

平成30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

報 告 書

平成31年3月

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	6
5	調査結果及び考察	7
5.1	センサー装着法の検討	7
5.2	センサーデータの収集	7
5.3	健康状態（疾病の発生）および飼育環境の調査	8
5.4	センサーデータと生体情報との関係性	8
6	結果まとめ総評	27
6.1	センサー装着法の決定	27
6.2	センサーデータと生体情報との関係性	27
6.2.1	行動量データの収集	27
6.2.2	健康状態（疾病の発生）および飼育環境の調査	27
6.2.3	行動量と疾病の関係性調査	27
6.2.4	疾病発見ロジックによる検知傾向の調査	27
6.3	体温データの収集	27
6.4	課題と今後の予定等	28
6.4.1	課題	28
6.4.2	今後の予定	28
6.4.3	期待される成果	28

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」

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件特定いたしました。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ありません。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量します。

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を行っております。当社が該当技術分野に関して出願済みの特許出願は、以下のとおりです。

- ・ 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:酪農科長 赤松 裕久 氏



図4-1 静岡県畜産技術研究所の場所

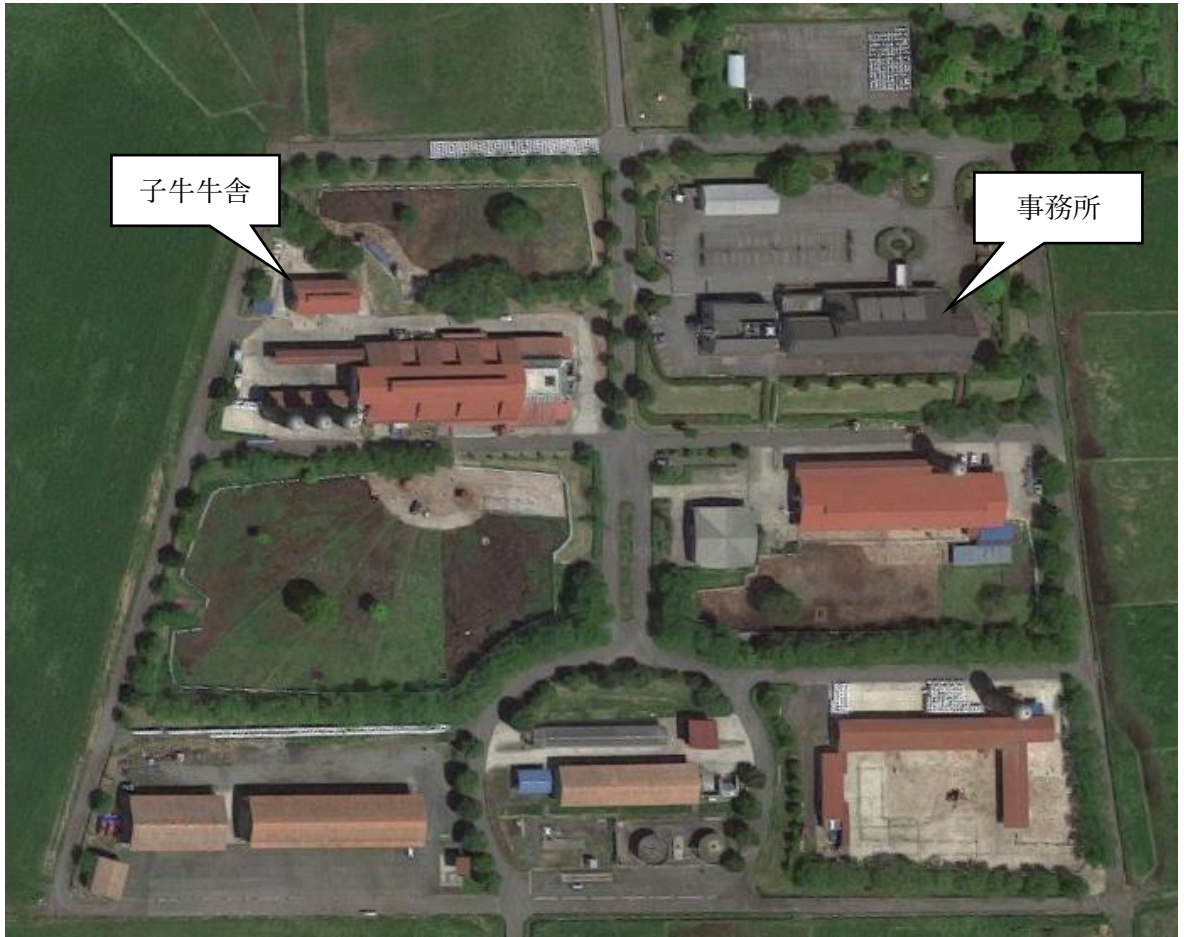


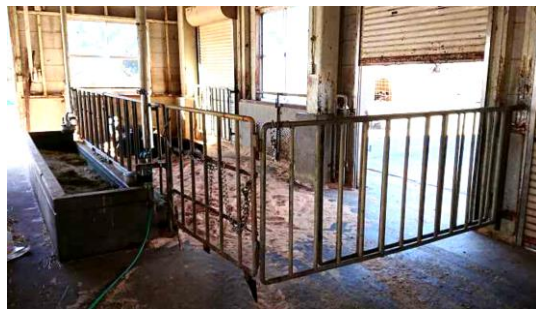
図4-2 静岡県畜産技術研究所の施設図



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

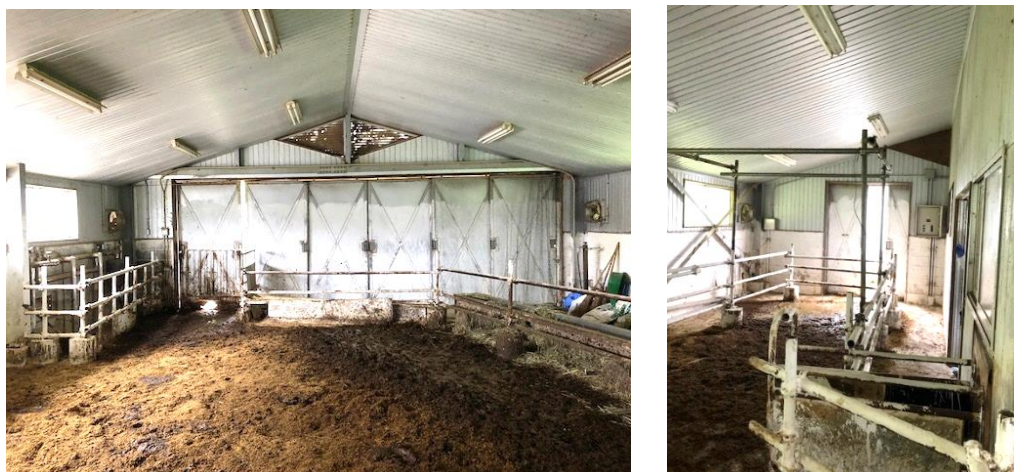


図4-6 天城公共牧場の飼育環境

4.2 実施内容

調査研究における実施内容を次の表1-1に、実施日表を表1-2に示す。

調査研究事項	実施内容
①センサー装着法の検討	初期の2か月間で、胴体部分へのセンサー取り付け位置や装着器具(ジャケット、ベルト、その他)などの検討を行い、センサーの簡便な固定法とセンサーデータの安定的な取得ができるように検討を行う。
②センサーデータの収集	静岡県畜産技術研究所において、センサー10式を子牛に取り付け、各子牛に取り付けたセンサーデータの自動収集を行う。
③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)や飼育環境を記録し、また、疾病発生時には血液検査等を実施する。
④センサーデータと生体情報との関係性	2ヶ月毎にセンサーデータと健康状態を比較し、関係性の調査・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。
⑤野外牧場における実証試験	一般農場にて、センサー10式を子牛に取り付け、早期発見ロジックの有効性を検討する。

表4-1 実施内容

実施期間 平成30年6月 ~ 平成31年3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	6/28				10/18	11/13	12/14			
⑤						→	→	→	→	→

表4-2 実施日表

5 調査結果及び考察

5.1 センサー装着法の検討

カーフジャケットのポケット(図5-1)にセンサーを固定し、安定して行動量を計測可能なことを確認した。



図5-1

6月上旬から、体温の上昇が確認されたため、取付方法を首輪(図5-2)に変更し、安定して行動量を計測可能なことを確認した。



図5-2

5.2 センサーデータの収集

延べ頭数 56 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継続中。

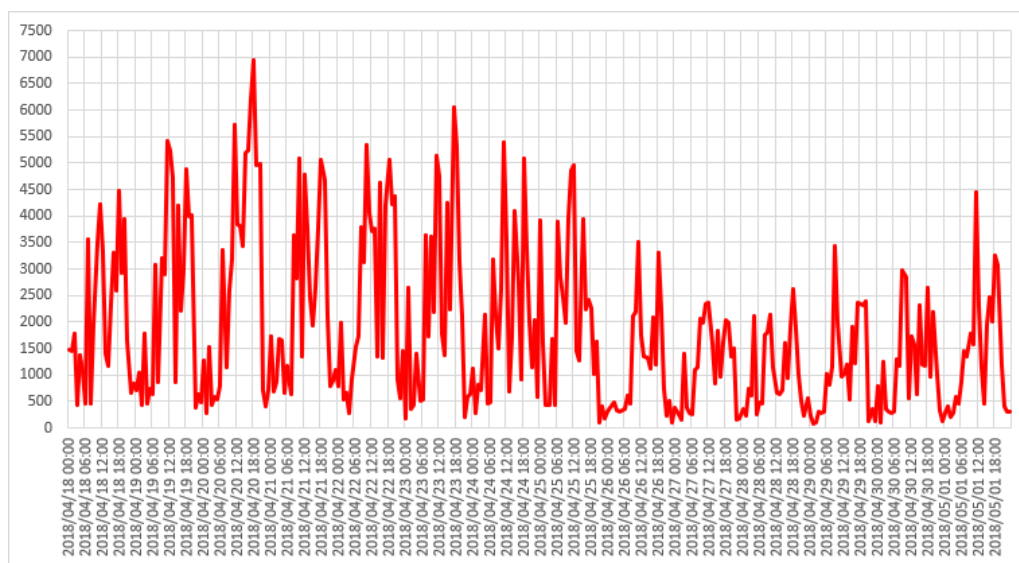


図5-3 行動量データ

体温データについては、デバイスの選定に時間が掛かり、データの収集が出来なかったが、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が行えるように準備を進める。また、同時に、牛舎内の温度を常時計測できるように準備を進める。

5.3 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天城公共牧場の担当者に協力いただき、行動量センサーを取り付けた子牛の健康状態調査を行った。

5.4 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、2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:56頭(静岡県畜産技術研究所:27頭、天城公共牧場:29頭)
- ・ 発病回数:34回(同一牛の複数回発病を含む)

検証方法①

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

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。

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
静岡県畜産技術研究所	A	2018/4/17 - 2018/5/28	2018/4/27	関節炎	-1	-1
	B	2018/5/28 - 2018/8/10	2018/7/25	下痢	0	0
	C	2018/4/17 - 2018/11/16	2018/8/9 - 11	下痢		
	D	2018/4/17 - 2018/11/16	2018/9/6 - 7	下痢	-1	-2
	E	2018/9/21 - 2018/12/13	2018/10/6	下痢		-2
			2018/10/8	下痢		0
			2018/11/1 - 2	下痢		
	F	2018/9/21 - 2018/12/13	2018/9/19 - 24	下痢		
			2018/10/11 - 13	下痢	0	-5
	G	2018/9/21 - 2018/12/13	2018/9/21 - 24	下痢		
			2018/9/27 - 30	下痢		
			2018/10/11 - 16	下痢	0	0
	H	2018/11/16 -	2018/12/12	下痢	0	-3
			2018/12/21 - 26	下痢	0	0
			2019/1/24	下痢	1	
			2019/2/13 - 19	下痢	0	
	I	2018/11/20 -	2018/12/11	下痢	0	
			2018/12/22 - 25	下痢	0	0
			2019/2/12 - 14	下痢		
			2019/2/13 - 19	咳		
J	2018/11/20 -	2018/12/25 - 26	下痢	0	0	
		2019/2/13 - 14	咳・下痢	0		
K	2018/12/17 -	2018/12/29	下痢	0	0	
		2019/2/14 - 20	下痢	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
天城公共 牧場	L	2018/11/16 - 2018/12/27	2018/11/29	咳・下痢	-1	
	M	2018/11/13 - 2018/12/27	2018/11/19	咳		-1
	N	2018/11/16 - 2018/12/14	2018/11/21	咳・下痢		
	O	2018/11/16 - 2018/12/16	2018/11/18	下痢		
	P	2018/11/16 - 2018/12/27	2018/11/24	咳・下痢		
			2018/12/25	咳		1
	Q	2018/11/16 - 2018/12/27	2018/12/25	咳	2	2
	R	2018/12/27 - 2019/2/18	2019/1/11	咳		1
	S	2018/12/27 - 2019/2/7	2019/1/13	鼓張	0	0
2019/1/31			コクシ			

表5-2 センサー装着・疾病状況と検証結果

牛ナンバー A

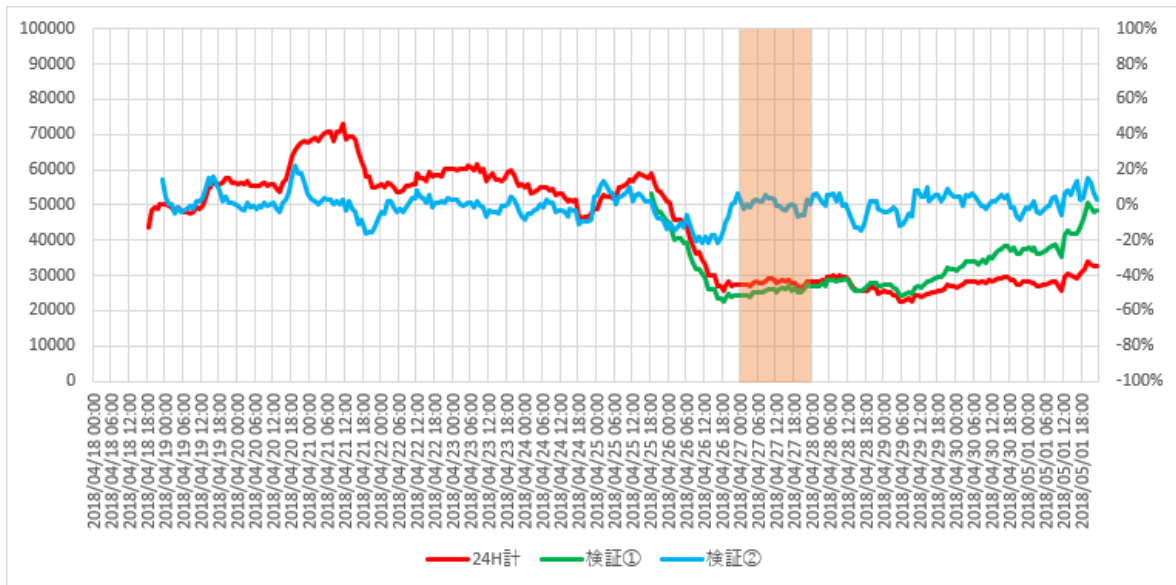
疾病日 2018/4/27

疾病 関節炎

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー B

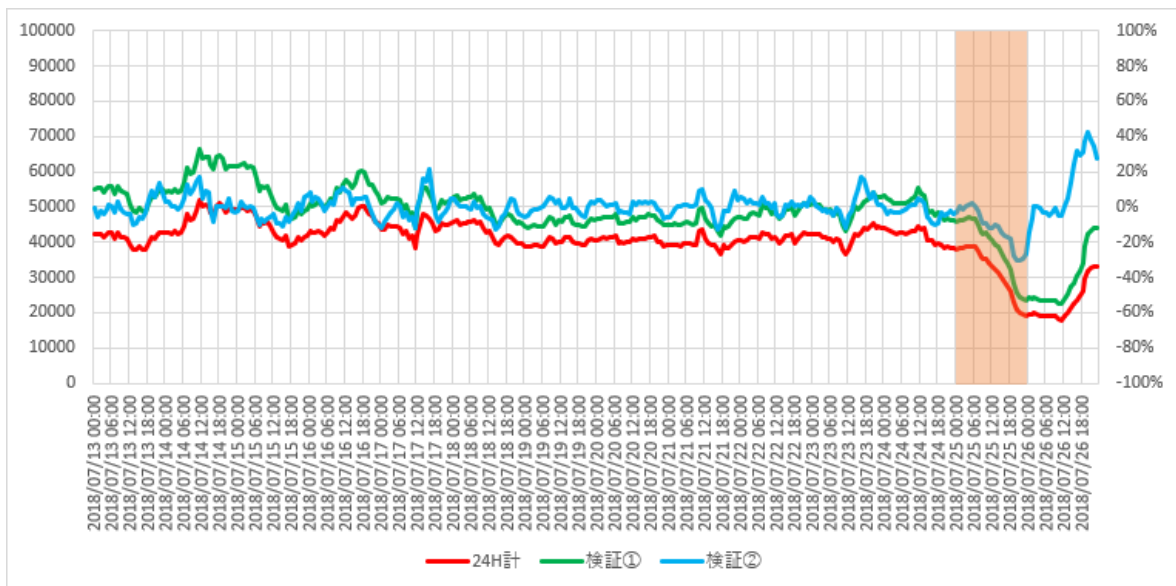
疾病日 2018/7/25

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー C

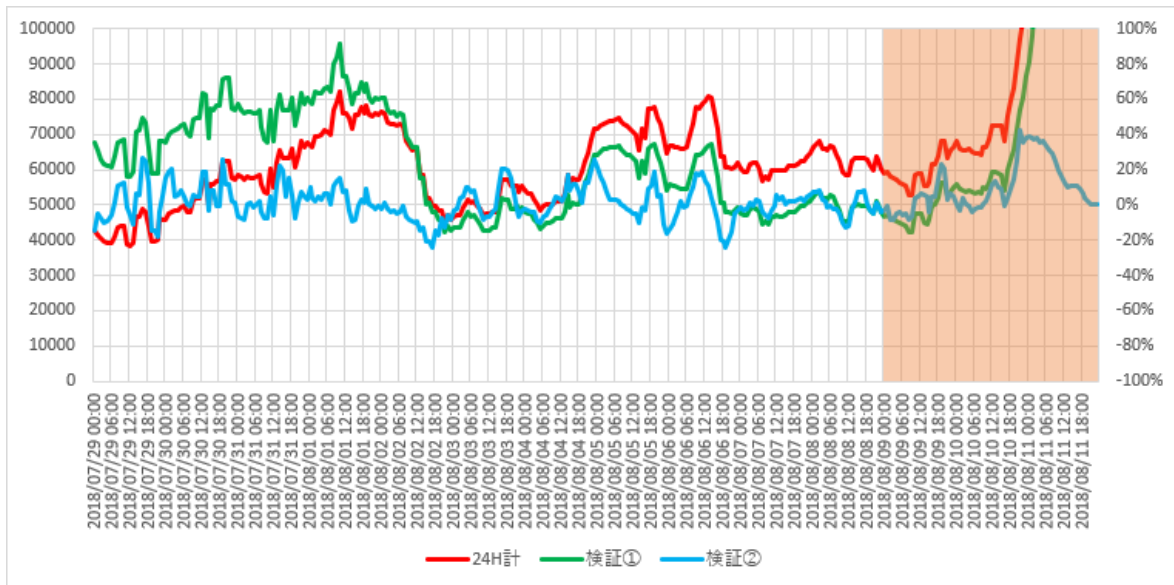
疾病日 2018/8/9 - 10

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー D

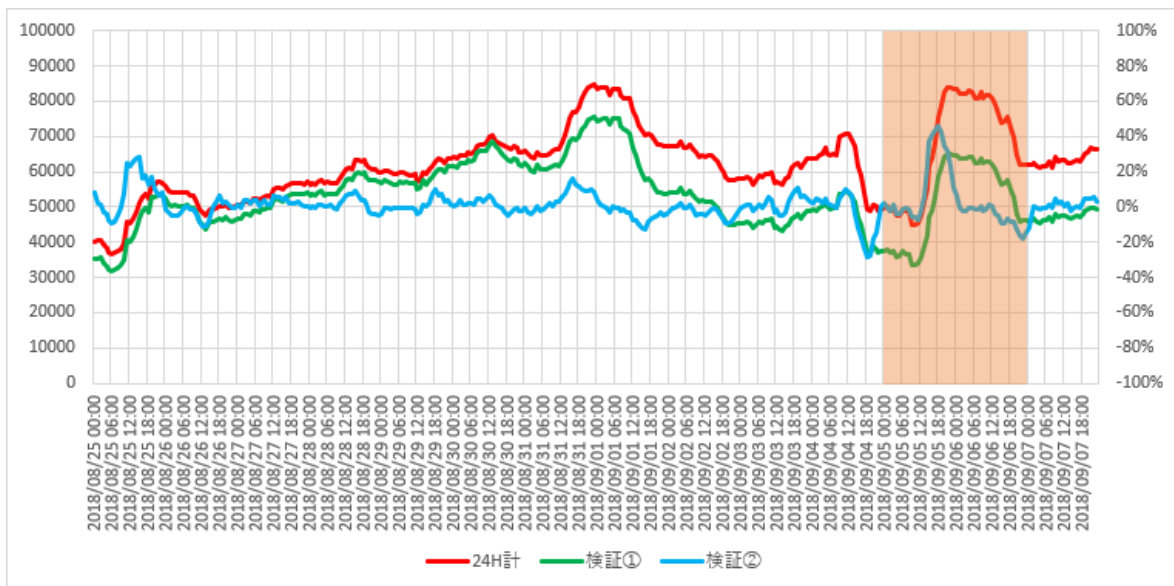
疾病日 2018/8/6 - 7

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーE

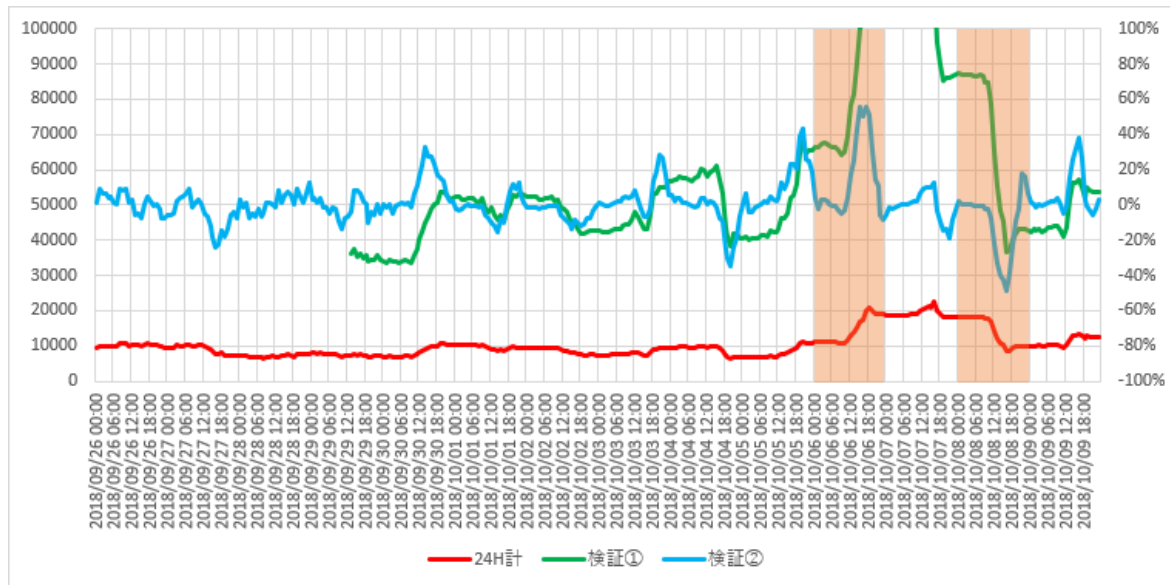
疾病日 2018/10/6, 2018/10/8

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーE

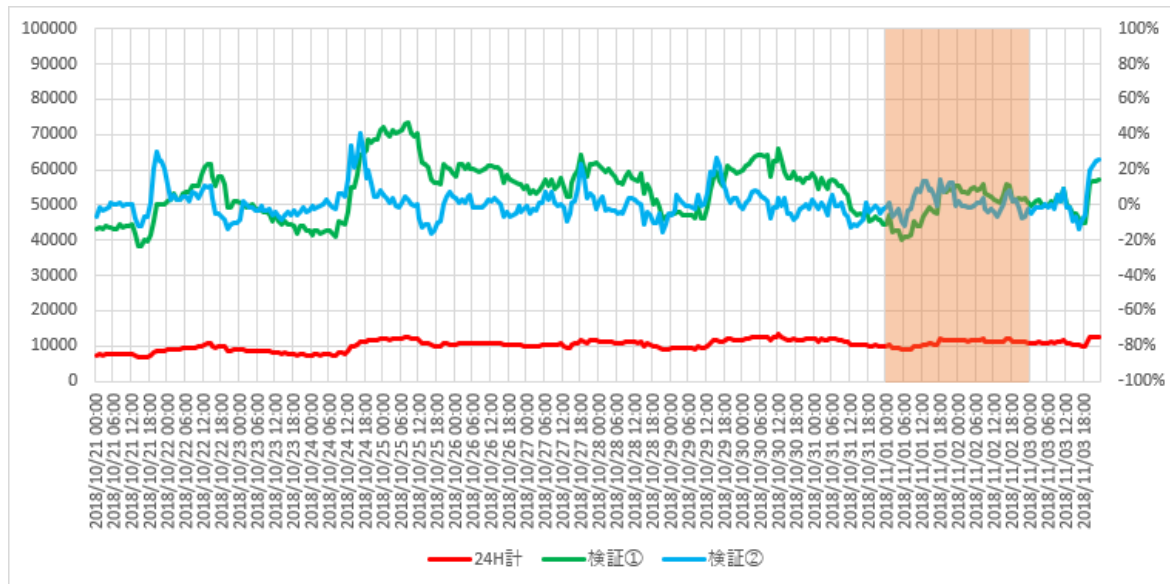
疾病日 2018/11/1 - 2

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーF

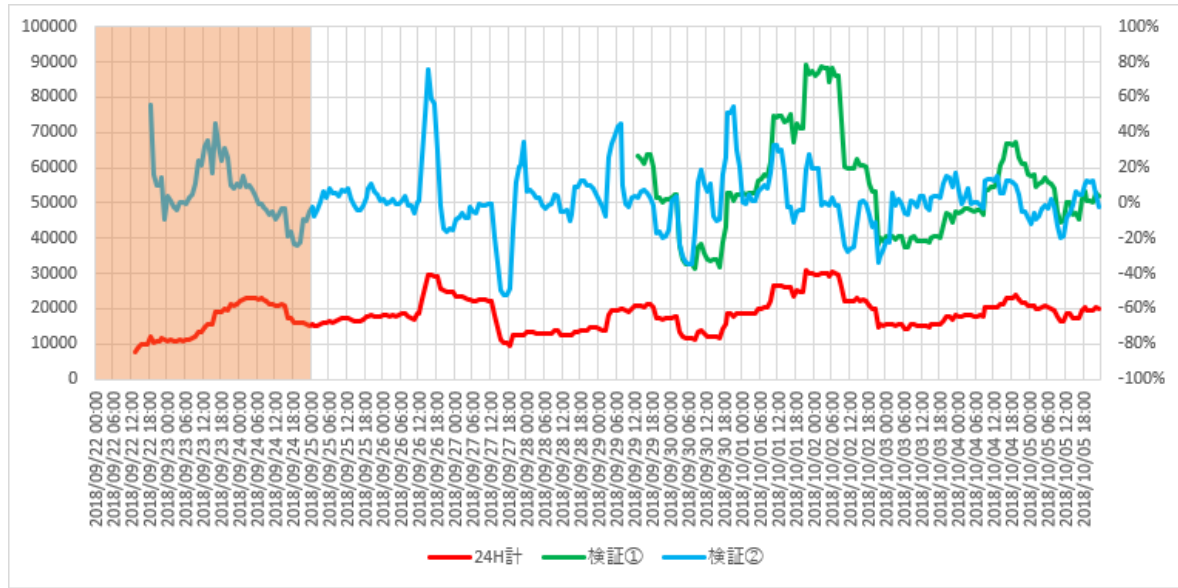
疾病日 2018/9/21 - 24

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーF

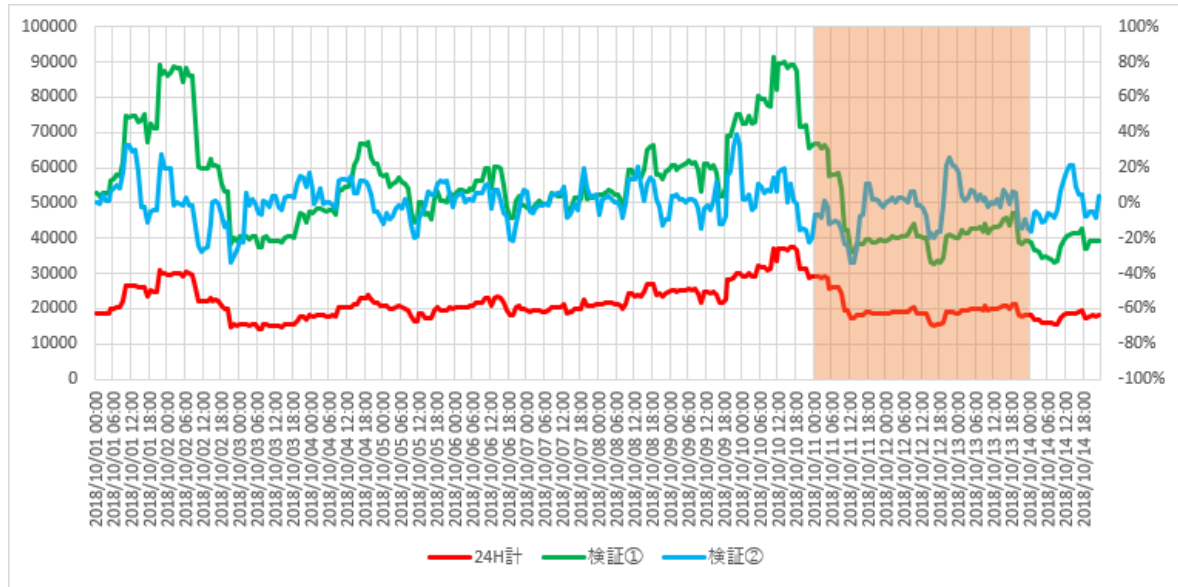
疾病日 2018/10/11 - 13

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー G

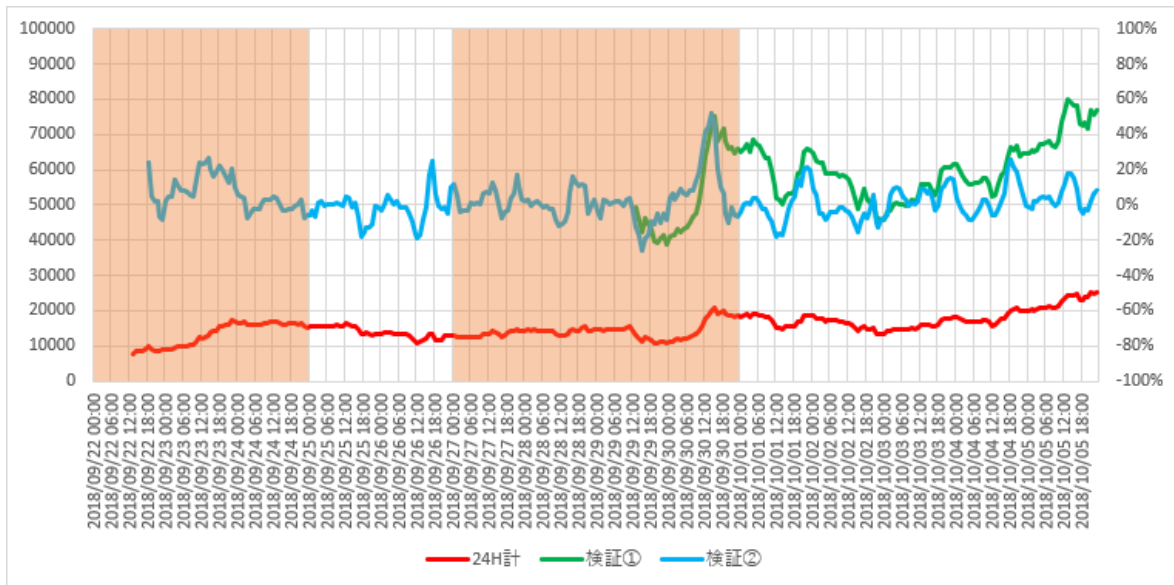
疾病日 2018/9/21 - 24, 2018/9/27 - 30

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー G

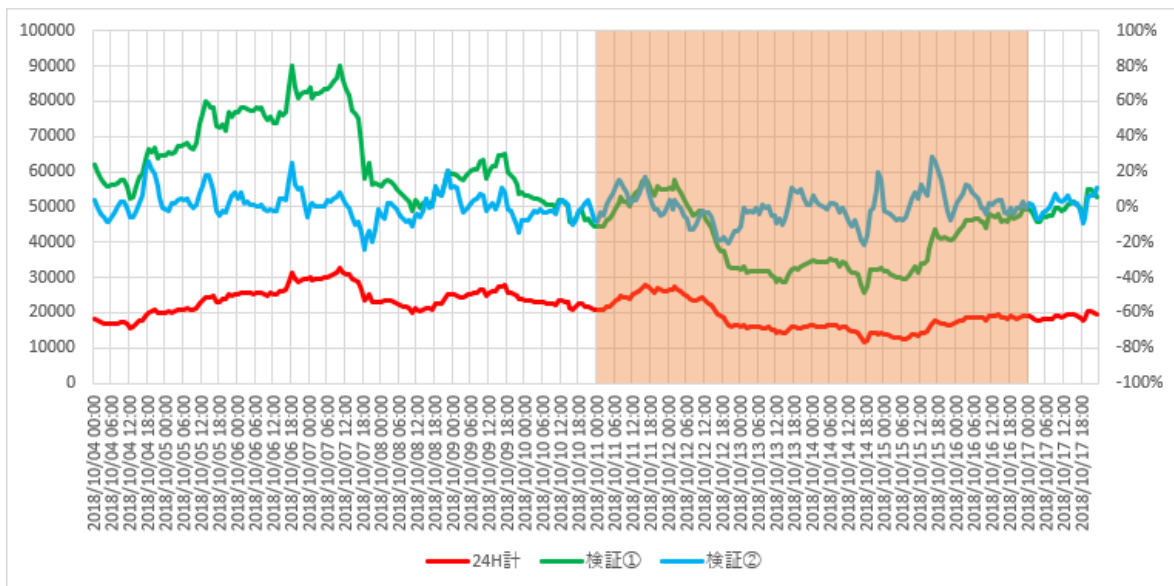
疾病日 2018/10/11 - 16

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーH

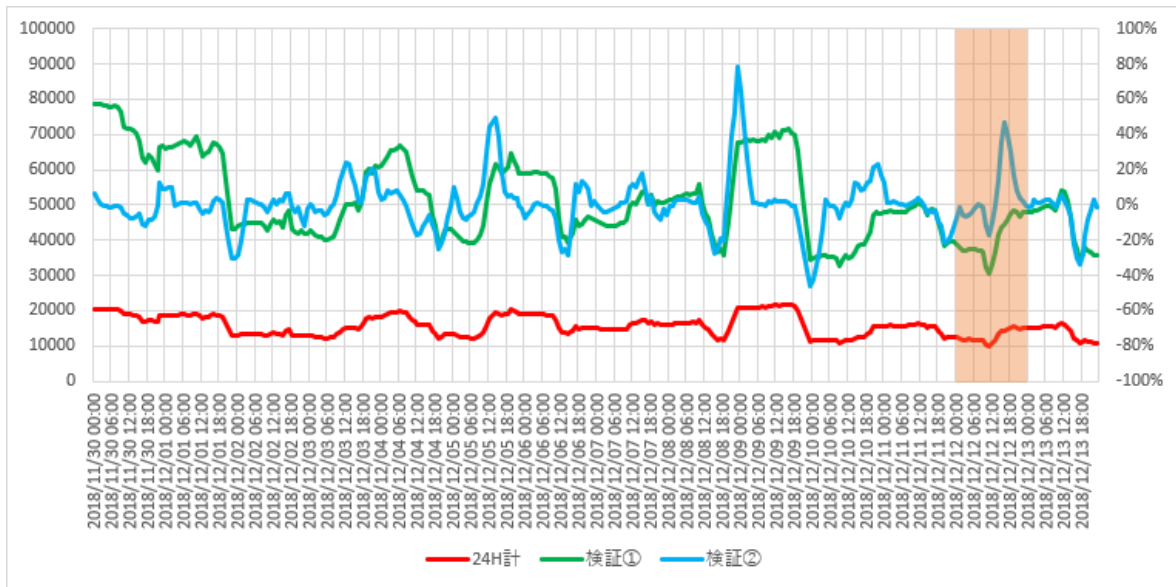
疾病日 2018/12/12

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーH

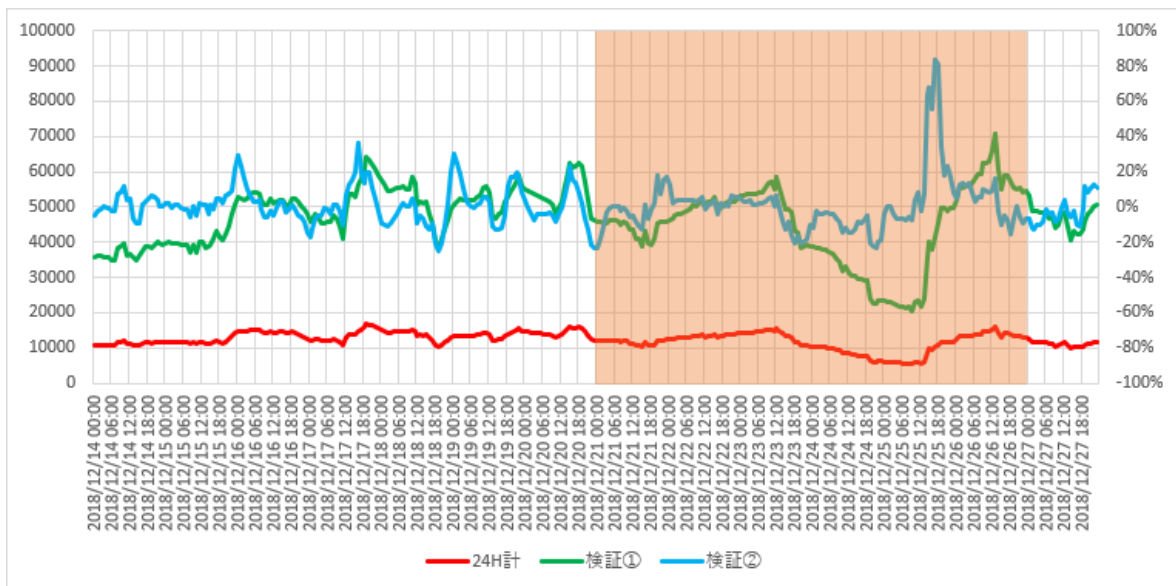
疾病日 2018/12/21 - 26

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーH

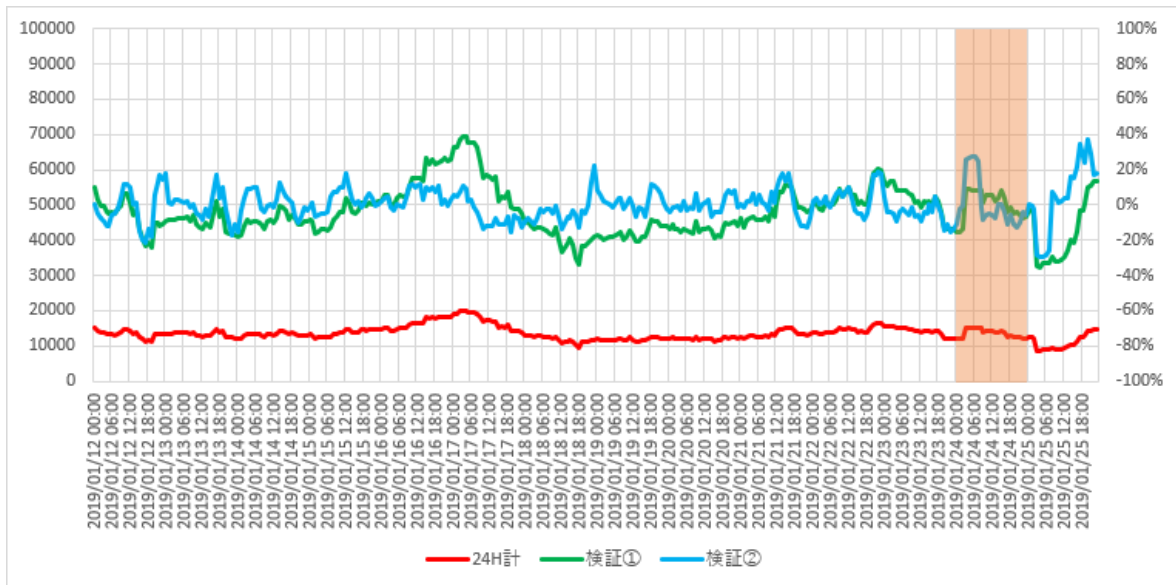
疾病日 2019/1/24

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーH

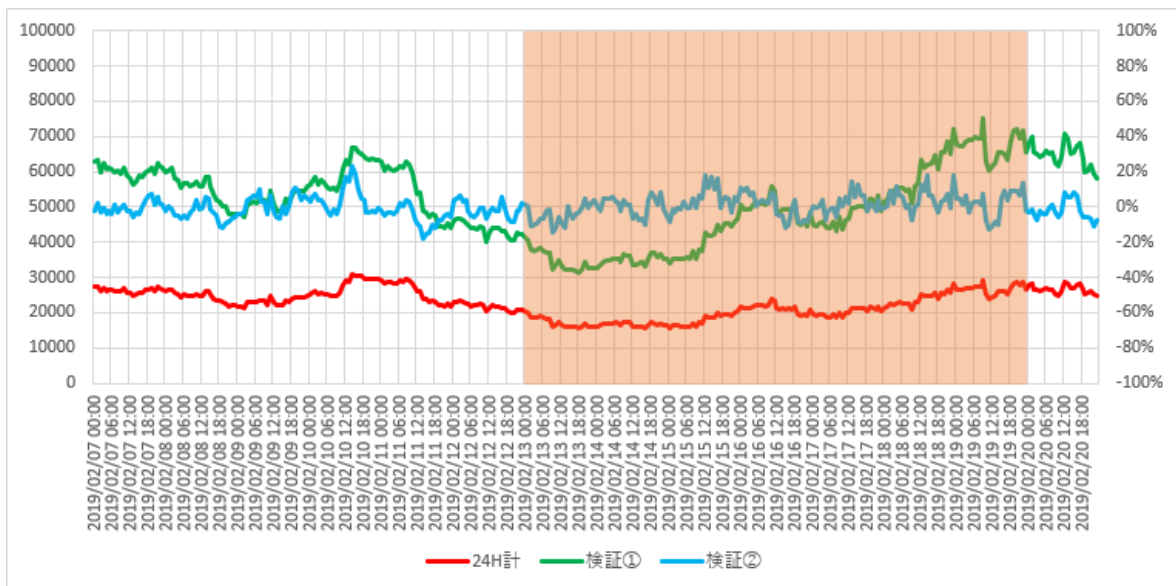
疾病日 2019/2/13 - 19

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーI

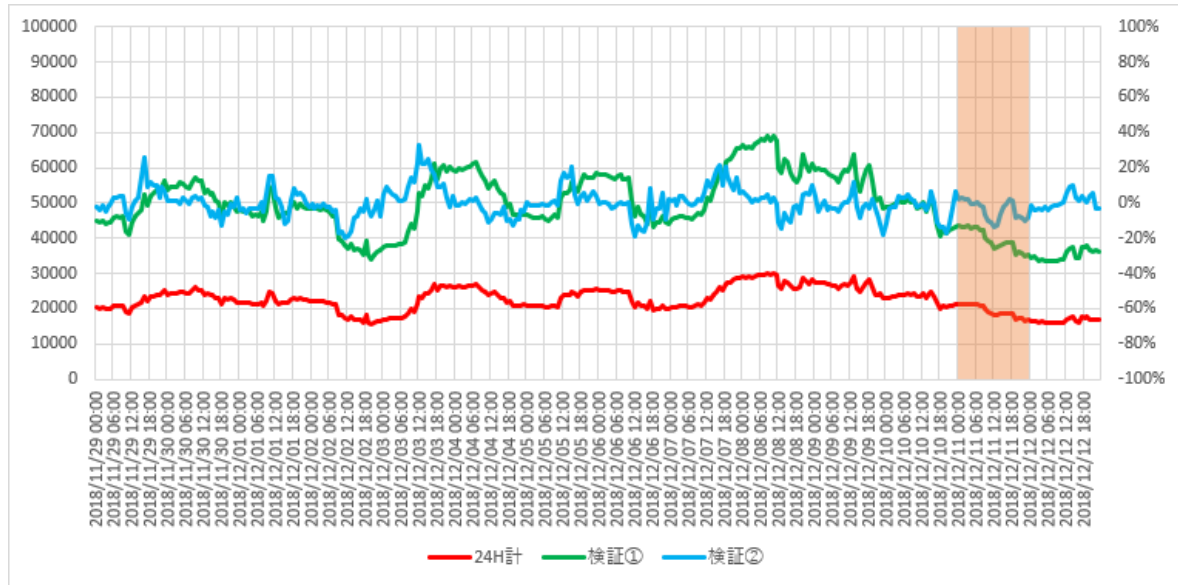
疾病日 2018/11/11

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーI

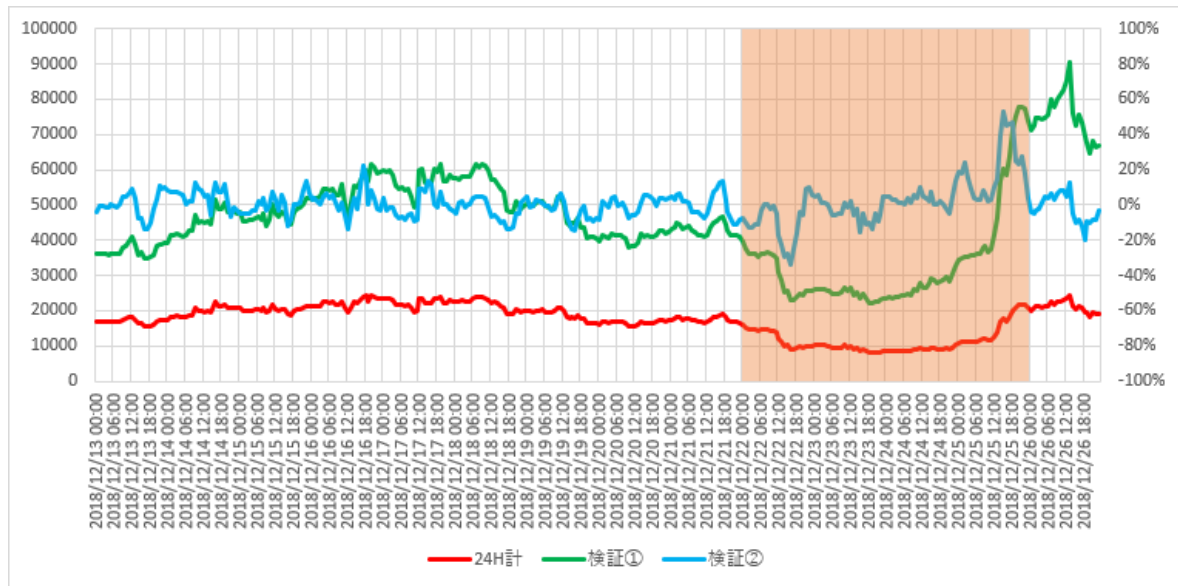
疾病日 2018/12/22 - 25

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーI

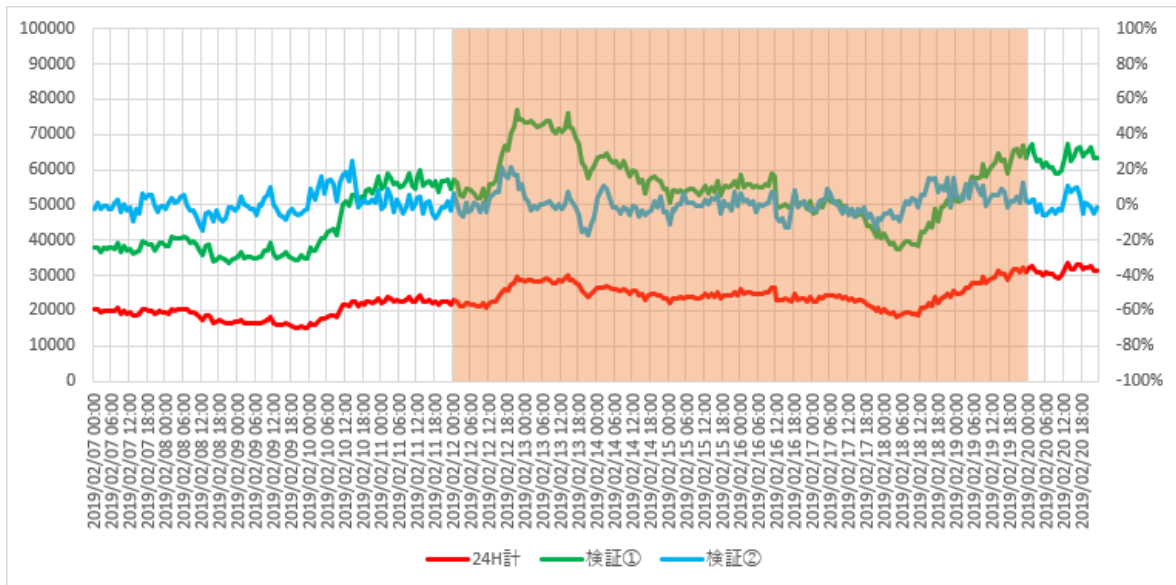
疾病日 2019/2/13 - 19

疾病 下痢・咳

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーJ

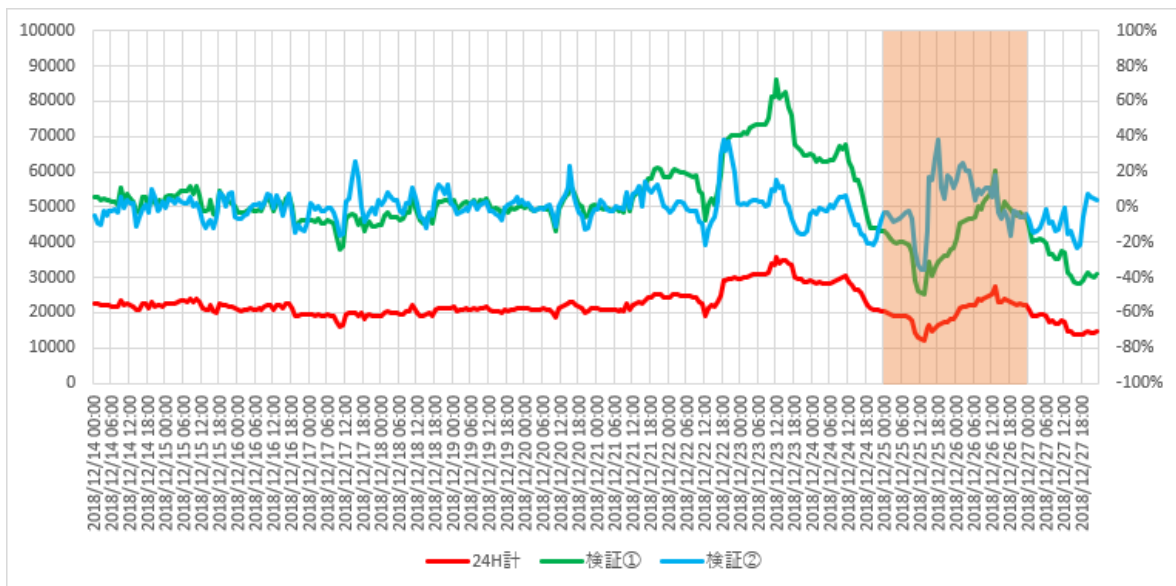
疾病日 2018/12/25 - 26

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーJ

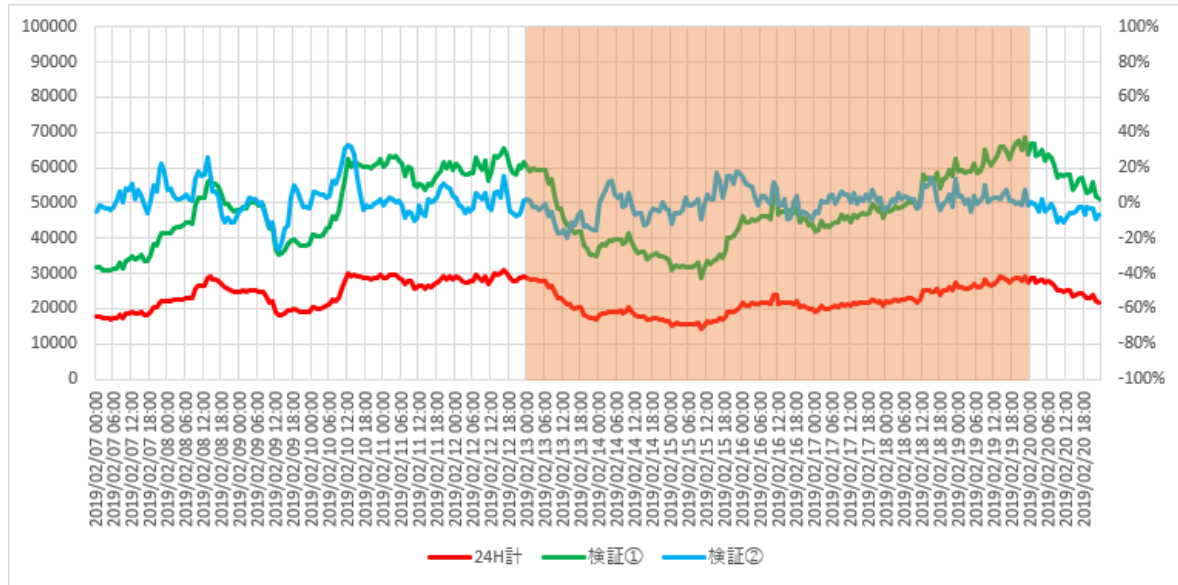
疾病日 2019/2/13 - 19

疾病 咳・下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーK

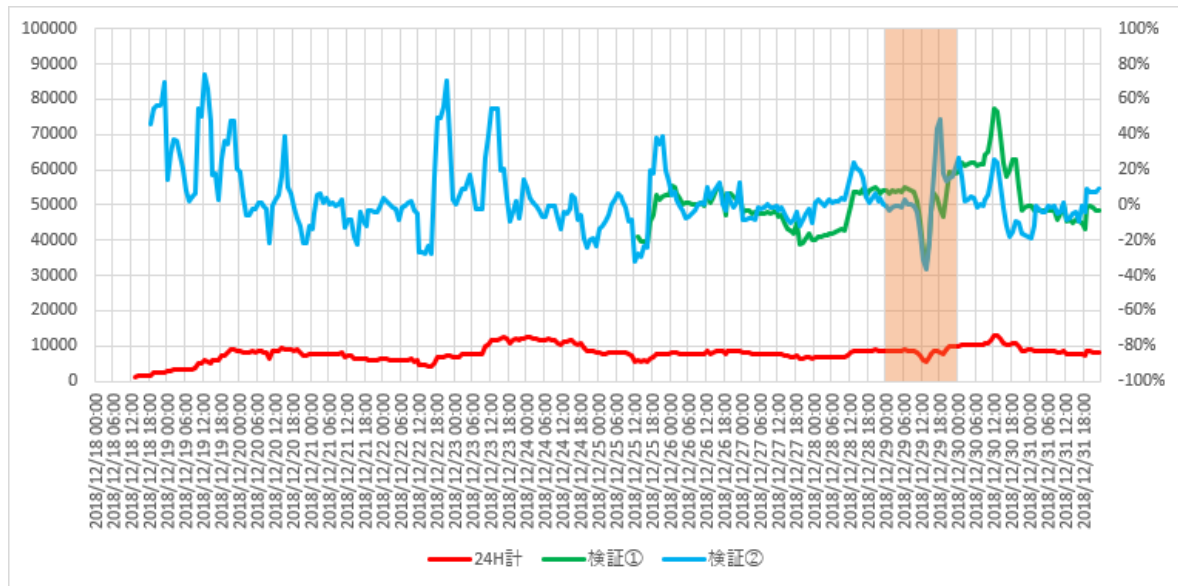
疾病日 2018/12/29

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーK

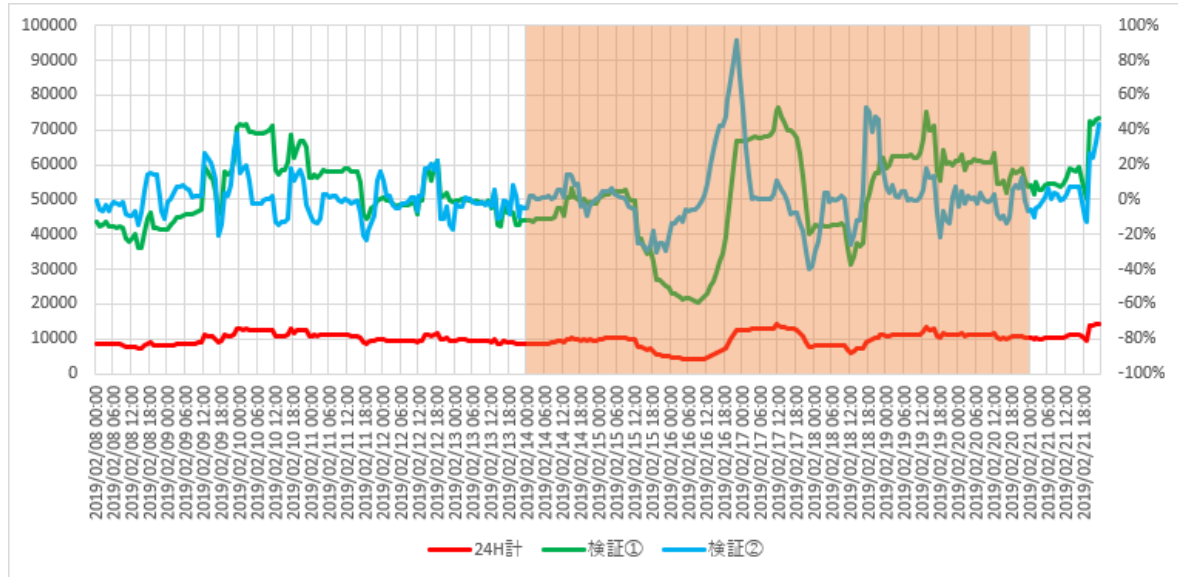
疾病日 2019/2/14 - 20

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーL

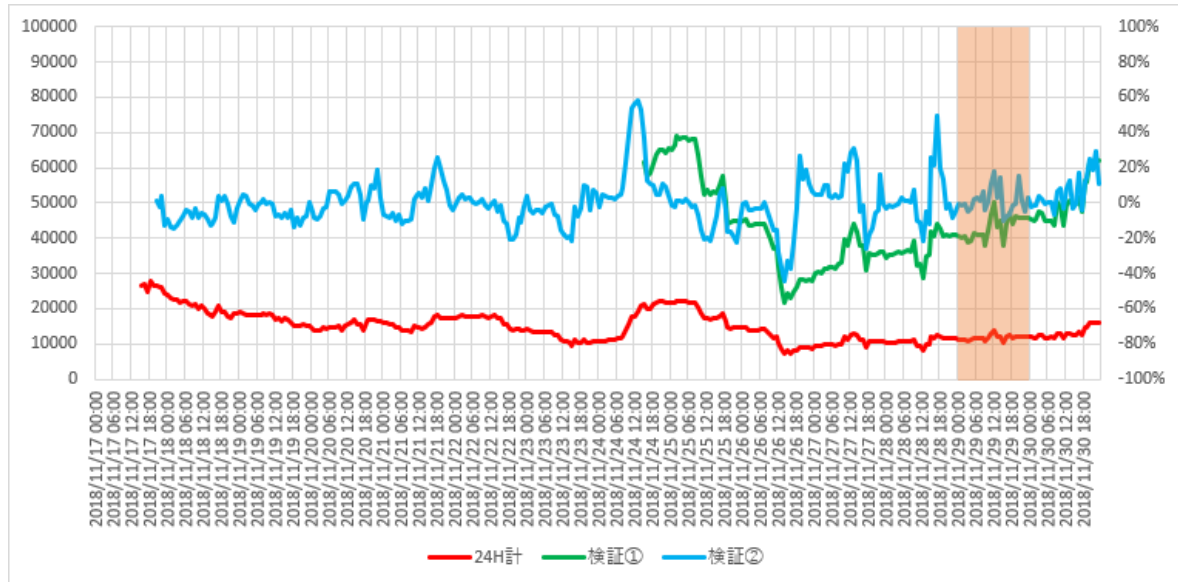
疾病日 2018/11/29

疾病 咳・下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー M

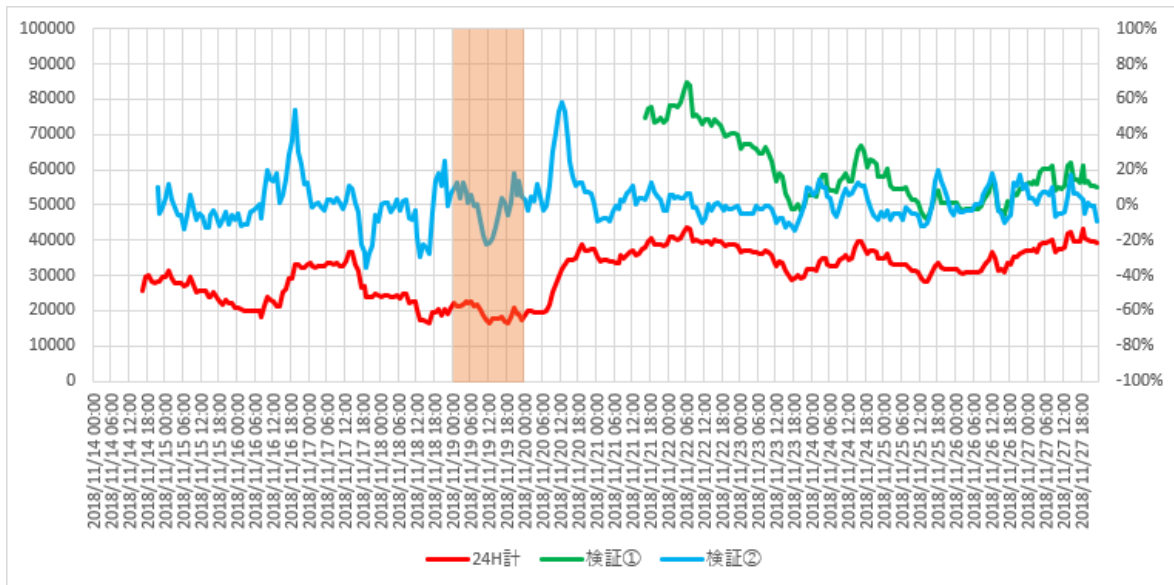
疾病日 2018/11/19

疾病 咳

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー N

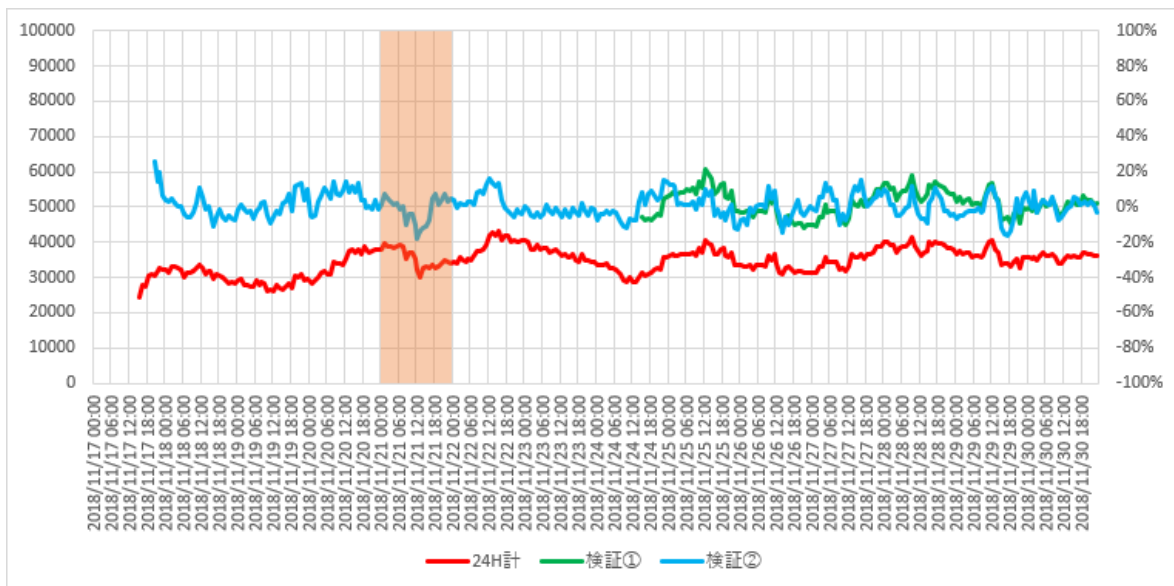
疾病日 2018/11/21

疾病 咳・下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーO

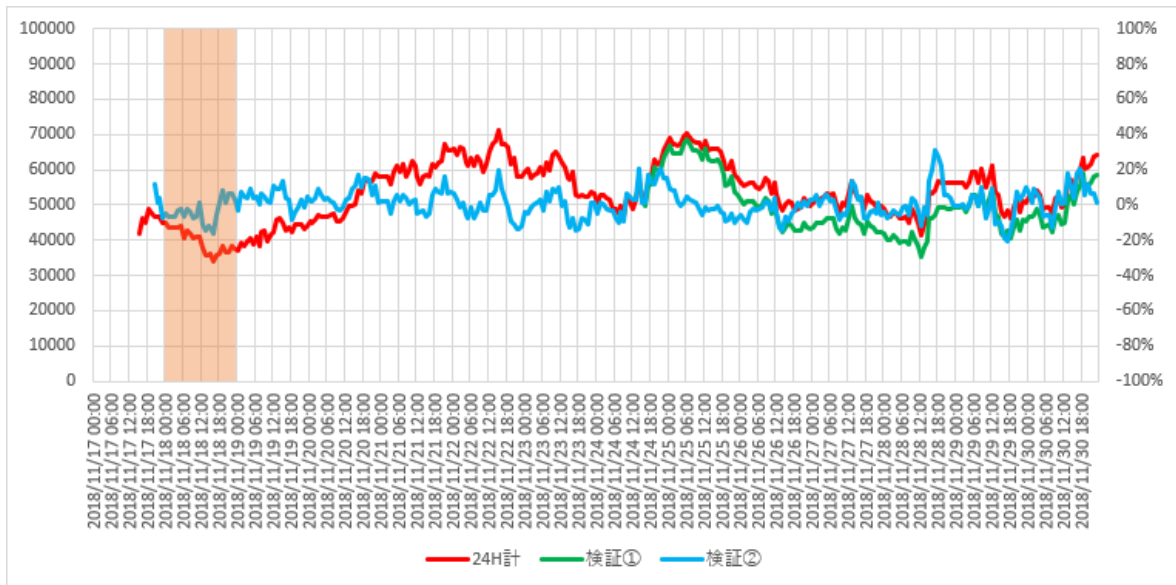
疾病日 2018/11/18

疾病 下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーP

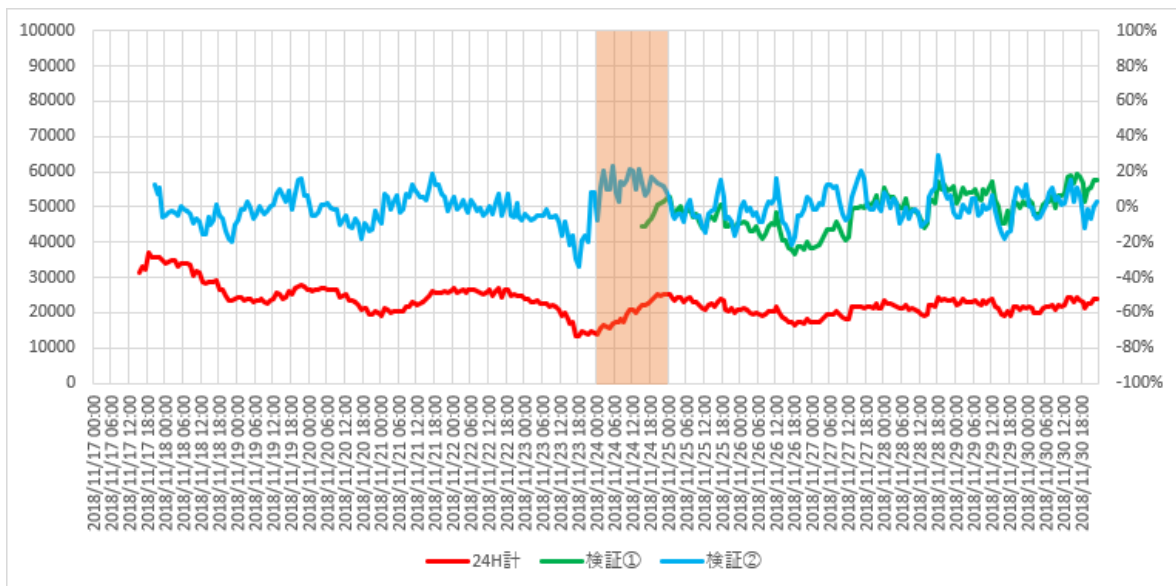
疾病日 2018/11/24

疾病 咳・下痢

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーP

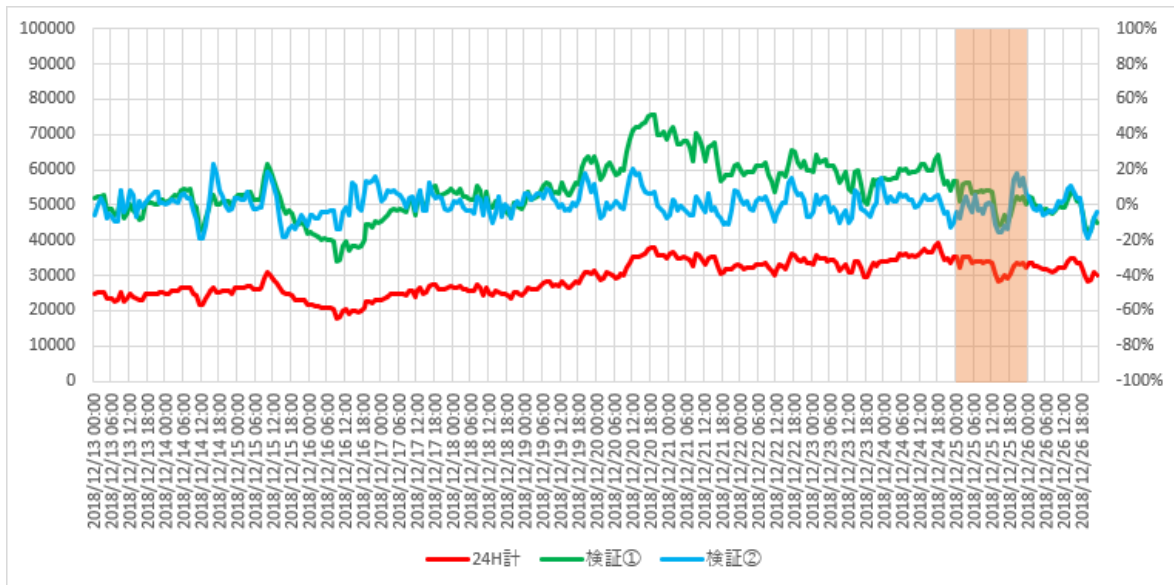
疾病日 2018/12/25

疾病 咳

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーQ

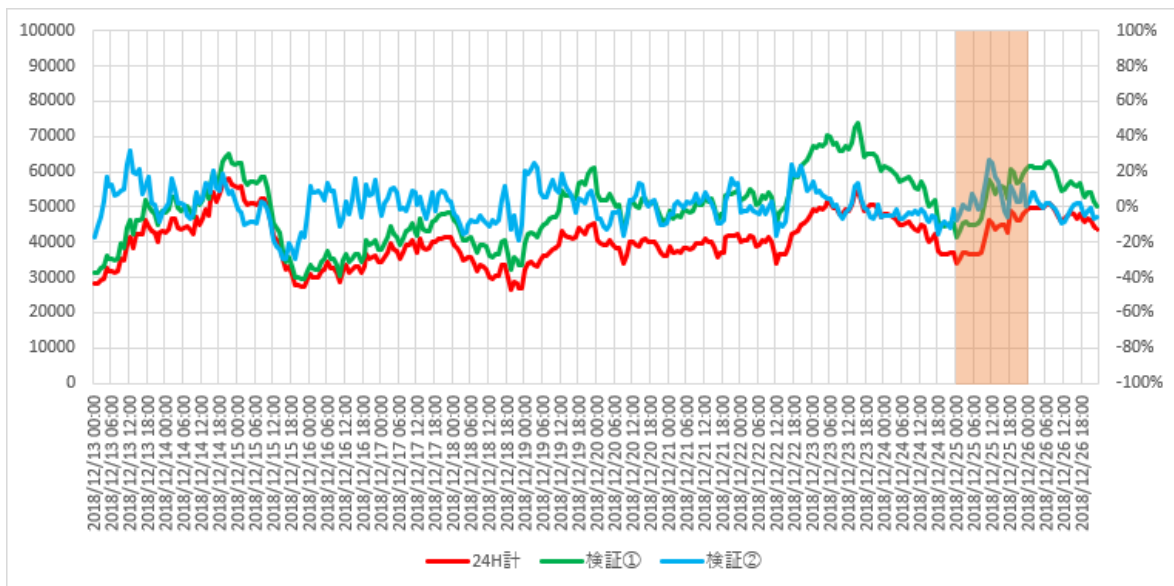
疾病日 2018/12/25

疾病 咳

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーR

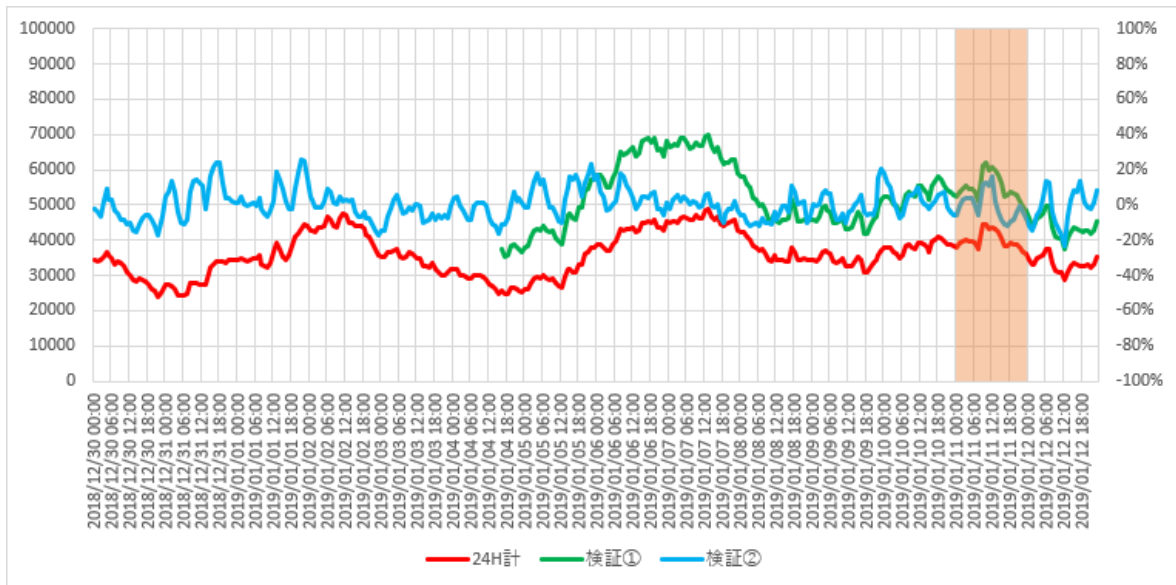
疾病日 2019/1/11

疾病 咳

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバーS

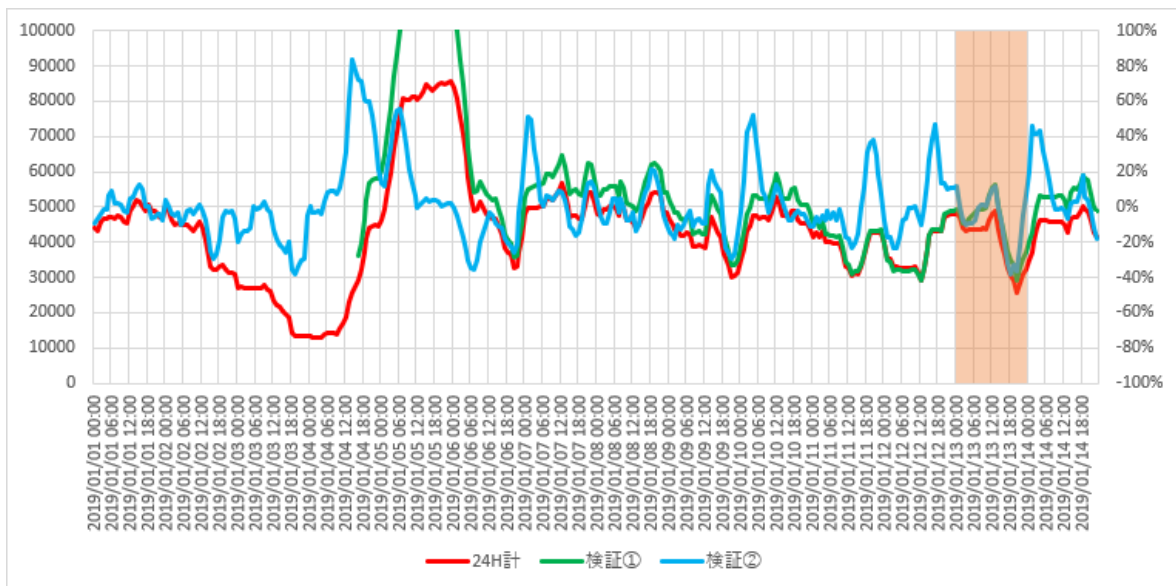
疾病日 2019/1/13

疾病 鼓張

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



牛ナンバー S

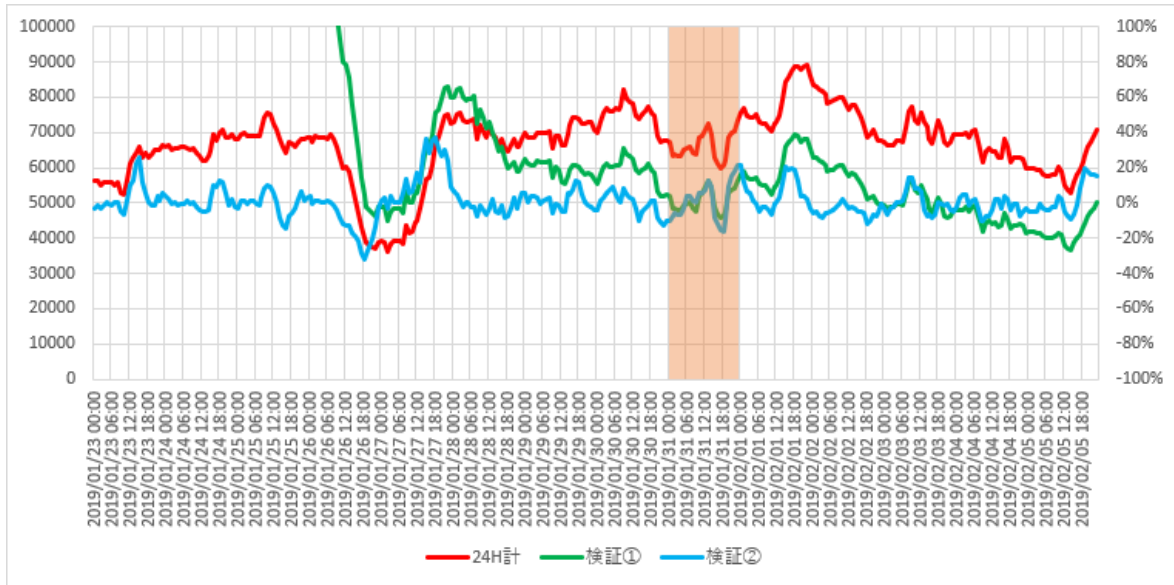
疾病日 2019/1/30

疾病 コクシ

赤線 行動量

緑線 検証方法①の結果

青色 検証方法②の結果



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 センサー装着法の決定

子牛の首に取り付けることとした。錘で位置調整することで、安定して行動量を計測可能なことが確認できた。

6.2 センサーデータと生体情報との関係性

6.2.1 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56頭の子牛にセンサーを取り付け、データの収集を継続中。

6.2.2 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。

6.2.3 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、14/34回(41%)と精度が低い。前日検知分を入れても、18/34回(52%)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。

6.2.4 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。

2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。また、検証データも少ない。

6.3 体温データの収集

体温デバイスの選定に時間が掛かり、体温データの収集はできなかったが、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が行えるように準備を進める。また、同時に、牛舎内の温度を常時計測できるように準備を進める。(別添資料)

6.4 課題と今後の予定等

6.4.1 課題

実証データが少なく、疾病ロジックに当てはまらないパターンがあるため、複数のロジックを組み合わせるなどの検証が必要である。

6.4.2 今後の予定

1年を通しての実証データを取得し、実証データ数を増加させ、疾病発見ロジックの改善を行う。

行動量以外のデータ(体温、気温など)を取り、行動量との関連性の検証、さらには、疾病発見ロジックへの組み込みを行う。

乳牛以外の種別(和牛、ジャージーなど)や、静岡県外の牧場での実証試験を行う。

6.4.3 期待される成果

1年を通して実証データを取得することで、季節毎の行動量の変化を検証でき、また、体温や気温などを取り入れることで、行動量への影響や、疾病発見ロジックの改善に役立てることができると期待される。