

角速度を用いた和太鼓における タメ動作の表出に関する一検討

A Study on Expression of TAME Action in Taiko using Angular Velocity

高橋 唯^{*1}

松田浩一^{*1}

Yui Takahashi,

Koichi Matsuda

^{*1}岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科

Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

1. はじめに

現在、日本では様々な和太鼓団体が学校での講演や式典などのオープニングセレモニーで演奏を行っている[1]。また、指導者育成、太鼓祭りの開催、ワークショップの開催といった和太鼓の振興も行われている[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。筆者らと共同研究を行っている岩手県洋野町の「種市海鳴太鼓保存会」もかつて存続の危機があり、現在の会長が建て直して人数も増やしてきた。しかし、人数もピークを過ぎ、若手の指導者候補たちが地域を出ていくケースが増え、会長の高齢化とともに過去を繰り返すことを危惧している。これは近隣の和太鼓団体でも同じように後継者不足による悩みを抱えているという。

一般に郷土芸能には正解がなく、指導者たちがそれぞれ良いと思うことを体得させることが多い。そのため、アドバイスが指導者により異なることもあり、学習側が混乱することもある。また、指導者が伝えたいことを学習者が理解できない原因の一つに、学習者が自身の状態を把握することが難しいということが挙げられる。そのため、指導者から見ればこうすべき、という考えがあっても、指導のための情報が学習者と共有できていないことがある。これは、和太鼓の技能の中には、抽象的で伝えにくいもの、動きが速すぎて説明できていないもの、習得が難しいものがある。これらのことから、和太鼓の技能の効果的な学習支援が求められている。

筆者らは、熟練者の動きの保存やコツの可視化などを試みてきた。中里らは、高速撮影カメラと加速度センサを用いて動作の保存、分析を試みた[3-4]。工藤らは、テンポからのズレの量をリアルタイムに視覚的に提示することで、学習者にその傾向を認識させ、さらに、その場で修正が可能なことを示した[5-8]。これらの過程において、指導者ごとに考えや、工夫している点についての共有がなされていないことがあり、分析結果の説明により、指導者および学習者にとって、指導内容についての理解を促進する

効果があることが分かってきた。

そこで、特に説明が感覚的となりやすい和太鼓の技能の一つである「脱力」について、筋電位センサを用いて力の出し入れの計測と提示を試みた[9]。指導者たちへの映像と数値による情報提供を行ったところ、同じ情報を見ることで、指導者間の議論と理解を促進することができた。

これまでの共同研究の過程で、理解が進んだ要素がある一方で、下記のような課題がある。

- 「良い」かどうかを比較することが困難なケース
 - 「良い」の程度が主観的で差が分かりにくい、または比較しにくい
 - 比較をする箇所（時間的、位置的、量）が明確でない
- 指導内容にあるが評価項目に無い要素がある
 - 映像やコマ送りでは分かりにくい項目
 - 普段目視で確認できる箇所に評価が集中
- 複数の人を比較するのに手間がかかりすぎる
 - 高速撮影カメラによりコマ単位で比較が可能となるが、比較位置をコマ単位で探さなければならない
 - 全て手で探すのは現実的ではない

以上を踏まえて、本研究では、中塚らの分析において特定できなかった情報の補完、また、指導にあるが、評価に現れにくい要素の発見を目的とする。

2. 和太鼓の技能

2.1. パチさばきの動作要素

図1に共同研究先である岩手県洋野町の「種市海鳴太鼓保存会」における指導における動作要素を示す（以降、種市海鳴太鼓保存会固有の指導法、考え方が多く含まれている）。

- (1) 振り下ろし：力を抜いた状態で腕を下ろす。
- (2) 肘の開き：腕を開き始める
- (3) 手首の返し：手首を返しつつバチを

強く握る

(4) インパクト：面に当たる直前で（力を抜き）叩く

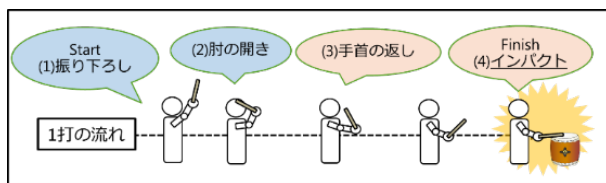


図 1 バチさばきの動作要素

また、評価においてよく使われた用語と概念を以下に挙げる。

- 「可動域」
 - (3) 手首の返しから (4) インパクトの間のバチの角度の変量を可動域とよぶ。可動域が大きいことでインパクト時の音の大きさを生み出す。
- 「スナップ」
 - (3) 手首の返しから (4) インパクトの間の手首の動きのこと。指導者が最も気にしている要素。速くなることで、大きな音を出し、かつインパクトの時間を短くできる。
- 「インパクトの時間」
 - バチが太鼓の面に触れている時間のこと。スナップの速さによりこの時間を減らし、太鼓の面振動を阻害しないことで響きの良い音を出すこと可能となる。

2.2. バチさばきの指導内容

初心者に対しては、まず「強く叩く」ことを指導する。大きな音が出せるようになってきた段階で、力の使い方やフォームという観点についての指導が行われる。

- 力の入れ・抜きの観点（脱力）
 - 【スナップ】強く握るのは「(3) 手首の返し」からであること。最初からバチを強く握ったままだと、スナップも遅くなる。
 - 【インパクトの時間】「(4) インパクト」直前で力を抜く。自然なバチの跳ね返りとなる（自然かどうかは視覚的・経験的に判断）。
- フォームの観点（コツ）
 - 【可動域】頭の横のあたりでバチが水平に近いこと。これにより可動域を広くする工夫。脱力せずにバチを握ったままだと水平にならない。無理やりバチを水平に倒すと肘が出てコンパクトに振れなくなる。
 - 【スナップ】「(3) 手首の返し」を行う位置を太鼓の面にできるだけ近くで、ということを意識させている。力を入れる時間を縮めて瞬発力を出し、スナップを速くするための工夫。
 - 【スナップ】上腕、前腕、手の甲、と3段階で順に部位を動かす。「(2) 肘の開き」、「(3)

手首の返し」、「(4) インパクト」の過程において鞭のように腕がしなるように打つことでスナップの速度を上げることができる。腕全体に力が入っているとできない（「しなり」とも表現している）。

2.3. 本研究で取り組む課題

2.2 節の指導内容について、「脱力」部分に関しては、中塚ら[3]が分析方法を提案している。筋電位センサと角速度センサを用いて、「(2) 肘の開き」「(4) インパクト」の位置を特定し、「(4) インパクト」前後の力の量を計測し、脱力の評価を試みた。しかし、「(3) 手首の返し」の位置特定に関して取り組めていない。「(3) 手首の返し」は「コツ」にも含まれる要素でもあり、本研究では、以下の「コツ」に関する内容について分析を検討する。

- 可動域に関わること
 - 頭の横のあたりでバチが水平に近い、では基準が曖昧である。可動域の角度の初期状態は「(2) 肘の開き」の段階で決まる。そこで、角速度データを用いて「(2) 肘の開き」の位置を特定することで、評価位置を一意に決めることを狙う。
- スナップに関わること
 - 「(3) 手首の返し」を行う位置を太鼓の面にできるだけ近く、は、指導者らの静止画のコマ送りによる脱力評価においても現れなかった指導内容である。脱力ができていると判断はできても、この指導内容だけはバチの角度や握りによって判断できないため指標が無い。
 - 上腕、前腕、手の甲、と3段階で順に部位を動かしているかの評価はしておらず、また、スナップに効果があるのかどうかは経験的に基づいた考えである。

以上に関して、角速度および映像データを詳細に見ることで、その指標づくりを試みる。

3. 実験

3.1. 実験環境

実験には、図2のような小型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）を用いた。モーションセンサは利き手の手の甲に設置した。

また、演奏者の利き手側に180fpsのカメラを設置し、演奏の映像を撮影した（図2）。データの取得は、筆者らが開発した、映像とデータを同期して記録再生できるシステムを用いて行った。

3.2. 実験内容

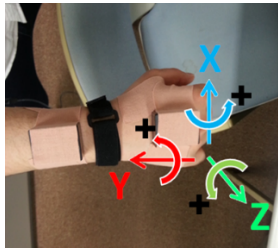
(ア) 被験者（レベル；和太鼓経験年数）：

- 脱力ができている
 - 被験者A（上級者；会長）1名
 - 被験者B（中級者；1.5年）1名

- 脱力が不足している
 - 被験者 C (上級者 1 名 ; 19 年)
- 脱力ができていない
 - 被験者 D (初心者 1 名 ; 1.5 年)

(イ) 打ち方 : 「基本打ち」を左右 8 打ずつ交互に打つ

- 「基本打ち」は初心者がまず学習する打ち方であり, 演奏の基本となる



センサ設置位置



データ取得の様子

図 2 実験環境

3.3. 検証結果

(ア) 「(3)手首の返し」の位置の特定

脱力ができている被験者 A, B について, 角速度の特徴的な位置と映像における状態の関係を確認した. 図 3 に被験者 A の角速度の推移を示す. 図 3 における角速度の y 軸は, 振り下ろし方向への動きが負の値を示す.

「(2)肘の開き」「(4)インパクト」は, 角速度 0 の位置としたとき, その間に, 極大値, 極小値, 最小値が存在している. 被験者 B も特徴は同様であった. 映像で確認したところ, 「(3)手首の返し」は, 最小値の前の極大値が対応していた.

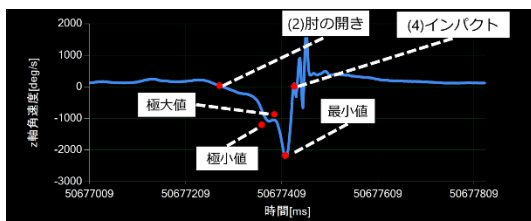


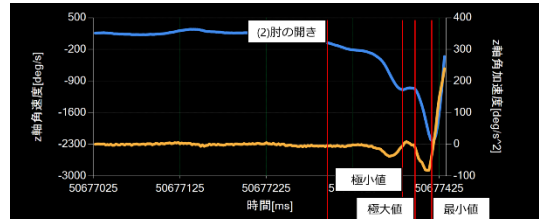
図 3 被験者 A の角速度における特徴

(イ) 脱力レベルごとの角速度の特徴点の検証

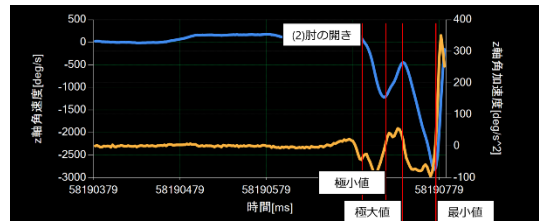
「(2)肘の開き」「(4)インパクト」に分析対象区間

を絞り, 4 名の被験者で同様に処理を行った (図 4). グラフには, 特徴が分かりやすくなるよう, 角速度に加えて, 角速度を微分した各加速度も記載した.

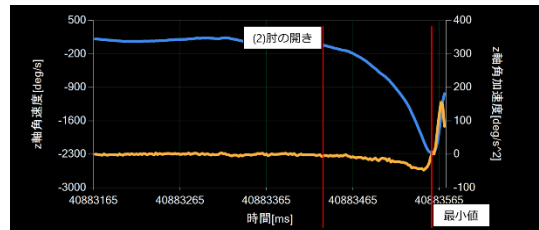
検証の結果, 脱力ができているとされるグループと不十分・できていないグループに角速度の違いに差が現れることが分かった.



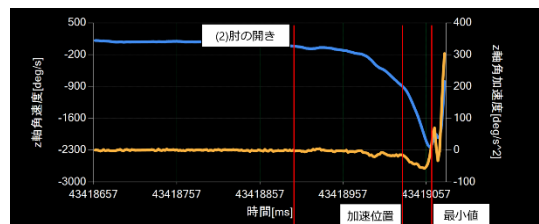
被験者 A (脱力ができている上級者)



被験者 B (脱力ができている中級者)



被験者 C (脱力が不十分な上級者)



被験者 D (脱力ができていない初心者)

図 4 被験者 A~D の角速度における特徴

脱力ができているグループは, 最小値の前に, 極大値, 極小値が存在している. 極大値の存在は, 振り抜く方向と逆の方向への動きを意味しており, スナップの前に一瞬わずかにバチを引く動作をしていることを示している. また, 被験者 A はスナップにより, 角加速度値が極小値より前よりも増大しており, 上腕, 前腕, 手の甲の 3 段階動作によってスナップの速度を大きく増大していることが数値的に示された. これが「しなり」による効果であると考えら

れる。一方で、被験者Bは、動きとしては被験者Aと同じ極大値後の値の増加が見られず、「しなり」によるスナップ速度の増加までには至っていないことが示された。

脱力が不十分なグループは、最小値の前に極大値・極小値が存在しておらず、角加速度の数値を見ても、上腕、前腕、手の甲の3段階動作による加速も少ない。比較のため、極大値の代わりに、角加速度の変化量が大きくなる位置にマークを入れている。

(ウ) 静止画による検証

角速度の特徴として見えた時刻の静止画により比較を行う。

- 「(2)肘の開き」検出について

角速度値が0の時刻でとらえた結果を図5に示す。図5全ての被験者において、手首がほぼ顔の横に位置している。主観評価において、被験者A, Bはバチが倒れているという評価、被験者C, Dは倒れ方が不十分であるという評価であり、推定時刻におけるバチの傾きは、主観評価による良さとも一致している。

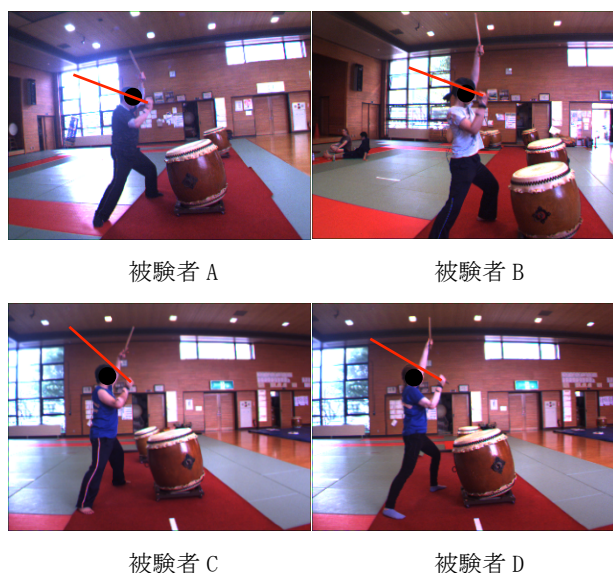


図5 被験者A～Dの肘の開き位置推定結果

- 「(3)手首返し」検出について

被験者A, Bにおける極小値、被験者C, Dにおける加速位置の時刻でとらえた結果を図6に示す。当該時刻の周辺で手首やバチの動き・画像のブレが確認でき、「(3)手首の返し」による加速が行われていることが確認できた。

- 脱力評価が高い被験者の特徴について

被験者A, Bにおいては、極大値、極小値が存在している。これらの時刻間での差異を確認した結果を図7に示す。両名とも、手首の位置が若干下に落ちているにも関わらず、バチの角度が大きく変化していないことが分かった。そこ

で、前腕の角度が合うように画像を回転させて合わせたところ、被験者A, Bともに、バチを手前に引いた（バチの振りと逆方向）状態になっていることが確認された（図8）。図8は、図7の極小値、極大値の画像について、極大値側の人物を抜き出し、前腕の角度が一致するように回転させて右側に重ねて作成した。この動きによって、極大値・極小値が生まれており、上級者はその前後で角加速度が向上していることから、その後の加速に寄与していることが示唆された。

本実験により明らかになった、極大値、極小値の存在は、指導において直接的に評価されている項目ではない。舞踏などで、動く方向に対して逆方向に動いてから動作をすることがよく行われている。和太鼓のバチさばきにおいても同様な技能が使われていることと考え、極小値から極大値の間に起きている振りと逆方向の動きを「タメ」と呼ぶこととし、この「タメ」があることが「スナップ」の良さにつながっていると考えられる。

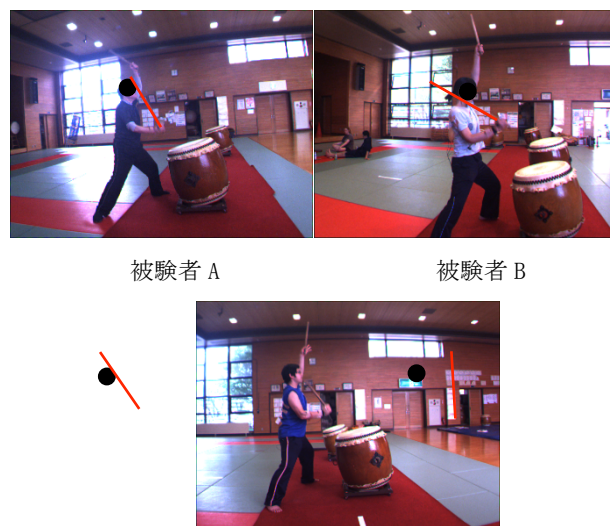


図6 被験者A～Dの手首の返し位置推定結果

3.4. 追実験

間を空けてデータを取得した被験者E(中級者, 2014年, 2015年), F(上級者; 2016年, 2018年)の2名の比較を行った。

主観評価において、被験者 E は、手首が柔らかくなったことで動きの幅が広がった、肘から手首にかけてのしなりが良くなった、との評価を受けた。被験者 F は、打ち方が団体のものでなく、太鼓の講習会で習った、バチを倒さずまっすぐ打ち下ろす打ち方になっており、曲線的な打法をよしとしてきた団体独特の打ち方より講習会寄りである、との評価を受けた。

図 10 に、被験者 E, F の経年による角速度の変化を示す。被験者 E は、2014 年には角速度が単調減少していたが、2015 年の角速度に極大値、極小値が現れるようになり、

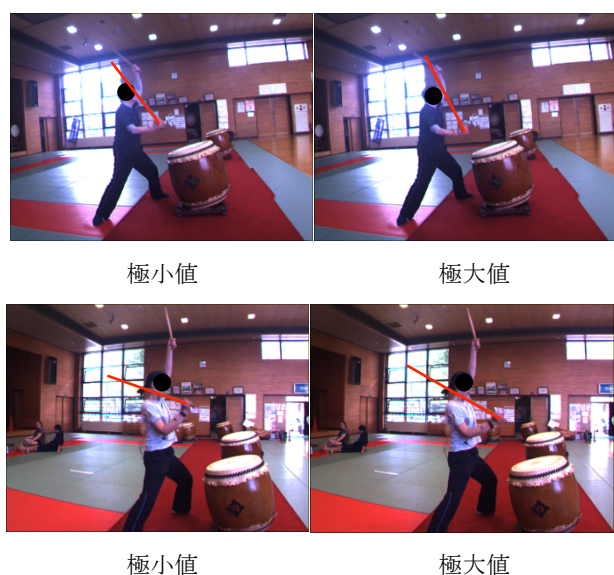


図 7 被験者 A, B の極小値、極大値時刻のバチの状態

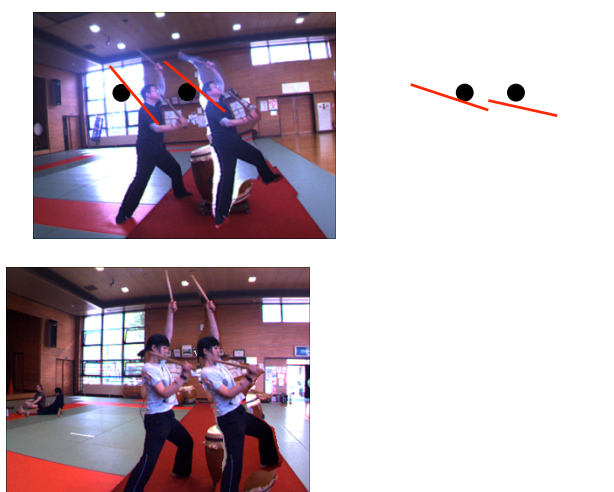


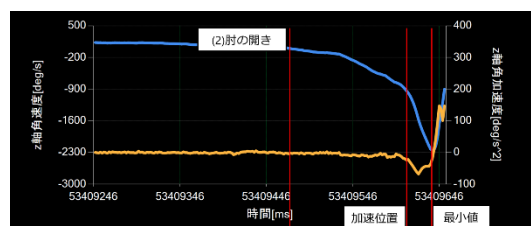
図 8 前腕の角度を合わせたときのバチ角度の比較

メができるようになっていいることが分かる。主観評価において、手首や肘の動きのしなやかさへの言及があったことから、タメができていることがしなやかさへ寄与していると考えられる。

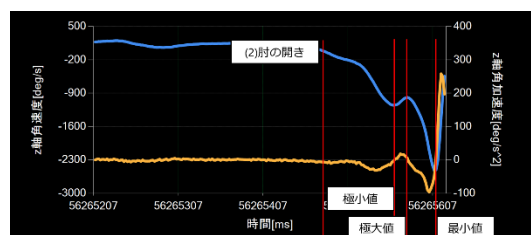
被験者 F は、2016 年は手首の返しから若干スナップによる加速が見えるが、角速度は単調減少している。2018 年になると、極大値・極小値が現れている。これにより、タメができるようになり、極大値後の角加速度が非常に大きくなり、スナップにより大きく加速していることが分かる。

図 11 に、被験者 E, F の「(2)手首の返し」のタイミングの静止面を示す。被験者 E は、2014 年に比べて 2015 年は、バチの角度が体寄りにあり、インパクトまでの可動域が大きく確保されたことが分かる。これは、主観評価と一致する。

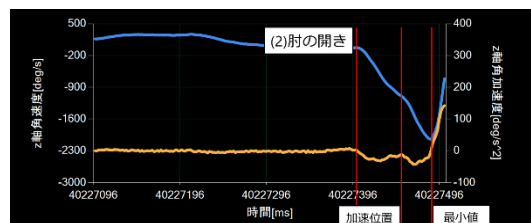
被験者 F は、2016 年に比べて、2018 年の方がバチの角度が太鼓寄りにあり、種市海鳴太鼓の理想から離れていることが分かる。これは主観評価において、バチを倒さずに打ちにいつているという主観評価と関係があると考えた。図 11 に、被験者 F の「(2)肘の開き」の静止面を示す。このタイミングにおいて、すでに 2018 年の方が、バチがやや立った状態であり、フォームが変わっていることが分かる。一方で、手首の返しは、タメがあるという状態であり、映像だけ、角速度だけでは分からない情報が、合わせてみていくことで新たな発見ができる可能性が示唆された。



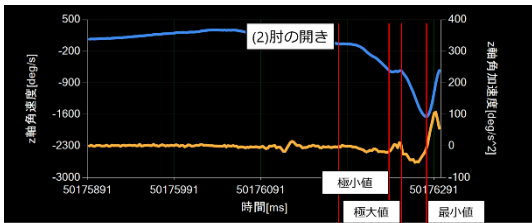
被験者 E (中級者) 2014 年



被験者 E (中級者；しなやかさが出た) 2015 年



被験者 F (上級者) 2015 年



被験者 F (上級者; まっすぐ打ち下ろす) 2015 年
 図 10 被験者 E, F の経年による変化 (角速度)

4. おわりに

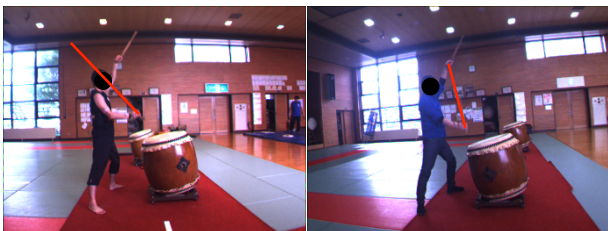
本研究では、和太鼓の技能伝承における指導者と学習者の情報共有を目指し、指導には使われているが、評価しにくい概念の計測・表出に取り組んだ。提案手法では、角速度センサを用いて「(3)手首の返し」のタイミングを特定し、また、角速度の変化から、しなりを生み出す「タメ」動作がバチさばきの過程にあることが分かった。

今後の課題としては、現状では、角速度と映像を目視で比較しながら検討する必要があることから、一打ごとの作業が必要となる。全ての打数について個別の作業をしているのは現実的ではないため、その自動化を検討し、大量のデータを俯瞰的に見ることを可能にしたい。また、本稿で



被験者 E (2014)

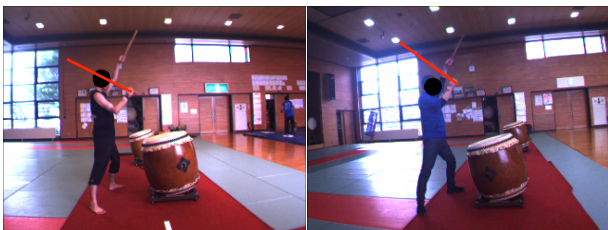
被験者 E (2015)



被験者 F (2016)

被験者 F (2018)

図 10 手首の返し始めの経年による変化 (画像)



被験者 F (2016)

被験者 F (2018)

図 11 肘の開きの経年による変化 (画像)

は、手首や肘の回転面を単純化してとらえ z 軸角速度に絞り分析していた。しかし、バチを振る過程において握り込む際には x 軸, y 軸周りにも回転しているなど、複雑な動きをしていることが分かっている。そのため、その他の軸に焦点を当てた検討により、また新たな知見が表出できる可能性がある。

参考文献

- [1] 和太鼓グループ 彩 -sai-, <http://wadaiko-sai.com/>, (2018/3/2 参照)
- [2] 財団法人日本太鼓協会, <http://www.taikojapan.com/>, (2018/3/2 参照)
- [3] 中里直樹, 松田浩一, 中里利則, "和太鼓の手首の動きと音の良さの関係についての基礎的検討", 情報処理学会第 71 回全国大会, 4ZC-5, 2009.
- [4] 中里 直樹, 松田 浩一, 中里 利則, "和太鼓のバチさばきにおける「勢い」と「脱力」の抽出と分類の一検討", 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.
- [5] 工藤喬也, 松田浩一, 中里利則, "ズレの可視化による和太鼓基本リズムの習得支援システム", 情報処理学会第 75 回全国大会, 6ZF-3, 2013.
- [6] 工藤喬也, 松田浩一, 中里利則, "和太鼓リズムのズレ修正のためのリアルタイム提示による一考察", 電子情報通信学会, HCG シンポジウム 2013, I-2-11, 2013.
- [7] 工藤喬也, 松田浩一, 中里利則, "和太鼓リズムにおけるズレ提示システムの有効性の検証", 日本教育工学会, 第 30 回全国大会, 2a-023-06, 2014.
- [8] 工藤喬也, 松田浩一, "和太鼓におけるリズムのズレ提示法による学習効果の違い", 人工知能学会, 身体知研究会, 第 21 回研究会, SKL-21-04, pp. 16-23, 2015.
- [9] 中塚智哉, 松田浩一, "和太鼓のインパクト時の「脱力」技能の定量化", 人工知能学会, 身体知研究会第 23 回研究会, SKL-23-02, pp. 7-12, 2017.