

表面筋電位を用いたバスドラム演奏時における脚部動作の解析 Analysis of Leg Movement for Playing the Bass Drum Using the Surface Electromyogram

能智 崇徳†
Takanori Nouchi

米山 淳†
Jun Yoneyama

内田 ゆず†
Yuzu Uchida

1. はじめに

近年、コンピュータを用いた楽器の演奏練習支援システムの研究、開発が盛んに行われている。たとえば、Web カメラを通してディスプレイに映し出されたギターに CG で作られた手を重ねることで演奏者の演奏を支援するシステム[1]や、ピアノの鍵盤上に手本映像を投射してピアノの学習を支援する[2]といった研究が行われている。このようなシステムの設計には、演奏時の奏者の動作解析が重要となる。これまでのドラム演奏に関する研究で生体的な情報を用いた研究では、ドラムスティックの制御を見るために上腕部の筋電情報から動作解析を行った報告[3]がされているが、バスドラム演奏時の脚部動作を見た報告はあまり行われていない。ドラムの演奏は四肢を同時に動かすため、上体の動作だけでなく脚部動作の解析も重要である。また、ドラム経験者と未経験者で動作を比較、調査することで、ドラム奏者の動作の特徴や傾向を見ることができ、ドラム演奏の動作をより詳しく分析することが出来る可能性がある。そこで本研究では、ドラム経験者・未経験者の間でのバスドラム演奏時の脚部動作の違いを調査することを目的としている。今回、筋肉が随意運動したときに発生する表面筋電位を脚部から計測し、フットペダルの有無の条件での比較実験を行ったので報告する。

2. 対象となる演奏形態

ドラムの演奏は 2 本のスティックと両足の複雑な操作の上に成り立っている。スティックを用いた多数の奏法がある一方で、バスドラムの演奏形態にも様々な奏法があり、奏者はそれらの奏法を身に付けるために練習を行っている。バスドラムの演奏形態は様々だが、最も多くの奏者が用いている奏法としてヒールアップ奏法がある。この奏法は、ペダルをキックする際に踵を床から浮かせてバスドラムを演奏する奏法で、体重が掛けやすく大きな音を出しやすいというメリットがあり、ロックやメタルといったジャンルのドラム奏者に多い奏法である。これに対する奏法として床に踵を付けたままペダルをキックするヒールダウン奏法もあるが、こちらはジャズなどの音楽で使用される。また、キックした後にビーターをバスドラム面に付けたままにするクローズ奏法と、キックした後にバスドラム面からビーターを離すオープン奏法がある。クローズ奏法では音の余韻をミュートした短い音になり、オープン奏法では余韻の長い音となる。これらの奏法は主に音色に変化を付けるために用いるため、奏者がどのよ

うな音色を出したいかによってそれぞれの奏法を組み合わせることもある[4]。本研究では条件を揃えるため、ヒールアップ奏法でクローズ奏法を行ったときの動作を対象とした。

3. 実験

3.1 実験環境

実験装置の概略図を図 1 に示す。本実験では追坂電子機器製の表面筋電位測定装置:Personal-EMG を用いて脚部筋電位を測定した。Personal-EMG から測定した筋電位は Interface 社製の AD 変換ボード:CSI-320312(分解能:12bit)を用いて PC に取り込み、Personal-EMG 付属のソフトウェアを用いて解析を行った。なお、値を取り込む際のサンプリング周波数は 3kHz である。

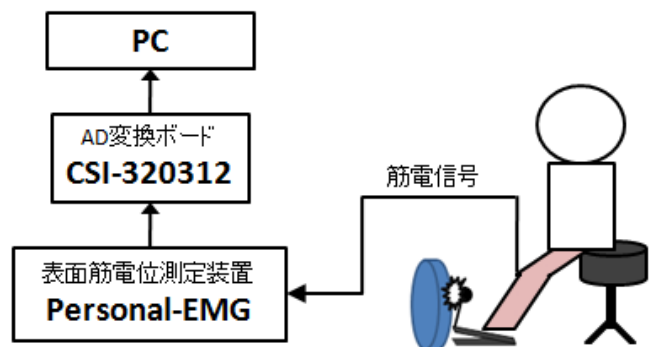


図 1. 実験装置の概略図

3.2 実験方法

今回、被験者には 21 歳から 24 歳の健康成人男性でドラム演奏の未経験者 4 名にて実験を行った。図 2 に実験のスケジュールを示す。rest→task→restの順でそれぞれメトロノームを用いて 4 カウントの計 12 カウントを 1 つのスケジュールとして実験を行った。メトロノームのテンポは BPM60 である。メトロノームのカウントに合わせて 4 回バスドラムの演奏を行う task1 と、フットペダルの無い状態で模擬の演奏動作を行う task2 をそれぞれ行った。なお、バスドラムの奏法に関してはヒールアップ奏法でクローズ奏法を行うことを被験者に指示して実験を行った。被験筋には足関節の底屈に関わる長腓骨筋(Peroneus Longus : PL)及びヒラメ筋(Soleus : S)、足関節の背屈に関わる前脛骨筋(Tibialis Anterior : TA)、膝関節の下腿の伸展に関わる内側広筋(Vastus Medialis : VM)、股関節の屈曲に関わる大腿直筋(Rectus Femoris : RF)の 5 箇所を選定し、それぞれの

† 青山学院大学大学院理工学研究科, Aoyamagakuin Univ

筋に表面電極を貼り付けた[5]。電極は右脚に貼り付け、貼り付ける部位の皮膚表面は剃毛処理し、アルコール綿で皮膚表面の脱脂を行った後で電極を貼り付けた。アース電極は左脚の内側のくるぶしに貼り付け、筋電位を測定した。

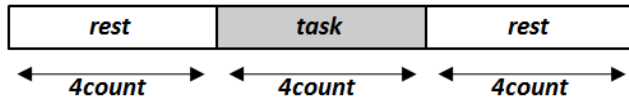


図 2. 実験スケジュール

3.3 評価方法

実験で得られる筋電位信号は Personal-EMG 付属のソフトウェアを用いて信号処理を行った。リード線の揺れなどに起因するモーションアーチファクトを除去するために遮断周波数 20Hz のハイパスフィルタを用いてノイズ処理[6]を行い、ソフトウェアから算出される積分筋電図 IEMG を用いて解析を行う。IEMG は遮断周波数約 4.8Hz の 2 次ローパスフィルタ(≒時定数 0.066s)を用いて筋電信号を平滑し、4 倍の増幅を行ったものである。得られた IEMG は被験者間での比較が出来るように各筋の最大随意収縮(Maximum Voluntary Contraction)時の積分筋電図 IEMG_{MVC} を用いて正規化を行う。最大随意収縮時の IEMG データから波形が安定した 100msec 間の平均値を IEMG_{MVC} として採用し、IEMG を 100msec ごとに移動平均を行った値を IEMG_{MVC} で除することで正規化を行った。この正規化した値を本稿では %IEMG と呼ぶ。

解析の対象には、%IEMG の変化の平均値 %IEMG_{ave} を用いる。対象となる区間は task 開始 1 秒前から task 終了時までとし、その区間の %IEMG の平均値 %IEMG_{ave} を評価指標とする。

4. 実験結果および考察

4.1 実験結果

3.3 に述べた方法で各被験者から各条件下での評価指標 %IEMG_{ave} を算出し、Task 1 の場合と Task 2 の場合に対して 5% 有意水準で t 検定を行った。その結果、内側広筋において有意差が検出された。図 3 に全被験者の課題毎の内側広筋の %IEMG_{ave} を示す。図 3 を見てみると、Task 1 の方が Task 2 に比べて %IEMG_{ave} の値が大きいことが分かる。

4.2 考察

実験を行った結果、課題間で内側広筋に 5% 水準の有意差が検出された。内側広筋は、膝関節における下腿の伸展に作用する筋である。そのため、Task 1 ではペダルを踏む際にペダルの抵抗を受けて内側広筋が緊張するため値が大きくなったと考えられる。それに対して Task 2 では、ペダルの抵抗がないために Task 1 と比べて値が低くなったと考えられる。

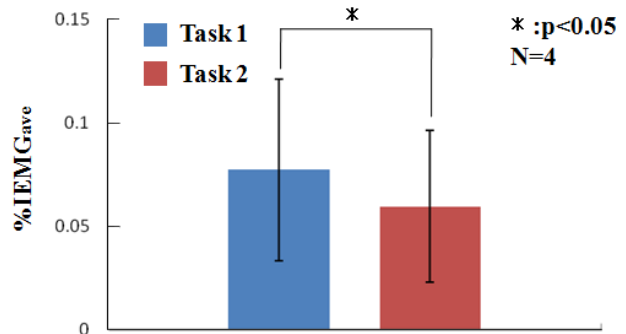


図 3. 内側広筋における全被験の %IEMG_{ave}

5. まとめと今後の課題

本稿では、表面筋電位を指標としてバスドラムの演奏時と、フットペダルの無い状態で模擬の演奏動作を行った時の脚部の筋活動を測定した。実験を行った結果、内側広筋において 5% 水準で有意差が得られた。そこで、内側広筋の %IEMG_{ave} を比較したところ、バスドラム演奏時の方が模擬演奏時の %IEMG_{ave} よりも大きな値をとっていた。これは、被験者がペダルを踏む際にペダルの抵抗を受けて内側広筋が緊張するために値が大きくなったと考えられる。今後の課題として、今回はドラム演奏の未経験者のみで実験を行ったため、ドラム演奏の経験者のデータを集めて比較し、それぞれの動作で違いがないかを調査していく予定である。また、演奏パターンやテンポを変えた際のデータを集めることで、より詳しくドラム演奏の解析を進めることが出来ると考えられるため、そちらについても検討していく。

参考文献

- [1] 元川 洋一, 斎藤 英雄, “拡張現実表示技術を用いたギターの演奏支援システム”, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.6, pp.789-796, 2007
- [2] 樋川 直人, 大島 千佳, 西本 一志, 苗村 昌秀, “The Phantom of the Piano: 自学自習を妨げないピアノ学習支援システムの提案”, インタラクシオン 2006 論文集, pp.69-70, 2006
- [3] 藤沢 卓矢, 岩見 直樹, 寄能 雅文, 三浦 雅展, “表面筋電位および記録映像を用いたシングルストローク演奏時におけるドラムスティック制御動作の解析”, 情報処理学会研究報告。[音楽情報科学] 2008(78), pp.161-166, 2008.
- [4] 坂田 稔, “これで完璧! ロック・ドラムの基礎”, リットーミュージック, 2000
- [5] Aldo O. Perotto, 「筋電図のための解剖ガイド-四肢・体幹【第3版】」, 西村書店, 1997.
- [6] 木塚 朝博, 増田 正, 木竜 徹, 佐渡山 亜兵, 「表面筋電図」, 東京電機大学出版局, 2006.