

補助事業番号 2022M-231

補助事業名 2022年度 局所筋活動評価のためのウェアラブル積層型センサの開発と評価
補助事業

補助事業者名 佐賀大学 理工学部 電気電子工学部門 准教授 木本 晃

1 研究の概要

本研究では、開発した筋活動測定を可能とする積層型センサにより、実際に自転車エルゴメータによる運動下での局所筋活動を測定し、市販の呼気ガスセンサと比較することで局所筋疲労を含めた筋活動評価の可能性を検証した。結果から局所筋疲労の指標であるATの検出の可能性を示した。さらに、実用化に向けてセンサシステムの小型化を図り、これまでのシステムと同等の精度での測定の可能性を確認した。しかしながら、小型システムでの運動及び疲労評価までには至らず、課題等が見つかった。よって、本研究により、局所筋疲労を含めた筋活動解析システムの開発に向けた重要なデータを得ることができた。

2 研究の目的と背景

Society5.0時代のヘルスケアの実現に向けて、健康寿命の延伸の取り組みが進められている。健康寿命延伸のための1つとして、適度な身体活動・運動が推進されている。そのためには、適度な活動・運動量を評価することが必要である。また、アスリートなどのトレーニングにおいても、故障の予防や適切なトレーニングの評価のため定量的な評価が必要である。よって、局所的な筋活動量を定量的に評価し、適切な運動を行うシステムの確立が必要である。

本研究の目的は、局所筋疲労を含めた筋活動解析を可能とするセンサを開発することである。これまでに、筋活動により生じる筋電図(EMG)、筋音図(MMG)及び酸素動態の近赤外分光(NIRS)の3つの異なるパラメータの測定を可能とするEMG、MMG及びNIRS積層型センサを開発した。本研究では、開発したセンサにより、実際にエルゴメータによる運動下での局所筋活動を測定し、市販の呼気ガスセンサによる測定値と比較することで局所筋疲労を含めた筋活動評価の可能性を検証する。さらに、実用化に向けたセンサシステムの小型化を図り、その有用性を評価することである。

3 研究内容 (<http://www.bioengineering.saga-u.ac.jp/research/kimoto.html>)

(1) ワイヤレス積層型センサの局所筋活動評価

図1にエルゴメータ運動下での開発したワイヤレス積層型センサによる局所筋疲労評価の実験の写真を示す。図1 (a)に外側広筋に配置したセンサの写真を示す。図1(b)に開発したセンサによる疲労の指標となるAT(無酸素性作業閾値)の検出について評価するために市販呼気ガスセンサ(VO₂master)により酸素摂取量(VO₂)、換気量(V_e)を測定した。実験は図1(b)に示すようにエルゴメータによるランブ運動(漸増負荷運動)を行い、負荷200 Wあるいは心拍数160 bpm程度になったところで運動を終了した。実験結果を図2に示す。図2 (a)にEMGとHbの比と5次近似し

た結果を示す。結果から、EMG及びHbにおいて、8分過ぎで傾きが異なっていることがわかる。また、Hb/VEMGの近似式より、8分過ぎで極値を取っており、これは、これまでの結果からATであることが予想される。ATを評価するためにVO2masterにより得られたVe/VO2の測定結果を図2(b)に示す。結果から9分程度で極値を取っていることがわかる。

これらの結果から、開発したセンサによるATは市販の呼気ガスよりやや早く極値が表れているが、AT予測の可能性を有していることがわかり、センサの有用性が示された。

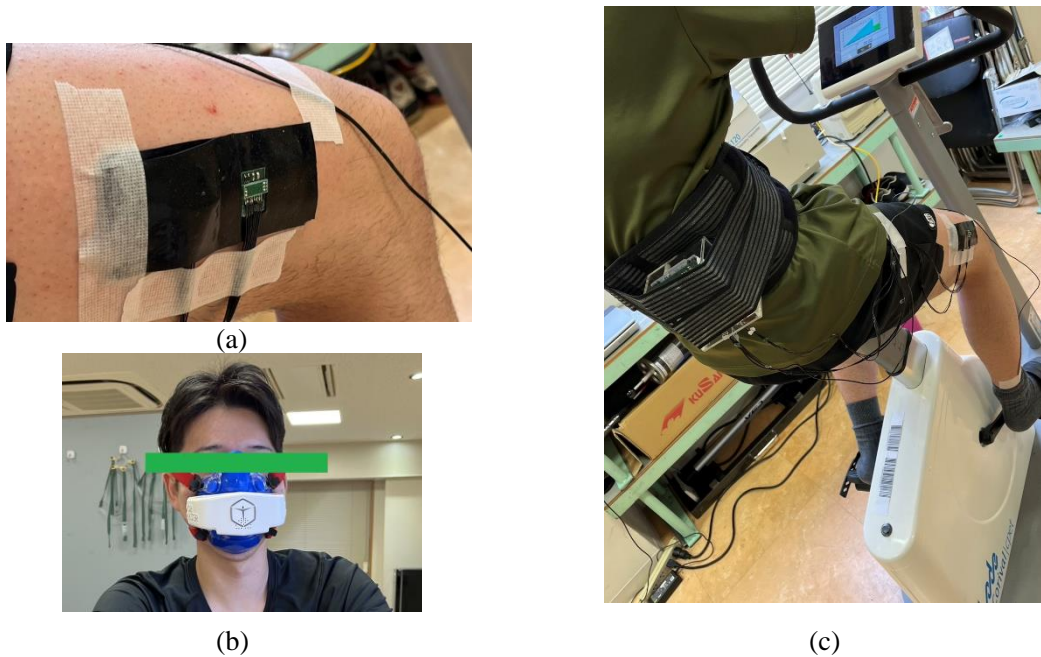


図1. エルゴメータ運動による局所筋活動実験(a)センサの配置 (b)呼気ガスセンサ装着の様子 (c) エルゴメータ運動時の様子

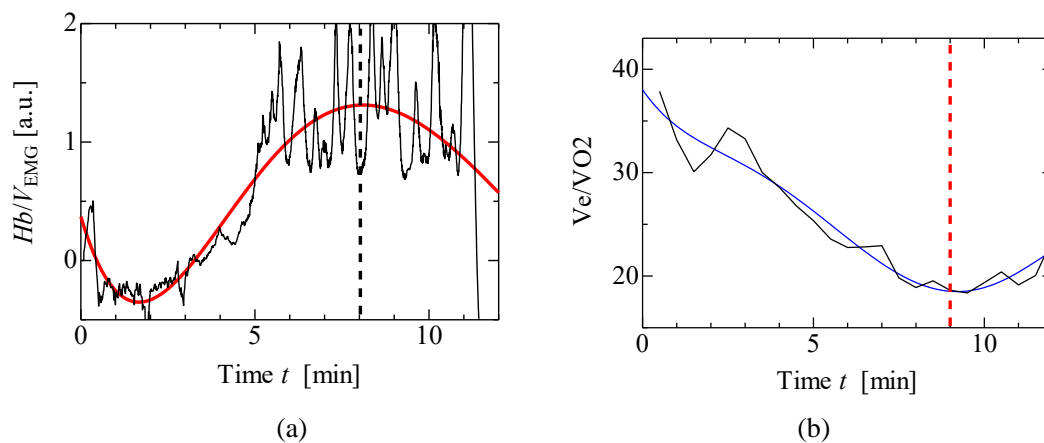


図2. 実験結果 (a) Hb/VEMG (b) Ve/VO2

(2) ウェアラブル型センサの性能評価

実用化に向けてセンサシステムのウェアラブル化を図った。図 3 に信号システムを示す。図 3 に示すように信号処理回路及びマイコンの小型化を図り、これまでのセンサシステムの 1/2 以下のポケットサイズを実現した。小型化システムによる測定精度を評価するために、実際に、回路に疑似信号を入力し、出力信号の安定度を測定した。結果より、これまでの測定システムと同程度の精度での測定の可能性をえた。しかし、自転車エルゴメータを用いた生体での測定は、ノイズの影響から、本システムを使った測定の評価までには至らなかった。今後、問題点を改善し、エルゴメータ運動下での測定を行い、センサシステムを評価する予定である。

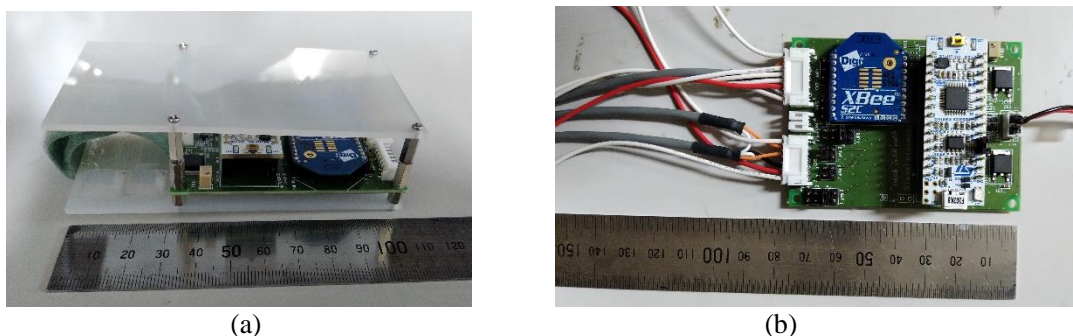


図3. ウェアラブル型センサシステム(a)信号処理システム(ケース) (b) 信号処理回路(内部)

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

エルゴメータによる運動下での開発したセンサによる局所筋疲労の評価及び実用化に向けたセンサのウェアラブル化を図り、センサの有用性について評価した。結果から開発したセンサによる筋疲労評価の可能性を得た。また、実用化へ向けたセンサシステムのウェアラブル化を実現した。本研究でデータをもとに疲労を含めた筋活動解析を可能とするウェアラブルセンサを開発することで適切な運動評価が可能となる。高齢化社会においては、筋力を維持、向上のための毎日の適切な身体運動を実現することで、健康寿命の延伸の1手法として期待できる。さらにスポーツにおいて、はこれまで以上に適切なトレーニングが期待でき、アスリートの技術向上、スポーツを通じた新しい価値創出への展開も期待できる。また、リハビリにおいては、運動メニューの最適化が可能であり、運動機器やロボットを用いたリハビリの向上なども期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者は、センサやセンシングの開発に関する研究に従事してきた。また、生体の多機能型イメージングやウェアラブル型の生体センシングシステムの開発に従事し、筋疲労を含めた局所筋活動評価のための積層型センサを開発し、その有用性について検討を行っている。

本研究において、開発したセンサによる局所筋疲労の評価及び実用化に向けたセンサのウェアラブル化を図り、開発したセンサによる筋疲労評価の可能性や課題などの今後の実用化に向けた重要なデータを得ることができた。今後は、これらの成果をもとに、運動評価のためのウェアラブル筋活動測定システムの開発を進める予定である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

上田 晃太, 木本 晃, “局所筋疲労解析のための ワイヤレス EMG/MMG/NIRS 積層センサの評価”, 電気学会計測研究会, 電気学会計測研究会資料, pp.11-15, (2023.3)

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

<http://www.bioengineering.saga-u.ac.jp/research/kimoto.html>

研究成果の概要を以下に示す.

2022年度 公益財団法人 JKA
機械振興事業 研究発表

局所筋活動評価のためのウェアラブル積層型センサの開発と評価

佐賀大学工学部 准教授 木本 晃
佐賀大学教育学部 准教授 前田 正道

1. はじめに
我が国を名も経済先進国では健康寿命の延伸が重要な課題である。この課題の解決に向けて、ウェアラブルデバイスによる健康増進や生活習慣の改善が期待されている。一方で、局所筋活動の評価は、従来の運動計測装置や電極を用いた方法では、健康のための適切な運動強度や時間には個人差が存在することである。従って、適切な運動強度の評価として、局所の筋活動状況をリアルタイムにモニタリングすることが必要である。本研究では、局所筋疲労を改善するための筋活動解析を可能とするセンサを開発することを目的としている。これまで、筋活動により生じる筋電図(EMG)、筋音(EMG)及び筋活動量の定量的な測定方法(筋活動量の測定)の異なるパラメータの測定を可能とするワイヤレス積層型センサを開発した。本報では、EMGセンサーによる運動下の筋活動とセンサによる局所筋活動の比較及び局所筋活動のモニタリングについて評価する。

2. ワイヤレス積層型センサの開発と評価
図1にEMGセンサー運動下の開発したワイヤレス積層型センサによる局所筋活動評価の構成を示す。図1(a)に局所筋活動のモニタリングの構成を示す。図1(b)に局所筋活動のモニタリングの構成を示す。図1(c)に局所筋活動のモニタリングの構成を示す。

3. ウェアラブル型センサの性能評価
実験に際してセンサシステムのウェアラブル化を図った。図1に開発したウェアラブル型センサを示す。図1に示すように局所筋活動評価用のワイヤレス型センサを開発し、これまでのセンサシステムとは異なる構造を構築する。小型化センサによる局所筋活動を評価するために、実験に、局所筋活動量を増加させるために、負荷の調整を調査した。結果より、これまでのセンサシステムと同程度の精度での測定が可能であった。しかし、局所筋活動を評価するための局所筋活動のモニタリングには、局所筋活動を評価するための局所筋活動を評価する必要がある。今後、局所筋活動を改善し、局所筋活動を評価する必要がある。

4. まとめ
ウェアラブル型センサによる運動下の局所筋活動



図2 実験結果 (a) sEMG, MMG, (b) NIRS

図3: ウェアラブル型センサシステム (a) 局所筋活動評価用 (b) 局所筋活動評価用

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 佐賀大学(サガダイガクリコウガクブ)

住所: 〒840-8502

佐賀市本庄町1番地

担当者: 准教授(ジュンキョウジュ)

担当部署: 理工学部 電気電子工学部門(リコウガウブ デンキデンシコウガクブモン)

E-mail: kimotoa@cc.saga-u.ac.jp

URL: <http://www.bioengineering.saga-u.ac.jp/research/kimoto.html>