

# センサを活用した腹筋トレーニングの効率化

Using sensors to improve the efficiency of abdominal muscle training

神近大輝<sup>†</sup>

Hiroki KAMICHIKA<sup>†</sup>

† 明星大学情報学部情報学科

† School of Information Science, Meisei University

## 1. はじめに

近年、コロナ禍の影響でジムに行きトレーニングするよりも自宅で行っている人が増加している。トレーニング部位は様々だが、中でも腹筋を鍛えることで脂肪燃焼効果が高まり、ポッコリお腹の解消と同時に体脂肪も減らすことができること、基礎代謝が上がり、生活習慣病の予防ができること、背筋が真っ直ぐとなり姿勢改善に繋がることなどのメリットが多々存在する。基本的にトレーニング自体 1 人でも可能だが、効率よく腹筋に負荷をかけることは困難という声が多数ある。よって、本研究では腹筋に焦点を当ててセンサを活用し、腹筋トレーニングの効率化を検討する。

## 2. 関連研究

肩の筋疲労を測定し、姿勢改善システムの提案を行った研究[1]や簡単な電気刺激装置を開発し、電気刺激閾値法による筋疲労の定量化を行った研究[2]や Arduino を利用し、筋電を測定したシステムの提案[3]などが存在する。しかし、これらの研究には測定時の腰への負担、筋疲労の状態の提示が無い等の課題が存在する。よって、本研究では関連研究の課題を解決した上で腹筋トレーニングの効率化を検討する。

## 3. 課題

本研究における課題は以下の 4 点である。

課題 1 としては腰に負担をかけながら運動・トレーニングを続けて行ってしまうと腰痛やヘルニアを起こしてしまう可能性があることから腰に負担がかからないような腹筋トレーニングを行うことである。

課題 2 としてはトレーニング時、どの程度の筋疲労が起きているのか分からず、限界を超えてしまう可能性があることから筋疲労を可視化し、表示することである。

課題 3 としては有料のソフトウェアや高価な器具を使用するとなると費用がかかりすぎてしまうことからコスト削減を行い、安価なセンサや無料のソフトウェアを用いて低コスト化に繋げることである。

課題 4 としてはトレーニングにおいて負荷をかけたい筋肉とは別の筋肉へ負荷がかかると目的の筋肉が成長しないという現象が起きてしまう可能性があることから正常なフォームで行い、腹筋へ確実に効くようにトレーニングを改善することである。

## 4. 提案手法

腹筋トレーニングには表 1 に示す 4 つのトレーニングを対象とする。センサーには M5stickC、M5stickC Speaker

Hat、Myo Ware の 3 つを使用する。M5stickC で取得した値は Wi-Fi を介してグーグルスプレッドシートに送信し、保存する。M5stickC Speaker Hat はトレーニング時に M5stickC で取得した値が閾値を超えた場合、警告音を鳴らす用途として用いる。Myo Ware では表面筋電位を測定し、測定したデータは、シリアル通信で Arduino へ送信し、シリアルプロッタで表示、また、Excel で表示する。

表 1 4 つの腹筋トレーニング

クランチ	仰向けの状態から上半身を起こす運動
レッグレイズ	仰向けの状態で足を持ち上げる運動
リバースランクツイスト	仰向けで足を上げた状態から左右に倒す運動
片足ヒップリフト	仰向けで片足を上げた状態で体を持ち上げる運動

## 5. 実験

1 回目、2 回目は M5stickC、Myo Ware を使用し自己流でトレーニングを実施、3 回目は M5stickC Speaker Hat を追加し、フォーム改善、音を出力し警告音を加えてトレーニングを実施した。本研究では基準となるデータが存在しないため、見本データとしてジム通いの被験者 A にトレーニングを実施してもらい、腹筋トレーニングを行ったことはあるが、効果が出なかったという被験者 B、C、D、E の 4 名に今回提案するセンサを活用した腹筋トレーニングを実施してもらった。評価方法としては、M5stickC で取得した傾き値を用いて見本データと被験者 B、C、D、E それぞれ(1 回目、2 回目、3 回目)との比較のため、最小二乗値を算出した。また、Myo Ware で取得した表面筋電位をグラフ化し、見本データと比較、アンケートを実施し、有用性を評価した。図 1 に M5stickC、M5stickC Speaker Hat を取り付けられたトレーニング風景(レッグレイズの足を下げた時)を示す。



図 1 レッグレイズの足を下げた時の写真

## 6. 実験結果

被験者 A と被験者 B、C、D、E をそれぞれ比較し、図 2 に被験者 A と 3 回目に行ったトレーニング(被験者 B、被験者 C)の筋電位を比較したもの、図 3 に被験者 A と被験者 B との M5stickC で取得した傾き値から最小二乗値を算出し、比較したものを以下に示す。

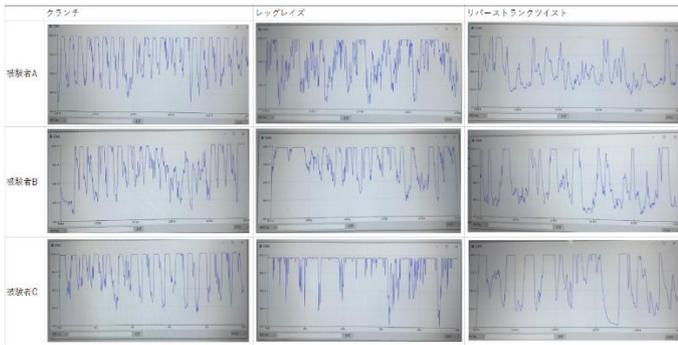


図 2 被験者 A と 3 回目に行ったトレーニング(被験者 B, 被験者 C)の筋電位を比較したもの

表 2 被験者 A と被験者 B との M5stick-C で取得した傾き値から式(1)を用いて最小二乗値を算出し,比較したもの

	トレーニング種目	最小二乗値		最小二乗値が1に近い(値が大きい)順
		第1回目	第2回目	
被験者A、被験者B	①クランチ	第1回目	0.035218805	2
		第2回目	0.007217443	3
		第3回目	0.054356909	1
	②レッグレイズ	第1回目	-0.010832225	3
		第2回目	0.000822784	2
		第3回目	0.102069967	1
	③リバースランクツイスト	第1回目	0.105266163	2
		第2回目	0.083043874	3
		第3回目	0.115059576	1
	④片足ヒップリフト	第1回目	-0.046477734	2
		第2回目	-0.162598324	3
		第3回目	-0.000909416	1

$$r^2 = r = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^n (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})}}{\sqrt{\sum_{n=1}^n (x_n - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{n=1}^n (y_n - \bar{y})^2}} \dots \text{式(1)}$$

$r$  = 相関係数  
 $x_n - \bar{x}, y_n - \bar{y}$  = 偏差  
 $\sum_{n=1}^n (x_n - \bar{x})^2, \sum_{n=1}^n (y_n - \bar{y})^2$  = 分散  
 $\sum_{n=1}^n (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})$  = 共分散

### 7. 評価

実験結果から今回行った腹筋トレーニングが有効かどうか、M5stick-C で取得した傾き値を用いて見本データと 1 回目, 2 回目, 3 回目に行ったトレーニング(被験者 B,C)との最小二乗値を算出し,比較した。また,Myo Ware で取得した表面筋電位のグラフを見本データと 3 回目に行ったトレーニング(被験者 B,C,D,E)と比較した。そして,被験者にアンケートを実施し,これらを総じて有用性を評価した。

評価結果としては,筋電位については 3 つのトレーニングにおいて見本データと類似したグラフが確認できた。アンケート結果にて課題 1 については,フォーム改善後のトレーニングの方が腹筋のみに力が入り, 負荷をかけてトレーニングができたという回答を得られた。課題 4 については,改善後は腹筋のみに力が入り負荷効率が上がったという回答を得られた。課題 2 については,筋電位の値をグラフ化し,可視化して見ることができて分かりやすかったという回答を得られた。一方,腹筋の筋肉活動は知ることができたが,筋トレをしても負荷の大きさが分からなかったという回答も得られた。

したがって,総じて判断した場合,十分に効率的な腹筋トレーニングができているとは言い難い。

### 8. 考察

今回使用した Myo Ware は表面筋電位を測定する機器であることから深層部に位置している腹横筋の筋電位が測定できなかったこと,筋電位の測定について筋電位の値をグラフ化して腹筋の筋肉活動は可視化できたものの,腹筋にどの程度の疲労度があるのか,負荷がかかっているのか等の筋疲労を推定し,提示できなかったこと,筋電位センサで取得した値をケーブル接続で PC に繋ぎデータを送信していたことから,PC の近くでないと実験が行えなかったということ, ジャイロセンサで取得した値をグーグルスプレッドシートに送信する際,リアルタイムにデータ通信ができなかったことが挙げられる。また,アンケート結果から分かることとしては, 腰に負担がかからないような正常なフォームに修正することで腰への負担が軽減され,腰に負担がかからないようにトレーニングを行えた。また,表面筋電位の値を取得し,値の変化を被験者に対して提示するのではなく,取得した値をリアルタイムでグラフ化して提示することで使用している筋肉の筋肉活動を知ることができたと考えられる。

### 9. まとめ

本研究では,腹筋トレーニングの効率化を目的に M5stickC,M5stickC Speaker Hat ,Myo Ware を使用し,測定したデータを用いて比較,また被験者へのアンケートを実施,これらを総じて腹筋トレーニングの効率化を検討した。

### 10. 今後の課題

筋電位の測定については高速フーリエ変換(FFT)を用いて特徴量を一目で分かるようにし,パワースペクトルの中間周波数を計測することにより,トレーニングを行った際,筋肉に疲労が蓄積することで起こってしまう筋疲労の度合いなどを推定したいと考えている。そして,筋疲労を生じる原因として筋肉内に乳酸が蓄積し,pH が低くなり,筋肉トレーニングや代謝に障害を起こす可能性があると考えられている。したがって,筋疲労を測定する際,乳酸値も測定した上で筋肉の疲労度を推定したいと考えている。また,筋電位センサで取得した値の送信については,PC とのケーブル接続を有せず無線通信でデータ送信を行い,PC から離れた場所でも行えるようにすることである。実際,ケーブル接続していない方が,体の動かせる範囲を広げることが可能となり,多様性を見出せると考える。

### 11. 参考文献

[1]馬場 南実 嵯峨 智 志築 文太郎 高橋 伸,“肩の筋疲労測定を用いた姿勢改善支援システムの検討”, 情報処理学会研究報告,2017-HCI-171,p1-8(2017.1).  
 [2]岡 久雄 岸本 寛志,“電気刺激閾値法による筋疲労の定量化”,バイオメカニズム学会,1998 年 14 巻 p119-128.  
 [3]清水 健吾 大村 基将 島袋 舞子 兼宗 進,“Arduino を用いた筋電測定システムの提案”,情報処理学会研究報告,2016-CE-136,p1-6(2016.10.15).