

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 24 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25660219

研究課題名(和文) ICT技術によるインプラント型センシングによる放牧牛モニタリングシステムの開発

研究課題名(英文) Creation of implanted temperature sensor for grazing cattle by ICT

研究代表者

後藤 貴文 (GOTOH, TAKAFUMI)

九州大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70294907

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：ウシの正確なバイタルデータの検出および最適な牛の健康状態管理を実現するため、ウシの体内埋め込み型のセンシングデバイス、いわゆるインプラントセンサー/アクチュエータの実現に向けた研究開発を行った。従来の外付けの機器ではなく、体内に埋め込み可能なインプラント型の機器を実現することで、ウシにも人にも優しいスマートな畜産管理を実現させる繁殖牛管理や放牧牛等管理の礎とする。本研究は、IT関連の民間企業と協力して開発したものであり、工業用の温度センサを活用してインプラントにより、牛の体温をリアルタイムにPCで把握することが可能となった。本成果は、ウシ管理の省力化と効率化に貢献するものと強く確信する。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this project was to develop the vital sensing system for cattle, what is called, implanted temperature sensor/actuator, to realize to monitor cattle health, heat, calving and so on. If sensor attaches on the body of cattle, data of it is strongly affected by the environment. Therefore I utilized the small temperature sensor used in industries and modified it to adjust cattle body with collaboration with some companies. I succeeded to develop the model of implanted temperature sensor for cattle and could get data on the PC with wireless system from grazing cattle. I believe that this technology could contribute to improve or innovate cattle management.

研究分野：家畜生産生態学

キーワード：ICTファーム ウシ バイタルセンシング インプラントセンサー

1. 研究開始当初の背景

現在、畜産の現場では、農家による定期的な体温測定や目視による動態の確認、および血液検査等によって、ウシの発情時期や分娩時期の検出、感染症の疾病管理が行われている。しかしながらこれらの手法では、発情時期の正確な検出や迅速な伝染病予防などの対策において、検出時期が遅れたり、検出を見誤ったりすることがある。バイタルセンシングで最も重要な活用とされる発情探知においては、農林水産省の試算によると、酪農における繁殖牛の発情の見逃しによる受胎機会の逸失の潜在的な費用損失は439億円にもなると推定されている。このような事態を防ぐために、継続的に牛にセンサーを取り付けて各種データを取得しようとする試みがなされている。ウシの行動特性を活用した万歩計や、体温センサーや加速度センサーのベルトによる装着によるセンシング技術が出てきている。しかし、このようなウシのバイタルデータやアクチュエータを、ウシの体外に取り付けた機器から制御したり、センシングしたりすることは、機器の脱落、機器の脱着の手間も大きく、また、ウシにとって負担も大きい。体外に取り付けた場合、ウシへのストレスが大きいだけでなく、壊れたりする可能性も大きい。体外に取り付けられた機器が壊れて、牛の体に傷を負わせてしまう可能性もある。さらに、体外に取り付けられた機器からのバイタルデータセンシングでは、環境に左右されて取得したデータの精度に問題があることも多いため、100%確実な牛の健康状態監視ができないことが多い。

2. 研究の目的

ウシの正確なバイタルデータの検出および最適な牛の健康状態管理を実現するため、ウシの体内埋め込み型のセンシングデバイス、いわゆるインプラントセンサー/アクチュエータの実現に向けた研究開発を行った。

従来の外付けの機器ではなく、体内に埋め込み可能なインプラント型の機器を実現することで、ウシにも人にも優しいスマートな畜産営農を実現させる繁殖牛管理や放牧牛等管理の礎とする。本研究は、IT関連の民間企業と協力して開発するものであり、ウシ管理の労力低減や効率化を実現する未来の技術として期待できる。本成果は、ウシ管理の省力化と効率化に貢献するだけでなく、ペットや、さらに将来的に、ヒトへの適用に向けた基礎研究にもつながるものと強く確信する。

3. 研究の方法

九州大学農学部附属農場・高原農業実験実習場の黒毛和牛を用いて実施した。以下の4点について検討した。1) 牛へのインプラント機器の埋め込み方法などの基礎研究。2) 体内に埋め込まれたインプラント機器と体外を通信する方法の基礎検討。3) 体内に埋め込まれたセンサーからセンシングされたデータを対外へ送信する手段の基礎検討。4) 体内の最適な部位へインプラント機器を埋め込むことが可能なパッケージの基礎検討。これらの研究について、富士電機株式会社、九州ネットワーク研究所の技術的協力を得て実施した。

4. 研究成果

1) ウシへのインプラント埋め込み場所の検討を行った。ウシの解剖学的に見て、右下腹部が適所と選定した。理由は、以下である。右腹部は、給与飼料により発酵熱がでるルーメンもなく(ルーメンは左腹部)、腸が押し付けられている、骨のない部位であり、衝突等の衝撃および腸温度を反映できる可能性が強く、比較的、物理的にも生体温度取得においても適所だと思われた。

2) インプラント用のバイタルセンサーには、富士電機株式会社が工業用に開発している温度センサーを改造して用いた。温度センサーは2種類用いた。一つは、バッテリー式の

温度センサー（図1，左）であり，他方は，バッテリーレスの温度センサ（図1，右）であった。両センサーは，産業技術総合研究所により生体適合性の処理をほどこされたシリコンのケースの中に埋め込まれた。*温度センサーの詳細については，今後特許等，申請予定もあり控える。

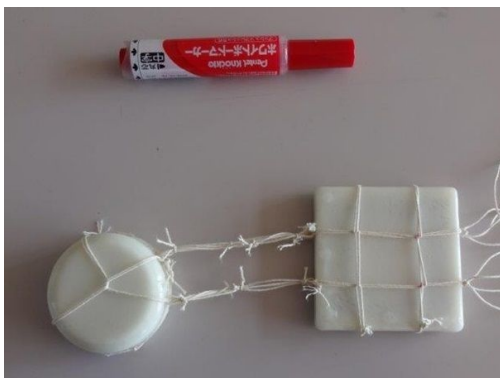


図1．1回目のインプラント実験で用いたバッテリー付温度センサー（左）とバッテリーレス温度センサ（右）

右腹部に，温度センサー2個（図1）をインプラントされた実験牛は，成熟した雌牛であったが，手術後に異常はなかった（図2）。



図2．インプラントされた手術直後の実験牛

インプラントされた実験牛より，バッテリー付温度センサーのデータは，牛舎内で無線で受信することが可能であった。また，インプラントされたバッテリーレス温度センサーのデータは，レシーバー（受信器）を皮膚のすぐ近くまでもっていかねば，データを収集できなかった（図3）。さらなる改良が必要と思われた。



図3．インプラントしたバッテリーレス温度センサーのデータを，レシーバーを用いて体外から採取する様子

3)次に，バッテリー付温度センサーの発信間隔を調整して，3年近くの稼働を可能として，さらにシリコンで直接コーティングしてコンパクトにした（図4，A）。それを，再び実験牛にインプラントした（図4，B）。また，新しくソフトウェアを開発し，工業用温度センサーのレシーバーから，データをウェブサーバーへ転送するしくみを構築した（図4，C）。

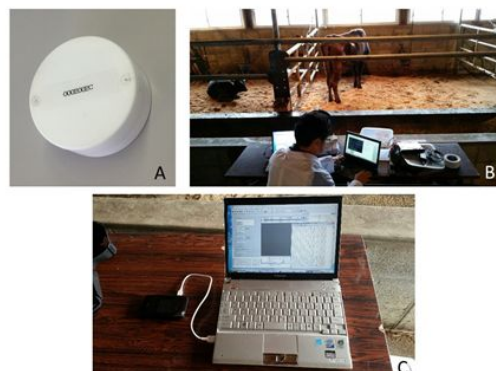


図4．2回目のインプラント実験で用いたバッテリー付温度センサー（A），インプラントされた牛（B）およびインプラント温度センサーのデータを牛舎でPCにて受信している様子（C）。

さらに，屋外にて，レシーバーと，レシーバーからのデータをウェブサーバーへ転送するしくみ，さらにそれらを稼働させるバッテリーを，一時的にインプラントした実験牛に背負わせて，屋外にて，体温データが収集可能か調査した（図5，6）。屋外のパドック（8mX10m）にて，実験牛を自由に行動させた状態で，体温データを収集することができた（図7）。体温データは，0.1単位で収集でき，屋内から屋外に出て，運動量が増えたことによる体温情報も収集された（図7）。

4) 今後は，温度センサーの更なる小型化により，牛へのインプラントに関する負担を軽

減し、また、レシーバー、ウェブへのデータ転送システムおよびバッテリーを首輪に乗る程度のサイズに小型化して、パッケージ化する予定である。



図5．バッテリー付温度センサーをインプラントし、その受信機とレシーバーとバッテリーを背負わせた実験牛の様子



図6．温度センサーをインプラントされた実験牛を屋外のパドックに移動した様子



図7．温度センサーをインプラントした実験牛からワイヤレスでPC上に体温情報を受信したデータ(上段)と牛舎内に置いた同じセンサーのリアルタイムの温度変化(下段)

5．主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

1. 後藤貴文, 衛藤哲次, 塩塚雄二. 放牧や粗飼料を主体とした牛肉生産の可能性, 食肉の科学, 54, 2, 147-153 (2013).
2. 後藤 貴文, 日本の森と山を活用する林畜複合経営の可能性—生物学的基礎, 土地の集積, 省力・効率化技術そしてマーケティングが必要, 畜産コンサルタント, 特集 放牧のさまざまな効用を考える. vol49 (587 , 11 月号) , p 41 - 47, 2013.11.
3. 後藤 貴文, 村西 明, ICT を活用した牛放牧における遠隔地管理システム, 月刊 LASDEC (財)地方自治情報センター, 平成 2 5 年 1 1 月号 連載企画 Search!! ~ 研究 report 学術の最先端はいま! 43(11), p30-35, 2013.11.
4. 後藤 貴文, 特集: 自給飼料活用における耕作放棄地放牧の可能性をさぐる~ 肉用牛の放牧飼養と管理技術に関する取り組み~, 畜産の情報, 2013.02

〔学会発表〕(計 3 件)

1. Gotoh, T. (招待講演) Challenges of application of ICT in cattle management. The proceeding of Asian Workshop on Smart Sensor Systems pp.9. (唐津、佐賀県、平成 27 年 3 月 27 日)
2. Gotoh, T. New Beef Production Strategy “Q Beef”: metabolic programming, ICT management system and utilization of domestic grass resources. The proceedings of 1st AsiaHiland and 2nd IDRC-SEARCA Upland Fellowship and Conference. 2015, January 8, in Chiang Mai, Thailand.
3. Gotoh, T. ICT remote management system for cattle grazing in mountainous areas of

Japan using a smartphone. The proceedings of Joint Forum of 2nd Japan-Singapore Research Exchange & ICT Farm Project. August 16-17, 2013. Kuju, Japan (基調講演)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤貴文 (Takafumi Gotoh)
九州大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：70294907

(2) 研究協力者

平山紀友 (HIRAYAMA, Noritomo)
上野英雄 (UENO, Hideo)
岩崎 渉 (IWASAKI, Wataru)