

令和 2 年 5 月 14 日現在

機関番号：15301
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2017～2019
 課題番号：17K01360
 研究課題名(和文) 筋収縮機能評価のための実使用可能な筋音/筋電ハイブリッドセンサシステムの開発

研究課題名(英文) Development of MMG/EMG Hybrid Transducer System usable on the site to evaluate Muscular Contraction Function

研究代表者
 岡 久雄 (Oka, Hisao)
 岡山大学・ヘルスシステム統合科学研究科・特命教授

研究者番号：80116441
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では筋電位信号(EMG)に加え、筋音信号(MMG)を同時測定するため、実使用可能なMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発し、新規提案する筋収縮パフォーマンス指標の有効性を確立して広く普及させることを目指した。開発したMMG/EMG一体型のハイブリッドセンサに加え、セパレート型センサも含めてBluetoothによる無線化を実現し、Windows/Android版計測ソフトウェアを開発した。さらにMMGおよびEMG信号から、Parsevalの定理を適用して新たな筋収縮パフォーマンス指標を提案し、足こぎ車いすや立ちこぎ式電動アシスト三輪自転車等の運動評価に適用し、その有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発された「MMG/EMGハイブリッドセンサシステム」は、リハビリテーション分野を含む臨床医学や、スポーツ科学、さらに介護福祉分野などで実使用されており、多くのデータが蓄積されてきた。本センサは、既に国内企業が販売(<http://www.erd.co.jp/pg116.html>)しており、自由に購入して使用できる環境が整いつつある。新たに手術室における筋収縮機能の評価、薬剤の効果判定等、新規分野への適用も試みられ、当研究グループもサポートしているが、今後の応用・展開が期待できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, the authors developed a MMG / EMG hybrid sensor system that can be used practically in order to measure mechanomyogram (MMG) signals in addition to electromyogram signals (EMG) simultaneously. The research goal was to establish the effectiveness of the muscular contraction performance index and spread it widely in Japan and overseas. Including the developed integrated / separate type hybrid transducer, the authors developed the measurement software for Windows / Android version with Bluetooth wireless. In addition, the authors proposed a new performance index by applying Parseval's theorem from MMG and EMG signals, and applied it to exercise evaluation of wheel-chair pedaling and of standing-up electric assisted tricycles, and confirmed its effectiveness.

研究分野：医用生体工学

キーワード：筋音図 筋電図 MMG EMG 筋収縮 変位筋音図

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

我が国の高齢化率、また医療費や福祉経費の増加を考えると、高齢者が安全で、元気に社会生活を営むための環境整備は急務である。ロコモティブシンドローム（運動器症候群）、サルコペニア（加齢性筋肉減弱症）、ダイナペニア（加齢性筋力減少症）、さらには「やせメタボ」の原因でもある脂肪筋などが話題にされて久しいが、高齢者の転倒予防や体力増進に必要な運動機能維持にとって、最も大切な機能的「筋肉の質」を定量的に評価する方法は未だ十分に確立されていない。

- 現在、臨床医学や福祉分野、スポーツ科学等で行われている筋収縮機能の評価法としては、
- (i) 随意収縮や誘発による表面／針電極を使った筋電図（EMG：ElectroMyoGram）測定
 - (ii) 握力計やエアロバイク、サイベックスなどによる（最大）筋力測定
 - (iii) MRI等の画像を用いた形態的な検査（筋断面積、速筋や遅筋の割合）
 - (iv) バイオプシー等生化学的・筋生理学的検査

等がある。これらのうち、簡便に行えるのは最大筋力測定やEMG測定であり、臨床評価に用いるケースも多いが、EMGは筋を収縮させるための入力であり、筋が収縮して筋内圧力が上昇し、側方へ伝搬することによって生じる微細な振動（出力）、すなわち筋音図（MMG：MechanoMyoGram）も同時に計測しなければ、機能的筋肉の質「筋収縮パフォーマンス」を客観的に評価することはできない。では、なぜ筋電計測のように、筋音計測が同時に行われていないのか？それは、日常動作中でも実使用が可能な筋電・筋音計測装置が未だ開発されていないためである。

MMG測定に使用できるセンサは、国内で唯一市販されている筋音計（MPS110、(株)メディセンス <http://www.medisens.co.jp>）、および海外ではVMG transducer（BIOPAC Systems <http://biopac-sys.jp/products/tsd250/>）がある。しかし、いずれも加速度計であり、運動や日常動作を伴うフィールドでは測定が極めて難しい。当研究グループはこれまでに、図1に示す「フォトリフレクタ式筋音センサ」（第1世代）を開発し、加速度計ではなく、光センサを用いた皮膚面（筋表面）の振動（変位MMG）計測を実現した。さらに、市販のEMG電極およびwifi無線ロガーを追加して、「ワイヤレス型ハイブリッドセンサ」（第2世代）を製作した。しかし、市販部品の寄せ集めで製作したセンサでは、臨床現場やフィールドでの使用に耐えられず、MMG/EMG一体型かつパソコンやタブレット等との通信機能も併せ持つ、①実使用が可能なMMG/EMGハイブリッドセンサシステムの開発が必須であることがわかった。また、これまでに提案してきた「筋収縮パフォーマンス指標」は、変位MMGを二階微分した加速度MMGと積分EMGから算出するものであったが、等尺性運動以外の等速性／等張性運動など、日常動作や運時の実際の動作ではパフォーマンス指標として適切ではなく、②スポーツやリハビリ現場での実使用に耐え得る筋収縮パフォーマンス指標を確立することは必須である。

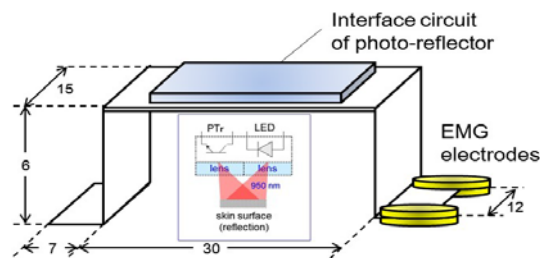


図1 変位MMGを測定するセンサの基本構造

2. 研究の目的

本研究では実使用が可能なMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発し、新たに提案する筋収縮パフォーマンス指標の有効性を確立して、臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学等のフィールドへと広く普及させることを目的とした。すなわち、スポーツ科学や臨床医学で広く用いられる筋電位信号（EMG）に加え、筋自身の収縮特性を反映する筋音信号（MMG）を同時に測定するため、①日常動作中でも実使用が可能なMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発し、②筋疾患、筋疲労やトレーニング評価等のフィールド使用での問題点の抽出と改善を行って、③新たに提案する筋収縮パフォーマンス指標（MMG/EMG比）の有効性を確立し、④臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学分野等、国内外へ広く普及させることとした。

本研究は、国内外における従来の筋音図研究と比較して独創的な点が二つある。第一の点は、開発するセンサが日常生活や運動中の変位MMGを測定できることである。研究代表者らが科研費等の助成を受けて既に開発した、フォトリフレクタを用いた光反射型変位MMGセンサの最大の特徴は、従来のMMG測定用加速度センサと比較して、不随意的動きによるアーチファクトの影響も受けにくく、また測定に際して被験筋を拘束せず、臨床の場、スポーツや福祉・介護分野での筋収縮機能の評価が可能である。第二の点は、変位MMGとEMGの比から算出する筋収縮パフォーマンス指標を提案している点である。EMGに代表される筋電位は、あくまでも筋を収縮させるために運動神経から神経筋接合部を介して筋細胞表面に発出する電気信号であり、筋収縮の発生いかに関与しない入力信号である。一方、筋音信号はアクチン・ミオシンの結合によるサルコメア単位の筋収縮が生じなければ発生しない、筋収縮に伴う出力信号である。従って、筋音（出力）/筋電（入力）比は、筋収縮パフォーマンスを表現できる指標である。本指標は脱神経や筋ジストロフィーなど、臨床医学における神経原性疾患や筋原性疾患等を詳細に判別したり、筋肥大や最大筋力増加等のスポーツ分野における筋トレ効果の評

価、さらには廃用性筋委縮などのリハビリテーション分野での診断にも適用が可能であり、昨今のロコモティブシンドローム、サルコペニア、ダイナペニア、さらには脂肪筋などの機能的評価にも援用でき、高齢者の転倒予防や体力増進に必要な運動機能維持のための、機能的「筋肉の質」の定量的評価につながるばかりか、多くの分野で筋収縮機能の客観的評価を可能にするであろう。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、①実使用が可能なMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発し、②筋疾患、筋疲労やトレーニング評価等のフィールド使用での問題点の抽出と対策を行って、③新たに提案する筋収縮パフォーマンス指標の有効性を確立し、④臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学等の分野へ広く普及させる。平成29年度からの三年間に、以下の研究を行った。

(1) 日常動作中でも実使用が可能であり、安価で使い勝手の良いMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発する。

日常動作中でも実使用が可能であり、安価で使い勝手の良いMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発する。変位MMGセンサには光反射型のフォトリフレクタを用いるが、波長950nmの発光ダイオードとフォトトランジスタから構成される。今回のセンサは、既開発の第2世代「ワイヤレス型ハイブリッドセンサ」を改良し、①EMG計測にディスポ電極を使用して使い勝手を良くし、また変位MMGおよびEMG信号の最適増幅とS/Nを向上させて、MMG/EMGハイブリッドセンサをブラッシュアップ/試作する。②Bluetoothによる無線化を実現し、信号を受信する側のタブレットおよびパソコンに搭載するAndroidおよびWindowsバージョンの計測ソフトウェアを開発し、実使用に耐え得るセンサシステムを開発する。

(2) 開発したセンサシステムを用いて、筋疾患、筋疲労やトレーニング評価等、実際のフィールドで使用した場合の問題点を抽出し、その対策を練りながら改良を実施する。

開発したシステムを用いて、筋疾患、筋疲労やトレーニング評価等、実際のフィールドでの使用を想定した場合の問題点を抽出し、病院や企業の研究協力者と共にその改善を図る。ラボレベルでの等尺性収縮や等張性収縮実験を行い、タブレットやパソコンでの計測画面の様子、操作性なども含めて改善を行い、MMG/EMGハイブリッドセンサシステム開発を完了する。

(3) 既提案の筋収縮パフォーマンス指標(加速度MMG/EMG比)を見直し、新たなパフォーマンス指標として(変位MMG/EMG比)を提案し、その有効性を確立する。

本グループは、既に加速度MMG/EMG比という筋収縮パフォーマンス指標を提案した。従来、筋音図と言えは加速度MMGを指し、発揮筋力や筋疲労との関係についても、加速度MMGの実効値や周波数特性から論じられてきた。一方、骨格筋の発揮筋力は、その%MVCが小さい範囲では生理的断面積に比例することが知られている。一般にわずかな断面積変化は直径変化に比例することから、本センサで測定できる変位MMG(筋の直径変化に相当)とEMGの比を求めることによって、新たな筋収縮パフォーマンス指標【変位MMGの変化分/EMG比】を求めることができる。そこで、立ち漕ぎ式の「ウォーキングバイシクル」を用いて、「パフォーマンス指標」の実用化に向けて、その有効性を確立する。ウォーキングバイシクルは立ち漕ぎ式運動ではあるが、ほぼ大腿四頭筋の等尺性収縮に近く、パフォーマンス指標の解析・検証には最適な運動形態と考えられる。

(4) 開発したMMG/EMGハイブリッドセンサシステムと筋収縮パフォーマンス指標を、臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学等の分野で適用しつつ、本センサシステムを国内外に向けて広く普及させる。

開発したMMG/EMGハイブリッドセンサシステムと筋収縮パフォーマンス指標を、臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学等の分野で適用しつつ、さらに国際会議等を通して、国内外に向けて広く普及させる計画である。なお、本研究における実験は、岡山大学倫理委員会(岡山大学倫理委員会承認、第1703-013号)により承認された。すべての被験者は実験について十分な説明を受け、合意した後に実験に参加した。

4. 研究成果

本研究の目的は、スポーツ科学や臨床医学で広く用いられる筋電位信号(EMG)に加え、筋自身の収縮特性を反映する筋音信号(MMG)を同時に測定するため、①日常動作中でも実使用が可能なMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発し、②筋疾患、筋疲労やトレーニング評価等のフィールド使用での問題点の抽出と改善を行って、③新たに提案する筋収縮パフォーマンス指標(MMG/EMG比)の有効性を確立し、④臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学分野等、国内外へ広く普及させることである。

(1) 日常動作中でも実使用が可能であり、安価で使い勝手の良いMMG/EMGハイブリッドセンサシステムの開発

日常動作中でも実使用が可能であり、安価で使い勝手の良いMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを開発するために、既開発の第2世代「ワイヤレス型ハイブリッドセンサ」を改良し、①EMG計測にディスポ電極(日本光電ディスポ電極F150Sビトロード)を使用して使い勝手を良くし、また変位MMGおよびEMG信号の最適増幅とS/Nを向上させて、MMG/

EMG ハイブリッドセンサをブラッシュアップした。他方、センサの貼付け位置の自由度の増すため、MMG センサおよびEMG 電極と、インターフェース部を分離したセ



図2 MMG/EMG ハイブリッドセンサシステム (左) とセンサ部セパレート型 (右)

パレート型ハイブリッドセンサも製作した (図2)。また、② Bluetooth による無線化を実現し、信号を受信する側のタブレットまたはパソコン (Windows/Android 版) に搭載する計測ソフトウェアを開発した。

(2) 開発したセンサシステムを用い、筋疾患、筋疲労やトレーニング評価等、実際のフィールドで使用した場合の問題点の抽出と改良

開発したMMG/EMGハイブリッドセンサシステムを用いて、片麻痺患者や脊髄損傷患者等の筋疾患患者、高齢者のリハビリテーション運動や予防運動、トレーニング評価等、実際のフィールドでの使用を想定した場合の問題点を抽出し、病院や高齢福祉施設、企業の研究協力者と共にその改善を図った。一方、ラボレベルでは、上腕二頭筋の等尺性収縮や、リカンベントバイク、立ちこぎ式電動アシスト三輪自転車による動的運動実験を行い (図3) センサシステムの操作性なども含めて改善を検討した。



図3 足こぎ車椅子(左)と立ちこぎ式電動アシスト三輪自転車(右)
(<http://www.h-tess.com/>、<http://katayamakogyo.jp/product/wbc/>)

(3) 既提案の筋収縮パフォーマンス指標 (加速度MMG/EMG比) を見直し、新たなパフォーマンス指標 (変位MMG/EMG比) の提案

MMG/EMGの解析にあたって、これまでの加速度MMG/EMG比という筋収縮パフォーマンス指標を修正し、さらにDFT (離散フーリエ変換) 手法に対して (Frequency domain analysis)、Parseval の定理を適用し (Time domain analysis)、リアルタイムで解析結果を得られるように工夫し、新たな筋収縮パフォーマンス指標【変位MMGの変化分/EMG比】を提案し (図4)、リカンベントバイクの実験結果に適用して、筋疲労評価等に適用できる可能性を見出した。

本指標の有効性を示すために、リカンベントバイク (C545R、SportsArt、Mukilteo、WA、USA) を用いて負荷を漸増 (51W→108W) させたときの、内側広筋の MMG と EMG を測定した。図5に MMG と EMG の時経列波形を示す。矢印の位置 (30 秒毎) で負荷を増加させている。図6は本研究で提案した指標の結果 (2 秒毎) と、それぞれの負荷毎 (平均) の結果である。負荷毎に MMG および EMG が増加していく様子が表現できており、提案指標の有効性が確認できる。

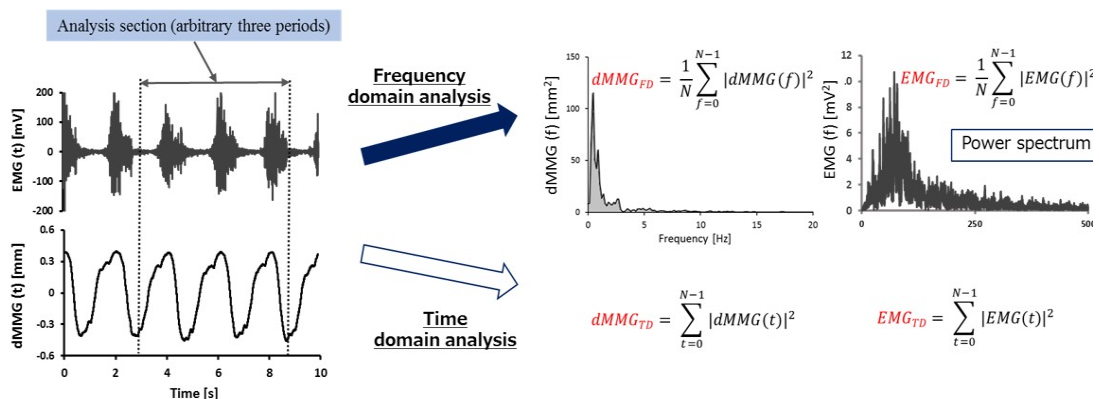


図4 MMG および EMG 波形から Parseval の定理を適用して求めた新たな筋収縮パフォーマンス指標

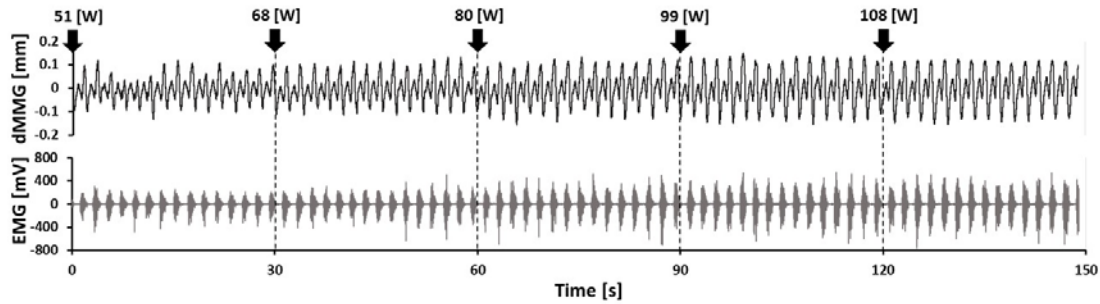


図5 30秒毎に負荷を増して150秒間ペダリングをした時のMMGとEMG波形

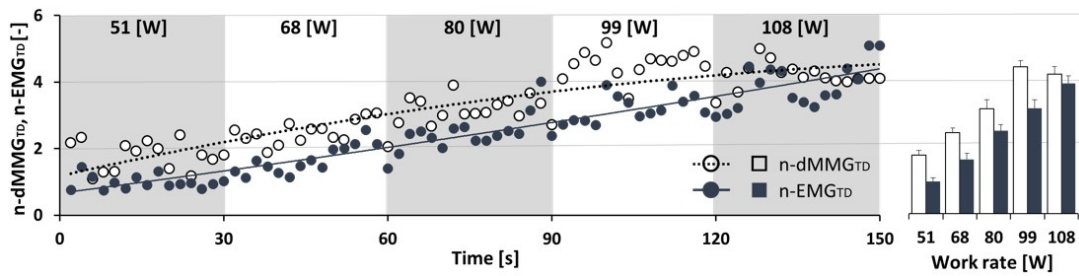


図6 2秒毎に解析した時のMMGおよびEMGの結果（右は負荷毎に平均を求めたもの）

(4) 開発したMMG/EMGハイブリッドセンサシステムと筋収縮パフォーマンス指標を、臨床診断、リハビリテーション、スポーツ科学等の分野で適用しつつ、本センサシステムを国内外に向けて広く普及

開発したMMG/EMGハイブリッドセンサシステムと新たな筋収縮パフォーマンス指標を用いて、研究協力病院や高齢者施設の協力を得、片麻痺患者や脊髄損傷患者、高齢者の介護予防やリハビリトレーニング分野に適用するとともに、足こぎ車椅子やリカンベントバイク、立ちこぎ式電動アシスト三輪自転車への適用例を増やした。特に、片麻痺患者や脊髄損傷患者では、定期的な通所リハビリテーションにおける効果、健側と患側における違い、また1年前との比較など、機能回復の「見える化」に適用できる可能性を見出した。図7は右片麻痺患者の例である。通所リハビリで1年間足こぎ車いすでリハビリを実施したケースで1年後の結果を「見える化」できている。図8はラボレベルだが、足こぎ車いす、自転車、立ちこぎ式電動アシスト三輪自転車、サイドステッパーで運動負荷を行った時の結果である。大腿直筋 (RF)、内側広筋 (VM)、外側広筋

(VL)の使い方や各筋への負荷割合が読み取れ、立ちこぎ自転車>サイドステッパー>自転車>車椅子の順になった。

一方、本研究で開発された「MMG/EMGハイブリッドセンサシステム」は、既に国内企業が販売 (<http://www.erd.co.jp/pg116.html>) し、自由に購入して使用できる環境が整いつつあり、新たに手術室における筋収機能の評価、薬剤の効果判定等、新規分野への適用も試みられ、当グループで種々指導を行っている。得られた結果は、国内外の会議等に参加して研究成果をアピールした。

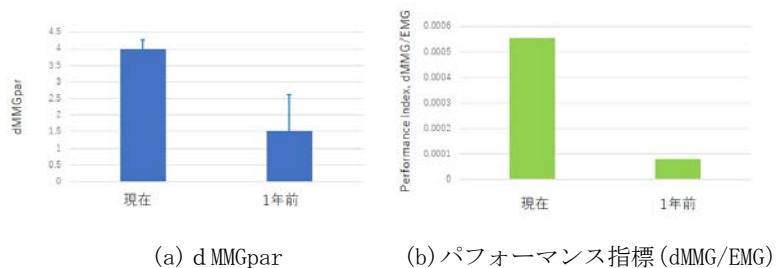


図7 片麻痺患者リハビリテーションの「見える化」

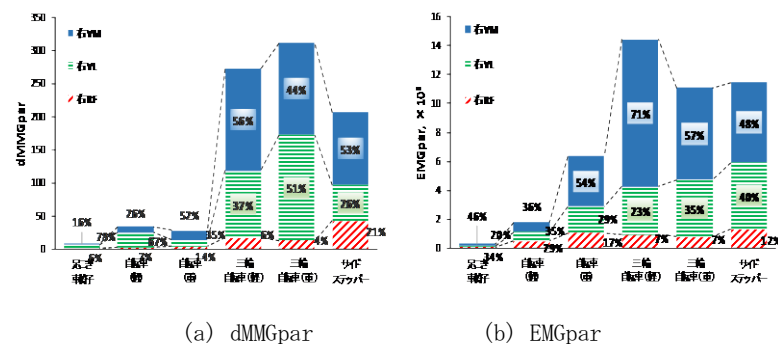


図8 動的運動を行ったときの大腿四頭筋の筋負担

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Shinichi Fukuhara, Shogo Watanabe, Hisao Oka	4. 巻 7
2. 論文標題 Novel Mechanomyogram/electromyogram Hybrid Transducer Measurements Reflect Muscle Strength during Dynamic Exercise - Pedaling of Recumbent Bicycle -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 47-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.14326/abe.7.47	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Shinichi Fukuhara, Hisao Oka	4. 巻 8
2. 論文標題 A Simplified Analysis of Real-time Monitoring of Muscle Contraction during Dynamic Exercise Using an MMG/EMG Hybrid Transducer System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 185-192
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.14326/abe.8.185	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 岡久雄、渡辺彰吾、福原真一、村上浩茂、浜野賢人	4. 巻 67
2. 論文標題 運動機能を客観的に評価できる筋音 / 筋電ハイブリッドセンサの開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 山陽技術雑誌	6. 最初と最後の頁 14-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Shinichi FUKUHARA, Hisao OKA
2. 発表標題 Assessment of muscle performance by dynamic ratio of MMG and EMG during dynamic exercise
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hisao Oka and Shin-ichi Fukuhara
2. 発表標題 Muscle Contraction Evaluation during Recumbent bicycle Pedaling by using the MMG/EMG Hybrid Transducer System
3. 学会等名 International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hisao Oka and Shin-ichi Fukuhara
2. 発表標題 Development of MMG / EMG Hybrid Transducer System for Muscle Contraction Evaluation during Dynamic Exercises
3. 学会等名 International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin-ichi Fukuhara, Shogo Watanabe and Hisao Oka
2. 発表標題 Simultaneous measurements of MMG/EMG to provide muscle strength and performance during isotonic contraction
3. 学会等名 IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin-ichi Fukuhara, Shogo Watanabe and Hisao Oka
2. 発表標題 Analysis method for real-time evaluation of muscle function during dynamic exercise
3. 学会等名 IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡 久雄, 福原 真一
2. 発表標題 MMG/EMGハイブリッドセンサによる リカンベントバイクのペダリング評価
3. 学会等名 電子情報通信学会・MEとバイオサイバネティクス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福原 真一, 渡辺 彰吾, 岡 久雄
2. 発表標題 MMG/EMGハイブリッドセンサを用いた足こぎ車椅子のペダリング評価
3. 学会等名 電子情報通信学会MEとバイオサイバネティクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinichi Fukuhara, Shogo Watanabe, Hisao Oka
2. 発表標題 The developed MMG / EMG Hybrid Transducer reflects Muscle Strength during Dynamic Exercise - Pedaling of Recumbent Bicycle -
3. 学会等名 生体医工学シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinichi Fukuhara, Shogo Watanabe, Hisao Oka
2. 発表標題 Development of MMG/EMG Hybrid Transducer System with simultaneous five-channel measurement
3. 学会等名 第56回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福原 真一, 渡辺 彰吾, 岡 久雄
2. 発表標題 足こぎ車椅子を用いた動的運動時の筋音 / 筋電の同時計測と評価
3. 学会等名 第40回日本生体医工学会中国四国支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hisao Oka, Shin-ichi Fukuhara
2. 発表標題 Mechanomyogram and Electromyogram Measurement During Isometric Contraction of a Biceps Brachii Muscle
3. 学会等名 IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hisao Oka, Shin-ichi Fukuhara
2. 発表標題 Contribution of the Quadriceps Femoris Muscle for Recumbent Bicycle Pedaling, Evaluated by a MMG/EMG Hybrid Transducer
3. 学会等名 IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinichi FUKUHARA, Hisao OKA
2. 発表標題 ペダリング中における大腿四頭筋の収縮機能のリアルタイムモニタリング
3. 学会等名 第58回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hisao Oka and Shin-ichi Fukuhara
2. 発表標題 Mechanomyogram and Electromyogram Measurement During Isometric Contraction of a Biceps Brachii Muscle
3. 学会等名 第58回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福原 真一, 河島 隆貴, 佐藤 宏樹, 岡 久雄
2. 発表標題 変位筋音図による力調節安定性の検出
3. 学会等名 第42回日本生体医工学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>1. 岡山大学大学院保健学研究科検査技術科学分野 岡久雄 研究紹介 http://www.okayama-u.ac.jp/user/fhs/kyouin_meibo/dm/DM/oka//research_03.html (研究代表者は2020年3月末で岡山大学を定年退職のため、本サイトは閉鎖)</p> <p>2. 岡山ヘルスケア産業連携協議会平成29年度モデル事業「筋(近)未来サポートシステム ~Measee(メーシー)~構築・実証事業」(代表者: 榎エヌ・シー・ピー(フィットネスクラブ・介護予防教室))において、「筋電・筋音データを活用した運動プログラムの評価システムの構築と実証」を行うため、本センサが採用された。 http://www.ncp.co.jp/measee/</p> <p>3. 2019年中国経済産業局「異分野連携新事業分野開拓計画」異分野連携新事業分野開拓計画(平成31年2月8日認定分) https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/shinpou/2019/190208bunya.pdf</p> <p>4. 開発されたMMG/EMGハイブリッドセンサの企業の市販サイト http://www.erd.co.jp/pg116.html (https://www.erd.co.jp/medical-products)</p> <p>5. 川崎医療福祉大学 福原真一 研究紹介 https://kweb-res.kawasaki-m.ac.jp/kwmhp/KgApp?section=15&kyoinId=Kggyeesd</p>
--

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	福原 真一 (Fukuhara Shin-ichi) (70745497)	川崎医療福祉大学・医療技術学部・講師 (35309)	

