

### [成果情報名]3軸加速度センサを用いたウシの行動判別技術

[要約]Bluetooth Low Energy 通信およびボタン電池を使用することにより、安価な加速度センサモジュールを制作できる。また、ウシの頸部の加速度および角度の変化に注目したアルゴリズムを用いることにより、加速度データのみで起立、横臥およびマウンティングの判別を行うことができる。

[キーワード]行動判別、発情検知、ICT、生体センシング、飼養管理効率化

[担当]宮崎県畜産試験場・家畜バイテク部

[代表連絡先]0984-42-3044

[分類]研究成果情報

### [背景・ねらい]

近年、肥育素牛の不足感や農家の労力不足が大きな課題となっており、飼養管理を効率化する技術の開発が強く求められている。このような技術の内、生体センシング技術の一部は畜産分野にも応用され、労力軽減や生産性向上対策に活用されている。しかしながら、このような技術は未だ発展途上であり、検知項目や精度、方法等に課題がある。そこで、本研究では3軸加速度センサからウシの行動判別が可能か検証することを目的とする。なお、本研究では「起立」「横臥」に加え、「マウンティング」の検知が可能か検証する。

### [成果の内容・特徴]

1. 本システムは3軸加速度センサモジュール（以下、センサ）およびPCによって構成される。簡易で安価なセンサとするため、PCとの通信はBluetooth Low Energy 通信を用い、電力をボタン電池から供給する方式を採用している。
2. センサをウシの頸部に装着させ、加速度の軸方向をウシから見て横方向をX軸、前後方向をY軸、上下方向をZ軸とする。また、加速度の大きさをA、角度を $\theta$ 、YZ軸平面をS平面、XY軸平面をT平面とする（図1）。例えば、S平面の角度であれば $\theta_s$ 、T平面の加速度であれば $A_T$ となる。
3. PC内には、頸部の加速度および角度の変化に注目した起立、横臥およびマウンティング行動を検知するアルゴリズム（図2）が組み込まれている。このシステムにより判定されたウシの姿勢はモニター上にリアルタイムで表示される。なお、マウンティングは乗駕しようと立ち上がったものはすべてマウンティングと見なす。
4. 黒毛和種雌牛を用いたシステムの評価試験を行った結果、起立および横臥については一致率が95.9%（表1）と高く、高精度で判定が可能である。また、マウンティングについても感度が57.1%、精度が55.2%であり、一定程度の検知は可能である（表2）。これらのことから、加速度センサのみでもウシの行動判別は可能であると考えられる。

### [成果の活用面・留意点]

1. 既存の3軸加速度センサシステムにこの手法を取り入れることにより、ウシの行動をさらに分類できる可能性がある。
2. 本システムは、1台のPCにつき4頭の測定が可能である（但し、PCのPORT数に応じる）。また、センサとPC間の通信距離は最大で約20m、ボタン電池はCR2032を用い、約2週間の連続測定が可能である。
3. マウンティング検知については偽陰性および偽陽性数が多かったことから、検知アルゴリズムのさらなる検討が必要である。なお、偽陰性および偽陽性が多い要因として、ウシが動かない状態から反芻や歩行、体を舐めるといった行為を行った場合、瞬間的に大きな加速度が生じ、マウンティングと誤検知したことや、瞬間的な加速度変化を捉え切れていないことが原因と考えられる。

[具体的データ]

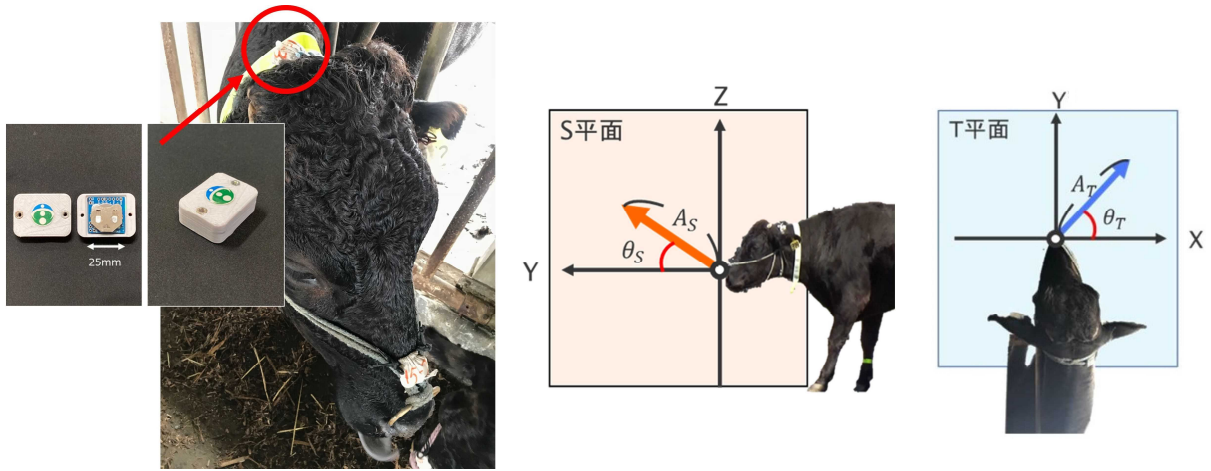


図1 センサを装着した様子およびウシから見た加速度の軸方向、平面および角度

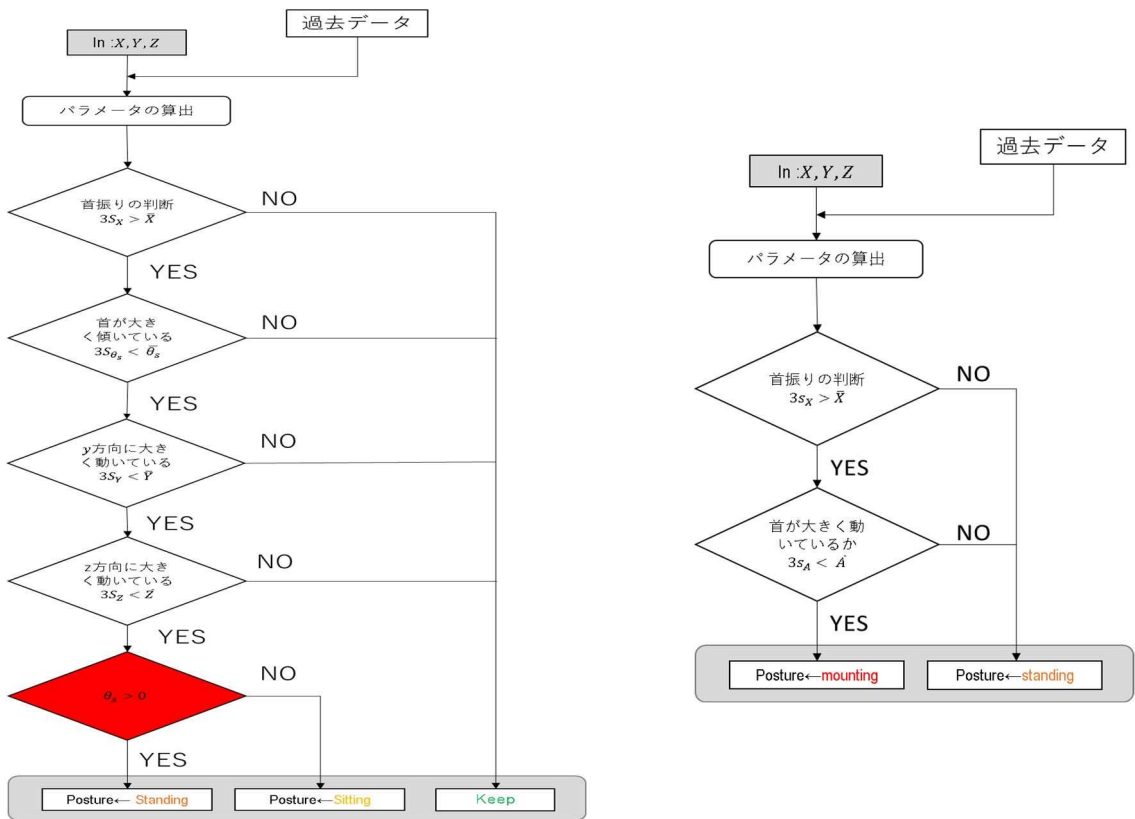


図2 起立・横臥の検知（左図）およびマウンティング（右図）の検知アルゴリズム

表 1 起立および横臥の評価試験結果

試験番号	記録開始時間	記録終了時間	データ欠損時間	記録時間 <sup>1)</sup>	記録時間の内横臥していた時間	記録時間の内起立していた時間	システムで横臥と判定した時間	システムで起立と判定した時間	不一致時間 <sup>2)</sup>	一致率(%) <sup>3)</sup>
1	11:00:00	13:04:34	0:08:45	1:55:49	0:26:04	1:29:45	0:33:21	1:22:28	0:07:17	93.7
2	10:27:00	12:09:14	0:05:27	1:36:47	0:38:30	0:58:17	0:39:50	0:56:57	0:01:20	98.6
合計	—	—	—	3:32:36	1:04:34	2:28:02	1:13:11	2:19:25	0:08:37	95.9

<sup>1)</sup> 記録時間：記録終了時間－記録開始時間－データ欠損時間

<sup>2)</sup> 不一致時間：実際の横臥（もしくは起立）時間とシステムで横臥（もしくは起立）と判定された時間の差

<sup>3)</sup> 一致率 = (記録時間－不一致時間) / 記録時間 × 100

表 2 マウンティングの評価試験結果

試験番号	記録開始時間	記録終了時間	データ欠損時間	記録時間 <sup>1)</sup>	実際のマウンティング回数	システムによりマウンティングと検知された回数	真陽性数 <sup>2)</sup>	偽陰性数 <sup>3)</sup>	偽陽性数 <sup>4)</sup>	感度(%) <sup>5)</sup>	精度(%) <sup>6)</sup>
1	10:28:35	13:40:16	0:42:35	2:29:06	17	20	9	8	11	52.9	45.0
2	10:14:00	11:07:30	0:05:48	0:47:42	11	9	7	4	2	63.6	77.8
合計	—	—	0:48:23	3:16:48	28	29	16	12	13	57.1	55.2

<sup>1)</sup> 記録時間：記録終了時間－記録開始時間－データ欠損時間

<sup>2)</sup> 真陽性：システムにより検知されたものの内、真にマウンティングであったもの

<sup>3)</sup> 偽陰性：真にマウンティングがあったものの、システムで検知されなかったもの

<sup>4)</sup> 偽陽性：システムにより検知されたものの内、実際のマウンティングでなかったもの

<sup>5)</sup> 感度 = 真陽性数 / (真陽性数 + 偽陰性数) × 100 : マウンティングが真にマウンティングと判定される率

<sup>6)</sup> 精度 = 真陽性数 / (真陽性数 + 偽陽性数) × 100 : マウンティングでないものが真にマウンティングでないものと判定される率

(宮崎県畜産試験場 家畜バイオテク部)

[その他]

予算区分：県単

研究期間：2018～2020 年度

研究担当者：杉野文章（宮崎畜試）、李根浩、石本篤史、緒方孝起、岡部光汰、坂口聖弥、相澤綾一（宮崎大工）

発表論文等：

- 1) 石本ら（2020）第 21 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会. 2F2-12:1966
- 2) 杉野ら（2021）第 84 回九州農業研究発表会
- 3) 杉野ら（2022）宮崎県畜産試験場試験研究報告 32 号（2022 年 2 月公開予定）