

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580312

研究課題名（和文） リモートコントロールシステムを用いた次世代型放牧管理システムの確立

研究課題名（英文） Development of grazing management system using remote control

研究代表者

平山 琢二（HIRAYAMA TAKUJI）

琉球大学・農学部・助教

研究者番号：00274887

研究成果の概要（和文）：本研究の最終目標は、無牧柵の放牧環境下において家畜などの管理動物を無人で効率的かつ省力的に飼養管理することとしている。今回の研究期間においては、家畜がどこで何をしているのかを集中的に管理し、リアルタイムで遠隔地において計測が可能な家畜の行動を把握するシステムの開発を目的とし、一連の試験を行った。現在までに遠隔地からリアルタイムで家畜の行動を計測するシステムを構築した。また、放牧環境下における家畜の心拍に関するデータの連続収集ならびに遠隔地からのリアルタイム計測が可能なシステムの開発も行った。

研究成果の概要（英文）：The policy objective of this research is managed livestock by uninhabited under efficient and reduction-of-labor-like. In this study duration, it aimed at development of the system which grasps the grazing animal's behavior measurable in a remote place in real time. By the present, the system which measures grazing animal's behavior in real time from a remote place was built. Moreover, continuation collection of the data about the cardiac beats of the animal under pasturage environment and development of the system in which the real-time measurement from a remote place is possible were also performed.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 1,300,000 | 390,000 | 1,690,000 |
| 2011年度 | 800,000 | 240,000 | 1,040,000 |
| 2012年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,000,000 | 900,000 | 3,900,000 |

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・草地学、畜産学・草地学

キーワード：家畜生産システム、家畜管理・福祉

1. 研究開始当初の背景

本課題は、家畜の放牧生産において無牧柵というフリースタイルでの管理技術を構築しようとするものである。これまで検討されてきた無牧柵手法では、放牧地の地形を利用したものがあるが、本申請技術は地形に左右

されず、さらに牧区設定までを無人および無柵で行う（遠隔コンピュータ総合管理システム）という点で大きな特色となる。さらにこれらの技術が確立されれば、単なる効率的な家畜生産という観点に留まらず、その構築したフィールドでのグリーンツーリズムなど

のレクリエーション機能や環境教育、さらには林間であれば森林セラピーへの応用が大きく期待される。したがって、「森林が有する多面にわたる機能の持続的発展」を意識した総合利用の可能性が極めて高い。すなわち、フィールドである森林に対しその地形、植生、被度、栄養成分分布、植林年、景観などをデータレイヤーとしてGISを構築し、さらに森林を利用する家畜はもとより、ヒトや他の野生動物にGPS搭載通信端末（本課題で開発）を携帯・付帯させ、双方向通信を行うことでフィールドとしての多目的利用を統合化することが可能となる。

2. 研究の目的

本申請では、無牧柵の放牧環境下において家畜などの管理動物を無人で効率的かつ省力的に飼養管理することを最終目的としている。すなわち、放牧地への管理対象動物の導入から退出までを管理し、さらに放牧中の動物の栄養状態や健康状態の把握、これらを基準とした牧区設定および牧区間移動にいたるまでを開発するシステムで行うものである。また、フリースタイルの無牧柵環境での草地状態（被度および栄養分布など）をGIS（Geographic Information System）を使って動物の摂草状況（本申請で開発する行動計測システムで計測）とシンクロさせ草地状態をシミュレートし、効率的に牧区設定および動物の移動を行うなどの総合的な管理体制を構築することを最終的な目的とする。

3. 研究の方法

これまでに開発を行った一連のシステムについて、まず現場フィールドで検証試験を行い、プロトタイプを作成を行う。また、本研究期間に開発の必要な対象動物の「リアルタイムPC表示ソフト」の開発と改良、「動物行動の効率的制御システム」について開発と改良を速やかに行う。特に「動物行動の効率的制御システム」の開発については、これまでにを行った微弱超音波パルス電流針による制御法を再検討しながら、“聴覚”や“視覚”などによる動物に機器類を付帯させない制御法についても検討し、長期的に安定した制御技術の確立を目指す。本課題では、長期的なかつ無人による動物行動の制御法の開発を主眼とした試験研究を進める。

以前の移動量計測システムはA1間欠信号を2方向交点計測法によるものであるが、本法は計測者による誤差（熟練度）が大きく、交点計測に手間を要するため、GPS情報をシステムに付加することで、簡易に高精度の位置情報が得られ、これによって家畜移動量が容易に計測できる。これまでに開発したシステムはGPS情報のみでなく、家畜の栄養状態において最も重要な採食・反芻・休息行動を

同時に計測できるもので、これらの情報によって、家畜が「今どこで何をしている」のかをリアルタイムで確認することができる。これら開発したシステムの現場における防水性も含めた耐衝撃性の検証に加え、電池消費などを検証し、プロトタイプ試作を行い、今後のシステム開発のコアとなる回路、機器を作成する。

4. 研究成果

(1) 研究開始1年目

研究開始1年目においては、家畜がどこで何をしているのかを集中的に管理し、リアルタイムで計測できるシステムの開発を行った。集中管理はPICで行い、PICでGPSデータならびに顎運動データを収集し、一定間隔で無線送信することで、遠隔地でリアルタイムに行動を計測することが可能となるシステムの開発を中心に行った。図1に示したように放牧家畜から無線で得られた位置情報、顎運動データをコンバーターを介してPCに取り込み、リアルタイムで顎運動を表示すると同時に、牧区内のどこにいるのかを表示する。それらのシステムの構築によって家畜がどこで何をしているということをリアルタイムに把握することが可能となった。このシステムによって、放牧地内の草地の効率的な利用ならびに異常行動などから病牛の検出について検討することが可能となった。その一方、課題として、繁殖適期の把握やきめ細かい個体毎の健康状態の把握が難しい点が生じた。これらの課題を解消するためには、家畜の体温など、病気や繁殖に関連する指標の測定が必要となる。

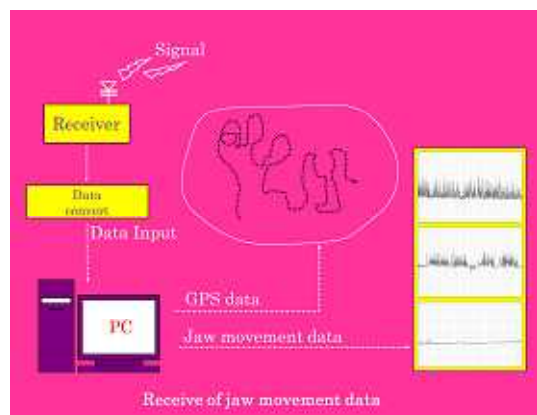


図1. システム全体の概念

(2) 研究開始2年目

研究開始2年目においては、家畜の健康状態を常に監視できるシステムの構築を目指し、その指標として体温を遠隔地から計測できるシステムの開発について検討した。まず長期的な体温計測が必要である点から、通常用いられている直腸温度や膣内温度を長期継続して計測することは事故の危険性や家

畜衛生上から、好ましくないものと考え、他の部位による体温計測を試みた。本年度は、首輪の裏側に温度センサーを装着し、首輪直下裏の体表部の温度が直射日光にあたらず環境温度の影響を受けづらいものと考え、同部位での体表温度と直腸温度の各シーズンにおける相関性について検討した。その結果、季節によって相関性が異なり、さらに回帰式も季節によって異なってくるものが明らかになった。このことから、本部位における温度計測で体温を推測することは困難であることが示された。さらに耳内温度についても同様に行ったが、首輪直下裏体表部の結果と同様であった。図2に開発したメイン回路図を示した。中枢回路はPICでPCよりプログ

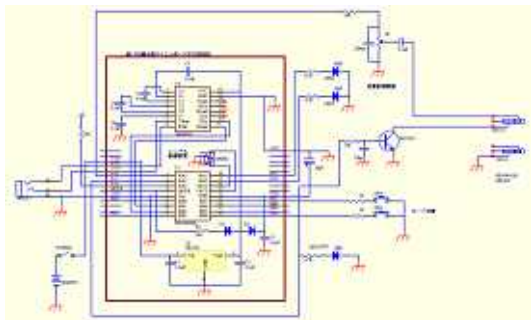


図2．メイン回路図

ラムを入力し作動するものとした。これにより大幅な省電力化ならびに小型化が可能となった。さらに接続デバイスをGPS機器、体温計測器、顎運動計測器とし接続機器を比較的容易に増加することが可能のようにシステムを改良した。今回は体温の計測において、体表面でかつ太陽光が直接照射されない首輪裏側の体温を計測したが、環境温度と相関が高く、体温を正確に計測するには至らなかった。図3にメイン回路を含む開発したシステム全体を示した。中央にメイン回路、右下に発信回路、左にGPS機器となる。中央上の機器はPCからプログラムをインストールする際に必要になる機器で実際に動物に付帯の際には省かれる。

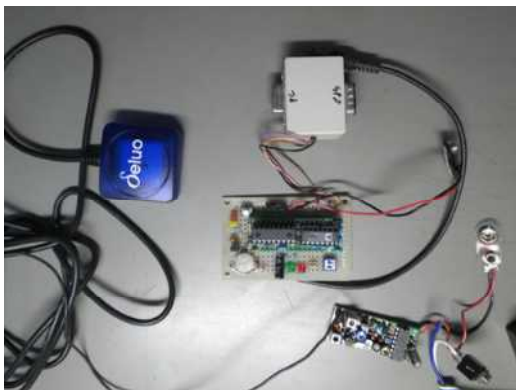


図3．開発したシステム



図4．実際にウシに装着したところ

図4に実際にウシに装着して、放牧した際の写真を示した。特に違和感を持つこともなく観察された。特に顎運動計測用シリコンチューブは採食や反芻などで違和感を生じる可能性が示唆されたが、観察所見では特に違和感なく行動した。

(3) 研究開始3年目(最終年度)

研究開始3年目においては、心拍数の長期ならびに遠隔地より記録できるシステムを試作したが、現時点までで遠隔地からリアルタイムでデータを受信は可能である半面で、連続記録時間が約2日間と、短期間であり、心拍プローブの耐久性に問題が残る結果を得た。心拍プローブの場合、測定対象動物の体毛を剃毛する必要があることと、装着部位の電気伝導率を上げておく必要がある。そのことから、電極クリームなどの塗布があるが、時間の経過と共に劣化することから、クリーム塗布後、電極を装着しその上を覆うようにカバーをすることで今回は約2日間程度、データの採取が可能であった。今後、安定的にかつ長期にわたってデータを採取しようとする場合、画鋲電極などを用いるか、皮下埋没式で非接触型の電極などの応用が考えられる。いずれにしても、放牧環境下で本システムを活用して心拍の遠隔測定は可能であった。

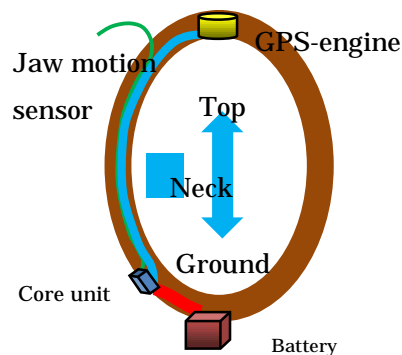


図5．システムの概念図

図5に今回開発した基本的なシステム概念図を示した。本システムに様々なデバイスを接続することで、顎運動、位置情報データのみでなく、生態情報を効率的にリアルタイムで計測することが可能となる。今回開発した

回路では上述の2情報(顎運動、位置情報)以外に3デバイスの接続が可能である。しかし、その一方で接続デバイスの増加に伴って電池消費の変化ならびにメイン回路への負荷が高くなった場合の動作安定性について課題が残ることから、今後、これらの諸問題について詳細に検討する必要がある。

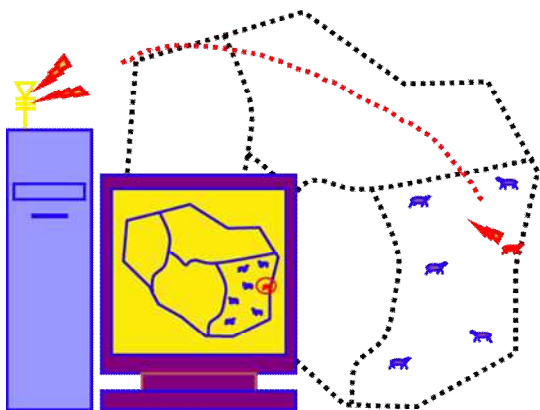


図6．開発したシステム図

図6に示したように、本研究の最終目標である「無牧柵の放牧環境下において家畜などの管理動物を無人で効率的かつ省力的に管理可能なシステムの開発」において、今回の研究期間においては、遠隔地からリアルタイムで家畜の行動を計測するシステムを構築した。また、放牧環境下における家畜の心拍に関するデータの連続収集ならびに遠隔地からのリアルタイム計測が可能なシステムの開発も行った。

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)

〔学会発表〕(計3件)

Takuji HIRAYAMA、Development of Pasturage Managerial System Based on ICT、The 15th AAAP ANIMAL SCIENCE CONGRESS、2012年09月26日、Bangkok(Thailand)

平山琢二、リモートシステムによる放牧管理システムの開発、日本畜産学会(特別講演)、2011年8月26日、青森県

平山琢二、遠隔操作による放牧家畜の効率的な管理方法を目指して、日本畜産学会、2011年8月26日、青森県

〔図書〕(計1件)

扇元敬司、新判畜産ハンドブック(分担執筆、放牧衛生)、講談社、2013年、ページ数未定

6．研究組織

(1) 研究代表者

平山 琢二(HIRAYAMA TAKUJI)

琉球大学・農学部・助教

研究者番号：00274887