

筋電位センサを用いた和太鼓の「脱力」技能分析への

モーションセンサ活用

A study on estimating the flow of the "Datsuryoku" skill on Japanese drum by using angular velocity and line electric potential.

中塚 智哉*¹
Tomoya Nakatsuka

松田 浩一*¹
Koichi Matsuda

*¹ 岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科
Soft Graduate School of IWATE Prefectural University

In this study, we suggested a method to estimate the flow of the "Datsuryoku" skill on Japanese drum by using angular velocity and line electric potential. We set an angular velocity sensor on back of the hand and the wrist and set a line electric potential sensor on the flexor carpi ulnaris muscle. In addition, we set high-speed camera (200fps). As a result of analysis, "impact (a drumstick the moment equal to the drum)" and "the movement beginning of the elbow" can be estimated among the flow of the "Datsuryoku" skill.

1. はじめに

現在、日本では様々な地域の和太鼓団体が、学校での講演や式典のオープニングセレモニーなどで演奏イベントを行っている[1]。また、ワークショップという形で全国を回り、和太鼓の稽古を行っている団体もある[2]。

しかし、和太鼓指導者の減少によって直接指導の機会が減り、将来的に和太鼓の技能継承が困難になることが危惧されている。また、和太鼓の技能の中には指導者の指導内容が伝わりにくいものがあり、そういった性質の技能は、直接何度伝えても学習者が意図や自分の状態を理解できない状態が長期に続くことが多い。

指導内容が伝わりにくい和太鼓技能の1つに、「脱力」と呼ばれるものがある。脱力とは、「バチを太鼓の面に当てる(以下、インパクト)直前に、腕の力を抜く技能である。この脱力をする事で、演奏の音が良くなるのが経験的に分かっており、和太鼓において重要な技能として指導が行われている。

しかし、脱力は前述した「指導内容が伝わりにくい技能」の1つである。その理由は二つある。

一つ目は、脱力とは「力の抜き」であり、学習者が最初に教えられる、和太鼓を強く打つという指導と反していること、二つ目は、脱力は技能の視認が困難であり、感覚的な要素が強いということである。実際の指導方法としては、バチが太鼓の面に当たる直前というあいまいな表現しかできない。そのため、学習者は手探りで技能の練習を行うことになり、指導者は脱力のコツをどう伝えたらよいか試行錯誤を続けることとなる。

脱力技能に関する研究に、中里ら[3]が行ったものがある。中里らは、和太鼓の学習要素の一つとして脱力を選定し、加速度と角速度のデータを用いて指導者の評価点の特定を行っている。また、筆者ら[4]は筋の活動状態を知る方法として用いられる筋電図法[5]に着目し、演奏者の筋活動のデータを用いて脱力の可視化を行っている。

筋電図法は、被験者が実際に使っている力を視覚化できるために、脱力を可視化する上で有効な方法だと考えられる。しかし、筋電図法の情報だけでは演奏動作におけるポイントなど

が分かりにくいいため、演奏者が情報を理解できない問題が生じてしまう。そこで本研究では、脱力技能の演奏動作におけるポイントを調査し、そのポイントと筋電図法を対応付けることで、脱力技能の学習者への伝達を目指す。そのために本稿では、筋電位以外のセンサを用いてポイントと筋電位の対応する場所の自動抽出を試みた。

2. 和太鼓における脱力技能

2.1 演奏における脱力

(1) 脱力と演奏の音の良さ

和太鼓における良い音の要素として、「音の響き」がある。脱力は、その響きを生み出すのに必要な技能である。和太鼓における演奏は、バチを持った腕を振り下ろし、そのバチを太鼓の面に当てることで実現される。バチが太鼓に当たることにより、太鼓の皮が振動して音を生み出す。このとき、腕に無駄な力が残ったまま太鼓を叩いてしまうと、バチが皮に接している時間が長くなってしまい、音の響きが失われてしまう。この無駄な力を無くすために、演奏者は脱力を行っている。

(2) 脱力の流れとポイント

脱力に関して、岩手県洋野町種市の「種市海鳴太鼓」の協力を得て、演奏を指導している指導者へヒアリングを行った。その結果、理想的な脱力技能の流れ(図1)について知ることができた。指導者は、脱力ができているかを判断する点として、「振り下ろしで力が入っていないか」、「手首の返しで力が入っているか」、「インパクトの直前に力が抜けているか」という3点を挙げていた。

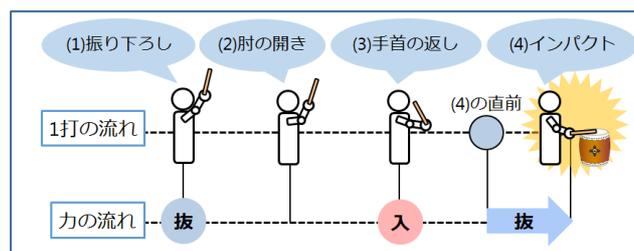


図1：理想的な脱力技能の流れ

2.2 技能の流れと筋電位の対応

先行研究[4]では、人間の筋肉が働いた際に微弱に発生する電位(筋電位)に着目し、和太鼓指導者の演奏中の筋電位を計測する実験を行っている。その結果、脱力の流れと筋電位波形が一致し、筋電位から脱力技能を可視化できることを示した。

指導者へのヒアリングから、脱力の流れが図 1 のように実現されることが分かっている。これより、演奏者へ脱力の出来をフィードバックする方法として、筋電位に脱力の流れを対応付けばよいのではと考えた。

具体的には図 2 のように、「振り下ろし」、「肘の開き」、「手首の返し」、「インパクト」などの情報を筋電位波形上に付加することで、脱力の流れとの比較が可能になり、演奏者に分かりやすくフィードバックできると考えている。

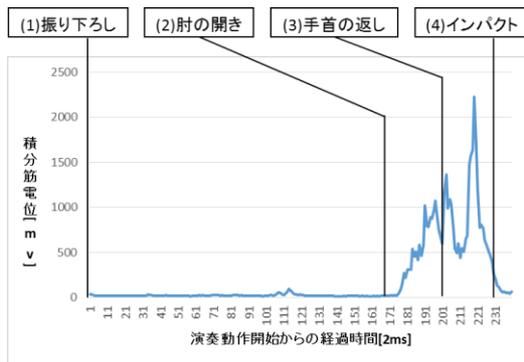


図 2：脱力の流れと筋電位の対応

現状では、筋電位への対応付けは、データ計測と同時に撮影した演奏動作の映像(200fps)を用いて、データと映像を同期させて人の目で判断している。しかし、すべてのデータを手動で対応付けるのは現実的ではない。そのため、筋電位以外の情報を用いて脱力の流れを筋電位波形上に付加させる必要がある。

脱力の流れは、振り上げ～インパクトまでの腕の関節動作の過程において同時に行われているため、本研究では、腕の角速度にその特徴が表れているのではないかと予想した。そこで、3 軸角速度センサ及び筋電センサを用いて和太鼓演奏中のデータを計測し、角速度センサから得られるデータを複数の見かたで表示し、筋電位と比較する実験を行った。

3. 実験

岩手県洋野町の「種市海鳴太鼓」の協力を得て、和太鼓演奏者の角速度及び筋電位を計測する実験を行った。本実験では、演奏経験の異なる複数の被験者の利き腕に 3 軸角速度センサ及び筋電位センサを取り付け、その状態で和太鼓を叩いてもらう。その後、被験者ごとに、角速度の情報を用いて脱力の流れを表すことが可能か観察を行う。

3.1 実験環境

演奏者のデータを計測するために、図 3 の 2 極湿式筋電位センサ(スポーツセンシング社製、ワイヤレス EMG ロガー-LP-MS1002、振幅率 500 倍)及び図 4 の小型 9 軸ワイヤレスモーションセンサ(スポーツセンシング社製、振幅率 500 倍)を用いた。筋電位を計測する被験筋は、和太鼓の演奏動作と類似しているハンマーや金槌を振り下ろす動作で働く尺側手根屈筋(図 5 を選定し[6]、筋電位センサを設置した(図 6)また、演奏者の利き手の手の甲と手首にモーションセンサを設置した(図 7)。

さらに、演奏者の位置の横側(利き手側)に 200fps のカメラを設置し、演奏の様子(図 8)を確認できるよう撮影を行った。また、計測データと映像を同期して記録できる筆者らの開発したシステムを用いて、データの取得を行った。

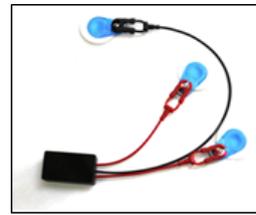


図 3：湿式筋電位センサ



図 4：モーションセンサ

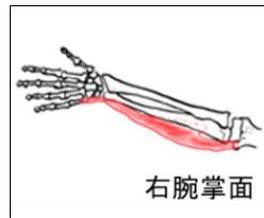


図 5：尺側手根屈筋



図 6：筋電位センサの設置位置

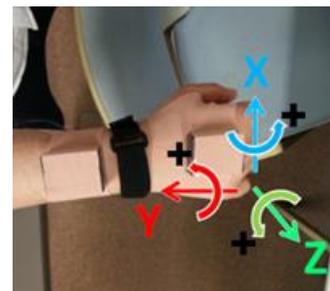


図 7：モーションセンサの設置位置



図 8：指導者の演奏の様子

3.2 実験内容

- 被験者:和太鼓経験者 4 名(すべて男性)
 - 指導者(経験 17 年), 上級者(経験 10 年), 中級者(経験 5 年), 初級者(経験 1 年)
- 打ち方:基本打ちを左右 8 打ずつ交互に打つ
- 角速度データの見かた
 - x 軸, y 軸, z 軸の各軸の角速度
 - 角速度合成値 $G = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ (ここで, x, y, z は, 各軸の角速度)

4. 結果

実験の結果、「手の甲の Z 軸角速度」、「手の甲の角速度合成値 G」の 2 点について、演奏動作との特徴が見られた。手の甲の Z 軸角速度は、手首を小指側へ曲げる動きで負の値を示す。

4.1 インパクトの判定

(1) 結果

- 初級者

初級者の筋電位及び手の甲の Z 軸角速度 (図 9) を見ると、インパクトにおける Z 軸角速度が、一から十方向のゼロ交差であることが分かる。インパクトの位置の特定は、計測データと映像を同期して再生できる筆者らの開発したシステムを用いて行った。

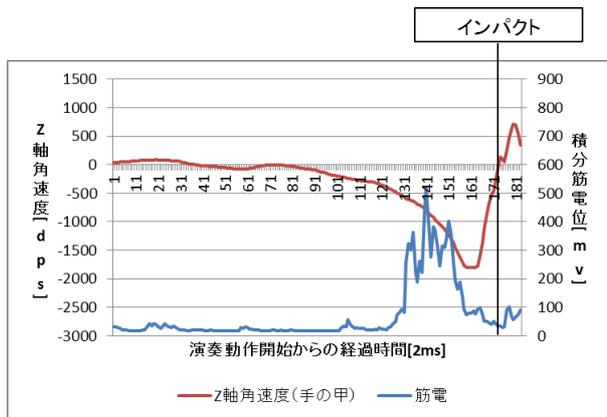


図 9：初級者の Z 軸角速度と筋電位波形

- 中級者

中級者の筋電位及び手の甲の Z 軸角速度 (図 10) をみると、インパクトにおける Z 軸角速度が、一から十方向のゼロ交差に近いことが分かる。

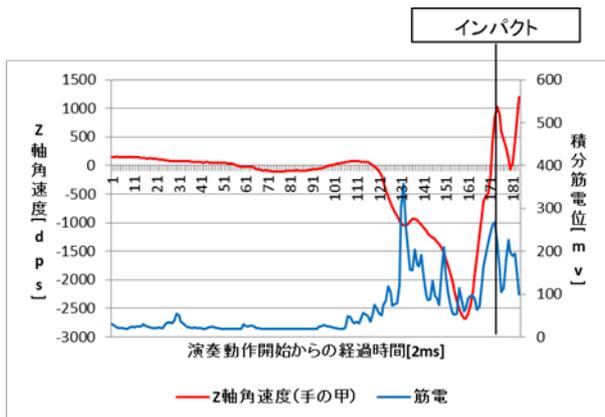


図 10：中級者の Z 軸角速度と筋電位波形

- 上級者

上級者の筋電位及び手の甲の Z 軸角速度 (図 11) をみると、インパクトにおける Z 軸角速度が、一から十方向のゼロ交差に近いことが分かる。

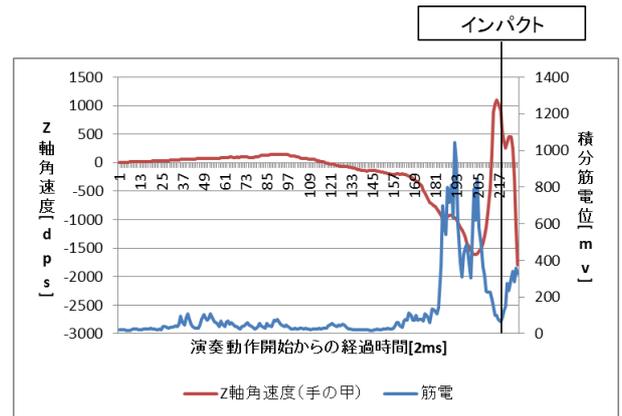


図 11：上級者の Z 軸角速度と筋電位波形

- 指導者

指導者の筋電位及び手の甲の Z 軸角速度波形 (図 12) をみると、インパクトにおける Z 軸角速度が、一から十方向のゼロ交差であることが分かる。

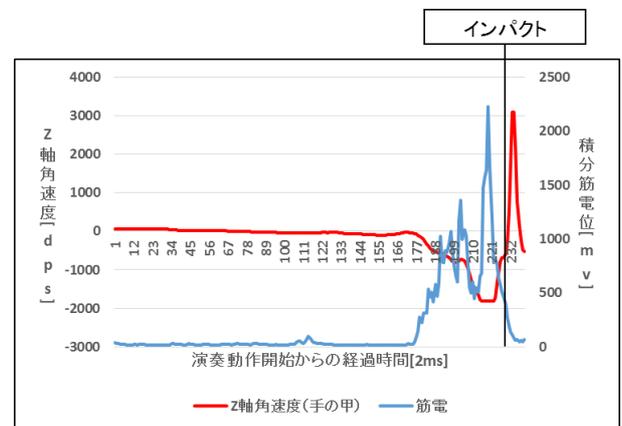


図 12：指導者の Z 軸角速度と筋電位波形

4.2 肘の開きの判定

(1) 結果

- 初級者

初級者の手の甲の角速度合成値及び筋電位 (図 13) を見ると、肘の開きで角速度合成値が大きく上昇している事が分かる。

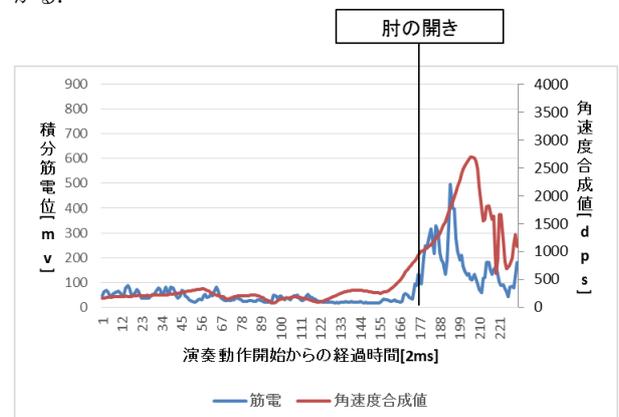


図 13：初級者の角速度合成値と肘の開き

- 中級者

中級者の手の甲の角速度合成値及び筋電位(図 14)を見ると、こちらも肘の開きで角速度合成値が大きく上昇している事が分かる。

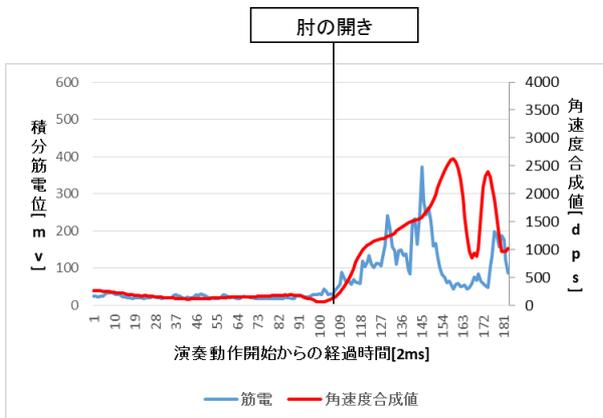


図 14：中級者の角速度合成値と肘の開き

- 上級者

上級者の手の甲の角速度合成値及び筋電位(図 15)を見ると、こちらも肘の開きで角速度合成値が大きく上昇している事が分かる。

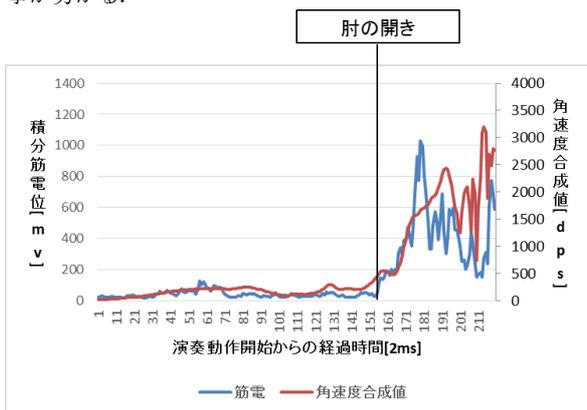


図 15：上級者の角速度合成値と肘の開き

- 指導者

指導者の手の甲の角速度合成値及び筋電位(図 16)を見ると、こちらも肘の開きで角速度合成値が大きく上昇している事が分かる。

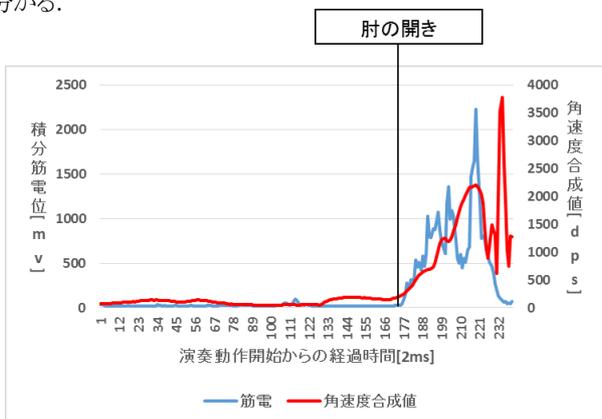


図 16：指導者の角速度合成値と肘の開き

5. まとめ

5.1 インパクトの判定について

4名の被験者全員に、インパクトにおけるZ軸角速度が一から+方向のゼロ交差、またはその位置に近いという特徴が見られた。これには、2つの要因が考えられる。1つは、インパクトの直前にパチを持つ手を振り切るため、角速度がほぼ無い状態になるためである。2つ目は、インパクトの瞬間、太鼓の面から跳ね返ったパチと共に手も跳ね返り、それに応じて角速度が急激に上昇するためである。

以上の結果から、手の甲のZ軸角速度におけるゼロ交差を「インパクトの位置」として推定できると考えられる。

5.2 肘の開きの判定について

4名の被験者全員に、肘の開きで角速度合成値が大きく上昇するという特徴が見られた。角速度合成値は、いずれかの軸周りに動きがあることで値が大きくなる。また、符号が正の値のみであるため、静から動のような挙動の動きが見やすい。

このように複数の軸を合成してみると、データが複雑になりやすい場合があるが、基本打ちにおける角速度の挙動は、動作がシンプルであるため単純なデータになったと考えられる。

複数の軸のデータを同時に見る意味は、人によってはひねりを加えながら手首を返す、などに、同時に複数の軸周りの回転をしているという指導者の知識によるものである。しかし、どのようなタイミングと順番で行うかは個人差があり、レベルによっても異なる。そのため、特定の軸に絞るよりも、いずれかの軸、と、幅を広げてみる方が、個々の打ち方に依存しない判定ができる可能性がある。無論、個々の軸の情報は、個々の技能に関係している。したがって、次の段階の詳細な分析で活用することが有用であると考えられる。

以上の結果から、手の甲の角速度合成値が大きく上昇する部分を「肘の開きの位置」として推定できると考えられる。

6. おわりに

本研究では、和太鼓演奏者のモーションセンサ情報を計測し、脱力の流れを角速度で表そうと試みた。その結果、「インパクト」及び「肘の開き」の2点を手の甲の角速度で推定できる可能性が示唆された。

今後の課題は、実験において、筋電位と角速度の対応が不明であった「振り下ろし」及び「手首の返し」の2点の分析方法である。

参考文献

- [1]和太鼓グループ彩 -sai-, <http://wadaiko-sai.com/>, (2015年2月17日アクセス)
- [2]三宅太鼓, <http://www.miyaketaiko.com/ja/>, (2015年2月17日アクセス)
- [3]中里直樹, 松田浩一, 中里利則, “和太鼓のパチさばきにおける技能の可視化”, 情報処理学会, 第138回グラフィクスとCAD研究会, Vol.2010-CG-138, NO.8, 2010.
- [4]中塚智哉, 松田浩一, “筋電位センサを用いた和太鼓の「脱力」技能分析に関する一考察”, 人工知能学会全国大会論文集 29, 1-4, 2015.
- [5]木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山亜兵, “バイオメカニズム・ライブラリー 表面筋電図”, 東京電気大学出版局, P.ii, 2006
- [6]左明, 山口典孝, “カラー図解 筋肉のしくみ・はたらき事典”, 株式会社, 西東社, P.56, 2011.