

実施企業名:旭光電機株式会社

研究課題名:乳牛の乳房炎リアルタイム診断用小型近赤外線分光分析装置の開発

## 1. 研究の概要

乳房炎は世界的に最大の家畜感染症であり、酪農における深刻な問題となっている。乳房炎を迅速に診断する手法としては、近赤外線分光分析法があるが、現状では環境変動に弱く診断装置も大型であるため、研究レベルにとどまっている。小型の乳房炎診断装置が実現すれば、ミルクに取り付けることで搾乳中にリアルタイムで診断が可能となる。また、進行段階の判定が可能であり、乳房炎をより早い段階で発見することも可能となる。乳房炎は早期発見すれば治療も容易であり、健全な乳牛からの安全な牛乳の生産が実現する。本研究では、確実な診断精度、耐環境・ノイズ性能、簡便な操作性等を満たすリアルタイム乳房炎診断装置の実現を目標とする。

## 2. 研究目標の達成状況と実用化への展望

当初の研究目標に対して一定の成果が得られたが、実用化に向けて解決すべき点が多く見受けられる。

### 研究目標の達成状況

研究目標	達成状況
乳房炎診断用の小型近赤外線分光分析装置を開発・評価する。目標の形状（長さ 20cm、幅と高さ 10cm 以内）、耐環境性能（外乱光除去率 99.9%以上（60dB 以上）、分光精度などの実現度合いを明確にする。	小型近赤外線分光分析装置を試作した。筐体を再利用したため外見形状は目標値を超えたが、内部は大幅に小型化が行えたことから目標形状を達成した。耐環境性能は交流変調を加えることで60dBを達成し、得られた吸光度カーブから多変量解析が行えることから一定の分光精度を満たしたことを検証した。
20波長の近赤外 LED で構成されたモジュールを試作し、特性を評価する。	波長が異なる近赤外線 LED を 18 素子円盤状に並べた投光モジュールを試作した。
光 MEMS アクチュエータを組み込んで評価する。	立命館大学が作成した光 MEMS アクチュエータを試作機に組み込んで、アクチュエータによる光量制御が行えることを確認した。
摂動付与の影響度を厳格に測定可能な検証装置を作ると同時にそれを用以て定量化する。	吸光度カーブに大きな影響を与える温度の要因を排除すべく、同一構成でかつ温水連続供給で温度を安定化した検証装置を作製し、光摂動付与の影響を厳密に定量化した。
診断可能となった二次試作装置を農業技術センターのフィールド(農場)に持ち込み、搾乳中の乳汁に対するリアルタイム診断を行ってその診断精度を明確にする。従来法との比較検証も実施してその優位性を明らかにする。	完成した二次試作装置を農業技術センターのフィールドに持ち込み、搾乳中の乳汁に対するリアルタイム診断を行い、その診断精度を多変量解析にて検証した。既存の高精度分光器 2 機から得られた吸光度データと比較検証した結果、本研究の二次試作装置について乳房炎診断が可能であることを示唆する結果が得られたが、更なるデータの蓄積とアルゴリズムの開発に課題が残された。

### 採択企業における実用化への展望

今後も引き続き、乳牛の乳房炎診断の実現を目指して、診断制度の向上及び装置の小型化を進めるとしている。また、波長の異なる複数 LED 光源による簡易分光器装置による低コスト化・超小型化の検討や、食品検査など他分野への展開も視野に入れた研究開発を進めていくとしている。

### 3. 総合所見

#### (総合)

当初の研究目標に対して一定の成果が得られたが、実用化に向けて解決すべき点が多く見受けられる。

本研究では、乳牛の乳房炎診断用の小型近赤外線分光分析装置の開発が行われた。その結果、小型分光分析装置の試作・開発が行われ、フィールドテストも実施された。ハード的な目標はほぼ達成されたと評価できるが、乳房炎診断のアルゴリズムの有効性が明確でなく、乳房炎診断装置としての実用化には多くの課題が残されている。ただし、本技術が実現すれば小型の近赤外線分光装置として様々な分野での実用化の可能性は大きい。他分野への応用も視野に入れて、引き続き研究開発を進めて欲しい。

#### (詳細)

光 MEMS を用いた分光器や多波長発光可能な近赤外 LED 素子の開発、要素技術を組み合わせての小型近赤外線分光分析診断装置の開発及びフィールドテストの実施によるデータ蓄積など、概ね当初の目標は達成されたが、多変量解析に基づくアルゴリズムにより乳房炎診断が可能であるかどうかは明確であるとは言い難い。よって、乳房炎診断装置の開発という全体の目標に対しての達成度は低いと言わざるを得ない。

本技術の基本特許は事業開始前に出願されており、本研究により 2 件の特許が新たに出願された。本研究により開発された部品は完成度の高いものも含まれるため、乳房炎診断用のみならず、汎用的な部品としての特許取得も検討してもらいたい。今後に向けて着実に知的財産戦略を展開してもらいたい。

本研究の目的であった乳房炎診断については、前提となる乳房炎診断アルゴリズムの有効性が不十分であると考えられるため、実用化までには時間を要すると考えられる。しかし、分析装置に組み込まれている個々の要素技術については完成度が高いものも含まれており、他の用途での実用化は非常に有望であると考えられる。乳房炎診断実現のための課題の解決と並行して、他用途における実用化の検討も進めてもらいたい。

現時点では製品化に向けた課題は多く残されているものの、搾乳現場で使用可能な乳房炎診断装置が完成すれば、一定の市場が確保できると期待される。また、乳房炎診断に限らず、小型の近赤外線分光装置として、現在近赤外線分光分析を行っている幅広い分野に転用が期待される。さらに、本研究で得られた個々の要素技術は、部品または製造ノウハウを分析機器メーカー等に販売できる可能性もある。様々な可能性を秘めた技術開発であるため、引き続きの研究開発を期待したい。