

牛の分娩検知システムの開発（第2報）

機械電子科 中山 洋* 井出達樹 真野 毅
 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 (2nd Report)

Hiroshi NAKAYAMA, Tatsuki IDE, Tsuyoshi MANO,
 Hirohisa AKAMATSU, Nobuaki KOBAYASHI and Takanori HITOKOTO

An monitoring system that does not use physical restraints for detecting respiration and pulse and when a cow lies down or gets up has been developed. The method for detecting labor in a cow through the application of the developed system has been investigated. A mat with an air pressure sensor (a sensor mat) was placed on the floor of the calving pen. Output signals obtained by the sensor mat were in accordance with the movements of the cow. An experiment was made in detecting labor from signals output from 20 cows in labor by using a machine learning technique. This method based on machine learning technique has been applied to 8 cows in labor. As a result, labor in these 8 cows was detected before they gave birth.

In this report, the prototype of a cow monitoring system with a sensor mat shows that e-mails with the time of labor and photographs are sent to a mobile phone at the time when cows are actually in labor.

Keywords : cow, Delivery, unrestraint, detection, machine learning

キーワード：牛、分娩、無拘束、検知、機械学習

1 はじめに

当センターでは、これまでに要介護者の状態（呼吸、脈拍、離床、在床、活動量等）を無拘束で見守ることのできる新たな介護用見守りシステムを開発し、製品化した¹⁻³⁾。ここで開発した技術は、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。そこで要望に基づき、昨年度までに静岡県畜産技術研究所と県内中小企業と共同で牛の分娩検知技術の開発を進め、牛の分娩兆候（陣痛）を検知する方法や分娩兆候を報知できるシステムの試作を行った⁴⁾。

本年度は、試作システムの実証試験や機械学習による手法を用いた陣痛検知方法の検討を行ったので報告する。

2 方法

2.1 試作した牛分娩検知システムの実証試験

牛の分娩房の床に設置したセンサマットとコントロー

ル装置と発信機及びカメラから成る試作牛分娩検知システム⁴⁾を用いて、分娩時における実証試験（11頭）を行った。

2.2 機械学習手法による陣痛検知方法の検討

牛分娩房の床に設置したセンサマットから得られる出力信号を記録する装置とカメラを用いて牛の動きを録画する装置により、時間的に同期したデータを収集した。

収集した実証データも増えたため、昨年度（9頭）および今年度（11頭）に得られた牛のビデオ映像とセンサデータを基に、機械学習手法であるサポートベクターマシン（SVM）を用いて、分娩兆候である陣痛を選択的に検知できる方法を検討した。

また得られたSVMによる陣痛検知プログラムを、未知の8頭分の実証データに適用した。

3 結果および考察

試作した牛分娩検知システムによる分娩時の実証試験の状況を図1に示す。分娩房において牛が分娩兆

*) 現 産業イノベーション推進課

**) 現 退職

候である陣痛の動きをした時に、センサマットから得られた信号をコントロール装置で検知し、発信機からスマートフォンにメールが送信された。送信メールでは陣痛検知時刻とその時の静止画像を確認できた(図1-①)。しかし、静止画像のみだと確実に陣痛の動きかどうかわからなかった。そのため、スマートフォン上で動画を確認することで確実に陣痛の動きを確認することができた(図1-②)。これによって、離れた場所でも牛が分娩兆候である陣痛があったかどうかを知ることが可能となった。しかしながら、11頭の症例のうち、2頭の症例で分娩前に陣痛を検知できなかったことが確認された。

そこで、昨年度(9頭)と今年度(11頭)合わせて20頭分の実証データ(1.4万データ)を用いて、機械学習であるSVMにより検討を行った。SVMは教師あり学習であり、マージンの最大化により識別境界を決定するため、コントロール装置への実装が容易である特徴を有する。一定時間(40秒間)内のセンサ信号の

クロス点時間間隔を計測し、長期間隔(2秒以上)と短期間隔(2秒未満)を特徴量とした。40秒間の時間窓を20秒ずつスライドさせて、順次特徴量を計測し、SVMに基づいた最適な判別式を検討・決定し、陣痛を検知するアルゴリズム及びプログラムを作成した。得られた陣痛検知プログラムにより、昨年度と今年度合わせた20頭でいずれの症例でも分娩前に陣痛を検知できた。

そこで、得られた機械学習手法による陣痛検知プログラムを未知の実証データ8頭分に適用した。その結果を表1に示す。牛の個体差にも対応し、すべての症例で分娩前に陣痛を検知できた。また正解率(正解データ/全データ)、適合率(正検知/全検知)、再現率(正検知/全陣痛)、F値(適合率と再現率の調和平均)ともに良好な汎化性能を示した。酪農現場の立場から分娩検知システムとして最も優先すべき点は、個体差にも対応し、分娩前に陣痛を検知できることである。その点に関して、すべての症例で分娩前に

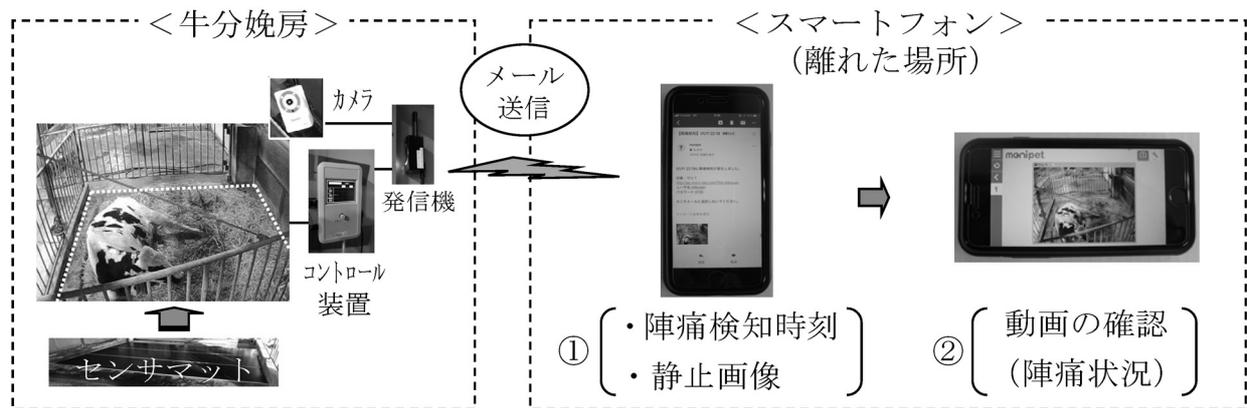


図1 試作した牛分娩検知システムの実証試験状況

表1 機械学習手法による未知実証データへの適用

牛 No.	陣痛 開始時刻	センサ 陣痛検知時刻	分娩時刻	正解率	適合率	再現率	F 値
A	02:16	02:26	04:34	0.978	0.903	0.667	0.767
B	22:07	22:07	02:41	0.984	0.889	0.706	0.787
C	14:57	14:57	15:21	0.982	0.714	0.500	0.588
D	13:23	13:23	14:35	1.000	1.000	1.000	1.000
E	05:06	05:06	07:57	0.987	0.267	0.667	0.381
F	12:41	12:41	14:04	0.986	1.000	0.704	0.826
G	16:40	17:02	17:56	0.992	0.700	0.638	0.667
H	02:38	02:42	03:11	0.992	0.571	0.444	0.500
合計				0.989	0.786	0.657	0.716

検知できたことは良好な結果といえる。通常、陣痛が始まってから1～2時間以内に子牛が生まれるため、分娩前に陣痛を検知することができれば、その後だけに注視して監視すれば良いことになり、昼夜を通した監視が軽減され、労働時間の短縮につながる。結果として、飼育者の肉体的・精神的負担の軽減に貢献できる。次に優先すべき点は、誤検知をできるだけ減らすこと、つまり適合率の向上である。そのため、さらに適合率を向上させるために今後症例数を増やし、機械学習手法による陣痛検知アルゴリズムの改良を行う余地があると考えられる。

4 まとめ

分娩房にて牛の陣痛があった時に、離れた場所にいる人のスマートフォンに陣痛を知らせるメール送信ができるとともに、その際の牛の画像や動画の確認も可能となる牛分娩検知試作モデルを開発した。

また累積した20頭分の実証データを用いて、機械学習に基づいた陣痛検知アルゴリズム及びプログラムを作成した。未知の8頭分の実証データに適用した結果、いずれの症例でも分娩前に陣痛を検知でき、良好な

汎化性能を示した。

今後、機械学習に基づいたアルゴリズムを導入した試作モデルによる実証試験及び改良を行うとともに、センサマットの低コスト化等の検討を行い、実用化可能なリーズナブルな分娩検知システムの開発を目指す予定である。

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）。
- 4) 中山洋 他：牛の分娩検知システムの開発（第1報），静岡県工業技術研究所研究報告，第11号，95-98（2018）。