

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

A study on the learning effect
by the presented method of rhythm deviation in Japanese drums

工藤喬也¹ 松田浩一¹

Takaya Kudo¹, Koichi Matsuda¹

¹岩手県立大学

¹Iwate Prefectural University

Abstract: In this study, we have developed a rhythm deviation visualization system. The system shows player's rhythm deviation using colors during a performance. The colors show the direction and amount of the deviation. If player's rhythm is correct, the system shows white color. If player's rhythm is fast, the system shows red color. If player's rhythm is slow, the system shows blue color. The colors changes in accordance on the amount. As a result, improvement of skills rhythm was observed by recognizing their own rhythm.

1. はじめに

地方和太鼓団体では、和太鼓の普及、コミュニティの形成、維持のための地域行事での演奏、和太鼓教室を行っている。これにより、地元を離れた元演奏者が地元の行事の際に帰ってくるなどの地域外のコミュニティの維持も担っている。それにより、東日本大震災時の復興支援にもつながった。そのため、和太鼓団体等の郷土芸能団体は特に地方において重要な役割を持つ。

しかし地方和太鼓団体では、人口減少による演奏者の減少によって技能継承が困難になっている場合がある。その理由としてこれまでの指導方法では口伝や身振り手振りによる抽象的な表現で行われているためである。抽象的な表現では学習者が指導を理解できないため、修正方法が分からず技能習得に時間がかかってしまう。そのため和太鼓技能習得の支援が必要になっている。和太鼓の技能には打撃技能とリズム技能がある。打撃技能は、腕の振りおろし方に関する技能である。打撃の音質の良さに関わり、打撃技能については、腕、手首の使い方を映像や鏡で比較し練習が可能である。リズム技能は楽曲の表現を行う技能である。タイミングがずれてしまうと音の迫力や一体感が減少してしまう。リズム技能は時間的な技能のため、自身を撮影した映像を用いても問題点を自身で認識するのが難しくなっている。

そこで本研究では、リズム技能を対象に研究を行う。リズム学習における学習者の問題点として、楽曲の入りのタイミングでずれてしまう、ずれたこと

に気づかずにずれたまま演奏をしてしまうことがある。これらの問題の原因はリズム認識が出来ていないことである。正しく打撃を行うリズムが分かっているため、リズムがずれていてもズレを認識出来ずに演奏し続けてしまう。そのため、学習者のリズム技能改善にはリズムの認識が必要になる。そこで、リズム認識支援のための、リズム技能の定量化、可視化が求められている。そこで本研究では、リズム学習支援のためのズレ提示方法による学習効果の違いを明らかにする。

2. 関連研究

近年、芸能技能の定量化、可視化に関する研究[1]～[5]が行われている。それらの研究には、上級者の動作を 3D カメラで撮影し立体視を用いて学習者に提示を行った研究[6]、モーションセンサやセンサを用いて身体動作を定量化し数値やグラフを用いて提示した研究[7][8]、リズムのグルーブを図形の色と形状の変化を用いて提示を行った研究[9]がある。

これらの芸能技能の定量化に関する研究は提示方法によって学習者への効果、提示したい情報が異なる。立体視を用いた場合は 2D の映像に比べ奥行き動きを認識しやすいが、具体的な修正方法について直感的に認識するのは難しい。それに対してグラフや数値を用いた場合には、具体的な修正の箇所やタイミングを直感的に認識しやすい。さらに図形の

色や形状で変化を表した場合、より直感的に修正方法の認識が可能になる。

筆者らの先行研究において、音響データからリズムのズレを取得し折れ線グラフで提示を行う「ズレグラフ」(図 1)を用いた学習法を提案した[10]。ズレグラフは 1 打毎のズレの推移を表しており、グラフの推移からズレの量と変化の仕方を知覚することが可能になる。グラフの数値が 0 の場合正しく、正の数に大きい場合遅くずれており、負の数の場合早くずれていることを表す。図 1(a)はズレがほとんどの数値が 0~50ms の範囲内にある。この数値は上級者のズレの平均値 20ms に近い数値になっているため、リズムが遅い傾向にあるがおおよそ正しいリズムで打っている。図 1(a)は負の数に大きくなっていくため、早い方向に大きくなっていく。このズレグラフによってリズムのズレの推移を定量化し提示することができる。学習者に対して演奏後にズレグラフを用いてズレの提示を行った結果、自身のズレの認識、ズレの気づきにつながりリズムのズレ修正を行うことが出来た。しかし、演奏後にズレグラフを提示するため誤った修正を行う場合があった。図 1(a)の遅かったズレグラフを見たことで、図 1(b)では早い方向に大きくズレを修正したため、図 1(a)よりもリズムが悪化してしまった。

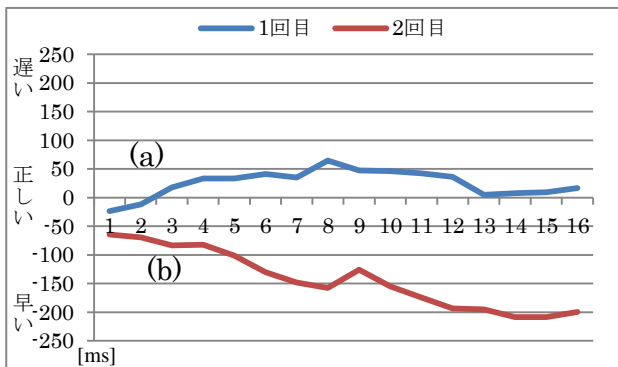


図 1 : ズレグラフ

3. ズレ可視化システムについて

先行研究の問題である誤認識を解決するために、演奏中にズレの提示を行う。演奏後にズレを認識しても、どの程度修正をしたらよいか分からない。そこで演奏中にズレを提示することで、ズレを修正した際の結果を学習者にリアルタイムにフィードバックできるため、修正の量を演奏中の試行錯誤の中で認識出来る。そのため正しいリズムによる打撃方法が認識出来るため、より効率的な認識支援が可能になる。また、色や形状を用いたズレの提示を行う

ことで直感的にズレの認識をしやすくする。これによって演奏中にリズムのズレを直感的に認識出来ることで、効率的なリズム学習が可能になる。

そこで本研究では「ズレ可視化システム」を開発した。ズレの可視化システムは基準音を鳴らしながら録音を行い、基準音のズレを可視化し提示するシステムである。システムには大きく分けて 2 つの処理があり、ズレのリアルタイム計算処理と演奏中、演奏後のズレ提示データ処理がある。以下にその方法について述べる。

3.1. ズレのリアルタイム計算処理

ズレを演奏中に提示するためにリアルタイムにズレを取得する必要がある。実験時には、システムから基準音を鳴らしながら録音を行う。そのため、基準音 S_t と打撃時刻 A_t の差分であるズレ時間 G_t を式(1)により求める。打撃時刻は打撃の音量変化を閾値判定することで決定する(図 2)。しかし、録音した音データは振動があるため波形を平滑化し音量変化のデータに変換する必要がある。

$$G_t = S_t - A_t \quad (1)$$

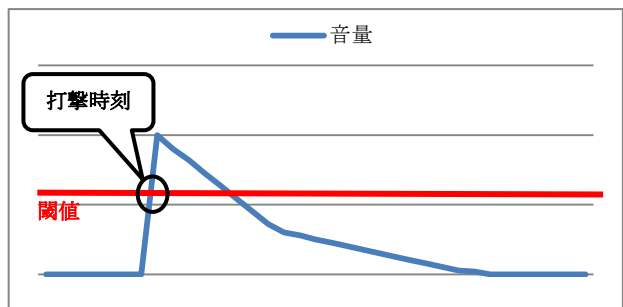


図 2 : 打撃時刻の判定方法

打撃時刻判定のための平滑化処理として、立ち上がり保持平滑化フィルタを開発した。移動平均法などの平滑化方法では元波形データの波形立ち上がり部分、最大値が平滑化されてしまうため打撃時刻の判定に判定漏れ、誤判定が起こってしまう。立ち上がり保持平滑化フィルタは、式(1)により元波形データの立ち上がり、最大値を保ったまま平滑化を行うことができる(図 3)。ここで、 Rx_n はフィルタ適用結果、 n は全データ数、 w はフィルタ幅、 x は元データを表す。フィルタ幅は基準音の間隔の 1/4 の幅とする。これにより、打撃時刻の音量判定における誤判定をなくすことが出来る。

$$Rx_n = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^w \max(x_{i-j}) \quad (1)$$

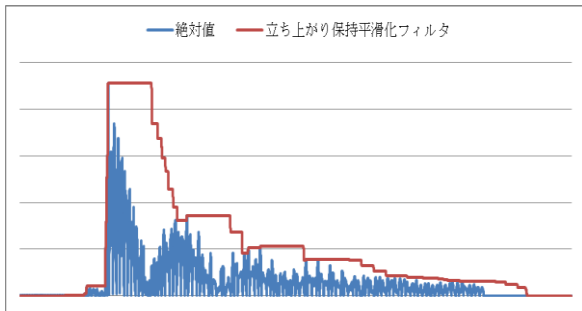


図3：立ち上がり保持平滑化フィルタの結果

3.2. ズレの可視化表示

ズレを演奏中に確認するためにズレ色(図4)を用いて提示を行う。演奏中にズレの確認をするためには、数値や文字ではズレの確認が難しいため直感的に認識可能なズレ色を用いてズレを提示する。ズレ色はズレに対応した色を提示し、正しい場合は白、遅い場合は青、早い場合は赤を提示する。それぞれの色はズレの量に応じてグラデーションが変化する。そのため、ズレ色を見ただけでリズムのズレの方向、量を演奏しながら確認することが出来る。

ズレの最大値は前後の打撃までの中間を最大値とする。そのためズレ色も前後の打撃の中間が最も色が濃くなる。

過去の実験データから、正しい場合の許容範囲を設けた。過去実験における上級者のズレの平均結果約 20ms を正しい場合の許容範囲とした。

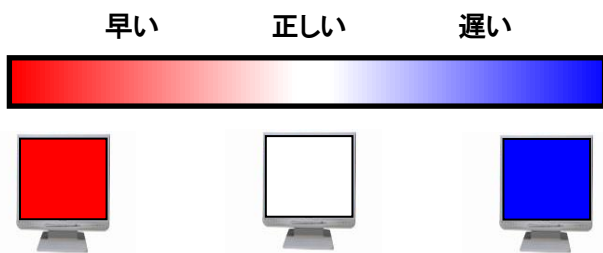


図4:ズレ色

4. 実験

4.1. 実験環境

図4の様な構成で実験を行った。スピーカから基準音を鳴らし、マイクを用いてシステムに音データを入力する。システム内で求めたズレ色をモニタか

ら被験者に提示する。録音のサンプリングレートは、44.1KHz、16bitで行った。基準音の音量は演奏中でも十分に聞き取れる音量に設定した。

基準音のテンポは対象の団体で実際に演奏されている曲の144BPM(Beat Per Minute)で行った。基準音のリズムも種市海鳴太鼓で実際に使われているリズム(図5)で行う。演奏時の太鼓の音で聞き取りづらくなならないように2KHzと1KHzの正弦波を用いて、和太鼓音との音色の違いを設けた。

対象として、種市海鳴太鼓保存会のメンバー(初級者6名、中級者1名、上級者2名)に対して実験を行った。



図4：実験環境



図5：基準音のリズム

4.2. 手順

提示方法の違いによる学習効果を比較するために「ズレグラフ」と「ズレ色」の結果を比較する。

実験はシステムから鳴る基準音を聞きながらそのテンポに合わせて等間隔に打撃を行う。実験手順は、8打分の音を聞き基準音のテンポを認識した後に、32打打撃を行う。実験パターンとして、「ズレグラフ」、「ズレ色」、「何も見ない」の3パターンで行う。実験手順は以下の順で行う。

実験手順

1. ズレグラフ(3回)
2. 何も見ない(1回)

3. ズレ色(3回)
4. 何も見ない(1回)

4.3. 結果

結果の比較方法として、「リズム安定度」と「ズレ平均」という2つの評価点で比較を行う。

「リズム安定度」は、リズムがどの程度安定して叩けているかを評価する。1打ごとのズレのばらつきから評価を行うため、標準偏差を用いて求める。数値が小さいとリズムが安定し、数値が大きくとリズムが不安定と評価を行う。「リズム安定度」を用いることで、リズムの安定度を1つのパラメータで評価できる。

「ズレ平均」は、1回のデータがどのようなズレの傾向があるかを評価する。1打ごとのズレの平均から求める。数値が0に近いとズレが少なく、性能方向に大きいと遅く、負の方向に大きいと早いと評価する。「ズレ平均」を用いることで、リズムの癖や基準からのズレの大きさを1つのパラメータで評価できる。

自身のリズムの状態を把握できているかの検証のために演奏後に自己評価を行った。自己評価は5段階評価(図7)で行い演奏後に記入した。自己評価を記入したのは、ズレグラフ、何も見ないの3パターンである。ズレグラフの実験の場合には、ズレグラフを見る前に記入を行った。ズレ色の場合は演奏中に自身のリズムの状態が分かるため自己評価を行わなかった。全行程終了後、システムについての感想や意見も記入してもらった。

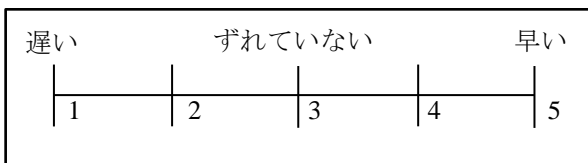


図7：自己評価記入欄

実験の結果をリズム安定度とズレ平均の2つの評価点から整理した。図8から図16までが全被験者のリズム安定度とズレ平均の結果である。棒グラフがリズム安定度をあらわし、折れ線グラフがズレ平均をあらわす。

● 中級者以上の結果

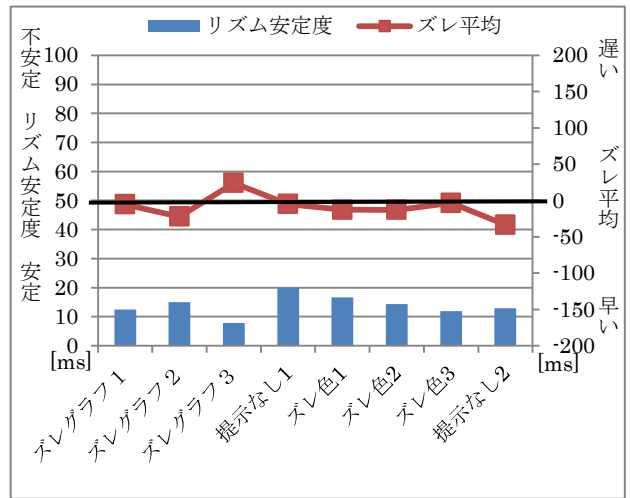


図8：上級者 A

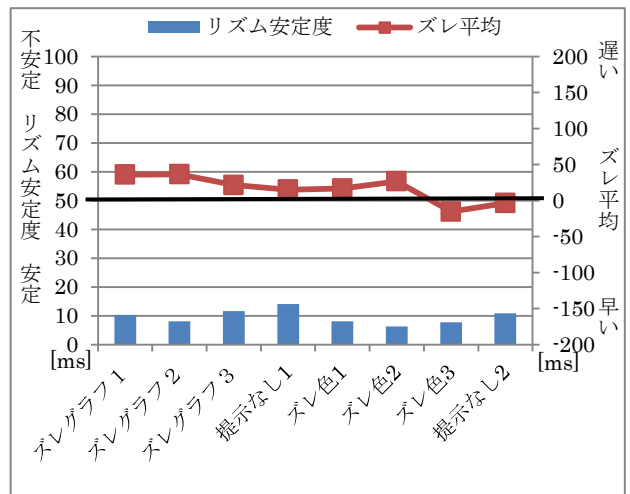


図9：上級者 B

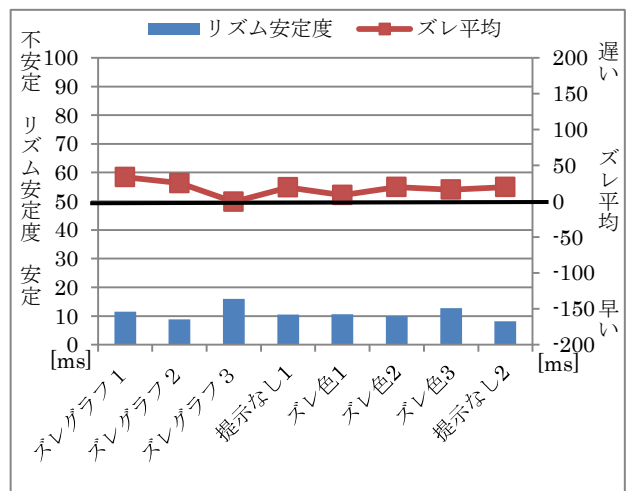


図10：中級者

● 初級者の結果

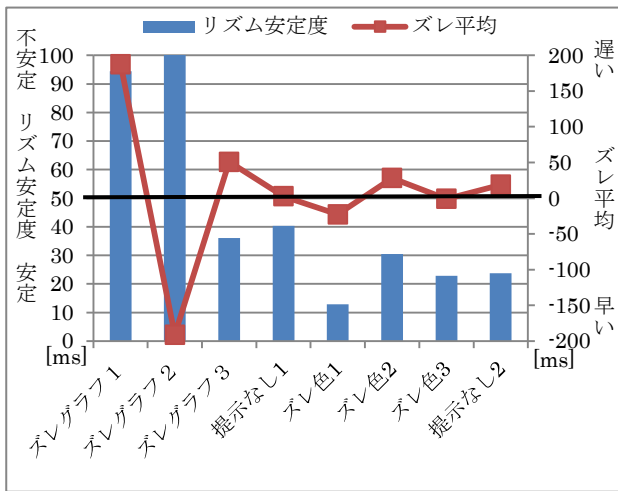


図 11：初級者 A

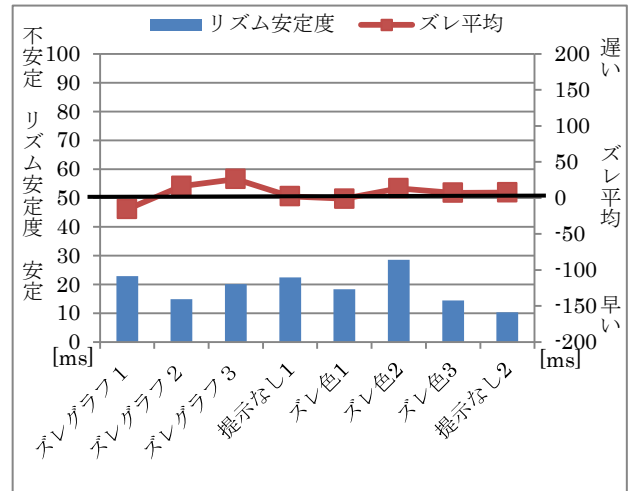


図 14：初級者 D

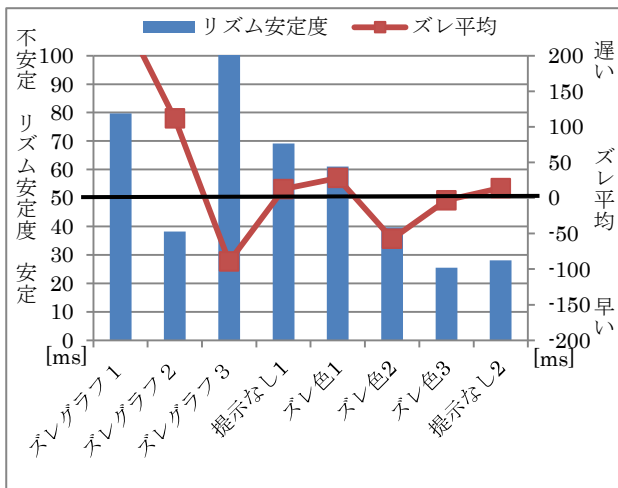


図 12：初級者 B

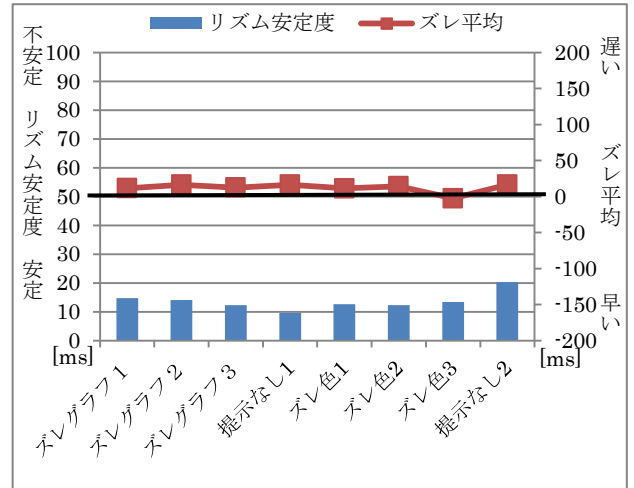


図 15：初級者 E

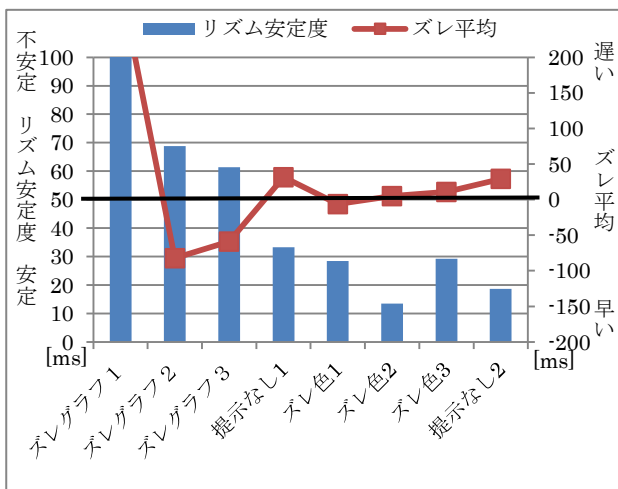


図 13：初級者 C

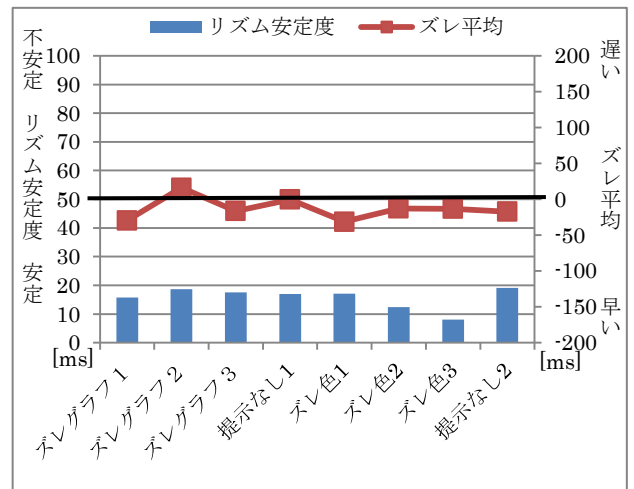


図 16：初級者 F

5. 考察

5.1. 実験結果の考察

初級者の結果が良いリズムかどうかを判定するために、中級者以上を良いリズムだと仮定し、結果を平均したものを本実験における評価基準とした。その結果、中級者以上のリズム安定度の平均が 11.5ms、ズレ平均の平均が 18.1ms になった。ズレ平均の平均を求める際に、結果によって正負の数値があるため、全結果の絶対値をとった後に平均を求めた。

評価基準を用いて初級者の結果を比較すると、初級者 A, B, C と初級者 D, E, F に分けることが出来た。初級者 A, B, C は評価基準よりも安定度が大きく下回ったため、リズム技能が低いと判断し、リズム低グループとした。初級者 D, E, F は評価基準とほぼ同程度の結果になったため、リズム技能が高いと判断し、リズム高グループとした。

リズム低グループは、ズレグラフの場合にリズムが不安定になり、ズレ色の場合にリズムが安定した。ズレグラフの場合は、回数を重ねるにつれてリズムが安定した。しかし、図 11 のズレグラフ 1 からズレグラフ 2 に行く際に、1 回目で非常に遅かったのに結果を修正しようとし、2 回目で早い方向に大きく修正しすぎてしまう結果がみられ、先行研究における課題点が本研究の実験でも見られた。ズレ色の場合には、全被験者ともズレグラフに比べリズムが安定し、中級者以上と同程度の安定度の場合もあった。

リズム高グループは、ズレグラフ、ズレ色の場合共にリズムが安定していた。

全被験者のズレ色の 3 データ、ズレグラフの 3 データのリズム安定度の平均をとったものを図 17 に示す。リズム高グループの 3 名が、それぞれの提示方法でも大きく違いがなく、リズム低グループに比べ中級者以上の数値に近いことも分かる。リズム低グループはズレグラフの際には 3 名とも 70ms 前後という、中級者以上やリズム高グループよりも不安定な数値をとっていた。しかしズレ色を用いた結果では約 20~40ms までリズムが安定した結果がみられた。結果からズレ色を用いることでリズム技能が低い初級者に対しリズムの学習効果があったと考える。演奏後にズレを提示するズレグラフに比べ、演奏中にズレを提示するズレ色の場合にリズムがより安定した。そのため、ズレグラフに比べズレ色を用いた提示方法の場合に効率的にリズム学習が可能になったと考える。

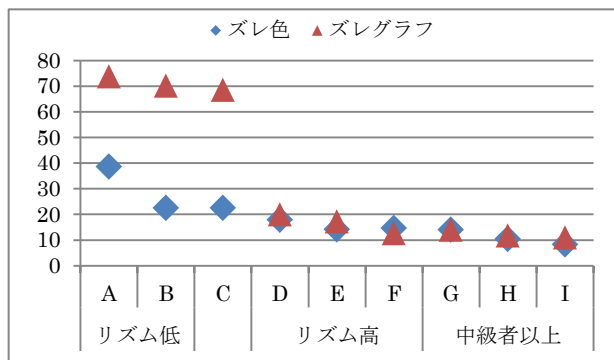


図 17: 全被験者のズレ色とズレグラフのリズム安定度平均

5.2. 自己評価、アンケートの考察

被験者が自身のリズムの状態を認識できているか自己評価とズレ平均を比較した。その結果初級者と中級者以上でズレ認識能力に差があった。初級者 A (リズム低) の自己評価とズレ平均のグラフが図 18 になる。両グラフとも正しい場合は縦軸の中心になるため、ズレの結果と自己評価の方向が一致すれば自身のリズムの状態を認識出来ていることになる。

初級者 A (リズム低)、D (リズム高) の結果を見ると自己評価とズレ平均の方向が一致していない場合が多くみられた。図 18 のようにズレグラフ 1 以外、ズレの方向が反対になっているため自身のズレの状態を認識できていない。図 19 については、ズレグラフ 1, 2 でズレ平均と反対の評価をしている。

中級者以上の場合自己評価とズレ平均が一致する場合が多かった。図 20 は上級者 A の自己評価とズレ平均の結果になるが、提示なし 2 以外の自己評価とズレ平均のズレ方向や変化の仕方が似ているため、自身のズレを認識出来ていると考える。

自己評価とズレ平均の比較から初級者が自身のズレを十分に認識できていないことが分かった。そのため演奏中のズレの提示をすることで、これまで自身のズレを認識していなかった状態から、自身のズレを認識し修正ことの支援を行うことが出来た。

また実験後のアンケートの結果から以下の様な感想、回答を得た。

- 普段分からないリズムのズレをみる事が出来て良い経験になった
- 自分の欠点分かった
- 等間隔に叩けていないことがわかった
- ズレの修正方法だけでなく安定感も学習可能だと感じた
- ズレを認識出来たが短時間で修正するのが難しかった

自身のズレの認識につながったという回答があり、ズレ色を用いることでズレ認識の効果があったと考える。しかし、ズレを認識することは出来たが演奏中の短い間に修正を行うのが難しかったという回答もあった。

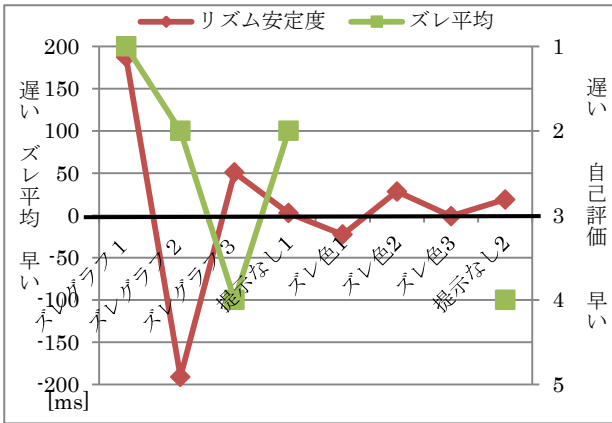


図 18：初級者A（リズム低）の自己評価とズレ平均

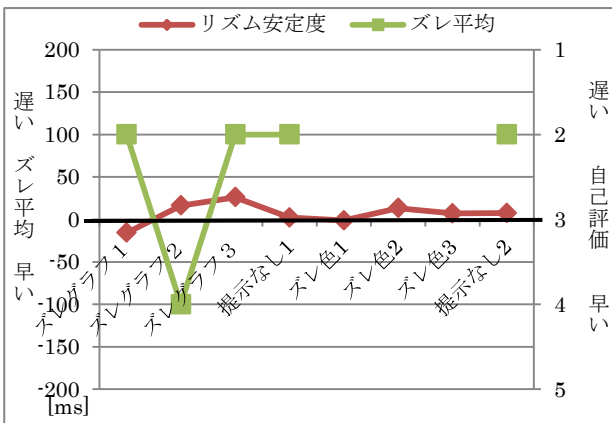


図 19：初級者D（リズム高）の自己評価とズレ平均

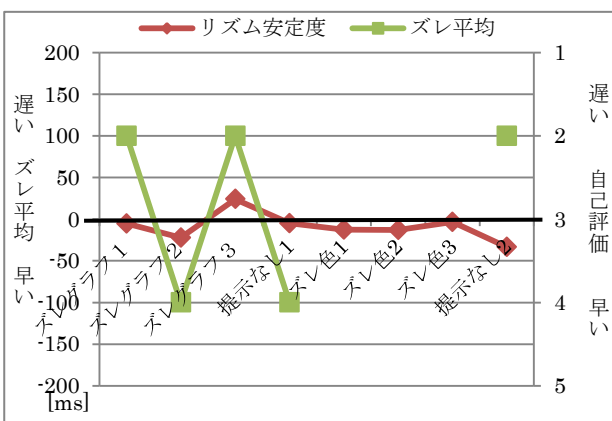


図 20：上級者Aの自己評価とズレ平均

6. おわりに

本研究ではズレ色を用いたズレの提示によるリズム学習効果の検証を行った。その結果、演奏中にズレ提示を行うズレ色を用いた際にリズムが安定した結果がみられた。また、リズムが安定した学習者は自身のリズム能力を十分に認識できていなかったことも分かった。このことから、リズムを十分に認識していない学習者に対して、ズレ色を用いることでズレを認識したためリズムが安定したと考える。そのため、ズレ色を用いたズレ可視化システムを用いることで、リズム学習支援を行うことが出来た。

今後の展開として楽曲表現に対応したリズム技能評価を行う必要がある。現在のシステムでは等間隔のリズムでのみ評価可能である。しかし、実際の楽曲では等間隔ではなく、様々なリズムのパターンで楽曲を表現する。また、微妙なタイミングのズレから楽曲の感情的な表現を行っている。そこで、微妙なタイミングの変化を定量化することで、楽曲の表現についても学習可能になると考える。

謝辞

本研究を行うにあたりデータの取得や和太鼓技能について貴重な意見を頂いた岩手県洋野町種市の種市海鳴太鼓の皆様深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 桂博章, " 身体運動を通じた郷土芸能の学習効果 -秋田県「西馬音内盆踊り」の場合-", 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 31, 19-28, 2009-05-30
- [2] 竹田陽子, 渡部信一, " 伝統楽器教授におけるモーションキャプチャの利用研究", 情報処理学会研究報告, 2009
- [3] 尾崎昭剛, 原尾政輝, " 初心者のための鍵盤楽器独習支援システム", 崇城大学研究報告 第33巻 1号, 2008
- [4] 上野山努, 他, " ドラム音の音色における感性情報と工学的パラメータとの対応付け", 日本音響学会誌 49(10), 671-681, 1993
- [5] 辻靖彦, 西方敦博, " リズムと打拍フォームの同時測定に基づく打楽器の演奏分析", 電子情報通信学会論文誌. D-I, 情報・システム, I-情報処理 J88_D_I(1), 99-107, 2005-01-01
- [6] 佐藤克美, 他, " 神楽継承用教材としての立体視 CG の評価", 日本教育工学会論文誌 35(Suppl.), 145-148, 2011

- [7] 郡未来, 他, “地域伝統舞踊の指導方法に基づいたリズム感を見て覚えるシステム”, 情報処理学会研究報告. EC, エンタテインメントコンピューティング 2008(26), 51-56, 2008-03-07
- [8] 中里直樹, 他, “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 回グラフィックスと CAD 研究会, VO1. 2010-CG-138, No. 8, 2010. 02
- [9] 芳賀直樹, 中山雅紀, 藤代一成, “基礎的リズムパターンにおけるグルーヴの可視化”, グラフィックスと CAD 合同シンポジウム-41, 2013
- [10] 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”, 岩手県立大学卒業論文, 2010