

ヒストグラムを用いた盛岡さんさ踊りにおける質の違いの分析法の提案

A Proposal of Analysis Method of Difference in Quality in Morioka Sansa Odori Using Histogram

菊地 直樹^{*1}

Naoki Kikuchi

松田 浩一^{*2}

Koichi Matsuda

^{*1} 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

^{*2} 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

Software and Information Science, Iwate Prefectural University

In this research, we propose a method to find 「Morioka Sansa Odori」 and which movement causes quality difference. In the proposed method, we tried to narrow down the features from the histogram using the waist acceleration data. As a result, we were able to estimate the difference in the quality of the dancer, which was not known only by the time series waveform of the waist, and narrowing down the focus points and the motion by intersecting the histogram.

1. はじめに

一般に舞踊において、動きの要は腰部にあると言われており、腰部の動きが出来ることで、手足による表現が活きてくるとされている。舞踊における学習者の評価は、指導者の経験によって主観的に行われる。その際、指導者は、学習者を見て何が不足しているのかを経験的に判断し、感覚的に捉えた情報を言葉やジェスチャーに変換する。この変換結果は抽象的な内容も多く、指導側が持つ知識・経験が下地になっているため、指導側と学習側で内容が共有できず、学習者に意図が伝わりにくいこともある。

本研究で対象としている地域伝統舞踊においては、動きの固有の要素に、地域独特の動き方や農作業の動きなどが取り入れられていることも多い。そのような動きを学習者が体験したことのない場合もあり、その場合には、とりわけ伝達と理解が難しくがちである。

このような地域伝統舞踊の特徴から、指導側と学習側で情報の共有が行えるよう、客観的に印象・特徴を把握できることが求められている。そのため、筆者らは、地域舞踊における印象・特徴を客観的に示すことを目指し、印象・特徴と動作の関係についての分析方法を模索してきた。

筆者らは、腰部の加速度に着目し、その加速度の時系列波形を用いて同世代の熟練者同士の比較を行った[1]。その結果、熟練者同士だと性別や身長に差があり、同じ音楽を流しながら個別にデータ取得を行ったにも関わらず、腰部の加速度は、ほぼ同じ波形として表れ、高い相関が得られていることが分かった。その同世代のメンバーで踊るときは、全体として一体感があり、違う世代の人が混ざると合にくい、との意見があった。しかし、映像において全体として見たときに一体感はあるものの、個々を詳細に比較したとき、踊るタイミングは似ているが、踊りから受ける印象は若干異なって見えることが分かってきた。

そこで筆者らは、加速度の時系列波形を詳細に見ることで、印象に関わりのある動作の特定を行った[2]。印象の違いの要因の一つが動作間の繋がり部分にあることが分かり、腰部の加速度の振る舞いを詳細に見ることで、印象の

違いを説明できる可能性が示唆された。その一方で、映像と合わせて加速度波形を詳細に見ることができないと、被験者間の特徴に気づきにくいとされた。

そこで本研究では、加速度の時系列波形の特徴部の絞り込みを行うことを目的とし、絞り込みによる舞踊の印象の違いの分析方法を提案する。提案手法では、学習者間の違いの着目点の絞り込みが行えるため、違いに影響を与える動作を提示することを可能とする。これにより、指導側と学習側で情報を共有することが可能となり、意思疎通を促進できることが期待できる。

本研究では、岩手県の地域伝統舞踊である「盛岡さんさ踊り」を対象動作とし分析を行った。

2. 指導の要素と加速度の関係

2.1. 指導において重要視される要素

地域伝統舞踊を専門とする秋田県の劇団わらび座において講師（指導歴 22 年）に上手い動作や印象に関わる動作の要素についてヒアリングを行った。

(1) 動作の印象に大きな影響を与える要素

地域伝統舞踊では、一般の舞踊と同様、腰の動きが重要であることがわかった。上半身と下半身は体幹を通して繋がっており、腰を軸として踊ることで全体的に繋がりがあがる動作となり、より良い印象を与えるとのことだった。また、腰部移動の緩急も重要であり、上手い踊り手は動作間において、腰の動きに緩急をつけることによって、踊りにメリハリを出すことがわかった。

(2) 「質」と「技能」

指導レベルごとの学習内容を表 1 に示す。初級者は動きの基礎を習得している段階であり、形の指導と呼んでいる。中級者・上級者になると技能や質を求められる型の指導に入る。型は、印象に影響を与える部分とされている。型において、技能は指導者が具体的な言葉を持って指導を行えることが多い。対して、質は学習者の特徴や独自の工夫など踊りの見せ方や表現に関する部分であり、指導の際に抽象的な表現が用いられる場合が多く、また指導者によって

異なる評価を受ける学習者も存在する。そのため、本研究では学習者の質の違いに着目する。

表1 指導レベルごとの学習内容

指導レベル	学習内容		スキルレベル
型の指導	印象	質 (表現) ・踊り手の個性 ・独自の工夫 ・理想の表現	上級者
		技能 (動作の繋がり) ・体の動かし方 ・動作の繋げ方	中級者
形の指導	基礎要素		初級者

2.2. 腰部の加速度と舞踊動作の関係

3軸加速度センサでは、動的加速度、静的加速度を同時に取得し、その合算値がデータとして得られる。本研究では、3軸加速度の合成値を求めて分析に用いる。合成加速度にして用いる方法には、以下のような特徴がある。

- ・ 重力方向に対する挙動が分かりやすく得られる
 - 特に舞踊においては、体重移動の緩急が重要であり、重力方向に対する指導が多い
- ・ センサの設置方向に制約が無い
 - その代わり方向成分は失われる

合成加速度における0Gと1Gは動作において特別な意味を持つ。0Gは足が地面から離れている状態、1Gは、静止状態(に近い)。1Gから0Gに向かう方向は、体重の支えの減少を示し、1G以上は、勢いや方向転換を示している。舞踊の指導においては「腰部のゆるみ」という表現が用いられており、力を抜くことで次の動作へとスムーズに動くことを可能にする。これは1Gより下の値として表れる。

図1に、直立状態からの屈伸動作の加速度の推移を示す。腰が落ち始めてから膝によるブレーキがかかるまで、膝が伸び始めて直立状態に戻る前の二か所で1Gを下回っている。これが腰の緩みである。このとき、股関節や膝に不要な力が入っているとスムーズな動き(加速度波形が滑らかに変化)ができない。もし、緩みの箇所で、完全に力を抜いてしまうと、腰部は落下の状態となるため、加速度は0Gを示すことになる。なお、二つの緩みの値の大小は、落下、上昇の強さの程度の差を表す。図1では腰を下ろす方が挙げるよりも強く動いていたことを示している。

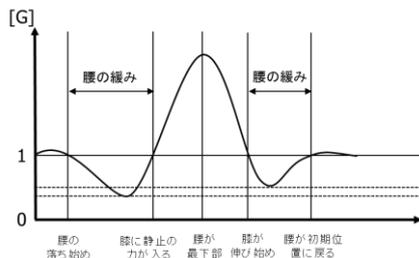


図1 屈伸動作における合成加速度の変化

次に、加速度ヒストグラムと動きの関係を図2に示す。腰部に加速度センサを付けてデータを取得したときの数値には、以下のような動きと意味が対応する。

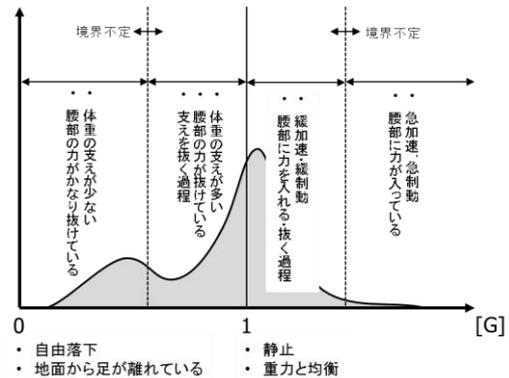


図2 加速度ヒストグラムと動きの関係

2.3. 予備実験

先行研究[2]のように、加速度の時系列波形から直接違いを見つけるとするとき、動作が複雑になるほど、また、被験者が増えるほど作業コストが高くなるため、一般ユーザの利用を前提とすると現実的ではない。そのため、時系列波形と映像を直接見て理解する以外の方法で違いを見つける方法が必要である。本研究では、全体を俯瞰することができるヒストグラムに着目した。本節では、ヒストグラムの有用性を検証するために予備実験を行った。

予備実験には、わらび座で行われている地域伝統舞踊の基礎動作「保ち」を用いて行った。保ちとは軽く膝を曲げた後に片方の足を軸足とし腰を上げ、上げた腰を軸足で支えて保ったまま腰を落とすというシンプルな動作である(図3)。保ちにおいて重要なのは、自由落下しないように軸足で腰を支えながらスムーズに着地することである。重力による落下を制御しつつ着地できることは、表現したい動き(イメージした量)を体重移動によって実現するために必要な技能の一つである。

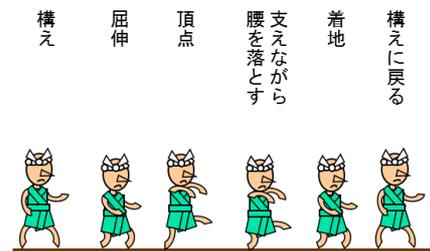


図3 保ちの動きのイメージ

指導者から見て、体重移動が制御できて腰を落としていると見える場合には「保てている」、そうでない場合には「保てていない」と評価をする。技能の一つには、関節の使い方があり、足首、膝といった関節が柔らかく使えることで、動作の流れが滑らかに繋がる(体重移動の軌跡が曲線的、と表現)が、そうでない場合には流れが途切れる

(体重移動の軌跡が直線的，途切れる，と表現) という評価を受ける。

以下に予備実験の詳細を示す。

A) 実験環境

実験にはワイヤレス 3 軸加速度センサ (Wireless Technologies, Inc. Model WAA-010, 200Hz にて使用) を用いる。図 4 のように被験者の腰部に加速度センサを取り付け，腰部の 3 軸加速度を取得する。また，同時にセンサ同期カメラ (100fps) を用いて被験者を正面から撮影し，動作の一部始終を映像として記録する。



図 4 センサ取り付け位置

B) 実験内容

- 対象動作
 - 基本動作「保ち」
- 被験者
 - わらび座研究生 3 名 (被験者 A~C)
 - 被験者 A が最も「保ち」ができています
- データ取得方法
 - 保ち 8 回を 1 セットとし，被験者ごとに 1 セットずつ。
 - テンポは，普段練習で使用している指導員の手拍子
- 実験内容
 - 取得した 3 軸加速度より合成加速度を求める
 - 求めた合成加速度よりヒストグラムを作成し，比較対象を重ねて表示

C) 結果

指導者より動作が良いと評価を受けている被験者 A の 5 回目のヒストグラムを基準とし，他 2 名の 8 回分のヒストグラムと重ねて比較を行った (図 5, 6)。

まず，被験者 A のヒストグラムの特徴について述べる (図 7)。図 7 においてヒストグラムの概形を見ると，二つの極大値が見える。1G より若干下の極大値は，腰部の緩みを表している。映像と比較しながら確認したところ，支えながら腰を落とす際，着地から直立に戻る際の弱い緩みが時間的に長く同じような量で行っていることが分かった。

被験者 B は被験者 A と比べると階級値の取りうる範囲が広い (図 8)。最小値，最大値が異なることは，動作の強に違いがあることを表している。最小値，最大値付近の値が出ている部分について映像で確認したところ，被験者 B

は被験者 A よりも屈伸動作が大きいことが分かった。動きの大きさは，そのあとの動きにも影響を与えており，安定的な保ちを難しくする場合がある。

被験者 C は被験者 A と傾向が似ているものの，緩みとなる箇所の頻度が若干低い (図 9)。映像と加速度波形の対応の確認を行ったところ，屈伸の際の力について，被験者 A より若干大きく短い時間で力の出し入れを行っている。そのため，片足で頂点に到達するまでの間，被験者 A よりも緩みが大きくなっていることが分かった。

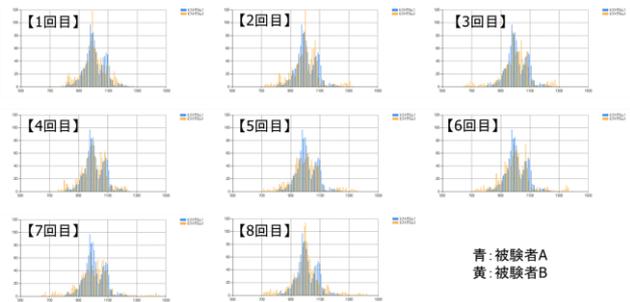


図 5 被験者 A, B のヒストグラム比較

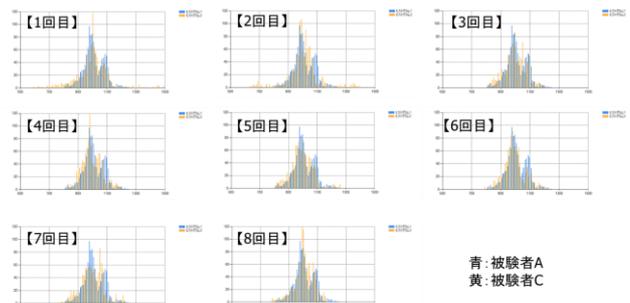


図 6 被験者 A, C のヒストグラム比較

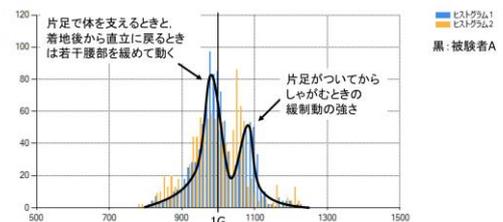


図 7 被験者 A の特徴と動作の対応

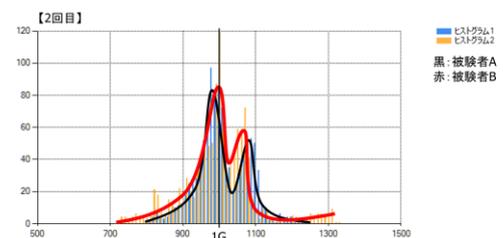


図 8 被験者 A, B の傾向の違い

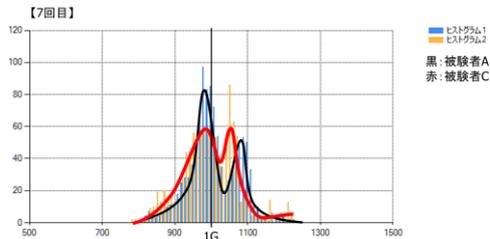


図9 被験者 A, C の傾向の違い

D) 考察

予備実験より、腰部の合成加速度より作成したヒストグラムには被験者の動作の特徴が表れる可能性が示された。違いの発見手順は以下の通り。

- (1) 比較対象とするヒストグラムを重ねる
- (2) 概形で形をとらえて差の大きい階級値を見つける
- (3) 階級値から図 2 により動作の意味を考えて、加速度波形のどの部分の変化を指しているか、を見つける
- (4) 映像との対応から動きを確認する

これらについて、一つ一つのデータに対して手作業で行うには、加速度波形に関する知識と、該当箇所を絞り込む膨大な時間が必要である。本研究では、上記の(1)～(3)のステップについてアルゴリズムを検討し、効率的に分析を行うことを目指す。

3. 提案手法

提案手法では、一連の動作の中から動作の質の違いに寄与する動きの箇所の選定を行うことができる。

手順を以下に示す。

1. 比較する被験者の腰部の合成加速度からヒストグラムを作成
2. 求めたヒストグラムに平滑化を行うため、ガウシアンフィルタをかける (図 10)
3. 二つのヒストグラムに対して階級値ごとに度数の差分を求める (図 11)
4. 極値のうち最大値・最小値の周辺を被験者の特徴のある値群と捉え、指定した範囲の値を持つ時系列波形にマーキング (図 12)

以上の手順で、該当箇所を絞り込むヒントとなるマーキングマップが得られるので、マーキングの密度の高い部分の映像を詳細に見て違いを考察する。

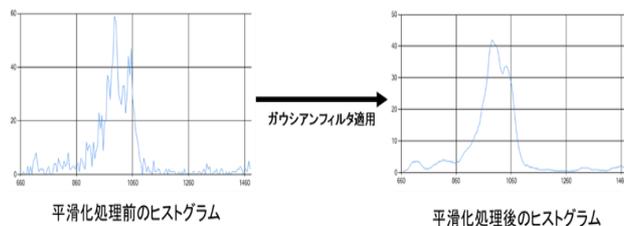


図 10 差分データ作成手順

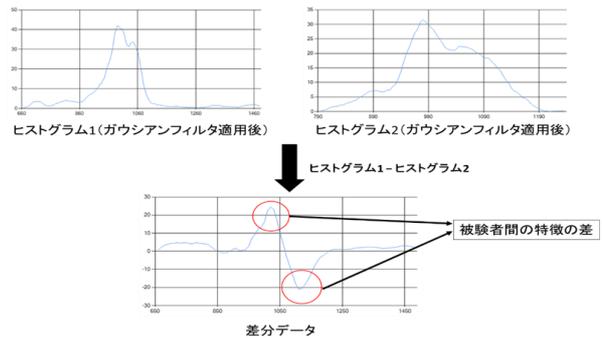


図 11 差分データ作成手順

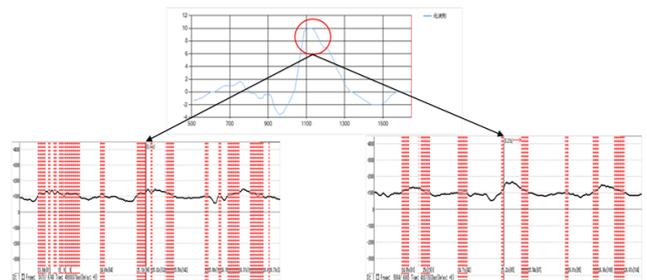


図 12 時系列波形にマーキングを施した例

4. 実験

4.1. 概要

岩手県盛岡市の伝統舞踊である「盛岡さんさ踊り」に着目し、実験を行った。実験内容を以下に示す。

- 実験環境
 - 2.3 A) 実験環境と同様
- 対象動作
 - 盛岡さんさ踊りの一連の動作
- 被験者
 - 岩手県立大学さんさ踊り実行委員会所属の 4 名 (全員がメンバーから上手いと思われる)
 - 被験者 M: 4 年生踊りパートリーダー
 - 被験者 K: 実行委員会代表
 - 被験者 O: 3 年生踊りパートリーダー
 - 被験者 N: 2 年生踊りパートリーダー
- 実験方法
 - 一連の動作を指導の単位を参考に 7 つの区間に分割し、区間ごとに提案手法を適用し、被験者同士の比較を行う。なお、本実験では、踊りパートのリーダーである被験者 M を基準として比較を行う。なお、ヒストグラムの階級幅は 10 に設定した。

4.2. 結果

被験者 K, 被験者 O, 被験者 N の区間ごとのヒストグラムからそれぞれ被験者 M の区間ごとのヒストグラムを引いて作成した差分データを図 13～15 に示す。

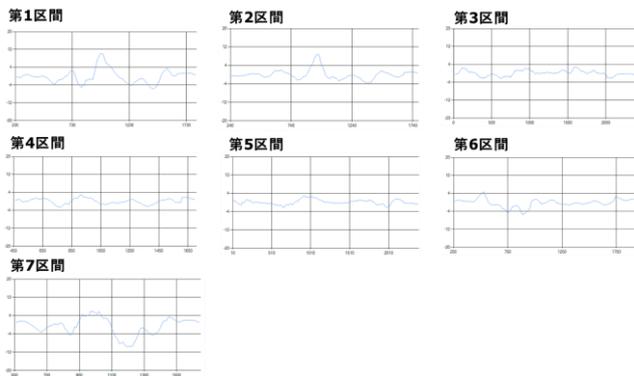


図 13 被験者 K と被験者 M の差分 (K-M)

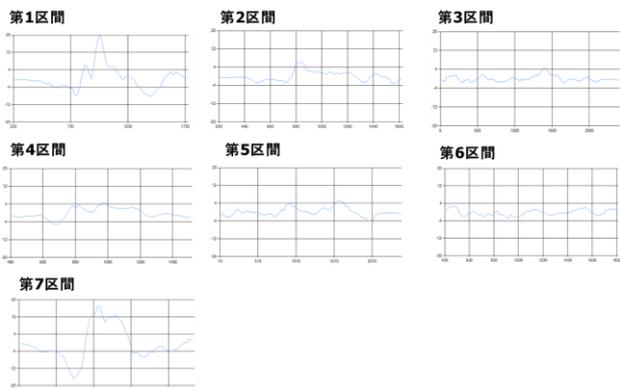


図 14 被験者 O と被験者 M の差分 (O-M)

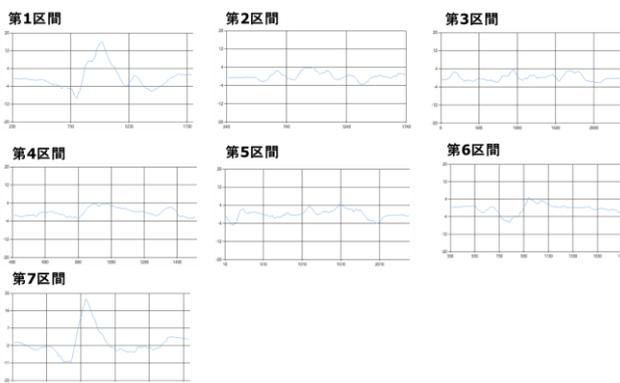


図 15 被験者 N と被験者 M の差分 (N-M)

7つの区間の中で、第2区間と第4区間、第3区間と第5区間はそれぞれ左右反転させた動作である。この4つの区間においては腰部の動きが少なく、個人の特徴が出づらいついと言われている。図13~15を見ても第2~5区間における極値の値は小さい。以下では、差が見えた第1, 6, 7区間に着目する。

• 第1区間

第1区間における適用結果を図16に示す。第1区間において1G付近で被験者K, M, Nの加速度の出現傾向が多いことがわかった(それぞれのヒストグラムから被験者Mのヒストグラムを引いているので極大値として表れる)。第1区間は腕を振りながらその場で足踏みをした後に左右へ移動するといった動作である。1G付近の加速度にマーキ

ング処理を施し、該当部の波形と映像を合わせて観察したところ、被験者Mは他の被験者よりも腰を大きく使って左右へ移動していることが確認できた。いずれの差分データにおいても極大値の前後に極小値(被験者Mの方が頻出)が見られることから、被験者K, O, Nは腰をあまり使わずに移動するため1G付近に偏りが見られ、対して被験者Mは腰を大きく使って移動するために力の入りや緩みの時間が多くなりこのような結果になったと推測できる。被験者K, Mの第1区間における腰の動かし方のイメージを図17に示す。

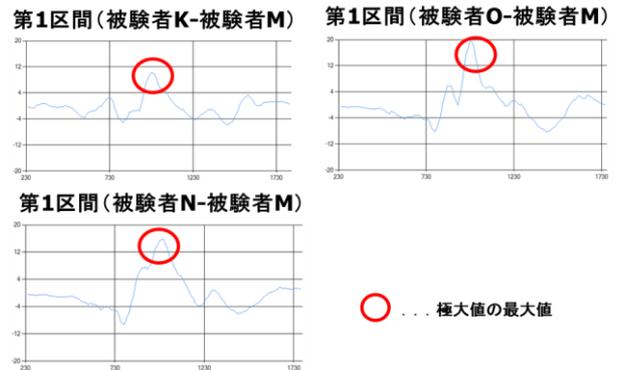


図 16 第1区間適用結果



図 17 第1区間の腰の動かし方のイメージ

• 第6区間

第6区間では、被験者K, Nに1G手前の部分に加速度が大きく表れていることがわかった(図18)。第6区間は前に踏み込みながら腰を落とし後、定位置に戻り腕を振り上げる動作である。該当部にマーキング処理を施し映像と確認すると、被験者K, Nは被験者M, Oと比べると踏み込みが深いことがわかった。被験者K, Nは踏み込みが深いため、定位置に戻るまでの腰を浮かせる(力が緩む)時間が長く、それがヒストグラムに影響していると推測した。被験者K, Mの踏み込みの違いを図19に示す。

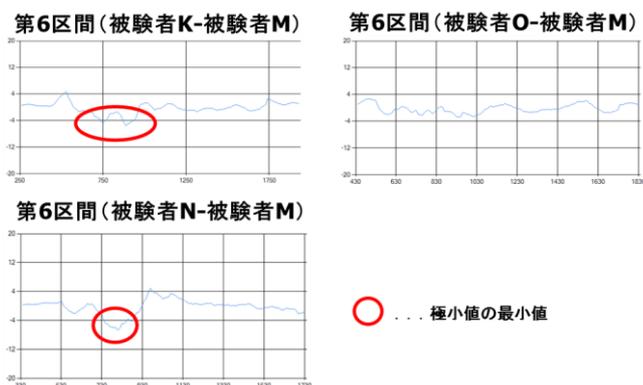


図 18 第 6 区間適用結果

被験者M



踏み込みが浅い

被験者K



踏み込みが深い

図 19 被験者 K, M の踏み込みの違い

• 第 7 区間

第 7 区間は腕を振り、腰を落としながら左右へ移動する動作である。この区間では結果 A と結果 B で極値の最大・最小値が異なる (図 20)。

結果 A, B 共に極大値の最大値は 1G 付近に表れている。しかし、極小値の最小値が結果 A では 1G の右側に表れているのに対し、結果 B では左側に表れている。結果 A, B に共通している 1G 付近の極大値の最大値であるが、結果 A と結果 B とでその大きさも異なっている。

結果 A の該当部にマーキング処理を施し、映像と確認したところ、被験者 M は腰を捻りながら落として移動しているのに対し、被験者 K は腰を勢いづけて落として移動していることが確認できた (図 21)。極小値の最小値の表れる場所とその後の加速度の大きな値にも極大値が見られることから、被験者 K は動きの緩急が強いということが推測できる。

また、結果 B においては第 1 区間と同様に被験者 M と比較して被験者 O, N があまり腰を動かさずに移動しているためこのような結果になったと推測した。

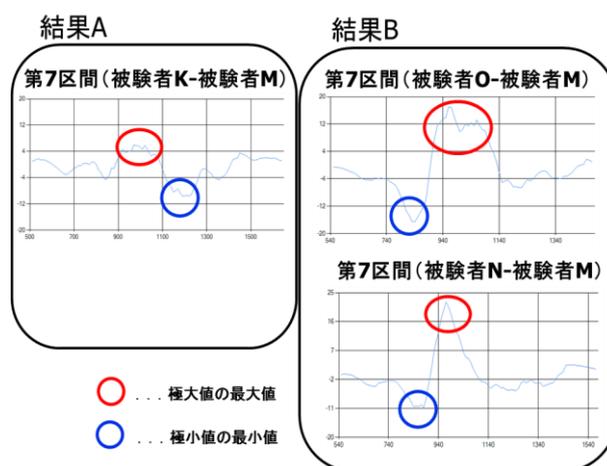


図 20 第 7 区間適用結果

被験者M



上げた腰を捻りながら落としている

被験者K



上げた腰を勢いよく落としている

図 21 第 7 区間の腰部の落とし方の違い

4.3.考察

盛岡さんさ踊りを対象とした本実験においては、特に左右へ移動(重心移動)する際の腰部の振る舞いの違いについて、ヒストグラムの差分によって具体的な違いが明らかになった。

本実験で明らかになった動作の違いは踊りの上手さではなく印象に関わる部分であり、踊り手の個性が反映されたものと考えられるため、本手法により踊りの質に関わる特徴抽出が行える可能性が示された。

5. おわりに

本稿では、踊り方の印象の違いの分析方法を提案した。印象に関わる動作の中でも被験者の特徴により評価が左右される踊りの質に着目し、腰部の合成加速度のヒストグラムを用いてその着目点の絞り込みを行うためのアルゴリズムを提案し、踊り手の特徴抽出を行った。提案手法では、加速度波形を見ただけではわからなかった踊り手の違いがヒストグラムに表れ、また、ヒストグラムの中から着目点を絞り込むことにより、違いに関わる動作の抽出とその要因の推定ができた。提案手法により、具体的な違いを見つけ出し、提示することが可能となることで、指導者の主観だけで教えるのではなく、指導者と学習者が情報を共有しながら学習できる可能性が示唆された。

今後の課題は、どのレベルまで提案手法が適用できるのかを検証することである。本稿では、鎌田ら[3]が用いたデータ群の一部を利用しており、各学年で最も上手いとき

れているメンバーのデータを集めており、動きも似ており、数値的にもある程度のデータの類似度は保証されている。数値的に違う被験者は、動き方が違うことも分かっており、今後、さまざまなレベルの被験者に適用し、提案手法の有効性を検証する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、データ取得・意見交換を行わせて頂いた岩手県立大学さんさ踊り実行委員会の皆様に感謝致します。また、舞踊の知識や指導者としての評価方法についての情報を提供して頂いた劇団わらび座講師清家久美子氏に深く感謝致します。なお、本研究の一部は、JSPS 科研費 17K01087 の助成による。

参考文献

- [1] 小井田康明, “地域伝統舞踊における上手い印象を与える動作要素の分析に関する研究”, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文, 2015.
- [2] 菊地直樹, 松田浩一, 小井田康明, “腰部の加速度を用いた地域伝統舞踊の動作分析に関する一検討”, 情報処理学会第 78 回全国大会, 4ZB-3, 2016.
- [3] 鎌田裕嗣, 松田浩一, 菊地直樹, “腰部の加速度情報を用いたさんさ踊りの「上手さ」の比較・評価に関する一検討”, 情報処理学会第 79 回全国大会, 1ZF-09, 2017.