

牛の分娩検知システムの開発（第1報）

機械電子科 中山 洋 井出達樹 長谷川茂*
 静岡県畜産技術研究所 赤松裕久
 株式会社メディカルプロジェクト 小林信明 一言貴則

Development of a Labor Detection System in Cows during Delivery (1st Report)

Hiroshi NAKAYAMA, Tatsuki IDE, Shigeru HASEGAWA, Hirohisa AKAMATSU,
 Nobuaki KOBAYASHI and Takanori HITOKOTO

Unrestrained monitoring system for detecting respiration and pulse and staying/leaving on bed without physical restraint has been developed. The method for detecting labor in a cow by applying the developed system was investigated.

Mat with air pressure sensor (Sensor-mat) was placed on the floor of the calving pen. Output signals obtained by Sensor-mat depended on movements of the cow. The method of measuring time interval of the signal on particular voltages was useful for detecting labor in the cow. The method for detecting labor was applied to 9 parturient cows. As a result, the labor in 9 parturient cows were detected before parturition.

The cow monitoring system for detecting labor before parturition without physical restraint was produced. This system will be able to send a text message and picture to mobile phone when a cow is in labor.

Keywords : cow, delivery, labor, unrestraint, detection

キーワード：牛、分娩、陣痛、無拘束、検知

1 はじめに

当センターでは、これまでにマットレスの下に設置できる「呼吸脈拍センサ」と「離床センサ」を開発し、それを用いて要介護者の状態（呼吸、脈拍、離床、在床等）を無拘束で見守ることのできる新たなシステムを開発し、商品化した¹⁻³⁾。開発した技術は、介護分野だけでなく、他の分野にも応用可能であり、要望も寄せられている。その中で、静岡県畜産技術研究所から「夜間監視等の労働時間短縮と分娩事故低減のために、牛の分娩兆候である陣痛を自動検知したい」との要望があった。そこで開発技術を基に、無拘束で牛の分娩を検知できるシステムの開発に取り組んだ。

2 方法

2.1 試作センサマットの牛分娩房への設置

チューブ構造を有するマットとチューブの片端に「呼吸脈拍センサ」で用いた特殊な空圧センサ¹⁾を接続したセンサマットを試作し、牛分娩房の床に設置した(写真1(a))。そしてビデオカメラを用いて牛の動きを



(a) センサマット



(b) データ収集装置

写真1 牛分娩房に設置したセンサマットとデータ収集装置

*) 現 工業技術研究所 機械電子科

録画する装置とセンサマットから得られる出力信号を記録する装置を設置し、時間的に同期したデータを収集した (写真 1 (b))。

2.2 分娩検知方法の検討

収集した牛のビデオ映像とセンサデータを基に、分娩時の特徴的な動きを選び、その信号出力を抽出した。抽出データを用いて、分娩兆候である陣痛時のいきみを選択的に検知できる方法を検討した。

2.3 牛分娩検知システムの試作と設置

得られた分娩検知方法を用いて、離れた場所においても牛の分娩兆候を報知できるシステムの検討及び試作を行った。この試作したシステムを牛の分娩房に設置した。

3 結果および考察

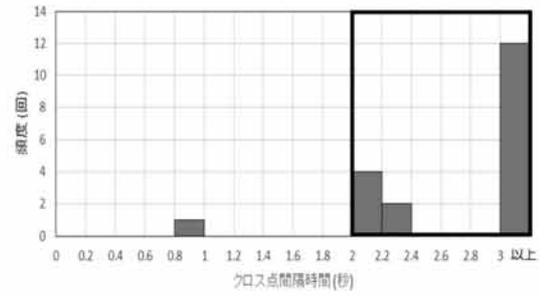
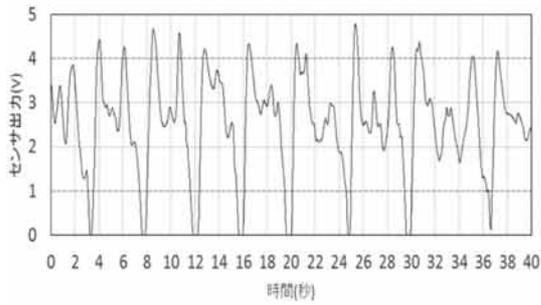
分娩房の床に設置したセンサマットが牛の動きを検出し、牛の動きに応じたセンサ出力が得られた。牛の特徴的な動きから得られるセンサ出力とビデオ映像を基に検討した結果、牛の動きの時間間隔を計測・解析する方法 (クロス点解析) により、陣痛時のいきみを選択的に検知できることが分かった。これは一定時間サンプリングしたセンサ出力波形に2つの基準電圧を設け、センサ信号が基準電圧をクロスした時の時間

間隔を計測し、ヒストグラム分布を作成し、時間間隔と頻度を特徴量とすることにより検知する方法である。特徴的な動きから得られたセンサ出力とクロス点解析によって得られたヒストグラムの結果を図1に示す。分娩の兆候を示す陣痛 (横臥) 時には、クロス点間隔時間が2秒以上に多く出現し、それ以下では少ない出現傾向であることが分かった。これは陣痛時には下腹部に力を入れる特有の大きな動きを示し、時間的なばらつきはあるものの2秒以上の間隔で繰り返し行うことに起因している。一方、移動時や横臥～起立等の体位変更時には、クロス点間隔時間は大きな偏りを示さず、分散する傾向であった。これは移動時や体位変更時には、大きな動きを継続して行うが、規則的な動きを示さないことに起因している。また動き (横臥) 時には、クロス点間隔時間は分散し、出現回数も少なくなる傾向であった。これは動き (横臥) 時には体を動かさず動きをするが、規則性も無く、また少ない傾向であることに起因している。

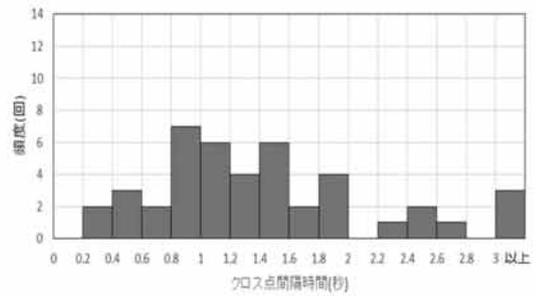
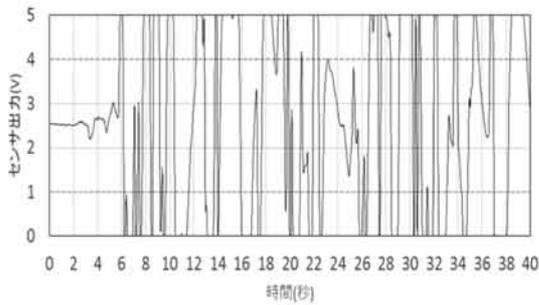
これらを基に、クロス点間隔時間と頻度を特徴量として分娩検知アルゴリズム及びプログラムを作成し、これまでに得られた9頭分の牛の分娩実証データに適用した。その結果を表1に示す。牛の個体差によって陣痛時の動きに違いが見られ、いきみの時間間隔にばら

表1 牛分娩検知プログラムの分娩実証データへの適用

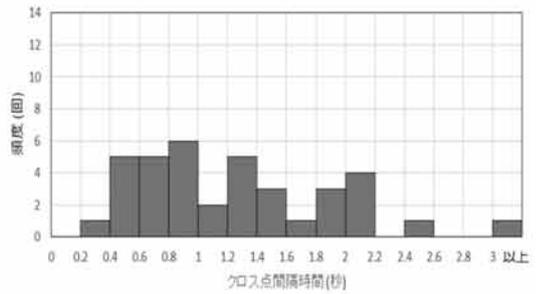
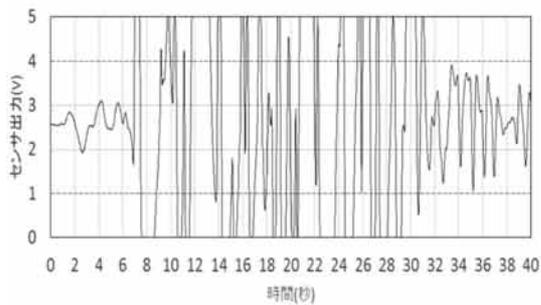
牛 No.	分娩の状況	分娩/センサ陣痛検知の時刻	
1	自然分娩	分娩	9:10:00
		センサ陣痛検知	8:34:40
2	自然分娩	分娩	5:27:00
		センサ陣痛検知	5:24:20
3	自然分娩	分娩	1:07:00
		センサ陣痛検知	0:56:00
4	介助分娩	分娩	13:14:00
		センサ陣痛検知	12:21:40
5	介助分娩	分娩	17:19:00
		センサ陣痛検知	17:05:00
6	自然分娩	分娩	11:40:00
		センサ陣痛検知	11:36:40
7	立位分娩	分娩	23:27:30
		センサ陣痛検知	20:39:20
8	介助分娩	分娩	22:29:00
		センサ陣痛検知	18:56:40
9	自然分娩	分娩時	5:42:10
		センサ陣痛検知	5:36:00



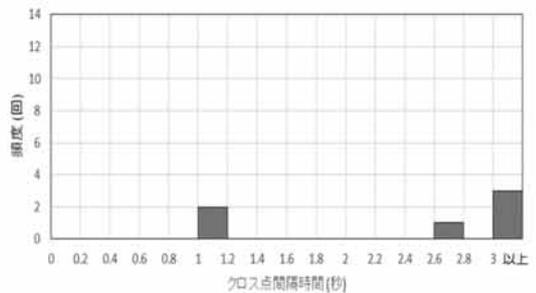
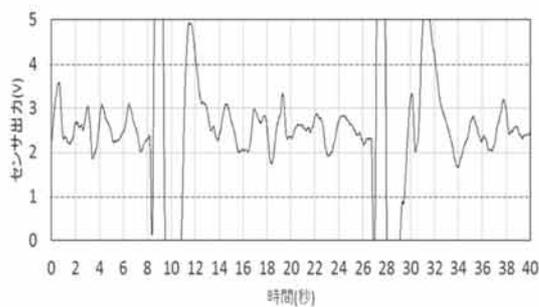
(a) 陣痛 (横臥)



(b) 移動



(c) 体位変更 (横臥～起立)



(d) 動き (横臥)

図1 センサ出力とクロス点解析によるヒストグラム

(サンプリング周波数：100Hz、サンプリング数：4000点、基準電圧：1Vと4V)

つきが見られたり、いきみの間に細かく体を動かしたりする場合もあったが、すべての症例で分娩前に陣痛の検知が可能となった。また分娩までの時間にばらつきが見られたが、これは陣痛の長さが牛によって異なることが大きく起因していると考えられる。

得られたアルゴリズムを用いて、牛分娩検知システムを試作した。分娩房に設置した試作システムの概要を図2に示す。分娩房の床に設置したセンサマットからの信号を、コントロール装置内でクロス点解析処理を行い、陣痛の判別を行う。陣痛と判断した場合には送信機より、登録したスマートフォンにメール送信が可能となる。メールには陣痛を検知した時刻とネットワークカメラで撮影した写真が添付される。またスマートフォンから現在の牛の動きを動画で確認することもできる。

4 まとめ

分娩房の床にセンサマットを設置することで、牛の動きに応じたセンサ出力が得られた。クロス点解析を行うことにより、分娩兆候である陣痛を無拘束で検知できることが分かった。

クロス点解析による手法により、得られた9頭分のすべての分娩症例において、分娩前に陣痛の検知が可

能となった。

得られた結果を基に、陣痛を検知した時にスマートフォンにメール送信可能な牛分娩検知システムを試作した。これにより陣痛があった場合には、酪農従事者はどこにいても陣痛の報知を受けることが可能となり、夜間監視等の労働時間短縮と分娩事故の低減に貢献できると考えられる。

今後、試作システムを用いて実証試験を行い、得られた結果の検証・解析を行い、アルゴリズムやシステム構成等の改良を行う予定である。

参考文献

- 1) 岡田慶雄 他：無拘束見守りセンサシステムの開発（第1報），静岡県工業技術研究所研究報告，第9号，64-66（2017）.
- 2) 白井圭 他：無拘束見守りセンサシステムの開発（第2報），静岡県工業技術研究所研究報告，第9号，67-70（2017）.
- 3) 中山洋 他：無拘束見守りセンサシステムの開発（第3報），静岡県工業技術研究所研究報告，第9号，71-74（2017）.

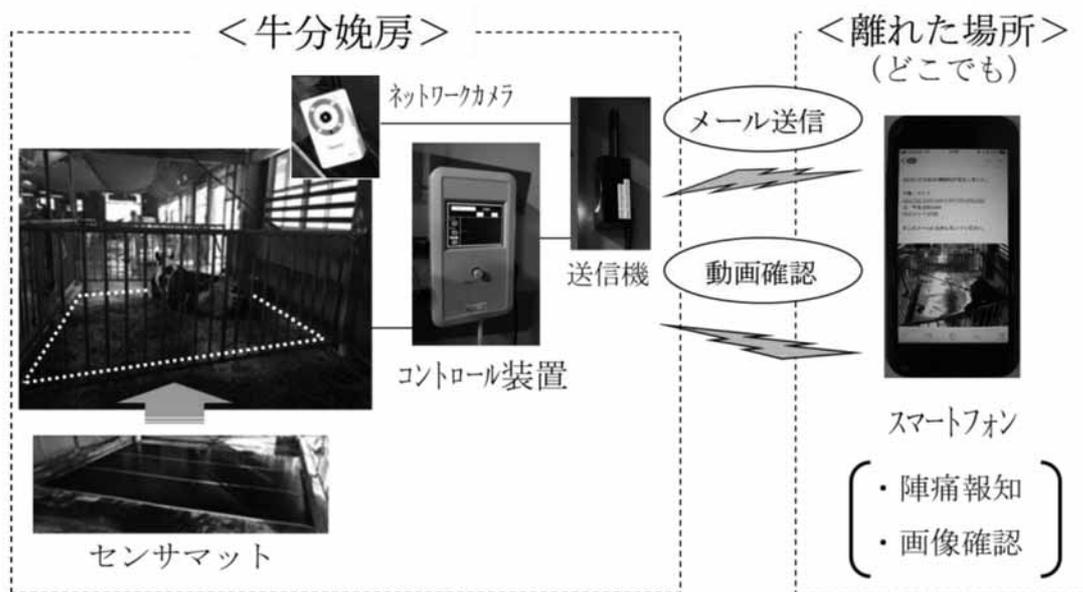


図2 牛分娩検知システムの試作概要