欲しい。

3.2. 複数年の研究開発成果

カメラ映像から牛の発情行動を検出できるようになった。

アドバイザーの華川牧場からは特に高い評価をいただいている。来年度から華川牧場で事業化に向け本格導入できるように取り組んでいく。対象の牛房にカメラも追加する予定である。

発情行動を検出する前提として、牛の個体認識、牛の検出、牛のトラッキング、牛の位置算出、複数カメラで牛をトラッキングなど様々な課題を解決することができた。これらの技術は、牛以外にも活用が可能である。豚、鶏、魚、人、車両など多くの移動物体の状態を推定することが可能となる。

現在、牛農家以外の様々な企業から声をかけていただいている。まずは本システムの事業化を優先して進めていく。

本技術の特許出願することができた。査定されると牛を含めた動物に対する状態判定方法を権利化することが可能となる。

【名称(日本語)】動物の状態管理システム

【出願番号】 特願 2025-011110

【出願日】 2025/01/27

3.3. 研究開発後の課題

課題① 釧路市営牧場での精度向上

釧路市営牧場にて発情検出精度を向上することである。華川牧場や瑞穂農場で学習したモデルを活用している。華川牧場や瑞穂農場は黒毛の和牛、釧路市営牧場は黒と白のホルスタイン種のため、学習済のモデルでは、精度が低い。現在、ホルスタイン種のデータを収集、追加学習を行っている。来年度以降も精度向上を行っていく予定である。

課題② 学習モデルの汎用化

個々の牧場毎に牛検出やトラッキング精度向上のため、学習させる必要がある。学習モデルの汎用化方法、もしくは現地での簡単な学習だけで運用可能となる方法を検討していく。

課題③ 停電対策

停電が発生するとカメラで撮影できなくなるため検出できなくなってしまう。POE ハブに無停電電源装置を付けるなど対策を検討する。

課題④ 個体識別の学習

牛の顔を学習するまでに時間と手間がかかることである。来年度以降に、カメラを設置するだけで自動的に顔を学習できる方法を実装する予定である。

課題⑤ 蜘蛛の巣

カメラに蜘蛛の巣が張られると、夜間に牛を撮影できなくなる(図 45)。蜘蛛の巣を検出する機能が必要であると分かった。蜘蛛の巣を検出し、スタッフに通報、蜘蛛の巣を掃除してもらうルールを作る必要がある。



図 45 蜘蛛の巣

3.4. 事業化展開

図 46 に事業化を説明する。

市場の大きい「茨城、栃木地区」、「北海道釧路地区」から事業化していく。

関東地方で最も市場が大きい「茨城、栃木地区」。アドバイザーの瑞穂農場、華川牧場にて事業化していく。瑞穂農場はグループ全体で3万頭を飼育している国内トップクラスの規模である。瑞穂農場で事業ができると瑞穂農場のネットワークを活用し、全国に展開しやすくなる。華川牧場は、独自のブランド牛を育てるなど、IoT技術を活用して、生産性向上、品質向上に努めている。華川牧場にて事業化することにより、生産性や品質向上の実績につながりやすい。茨城県や栃木県内において、トップバンクの常陽銀行コンサルティング営業部と協力し、展開していく。

日本で最も市場の大きい「北海道釧路地域(根室地域も含む)」。60万頭以上を飼育している。乳牛に関しては、国内の25%に相当する。釧路市営牧場にて事業化し、その後釧路市営牧場に牛を預けている農家に展開、釧路市の商社を通して、釧路地域全体に展開していく。

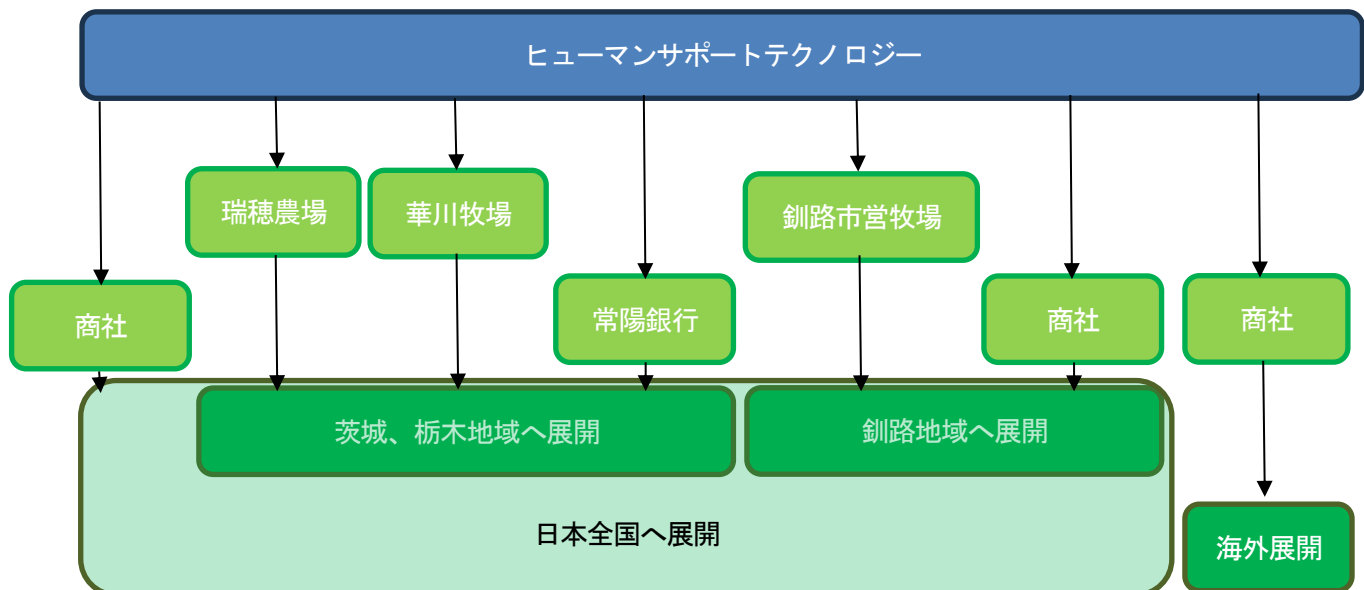


図 46 事業化

事業展開を進めていく中で、展示会への出展や参加を通して、全国の関係者と情報交換をすることができた。その中で次の企業とは今後取引していくことができる可能性が高い。

株式会社ポータス(釧路市)

牛、豚、鶏等の農家と取引が多く、カメラによるDX化に力を入れている企業である。

牛のカウントを依頼され、今後導入する予定で進めている。

たんぽぽ薬局株式会社(岐阜市)

薬局のお客さんの動きをデータ化、待ち時間の長いお客さんのお知らせ機能、再度来客するお客さんのお知らせ機能、杖や車いすのお客さんのお知らせ機能などを開発してほしいと依頼されている。

茨城県立大洗水族館

絶滅危惧種の異常な動きを見つけて、知らせてほしい。生態を知りたいので24時間、魚の動きをデータ化してほしい。来年度以降に県の補助金に応募し、開発する可能性あり。

Solnovation Analytics Company(マレーシア)

カメラを使用してブロイラー(鶏)の健康状態を管理するシステムを開発している。茨城に進出予定。鶏の動きのデータ化に課題があるため、弊社と組んで開発したいと相談を受けている。

他、多数の企業から声をかけていただいている。