

# 地域伝統舞踊における「動作の流れ」を教えてくれる学習支援システム

高橋 智也<sup>†</sup> 松田 浩一<sup>†</sup>  
海賀 孝明<sup>††</sup> 長瀬 一男<sup>††</sup>

本稿では、地域伝統舞踊の特徴である「動作の流れ」に着目し、学習支援を行う。動作の流れは、踊り手本人が捉えているリズム感と、各動作のつながりが対応していることが重要である。そこで、振り動作を位置座標としてではなく、時間的に連続した動作の流れ方として捉える。動作の流れは、拍区間でどのような動作が行われたかを定義する 5 種類の動作特徴モデルを用いて、モデルの組み合わせで明示される。このとき、踊り手それぞれの拍間隔を用いてモデル化を行うことで、拍の捉え方の個人差に対応することができる。また、動作特徴モデルの組み合わせを比較することにより、手本と学習者動作の相違判定が可能となる。相違判定結果の提示により、学習者が手本動作の流れとどのようにズレているのかを確認させ、修正を繰り返すといった効果的な学習を支援する。

## Effective system for teaching "Motion-flow" in Japanese traditional dance.

TOMONARI TAKAHASHI,<sup>†</sup> KOICHI MATSUDA,<sup>†</sup>  
TAKAAKI KAIGA<sup>††</sup> and KAZUO NAGASE<sup>††</sup>

In this paper, we support learning in consideration of "Motion-flow" which is the characteristics of the Japanese traditional dance. Motion-flow is an important factor for learning the dance. We deal with Motion-flow as a movement to continue with the time. Motion-flow can be expressed in motion feature models by classifying a movement in the character. At the time, it copes with the difference in the way of catching rhythm. We do comparison with teacher and learner by using motion feature models. As the result, learner will be able to learn Motion-flow efficiently.

### 1. はじめに

日本各地には、代々踊り受け継がれてきた地域固有の伝統舞踊がある。従来、地域伝統舞踊の学習は、指導者と学習者が同じ空間に立って指導を行う直接指導が行われていた。指導者は、学習者にあわせた必要な指導を行うため、効率的に舞踊を習得することが可能であった。しかし、近年では指導者の不足や時間調整の手間などの制約により指導機会が減少している。

そのため、学習者が地域伝統舞踊を習得する際には、手本動作映像を見ながら模倣したり、DVD のような学習教材<sup>1)</sup>、身体部位別に特化した舞踊動作の学習支援システム<sup>2)3)</sup> などを用いて振り動作を学習するようになってきた。映像教材を用いて、手や足をどのよう

に動かすのか、足の踏み位置、各振り動作などは学習者一人だけでも一通り覚えることが可能である。しかし、各振り動作を個別に覚えたり、決まったパートだけを繰り返し練習したりすると、全体を通して踊ったときに以下のような問題が生じることがある。

- (1) 自分の動きが合っていると思いつつも、個々の振り動作を模倣できるようになると、「自分は正しく動いている」という思い込みが強くなるため、各動作のつながりが音楽とズレていても気づきにくくなる。そのため、「これ以上上達できない」と学習に限界を感じてしまう。
- (2) どこを学習していいかわからない  
学習者は各振り動作を覚えて再現しながら動けるようにはなっても、自分のリズムで踊っているかを自覚するのが困難である。見た目に明らかな動作の間違いは修正できるが、音楽と動きの微妙なズレは気づきにくく、自分がどこを学習すればいいかわからなくなってしまう。そのため、学習が滞ってしまう。

<sup>†</sup> 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科  
Graduate Course of Software and Information Science,  
Iwate Prefectural University

<sup>††</sup> 株式会社わらび座 DAF  
Warabi-za Digital Art Factory

このような問題に対し指導者は、学習者の踊りを見る際、学習者個人のリズム感を考慮して指導を行っている。指導者は各振り動作のつながりを「流れ」として捉え、音楽と動作が対応して「動作の流れ」になっているかを判断する。踊り手が捉えている拍と動作の微妙なズレや間違いに気づき、教えてくれるため、学習者は「動作の流れ」を理解することができる。その結果、舞踊動作を模倣しているだけの状態から、音楽を聞いて自分で動くことができるようになり、地域伝統舞踊が身についた、と言えるようになる。

そこで本研究では、学習者だけの個人練習では気づきにくい、地域伝統舞踊の「動作の流れ」を教えてください学習支援システムを提案する。学習者に対し、手本と学習者の動作がズレている部分を提示することで、各動作の繋がりがどのように拍と対応しているかを認識させ、動作の流れの理解と学習を支援する。

以下、第2節には舞踊動作の学習に関連した、身体動作の解析や評価に関する従来手法を述べる。第3節では地域伝統舞踊の特徴と「動作の流れ」について説明し、本研究のアプローチ方法を述べる。第4節では、本研究が動作の流れ学習を支援するための学習支援システムを提案し、動作の流れのデータ化と、相違判定手法について説明する。第5節では本システムを用いた舞踊の学習実験を行い、学習結果と本システムの有用性について考察する。第6節では専門家による本システムの信頼性の評価を記述する。最後に、本稿の結論と今後の課題をまとめる。

## 2. 関連研究

音楽と身体動作の対応に着目している研究として、モーションキャプチャと音楽情報による舞踊動作解析<sup>4)</sup>がある。音響信号により舞踊動作をセグメンテーションすることで、音楽と動作が対応しているという、舞踊の特徴を損なわない動作プリミティブ化が可能となっている。学習者動作も同様にセグメンテーションし、手本との比較をすることで動作の流れ学習に用いることが可能であると考えが、設備やコストの制限があり、繰り返し学習に用いるのは困難である。

舞踊動作を解析して学習するロボット<sup>5)</sup>は、手本となる舞踊動作を観察し、同じ舞踊動作ができるように学習を行う。手本動作と完全に一致した舞踊を行うことが可能であるが、人間が舞踊動作を習得する場合は手本動作を完全にコピーする必要は無く、手本動作の流れを、自分の動きとして習得することが重要である。

学習者の間違っている部分を提示してくれる舞踊動作学習教材として、振り動作の修正点を自動で提示す

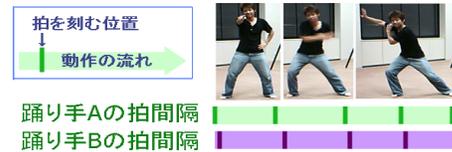


図1 拍の捉え方の個人差

Fig. 1 The difference in the way of catching rhythm.

るシステム<sup>6)</sup>がある。パターンマッチングを用いた身体動作の類似度比較により身体部位別に評価を行い、一つ一つの振り動作に対して相違判定結果を提示している。見た目上の動作を間違えた場合の相違は確認することが可能だが、音楽に動作が対応しているかを確認したい場合、時間的に連続した範囲で動作を捉え、動作の流れとして相違判定を行う必要がある。

## 3. 地域伝統舞踊における「動作の流れ」

地域伝統舞踊には、身体部位の位置が手本とマッチングするように学習するだけでは習得しきれない「動作の流れ」という概念がある。そこで筆者は、劇団で様々な伝統舞踊の指導を行っている専門家に、どのような学習をすれば動作の流れが習得できるか取材した。また、実際に直接指導を受けることで、動作の流れ学習のためにはどのような支援が必要であるか考察を行った。その結果を以下にまとめ、動作の流れ学習を支援するための本研究のアプローチ方法を述べる。

### 3.1 地域伝統舞踊の特徴

地域伝統舞踊には近代的なダンスのように明確で等間隔なカウントが存在しないことが多い。舞台の上で一人で踊る時の緊張感、祭で大勢で踊る時の一体感、踊り手の感情などによって微妙に拍の捉え方が変わってくる。また、図1のように、踊り手によっても拍の捉え方に個人差がある。基本的には舞踊固有の音楽に合わせて拍を捉えるが、必ずしも拍を基準に動くわけではなく、拍の一瞬前に動いて「きれ」を出したり、拍より遅れて動くことで「ため」を作ったりする。これらは地域伝統舞踊では頻繁に行われており、基本の振り動作を損なわない範囲で、自分のリズム感で踊ることが必要になってくる。

このため、手本動作を精密にコピーして動く必要はなく、手本動作とのマッチングを行いながら動作を学習していくことは地域伝統舞踊の特徴を損なってしまうことになる。すべての踊り手が同じ拍を基準に動くのではなく、踊り手それぞれの拍の捉え方で、音楽と動作を対応させることが重要である。自分の捉えている拍の間隔で、音楽に合わせて踊れるようになることで、地域伝統舞踊が身についたと言えることができる。

これらのことから、地域伝統舞踊の学習には、以下のような特徴があることが分かった。

- (1) 手本動作を見ながら模倣するのは数時間の個人練習でも可能だが、最終的に手本映像を見なくても踊れるようになる必要がある。手本を基準に動くのではなく、自分の捉えている拍に合わせて動くのが重要である。
- (2) 学習者は自分の捉えている拍と動作を対応させようと、動作の終わり際に辻褄を合わせようとす。拍と振り動作の終わり際を合わせることで、次の動作の始まりが理解できるため、動作のつながり方を覚えていく。
- (3) 手本動作を精密にコピーして動く必要はないが、自分の拍と対応させて動くことが重要である。踊り手の捉える拍と動作が完全にずれてしまつては舞踊動作として成り立たない。

### 3.2 「動作の流れ」の学習に必要な要素

以上のような特徴に対し指導者は、学習者自身が捉えている拍と舞踊動作が正しい対応関係で動いているかを判断している。そこで本研究では、踊り手本人が捉えている拍と動作の対応が取れている状態を、「動作の流れ」が良い、と定義する。

学習者は「動作の流れ」を理解し、習得することで、自分の感覚にあわせた地域伝統舞踊を踊ることが出来る。そこで本研究では、地域伝統舞踊の特徴を考慮し、「動作の流れ」の学習を支援するために、以下のようなアプローチ方法を取る。

- (1) 手本動作の流れと学習者動作の流れの相違判定には、踊り手それぞれの拍間隔を基準に用いる。これにより、拍の捉え方の個人差に対応する。
- (2) 手足の細かい動かし方を判定するのではなく、全身の動作が踊り手の拍と対応しているかを判定する。そのため、舞踊動作を位置座標としてではなく、図2のように、時間的に連続する動作の流れ方としてとらえる。
- (3) 踊り手が捉えている拍と動作が対応しているかを、各拍区間での動作の特徴変化が手本と一致しているかで判定する。

これらの要素を考慮した学習を支援することで、地域伝統舞踊の特徴である「動作の流れ」を習得可能であると考える。次節から、学習支援システムを実現するための手法について述べる。

## 4. 動作の流れの教示システム

動作の流れ学習を支援するためには、動作を見た目上の位置情報としてではなく、時間的に連続する流れ

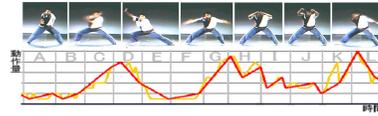


図2 舞踊を「動作の流れ」として捉える

Fig. 2 A dance is expressed as "Motion-flow".

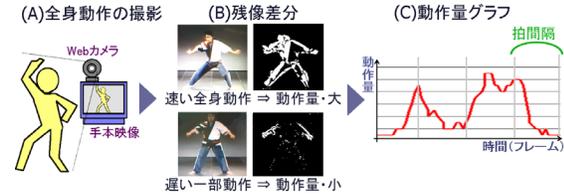


図3 動作量の数値化

Fig. 3 Evaluation of the quantity of motion.

として捉える必要がある。そのため、拍区間ごとに動作がどのように流れたかを特徴別に分類し、動作特徴モデルを定義した。動作の流れを動作特徴モデルで表すことで、手本と学習者動作のロバストな相違判定が可能になり、学習支援が可能になる。以下に、動作の流れ学習を支援するための手法を説明する。

### 4.1 動作の流れの取得

本システムは、動作を連続した流れとして捉えるため、フレームレートを落として踊り手を撮影し、フレーム間の動作の特徴変化を抽出しやすくする。そうすることで、映像から動作の特徴変化を数値として捉えることができると共に、Webカメラのような簡易な環境での学習が実現できる。拍区間ごとの動作の特徴変化を分類し、特徴に応じたモデルを定義することで、動作の流れをモデルの組み合わせで提示する。以下に、動作の流れのモデル化手法と、その利点を述べる。

#### 4.1.1 動作量の数値化

Webカメラを用いて全身動作を撮影し、取得した映像内の動きの量を以下の手順で計測する。

- A. Webカメラを用いて15fpsで撮影を行うことで、画面内の動きに残像を発生させる。この残像は速くて大きい動きになるほど広範囲に現れ、遅く小さい動きになるほど画面上に現れなくなる。そこで、Webカメラを図3:(A)の様に固定して撮影したとき、画面内に現れる残像の面積の広さを、画面内で行われた動作の量であると定義する。
- B. フレーム間差分を求めると、図3:(B)のような残像の差分画像が得られる。この残像の輝度値を画面全体で平均化することで、フレーム間で発生した動作量を一つのパラメータで表すことができる。
- C. 毎フレーム間の動作量を求めることで、図3:(C)のように連続した動作量の変化として表現できる。



図 4 5 種類の動作特徴モデル

Fig. 4 Five kinds of motion feature models.

本手法は、撮影された画面上の振り動作の正確性を計るためのものではないため奥行き情報を必要とせず、正面からの1シーンの撮影だけで十分である。残像差分はNTSC係数による加重平均法<sup>7)</sup>を用いて求めているため、動作部分の色情報に影響を受けず、撮影対象の服装等の影響を受けない。また、背景差分を用いていないため同一背景の撮影環境を必要とせず、動きの無い壁などの背景に向かってカメラを固定するだけで撮影準備が完了となる。蛍光灯のちらつきによる微小なノイズに対しても影響を受けにくい。

#### 4.1.2 「動作特徴モデル」の定義

動作の流れは、瞬間ごとのデータではなく、時間的に連続したデータとして捉える必要がある。そこで、各フレーム間の動作量データを、拍区間ごとにまとめて扱う。拍区間内における動作量変化の特徴を分類した、図4のような5種類の動作特徴モデルを定義した。この動作特徴モデルを用いることで、何拍目にどのような動作が行われていたかを、抽象的なデータとして扱うことができる。

各モデルへの分類は、動作量グラフを拍で区切ったときの切片、および拍区間内の最大値、または最小値を用いる。モデルを適用する区間を  $n$  拍目と  $n+1$  拍目の間としたとき、 $n$  拍の切片を  $a_n$ 、 $n+1$  拍の切片を  $a_{n+1}$ 、拍区間内の切片でない最大値、または最小値を  $b$  と置くと、以下のような条件でモデル化される。

(平)  $a_n = b = a_{n+1}$

意味：動作が安定している

(登)  $a_n < b < a_{n+1}$

意味：動作が発生している

(降)  $a_n > b > a_{n+1}$

意味：動作が終了している

(山)  $a_n < b$  かつ  $a_{n+1} < b$

意味：発生していた動作が終了した

(谷)  $a_n > b$  かつ  $a_{n+1} > b$

意味：動作が終了し、次の動作が発生した

本手法は動作の特徴のみに着目しており、動作量が正確に一致しなくても、拍区間の動作量変化の特徴が一致していれば同じ動作特徴モデルに分類される。そのため、カメラとの距離や光源などの撮影環境に影響を受けない、動作の流れの取得が可能となる。また、

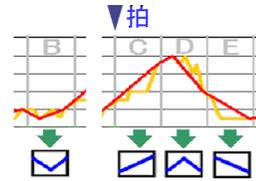


図 5 拍区間ごとに一つの動作特徴モデルを適用

Fig. 5 A motion feature model is applied to each rhythm area.

振り動作を正確に表現するためのものではないため、最低限の動作特徴モデルを定義するだけで十分である。舞踊学習時に、踊り手が動作をしながら多くの情報を確認するのは困難なため、必要最低限の情報だけを提供する。本手法の動作特徴モデルは、そのまま学習情報として提示するものではなく、システムが動作の流れをデータ化し、内部判定を行うために用いる。

#### 4.1.3 「動作の流れ」のモデル化

撮影された動作に対し、図5のように拍区間ごとに動作特徴モデルを適用していく。地域伝統舞踊は、一拍の間で多くても一つの動作しか行われないため、拍区間につき一つの動作特徴モデルで表すことができる。

舞踊動作は、すべての踊り手が同じ拍に合わせて精密に踊らなければならないと言った質のものではなく、踊り手それぞれが捉えている拍間隔と動作の流れが対応していれば良い。指導者は、学習者ごとに異なる拍の捉え方に合わせた上で、動作の流れを教えてくれるため、本システムでも学習者個人個人の拍の捉え方を重視する。そのため、動作特徴モデルを適用する際に用いる拍間隔データは、踊り手が手拍子を打つ感覚で事前にシステムに手入力することで取得する。また、学習が進むにつれて拍データの再取得を行う。

また、舞踊では一つの動作が数拍に渡って行われることがあり、それを「一連の動作」と定義すると、以下のようなことが言える。

- 学習者は動きを間違えたりズレたりしても、一連の動作の終わり際で辻褃を合わせ、次の動作から音楽と対応させようとする。
- 指導者は自分の舞踊動作を見せて模倣させる場合、学習者が合わせ易いように一連の動作の終わり際をゆっくり動くことがある。

このことから、舞踊動作の流れは、一連の動作の終わり際を基準とし、そこから次の動作の流れに移行する、ということを繰り返していると言える。よって、一連の動作の終わり際を「区切り」と定義し、一連の動作の範囲は区切りを基準に定める。区切りは、動作特徴モデルの並びから、以下のように自動抽出される。

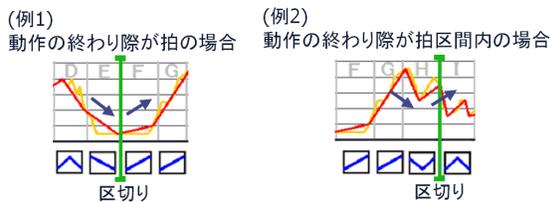


図 6 「区切り」の自動抽出  
Fig. 6 A motion-flow is divided automatically.



図 7 動作モデルを適用した舞踊動作例  
Fig. 7 The example of the dancing movement which a motion feature model was applied to.

- (1) 図 6:(例 1)のように、(降)のモデルの後に(登)が適用された場合は、(降)と(登)の間の拍が区切りとなる。(降)の後に(山)が適用された場合も同様である。
- (2) 図 6:(例 2)のように、(谷)が適用された場合は、(谷)のモデルが適用された直後の拍が区切りとなる。

図 7:(A)のように各動作が繋がっている舞踊動作を Web カメラで撮影し、得られた動作量の変化グラフを図 7:(B)に示す。これに対し、拍区間ごとに動作特徴モデルを適用し、動作特徴モデルの組み合わせから区切りを自動抽出した結果を図 7:(C)に示す。一連の処理を行うことで、舞踊動作の流れを動作特徴モデルの組み合わせで表すことができる。

#### 4.2 動作の流れの判定

手本と学習者の一連の動作の区切りを比較してゆき、図 8 のように同期しているか判定することで、相違判定を行うことができる。

図 8:(1)を見ると、手本が「腕振りポーズ」という動作を [C]~[E] の 3 拍で行っているのに対し、学習者は [C]~[F] の 4 拍で行っている。このことから、学習者の動作に遅延が生じていることが判定できる。また、図 8:(2)を見ると、学習者はその後の「鉢巻締め」動作を、本来は 5 拍で行うのに対し [G]~[J] の 4 拍だけで終わらせており、遅延した後の動作を省略し、「權漕ぎ」動作の流れまでに辻褄を合わせたと判定できる。このことから、学習者は [C]~[J] 間の動作の流れがズレていると判定することができる。

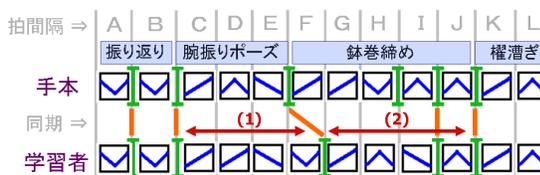


図 8 動作の流れの相違判定方法  
Fig. 8 How to judge a difference between teacher and learner in the motion flow.

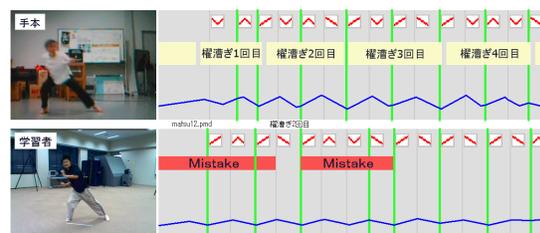


図 9 学習結果のフィードバック  
Fig. 9 The feedback of a result of learning.

動作の流れ区間が同期している場合でも、動作特徴モデルの組み合わせが違う場合がある。これは、動作の流れ全体としては影響を及ぼさず、直接指導においても個人差として許容される程度のズレとして扱う。

#### 5. 地域伝統舞踊の動作の流れ学習実験

本システムは、DVD 教材や学習支援システムなどで基本的な振り動作を覚えた学習者を対象に、動作の流れ学習を支援する。本システムにより動作の流れを動作特徴モデルで表し、動作の意味と範囲を入力することで、図 9: 手本のようにどの拍区間にどの動作が対応しているかを提示することができる。

また、同様に動作特徴モデルで表現された学習者動作の流れと相違判定し、図 9: 学習者のように、学習者にフィードバックする。動作の流れがズレている部分に「Mistake」と表示されるため、学習者は、自分の動作のどの部分がどの程度ズレていたのか、容易に確認することができる。学習者は、自分が間違った部分を修正し、再度相違判定を行うといった学習サイクルを繰り返すことで、徐々に手本動作の流れに近づけることが可能である。

本稿では、ソーラン節を初めて踊る学習者を、手本映像のみを見せて個人練習するグループ A と、本システムを用いて動作の流れの相違判定を繰り返しながら学習するグループ B の 2 つに分け、学習成果を比較することで本システムの有用性を確認する。両グループとも、一日 1 時間ずつ、3 日間連続の学習でどの程度の成果を上げられるか実験を行った。

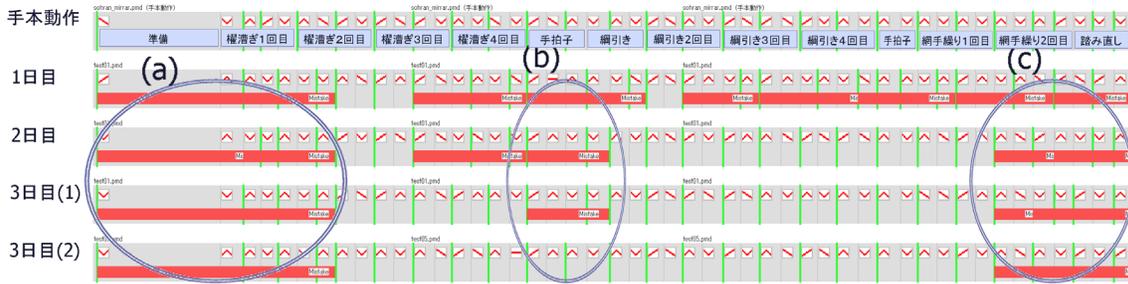


図 10 グループ A の学習者の結果一覧

Fig. 10 The result that the learner's Motion-flow of the groupA was judged.



図 11 グループ B の学習者の結果一覧

Fig. 11 The result that the learner's Motion-flow of the groupB was judged.

### 5.1 舞踊学習実験の方法

本稿では、地域伝統舞踊『ソーラン節』を学習対象の舞踊動作とし、20代の男女数人のグループに舞踊動作の流れ学習実験を行ってもらった。ソーラン節は知名度があり、舞踊中に手拍子を行うため拍が取りやすく、比較的学習しやすい舞踊である。また、それぞれの振りに「綱を引っ張る」、「權を漕ぐ」などの意味があるため、動作の流れを理解しやすいと考えられる。

両グループから一人ずつ、一番の学習成果をあげた学習者を選び、学習結果を図10、図11に示す。図10が手本映像のみを用いたグループA、図11が本システムを用いたグループBの結果である。最上段には手本動作の流れを示している。以下に、両者の結果の考察を述べる。

#### 5.2 手本映像のみを用いた学習者

グループAの学習者は、初日に比べ間違い部分が半分程度に減少しているため、自分なりに上達できていることが分かる。しかし、図10-(a)、(c)のように最後まで動作の流れが習得し切れなかった部分が存在するため、全体的な習熟度としてはまだ修正の余地があると判断できる。最終結果として図10を学習者に提示したところ、自分では正しく踊れていると思っていたため、多少の違和感はあったもののズレていることに気づかなかったという。

図10-(a)は歌の始まりの部分であり、踊り始めのきっかけとなる掛け声や明確な音が無いため、動作の流れがズレやすく、学習が困難であったと思われる。図10-(b)は、「權漕ぎ」動作と「綱引き」動作を繋ぐ部分であり、動作の流れとして重要な部分になっている。学習者は、1日目～3日目(1)まで間違いと判定されているものの、ズレている範囲が徐々に少なくなっており、上達していることが分かる。

基本的に、同じ振りを繰り返す動作の流れは、早い段階で学習できるか、間違っても途中から合わせることができている。しかし、学習者は早い段階で自分がどうすればもっと上達するのか分からなくなっており、3日目にはほとんど成果が自覚できなかったという。自分の動作の流れは合っていると思っているため、修正すべき点が見つからず、また、実際自分は上達しているにもかかわらずそれが実感できないため、学習に限界を感じてしまっていた。

#### 5.3 本システムを用いた学習者

グループBの学習者は、図11を見ると、最終的に動作の流れ全体がほぼ手本と一致しており、習熟度が高いことが分かる。初日に比べても、間違っている部分は図11-(e)だけであり、3日目(1)には一度、手本と一致させることに成功しているため、グループAの学習者に比べ上達率も高いことが分かる。このまま学

習を繰り返せば、完璧に動作の流れを一致させることが可能であると思われる。

図 11-(d) を見ると、グループ A の学習者が最後まで習得できなかった踊り始めの部分が、2 日目にはズレていないと判定されている。学習者に聞いたところ、1 日目に踊り始め部分がズレていることが分かったため、拍と動作を対応させるように注意することが出来たという。その結果、早い段階で動作の流れのズレを直すことができていた。

しかし、学習者が自主的に姿勢を修正したところ、動作のタイミングが合わなくなってしまい、3 日目 (1) では図 11-(d) の部分の動作の流れが途中までズレていると判定されてしまった。一度は拍と動作の対応が取れていたが、動き方を変えることでタイミングが合わなくなったことが分かる。その後学習を繰り返すことで、3 日目 (2) では修正後の動作で拍と対応して動けるようになっている。

このように、自分が納得できる動作へと調整を繰り返しながら、自分の捉える拍の間隔と動作を対応付けるように繰り返し学習していくことで、舞踊動作の流れを身に付けていくことが可能となった。また、本システムを用いることで間違い部分が明確に分かるので、学習者は、次こそは動作の流れを完全に一致させようとして、学習に対する意欲が上がっていた。学習が進むにつれて、微妙なズレに自分では気づかなくなっていくため、完全に判定結果を頼りに学習を進めていた。さらに、本システムを用いることで、自分が動作の流れを習得できていることを自覚でき、自信を持って自分の感覚で動作の流れを覚えることが可能となる。

これらの結果から、手本映像のみを用いた学習者と、本システムを用いた学習者で学習効率や成果に差が出ることが分かった。これにより、本システムの有用性が実証された。

## 6. 本研究の評価

本研究が定義する「動作の流れ」や「区切り」の抽出方法、動作特徴モデルの定義などは、筆者が実際に数種類の舞踊動作の学習実験を繰り返し、専門家の指導を乞うことで確立した。そこで、本システムの定義が正しいことを証明するため、検証実験を行った。また、劇団で様々な舞踊を指導している専門家に、システムの有用性や学習結果の信頼性などについて意見をいただいた。以下に結果を示す。

### 6.1 拍の捉え方の個人差に対応することの有用性

本研究では、拍の捉え方の個人差に注目し、踊り手それぞれの拍間隔で動作の流れを習得する必要性を主

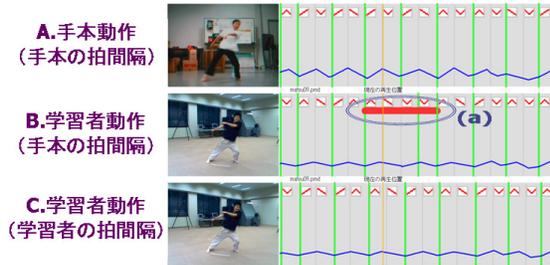


図 12 拍の捉え方の個人差による判定結果の違い

Fig. 12 A difference in a result of a decision by the difference in the way of catching rhythm.

張した。そこで、拍の捉え方の個人差に対応する必要性の検証のため、手本と学習者を同じ拍間隔でモデル化したものと、手本は手本、学習者は学習者の拍間隔でモデル化したもので、それぞれ相違判定を行い、結果の比較を行った。

比較結果を図 12 に示す。図 12 : A は手本の拍間隔を用いてモデル化を行った手本動作の流れである。図 12 : B は手本の拍間隔を用いてモデル化を行った、学習者動作の流れである。学習者動作の流れを、学習者とは別人が捉えた拍間隔でモデル化した際、相違判定結果では、図 12-(a) の部分でズレていると判定されている。映像を見て主観で判断した場合、音楽と動作は対応が取れており、動作の流れは合っていると判断できた。それに対し、図 12 : C は学習者の拍間隔を用いてモデル化を行った学習者動作の流れである。図 12 : A の手本動作と比べると、拍の捉え方に微妙な個人差が見られるが、動作の流れは合っていると判定されている。これは、学習者は手本とは違う拍の捉え方をしているが、自身の動きと拍の間隔が対応しているため、動作の流れが合っている状態であると分かる。

この結果により、学習者は自分自身が捉えている拍と自分の動作の流れが対応し、舞踊動作が身につけている状態であると言える。また、拍の捉え方の個人差を考慮しない場合、学習者の練習成果を正確に測ることができない可能性があることが分かった。本システムによる、学習者個人個人に合わせた相違判定手法は有用性が高いことが分かる。

### 6.2 専門家による本システムの信頼性の評価

本研究の定義を説明した後、実際に指導者本人に学習支援システムを利用していただいた。その結果、本研究による動作の流れの概念は、地域伝統舞踊の特徴を十分捉えることができているという評価を得た。指導者の方の意見を以下に述べる。

- 踊り手本人の感覚で舞踊動作の流れを習得できるため、実際の指導と近い学習成果が期待できる。

- 学習者本人では気が付かない動作の流れのズレを、踊るたびに分かりやすく提示しているため、効率よく学習ができると思われる。
- ズれている部分が提示されることで、次回は完璧に踊ろうというモチベーションアップに繋がる。
- 相違判定結果を見ても、ズれていると判定されている部分の映像を見たところ、動き出しが早い・遅いということが良く分かる。
- 一連の動作の終わり際から、次の動作へのつながり、つまり動作の流れが手本と違う部分では正しく判定されていて、信頼性が高い。
- ズれている部分がすべて厳しく判定されてしまっている。舞踊動作の中には、ズれていても許容される部分と、ズれてはいけない部分が存在する。それがすべて、動作の流れが違うと判定されているので、今後はズレを許容しても良い部分を考慮して行く必要があると考える。

## 7. ま と め

本稿では「動作の流れ」を理解し、自分の拍の捉え方に対応した地域伝統舞踊を習得できるように、動作の流れの教示システムを提案し、学習支援を行った。学習者に動作の流れを教示するため、振り動作を見た目上の位置情報としてではなく、連続した動作の流れ方として捉えた。拍区間の動作量の変化によって動作特徴モデルを適用し、モデルの組み合わせで動作の流れを明示した。このとき、踊り手それぞれの拍間隔を用いて動作特徴モデルの適用を行うことで、学習者自身の拍の捉え方を考慮した動作の流れ学習が実現できた。これにより、学習者に動作の流れを明示し、自分の動作が手本動作の流れとどのように違っているのかを提示することができた。

本システムを用いて舞踊学習実験を行った結果、手本と学習者動作の流れの相違判定を行いながら学習を繰り返すことで、動作の流れを修正すべき点を確認することができ、効果的に学習成果をあげられた。また、自分の動作の流れが向上していることが自覚できるため、自信を持って地域伝統舞踊を習得することができ、学習に対する意欲を持たせることができた。

また、本稿で行った学習実験の結果、被験者の要望、専門家の意見などを以下にまとめる。

- 過去の自分と現在の自分の動作、手本の動作などを一覧で比較表示できる機能 (図 13)
- 間違えた範囲や、重要な範囲など、学習したい範囲を任意に選択・学習できる機能 (図 14)



図 13 学習過程の一覧表示

Fig. 13 The list indication of the learning process.

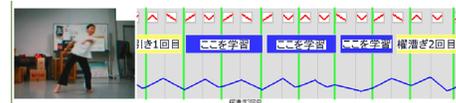


図 14 学習したい範囲の選択

Fig. 14 The voluntary choice of the learning range.

- どうして間違ったのか、自分の動きはどのように判定されてしまっているのかの提示機能  
 今後はこれらの意見を元に、教示システムの機能を追加すると共に、随時学習実験を行い、教示システムとしての有用性を高めて行く。

## 参 考 文 献

- 1) 株式会社わらび座 DAF, "DVD でおぼえる NEW ソーラン節", 2004.
- 2) 花邑裕斗, 松田浩一, 海賀孝明, 長瀬一男, "地域伝統舞踊における重心移動理解のための視覚的表現手法", 情報処理学会グラフィックスと CAD 研究会, 2006-CG-122, pp. 105-110, 2006.
- 3) 田端 聡, 中村 明生, 庭山 知之, 久野 義徳, "舞踊教示支援システムの開発 -音声, デバイスによる教示-", 第 22 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, /CD-ROM 1A36.pdf, 2004.
- 4) 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史, "モーションキャプチャと音楽情報を用いた舞踊動作解析手法", 電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-パターン処理 J88-D-II(8), 2005.
- 5) 中岡慎一郎, 池内克史, "脚動作の認識に基づく舞踊動作観察学習ロボットの実現", コンピュータビジョンとイメージメディア研究会, No.2006-CVIM-154, 154-35, 2006.
- 6) 高橋雅人, 林貴宏, 尾内理紀夫, ""振り"の練習を支援するインタラクティブシステム", インタラクシオン 2004 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, No.5, pp.97-104, 2004.
- 7) Steven K.Feiner, Jon F.Hughes, "コンピュータグラフィックス 理論と実装", オーム社, pp586-13.3.3, 2001.