

<調査研究課題>

『胃内投入センサーによる牛体調モニターシステム開発』



太平洋工業（株）

1. 本年度研究内容
2. 研究内容と実証実験
3. 実証実験_進捗（計画と実績）、協力試験場、実験方法
4. 実証実験_仮説検証
5. サマリー

1. 繁殖兆候検知性能向上（発情、分娩） 前年度からの継続
2. 急性鼓張症（起立不能）、慢性鼓張症の検知
3. 採食量推定

1. 繁殖兆候検知性能向上（発情、分娩）

■ 発情検知

- 【実験1】 加速度センサーデータを用いた『活動頻度』に関する子機内部処理の見直しによる性能確認
- 【実験2】 加速度センサーデータを用いた『活動量』に関する子機内部処理の見直しによる性能確認
- 【実験3】 『発情検知モデル（アルゴリズム）』の見直しによる性能確認
- 【実験7】 活動が制限された繋ぎ飼いで検証

■ 分娩検知（娩出直前）

- 【実験4】 圧力センサーデータを用いた『胃内圧力』に関する子機内部処理の見直しによる性能確認

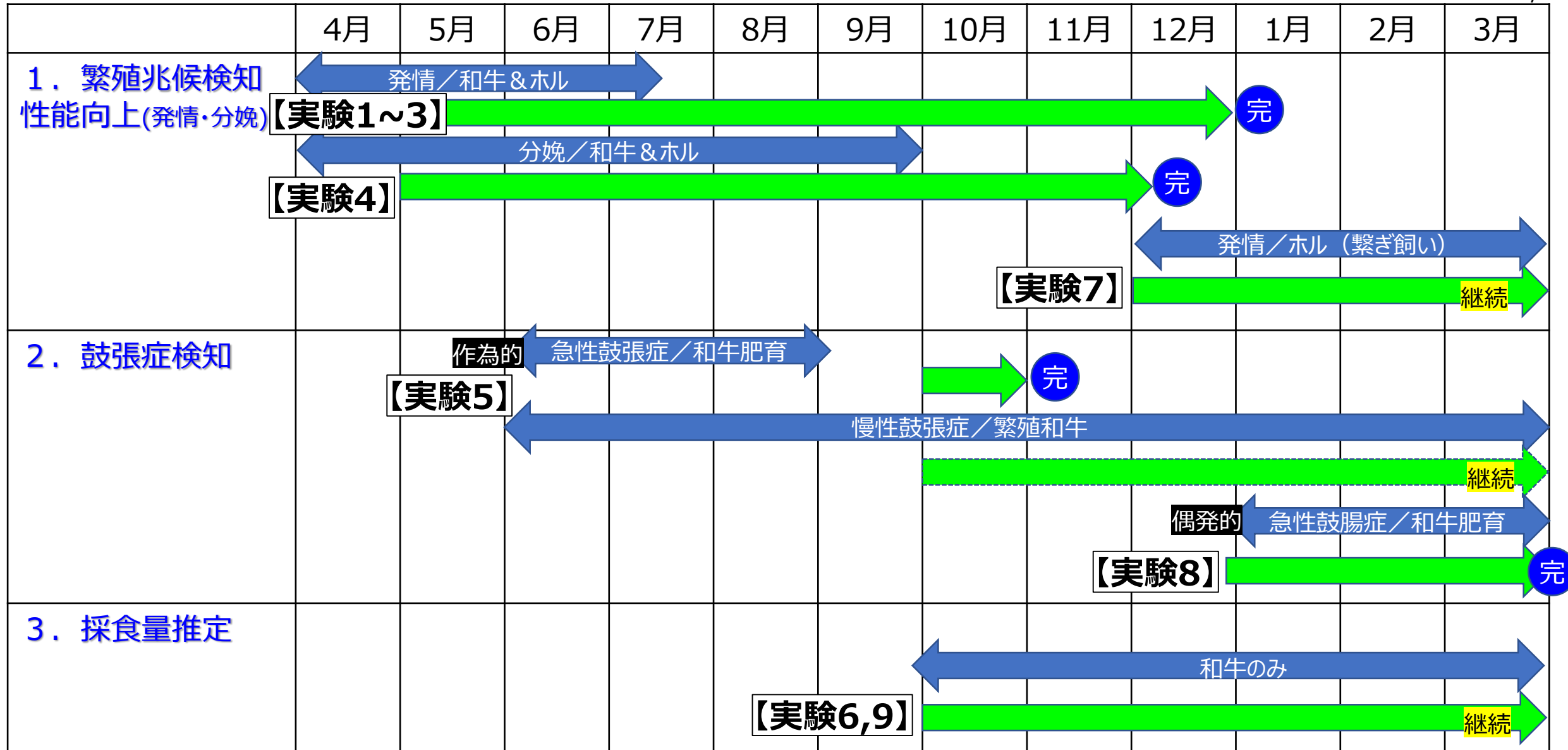
2. 急性鼓張症（起立不能）、慢性鼓張症の検知

- 【実験5】 圧力センサーデータを用いた『胃内圧力』に関する子機内部処理の見直しによる検知可否検証
- 【実験8】 偶発的な急性鼓腸症（起立不能）での検証

3. 採食量推定

- 【実験6】 温度センサーデータを用いた『飲水回数、飲水量（飲水指数）』と採食量との相関検証
- 【実験9】 採食量と胃内圧力値との相関検証

3. 実証実験_進捗 (計画と実績)



3. 実証実験_協力試験場

■ 岐阜県畜産研究所 飛騨牛研究部

〒506-0101

岐阜県高山市清見町牧ヶ洞4393-1

[>> 岐阜県畜産研究所飛騨牛研究部ホームページ](#)



黒毛和牛種



■ 岐阜県畜産研究所 酪農研究部

〒509-7601

岐阜県恵那市山岡町久保原1975-615

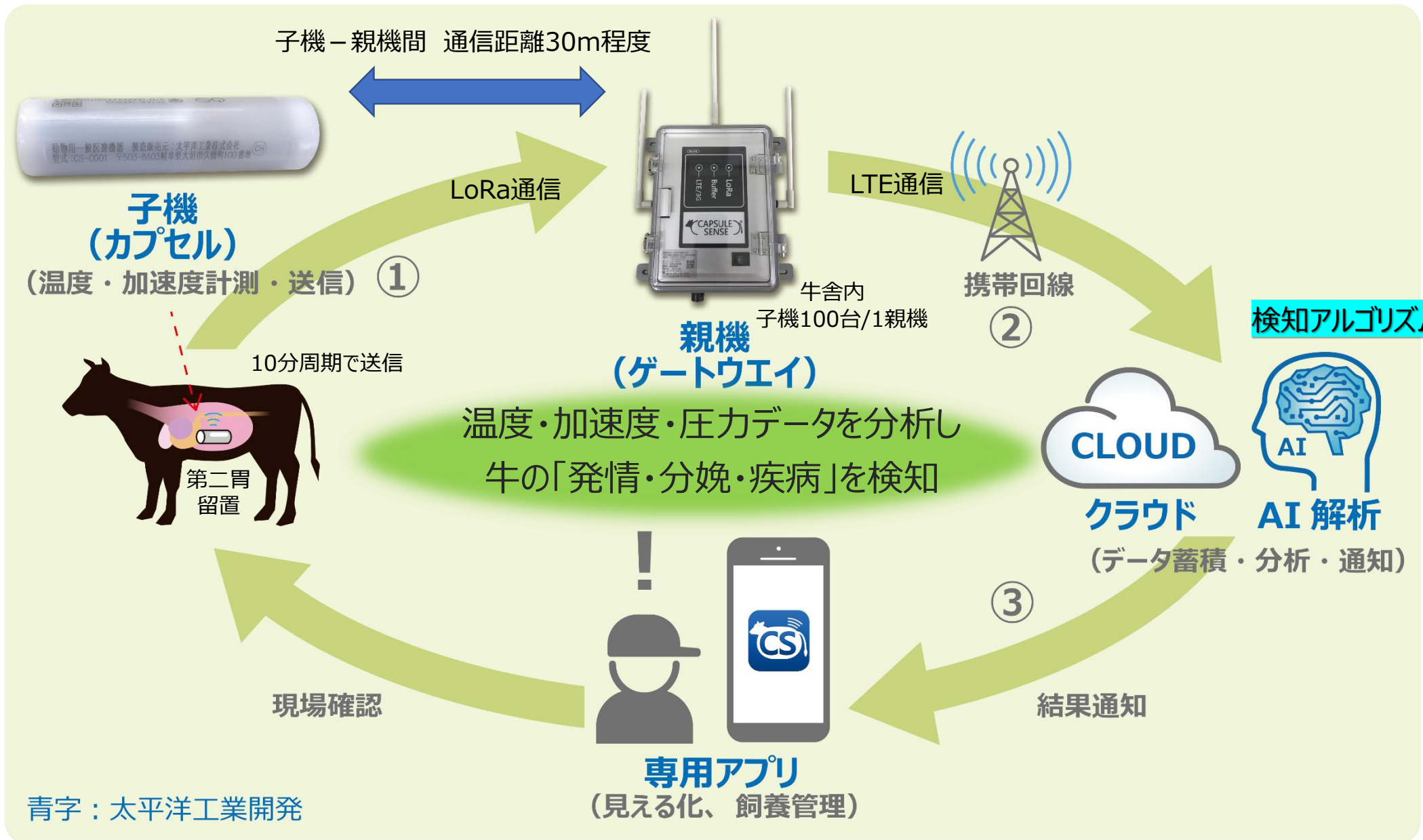
[>> 岐阜県畜産研究所酪農研究部ホームページ](#)






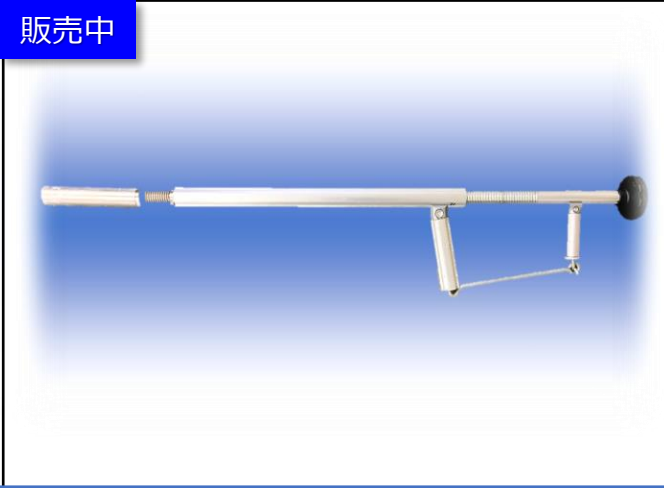
ホルスタイン種



3. 実証実験_実験方法 (システム構成)



3. 実証実験_実験方法 (機器概略仕様)

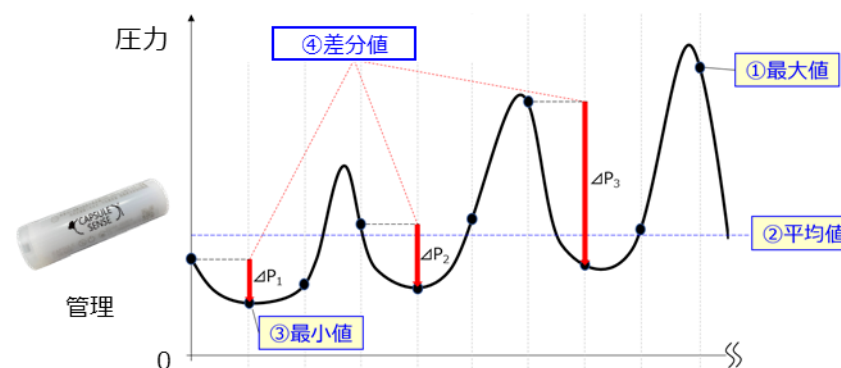
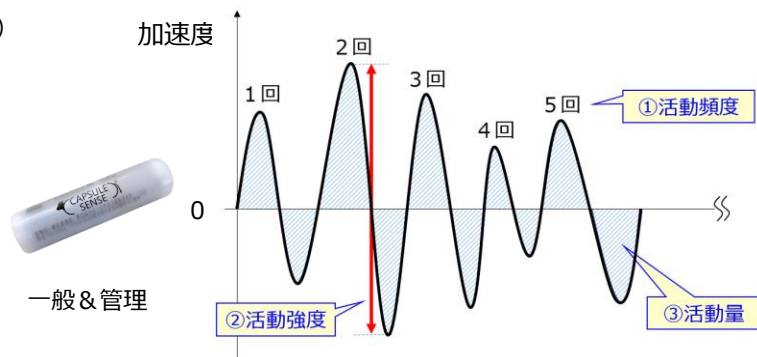
子機 (センサー)		親機 (ゲートウェイ)	子機投入機
開発中	販売中	販売中	販売中
			
φ26.4×98.4mm	φ26.4×94mm	200×200×61mm	全長850mm
91g	87g	719g	—
温度、加速度、 圧力	温度、加速度	温度、湿度、圧力	—
電池寿命 約5年		AC100V	—
—		子機100台対応	—
動作温度 -20～+60℃			—
子機—親機間 通信距離 約30m (プライベートLoRa通信)			—
動物管理用医療機器承認申請予定	動物用医療機器 (一般) 届出番号【3動薬第1816号-2】		

3. 実証実験_実験方法 (センサーデータ、特徴量)

種類	センサー	内部処理	補足	特徴抽出処理	呼称	発情	分娩	疾病	餌食
一般&管理 共通	温度	瞬時値	10分毎の瞬時値	平均処理	T1	○	○	○	○
				前日との差分平均	T2	○	○	○	○
				飲水回数、飲水量演算	-	-	-	○	○
	加速度 (3軸) 下記イメージ参考	活動頻度	10分間の活動回数	平均処理	C1	○	○	○	○
				前日との差分平均	C2	○	○	○	○
				活動強度	10分間の最大活動レベル	軸毎に最大値抽出	D _{xyz}	○	-
	活動量	10分間の平均活動量	- (生値格納)	-	○	-	○	○	
			10分間の瞬間最大活動量	- (生値格納)	-	○	-	○	-
管理のみ 下記イメージ参考	圧力	最大値	10分間の最大値	- (生値格納)	-	-	○	○	-
		平均値	10分間の平均値	- (生値格納)	-	-	-	○	-
		最小値	10分間の最小値	- (生値格納)	-	-	-	○	-
		差分値	10分間の差分値	- (生値格納)	-	-	-	○	○

○ : 検知のために検討中の特徴量

(イメージ)



一般&管理

管理

- 検知性能を定量的に表す指標値として「**F1 Score(F1)**」を使用する
- F1スコアは「**感度**」と「**精度**」の調和平均として算出する

$$\mathbf{F1 = 2 * 感度 * 精度 / (感度 + 精度)}$$

$0 \leq F1 \leq 1$ 1に近いほど検知性能が高い

- 感度は、すべての陽性のうち、実際に陽性と予測できたものの割合として定義する
- 精度は、陽性と予測したもののうち、正しく予測できた割合として定義する

(例)	予測	
	陽性 (発情8回)	陰性 (非発情)
正解	陽性 (発情10回) 正解 ①(6回)	陰性 (非発情) 不正解 ②(4回)
	陰性 (非発情) 不正解 ③(2回)	正解 ④

$$\begin{aligned} \text{感度} &= \text{①} / (\text{①} + \text{②}) \\ &= 6 / (6 + 4) \\ &= \mathbf{0.6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{精度} &= \text{①} / (\text{①} + \text{③}) \\ &= 6 / (6 + 2) \\ &= \mathbf{0.75} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{F1} &= 2 * \text{感度} * \text{精度} / (\text{感度} + \text{精度}) \\ &= 2 * 0.6 * 0.75 / (0.6 + 0.75) = \mathbf{0.67} \end{aligned}$$

4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

【実験1】 加速度センサーデータを用いた『活動頻度』に関する子機内部処理の見直しによる性能確認

仮説 「発情行動（マウンティング、スタンディング、後追い行動等）は平常行動より行動の緩急が大きい（加速度大）」と仮定すると、活動頻度の閾値を大きくすることで発情行動のみを捕捉出来るのでは？

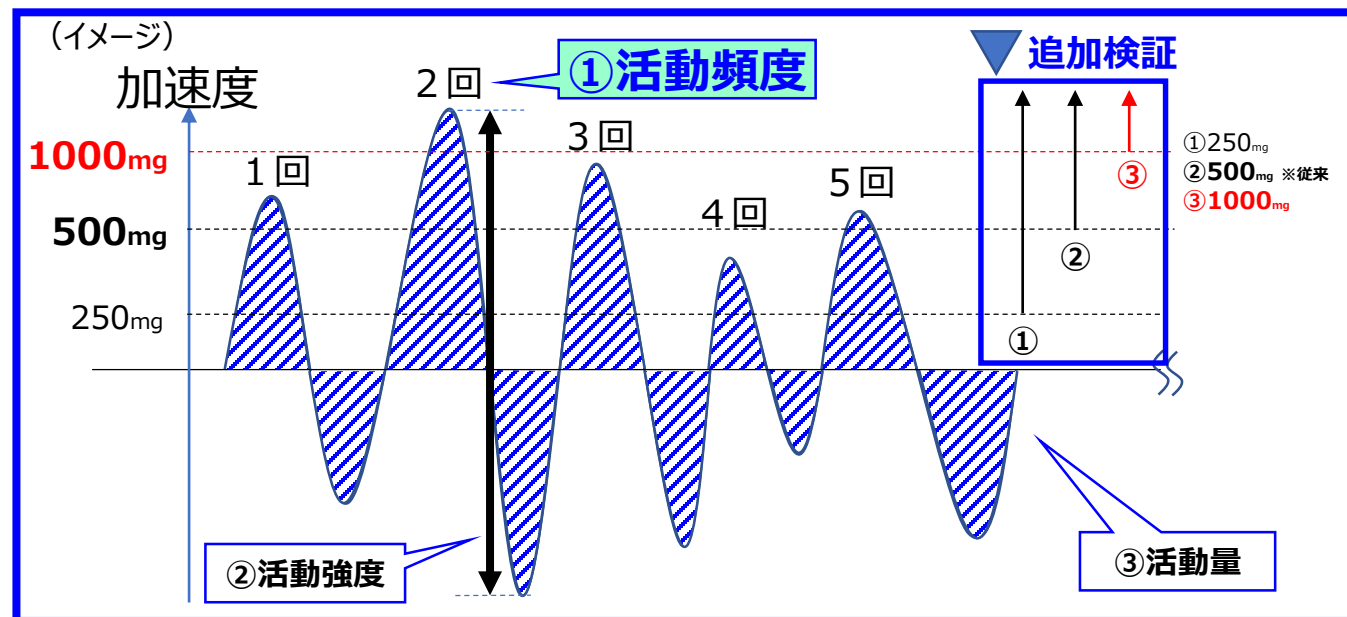
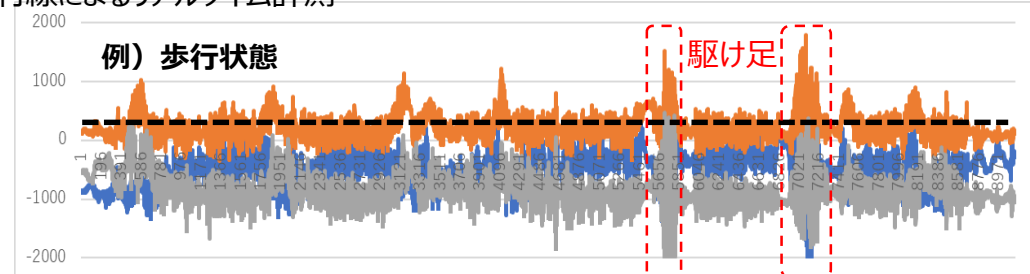
目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛(症例/頭数)	乳牛(症例/頭数)
発情 検知性能向上	活動頻度閾値追加 500mg→ 1,000mg * 参考として閾値250mgも取得	一般用 (温度,加速度)	畜産研究所 (高山/恵那)	繁殖 (25/11) FB飼育	繁殖 (14/8) FS飼育

従来

蠕動と動態の両方を確認できる閾値500mgを採用 (基礎評価より)



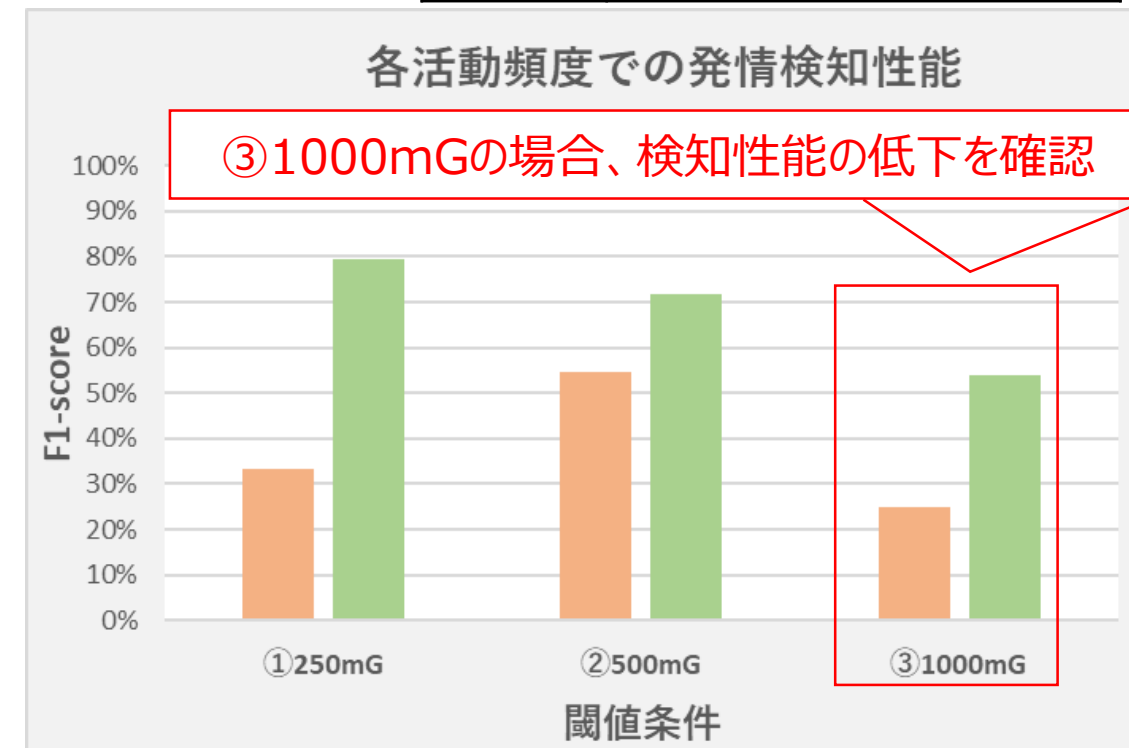
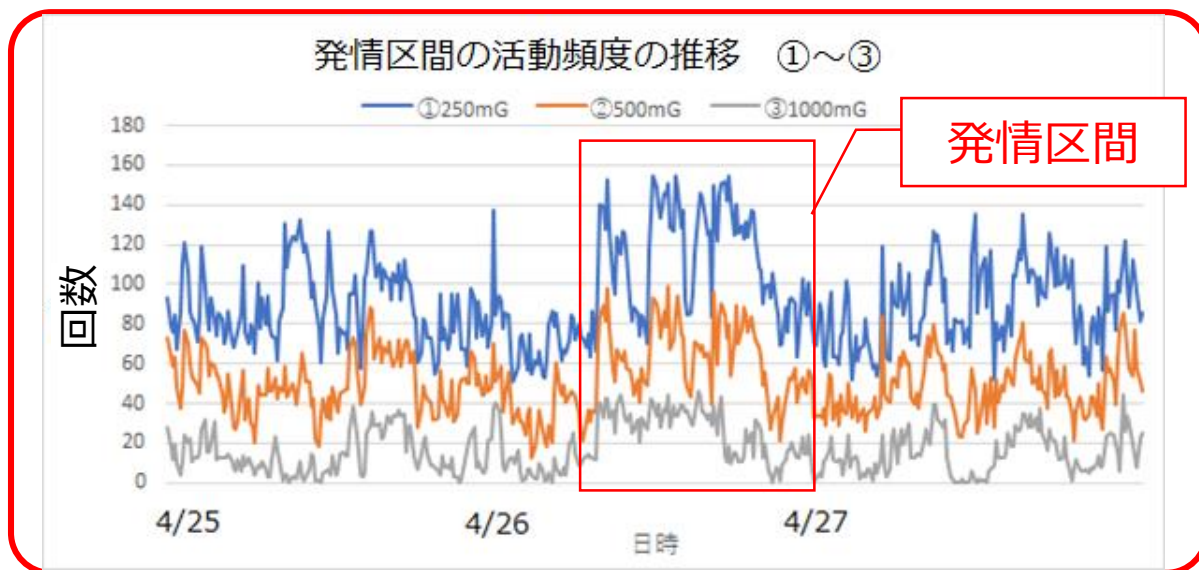
有線によるリアルタイム計測



4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

評価試験条件

データ区間	'22/4/20~6/30
評価方法	K-fold交差検証(k=4)
評価尺度	F1-score (加重平均)



	頭数	症例数	①250mG	②500mG	③1000mG
乳牛	8	10	33.3%	54.5%	25.0%
和牛	11	25	79.6%	71.8%	54.1%

どの閾値でも発情時は活動頻度の増加は見られるが、閾値大 (加速度大) がより顕著とは言えない

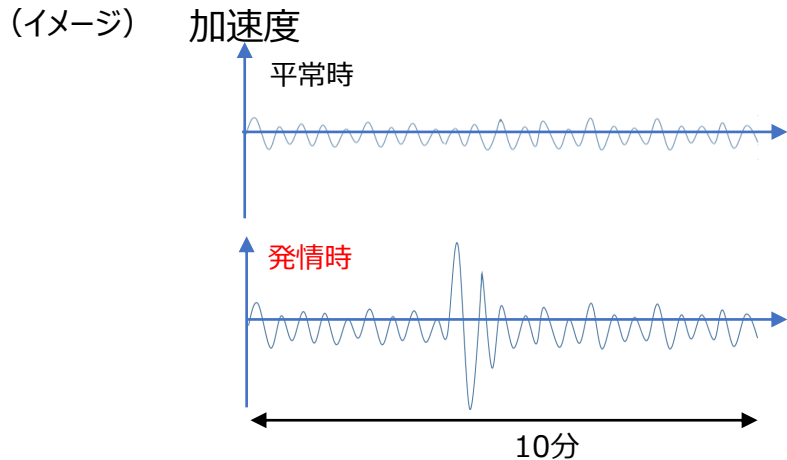
4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

【実験2】 加速度センサーデータを用いた『活動量』に関する子機内部処理の見直しによる性能確認

仮説 「発情行動（マウンティング、スタンディング、後追い行動等）は、連続的な行動というより瞬間的な行動である」
と仮定して、活動量の算出時間を短くすることで発情行動を逃さず捕捉出来るのでは？

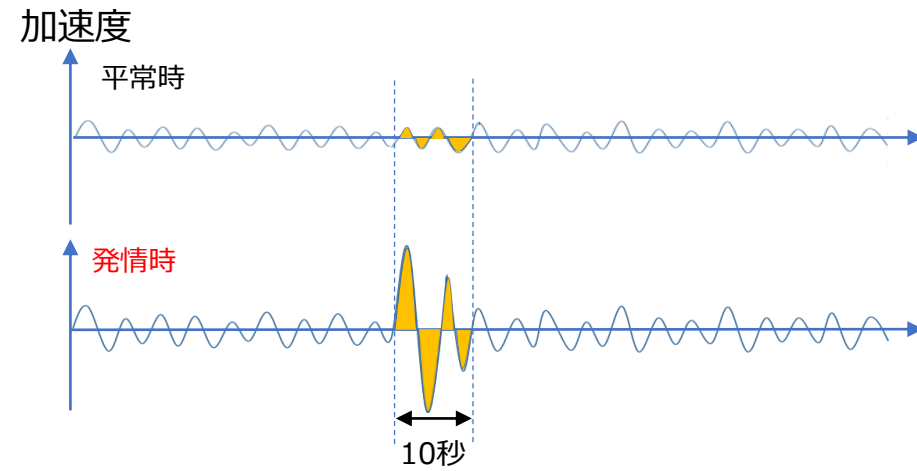
目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛 (症例/頭数)	乳牛 (症例/頭数)
発情 検知性能向上	活動量集計時間 10分→ 10秒毎	一般用 (温度,加速度)	畜産研究所 (高山/恵那)	繁殖牛 (10/5) FB飼育	繁殖牛 (13/5) FS飼育

従来 ■活動量(10分間の実効値)



× 特徴量が薄まる(10分平均)

■瞬間活動量(10秒間)最大値

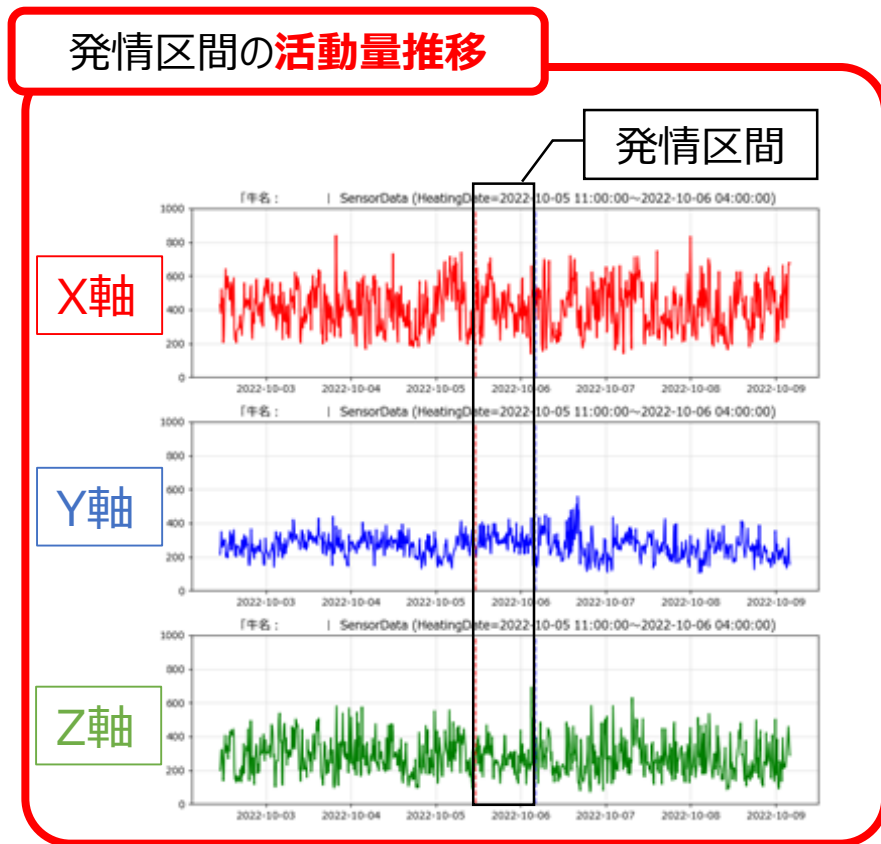


瞬間活動量(面積)が特徴量

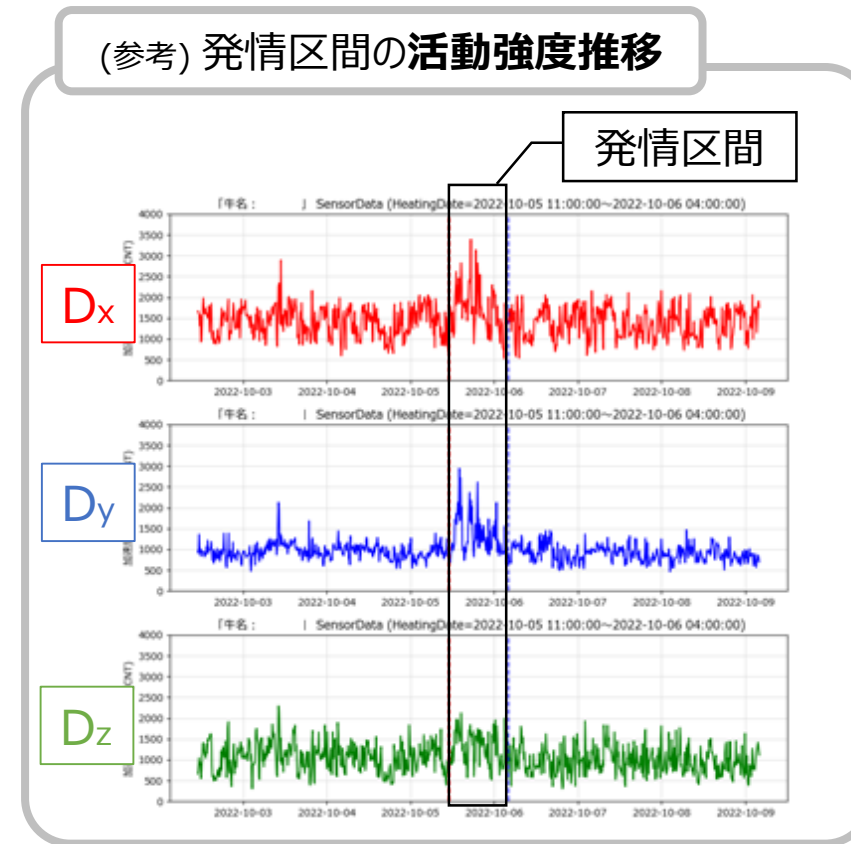
4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

発情区間の範囲でのグラフによる可視化・および統計分析を実施

活動強度の方が、発情区間において値に変化がみられる → 発情時の特徴を捉えられている



VS



発情区間で活動量には特徴が表れておらず、活動強度には特徴が表れていることから発情行動は瞬間的な緩急の差が生じているが、10秒間の継続性は見られないことが分かった (未だ長い)

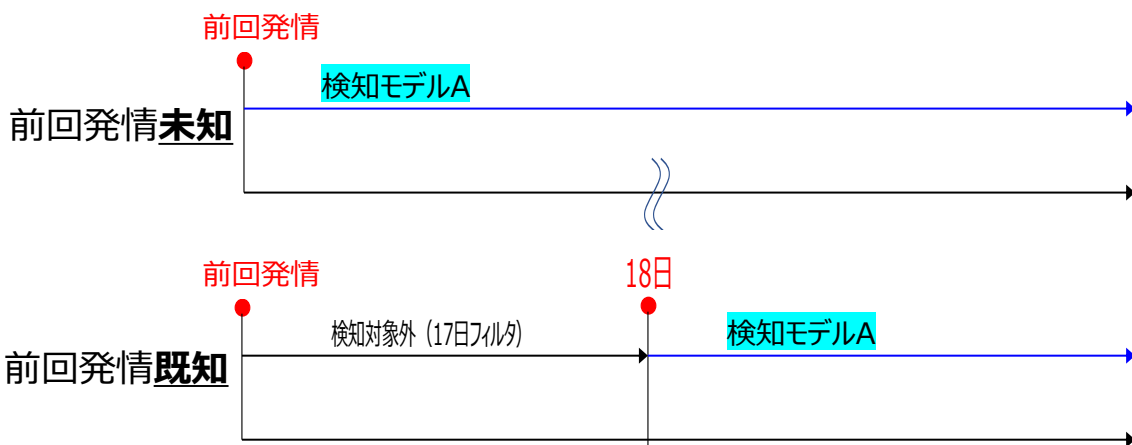
4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

【実験3】 『発情検知モデル (アルゴリズム) 』の見直しによる性能確認

仮説 「**前回発情日が既知で周期通りの発情データだけで学習した方がより発情の特徴を捉えられる**」
 と仮定し、更に前回発情未知/既知で検知アルゴリズムを分けることで検知性能を向上できるのでは？
 (特に感度向上を期待)

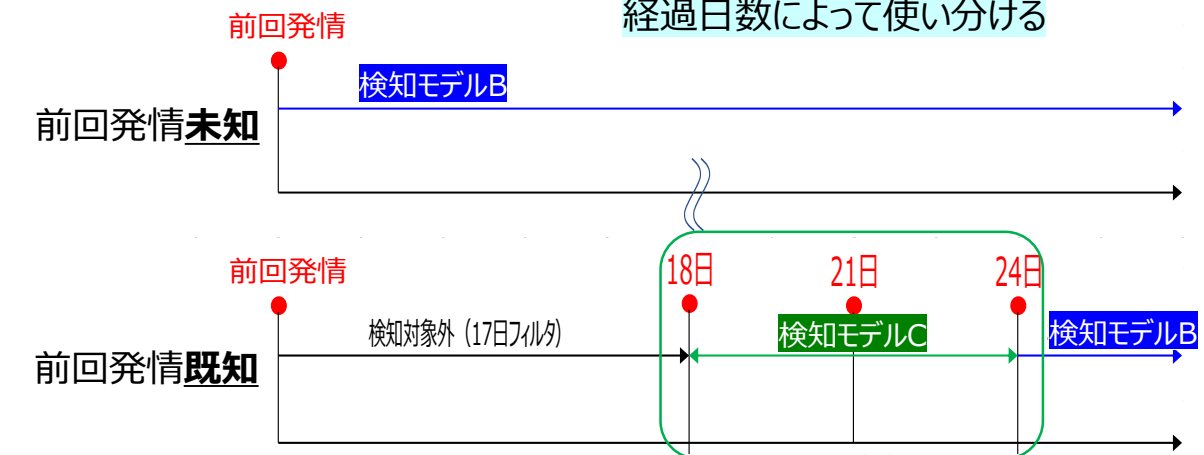
目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛 (症例/頭数)	乳牛 (症例/頭数)
発情 検知性能向上	前回発情日が既知の場合、次回発情予定日周辺では別の検知アルゴリズムを使用	一般用 (温度,加速度)	畜産研究所 (高山/恵那) 実証実験5農家	繁殖牛 FB飼育	繁殖牛 FS飼育

従来 (イメージ)



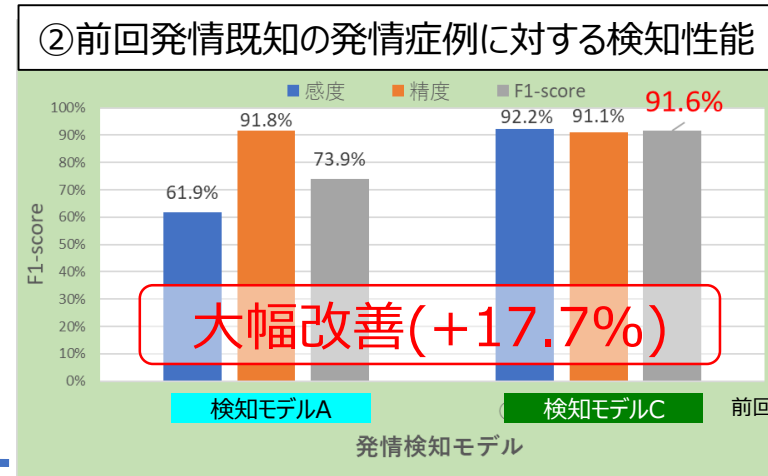
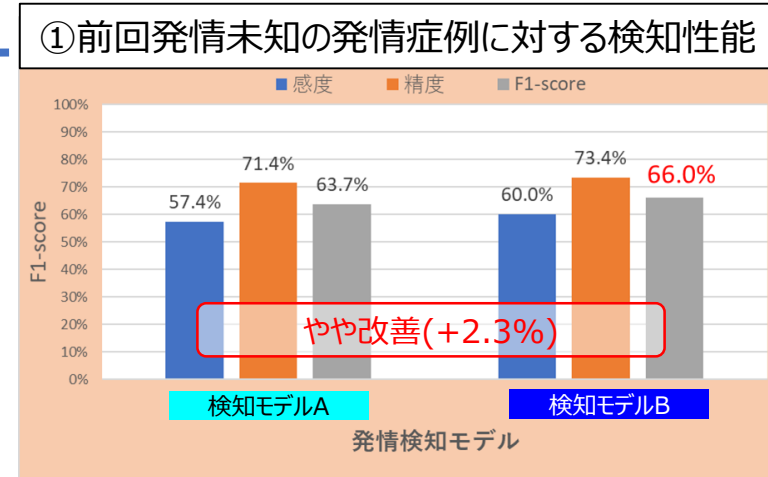
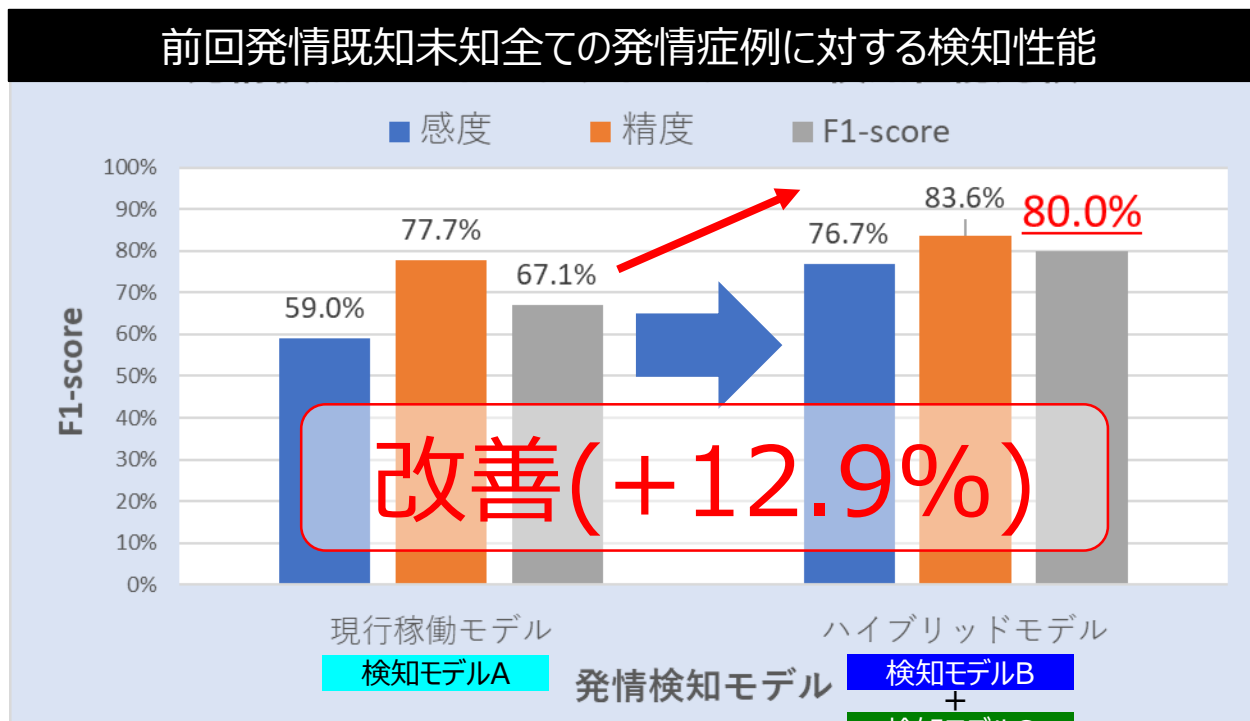
■ 検知モデル見直し

2種類の検知アルゴリズムを前回発情日からの経過日数によって使い分ける



4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

①前回発情既知の場合 91.6% + ②前回発情未知の場合 66.0% → 組み合わせ (①+②) で 80.0%の発情検知性能



※温度,加速度の上昇が確認できないデータを除外して評価

仮説通り前回発情が既知の発情症例に対しては感度が大幅に向上し、F1-scoreを押し上げる結果が得られた (周期通りの発情の同一傾向性、非発情との傾向の違いが明確であると考えられる)

4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

【実験4】 圧力センサーデータを用いた『胃内圧力』に関する子機内部処理の見直しによる性能確認

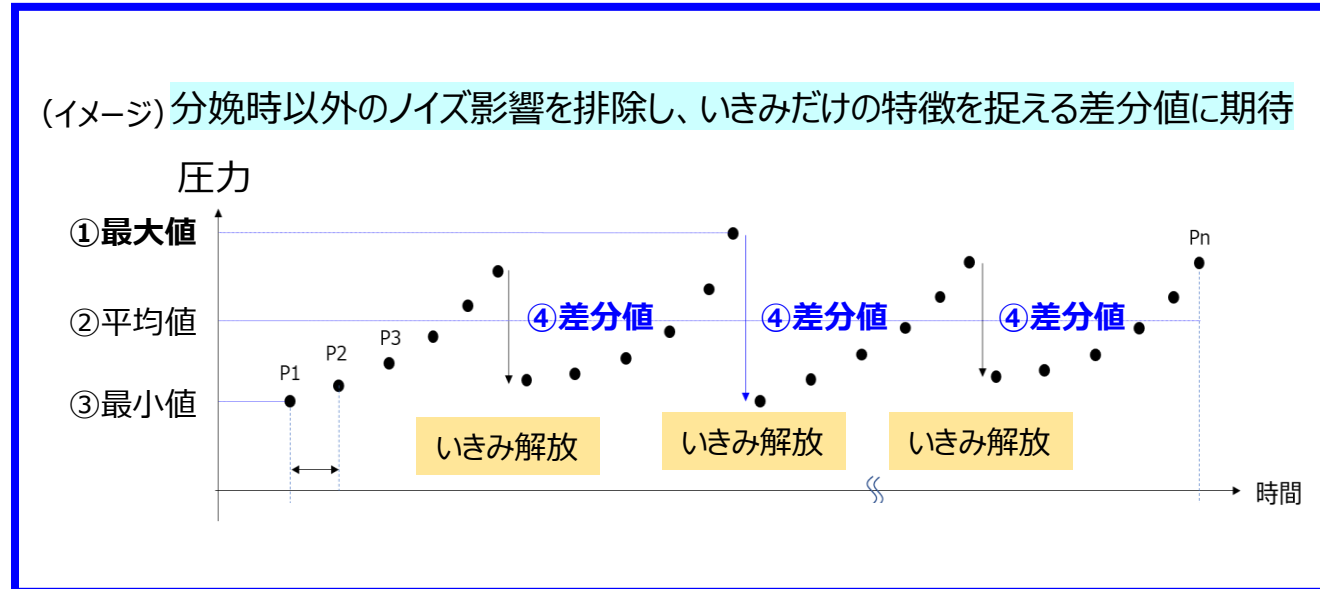
仮説 「娩出前のいきみ（努責）で生じる腹圧の上昇下降に同期して胃内圧力も上昇下降が発生する」
と仮定して、胃内圧力にて分娩兆候を捕捉出来るのでは？

目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛 (症例/頭数)	乳牛 (症例/頭数)
分娩 検知性能向上	4種類の圧力値を取得 (最大値、平均値、最小値、差分値)	管理用 (温度,加速度,圧力)	畜産研究所 (高山/恵那)	繁殖牛 (5/5) FB飼育	繁殖牛 (4/4) FS飼育

従来

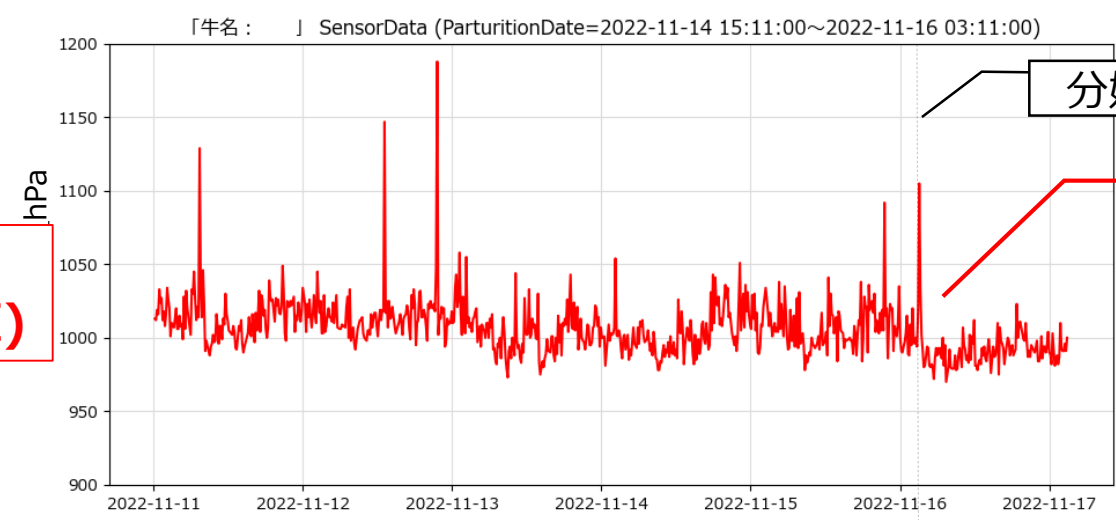
瞬間圧力値：一定時間毎の瞬間圧力値
最大圧力値：一定時間内の最大圧力値

圧力	分娩検知
瞬間圧力値	× (計測時がいきみ中とは限らない)
最大圧力値	△ (検知できるが誤検知あり)



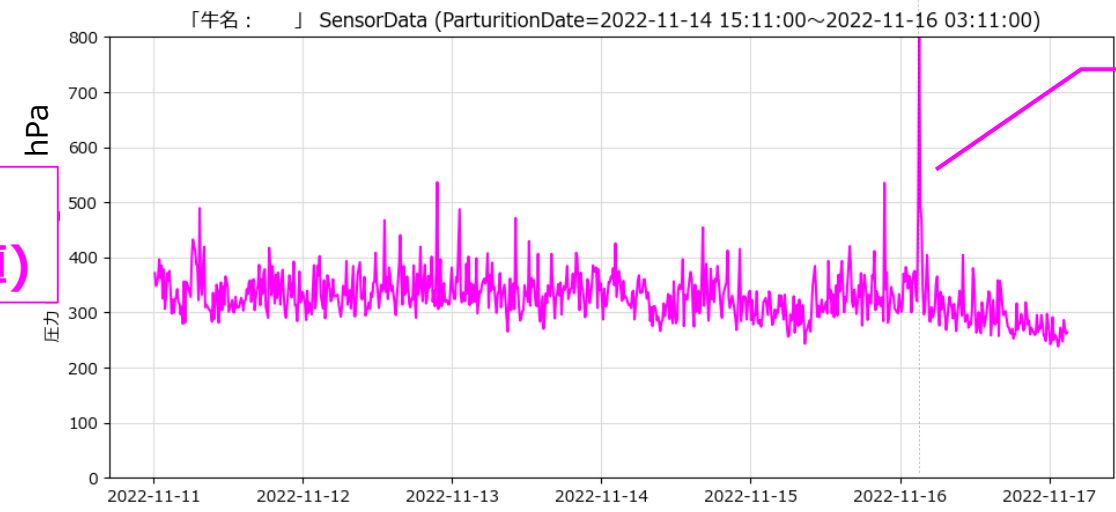
4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

分娩時刻 (青縦破線) の部分にて、圧力 (差分値) が大きく増加する傾向を確認



圧力
(最大値)

圧力(最大値)も増加しているが、分娩時以外の突発的なノイズが発生しているため、誤検知が多発



圧力
(差分値)

圧力(最大値・平均値・最小値)と比較して圧力(差分値)の変動が大きく誤検知を抑制できることを確認

4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

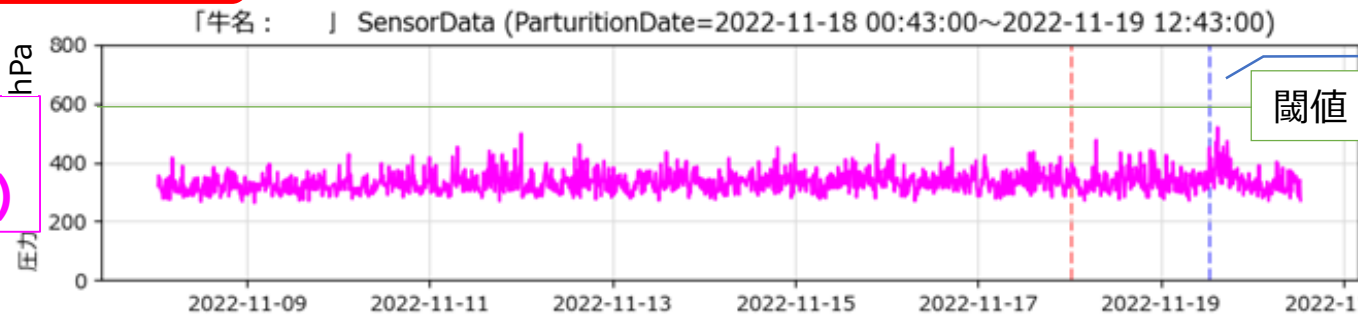
分娩兆候検知モデル を作成し、評価試験を実施

- ・和牛 : F1-score = 80% (見逃し : 1/5件、誤報 : 1/5件)
- ・乳牛 : F1-score = 75% (見逃し : 1/4件、誤報 : 1/4件)

分娩検知 (警報)	高山 (和牛 N = 5)				恵那 (乳牛 N = 4)			
	閾値	感度	精度	F1-score	閾値	感度	精度	F1-score
圧力差分値	594.978	80.0%	80.0%	80.0%	456.978	75.0%	75.0%	75.0%

※分娩は全て分娩難易度 1 (無介助分娩)

見逃した分娩の例



安産であり仔牛の前脚が出始めてから5分後に分娩完了 (非常に早い)

10分間の差分値のうち50%しか分娩時の圧力変動のデータが含まれていない
→ 他の分娩牛よりも明確な差が出なかった

仮説通り胃内圧力でもいきみを検知することが可能であり、
圧力差分値であれば分娩難易度1 (無介助分娩) であっても約80%は検知出来る結果が得られた

4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

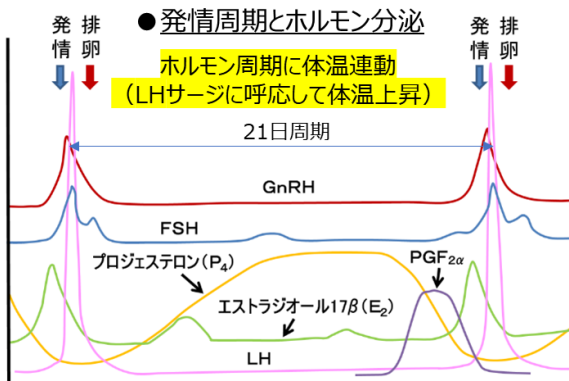
【実験7】 活動が制限された繋ぎ飼いで検証

仮説 「発情行動（マウンティング、スタンディング、後追い行動等）が制限されるため、加速度データへの特徴が出にくい」と仮定して、繋ぎ飼における温度／加速度の特徴を確認する。

目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛（症例）	乳牛（症例）
発情 検知性能向上	現地調査員と連携し、発情時の牛の行動と温度／加速度センサーデータを紐付ける	一般用 (温度,加速度)	O牧場様 ／繋ぎ飼	-	繁殖牛（37症例）

■ 発情兆候の特徴

体温上昇



発情行動



FS or FB

特徴	体温	活動量
<ul style="list-style-type: none"> 黄体形成ホルモン (LH) 分泌に伴う体温上昇 エストロゲン分泌に伴う発情行動(乗駕・乗駕許容)発現 	↑上昇	↑上昇

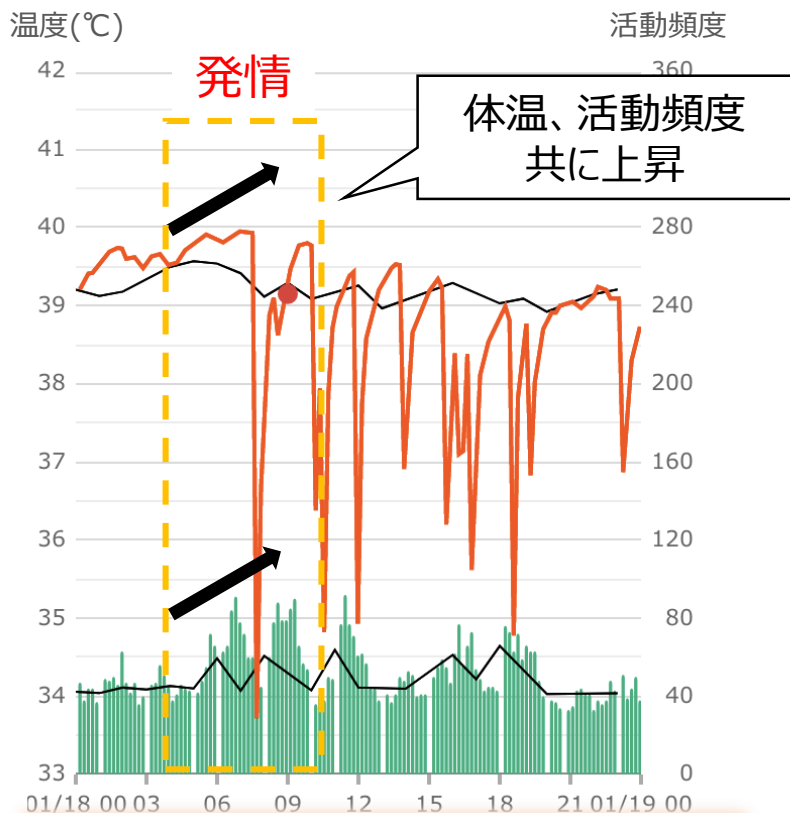
繋ぎ飼

特徴	体温	活動量
<ul style="list-style-type: none"> 黄体形成ホルモン (LH) 分泌に伴う体温上昇 エストロゲン分泌に伴う発情行動(乗駕・乗駕許容)発現 	↑上昇	?

4. 実証実験_仮説検証 (1. 発情、分娩兆候の検知性能向上)

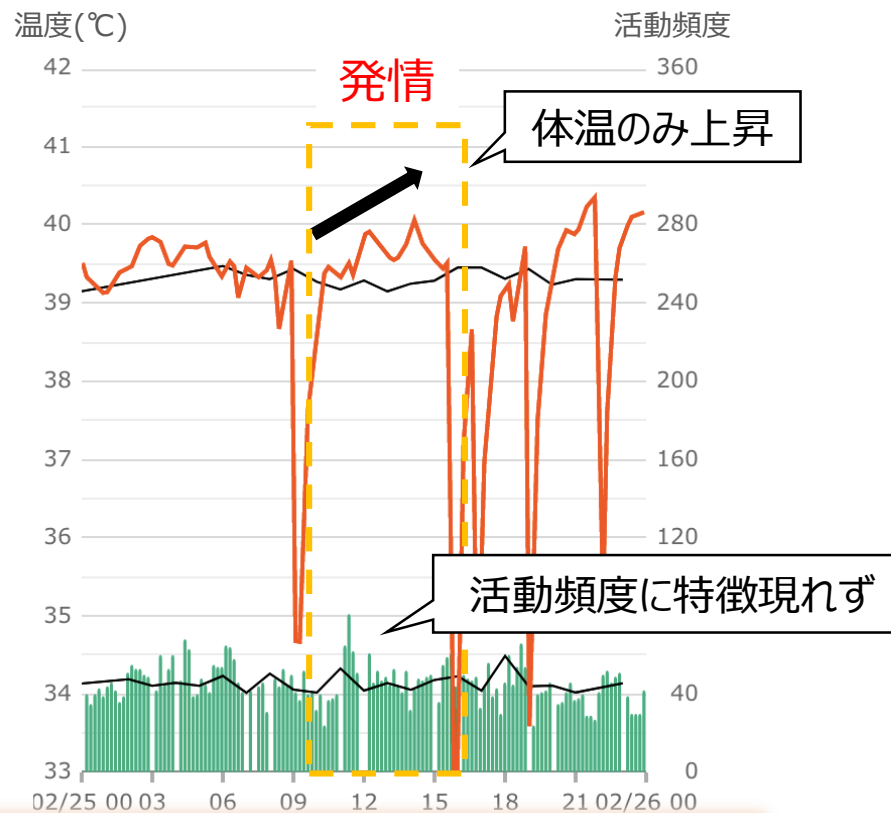
■ 結果

<既存ロジックで検知できた発情症例>

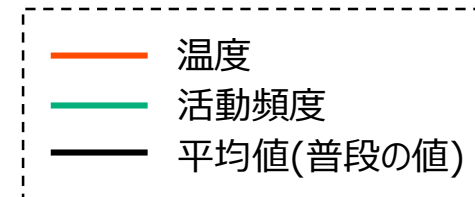


既存ロジックでの検知数 1/37件

<温度のみ上昇した発情症例>



温度上昇が確認できた症例 26/37件



【参考】繋ぎの飼養環境



繋ぎ環境において、仮説通り活動頻度には特徴は現れ辛い。しかし、**温度上昇は約7割の症例で確認できた。**
⇒今回取得したデータを元に、繋ぎの検知アルゴリズムを検討していく。

4. 実証実験_仮説検証 (2. 急性鼓張症 (起立不能) の検知)

【実験5】 圧力センサーデータを用いた『胃内圧力』に関する子機内部処理の見直しによる検知可否検証

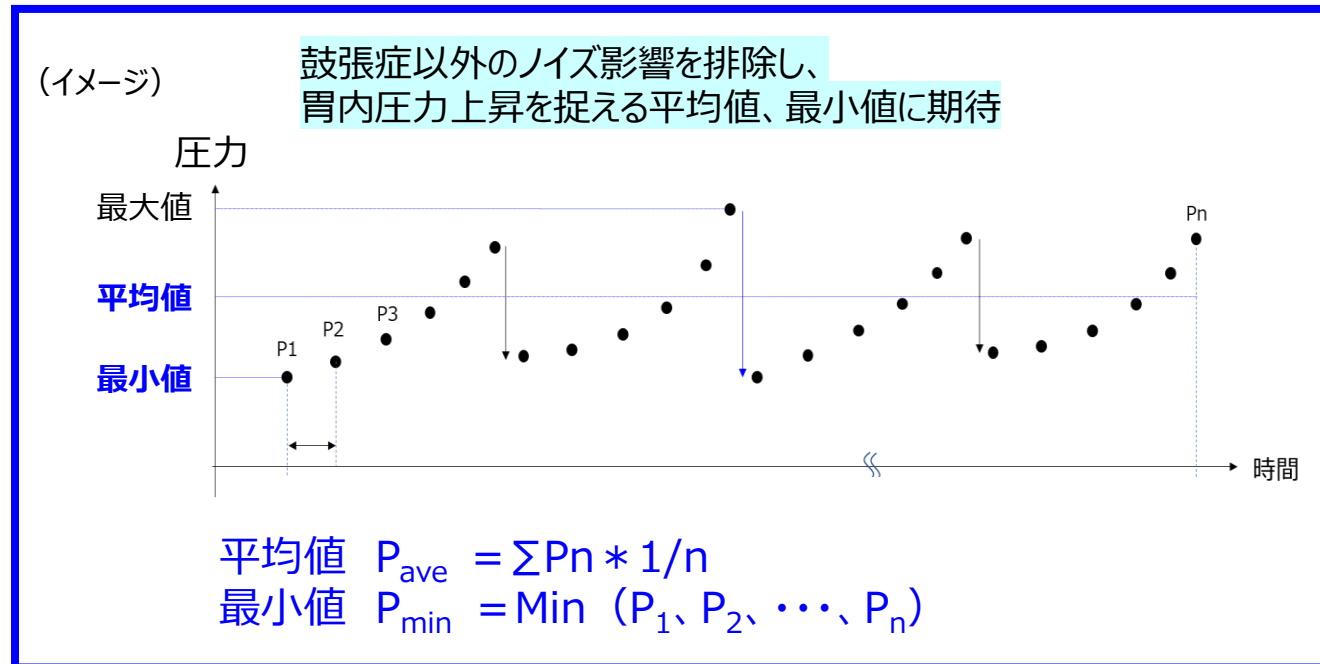
仮説 「鼓張症時は胃内圧力が高まるため、一定時間内での平均圧力、最小圧力は平常時に比べ上昇する」と仮定して、胃内圧力にて鼓張症兆候を捕捉出来るのでは？

目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛 (症例/頭数)	乳牛 (症例/頭数)
鼓腸症(急性/慢性) 検知検討	4種類の圧力値を取得 (最大値、平均値、最小値、差分値)	管理用 (温度,加速度,圧力)	畜産研究所 (高山)	繁殖牛 (2/2) 個室管理	-

従来

瞬間圧力値：一定時間毎の瞬間圧力値
 最大圧力値：一定時間内の最大圧力値

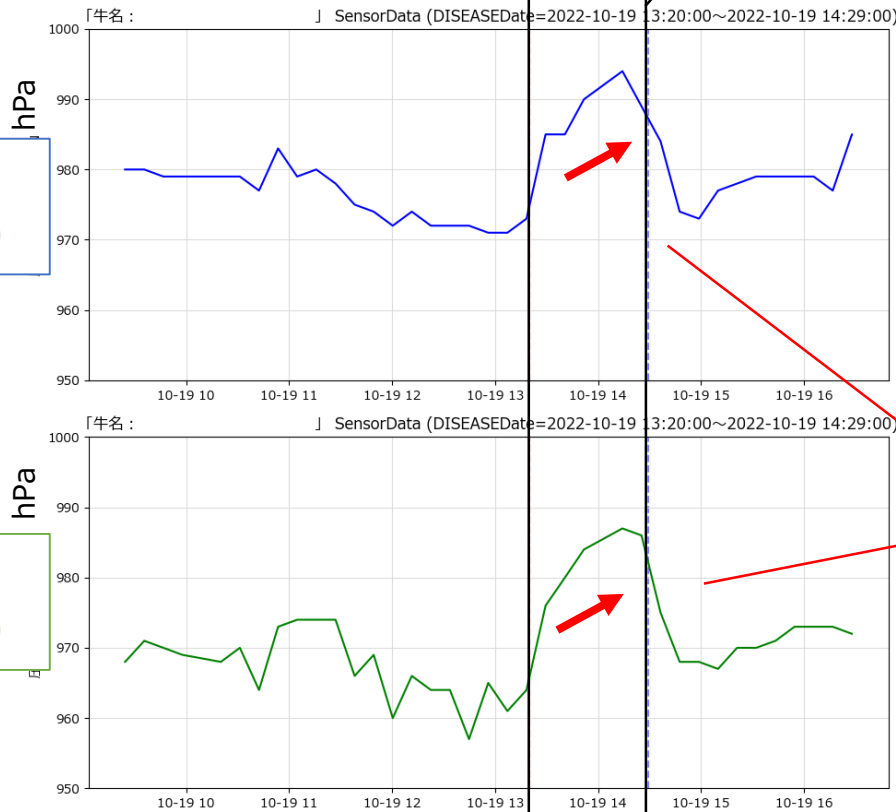
圧力	鼓張症検知
瞬間圧力値	△ (検知できるが誤検知あり)
最大圧力値	△ (検知できるが誤検知あり)



4. 実証実験_仮説検証 (2. 急性鼓張症 (起立不能) の検知)

評価試験区間にて、各圧力値 (最大値・平均値・最小値・差分値) の推移を確認

試験牛 1



評価試験区間



※牛の身体への悪影響が想定されるため、1時間程度が限界

評価試験区間にて、
平均値、最小値が増加する傾向を確認

作為的な方法ではあるが、仮説通り胃内圧力 (平均値、最小値) が短時間で急激に上昇することを確認
その絶対値もしくは傾きから急性鼓張症を検知出来る可能性が示唆される結果となった

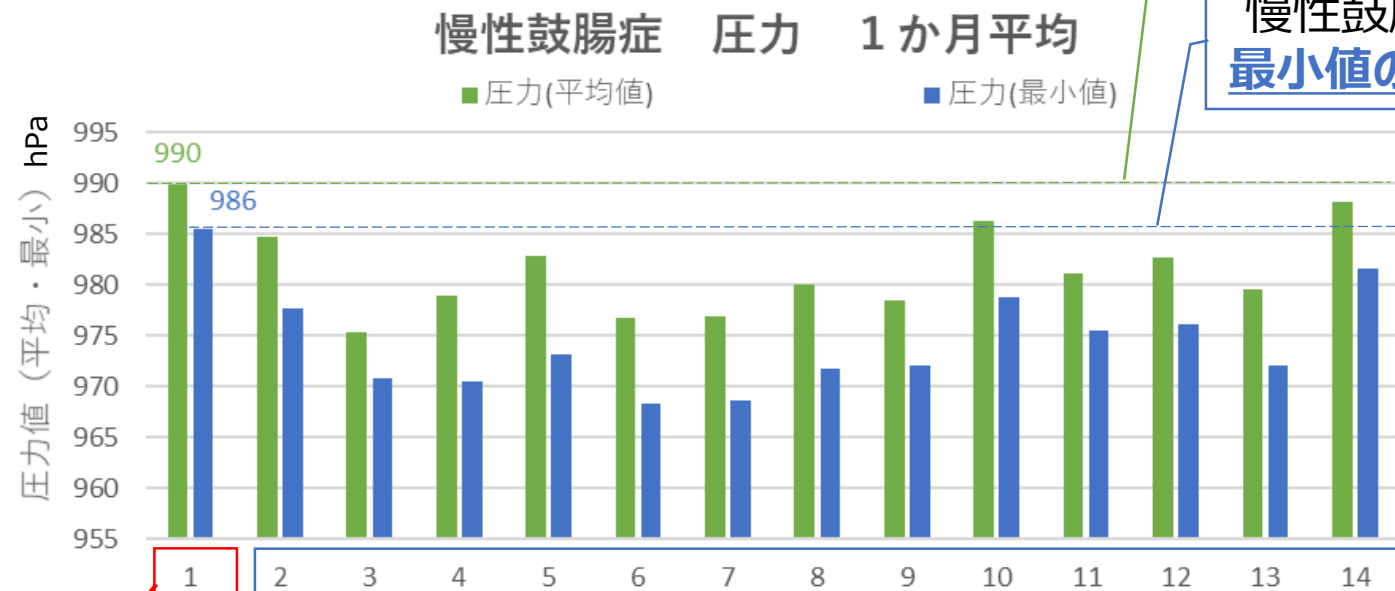
4. 実証実験_仮説検証 (2. 慢性鼓張症の検知)

慢性鼓腸症の対象牛は、圧力 (平均値・最小値) の値が、他の対象牛より高いことを確認



左側腹部 (ルーメン) が張った状態

慢性鼓腸症の対象牛



その他の対象牛

慢性鼓張症の牛は仮説通り胃内圧力 (平均値、最小値) が長期に渡って高いことから慢性を示唆する結果が得られた。

4. 実証実験_仮説検証 (2. 急性鼓張症 (起立不能) の検知)

【実験8】 偶発的な急性鼓腸症 (起立不能) での検証

仮説 「起立不能により胃内ガスが抜けられない状況において、発酵により臓器が圧迫され牛がもがくことで温度／行動量が増加する」と仮定して、胃内温度／加速度の上昇にて鼓張症兆候を捕捉出来るのでは？

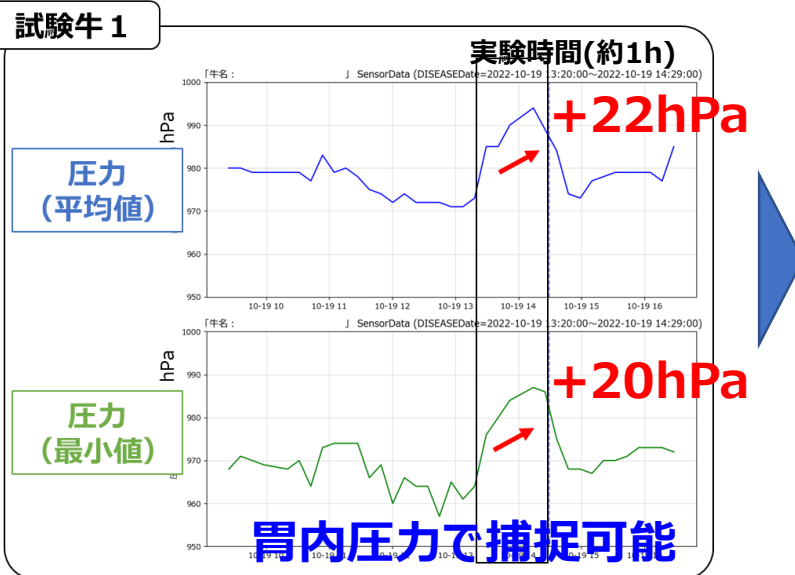
目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛 (症例/頭数)	乳牛 (症例/頭数)
鼓腸症(急性) 検知検討	起立不能発生時の動画と温度／加速度センサーデータを紐付ける	一般用 (温度,加速度)	S牧場様	肥育牛 (3/87) 4~5頭 群飼育	-

従来 (中間報告)

管理用センサ
(温度,加速度,圧力)



'25年 製品化予定



偶発的な起立不能

牛がもがく行動から温度／加速度の上昇が見られることを期待

一般用センサ
(温度,加速度)



販売中

'25年まで
待たずに済むかも



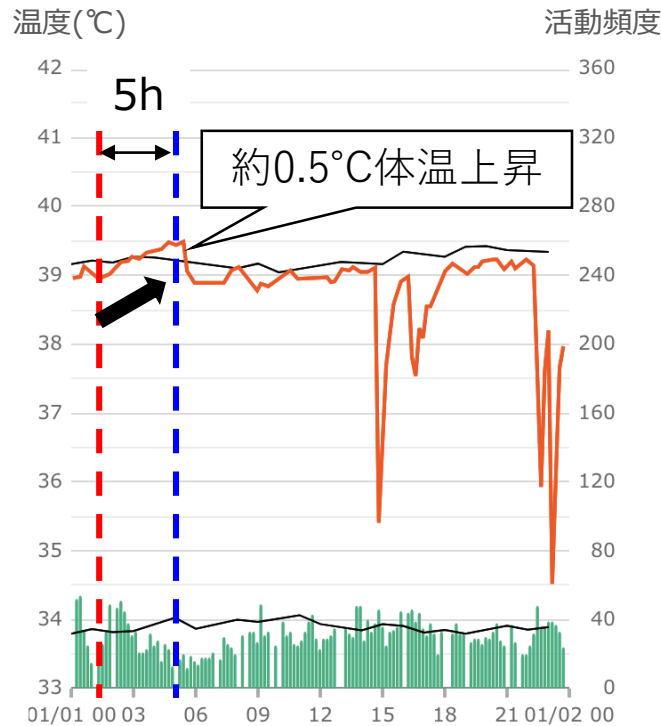
4. 実証実験_仮説検証 (2. 急性鼓張症 (起立不能) の検知)

■結果 (症例数: 3件)

動画確認



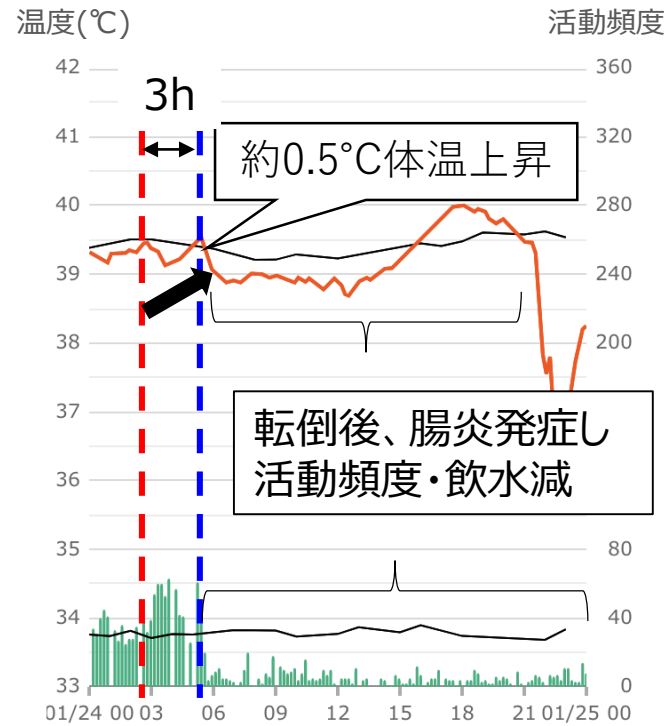
<1症例目>



動画確認



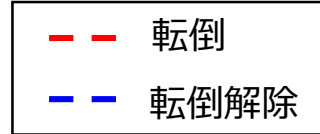
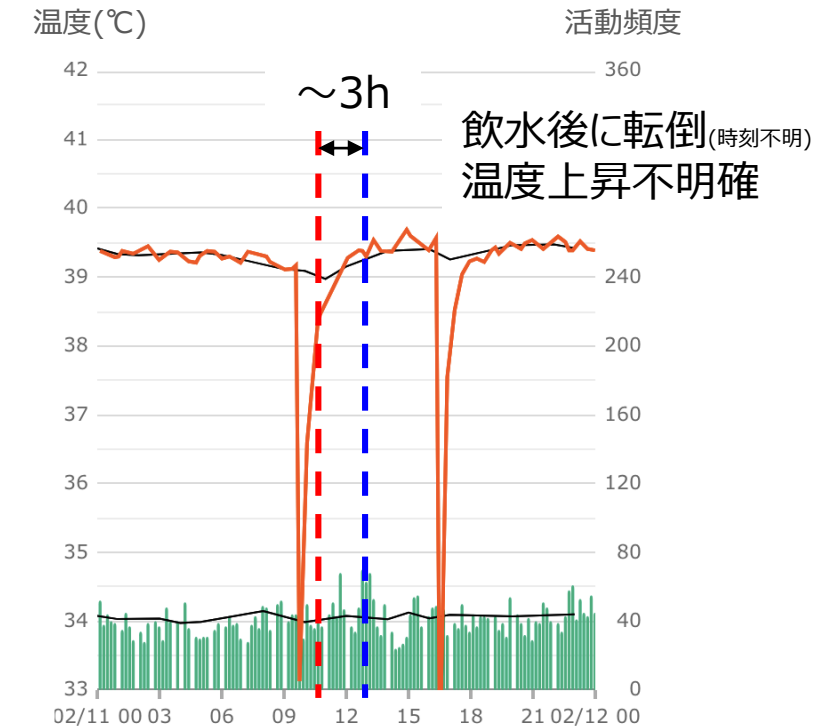
<2症例目>



動画未確認



<3症例目>



- ・転倒後温度上昇あるものの、期待していた急激な温度、活動量変化なし。
⇒正常時と切り分け困難であり、検知不可
- ・実験目的と異なるが、体調不良からくる活動頻度・飲水減をセンシング出来た。⇒検知ロジックを検討予定

4. 実証実験_仮説検証 (3. 採食量推定)

【実験6】 温度センサーデータを用いた『飲水回数、飲水量（飲水指数）』と採食量との相関検証

仮説 「餌食いが悪い場合、飲水（回数、量）も減る」

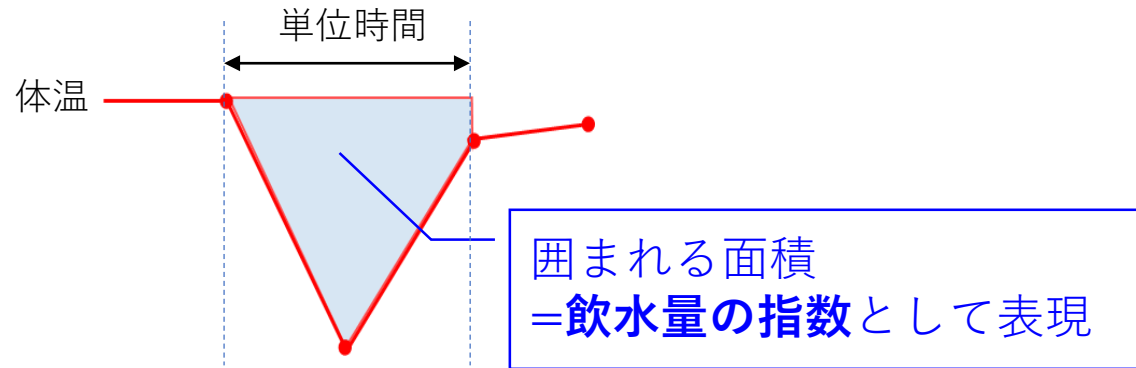
と仮定して、飲水による胃内温度変化をモニタリングすることで餌食い状況（健康状態）が分かるのでは？

目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛（症例/頭数）	乳牛（症例/頭数）
採食量推定	採食量が管理された個体を長期モニタリング 平常時と餌食いが悪い場合におけるセンサーデータの の違いを見える化し、将来的に採食量推定に活用	管理用 (温度,加速度,圧力)	畜産研究所 (高山)	肥育牛 (6/6) 18月齢 個室管理	-

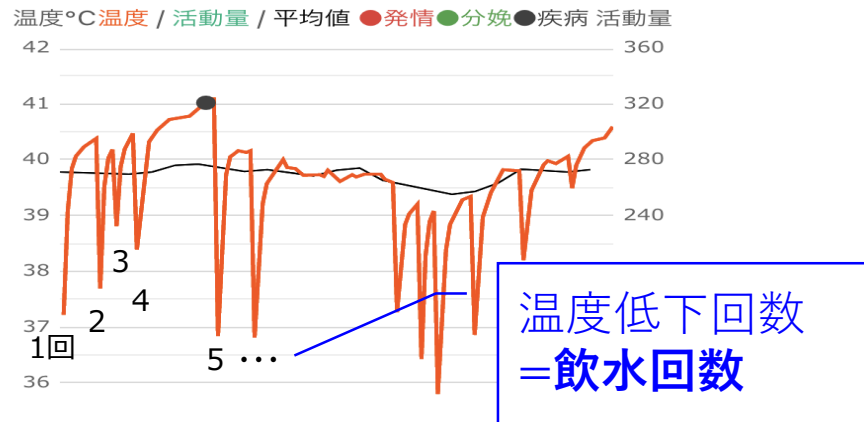
	センサー	観点	因子	データへの表れ方
前回報告	温度	平均体温	・飼料の発酵熱	給餌量：通常→ 半減 (4.2kg) >> -0.8~-0.3℃ (2日目以降) 半減→ 通常 (8.4kg) >> +0.3~+0.4℃ (2日目以降)
新規検証	温度	飲水指数 飲水回数	・発酵熱を抑えるための飲水	飲水指数/h、日、飲水回数/h、日

■ 飲水指数・飲水回数の算出方法

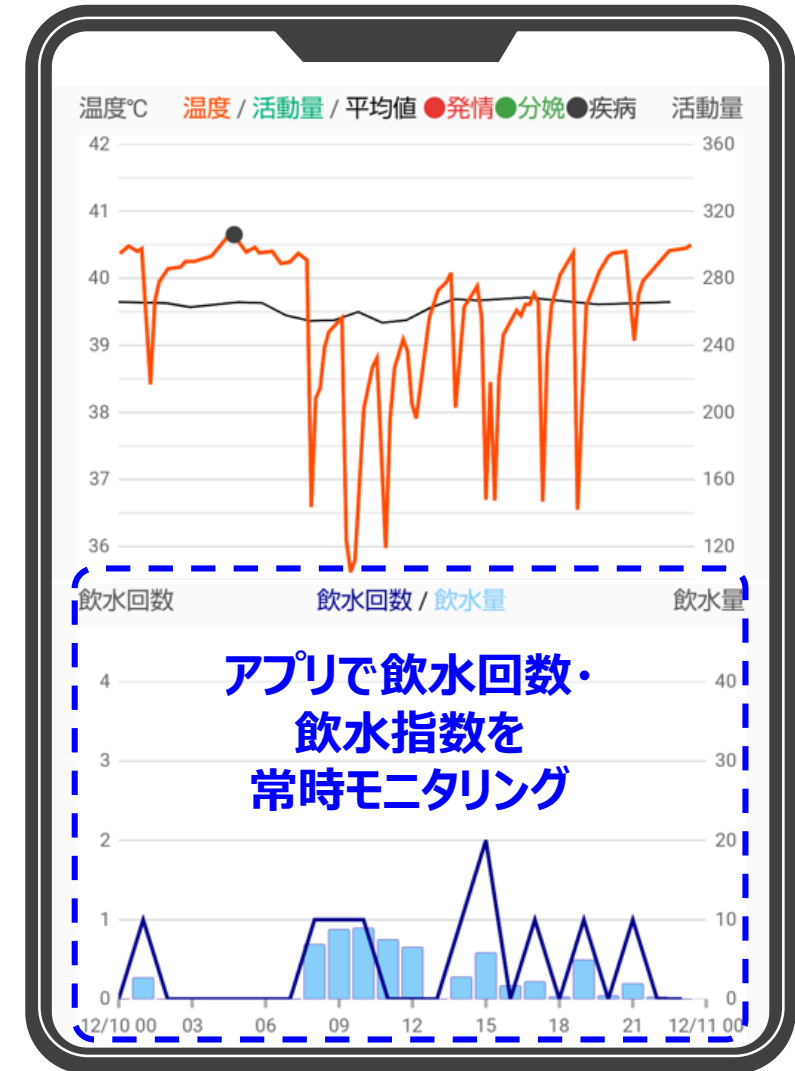
・飲水指数の算出



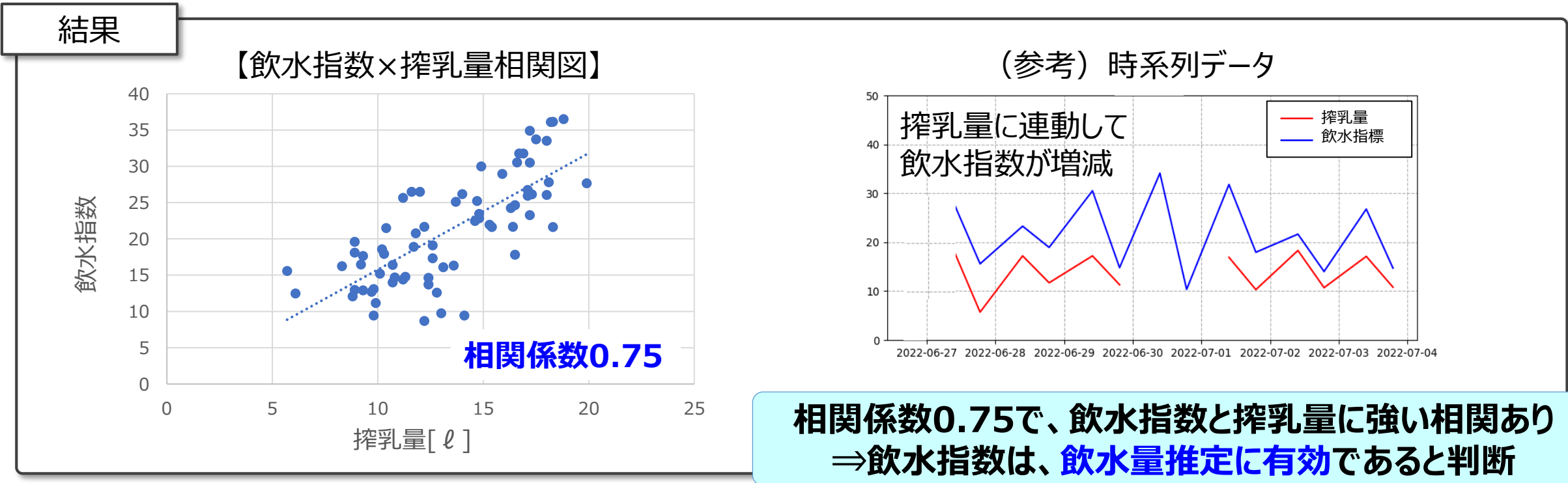
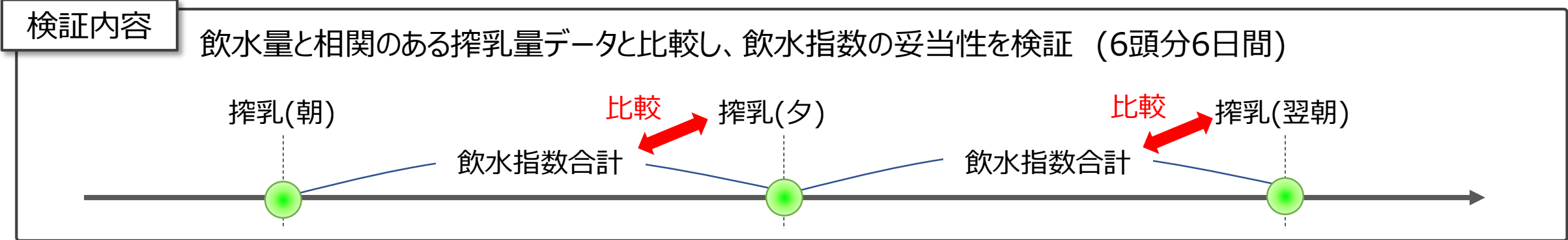
・飲水回数の算出



<弊社アプリ画面>



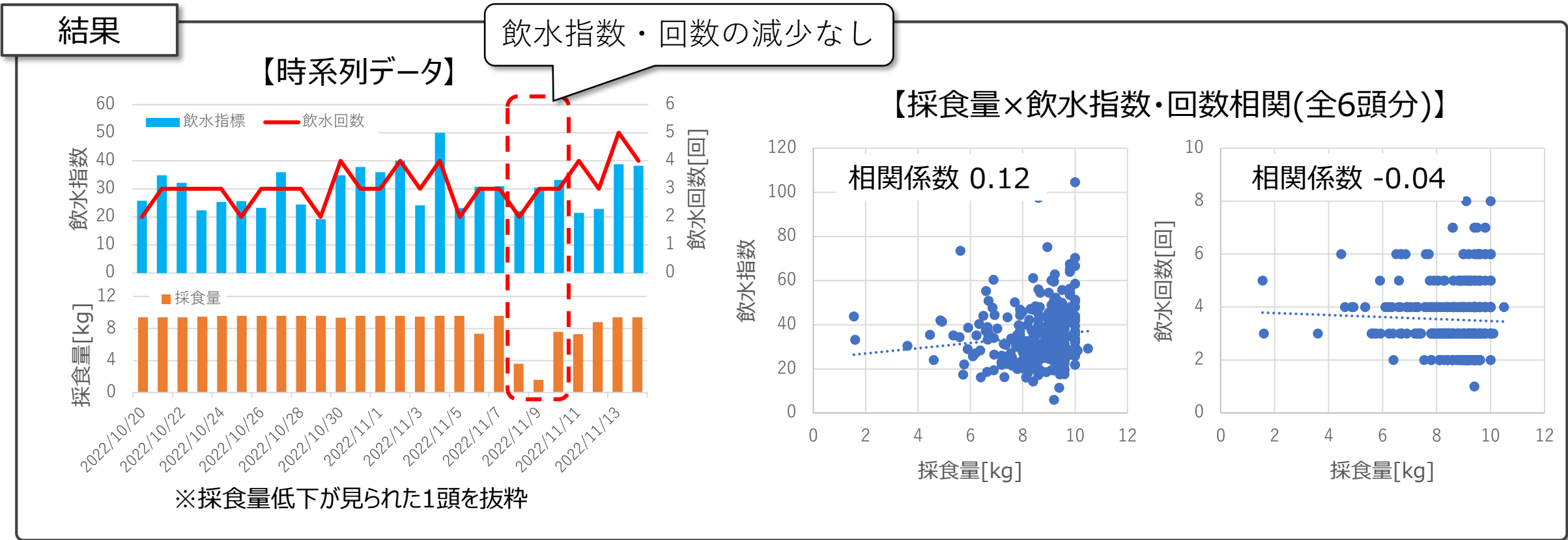
■ 飲水指数の妥当性検証



4. 実証実験_仮説検証 (3. 採食量推定)

■ 採食量と飲水指数・回数の相関確認

検証内容 1日の採食量と1日の飲水指数・回数を比較(6頭分59日間)



採食量と飲水指数・回数の相関なし ⇒ 採食量低下しても、飲水量に変化は見られなかった



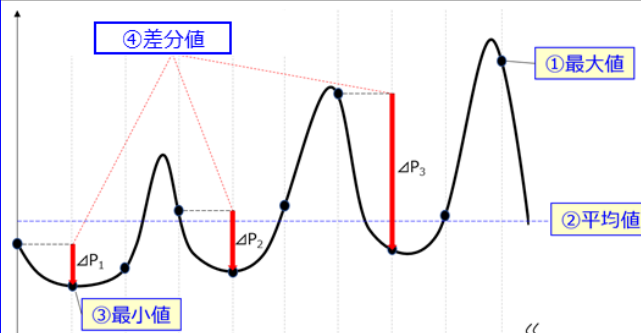
4. 実証実験_仮説検証 (3. 採食量推定)

【実験9】 採食量と胃内圧力値との相関検証

仮説 「餌食いが良い場合、胃内発酵が活発化する」

と仮定して、圧力データから餌食い状況（健康状態）が分かるのでは？

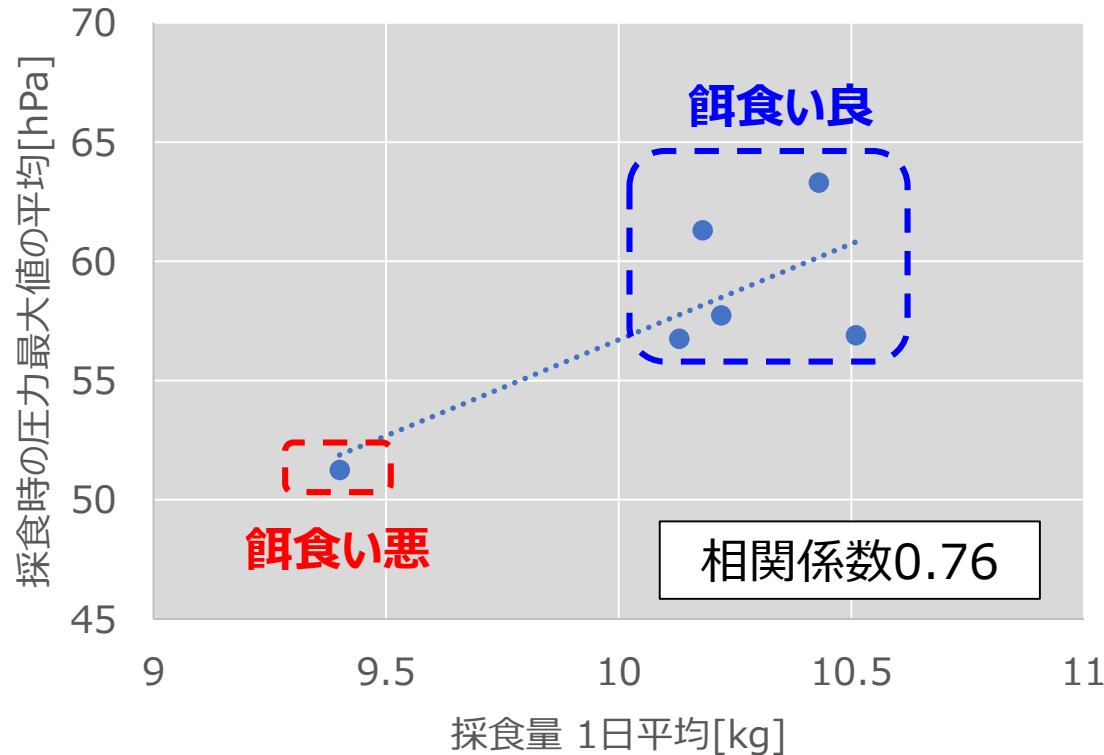
目的	方法	子機	試験場所	試験牛	
				和牛 (頭数)	乳牛 (頭数)
採食量推定 (餌食い状況)	採食量を管理した牛群において、採食量と圧力センサーデータ (最大値、平均値、最小値、差分値) を確認 将来的に採食量推定に活用	管理用 (温度, 加速度, 圧力)	畜産研究所 (高山)	肥育牛 (6頭) 12月齢 (6頭) 23月齢 FB	-

	昨年度報告	新規検証																	
センサー	 一般用センサ (温度, 加速度)	 管理用センサ (温度, 加速度, 圧力)																	
データ	給餌量 通常 → 半減 (4.2kg) >> -0.8~-0.3°C (2日目以降) 半減 → 通常 (8.4kg) >> +0.3~+0.4°C (2日目以降)	<div style="display: flex; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>センサー</th> <th>内部処理</th> <th>補足</th> <th>餌食いと相関 (推測)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">圧力</td> <td>最大値</td> <td>10分間の最大値</td> <td>強</td> </tr> <tr> <td>平均値</td> <td>10分間の平均値</td> <td>強</td> </tr> <tr> <td>最小値</td> <td>10分間の最小値</td> <td>弱</td> </tr> <tr> <td>差分値</td> <td>10分間の差分値</td> <td>強</td> </tr> </tbody> </table> </div>	センサー	内部処理	補足	餌食いと相関 (推測)	圧力	最大値	10分間の最大値	強	平均値	10分間の平均値	強	最小値	10分間の最小値	弱	差分値	10分間の差分値	強
センサー	内部処理	補足	餌食いと相関 (推測)																
圧力	最大値	10分間の最大値	強																
	平均値	10分間の平均値	強																
	最小値	10分間の最小値	弱																
	差分値	10分間の差分値	強																

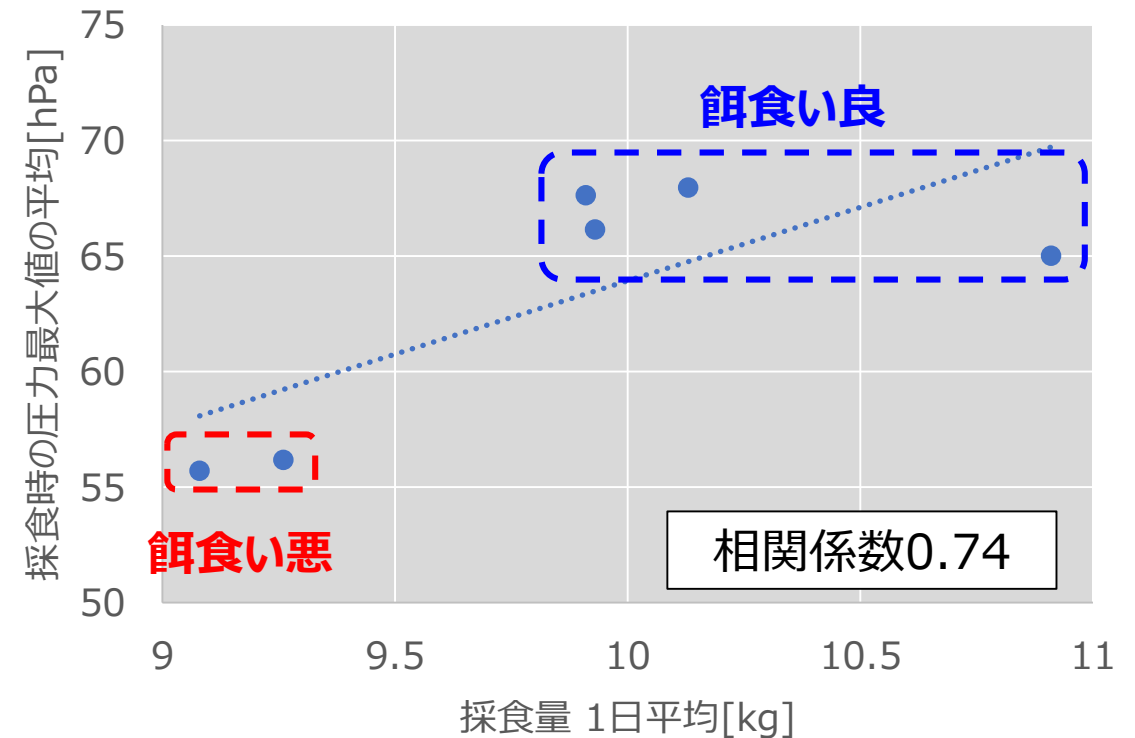
4. 実証実験_仮説検証 (3. 採食量推定)

■結果：「採食量 1日平均」と「採食時の圧力最大値の平均」の相関

<12カ月齢群>



<23カ月齢群>



採食量と圧力最大値に高い相関あり。**餌食いが良い個体は、胃内圧力が高まる傾向**にある。
⇒胃内圧力を見える化することで、餌食いが悪い個体を相対的に検知出来る可能性あり。

【主な機能】

- 生産者に代わって24時間×365日「牛舎環境」と「牛の状態」を観察
- 「発情、分娩、疾病」の兆候を検知したらプッシュ通知でスマホにお知らせ
- 牛個体毎に繁殖実績や予定を管理

●牛舎環境情報

牛舎毎の温度、湿度、
温湿度指数(THI)を表示

●検知情報

発情、分娩、疾病兆候を
検知した個体数を表示

●作業情報

繁殖業務(種付、妊鑑等)や
治療業務、農場作業を表示

13:03 4G 93

繁殖牛舎手前

3.8°C 86% 40
温度 湿度 温湿度指数

検知情報

0 0 1
発情 分娩 疾病

本日の作業 (1) 未実施 (6) +

妊娠鑑定 (1)

ホーム 牛一覧 計画 設定

13:02 4G 94

牛一覧

繁殖ステータスや牛のタイプ
健康状態毎にソート表示

全て (38)

発情 (16) 種付 (0)

分娩 (4) 妊鑑 (18)

肥育 (0) 育成 (0)

病気 (0)

ホーム 牛一覧 計画 設定

13:12 4G 93

妊娠鑑定一覧

ソートされた牛一覧を表示
(名前、体温、耳標 他)

10 39.0°C / 1才5ヵ月
種付後 45日 (AI)

25 39.0°C / 1才1ヵ月
種付後 36日 (ET)

26 38.7°C / 1才1ヵ月
種付後 36日 (ET)

36 39.0°C / 1才1ヵ月
種付後 30日 (AI)

19 38.9°C / 1才1ヵ月
種付後 28日 (ET)

13:45 4G 99

10

妊鑑 022100000302

基本 繁殖 治療 センサー 成績

種類	和牛
性別	雌
タイプ	繁殖
生年月日	2021/08/02
父牛	愛之国
父牛 (2代祖)	安福久
父牛 (3代祖)	平茂勝
母牛	-
牛導入日	-
牛群	南繁殖
初回子機投入日	2022/11/28 14:21
現子機投入日	2022/11/28 14:21
マーキング情報	-

廃棄済み子機 (0台)

牛個体ごとの情報表示
(血統、繁殖・治療履歴 他)

【主な機能】

- 牛個体ごとに胃内温度と活動量をグラフ表示 * 発情、分娩、疾病兆候を検知したポイントに識別マーカ付与
- 胃内温度データを基に、飲水回数と飲水量 (飲水指数*) 推定 * リットル等絶対値を表すものではない
- 発情検知時は種付推奨時刻を表示



発情 -2日
発情 -1日
発情当日
AI推奨時間
発情履歴

推奨時間	発情検知後(時間)	推奨
10:00~12:00	6~8	△
12:00~14:00	8~9	○
14:00~16:00	9~11	◎
16:00~18:00	11~12	○
18:00~20:00	12~14	△

種付推奨時刻を表示
(家畜改良事業団_受精適期推定尺参考)

(補足) 飲水により胃内温度が下がった場合、飲水しなかった場合の体温をAIで推定することにより検知漏れを抑制

発情兆候を検知するとプッシュ通知でお知らせし、種付推奨時刻をアプリ画面に表示



分娩兆候 (分娩の約 1 日前) を検知するとプッシュ通知でお知らせ

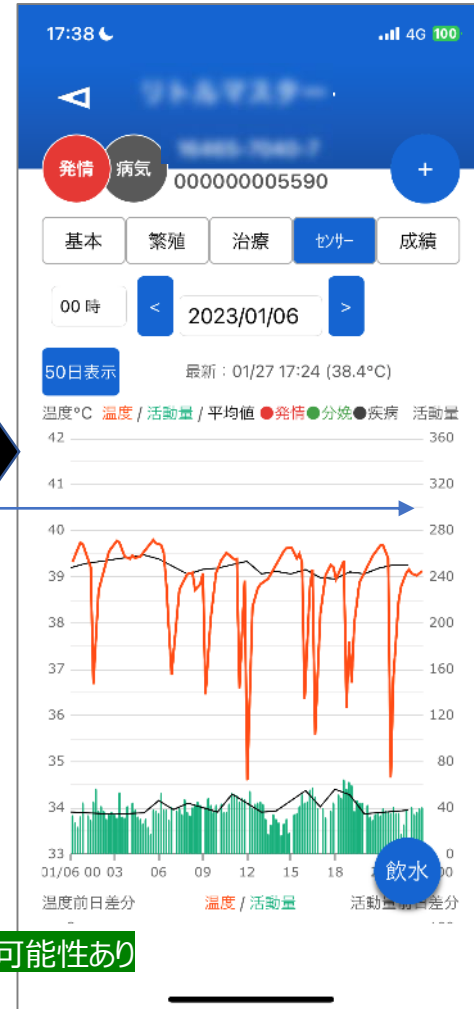
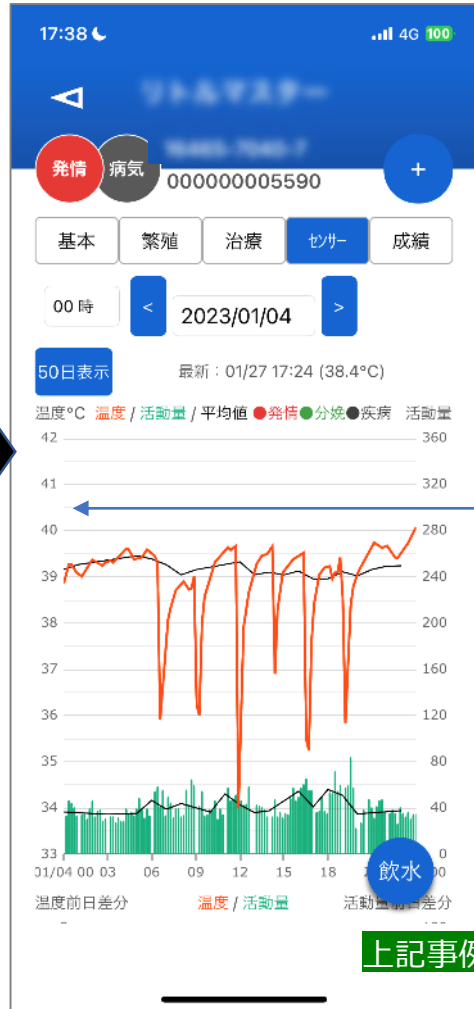
発情 -4日

発症 -3日

発症 -2日

発症 -1日

発症当日



上記事例では数日前から疾病兆候が表れていた可能性あり

発熱を検知するとプッシュ通知でお知らせ



和牛農家 T様

分娩時に子牛を死なせてしまうことがなくなった。また、速やかに初乳を飲ませることができ、成長過程で病気にかかることが減った。

和牛農家 K様

カプセルセンスがAIする時間を教えてくれるので受胎率が向上しました。精液を無駄にすることがなくなったので費用面でも助かってます。

和牛農家 S様

牛舎内が暑くなりすぎていて換気扇の入れ忘れに気づいた。

和牛農家 T様

足を怪我していた牛を見つけることができ、死廃する前に出荷できた。大損を回避でき嬉しい。

和牛農家 K様

疾病検知での、発熱の早期発見、治療により、3日以上治療が長引くことがなくなった。

労働負担軽減、経済損失低減による生産性向上に寄与

乳牛農家 O様

24時間見守りしてくれるので、**病気を早いうちに発見してくれて重症化する前に治療**できて助かります。



乳牛農家 A様

分娩を教えてくれるので準備すればいいタイミングがわかるので助かります。
夜間の見回り回数が減り寝る時間が増えました。

乳牛農家 K様

牛群単位で飲水してないことを検知したため、**飲水設備の故障が早期に分かった**。夏場だったため牛が熱中症にならずに済んで良かった。

乳牛農家 O様

水をあまり飲んでいない牛を検知したため獣医にみてもらった。**早い段階で治療**でき良かった。飲水は搾乳量に大きく関わるので非常に便利。

乳牛農家 M様

夜間の発情を見つけることはほぼ諦めていたんですけど、カプセルセンスが見つけてくれてありがたいです。

労働負担軽減、経済損失低減による生産性向上に寄与

5. サマリー (実証実験内容とその結果)

実験	目的	仮説	検証方法	結果
1	発情検知 性能向上	発情行動の加速度に着目 発情時 > 平常時 活動頻度の閾値を上げる事で発情行動のみを抽出できる	閾値設定 500mg →1000mg	顕著な傾向なし
2		発情行動の動きに着目 連続的よりも瞬時的 活動量計算時間短縮化により発情行動を捕捉できる	計算時間 10分 →10秒	捕捉不可
3		検知モデルの学習データに着目 前回発情既知と未知でモデルを分けることにより感度向上	各々専用検知モデルを適用	F1スコア 67.1→ 80% (感度76.7%,精度83.6%)
4	分娩検知 性能向上	娩出時のいきみに着目 いきみの腹圧 ∝ 胃内圧力 胃内圧力で分娩兆候を捕捉できる	圧力差分値	捕捉可能 (約80% @難易度1)
5	鼓腸症 検知検討	継続的な胃内圧力高に着目 鼓腸症時 > 平常時 胃内圧力で鼓腸症兆候を捕捉できる	圧力平均値 圧力最小値	捕捉可能 (圧力値+20hPa以上 @約1h)
6	採食量 推定	餌食いと飲水の関係に着目 採食量 ∝ 飲水量	飲水回数・指数との 相関	採食量との相関ないが 搾乳量との相関あり (R=0.75)
7	発情検知 性能向上	行動制限のある繋ぎでの発情行動に着目 発情時の特徴は 加速度に出にくく温度に出やすい	目視観察と 発情時のデータ紐付け	温度上昇症例 約70% 既存ロジック検知 <small>(加速度も使用)</small> 1/37件
8	鼓腸症 検知検討	自然発生下においては牛がもがくことに着目 圧力不使用 温度、加速度の変化傾向より鼓腸症兆候を捕捉できる	転倒後の温度 加速度変化	顕著な傾向なし
9	採食量 推定	採食による胃内発酵に着目 餌食い良≒発酵活発化 胃内圧力で餌食い状況が分かる	採食量と 圧力値の相関	相関あり (相関係数0.74~0.76)

END