

無線センサネットワークによる牛の行動監視システムの開発

首藤高德*・秋本恭喜*・森本剣介**・倉原貴美**

*電子・情報担当・**大分県農林水産研究指導センター

Development of activity monitoring system of cattle by wireless sensor network

Takanori SHUTO*・Yasuki AKIMOTO*・Kensuke Morimoto**・Takami KURAHARA**

*Electronics and Information Technology Section・**Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

要 旨

昨年度まで牛の乗駕行動に着目した発情検知システムの開発をおこなった。その結果、市販の装置と同様に加速度センサにより、行動量の変化から発情兆候を検知できることがわかった。本年度は発情牛の的確な発見及び、牛の行動を監視するためのシステムの開発を目指して研究をおこなった。

1. はじめに

近年、飼料の高騰、安価な輸入牛肉の台頭、TPP 問題など、畜産農家を取り巻く環境は厳しい状況であり、経営の効率化が大きな課題となっている。特に畜産農家では、牛の分娩間隔の短縮は生産性を高めるために重要な課題である。発情発見、人工授精、分娩というステップを確実に進めていくことが求められるが、これらは農家にとって負担の大きな作業である。発情発見のための乗駕行動を含め、牛の行動を監視することや、健康状態をセンシングすることができれば、農家の労力の軽減が期待できる。

昨年度までの研究により、市販の装置と同様に加速度センサにより、行動量の変化から発情兆候を検知できることがわかった。一方で、牛の発情兆候であるスタンディングについて検知できなかった。本年度は牛の行動を監視するためのシステムの開発をおこない、スタンディング牛の検知を目指す。検知装置及びシステムを試作し、大分県農林水産研究指導センターで検証をおこなった結果について報告する。

2. 検知装置と中継装置の作製

2.1 検知装置の作製

Fig.1 に試作した検知装置の写真を示す。無線モジュール(3軸加速度センサ内蔵)とボタン電池、3軸地磁気センサを接続し、それらをプラスチックケースの中に収めた構造である。検知装置からは1秒間隔で加速度センサ及び地磁気センサのデータと検知装置に割り当てたID番号などが無線送信されるように設定した。検知装置は牛の首輪にテープで取り付けられた。

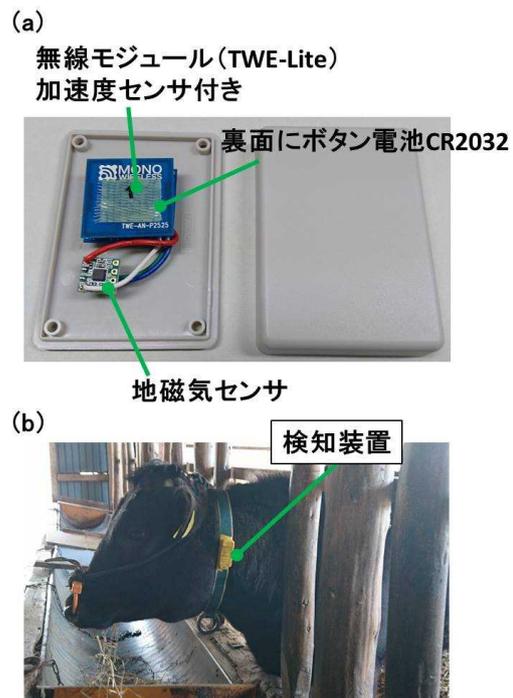


Fig. 1 検知装置の写真

(a)ケースの内部の写真 (b)牛へ取り付けられたときの写真

2.2 検知装置間の距離の推定方法の検討

スタンディング牛の検知のため、検知装置間の距離を推定することが重要である。検知装置に内蔵したセンサデータにより、マウンティング牛を検知し、その牛からの距離が最も近い牛がわかれば、その牛がスタンディング牛と推測できる。Fig.2 にスタンディング牛検知の概念図を示す。パドック飼育の牛を想定している。パドック周辺に無線中継器を配置

し、検知装置と無線中継器間の電波強度から検知装置の位置および検知装置間の距離を推定する。ここで、検知装置間の距離だけでは他の牛が近くにいる場合には、スタンディング牛かどうかの判断が難しい。そこで、地磁気センサデータから牛の方位を計算し、同じ方向を向いているかどうかの判断が出来ればより精度を高めることができる。

Fig.3 に中継装置の写真を示す。無線モジュールと地磁気センサを内蔵している。無線モジュールは検知装置からの電波強度を付加して受信装置へ中継するようにプログラムした。中継装置はバッテリー駆動と外部電源駆動どちらでも動作できるようにした。中継装置において、静止状態での地磁気データも取得した。

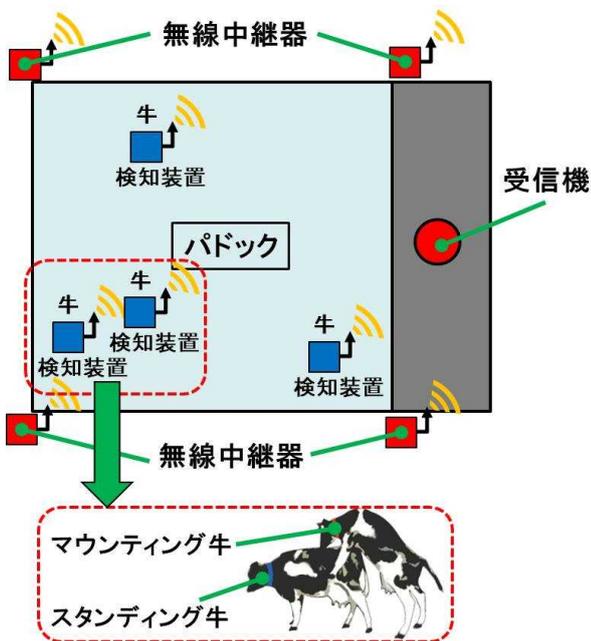
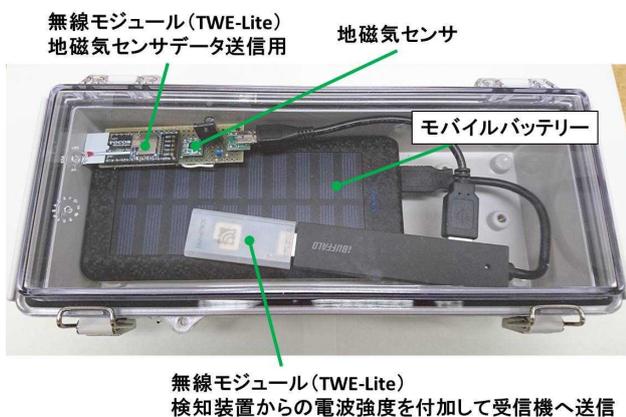


Fig. 2 スタンディング牛検知の概念図



無線モジュール(TWE-Lite)
検知装置からの電波強度を付加して受信機へ送信

Fig. 3 中継装置の写真

3. 受信装置プログラムの開発

検知装置からのセンサデータを収集・記録するための受信装置のプログラムを作成した。Fig. 4 に受信装置の写真を示す。受信装置はラズベリーパイ 3 に USB ドングル型の無線モジュールを接続して実現した。

ラズベリーパイ3 無線モジュール(TWE-Lite)



Fig.4 受信装置の写真

プログラムは Node-RED を用いて開発した。受信装置のプログラムを Fig.5 に示す。センサデータは受信装置の内部メモリ及び、モバイルネットワークを介して遠隔地のサーバ(ラズベリーパイ)に CSV ファイルで保存出来るようにした。データの転送は MQTT プロトコルを利用しておこなった。

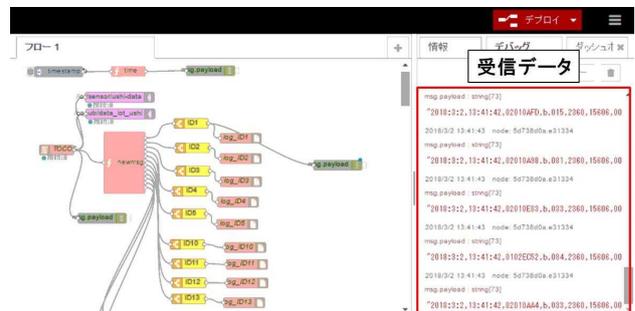


Fig.5 受信装置のプログラム (Node-RED)

4. システムの検証

大分県農林水産研究指導センター畜産研究部(大分県竹田市久住町)にて、開発したシステムの検証試験をおこなった。Fig.6 に試験環境の写真を示す。検知装置を取り付けた牛をパドックに収容し、監視カメラの映像とセンサデータの相関を検証した。今回、5 頭の牛に検知装置を取り付けた。中継装置はパドックの周辺の 4 箇所に取付けた。写真ではパドック角の 2 箇所しか示していないが、残りの 2 箇所については近くの電源が取れる建屋に取り付けた。各牛と検知装置 ID の割り当てについて Table 1 に示す。監視カメラでどの検知装置 ID の牛か判別するため、カラービニールテープを使って検知装置を色分けした。検知装置は約 3 ヶ月間取り付けてデータを収集した。

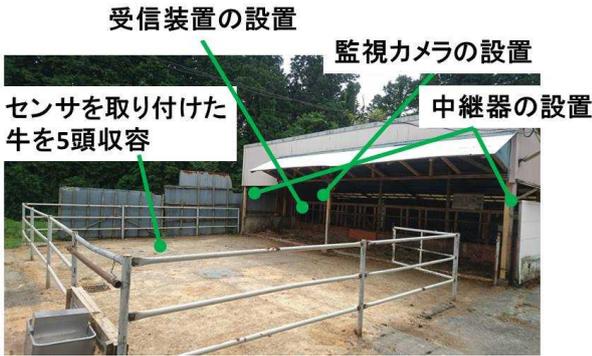


Fig.6 システムの検証試験実施場所の写真

Table 1 検知装置 ID と牛の割り当て

検知装置 ID 番号	色	牛番
11	赤	育 70
12	青	79
13	黄	180
14	緑	緒方牛
15	白	育 41

監視カメラの映像で発情兆候が見られた牛の加速度センサデータを解析した。Fig.7 に乗駕があった時刻の監視カメラの写真及び加速度センサデータを示す。ID11 の牛がマウンティング牛で ID12 の牛がスタンディング牛である。乗駕のあった時刻において、上下方向(y 軸)の加速度の大きな変化がみられた。

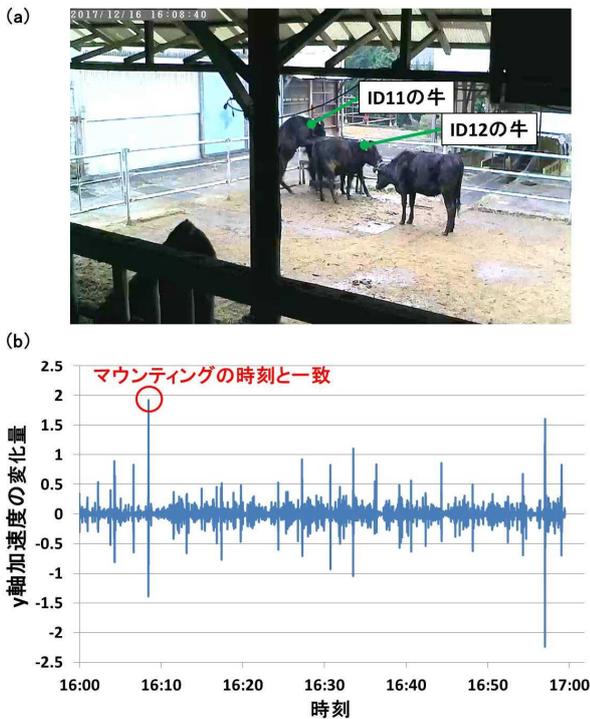


Fig. 7 乗駕があった時刻の(a)監視カメラの写真と(b)加速度センサデータ

Fig.8 に ID11 と ID12 の牛から得られた地磁気センサデータから計算した方位の時刻変化を示す。乗駕のあった時刻において、ID11 と ID12 の牛が同じ方向を向いていることがわかる。

Fig.9 に中継装置における検知装置からの電波強度の時刻変化を示す。受信装置付近と受信装置の対角側の中継装置での電波強度を示している。Fig.9 に示している時間内においては、ID11 と ID12 の牛は Fig.7(a)の写真の位置にほぼ移動なく定在していたが、電波強度は大きく変化しており、遠いはずの受信装置付近の中継装置での電波強度が最大となることもあった。このことから、電波強度は牛の向き、つまり検知装置の向きに依存している可能性が考えられる。

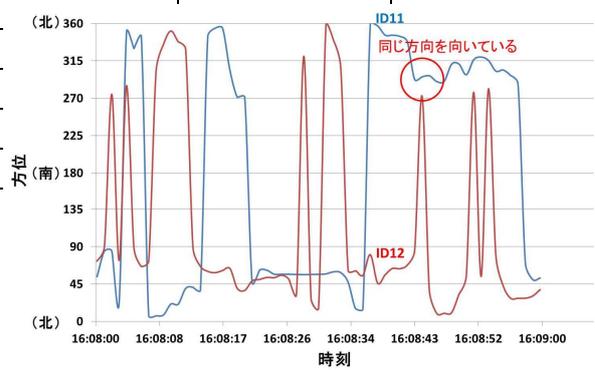


Fig. 8 地磁気センサデータから計算した牛の方位

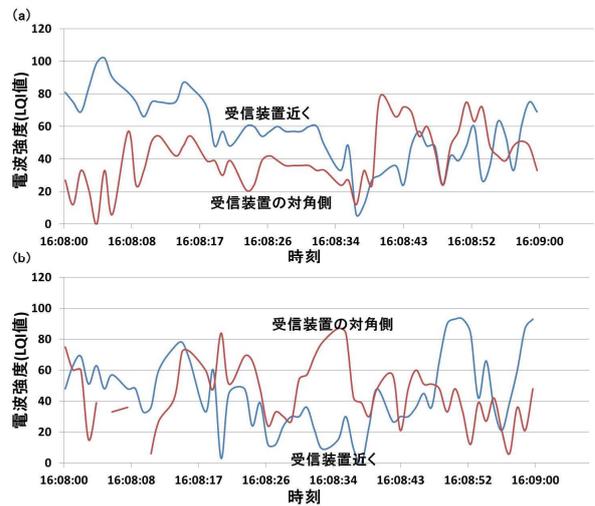


Fig. 9 中継装置における検知装置からの電波強度 (a)ID11 (b) ID12

Fig.10 に受信装置における検知装置からの電波強度の時刻変化を示す。中継装置での電波強度と同様に電波強度の変化は大きいですが、乗駕のあった時刻付近で同じ方向を向いているときには ID11 と ID12 で電波強度がほぼ一致した。このことから電波強度からも牛の位置を推測出来る可

能性が示された。

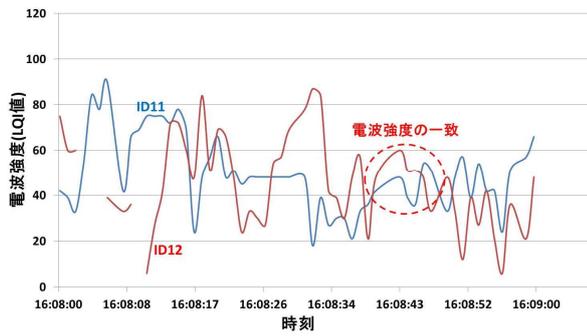


Fig. 9 受信装置における検知装置からの電波強度

5. まとめ

牛の行動を監視するためのシステムの開発をおこない、発情発見のためのスタンディング牛の検知を目指した。地磁気センサと電波強度により、マウンティング牛と近接する牛の推定が出来る可能性が示された。