

# 聴覚フィードバックを用いたランニング練習支援システム

## A study on running assist system using auditory feedback

吉岡 杏奈<sup>1</sup> 藤波 努<sup>2</sup>

Anna Yoshioka<sup>1</sup> and Tsutomu Fujinami<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 先端科学技術専攻

<sup>1</sup> Graduated School of Advanced Science and Technology, Department of Advanced Science and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology,

<sup>2</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系 ヒューマンライフデザイン領域

<sup>2</sup> Human Life Design Area, School of Knowledge Science,  
Japan Advanced Institute of Science and Technology

**Abstract:** In this research, we employ a small sensor and a small computer to develop a practice assistance system that supports athletes to exercise running through auditory feedback. This paper describes what different audio feedbacks inform runners of their performance to help them to acquire ideal running motion.

## 1. 序論

一般的に、スポーツの現場では常に指導者の指導を受けながら練習を行うことが難しいため、個人練習を行う機会が多い。しかし、個人練習では自分自身の動きを見ながら行うことは難しく、仮に動きを見ることができたとしてもその良し悪しを判断して自分自身で動きを修正することは難しいため、練習の効率が下がってしまう恐れがある。

このような状況を受けて近年、モーションキャプチャシステムや Kinect といった情報技術を用いて初心者の個人練習を支援し練習の効率を向上させる「練習支援システム」に関する研究が数多く行われている[1-4]。これは、練習者の動作を三次元的に取得し、その動作と手本となる動作との差異を、練習者自身を模したコンピュータグラフィックスや音といった情報に可視化・可聴化しフィードバックすることで、練習者自身に動作を知覚させるものである。このようなシステムを使用することで、練習者は指導者の指導を受けられない環境においても効率良く練習を行うことが可能となる。これらのシステムでは、取得する情報の正確さやデータの欠損の少なさを考慮して、モーションキャプチャシステムを使用することが多いが、実用性を考えると高価なモーションキャプチャシステムの導入が難しいという問題がある。

そこで本研究では、練習支援システムの実用性を意識し、音楽のスピードや音程・音圧などを変化さ

せることで走行スピードや足の動きを知覚させる聴覚フィードバックと小型センサを用いた練習支援システムを開発し、その有用性を評価する。

## 2 関連研究

ここでは、関連する練習支援システムについて取り上げる。

### 2.1 視覚フィードバックを用いたシステム

ここで取り上げるシステムは、色の変化や理想動作との比較映像などの視覚情報をフィードバックすることで練習者に動作を知覚させるものである。

Chan らの研究[1]では、ダンスの振付動作における手本動作と練習者の関節位置を比較し、その差異を色の違いとして提示することで振付動作の習得を支援している。モーションキャプチャシステムにより取得した関節データを元に練習者の人体モデルを構築し、手本動作通りの動作ができた場合はモデルの色を黄色に、そうでない場合は赤色に着色することで、練習者に手本動作との違いを知覚させている。

Qi らの研究[2]では、ボートのローイング動作における熟練者の大腿直筋の筋活動量に対する練習者の筋活動量の割合を色に変換し、ディスプレイに表示した実映像上の大腿直筋の位置に重畳させて提示している。練習者の筋活動量が熟練者よりも小さい場合は青色で、熟練者と同等の活動量に近づくにつれて赤色へと変化させて重畳表示し、練習者に自身の筋活動量を知覚させている。

## 2.2 聴覚フィードバックを用いたシステム

ここで取り上げるシステムは、動作を音の高さやなどの聴覚情報としてフィードバックすることで練習者に動作を知覚させるものである。

Murofushi らの研究[3]では、実際に 9 軸のモーションセンサを開発し、開発したセンサを用いてシステムを構築している。具体的には、ハンマー投げのターン動作に対して、ハンマーに取り付けたセンサを用いて取得したデータを元に回転の角速度情報を音の高低に変換し可聴化するシステムを構築している。

奥川らの研究[4]では、聴覚フィードバックを使用して自転車のケイデンス維持を支援するシステムを提案している。このシステムでは、180bpm のテンポで流すクラシック音楽(Canon)と自身のペダリングテンポのフィードバック音が一致するようにペダルを漕ぐことで一定のペースを保つことができる。

## 3. 提案手法

### 3.1 概要

本研究において検証の対象とする動作は、特別な技術を要さない点と特別な機器を要することなく実施可能な点からランニングを採用する。

図 1 に本研究で構築するシステム構成案を示す。システムは 3 つの要素で構成される。

- 1) 使用者の動作の取得
- 2) 聴覚フィードバックの生成
- 3) イヤホン等を使用した聴覚フィードバックの提示

これらをリアルタイムで繰り返すことで継続してフィードバックを提示することが可能となる。

今回、練習者の動作を取得する装置として、ST マイクロエレクトロニクス社の STEVAL-WeSU1 を用いる。STEVAL-WeSU1 の外観を図 2 に、スペックを表 1 に示す。

### 3.2 生成する聴覚フィードバック

今回は、普段聴いている J-POP やクラシックといった音楽に対して音変化させることで動作を可聴化する。これは、奥川らの研究[4]において、聴覚フィードバックをする際にメトロノームのような無機質な音をフィードバックするよりもクラシックなどの音楽を用いたフィードバックのほうが練習者の集中力を妨げない傾向が示されていたため採用した。

具体的に、次のような音変化を想定している。

- 1) 音楽のトランスポーズ(移調・転調)：足の着き方が理想的でない場合に音楽をトランスポー

ズすることで動作を知覚させる

- 2) 左右の音圧変化：左右の着地バランスが乱れているときに音源自体の音圧を変化させることで動作を知覚させる

(具体例) 左足の着地が強い時は左側の音圧を下げ右側に意識を向かせる

- 3) 音楽のテンポ変化：走行スピードがふらついている場合にテンポを変化させることで動作を知覚させる

(具体例) 走行スピードが徐々に早くなってしまっている場合は音楽のテンポを下げ遅くさせる

## 4. 音変化聞き取りに関する事前実験

実際にシステムを開発するにあたり、事前実験を実施した。本実験は、3.2 であげた聴覚フィードバックの聞き取りの可否と、聴覚フィードバック自体が動作に及ぼす影響の検証を目的に実施した。

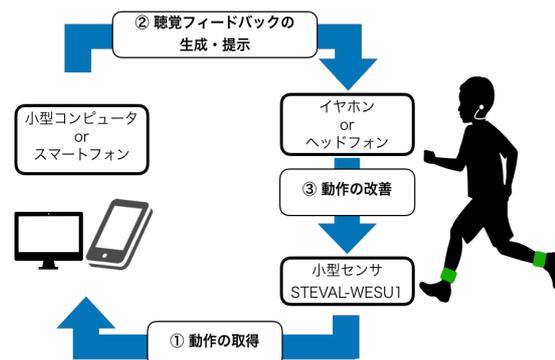


図 1. システム構成図



図 2. STEVAL-WeSU1 外観

表 1. STEVAL-WeSU1 スペック [5]

項目	仕様
搭載センサ	加速度, ジャイロ, 地磁気, 気圧
通信	Bluetooth4.1 USB2.0
電池	リチウム・イオン・ポリマ 二次電池(100mA)
外形寸法[mm]	約40 × 38 × 10
質量[g]	約10

## 4.1 使用器具

本実験で使用した器具を表2に示す。本実験では、練習者の動作取得機材としてSTEVAL-Wesu1ではなくWii バランスボードを用いた。これは、現時点でSTEVAL-WeSU1 複数台と同時通信可能なシステムが構築できていないため、STEVAL-WeSU1 を用いても両足のデータを取得できないことと、単に重心データを取得することができれば検証を行うことが可能であると判断したためである。

## 4.2 被験者情報

本実験の被験者は成年男性4名、成年女性1名の計5名である。被験者の情報を表3に示す。なお、表3における音楽経験とは音楽教室への通学による楽器演奏技術の習得経験を指す。

## 4.3 実験方法

今回の予備実験では、フィードバックする音源として歩行スピードと同程度のテンポである100 bpmのBeat音をハイミッドタムとシンバルの音を組み合わせで作成した。作成したBeat音に対し次の6種類の音変化を適用し、聞き取りの可否を調査した。なお、Beat音作成、音変化の編集にはGarage Band[6]を使用し、各音変化はBeat音再生開始から30秒後に現れるよう編集した。

- 1) テンポアップ 100 bpm to 105 bpm
- 2) テンポアップ 100 bpm to 110 bpm
- 3) テンポダウン 100 bpm to 95 bpm
- 4) テンポダウン 100 bpm to 90 bpm
- 5) 右側音圧減少(左側のみ聞こえる状態)
- 6) 左側音圧減少(右側のみ聞こえる状態)

被験者には音変化の種類として「テンポが上がる」「テンポが下がる」「左側のみ聞こえる」「右側のみ聞こえる」の4種類が存在することを伝え、テンポ変化の程度は伝えていない。

実験は、初めに被験者の左腕に装着した心拍計を用いて座位安静時の心拍数を計測した後ヘッドホンを装着し、4(テンポダウン)、2(テンポアップ)、6(左側音圧減少)、1(テンポアップ)、5(右側音圧減少)、3(テンポダウン)の順で動作計測を行った。被験者にはヘッドホンから聞こえてくるBeat音にあわせてWii バランスボード上で足踏みをするよう指示し、使用されている音変化が判断できた場合は口頭で音変化の種類を解答するよう伝えた。

なお、各音変化の計測間は1分以上かつ被験者の心拍数が座位安静時の心拍数におちつくまで休息を取った。

図3に実験の様子を示す。Wii バランスボードは

壁から1.5m離して配置した。また、被験者に与える視覚情報を統一するため、被験者の正面の壁に床から1.5mの高さに注視点を配置し、被験者には計測中は注視点に視線を固定するよう指示した。

## 5. 結果と考察

表4に、各被験者が音変化の認識にかかった時間(sec)を示す。表4中の「-」印は認識することができなかったことを示す。表4より、テンポが上がる音変化はその他の音変化に比べて認識率が低くなる傾向が見られる。そこで各計測開始5秒後からの30歩(前半)と計測終了5秒前から遡った30歩(後半)を抽出し、それぞれの区間における足踏みのテンポの平均値を比較した。結果を表5に示す。表5より、すべての被験者において提示したBeat音のテンポに足踏みのテンポが一致していることがわかる。よって音変化におけるテンポの変化は、仮に認識できな

表2. 使用器具一覧

名称	個数	備考
Wiiバランスボード	1個	動作取得用
GPD Win	1台	データ記録用
ビデオカメラ	1台	映像データ録画用
Panasonic ヘッドホン (RP-HTX80B-R)	1個	聴覚フィードバック提示用
POLAR 心拍計 (OH1)	1個	心拍数計測用 (左腕に装着)

表3. 被験者情報一覧

No.	性別	年齢	出身国	音楽経験
1	F	24	日本	なし
2	M	27	中国	なし
3	F	23	日本	なし
4	F	24	中国	なし
5	F	30	中国	なし

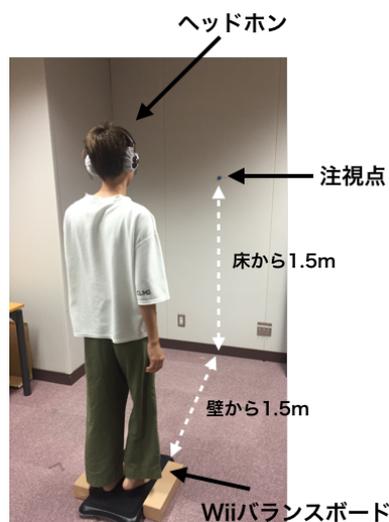


図3. 実験の様子

かったとしても動作に変化を及ぼす可能性が示唆された。この傾向から、走行中の音楽のテンポ変化は走行スピードに影響を及ぼす可能性があると考えられる。

なお、現時点で音圧変化による動作への影響は数値的には明らかにできていないが、被験者から「音が鳴っている方向に体を持っていかれる感覚を感じた」という感想があった。これは左右の着地バランスの乱れの修正に効果が期待されるため、この「感覚」は何であるか数値的な影響を検証し明らかにする必要がある。

## 6. まとめ・今後の展望

本研究は練習支援システムの実用性に着目し、音楽のスピードや音程・音圧などを変化させることで走行スピードや足の動きを知覚させる聴覚フィードバックと小型センサを用いた練習支援システムの開発と有用性の評価を目的としている。今回は音楽変化の聞き取りの可否と音楽変化の動作への影響を検証した。

今回の検証では、Beat音のテンポの変化を聞き取ることができなくても、足踏みのテンポは自然とBeat音のテンポに一致する傾向が見られた。これにより、走行中の音楽のテンポ変化が走行スピードに影響を及ぼす可能性が示唆された。また、被験者の感想から音圧の変化が動作に何らかの影響を及ぼす可能性が示唆されたため、引き続き検証を行う。

今回の実験では、聴覚フィードバックの音変化を1種類ずつ適用して聞き取りの可否を調査したが、

表 4. 音変化認識にかかった時間(sec)

	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5
1. 100 to 105 bpm	18	-	-	15	20
2. 100 to 110 bpm	16	-	11	10	11
3. 100 to 95 bpm	21	14	10	8	2
4. 100 to 90 bpm	10	6	4	5	10
5. 右側音圧減少	4	4	4	3	4
6. 左側音圧減少	4	4	4	3	3

表 5. 各計測の足踏みテンポの比較

		被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5
1. 100 to 105 bpm	前半	100.7	101.0	101.1	101.6	100.9
	後半	105.9	105.8	106.5	105.3	105.2
2. 100 to 110 bpm	前半	101.8	101.2	101.0	100.6	100.7
	後半	111.8	111.3	111.4	110.2	110.7
3. 100 to 95 bpm	前半	100.3	100.1	102.0	100.9	100.3
	後半	96.4	95.4	98.3	95.0	95.5
4. 100 to 90 bpm	前半	102.6	99.9	101.2	101.2	101.1
	後半	89.8	90.6	90.8	90.9	91.2
5. 右側音圧減少	前半	100.9	100.5	102.4	101.0	100.9
	後半	100.4	100.2	101.2	100.3	100.0
6. 左側音圧減少	前半	100.6	100.6	102.2	100.9	101.4
	後半	102.8	100.5	101.2	100.3	100.4

実際の場面では複数の音変化が同時に現れる可能性があるため、複数の音変化がかかった状態での聞き取りの可否も検証する必要があると考える。

今回の実験は室内でその場に留まって行っており、周囲に危険が無いと判断したため、被験者には外界の環境音がほとんど聞こえないヘッドホンを装着してもらった状態で聴覚フィードバックを提示した。しかし実用化を考えると、通常のヘッドホンやイヤホンは外界の環境音まで遮断してしまうため、練習者を危険に晒してしまう可能性がある。今後は骨伝導イヤホンを使用することで外界の環境音が聞こえる状態で聴覚フィードバックを提示するよう設定し、環境音が聞こえる状態でもフィードバックの種類を聞き分けることができるか検証する必要があると考える。

今後は、今回の予備実験の結果をもとに実際のシステムを構築し、有用性を検証していく。

## 参考文献

- [1] Chan.J.C, Leung.H, Tang.J.K, and Komura.T, A Virtual Reality Dance Training System Using Motion Capture Technology, IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol. 4, No.2, pp.187-195, 2010
- [2] Qi AN, 柳井香史朗, 中川純希, 温文, 山川博司, 山下淳, 浅間一, 実映像と筋活動の重量表示によるローイング動作教育システム, 日本機械学会論文集, vol. 82, No. 834, pp. 1-11, 2015
- [3] Murofushi.K, Sakurai.S, Umegaki.K, Kobayashi.K, Development of a System to Measure Radius of Curvature and Speed of Hammer Head during Turns in Hammer Throw, International Journal of Sport and Health Science, Vol. 3, pp. 116-128, 2005
- [4] 奥川遼, 村尾和哉, 寺田努, 塚本昌彦, 聴覚フィードバックを利用したペダリングトレーニングシステム, 日本ソフトウェア学会論文誌, Vol. 33, No. 1, pp. 41-51, 2016
- [5] コンピュータ・サイエンス&テクノロジー専門誌 Interface 2016年9月号, CQ 出版社
- [6] Mac のための Garage Band, <https://www.apple.com/jp/mac/garageband/>, (2018年9月20日閲覧)

# 骨格情報とアンケートによるスラックライン上での 片足立ちバランスの判別方法の検討

## Study of classification method for one-leg standing balance on slackline using skeleton information and questionnaire

青野 裕生<sup>1\*</sup> 大海 悠太<sup>1</sup> 児玉 謙太郎<sup>2</sup> 山際 英男<sup>3</sup> 山本 正彦<sup>1</sup>  
Yuki Aono<sup>1</sup> Yuta Ogai<sup>1</sup> Kentaro Kodama<sup>2</sup> Hideo Yamagiwa<sup>3</sup> Masahiko Yamamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京工芸大学

<sup>1</sup>Tokyo Polytechnic University

<sup>2</sup> 神奈川大学

<sup>2</sup>Kanagawa University

<sup>3</sup> 東京都立東部療育センター

<sup>3</sup>Tokyo Metropolitan Tobu Medical Center

**Abstract:** On a slackline, it is necessary to balance on an unstable line, and attention is paid to training the body trunk and posture balance of athletes and rehabilitation subjects. In this study, we developed a system to measure whole-body skeleton data on a slackline using a depth sensor. Using this system, experiment collaborators stood on one foot, and the data were acquired and analyzed. We also took questionnaire about body height and weight, and balance while watching the video, and compared with the data.

## 1 背景

スラックラインとは、ベルト状のラインの上でバランスをとるスポーツ競技の一種である。近年大会やイベントが盛んに行われており、飛んだり跳ねたりする様々な技能を競いあっている。また、高齢者などのリハビリテーション目的にも利用されており、バランス能力向上に効果があると考えられ、研究もすすめられている [1][2]。しかし、初心者ではまず立つことにも苦労するので、効率の良い指導方法の確立が求められている。

また、普通の堅い床の上でバランスを取るという行動よりも、不安定な足場でのバランスを取る行動の方が、人間のバランス能力についてより深く理解できる可能性があると考えている。

本研究では、定量的なデータを元にした指導方法の確立と、体育現場などで簡便に用いることのできるシステムの開発を目指す。そのため、Kinect を用いてスラックライン時の動作を関節角度などから解析を行い、実験協力者の報告と合わせて分析を行う。

## 2 実験方法

スラックライン時のスケルトン情報の測定のために Kinect v1 を用いた。Kinect v1 は、RGB カメラ、深度センサなどが搭載されている。一つのスケルトンにつき 20 点の部分 (頭、腕、足など) を取得可能である。プログラムは Processing 上で開発した。本実験のシステムでは、各点の XYZ 情報を約 100msec 毎で取得し、CSV ファイルに保存することができる [3]。実験後に CSV ファイルから必要部分を切り出して解析を行う。

実験協力者は熟練者ではない男性 6 名 (A-F) であり、スラックラインの中心で片足立ち (支持脚は左右どちらでも可) を 20 秒以上でできるだけ長く続けてもらうようにした。また、体重と身長を報告してもらった。さらに、動画を実験協力者に見てもらい、どうしてバランスを崩したのかをアンケートを行った。

## 3 結果

実験協力者 2 名 (B,C) は比較的長く (50 秒程度) 立つことができ、残り 4 名 (A,D,E,F) は何度も試行を行った結果 20 秒程度立つことができた。その時間と BMI を散布図にしたものが図 2 である。BMI が高い場合で

\*連絡先：東京工芸大学工学部電子機械学科  
〒 243-0297 神奈川県厚木市飯山 1583  
E-mail: yuuki6363run@gmail.com



図 1: 実験の様子 ([3] より)

はあまり長い時間立つことができない可能性がある。また、同程度の BMI でも上手い下手があるように見える。

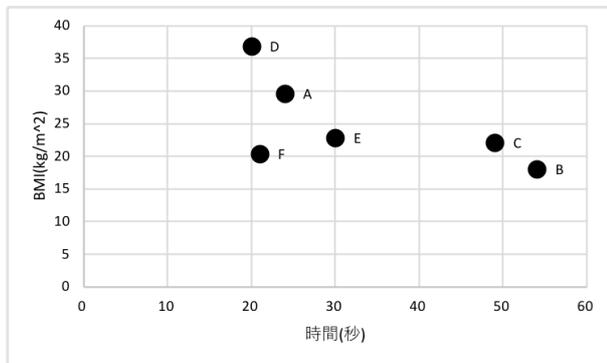


図 2: 実験協力者の片足立ち時間と BMI の散布図

実験協力者 C の胸位置の横方向の挙動を図 3 に示す。この実験協力者は開始 3 秒、7 秒、20 秒、27 秒、49 秒時点でバランスを崩したと報告している。また、動画を見ながら答えてもらったアンケートでは「重心がずれた」「重心は中心だが無理な体勢をしていたため戻した反動で崩れた」など重心について多く言及をしていた。図 3 からバランスが崩れたと報告している点では割と大きく動いているように見える。しかし、それ以外の点でも動いているところもあり、一つのグラフだけでは判別は難しい。

## 4 考察、むすび

動きが大きくてバランスを取っている実験被験者もいれば、あまり動かなくてバランスを取る実験被験者もいた。インナーマッスルが強い場合と、バランス能力が高い場合などがあると考えているが、BMI によってある程度分類することができるのではないかと考え

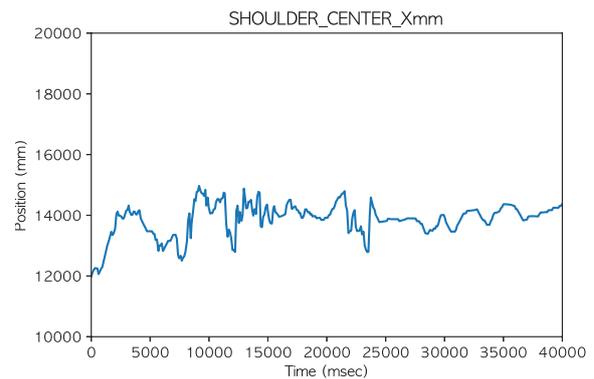


図 3: 実験協力者 C の胸位置の横方向の挙動。縦軸は位置 (mm)、横軸は時間 (msec)。

ている。図 2 に示したように、BMI と片足立ち時間の関係が示唆され、今後多くの実験協力者からデータを集める予定だが、そこでの分類に役立つと考えている。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K13125 と、JP17K18191 の助成を受けており、またユニバーサル未来社会推進協議会の「教育・コミュニケーションロボットの研究開発」のテーマとしても実施している。

## 参考文献

- [1] Gabel, C. P., Rando, N. and Melloh, M., Slacklining and stroke: A rehabilitation case study considering balance and lower limb weakness, World Journal of Orthopaedics7(8), pp.513-518 (2016)
- [2] 児玉謙太郎, 山際英男, 全身強調バランス・トレーニング”スラックライン”がバランス能力に及ぼす影響, 第 31 回人工知能学会全国大会 (2017)
- [3] 大海悠太, 児玉謙太郎, 山際英男, 坂野安希, 山本正彦, 骨格情報と主観報告を用いたスラックラインでの片足立ちバランス能力の分析, LIFE2018 大会発表論文集, pp.466-467 (2018)

# 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\*<sup>1</sup>

松田浩一\*<sup>1</sup>

Yui Takahashi,

Koichi Matsuda

\*<sup>1</sup> 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

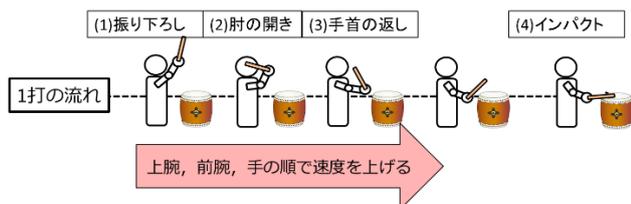


図 1 3段階動作の要素

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。

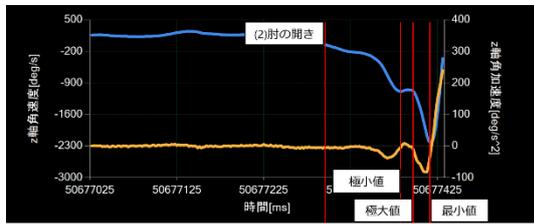
筆者らの先行研究[10]では、課題1、課題2に関して、角速度および映像データを詳細に見ることで、位置の特定、指標づくりを試みた。

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。

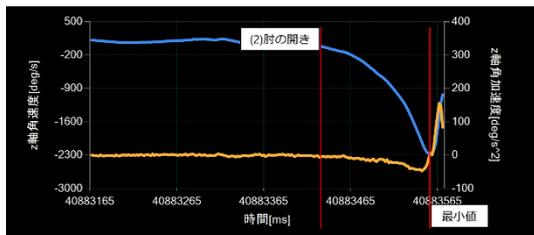
「(2)肘の開き」「(4)インパクト」に分析対象区間を絞り、評価が異なる被験者群に対して同様に処理を行った。グラフには、特徴が分かりやすくなるよう、角速度に加えて、角速度を微分した角加速度も記載した。

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

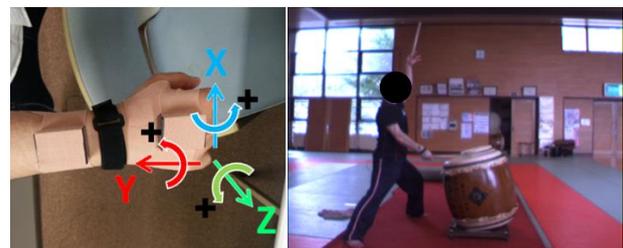
被験者	経験年数	評価値
A	30年(指導者)	
B	1.5年	4
C	21年	3
D	8年	3.5~4
E	6年	3
F	5年	4

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

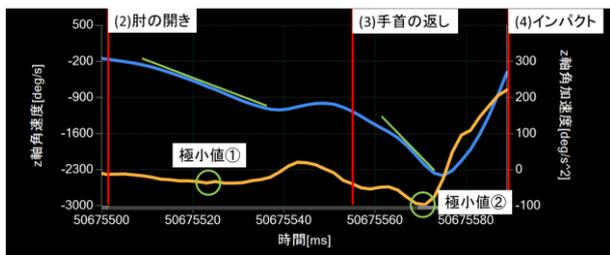
#### 3.2. 分析方法

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)インバ

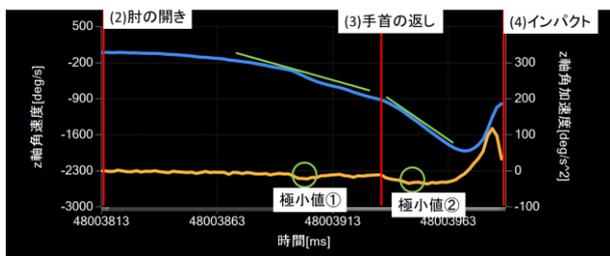
クト」(以下、「(3)手首の返し」区間)直前まで、である。

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。

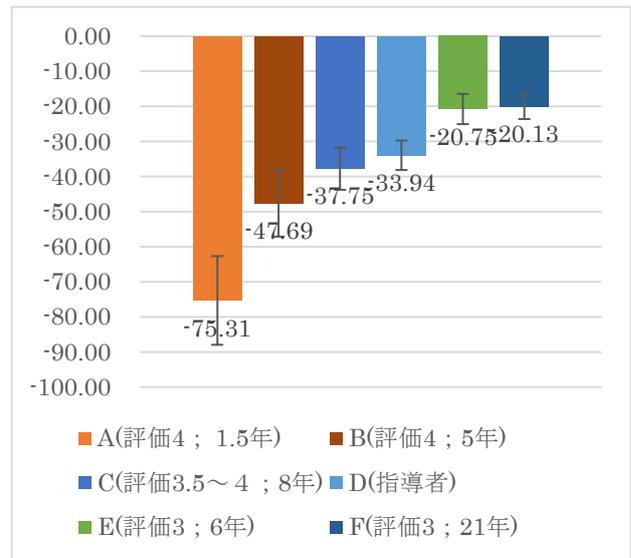


図5 (2)肘の開き区間の極小値

##### 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。

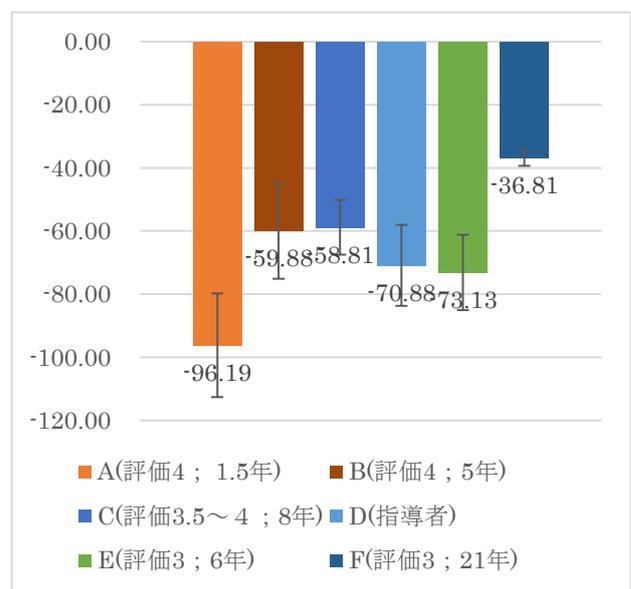


図6 (3)手首の返し~(4)インパクトの極小値

##### 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。また、「(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)

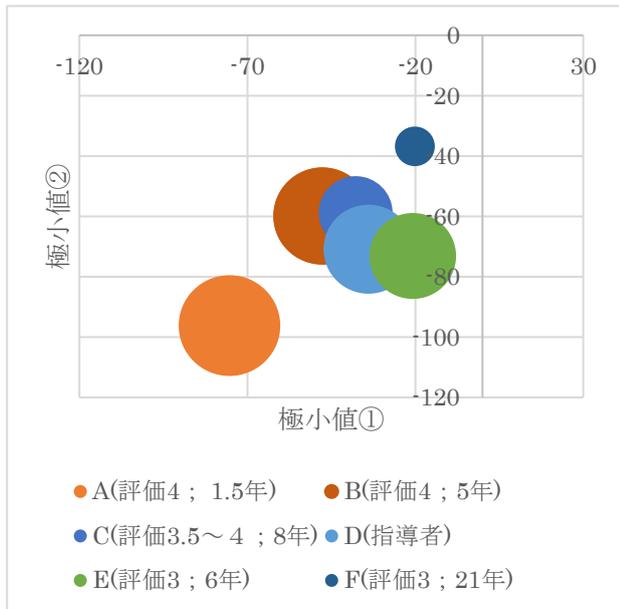


図7 極小値①, ②のバブルチャート

#### 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。

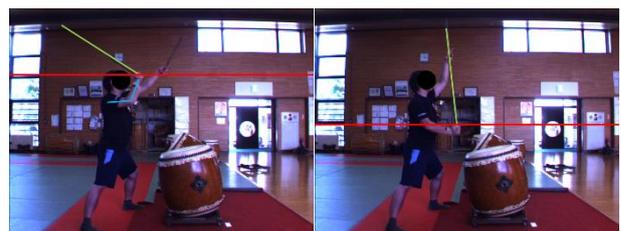
以上のことから、初級者の段階を超えている被験者において、角加速度を用いる事により、3段階動作をしているかどうかの分析ができる可能性が示唆された。

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。



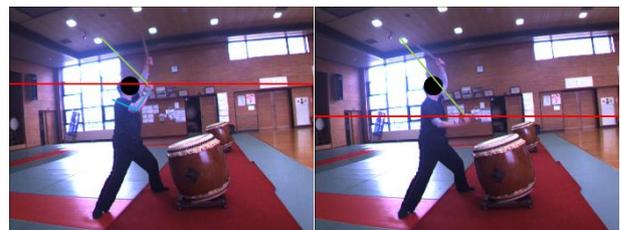
被験者 A (2)肘の開き

(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。

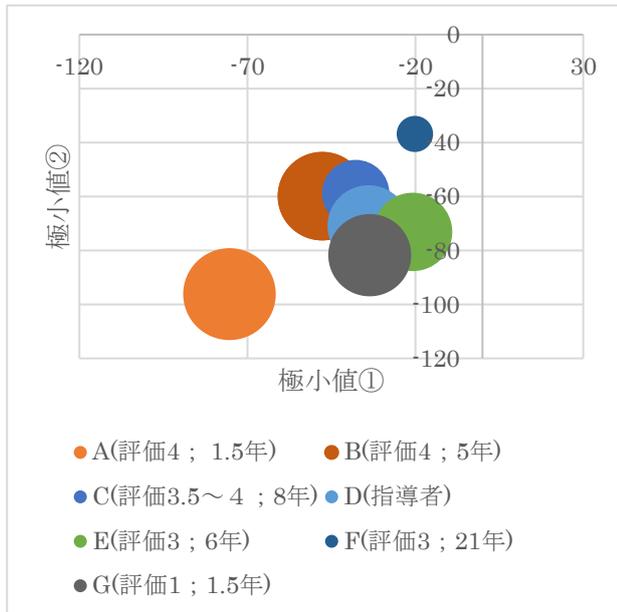


図 9 被験者 G を追加した極小値①, ②のバブルチャート

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、音の評価と共にやりたい。

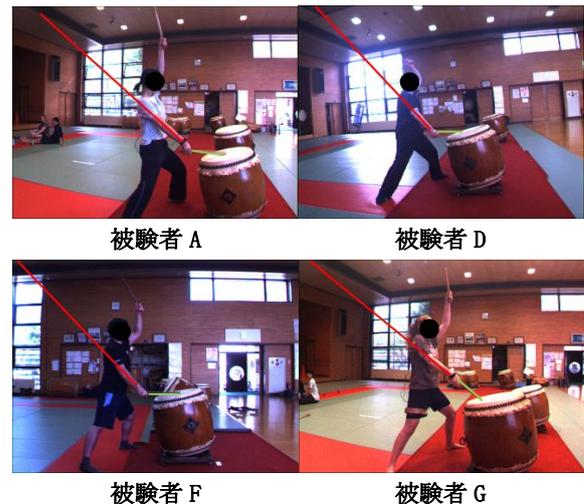


図 10 被験者 A, D, F, G の(4)インパクトの状態

#### 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.

# クラシック音楽演奏家のジャズ音楽のフレーズ認知に関する調査と考察

## A Discussion about Rhythm and Phrase Recognition of Jazz Ad-lib Phrases of Classical Music Performers

安藤 大地<sup>1\*</sup>  
Daichi Ando<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京システムデザイン学部

<sup>1</sup> Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

**Abstract:** The author has conducted a survey that rhythm and phrase recognition when classical music performers score based sight-read about jazz adlib solo. Classical music performer generally takes the 1st and 3rd quarter as accented beat when they perform 4/4 beat phrases. However the jazz performer generates their adlib phrases, taking the 2nd and 4th quarter as accented beat. Thus sight-reading the generated phrase for the classical music performers is difficult. In this paper, the author reports the survey that records the processes that the classical music performers sight-reading jazz blues adlib phrases, changing the accented beat, then considers based on the results.

### 1 はじめに

日本でアマチュアが演奏する典型的なジャズであるビバップスタイルの演奏は、その曲本来の主旋律（テーマ）と和音指定をコードネームを使って表記したもののみが書かれた「リードシート」を元に行われる。基本的には最初にテーマを1ループ（1コーラス）演奏し、その後はコードだけを元にした即興演奏である「アドリブソロ」をバンドの全奏者が1コーラス以上行い、最後にテーマをサイド演奏し、終わる。ビバップスタイルの演奏ではアドリブソロが一般的に最重要視されており、コードを元にした即ち調性的 (Tonal) な即興演奏が1曲の演奏の大部分を占めているポピュラー音楽でも珍しい形態になっている。

高橋らはジャズ演奏家の音楽認知について比較的多くの被験者を元にした量的調査を行なっている [1, 2, 3]。この調査結果は、音楽を聴取した時の特にハーモニー、特にコードトーン（と対応するスケール）の連想に関して、一般人とジャズ演奏家の間に違いが生じることを示している。ただしジャズ演奏家を対象としているにも関わらず、ジャズ特有のテンションノートなどを積極的に扱っている調査ではないことから、クラシック演奏家も同様の結果になるのではないかと予想される。リズムに関しては高橋らの調査では行われていない。

クラシック演奏家がジャズやポピュラーなどのスタンダード曲を演奏するのは、現代日本におけるコンサートプログラムの都合上一般的であるが、特にジャズの曲・ジャズのソロ演奏をコピーする時に、根本的なリズムの違いの問題から、そのニュアンスを出せないばかりか、単純な音取りでも難を生じることがある。クラシック音楽や多くのポピュラー音楽とジャズとのリズムの違いで代表的なものはスウィング<sup>1</sup>であるが、その他に演奏家の認知上大きく違うのが4/4拍子における強拍の位置の違いである。

クラシック音楽や多くのポピュラー音楽の場合、4/4拍子の曲における強拍は1, 3拍であり、そのためクラシック演奏家はフレーズのリズムの内在化を1, 3拍を強拍として行う訓練を受けている。これは、合奏などで指揮者が小節頭を叩くだけでも合奏が可能であることが示している。しかしジャズのアドリブソロ演奏では、演奏家の認知上1小節という単位はキープするものの、強拍が2, 4拍であることから、クラシックの演奏家はそのフレーズのリズムの内在化を行おうとした場合、戸惑いが起きる。

ジャズのスタンダード曲のテーマは、古いものだと

<sup>1</sup>八分音符が2つ以上続く時、2つセットで三連符の四分+八分に近い感じにリズムが変化する。正確には、前に位置する拍は三連符2つ分よりも若干短く、後ろに位置する拍は三連符1つ分よりも若干長いという微妙なニュアンスであり、速度によっても長さの割合が変わる。これもクラシック奏者がジャズを演奏する時の問題点になっている。

\*連絡先： 首都大学東京システムデザイン学部  
東京都日野市旭が丘 6-6  
E-mail: dandou@tmu.ac.jp

ヨーロッパ系の歌謡曲をベースとしているものが多く<sup>2</sup>、テーマの演奏に関してはこの問題が発生することはあまりないが、ジャズ演奏家のアドリブソロ、特に黒人演奏家のプレイでは2, 4拍を強拍とすることを前提とした旋律が多く、ヨーロッパ系のリズムをベースに把握しているクラシック演奏家には認知しづらいものになっている。

例えば著者自身（クラシックで音楽学部声楽専攻に入学経験を持つ。ジャズを本格的に学び始めて2年程度）が楽譜を使ってアドリブソロのコピーを行う場合、基本的にジャズスタイルの2, 4拍を強拍として2拍打ちで音取りを行うが、それでも最初に楽譜を見た時の音取り段階ではフレーズのリズム内在化が不可能なことがあり、その部分だけ4拍打ちで音取りをする、いわばジャズ本来のリズムを使わずに音取りをしなければならないこともある。

またクラシックの演奏家の場合、そのフレーズを内在化できてしまうと、このような拍打ちの切り替えは演奏家の意識の中で「無意識的に」もしくは「演奏表情として」行われることも多いため<sup>3</sup>、調査が難しい問題である。

図1は、Charlie Parkerの*Charlie Parker Bee Boppers*(1945)収録の*Now's the Time*[4]のCharlie Parker自身のアドリブソロを譜面に起こしたものである。*Now's the Time*は12小節を1コーラスとするジャズブルースのコード進行を持った曲の譜面である。キーはFである<sup>4</sup>。ソロは曲中21小節目から始まり3コーラス分である<sup>5</sup>

図2は、このソロを著者自身がコピーした時に、2, 4拍を強拍として音取りをするとリズムが非常に取りづらかった箇所を赤色で囲んだものである。「弱起で引っ掛けて旋律をスタートしているが、クラシック的な感覚でいうと弱起直後の小節の頭で強拍を感じさせる旋律が来るはずが、それが無い」という箇所であらう。著者は捉えている。(幼少期に楽譜ベースのピアノ演奏を習得した経験がある演奏家の意見とは異なっており、これについては4.2.2節で後述する。)

著者と同じような傾向でなくても、リズムの取り方により音取りがしやすい箇所としづらい場所がわかれるようなことがクラシック・多くのポピュラー音楽で起きるのではないかと著者は予想した。クラシックのプロ演奏家は、その場で渡された楽譜を読み、即座に演奏する「初見」<sup>6</sup>という能力を持っているが、ジャズ

図1: Charlie Parker *Now's the Time* の Parker 自身のアドリブソロ。Charlie Parker *Bee Boppers*(1945) 収録。

図2: 著者自身が楽譜を元にコピーした時にリズムでつまづいた箇所を赤色の四角で囲んで表示。著者の場合、弱起後の強拍を感じさせる箇所がクラシック的な感覚からずれている箇所がつまづきやすい。

<sup>2</sup>歌モノと呼ばれる。

<sup>3</sup>演奏表情の一つとしてカウントひいては拍子を切り替える行為は、オーケストラなどの指揮者の動きにも表れるため、観測しやすい。

<sup>4</sup>ブルースの性格上 Major, minor の判別をするのは難しいので主音のみで表記する。

<sup>5</sup>通常ジャズブルースは12小節1コーラスを2コーラス単位で演奏することが多いが、このテイクは1コーラス単位で演奏を行っている。

<sup>6</sup>課題としては新曲視奏とも呼ばれる

のアドリブソロの譜面起こしで初見を行う際につまづく箇所が存在するという事は、リズム感の違いによりクラシック音楽家がリズムの内在化を容易に行うことができない、認知モデルの違いのようなものが存在することになるのではないかと考えた。

## 2 調査手法

本節では調査方法の詳細を述べる。現段階ではクラシックサクソ演奏家4名(大学演奏専攻学部卒業程度2名,大学院修士課程修了程度2名)の結果を得ている。

本実験は、被験者となりうる音楽大学演奏専攻学部卒業程度以上のクラシックサクソ演奏家の絶対数が少ないことから、今後の調査の発展を考慮に入れた上でなるべく多くのクラシックサクソ演奏家を調査対象としたいこともあり、移動などを伴う対面でもなくとも行えるメールのやり取りによる調査を行なった。

課題曲の楽譜(図1)とともに指示書をメール本文に書いて、クラシックサクソ演奏家にメールで送り、メールの返信によって結果を得た。

演奏家に楽譜とともに提示した実験指示文章は以下の通りである。

この楽譜の音取りをお願いいたします。(楽器は用いても読譜のみでも構いません)  
音取りの際の拍の取り方に制限を加えます。  
メトロノームは使わずに、ご自身で拍を打ちながら行ってください。

1. 2拍(2,4)で取る
2. 2拍(1,3)で取る
3. 4拍で取る

まず1.の(2,4)の拍打ちで音取りをし、引っかかったところ、拍を見失いそうになったところをメモしておいてください。(丸で囲むなど)

何度も練習せずに1回2回程度で大丈夫です。

次に2.の(1,3)に拍打ちに変えて、それでもまだ引っかかるころ、拍を見失いそうになったところをメモしておいてください。(色を変えて丸で囲むなど)

最後に3.の4拍打ちに変えて、まだ引っかかるころ、拍を見失いそうになったところをメモしてください。

The image shows a musical score for Alto Saxophone, measures 21 to 54. The score is written in treble clef with a key signature of one sharp (F#). A blue rectangular box highlights a specific measure (measure 44) where the performer had difficulty with a 4-beat measure. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings.

図3: 被験者1の結果。4拍打ちでつまづく箇所はなかった。

1. 2. 3.のそれぞれの結果を「楽譜の何小節目の何拍目」という形で、このメールに返信する形でお送りください。

結果は指示の通り、メール本文にテキスト情報で、1.の時「何小節目の何拍目」「何小節目の何拍目」.....2.の時「何小節目の何拍目」.....という形で得た。

## 3 結果

演奏者から得られた結果を演奏者ごとに楽譜に書き込み図示したものが、図3~図6である。2拍打ち(2,4)でつまづいた場所を灰色、2拍打ち(1,3)でつまづいた箇所を青、4拍打ちでもつまづいた箇所を赤の枠でそれぞれ囲んでいる。

被験者1(図3)は、2拍打ち(2,4)だと引っかかり2拍打ち(1,3)打ちだと取れる箇所が3箇所あり、2拍打ちの強拍違いで両方とも引っかかった場所が1箇所であった。4拍打ちでは問題がなかった。

被験者2(図4)は、2拍打ちの強拍違いで両方とも引っかかったのが1箇所だけで、強拍違いにより異なる場所が引っかかったと回答している。

被験者3(図5)は、4拍打ちでも引っかかった場所を除くと、被験者2と同じく強拍違いにより異なる場所

図 4: 被験者 2 の結果。4 拍打ちでつまづく箇所はなかった。

が引っかかったと回答している。4 拍打ちにしても引っかかっている場所は、スウィングした時にジャズ独特のリズムになる箇所であり、これは単純に慣れの問題だと考えられる。

被験者 4(図 6) は、4 拍打ちでのみ取れない箇所が存在した。三連符が取りづらいとの自己申告があったが、引っかかっている箇所は 51 小節目の 1 箇所だけのように見える。

## 4 考察と議論

前節で提示した結果を考察すると共に、結果を元にした音楽家との議論について述べる。

### 4.1 結果について

#### 4.1.1 強拍の位置の違いによる引っかかった箇所の違い

被験者 2, 3, 4 では、2, 4 打ちと 1, 3 打ちでは異なった箇所で見つかるケースが多い。これは強拍の位置の違いによるリズム内在化の違いが存在している可能性が高いことを示している。

図 5: 被験者 3 の結果。

#### 4.1.2 2 拍目の裏拍から始まる三連符を含む細かいフレーズ

28 小節目と 51 小節目の 2 箇所は、4 人の被験者のうち 3 人が引っかかっている。

28 小節目は被験者 1, 3 が 2, 4 打ちで引っかかり、被験者 2 が 1, 3 打ちで引っかかっている。51 小節目は同様に、被験者 2, 3, 4 の 3 人の被験者が引っかかっている。被験者 3 と 4 は 2, 4 打ち、1, 3 打ちの両方で引っかかっている。

この 28 小節目と 51 小節目は、小節の頭の音を伸ばした音符、もしくは小節の頭が休符の後に、2 拍目の裏拍から 16 分音符から三連符を含む細かい旋律がくるリズム形が共通しており、三連符の箇所、その後の 16 分音符が上手くはまらないことが多く、クラシック演奏家にとってリズムの内在化が難しいパッセージである可能性がある。ただし 28 小節目の方は、リズムの打ち方で演奏者により違いがあり、今後検討していく必要がある。

#### 4.1.3 2, 4 打ちの時の弱拍裏拍

53 小節目は、被験者 2 と 3 が 2, 4 打ちの時に同様に引っかかっている。ここは著者自身が引っかかる箇所として挙げた「引っ掛けてフレーズを開始するが、その後の強拍の感覚がずれている」箇所である。

図 6: 被験者 4 の結果.

また被験者 3 は同じリズムパターンである 46 小節目は 4 拍打ちでも引っかけると回答しており、三連を含むリズムパターンと強拍の感覚のズレが影響を及ぼしている可能性がある。

## 4.2 音楽家との議論

これらの結果と著者自身の考察をもとに音楽家と議論を行った。これまで述べてきた通り、これらの議論は基本的に推測をもとにしたものであり、また聞き取り調査にも現れにくいため、今後の調査手法の開発を行う必要がある。

### 4.2.1 4/4 拍子ではなく 2/4 拍子で捉えている可能性

「今回の被験者やジャズの演奏家は 4/4 拍子ではなく、2/4 拍子\*2 で捉えている人が多いのではないか」という指摘があった。フレーズのリズムの内在化だけならば「2 拍を 1 小節としそれを 2 回」でリズムを感じた方が単純化して行いやすいのは多くの演奏家にとって共通認識のように思われる。

Parker 自身のソロをこの「4/4 拍子 1 小節を 2/4 拍子 2 小節として捉える」点から考えると、単純に小節の頭が休符である頻度が大きく減ることになる。小節頭が休符の場合でもごく単純な弱起引っかけとして捉えることができ、その分強拍の位置をジャズスタイル

にしても認知しやすくなると推測できる。Parker はビバップスタイルの最初期の演奏家であり、それ以前に演奏されていたダンスホールでのダンスのための音楽であるニューオリンズジャズやスウィングジャズでは 2 拍子傾向が強いことから、これはある程度妥当な考察であると考えられる。

しかし、前述したようにクラシックの演奏家は演奏表情としてカウント切り替えを無意識的に行ってしまうため、聞き取り調査等を行うのも難しい。

### 4.2.2 強拍位置で発音しないことによる影響

「引っかかるのは単に強拍の位置に休符があるだけでは」という指摘があった。ピアノを最初に学んだ音楽家の場合、ピアノの学習に使われる曲は基本的に独奏曲であり、左手も右手も動いていない箇所は曲中に存在しないため、休符をカウントするという感覚が身につくにつづらく、引っかけやすくなるのではないかと著者は推測している。

### 4.2.3 演奏者の演奏経験によるリズム把握・内在化の違い

前節で述べたピアノ学習者と管楽器学習者は休符カウントの能力が大きく違っているのではないかと著者はさらに推測している。

今回被験者としたサクソフォンの演奏家は、音楽の演奏を小学校・中学校・高等学校の吹奏楽部で始めたケースが多い。吹奏楽は基本的に自身が演奏する部分だけが書かれているパート譜を元に演奏するため他のパートがどのように動いているかに依存しない、休符や小節のカウント能力が高いのではないかと、という推測が著者と他音楽家の間でなされた。独奏曲でも伴奏譜なしで演奏するサクソフォン奏者は多い。これはスコア（総譜。他のパートも全て書かれている）を見て演奏するタイプの楽器、つまりピアノ独奏、合唱、伴奏譜面有りの独唱などで音楽を学んだ演奏家が和音の開始やパート間の掛け合いで自分のパートのフレーズの入りのタイミングを測るのと対照的であり、もし吹奏楽経験者にそのような傾向が見られればリズムの内在化を行わなくてもフレーズ認知を速やかに行うことができるのではないかと推測している。

吹奏楽経験者のカウント能力が高いと考え、図 2 で示した著者が音取りの際に引っかけた「弱起で入った後の強拍がクラシックの感覚からずれている」点で引っかけられないことも納得できる。

もちろん単純に楽器演奏と歌唱の訓練過程におけるソルフェージュ能力の差という可能性もあり、現段階では完全に著者の推測の域を出ないが、今後の調査の必要性がある。

## 5 おわりに

本報告では、Charlie Parker のソロをプロのクラシック演奏家に音取りをしてもらい、引っかかった箇所を報告してもらおうという調査を行い、結果に対して考察を行った。いくつかのリズムパターンで被験者間に共通の「引っかかりやすい場所」が現れた。さらに演奏家が実際にどのように把握しているかについて、いくつかの手がかりが得られた。

一人一人技能やバックグラウンドが異なる音楽家の認知を定量的に評価するのは難しく、現状では推測を重ねるしかないが、今後はさらに多くの被験者からデータを集め、即興演奏の知識化へ向けて、検討を行っていく。

## 参考文献

- [1] 高橋範行, 大浦容子. ジャズ学習者とクラシック学習者の音楽聴取行為における質的相違. No. 46, pp. 1-9, 2012.
- [2] 高橋範行, 大浦容子. ジャズ演奏者の音楽聴取能力. 平成 26 年度日本音楽知覚認知学会周期研究発表会資料, pp. 1-9, 2014.
- [3] 高橋範行. ジャズ音楽家の音楽認知技能 (坪井由実先生退職記念号). 愛知県立大学教育福祉学部論集 = Bulletin of the Faculty of Education and Welfare, Aichi Prefectural University, No. 64, pp. 63-67, 2015.
- [4] Charlie Parker. *Now's the Time in Charlie Parker Bee Boppers*. CD, 1945.