

和太鼓における 3 段階動作の定量的分析に関する一検討

A Study on Quantitative Analysis of Three Phase Operations in Japanese Taiko

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
 - 目視で確認できることしか評価できない
 - 映像やコマ送りでも分かりにくい項目もある
- 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
 - 位置の選択が映像を見ての主観評価しかない

以上を踏まえて、本研究では、指導にあるが、評価に現れにくい要素を対象とし、その定量的な分析方法の確立を目指す。

2. 和太鼓の技能

2.1. バチさばきの動作要素

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図1に示す（以降、ヒアリングを基にした、種市海鳴太鼓保存会固有の指導法、考え方となっている）。ここで、各動作要素における、各関節部位の動きは下記の通りとなる。

- (1) 振り下ろし：力を抜いた状態で腕を下ろす。肩関節が伸展し始め、肘関節が屈曲する。
- (2) 肘の開き：肘関節が伸展し始める（肩関節は伸展し続ける）
- (3) 手首の返し：手首を内転しながらバチを強く握る（肩関節、肘関節は伸展し続ける）
- (4) インパクト：面に当たる直前で（力を抜き）叩く

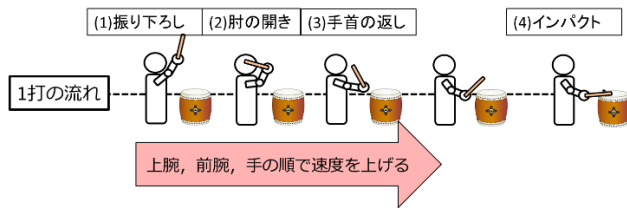


図 1 3段階動作の要素

動作要素は3段階あり、上腕、前腕、手の順に時間的な差をつけた動作を行う。この時間差により、鞭のしなりのような効果を得ることができ、良い音を出すことができるという。

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」の間の手首の内転のこと。指導者が最も気にしている要素。内転が速くなることで、大きな音を出し、かつインパクトにおいてバチが太鼓の面に当たっている時間を短くできる。
- 「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）
 - 【スナップについて】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。
 - 【インパクトの時間について】「(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）
 - 【可動域について】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手首を使った振りがしにくくなる

（音が悪くなる）。

- 【スナップについて】「(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。
- 【スナップについて】上腕、前腕、手、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。筆者らは、以下の「コツ」に関する内容について分析方法を検討している。

1. 【可動域について】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」の時刻を特定することで、評価位置を一意に決めることを狙う。
2. 【スナップについて】「(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現れなかった指導内容である。静止画を見て脱力ができていると判断はできても、どこから、という時刻の判断が静止画による主観評価では困難であった。
3. 【スナップについて】上腕、前腕、手、と3段階で順に部位を動かしているかの評価できず、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。

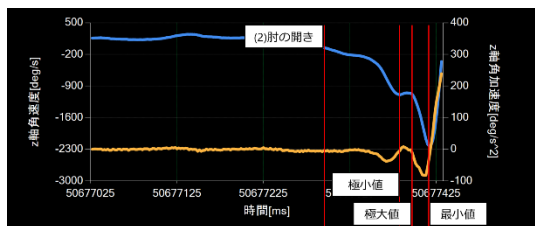
筆者らの先行研究[10]では、課題1、課題2に関して、角速度および映像データを詳細に見ることで、位置の特定、指標づくりを試みた。

本稿の内容と直結するため、先行研究[10]における成果について以下に整理しておく。

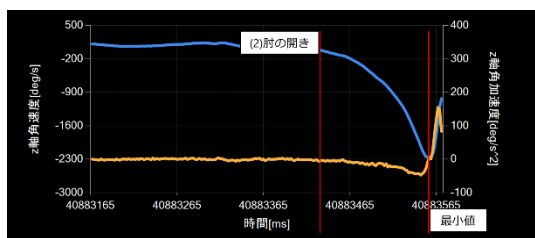
「(2)肘の開き」「(4)インパクト」に分析対象区間を絞り、評価が異なる被験者群に対して同様に処理を行った。グラフには、特徴が分かりやすくなるよう、角速度に加えて、角速度を微分した角加速度も記載した。

その結果、脱力ができている（バチの動きが理想に近い）とされるグループと、不十分・できていない（バチの動き

が理想から離れている) グループに角速度の違いに差が現れることが分かった. それぞれ1名の角速度を示す(図2).



脱力が十分とされる上級者



脱力が不十分な上級者

図2 脱力の有無による角速度の特徴

脱力が十分とされるグループは, 最小値の前に, 明らかな変曲点が存在している. 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.

脱力が不十分なグループは, 最小値の前に明らかな変曲点が存在していないことがわかった.

本稿では, 課題3の三段階動作についての分析方法について検討することを目的とする. 上腕, 前腕, 手が動く際に角速度がどのような振る舞いをしているか. また, バチさばきにどのような効果があるのかを検証する.

3. 分析

3.1. 分析対象

筆者らの先行研究[10]にて取得した以下のデータを用い, 分析を行った.

(ア) 実験環境

小型9軸ワイヤレスモーションセンサー(スポーツセンシング社製; 最大加速度75G, 最大角速度6000dps)を用いた(図2). モーションセンサは利き手の手の甲に設置し, 500Hzで角速度を取得した. 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.

なお, センサの設置条件から, 振りの動作はxy平面上にて行われていると仮定でき, 肘関節の伸展, 手首の内転はz軸マイナス方向への動きとなる. この条件下では, 速ければ速いほど負の値が大きくなる.

(イ) 被験者(技能評価値; 和太鼓経験年数)

被験者一覧を表1に示す. 全て強く叩くことができている中級者以上であり, 指導者による技能の評価値も併記している. この技能評価値の定義を表2に示す. 評価値は, 先行研究[10]にて行った実験における指導者による判断である. 評価値3は, 初心者が到達して欲しい値(強く叩く, の実践)であり, 評価値4以上が, 技能として十分とされるレベルを意味する. 被験者Dは, 3.5~4という評価となっているが, ブランクがあり, 脱力ができているときとできていないときがあるとのことだった.

表1 被験者一覧

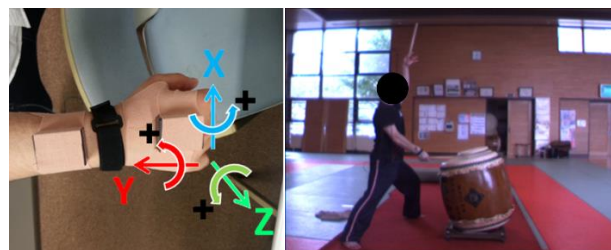
被験者	経験年数	評価値
A	30年(指導者)	
B	1.5年	4
C	21年	3
D	8年	3.5~4
E	6年	3
F	5年	4

表2 技能評価値とその意味

評価値	説明
1	そもそもの構えができていない
2	音が出ていない
3	音は出ているが脱力はできていない
4	音は出ているが脱力もできている
5	音に響きがある. 腕にしなやかさがある

(ウ) 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

横視点映像

図3 実験環境

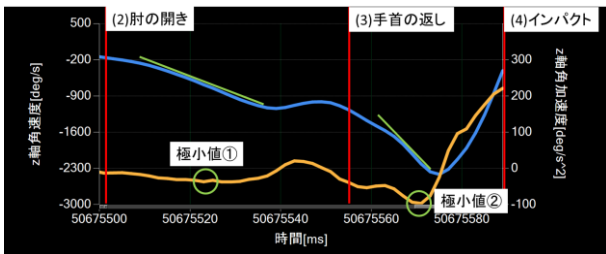
3.2. 分析方法

以下では, バチが大きく動く2段目以降の「(2)肘の開き」以降に絞って分析を行う. 前腕が動くのは, 「(2)肘の開き」~「(3)手首の返し」(以下, 「(2)肘の開き」区間)直前まで, 手が動くのは, 「(3)手首の返し」~「(4)インパ

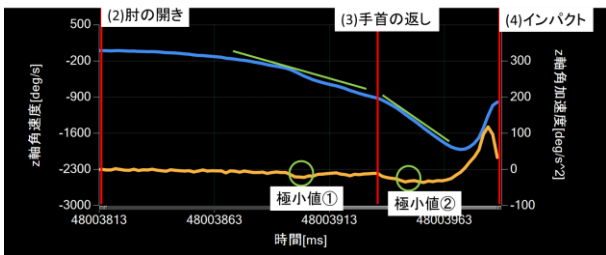
クト」(以下、「(3)手首の返し」区間)直前まで、である。

区間内の角速度の傾きに注目すると、脱力ができている上級者は、「(2)肘の開き」区間よりも「(3)手首の返し」区間において、傾きが大きく変化している。「(2)肘の開き」区間、「(3)手首の返し」区間の角速度の傾きの最大値を求め、最大値における接線(図中緑線)を比較することで違いが分かる。これは、前腕よりも手を振る速さの方が大きい事を示しており、3段階動作による加速をしていること示していると考えた。

それぞれの区間における角速度の傾きの最大値を、各関節による加速効果ととらえることとすると、角加速度の極小値がその効果を表す。そこで、「(2)肘の開き」区間および「(3)手首の返し」区間の極小値をそれぞれ、極小値①、極小値②とし、被験者ごとの全打数に対して各区間の角加速度の極小値を求め、比較した。



脱力ができている上級者



脱力が不十分な上級者

図4 脱力の有無による角速度の特徴

4. 分析結果

4.1. (2)肘の開き区間(極小値①)

図5に、各被験者の「(2)肘の開き」区間の角加速度の極小値について、8打の平均値と標準偏差を示す。ここでは、平均値の低い順にソートしている。

平均値については、技能評価値が高い被験者が、より低い値(振りが速い)を示す傾向があるように見える。また、標準偏差は、経験年数と関係があるように見える。これは、経験によって同じ打ち方をすることができるようになっていることを意味すると推測される。

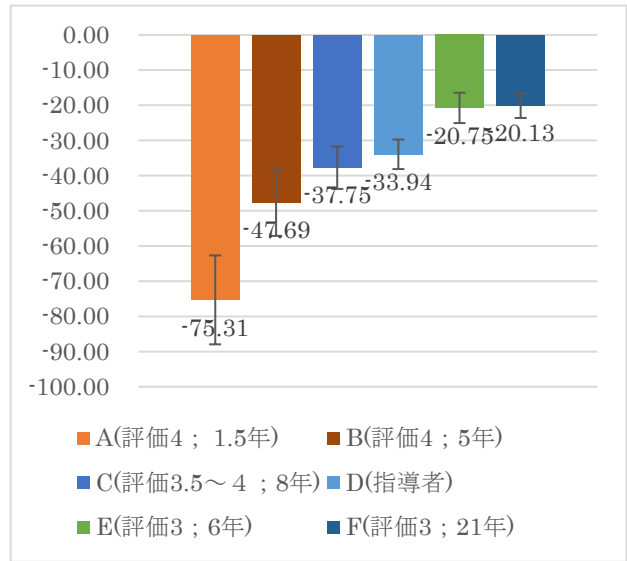


図5 (2)肘の開き区間の極小値

4.2. (3)手首の返し区間(極小値②)

図6に、「(3)手首の返し」区間の各角加速度の極小値について、8打の平均値と標準偏差を示す。ここでは、並びを図5と同じ順とした。図5とは、傾向が異なり、被験者B~Eは、図5と反比例しているように見える。極小値①と極小値②には何らかの関係があると思われるため、次節にて、それらの関係について検討する。

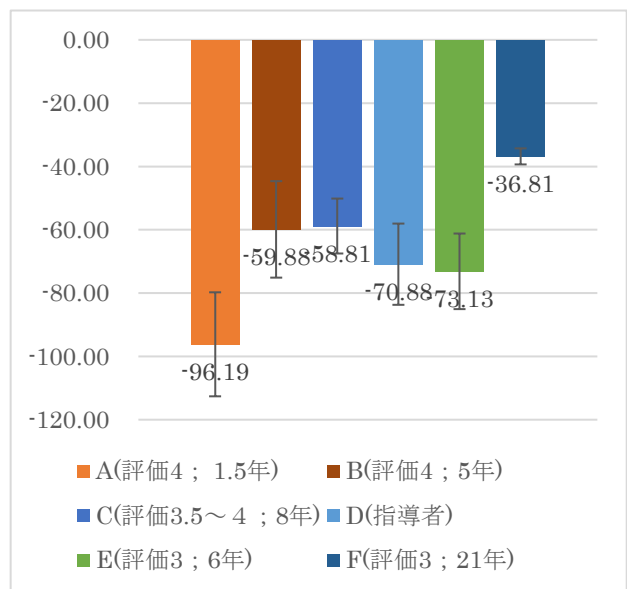


図6 (3)手首の返し~(4)インパクトの極小値

4.3. 極小値①と極小値②の関係による分類

横軸を極小値①、縦軸を極小値②としてバブルチャートにした結果を図7に示す。ここで、バブルの半径は、極小値②の標準偏差としている。

全体的な傾向としては、極小値①よりも極小値②が大きい
ため、「(2)肘の開き」区間より、「(3)手首の返し」区間の
速度が大きいことがわかる。また、おおよそ以下の三つの
グループに分類できる。

- I. 極小値①, ②が共に小さい (被験者 A)
- II. 極小値①, ②が共に大きい (被験者 F)
- III. 以上の間 (被験者 B~E)

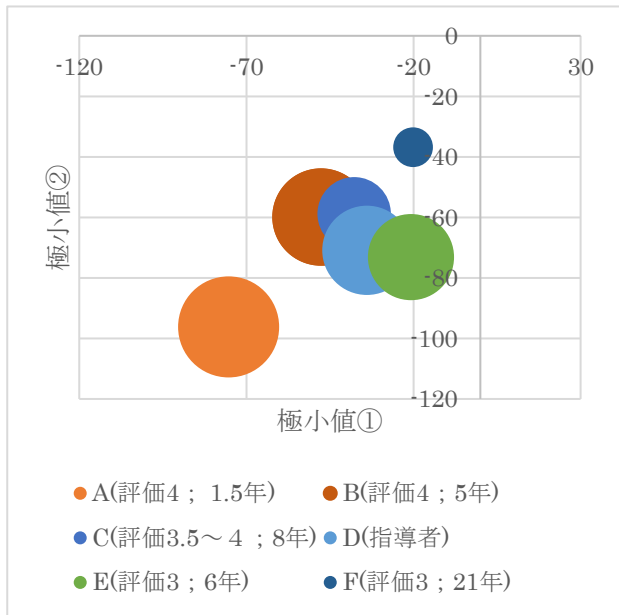


図7 極小値①, ②のバブルチャート

4.4. 考察

分類ごとの3段階動作について、図7におけるバブルチャートの位置関係を参考に、映像を用いて検討した。図8にグループの代表的な3名の「(2)肘の開き」、「(3)手首の返し」での静止画である。

- I. 極小値①, ②が共に小さい (被験者 A)

「(2)肘の開き」の静止画を見ると、頭より上にバチがあり、肘関節の状態を見ると、伸展し始める前の段階である。「(3)手首の返し」の手の状態を見ると、手が体のほうを向いており、内転し始めていることが分かる。したがって、3段階動作をしていることとなる。
- II. 極小値①, ②が共に大きい (被験者 F)

「(2)肘の開き」の静止画を見ると、頭の位置とほぼ同じ高さにバチがある。肘関節の状態を見ると、伸展し始めている。「(3)手首の返し」において、他の被験者と比べてバチが立っており、手の状態を見ると、すでに内転し始めていることが分かる。したがって、「(2)肘の開き」と同時に「(3)手首の返し」が行われており、3段階動作となっていないことになる。

極小値①が低くなる要因として、本来肘が伸展すべきタイミングよりも前から伸展し始めたため、速度を出す可動域が少なくなり、速度を出し切れないと考えられる。また、極小値②が低くなる要因として、手首が内転すべきタイミングよりも前から内転し始めているため、速度を出す可動域が少なくなり、速度を出し切れていないと考えられる。

- III. 以上の間 (被験者 D)

「(2)肘の開き」の静止画を見ると、頭の位置とほぼ同じ高さにバチがある。肘関節の状態を見ると、伸展し始める前の段階である。「(3)手首の返し」の手の状態を見ると、手が体のほうを向いており、内転し始めていることが分かる。したがって、3段階動作をしていることとなる。

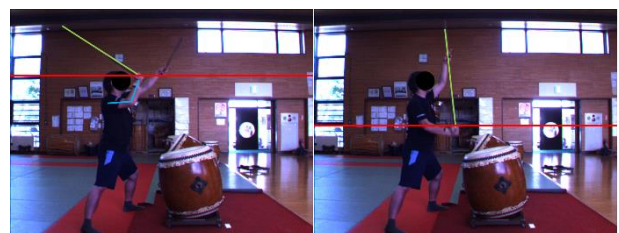
以上のことから、初級者の段階を超えている被験者において、角加速度を用いる事により、3段階動作をしているかどうかの分析ができる可能性が示唆された。

一方で、代表者である被験者 A, D の分布位置が異なる意味、被験者 B~E は、一直線上に並ぶような位置となる意味について、3段階動作の質が異なることが予想されるが、詳細の検討は今後の課題としたい。



被験者 A (2)肘の開き

(3)手首の返し



被験者 F (2)肘の開き

(3)手首の返し



被験者 D (2)肘の開き

(3)手首の返し

図8 被験者 A, F, D の(2)肘の開き, (3)手首の返しの状態

4.5. 追実験

技能評価が低い被験者も同様に分析できるか検証した。被験者 G (評価 1 ; 1.5 年) は主観評価において、常にバチを強く握っており、脱力はできておらず、音も出ていないとの評価を受けている。

図 7 に被験者 G を追加した結果を図 9 に示す。

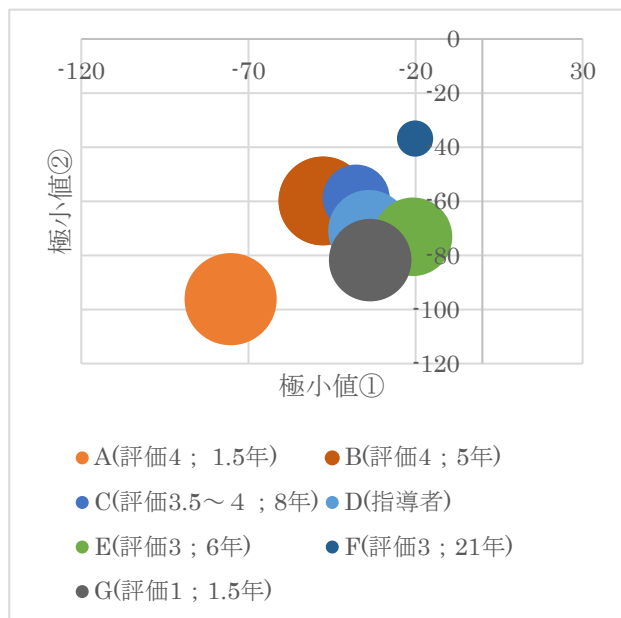


図 9 被験者 G を追加した極小値①, ②のバブルチャート

技能の評価は低いものの、極小値②に非常に小さな値が出ており、スナップが非常によい、という結果に見える。

図 10 に、被験者 A, B, C, G のインパクト時の静止画を示す。他の被験者と比べると、被験者 G は、手首が大きく内転している（開ききっている）ことがわかる。これは、被験者 G は、太鼓の面にバチが当たる前に脱力しておらず、最後まで力が入った状態であるため、バチを振り切って速くなっていることが予想される。

以上のことから、提案手法は、3 段階動作における動きの特徴を見ることが可能な一方で、被験者の技能レベルが異なる場合、一様に比較できない可能性が示唆された。

5. 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、上腕、前腕、手が動く際に角速度がどのような振る舞いをしているか。また、バチさばきにどのような効果があるのか検証した。提案手法では、角速度センサを用い角加速度の変化から、動作区間内でどのような振る舞いをしているか分析できる可能性が示唆された。

今後の課題として、3 段階動作の質の違いについての検討がある。検討の際には、音の評価と共にいきたい。

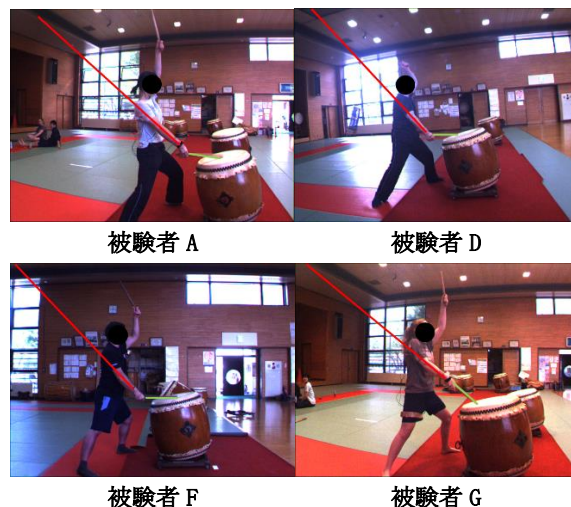


図 10 被験者 A, D, F, G の(4)インパクトの状態

参考文献

- [1] 和太鼓グループ 彩 -sai-, <http://wadaiko-sai.com/>, (2018/9/25 参照)
- [2] 財団法人日本太鼓協会, <http://www.taikojapan.com/>, (2018/9/25 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.
- [10] 高橋唯, 松田浩一, "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", 人工知能学会, 身体知研究会, 第 30 回研究会, SKL-25-05, pp. 23-28, 2018.