

令和元年度 調査研究事業

センシング技術を用いた子牛疾病の早期発見システムの開発(継続)

報 告 書

令和2年3月

株式会社マイメディア

目 次

1	調査研究課題名	2
2	調査研究に関する研究情勢	2
2.1	調査研究課題に関する国内及び外国の研究の状況	2
2.2	申請者の本課題に関する調査研究実績及び技術的優位性	2
2.3	申請試験研究と特許又は実用新案との関係	2
3	調査研究を実施して達成できる目標	3
4	調査研究実施方法	3
4.1	調査研究協力試験場および農場	3
4.2	実施内容	8
5	調査結果及び考察	9
5.1	行動量データの収集	9
5.2	体温(温度)データの収集	9
5.3	気温データの収集	10
5.4	健康状態(疾病の発生)および飼育環境の調査	11
5.5	センサーデータと生体情報との関係性	11
6	結果まとめ総評	24
6.1	センサーデータと生体情報との関係性	24
6.1.1	行動量データの収集	24
6.1.2	健康状態(疾病の発生)および飼育環境の調査	24
6.1.3	行動量と疾病の関係性調査	24
6.1.4	疾病発見ロジックによる検知傾向の調査	24
6.2	体温データの収集	24
6.3	気温データの収集	24
6.4	全体評価	25
6.4.1	結果	25
6.4.2	今後に向けて	25

1 調査研究課題名

「センシング技術を用いた子牛疾病の早期発見システムの開発(継続)」

子牛の疾病は下痢、呼吸器疾患が大半を占め、とくに個体観察を十分にできない大規模農場(集団飼育下)で被害が大きい。そのため、大型農場では人の目に代わるセンサーによって疾病を早期発見する技術が求められている。一般に、下痢や呼吸器疾患では初期症状として行動量が低下する。そこで、子牛に装着可能な行動量センサーを利用し、子牛疾病の早期発見システムの実用化を目指す。

2 調査研究に関する研究情勢

2.1 調査研究課題に関する国内及び外国の研究の状況

牛の受胎率の低下や生産病の多発は、優良な子牛の生産や、肥育や搾乳などの生産性の高水準化の実現にとって大きな阻害要因となっている。この問題を解決するために、日々変化している牛の繁殖機能や栄養・健康状態などの様々なバイタルサイン(生命情報)をセンサー(行動量センサー、加速度センサー、温度センサー等)を利用し連続的にモニタリングして、必要な牛の生体情報を個体ごとに見える化し、随時利活用できる技術の研究が行われている。

子牛の疾病発見については、体温センサーや経口投与型センサーによる疾病発見はすでに実用化されているが、行動量センサーによる疾病発見は実用化されていない。

2.2 申請者の本課題に関する調査研究実績及び技術的優位性

マイメディアでは、既に行動量センサーを使用した成牛の発情発見法を確立し製品として事業化している。本装置の開発にあたっては、牛各々が示す固有の基本行動量に対して増加が発情兆候を示すとともに減少が疾病兆候を示すことに着目した健康管理ツールを想定し、「ヘルスチェッカー」としての普及を目指している。

本課題である子牛の疾病発見法の調査研究は、発情発見を含むヘルスチェッカー開発で培ったノウハウを活用することにより他の研究機関等と比べても優位性がある。

2.3 申請試験研究と特許又は実用新案との関係

申請対象について、主たる競合他社による特許出願等の動向を調査した結果、ファームノート社による特許出願を1件特定した。ただしその内容は、いわゆる情報管理用の技術であって、家畜の発病予測等の技術を示すものではない。よって本申請対象との権利侵害等の関係性はないものと思慮する。

また、当社は家畜の体調観測用の各種技術を開発し、それらについて特許出願しており、該当技術分野に関して出願済みの特許出願は、以下のとおり。

- ・ 特願2010-63726(特開2011-193790):家畜管理方法
- ・ 特許第5398069号:発情期診断システム、発情期診断方法、および発情期診断プログラム

3 調査研究を実施して達成できる目標

事業化による製品の製造販売等、ものづくりとしての直接的な経済効果として、25億円程度の売り上げを見込んでいるが、さらに地域で連携したシステムの資材調達、組み立て・加工も含めた波及効果としては50億円程度の効果が見込まれる。

本技術は、畜産農家における子牛の疾病被害の軽減や死亡事故防止に貢献できる。一般に、子牛1頭の価格は少なくとも十数万円以上はするため、多発農場では大きな経営損失が推察される。そのため、これらの損失の50%を本システムによって削減できれば、畜産経営全体としては、毎年、数百億円の損失を軽減することになる。

また、安全・高品質かつ安価な供給にもつながり、消費や流通における効果も期待できる。

4 調査研究実施方法

4.1 調査研究協力試験場および農場

調査研究協力試験場および農場は、以下の通りとした。

調査協力試験場

静岡県畜産技術研究所

静岡県富士宮市猪之頭 1945

担当者:主任研究員 瀬戸 隆弘 氏

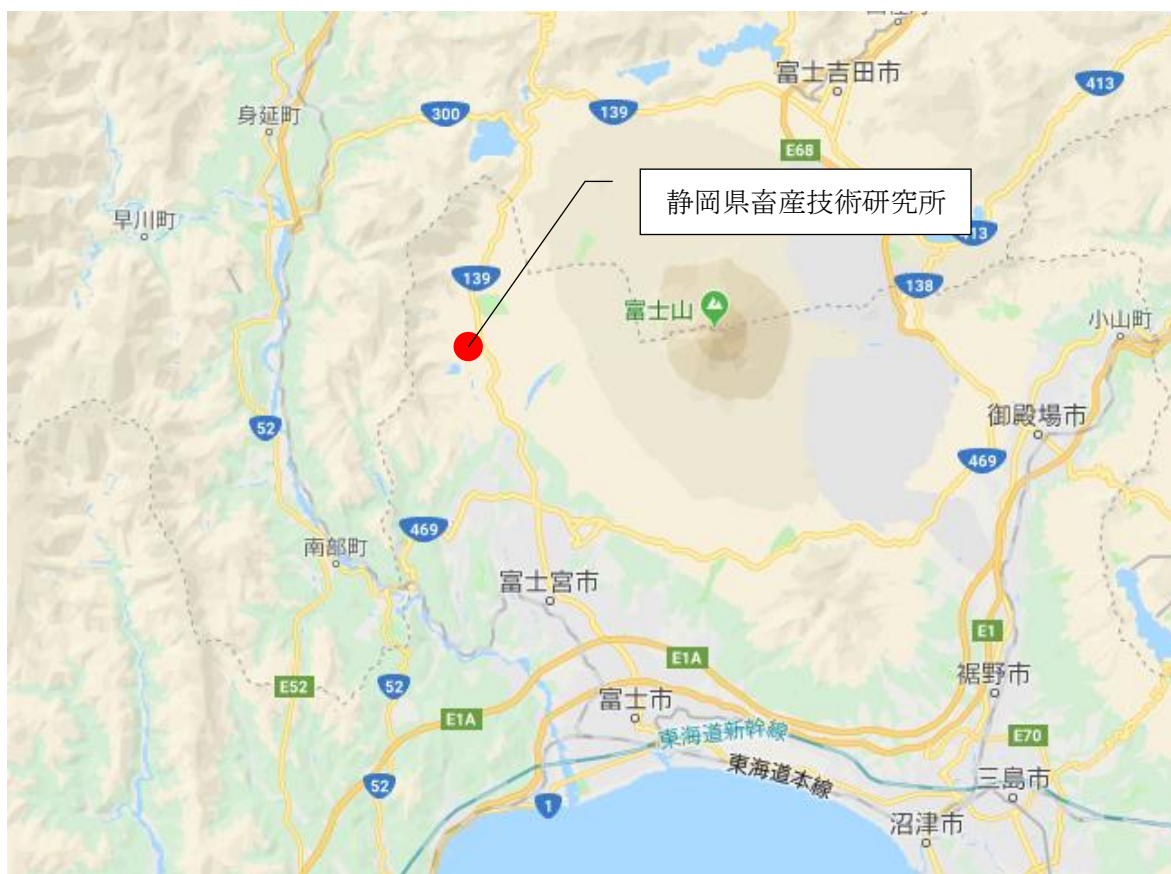


図4-1 静岡県畜産技術研究所の場所

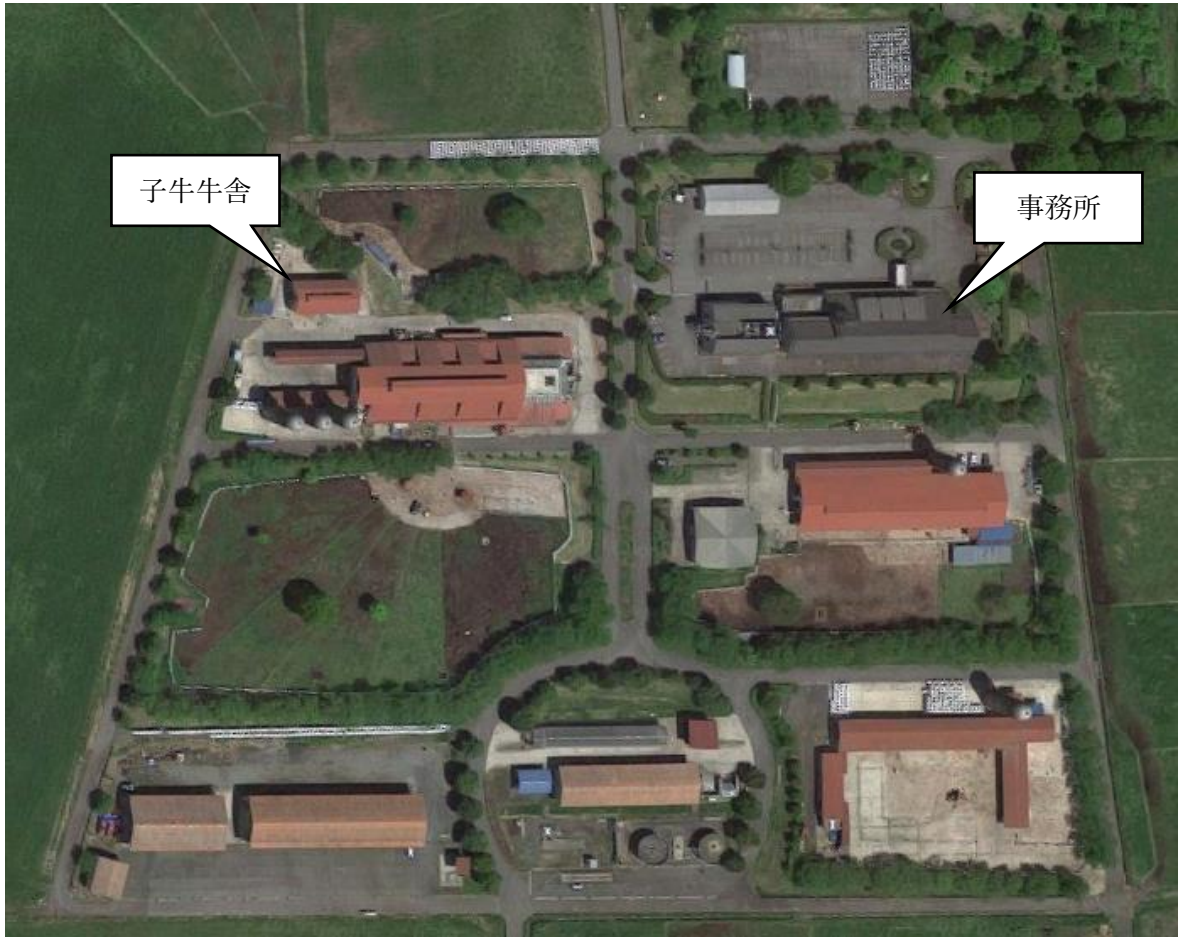


図4-2 静岡県畜産技術研究所の施設図



カーフハッチ



スーパーカーフハッチ



カーフペン

図4-3 静岡県畜産技術研究所の飼育環境

調査協力牧場

天城公共牧場

静岡県伊豆市湯ヶ島 892-2

担当者: 場長 浅倉 豊司 氏



図4-4 天城公共牧場の場所



図4-5 天城公共牧場の施設図

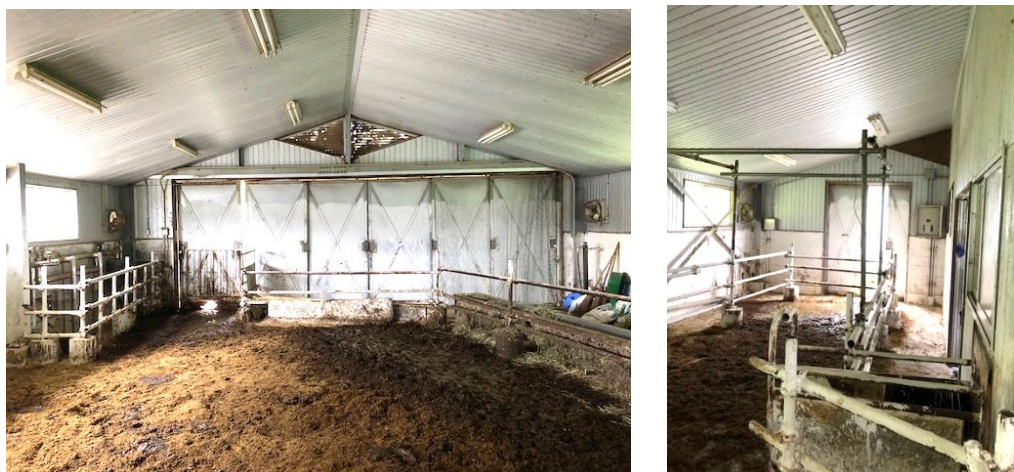


図4-6 天城公共牧場の飼育環境

株式会社オホーツクはまなす育成牧場
北海道紋別市沼の上 11 番地の 1
担当者: 場長 千葉 氏



図4-7 オホーツクはまなす育成牧場の場所



図4-8 オホーツクはまなす育成牧場の施設図



図4-9 オホーツクはまなす育成牧場の飼育環境

機器の設置を行ったが、預託元の牧場で、ヨーネが発生し、その対応に追われたため、データ収集を行うことができなかった。

4.2 実施内容

調査研究における実施内容を次の表4-1に、実施日表を表4-2に示す。

調査研究事項	実施内容
①行動量データの収集	静岡県畜産技術研究所、および、調査協力牧場において、行動量センサーを子牛に取り付け、各子牛に取り付けセンサーデータの自動収集を行う。
②体温(温度)データの収集	静岡県畜産技術研究所、および、調査協力牧場において、体温(温度)センサーを子牛に取り付け、各子牛に取り付けセンサーデータの自動収集を行う。
③気温データの収集	静岡県畜産技術研究所、および、調査協力牧場において、本研究の側面的研究データとして、温度計を牛舎内に複数個所設置し気温等を本研究に用いる。
④健康状態(疾病の発生)および飼育環境の調査	静岡県畜産技術研究所、および、調査協力牧場において、センサーを取り付けた子牛の健康状態(疾病発生)や飼育環境を調査する。
⑤センサーデータと生体情報との関係性	行動量および体温・気温データと、健康状態(下痢、咳)の臨床データとの関係性を調査し、センサーデータに基づいた疾病の早期発見について検証する。
⑥関係性の検討	3ヶ月毎に関係性の検討の打ち合わせを静岡県畜産技術研究所にて行い、疾病の早期発見ロジックを検討する。
⑦その他牧場でのデータ収集	その他の牧場でのデータ収集を行う。

表4-1 実施内容

実施期間 平成31年4月 ~ 令和2年3月

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①	→											
②												→
③	→											
④	→											
⑤	→											
⑥			6/11					11/19	12/11			3/26
⑦					→							

表4-2 実施日表

5 調査結果及び考察

5.1 行動量データの収集

延べ頭数123頭の子牛に行動量センサーを取り付け、行動量データの収集を行った。

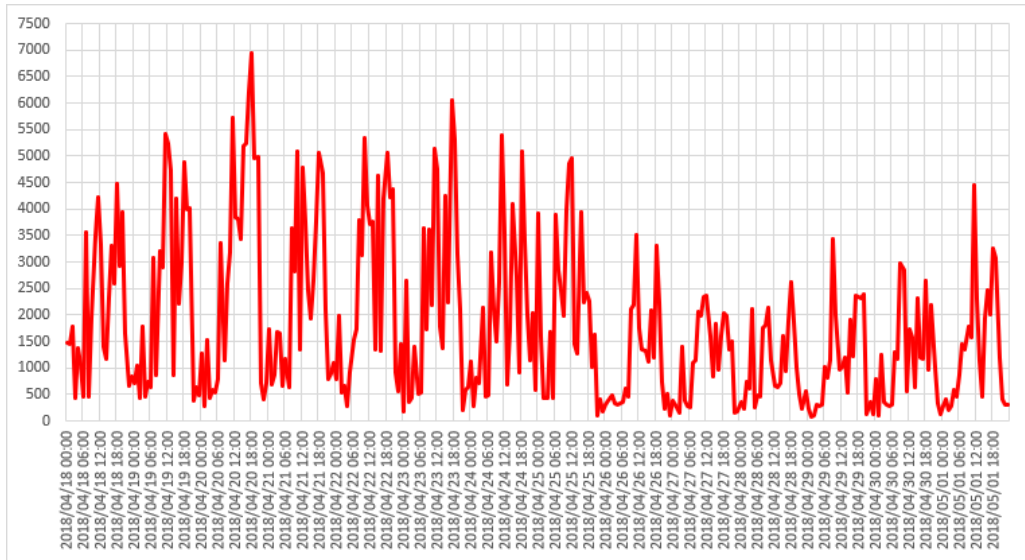


図5-1

5.2 体温(温度)データの収集

行動量センサーに、温度素子を付加し、温度計測できるように改良を行った。

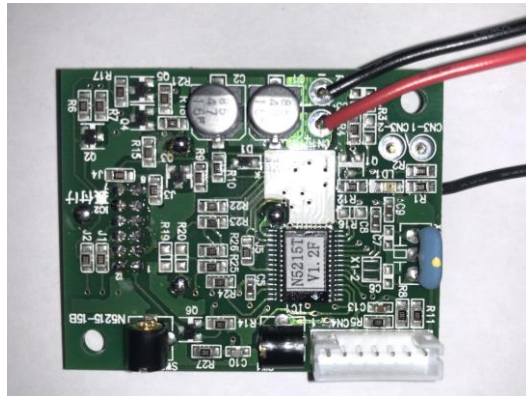


図5-2 既存の行動量センサー基板



図5-2 温度素子を付加した行動量センサー基板

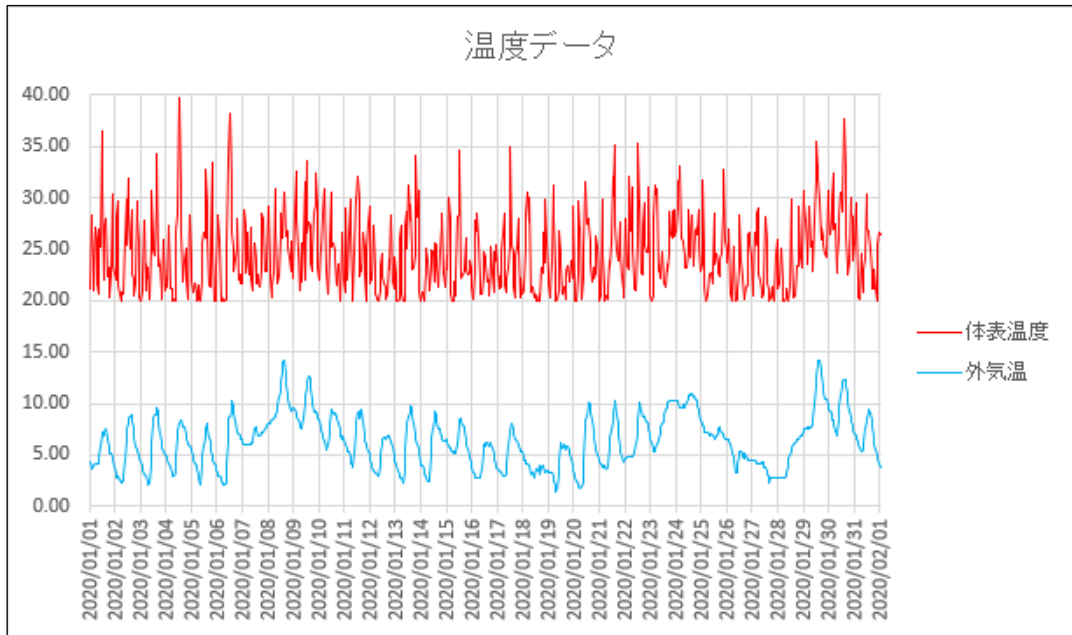


図5-3 改良したセンサーで計測した温度データ

5.3 気温データの収集

静岡県畜産技術研究所および天城公共牧場の牛舎内に「おんどとり」を設置し、温度、湿度、気圧の計測を行った。



図5-4 おんどとり

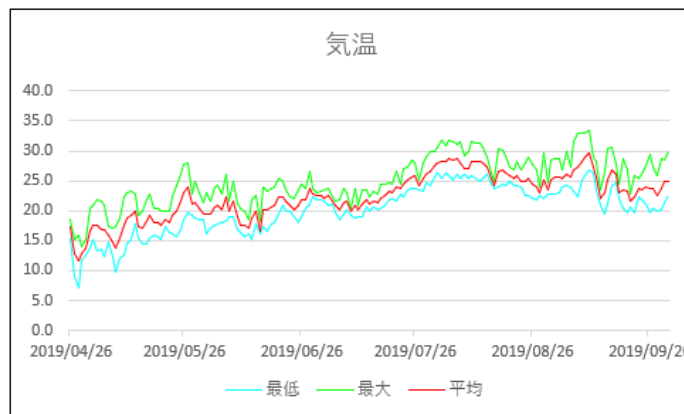


図5-5 気温データ

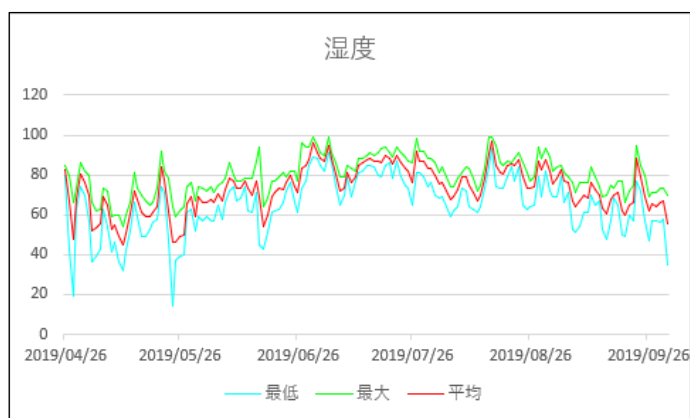


図5-6 湿度データ

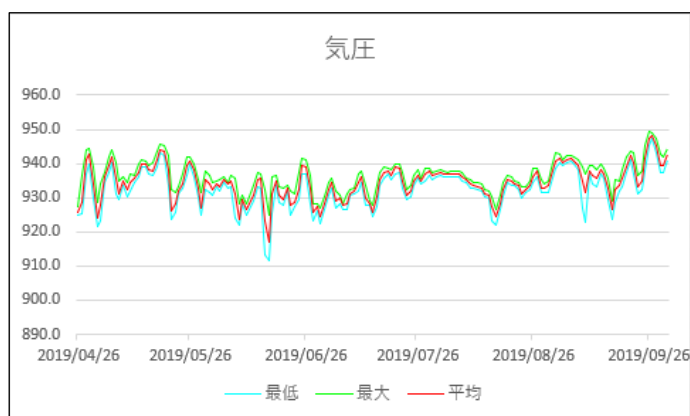


図5-7 気圧データ

5.4 健康状態(疾病の発生)および飼育環境の調査

静岡畜産技術研究所および天城公共牧場の職員に協力いただき健康状態および飼育環境の調査を行った。

5.5 センサーデータと生体情報との関係性

以下のデータを基に、5種類の方法で検証を行い、疾病の検知が行えるか検証を行った。

- ・ センサー装着頭数:123頭(静岡畜産技術研究所:32頭、天城公共牧場:91頭)
- ・ 発病回数:25回(同一牛の複数回発病を含む)

検証方法①(昨年度検証方法)

検証方法

各子牛の直近24時間の合計を1時間毎に計測し行動量とする。

直近7日分の行動量の同時刻平均値を「標準行動量」とし、現時点の行動量と比較を行う。

検証結果

下痢発症時に行動量は、標準行動量より30%程度低下傾向にある。

懸案項目

上記計算方法では検知できない場合があり、複数の計算方法を用いるなどの検証が必要である。行動量センサーを装着後、標準行動量を求める期間(装着後7日以内)に下痢を発症する場合があります。標準行動量の計算方法の検証が必要である。

検証方法②(昨年度検証方法)

検証方法

各子牛の直近24時間の合計を1時間毎に計測し行動量とする。

行動量が連続で5時間以上減少し、5時間前の行動量からの減少率で検証を行う。

検証結果

下痢発症時に行動量は、減少量は5時間で20%程度低下傾向にある。

懸案項目

センサー装着後すぐに検知可能であるが、疾病日以外の検知が多い。

上記計算方法では検知できない場合があり、複数の計算方法を用いるなどの検証が必要である。

検証方法③

検証方法

気象データを1時間毎に計測し、疾病発症時の気象状況との関係性の検証を行う。

検証結果

気象状況と疾病の関係性は、特に見受けられなかった。

検証方法④

検証方法

行動量データを10分毎に計測し、疾病発症時との関係性の検証を行う。

検証結果

10分間隔では、データ未受信が続く場合があり、また、増減の差が激しく、検証用のデータとしては、フィルタリングなどの加工が必要である。

疾病発症時近辺での大きな変化は見受けられず、判別が難しい。

検証方法⑤

検証方法

各子牛の直近24時間の1時間毎の行動量が同時刻平均の90%より下回っている回数をカウントし、継続して下回っているか検証を行う。

検証結果

下痢発症時に15回以上のカウントが10時間以上続く傾向にある。

懸案項目

閾値(同時刻平均の90%や15回以上等)の設定を調整することにより、精度向上が可能であるか検証が必要である。

センサー装着・疾病状況と検証結果を表5-1、表5-2に示す。

検証①、検証②、検証⑤欄の数値は、疾病日に対して上記検証方法の検知日との差(日数)を示す。

0:疾病日と検知日が同じ

負数:疾病日より前日に検知

正数:疾病日より後日に検知

空白:検知できず

場所	牛ナンバー	センサー装着期間	疾病日	疾病	検証①	検証②	検証⑤
静岡県畜産技術研究所	7723	H31.2.27 - R1.10.2	R1.6.20 - 21	発熱・肺から喘鳴音	-2		-2
	7724	H31.2.27 - R1.10.2	R1.5.8 - 10	発熱・下痢		-3	
			R1.5.15 - 16	発熱・下痢		-1	-1
			R1.6.18	下痢(コクシジウム)			-1
			R1.7.2	下痢	0	-1	
			R1.7.5 - 7	発熱・下痢			-2
			R1.7.9	発熱・下痢	2	3	
			R1.7.24	発熱・下痢			-3
			R1.8.30 - 9.1	下痢	-1	-1	
	3004	R1.6.20 - R1.10.2	R1.8.26 - 28	下痢	0	0	-1
	3006	R1.9.12 -	R1.9.20	下痢	1	0	0
			R1.9.25 - 27	下痢	0	0	0
			R1.11.29	発咳			
	3007	R1.11.20 -	R1.11.29	発咳	0		-1
	3008	R1.11.20 -	R1.10.24	軟便	-1	-2	0
	3009	R1.10.2 -	R1.10.11	軟便	1	1	1
R1.11.20 - 21			軟便、下痢	0	0	0	

表5-1 センサー装着・疾病状況と検証結果

場所	牛ナンバー	センサー装着期間	疾病日	疾病	検証 ①	検証 ②	検証 ⑤
天城公共 牧場	Y910	H31.3.29 - R1.5.20	H31.4.10	咳・下痢	-1	0	0
			R1.5.11	下痢			-1
	Y913	H31.3.29- R1.4.18	H31.4.10	咳・下痢		0	0
	Y916	H31.3.29- R1.4.18	H31.4.10	咳・下痢	0		0
	Y934	H31.4.18- R1.5.20	H31.4.25	下痢		0	0
	Y939	H31.4.18- R1.5.20	H31.4.25	咳	-3	-2	
	Y964	R1.5.29- R1.8.30	R1.6.24	咳	0	0	
Y976	R1.6.10- R1.8.30	R1.7.3	下痢		1	1	

表5-2 センサー装着・疾病状況と検証結果

牛ナンバ－ 7723

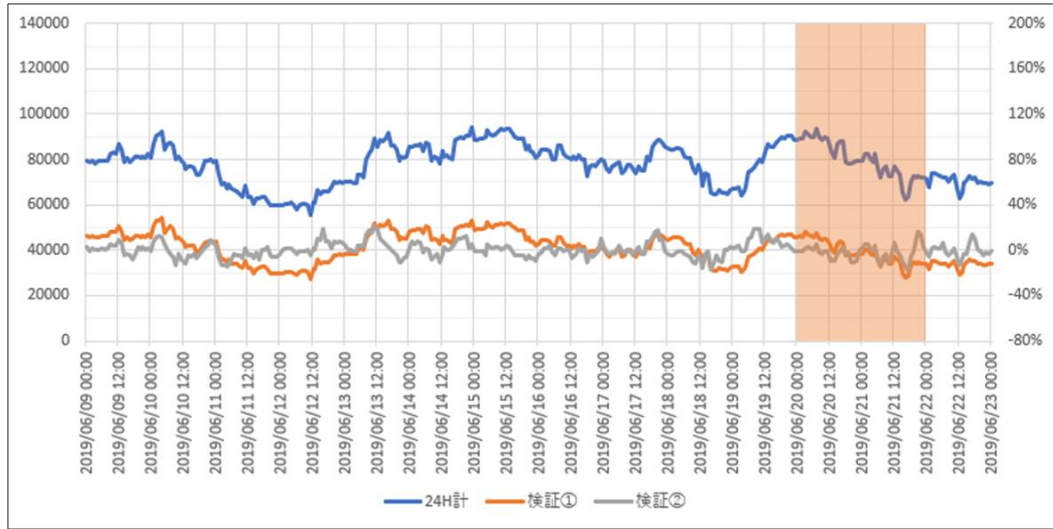
疾病日 R1.6.20 - 21

疾病 発熱・肺から喘鳴音

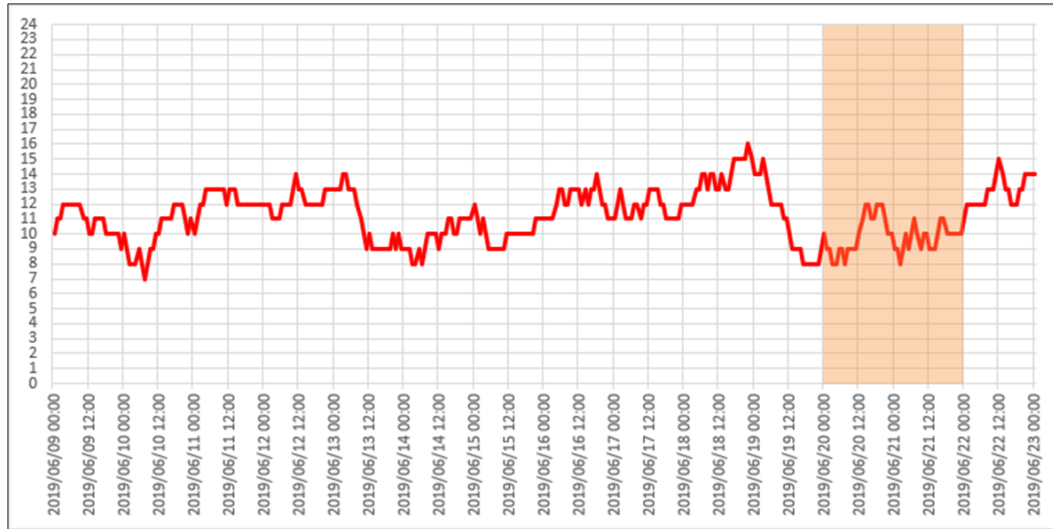
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

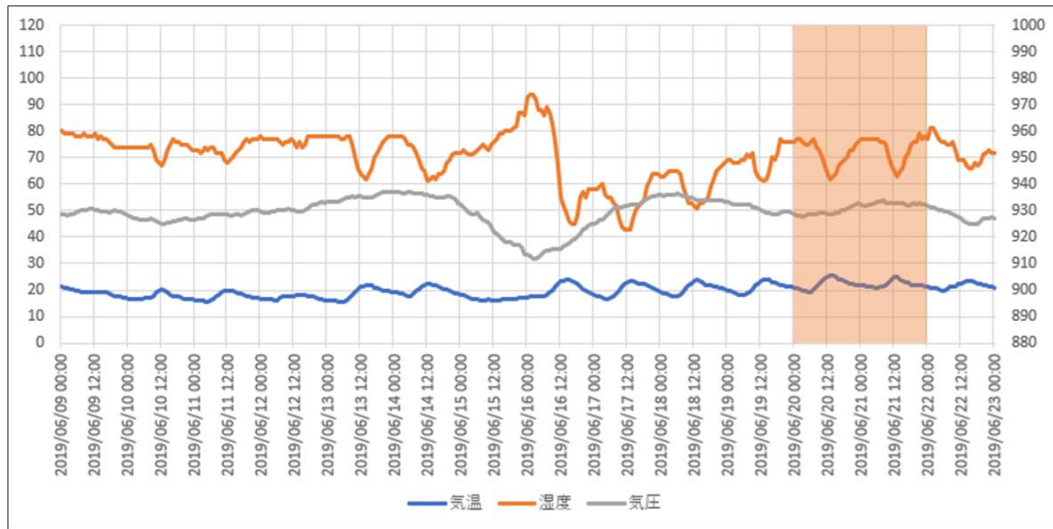
灰色 検証方法②の結果



赤線 検証方法⑤の結果



気象データ



牛ナンバー 7724

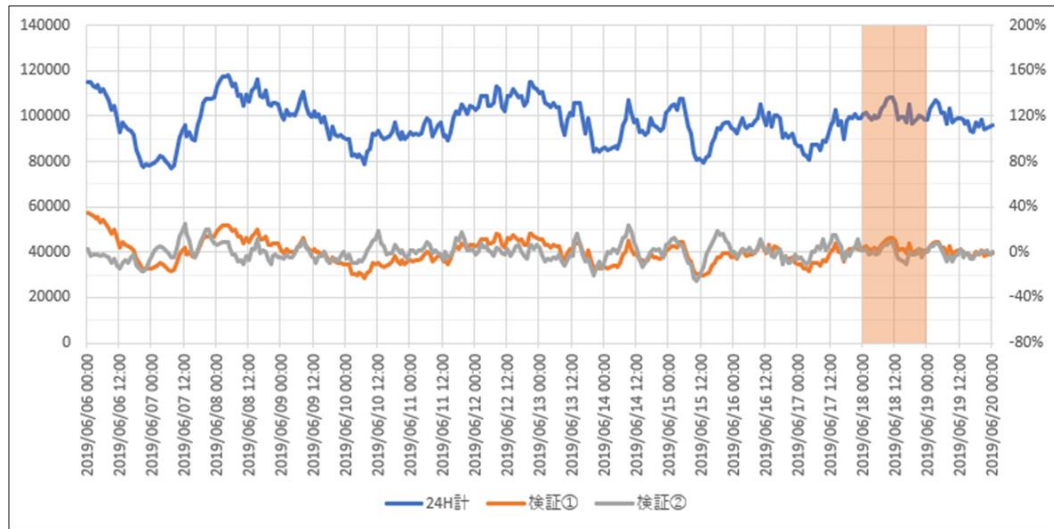
疾病日 R1.6.18

疾病 下痢(コクシジウム)

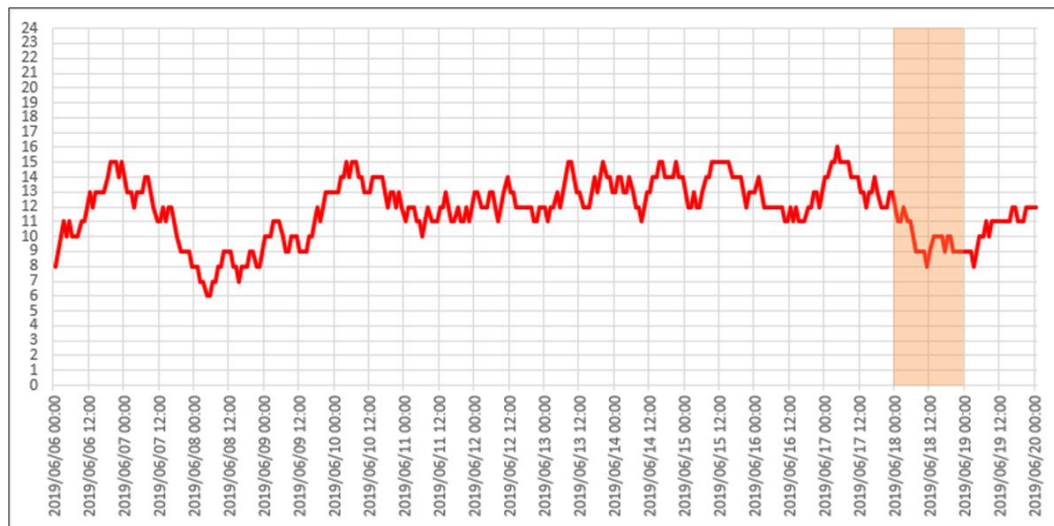
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

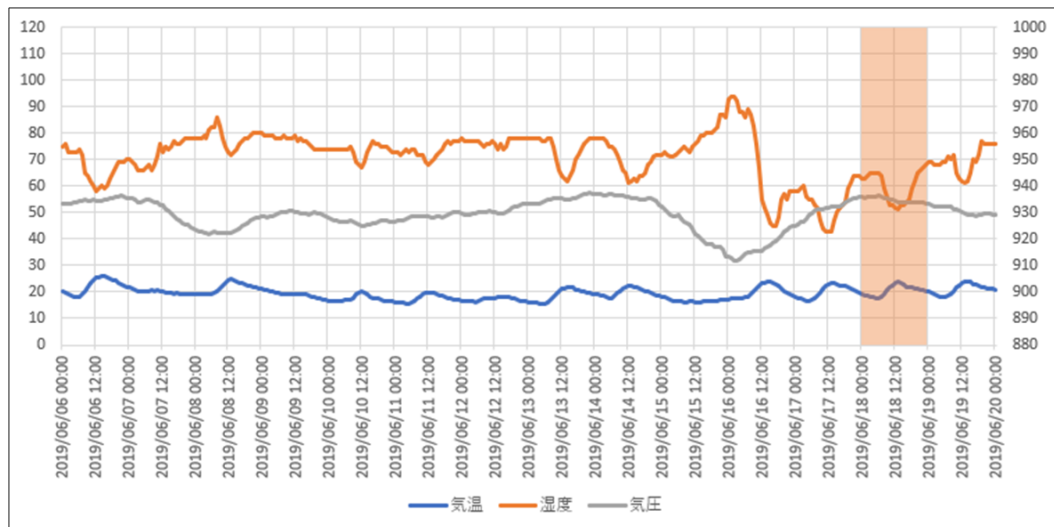
灰色 検証方法②の結果



赤線 検証方法⑤の結果



気象データ



牛ナンバ－ 7724

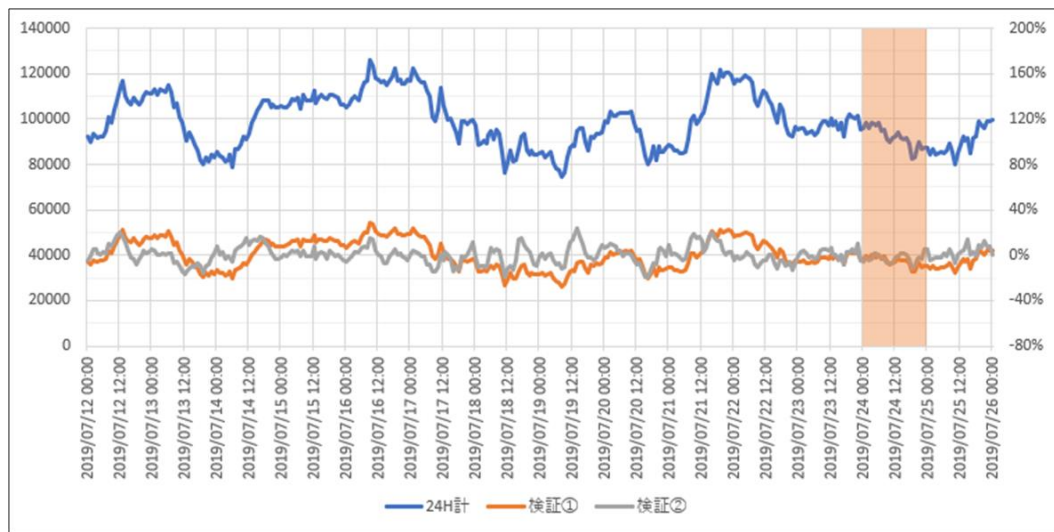
疾病日 R1.7.24

疾病 発熱・下痢

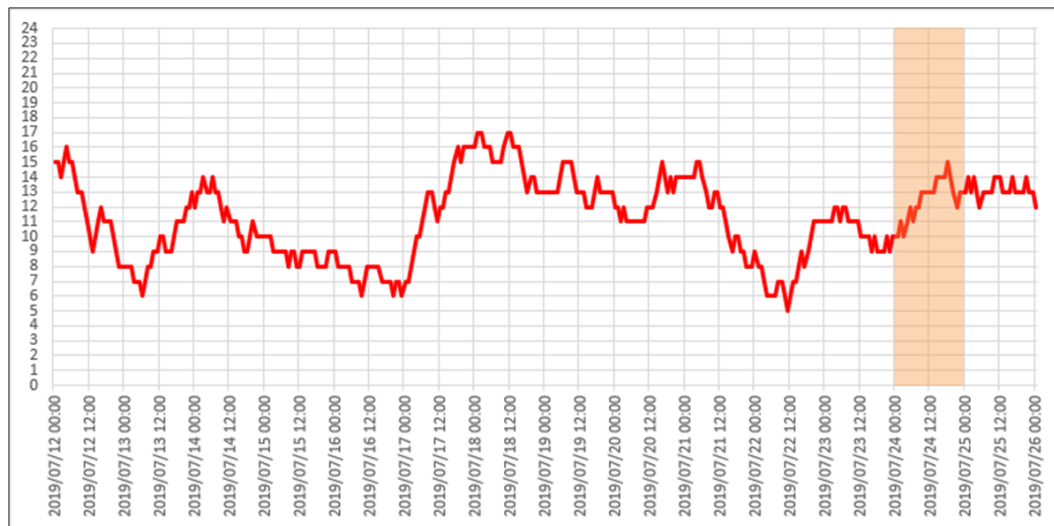
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

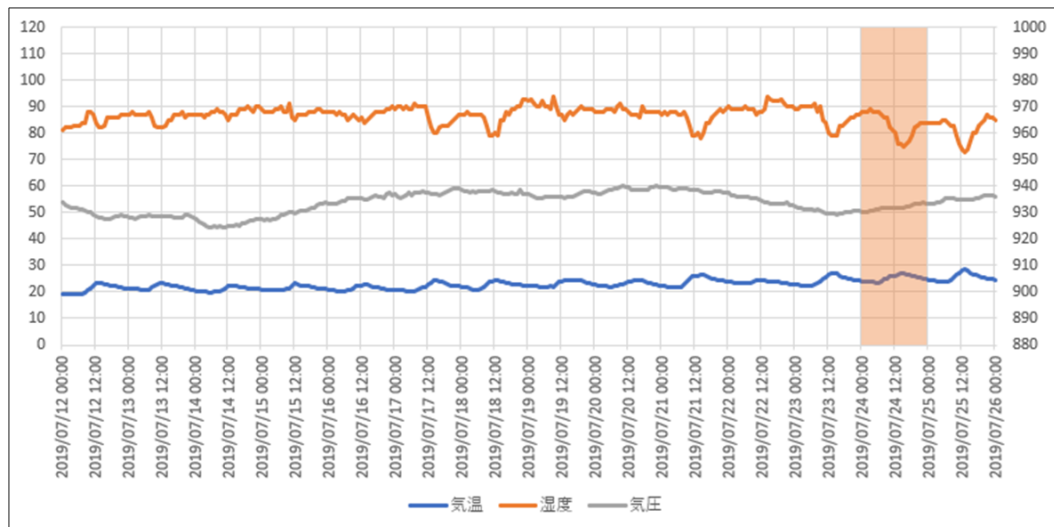
灰色 検証方法②の結果



赤線 検証方法⑤の結果



気象データ



牛ナンバー 3004

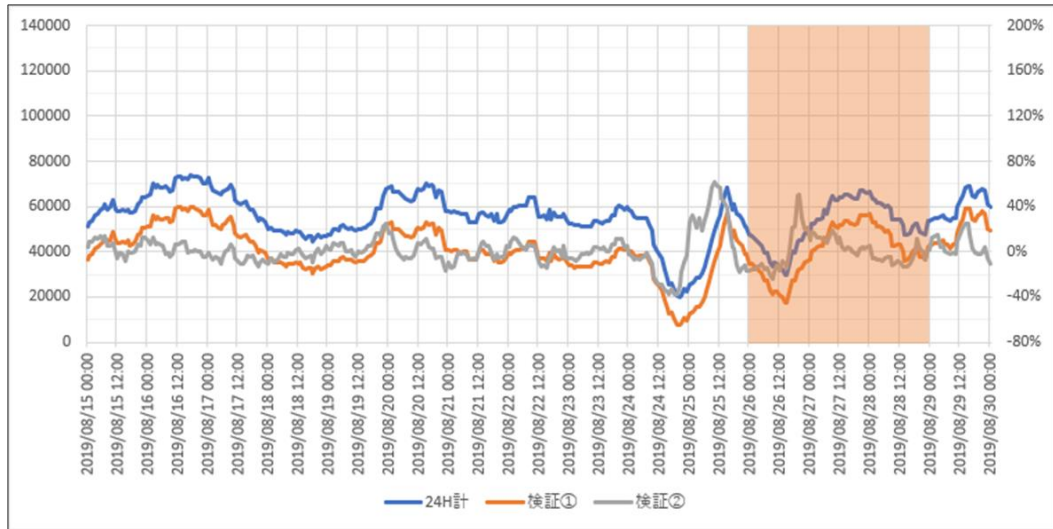
疾病日 R1.8.26 - 28

疾病 下痢

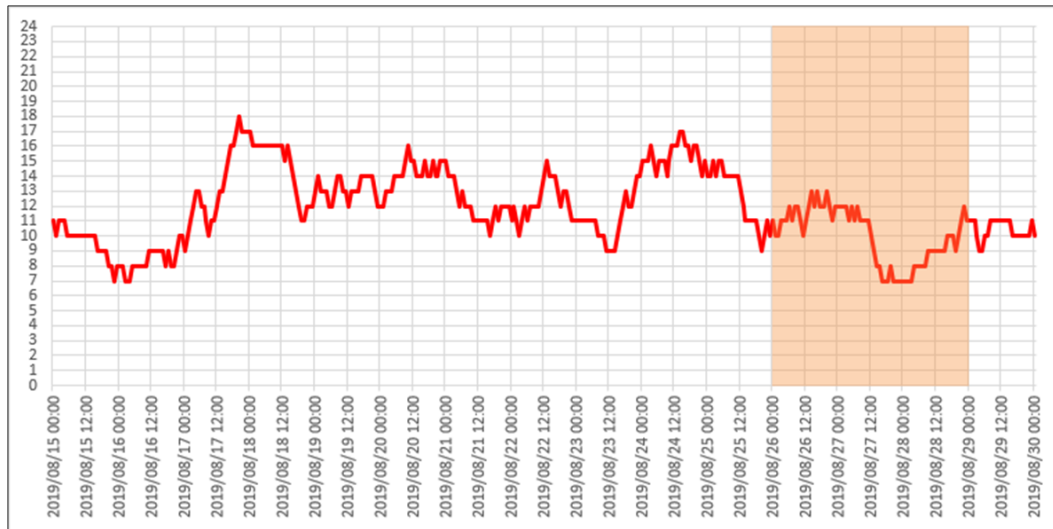
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

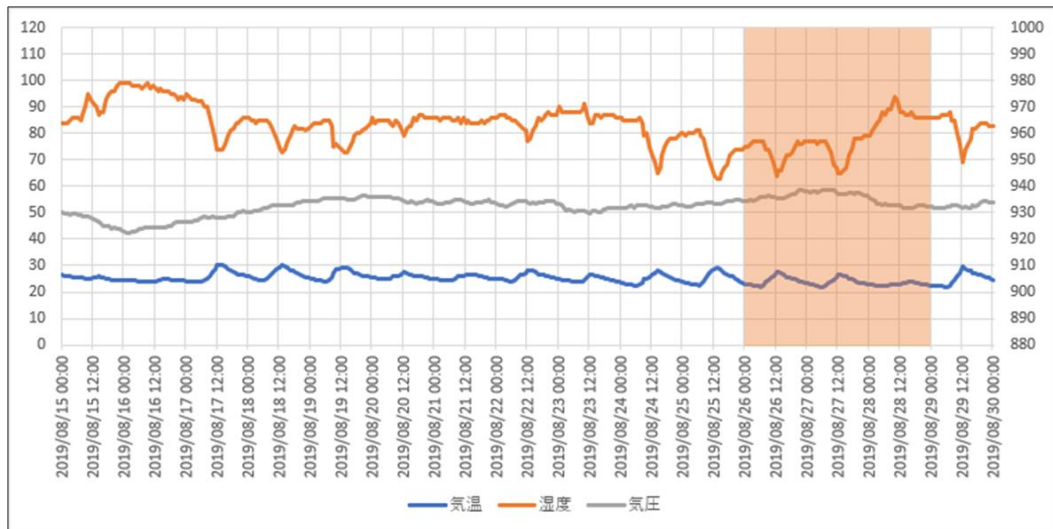
灰色 検証方法②の結果



赤線 検証方法⑤の結果



気象データ



牛ナンバ－ 3006

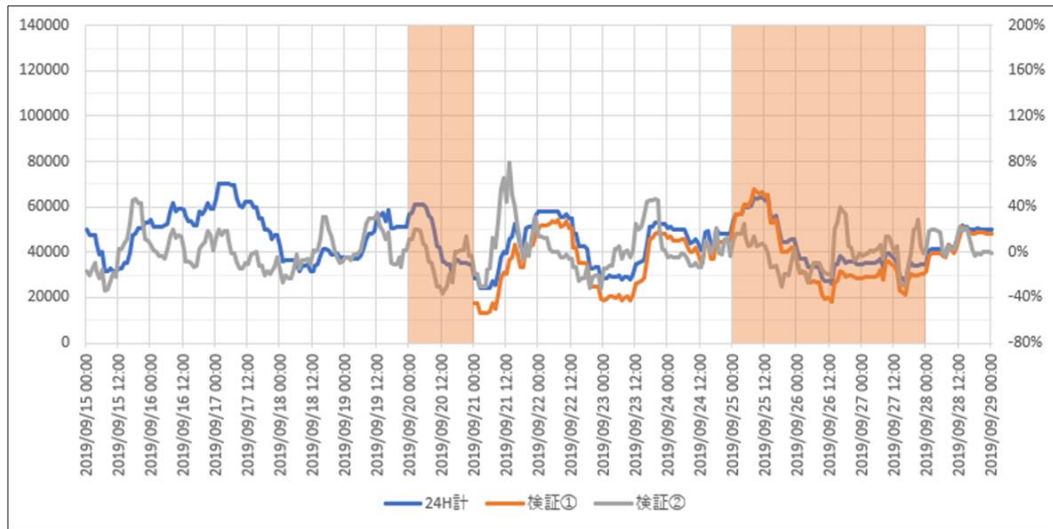
疾病日 R1.9.20、9.25 - 27

疾病 下痢

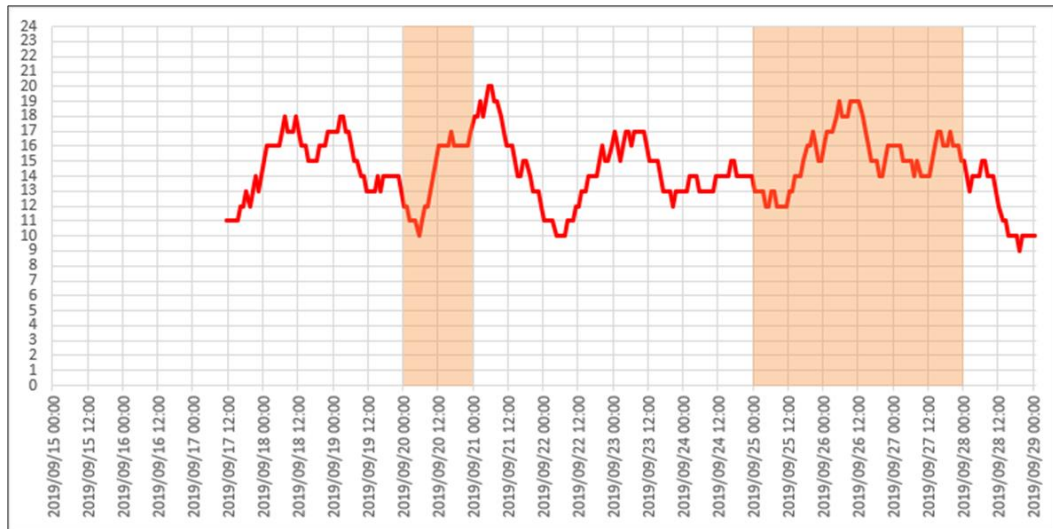
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

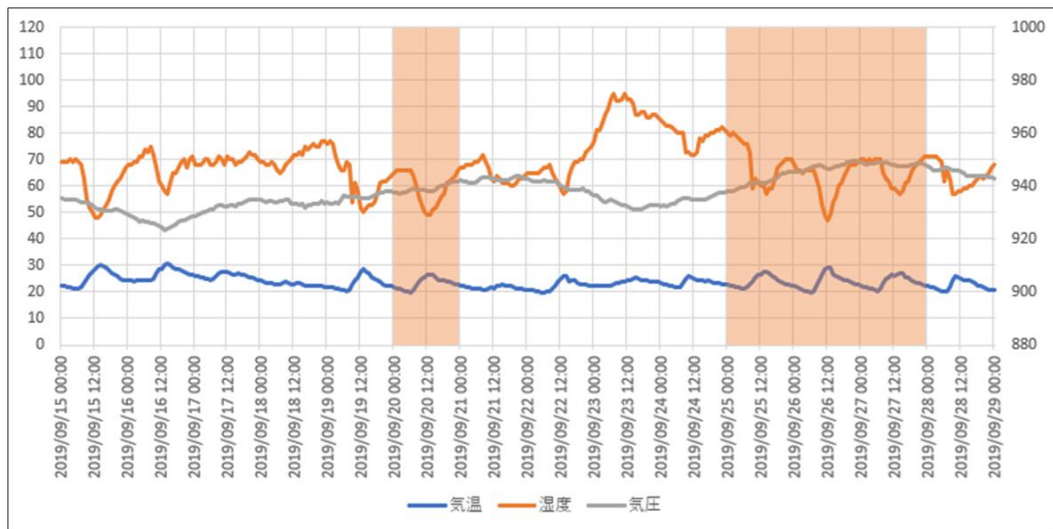
灰色 検証方法②の結果



赤線 検証方法⑤の結果



気象データ



牛ナンバー 3008

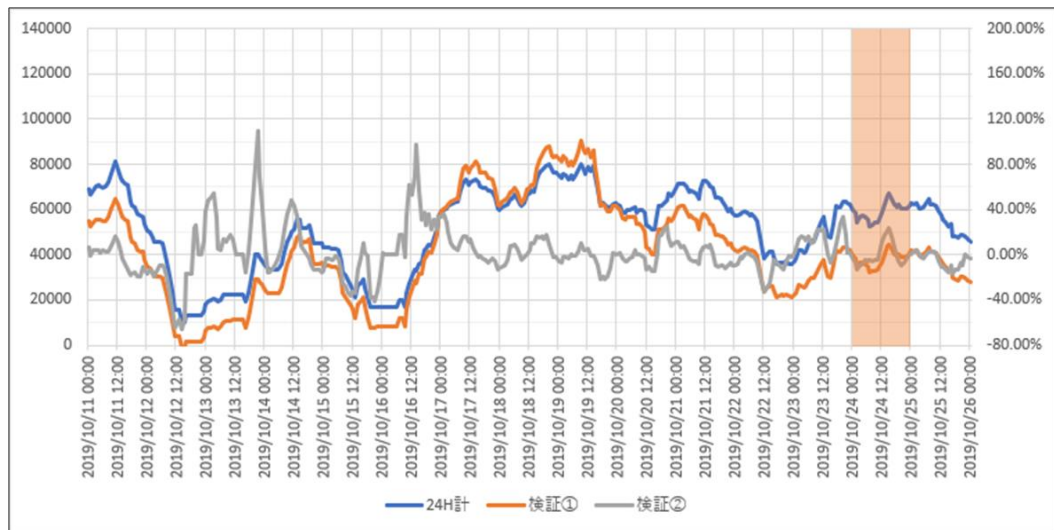
疾病日 R1.10.24

疾病 軟便

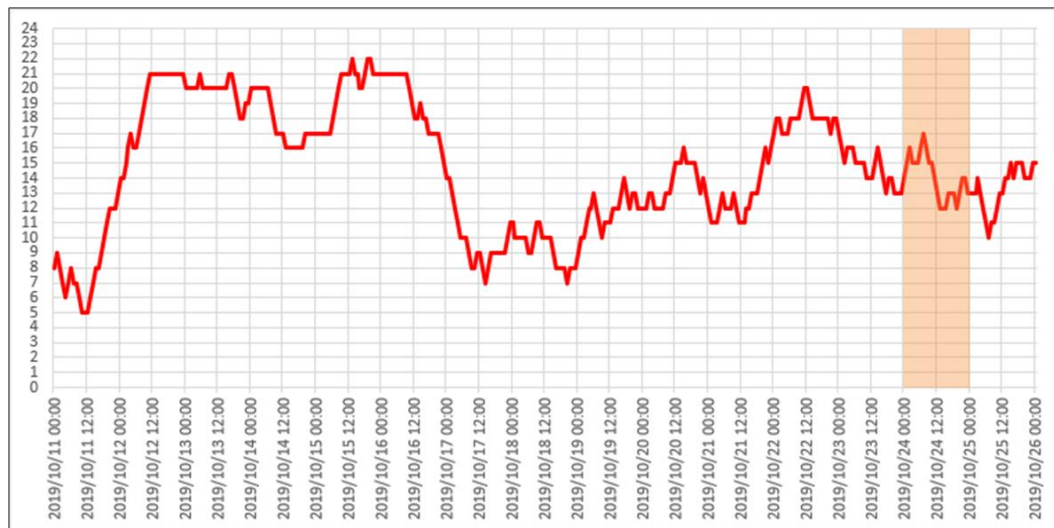
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

灰色 検証方法②の結果



赤線 検証方法⑤の結果



牛ナンバー 3009

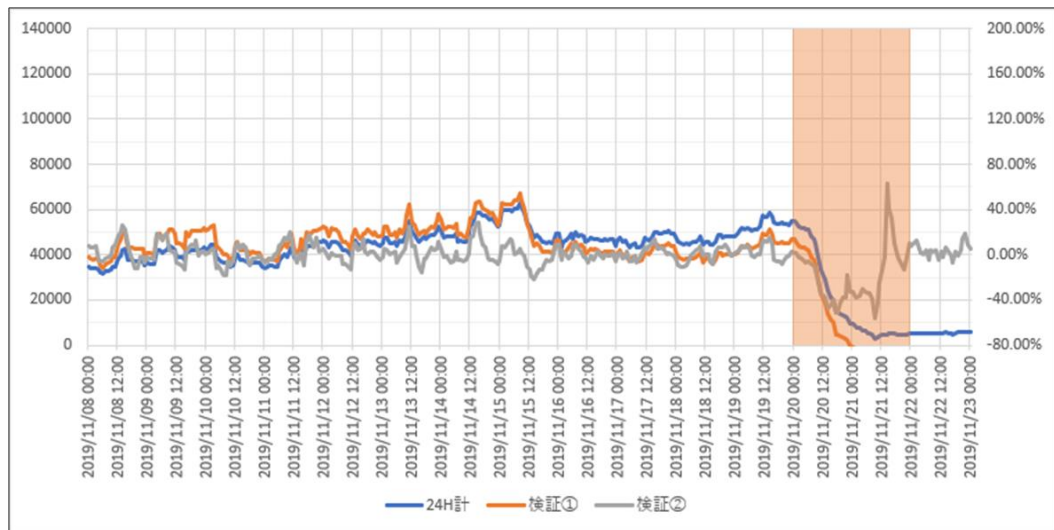
疾病日 R1.11.20 - 21

疾病 軟便・下痢

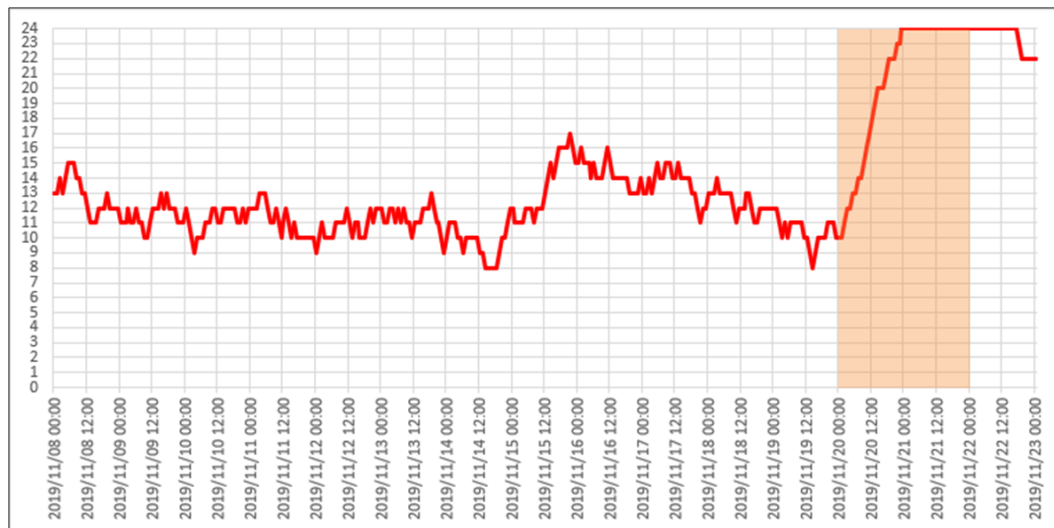
青線 行動量

橙線 検証方法①の結果

灰色 検証方法②の結果

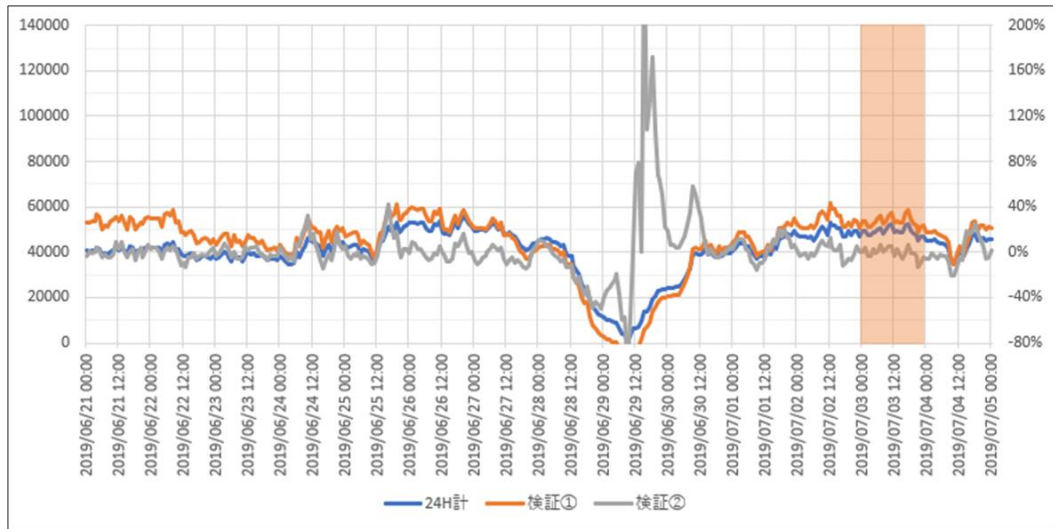


赤線 検証方法⑤の結果



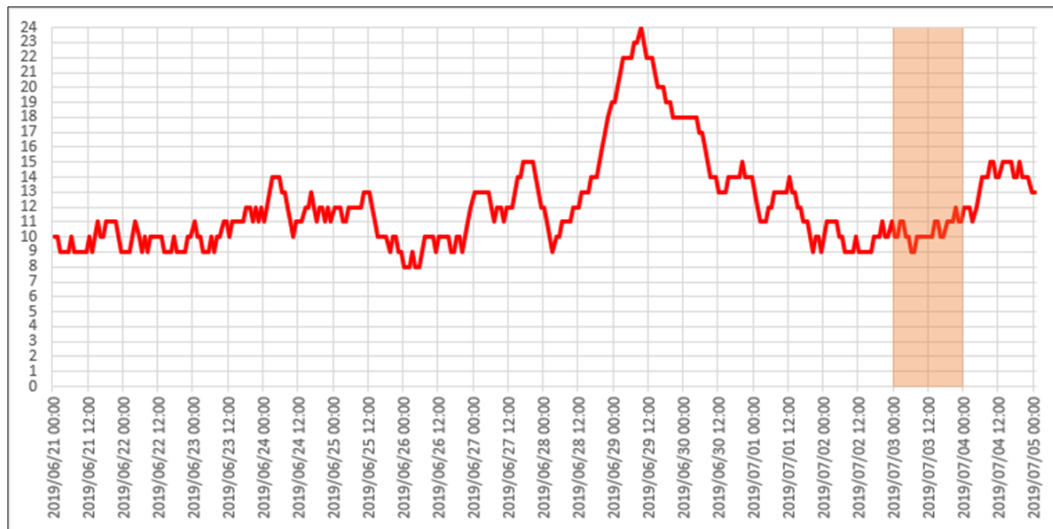
牛ナンバー Y976
 疾病日 R1.7.3
 疾病 下痢

青線 行動量
 橙線 検証方法①の結果
 灰色 検証方法②の結果

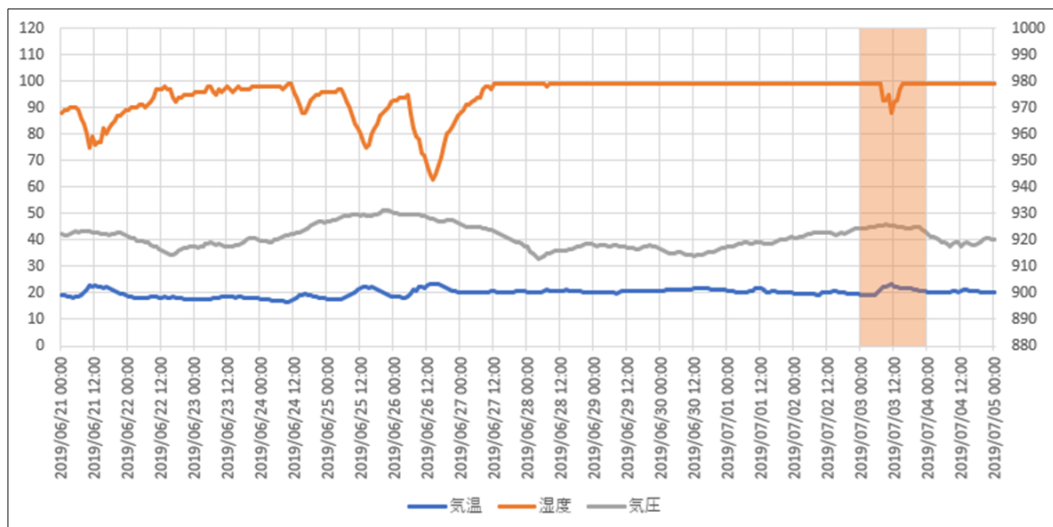


※6/28 10:00 ~ 6/29 9:00 データ未受信

赤線 検証方法⑤の結果



気象データ

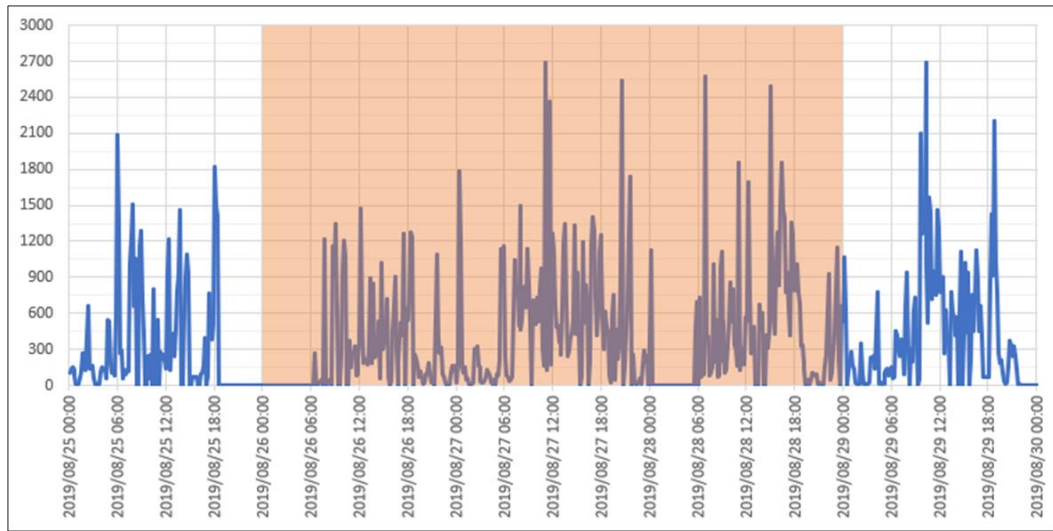


牛ナンバー 3004

疾病日 R1.8.26 - 28

疾病 下痢

青線 10分毎行動量データ

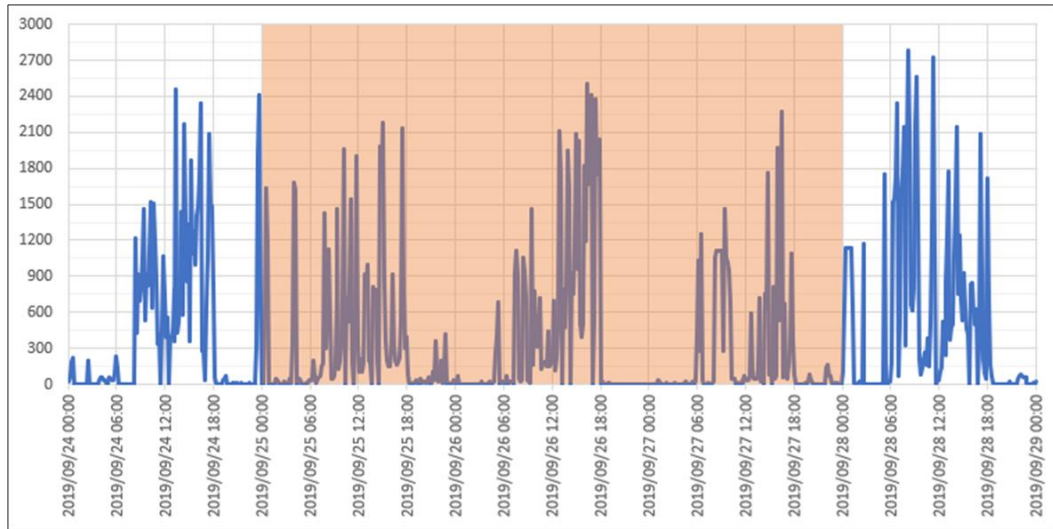


牛ナンバー 3006

疾病日 R1.9.25 - 27

疾病 下痢

青線 10分毎行動量データ



6 結果まとめ総評

本実証実験の結果まとめは次のとおり。

6.1 センサーデータと生体情報との関係性

6.1.1 行動量データの収集

静岡県畜産技術研究所と天城公共牧場にて、延べ頭数123頭の子牛にセンサーを取り付け、データの収集を行った。

6.1.2 健康状態(疾病の発生)および飼育環境の調査

静岡県畜産技術研究所と天城公共牧場に協力頂き、健康状態の調査を行った。

オホーツクはまなす育成牧場では、預託元の牧場で、ヨーネが発生し、その対応に追われたため、データ収集を行うことができなかった。

6.1.3 行動量と疾病の関係性調査

下痢時では行動量が落ちやすいが、咳時では行動量が落ちにくいことが分かった。

疾病の検知ができたが、前日検知分を入れても、16/25回(64%)と精度が低いため、検証方法の再検討が必要である。

これまでの検証の結果、行動量に大きな個体差がみられることから、グラフの正常域の統一が難しい。

6.1.4 疾病発見ロジックによる検知傾向の調査

直近7日分の行動量の同時刻平均値と現時点の行動量を比較した場合、30%程度低下傾向にある。行動量が連続で5時間以上減少し、5時間前の行動量からの減少率は、20%程度低下傾向にある。直近24時間の行動量が、同時刻平均の90%より下回っている回数が10時間以上続く傾向にある。

3種類のロジックにて、疾病の検知ができたが、検知率が低く、ロジックの見直しが必要である。

6.2 体温データの収集

行動量センサーに温度モジュールを組み込み、牛の首周辺温度の計測を行った。また、同時に、同じ行動量センサーで牛舎内の温度の常時計測を行った。しかし、準備に時間がかかり、データ収集開始が遅くなったことにより、データ収集中の子牛で疾病が発生しなかった。

6.3 気温データの収集

牛舎内の気温、湿度、気圧の計測を行ったが、気象状況と疾病の関係性は特に見受けられなかった。

6.4 全体評価

6.4.1 結果

この調査研究によって得られた結果を次のように纏める。

- ①直近24時間の合計を1時間毎に計測し、直近7日分の同時刻平均と比較
5割程度の検知率となったが、同時刻平均を計測する期間(センサー装着後7日間)が長く、この間に疾病を発症するケースがあった。
- ②直近24時間の合計を1時間毎に計測し、連続5時間以上減少を続けた場合の減少率
5割程度の検知率となったが、疾病日以外の検知が多かった。
- ③直近24時間の1時間毎の同時刻平均より90%以上上下回っている回数
6割程度の検知率となったが、検知できない疾病があった。
- ④10分毎の行動量で検証
データ未受信が続く場合があり、また、増減の差が激しく、検証用のデータとしては判別が難しい。
- ⑤1時間毎の気象データと疾病との関係性を検証
疾病発生近辺の気象状況との関係性は、特に見受けられなかった。

この調査研究では、行動量等に着目した疾病早期発見ロジックの確定、システム化、さらに子牛用の小型センサー開発を目指し、疾病早期発見ロジックの検討と確定のための検証の結果、これまで3種類のロジックで疾病の検知ができたが、いずれも検知率が低く、ロジックの確定が出来ず、システム構築に至らなかった。

すなわち、今回の行動量センサーを用いた行動量による疾病の検知のロジック構築が難しいことが明らかとなった。

6.4.2 今後に向けて

子牛の疾病の早期発見により損耗を減らすことは、畜産の現場である経営にとって、さらには、酪農及び牛肉生産全体から見ても、今後とも取り組んでいくべきテーマである。

今回の調査研究では、行動量センサーによる行動量の変化量では疾病検知のためのロジック確定まで至らなかったが、今後、行動センサーではなく、監視カメラやIT技術等を活用し、子牛の行動をフォローし、その行動パターンの変化等から、疾病を検知する等の実証試験を行い、他の試験研究機関とも連携し、高い疾病の検知率(90%以上)が得られる手法を確立する取り組みが必要である。

将来的にロジックが確定した場合、子牛の疾病検知システムの開発に進むことが期待される。