

## 中国ダイ民族舞踊リズム感における 腰部の傾きの特徴抽出法

周寧寧<sup>†</sup> 郡未来<sup>†</sup> 松田浩一<sup>†</sup>

中国ダイ民族舞踊は、女性らしく優しい雰囲気の特徴としており、ダイ民族特有のリズム感を学習することで、この雰囲気を把握できるとされる。このリズム感に重要な要素は、特に腰部の傾きとされるが、ビデオ教材で学ぶ学習者は、自分の腰部の傾きについて、客観的に認識することが困難である。そこで本研究では、リズム感における腰部の傾きの特徴を数値的に解析し提示することで、学習者にリズム感の違いを認識させることを可能とする。

### A Feature Extraction Method of the Slope of Waist on Rhythm Sense of Chinese Dai Nation Dance

NEINEI SYU<sup>†</sup> MIKI KORI<sup>†</sup> KOICHI MATSUDA<sup>†</sup>

The Chinese die nation dance is characterized by a gentle atmosphere like a woman, and it is thought that for atmosphere performance it is necessary to learn the special sense of rhythm of the dance. About this rhythm, the most important element is the slope of waist. However, as for the learner learning by himself with the video, it is difficult to acknowledge how much she has acquired objectively. Therefore, in this research, in order to make a learner know the sense of rhythm by himself, a method is proposed to analyze the degree of the slope of waist numerically

### 1. はじめに

中国ダイ民族舞踊(図1)は、女性らしく優しい雰囲気を有し、精粹であるとされる。その雰囲気を表現するために、独特なリズムの取り方や動作(本研究では、これらを総称してリズム感と呼ぶ)が必要となり、舞踊者はその習得が必要である。習得の際に、重要となる要素は、腰部の動作である。

ダイ民族舞踊においては、基礎となる基本リズムがあり、基本リズムにおける腰部の動作(図2左)は、「揺れ」と「切り返し」から構成されている。「揺れ」は、左右・上下方向に、ゆりかごのように緩やかに、揺れることであり、切り返しは、テンポと同期し、揺れと揺れの間、方向が変わるところであり、そして、緩やかな傾きも必要となる。



図1 ダイ民族舞踊[1]

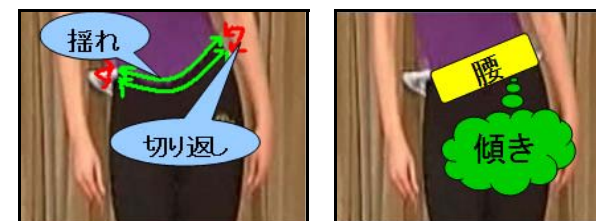


図2 腰部動作分解(左)腰部の傾き(右)

これら腰部の動作のうち、ダイ民族舞踊の雰囲気に関して、最も重要となるのは、腰部の傾きの変化(図2右)であり、腰部の傾きについて、「規則性」と「滑らかさ」をそれぞれ学習し、それらが融合することで、リズム感を習得できる。

しかし、近年、指導者は少なく、学習者はビデオ教材を用い、自習することが多い。

<sup>†</sup> 岩手県立大学  
Iwate Prefectural University

学習者は動き方を理解して真似できるが、上達することは難しい。これは、学習者自身が、腰部の傾きについて、客観的に認識して評価できないことが原因であり、客観的に評価可能にすることが必要である。そこで本研究では、初級者の学習支援を目指し、腰部の傾きの特徴に基づき、指導者との比較した結果を数値的に解析し、提示することを目的とする。

本研究では、舞踊者の腰部に3軸加速度センサを設置し加速度波形を取ることで、腰部の動作を取得する。そして、「規則性」と「滑らかさ」による評価を数値化するために、それぞれ「動作とテンポの一致度」と「角度の変化」に着目し、初級者と指導者との比較結果を数値にし、提示することを提案する。これにより、初級者が、動作の違いを察することを可能とする。

## 2. 基本リズムの腰部動作の特徴とその取得方法

基本リズムにおける腰部動作の特徴を分析するため、映像と加速度センサのデータを同時取得できるシステムを開発し、指導者と初級者のデータを取得した。

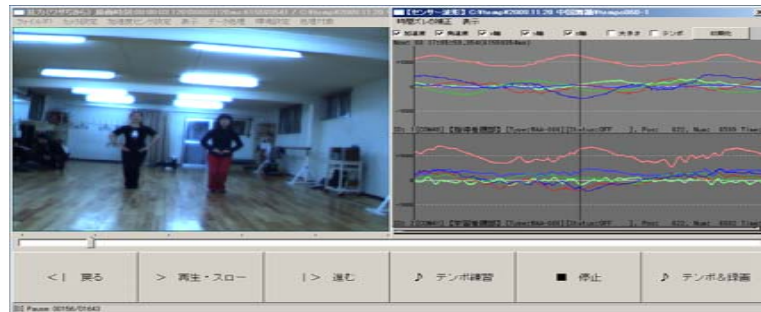


図3 映像システム

取得の際には、舞踊者の腰部に3軸加速度センサ（ワイヤレステクノロジー社、WAA-006）を設置した。

取得データを分析した結果、基本リズムの腰部動作の特徴のうち、上下方向の動作が加速度センサに大きな影響を与えており、体重移動がその主要因となっていることが分かった。半導体式加速度センサは、重力加速度も取得しており、体重移動の様子を詳細に観察することができる。また、3軸の加速度成分をベクトルとして、その大きさを見ることで、設置条件や移動方向に依存しない安定した体重移動の観察を可能とする。

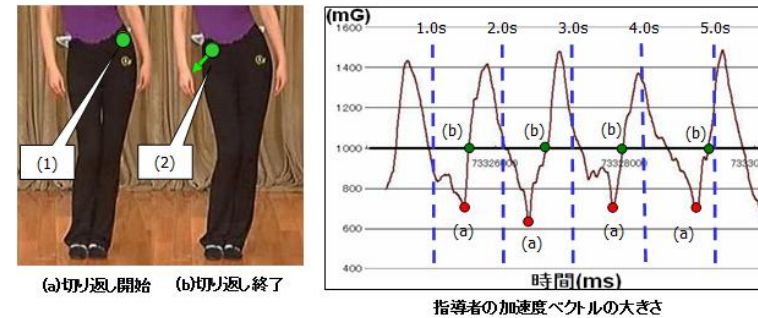


図4 くり返しの認識（左）とテンポとの位置関係（右）

基本リズムの「揺れ」と「くり返し」のうち、指導者と初級者の違いが顕著に現れるのが、「くり返し」である。

くり返し動作と加速度の関係について調べると、くり返しの開始（図4(a)）は、左右の揺れの最高点に達したときで、瞬間的に宙に浮くような感覚で動いており（図4(1)）、くり返しの終了（図4(b)）は、反対方向へ動き出す瞬間となっている（図4(2)）。

加速度ベクトルの大きさ波形（図4右）を見ると、「くり返し」の開始点は、テンポ間のほぼ中央部にある（図4右-a）。また、くり返しの終了点（図4(b)）も、同じテンポ間に存在している（図4右-b）。また、くり返しの開始は、テンポ間における極小値をとる時刻であり、くり返しの終了は、1Gの値をとる時刻となっている。

以上の関係を用いた、くり返しの判定アルゴリズムを以下に述べる（図5）。

- 加速度ベクトルの大きさが1000mG (=1G) のサンプル点を見つける
- 1000mGのサンプル点における傾きが正である点を、くり返しの終了点とし、くり返し終了点列を作成する（図5(b)）
- くり返しの終了点列間における最小値をくり返しの開始点とする（図5(a)）

本アルゴリズムを検証するため、映像におけるくり返し時刻を主観で判断し、加速度波形から取得したくり返し時刻と比較した。結果を表1に示す。

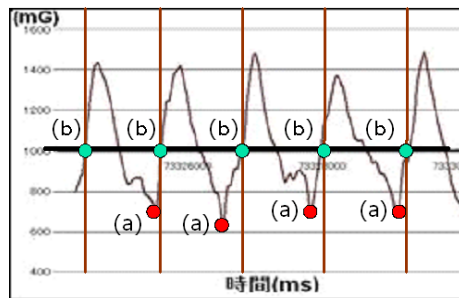


図5 切り返しのアルゴリズム

表1 映像と波形の切り返しの時刻の比較 単位: ms

判定 \ 拍	切り返し		切り返し		切り返し		切り返し	
	開始	終了	開始	終了	開始	終了	開始	終了
映像からの時刻	1721	2065	4000	4311	6000	6328	7787	8042
波形からの時刻	1749	2069	4019	4229	5949	6229	7809	8111
差分の絶対値	28	4	19	82	51	99	22	69

差分の絶対値の平均値は 46ms となり、テンポ (1000ms) の 5%程度であることが分かった。そのため、腰部の加速度のベクトルの波形を分析することで、主観で「切り返し」と判断できる時刻が求められることが分かった。

### 3. 基本リズムの腰部動作の評価方法

#### 3.1 「規則性」における「動作とテンポの一致度」

一般的に、テンポの半分以上ずれて動いていると、踊りとして成り立たない。そこで、本研究では、前節から得た切り返しとテンポの位置関係から、テンポの半分の時刻を軸にし (図 6 (a)), 切り返しの開始点から、前後方向に、ずれがテンポの半分未満であるとき、ずれの許容「合」とし、ずれがテンポの半分以上であるとき、ずれの許容「否」とする。これをもとに、「規則性」を、以下の方法で算出する。

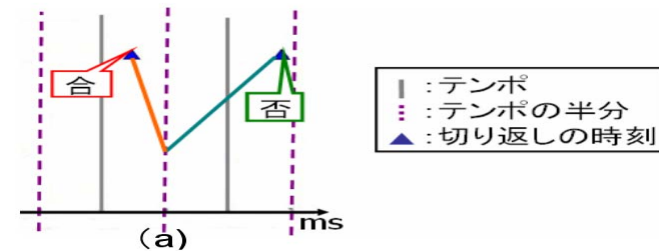


図6 ずれの許容

#### 3.1.1 「規則性」の強弱の算出

ずれの許容の「合」「否」を判定し、規則性を一致度として、以下の式で定義する。

$$\text{一致度 (\%)} = \frac{\text{「合」}}{\text{「合」} + \text{「否」}} * 100$$

一致度が高いとき、規則性が強いことを示し、逆に一致度が低いときは、規則性が弱いとする。

#### 3.1.2 「規則性」の質の提示

ずれとして算出された時間の平均値と標準偏差を求めることで、一致度の「規則性」の質を提示できる。ずれは小さいほうがよいため、平均値と標準偏差は、小さいほど、「規則性」が高いといえる。

### 3.2 「滑らかさ」における「角度の変化」

腰部の傾きにおける「滑らかさ」を評価するために、指導者の腰部の角度の変化を判断基準にする。角度の変化により、本研究では、角度の範囲と変化の質に着目し、「滑らかさ」を検討する。方法は、以下の通りである。

#### 3.2.1 角度の取得

半導体式加速度センサでは、重力加速度と動作による加速度を取得しているが、動作による加速度が 0 となる時、各軸の成分を調べることで、加速度センサの傾きを得ることができる。角度算出方法は、以下の通りである。

- i. x 軸が体の左右方向 (右が+, 左が-) を示すように設置したとする。ここで、正面から見たときの腰の角度変化を求めたいので、加速度のベクトルの大きさが 1000mG の点を探し、その点における x 軸方向成分を  $A_x$  とし、以下の式で角

度を求める。

$$An = \sin^{-1}(Ax/1000) [2]$$

ii. An のうち、最小値を左への角度にし、最大値を右への角度にする。

### 3.2.2 平均値と標準偏差の基準

「滑らかさ」の本質から、平均値は 1G に近く、標準偏差が指導者のような小さい程度を判断基準とする。

## 4. リズム感学習実験

基本リズムを練習する際には、音楽ではなく、指導者の合図によるテンポに合わせて踊る。これは、ダイ民族の様々なテンポの曲に合わせることや、曲にテンポが変わる曲にも対応できるようにするためである。このとき、リズム感が良い舞踊者は、テンポが速くなると動作を小さくし、テンポが遅くなると動作を大きくしながらも、「規則性」と「滑らかさ」を維持している。これに対し、リズム感が悪い舞踊者は、テンポの変化に対応できないことが多い。

このことから、指導者と初級者に対し、遅いテンポ（1000ms 間隔）、普通のテンポ（750ms 間隔）、速いテンポ（500ms 間隔）の、3種類のテンポを用い、基本リズムの動作の実験を行った。

実験は、遅いテンポ、普通のテンポ、遅いテンポの順に行い、各3回ずつデータを取得した（ただし、普通のテンポの3回目は取得に失敗していたため、除外して分析を行っている）。

### 4.1 「規則性」における結果

#### 4.1.1 主観評価

実験後、初級者から、遅いテンポより、速いテンポの際に、テンポに合いにくかったという感想を得た。指導者からは、初級者は、最初の遅いテンポに合わせることもできなかったが、最後には、初級者の感想とは逆に、速いテンポでもテンポに合わせられるようになったという評価を得た。

#### 4.1.2 「規則性」の算出結果

切り返しを 30 回程度ずつ行い、「規則性」の強弱の定義に基づき、算出した結果を示す。図7に、各テンポの2回目を例として示す。

グラフには、指導者と初級者のデータが示されており、横軸は、切り返し回数、縦軸は、ずれの時間(ms)である。図7中には、各テンポにおける、「ずれの許容範囲」を示しており、その範囲にあるデータは、「合」を意味し、その範囲外にあるデータは、「否」を意味する。

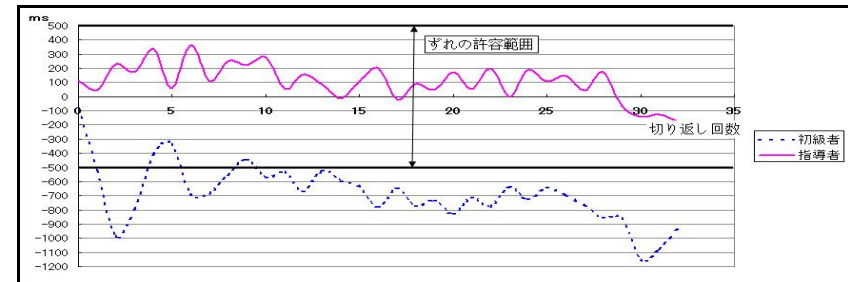


図 7-1 遅い (1000ms) テンポの時のずれ

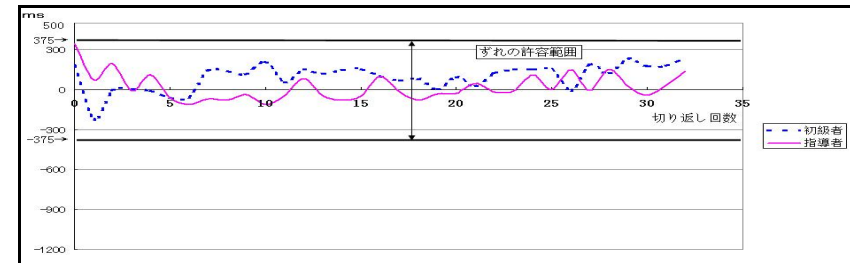


図 7-2 普通の (750ms) テンポの時のずれ

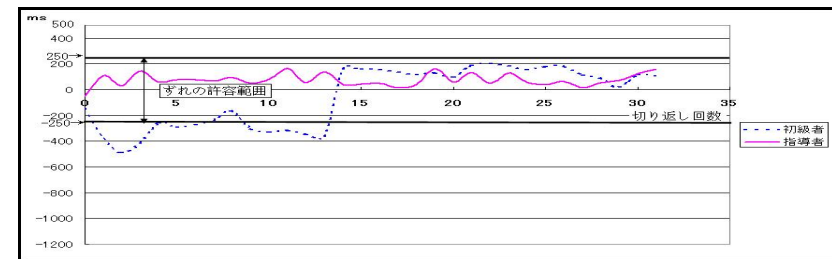


図 7-3 速い (500ms) テンポの時のずれ

図7からは、以下のことが分かる。

- 遅いテンポ（図7-1）では、ずれの許容範囲（-500ms～500ms）において、指導者は全て範囲以内であるが、初級者はわずかである。
- 普通のテンポ（図7-2）では、ずれの許容範囲（-375ms～375ms）において、指導者と初級者が共に全て範囲以内である。
- 速いテンポの例（図7-3）から、ずれの許容範囲（-250ms～250ms）において、指導者は全て範囲以内であり、初級者は多少範囲外である。

全てのデータの一致度を求めた結果を表2に示す。

表2-1 指導者

テンポ 指標		遅い(1000ms)			普通(750ms)		速い(500ms)		
		一回	二回	三回	一回	二回	一回	二回	三回
回数	「合」	33	33	31	33	33	30	32	32
	総数	33	33	33	33	33	30	32	32
一致度 (%)		100	100	94	100	100	100	100	100

表2-2 初級者

テンポ 指標		遅い(1000ms)			普通(750ms)		速い(500ms)		
		一回	二回	三回	一回	二回	一回	二回	三回
回数	「合」	6	4	5	27	34	24	21	21
	総数	32	34	33	33	34	30	32	31
一致度 (%)		19	12	15	82	100	80	66	68

表2の結果から、指導者は、テンポの変化があっても一致度の高いまま変化がないことが分かった。しかし、初級者は、感想とは逆に、テンポの遅いときに一致度が低く、速いテンポでも一致度が高いことが分かった。これは、指導者の評価と一致する。

また、「規則性」の質について、ずれとして算出された時間の平均値と標準偏差を求めた結果を、表3に示す。

指導者は、いずれのテンポにおいても、平均値が100ms程度に収まっており、標準偏差が小さくなっている。しかし、初級者は特に、遅いテンポにおいて平均値の絶対値および標準偏差が大幅に指導者より大きいことが分かった。これは、指導者の初級者への評価と一致する。

表3-1 指導者

単位：ms

テンポ 指標		遅い(1000ms)			普通(750ms)		速い(500ms)		
		一回	二回	三回	一回	二回	一回	二回	三回
ずれ	平均	12.5	105.3	-18.7	74.1	19.3	18.5	74.7	88.7
	標準	121.1	126.2	245.4	65.0	99.6	98.3	49.6	47.1

表3-2 初級者

単位：ms

テンポ 指標		遅い(1000ms)			普通(750ms)		速い(500ms)		
		一回	二回	三回	一回	二回	一回	二回	三回
ずれ	平均	950.7	-688	-852.5	308.	96.7	117.2	-56.8	216.4
	標準	394.4	204	273.4	76.3	97.8	159.1	231.9	66.0

## 4.2 「滑らかさ」における結果

### 4.2.1 主観評価

実験後に初級者から、遅いテンポより速いテンポの際に、滑らかに動きにくかったという感想を得た。指導者からは、初級者はテンポの変化への対応方法（テンポが速いときには角度が小さくする）が分っているが、体が覚えていない、という評価を得た。

### 4.2.2 「滑らかさ」の算出結果

算出結果から、指導者は、テンポが速くなると、角度が小さくなっていることが分かった（表4-1）。また、腰部の加速度ベクトルの大きさにおいては、平均値があまり大きく変わらず1030mG程度であり、テンポが速くなると標準偏差が大きくなることが分かった。

初級者は、テンポが速くなったときに、角度が小さくできているとは言えなかった（表4-1）。また、腰部の加速度ベクトルの大きさにおいては、平均値に大きな変化がなく、指導者と同じような値となった。しかし、標準偏差は指導者より値が非常に大きく、テンポが速くなると、より顕著な差が現れることが分かった。

表 4-1 指導者

テンポ \ 指標		角度		加速度のベクトルの大きさ	
		最小値	最大値	平均値	標準偏差
遅い (1000ms)	一回目	-14.84	12.99	1036.57	185.72
	二回目	-13.50	15.83	1030.5	211.83
	三回目	-19.03	17.49	1030.36	238.09
普通 (750ms)	一回目	-16.50	19.15	1035.17	327.23
	二回目	-8.26	13.60	1039.22	264.83
速い (500ms)	一回目	-10.95	9.41	1033.72	353.99
	二回目	-11.19	11.14	1034.80	374.72
	三回目	-9.51	11.02	1035.51	358.743

表 4-2 初級者

対象 \ 指標		角度		加速度のベクトルの大きさ	
		最小値	最大値	平均値	標準偏差
遅い (1000ms)	一回目	-15.29	15.32	1032.66	236.74
	二回目	-15.55	14.95	1024.14	308.72
	三回目	-15.56	13.82	1028.65	327.00
普通 (750ms)	一回目	-15.77	17.24	1029.85	408.86
	二回目	-10.95	10.84	1027.15	405.77
速い (500ms)	一回目	-11.71	11.18	1037.62	465.75
	二回目	-16.53	15.81	1036.64	539.61
	三回目	-10.60	16.86	1033.66	505.41

## 5. 考察

実験結果から「動作とテンポの一致度」と「角度の変化」に着目し、リズム感の違いを判定できることが分かった。このような情報を提示することで、初級者はこれから、どこを工夫するかも判断可能であると考えられる。

本実験においては、比較のため一定のテンポで測定しているが、提案手法を用いて繰り返し時刻を求めることで、指導者が流れの中で自由にテンポを変化させたときでも、指導者や学習者が体で感じているテンポを加速度センサのデータから求めることができる。これは、それぞれが体で感じているテンポという観点で、指導者と学習者と比較することができることになる。

また、本実験では、加速度波形による評価結果が、初級者の感想と一致しないこともあると分かった。その理由として、以下の2つが考えられる。

- 1) 初級者は、速いテンポの方が合わせにくいと感じていたが、実際には、遅いテンポの方が、一致度が低いと判定された。これは、遅いテンポの場合、テンポ間の時間が長いために、決まった時刻に切り返しをすることが難しいことに起因することが分かった。これによって、初級者は、速いテンポよりも、遅いテンポを練習すべきということに気づくことができた。
- 2) 規則性の質の提示結果において、初級者の遅いテンポ(表3-2)において、テンポ間隔に対して非常に大きな値となったが、映像を確認しても、それほど大きなずれを確認することができなかった。当該データについて、詳細に確認したところ、テンポに動作が合わずに、次のテンポを待つときがあり、切り返しの数が減少していることが分かった。

## 6. 終わりに

本稿では、中国ダイ民族舞踊リズム感における腰部の傾きの特徴を体重移動として捉えることで、加速度センサによる特徴抽出法を提案した。提案手法は、動作の特性を直接的にセンサデータとして取得することが可能であり、動作としては微妙な差であるが、違いを顕著に表すことができる。指導者と初級者に対し、提案手法による特徴抽出を行った結果、指導者の評価と一致し、初級者に指導者とリズム感の差異を分かりやすく提示できることが示唆された。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、舞踊の指導およびデータ取得・評価にご協力頂いた、KOKORO 舞踊研究室の胡紅侶氏に深く感謝いたします。また、本研究の一部は、科学研究費補助金(課題番号 20700643)の助成による。

## 参考文献

- [1] 北京舞踊学院ダイ民族舞踊教室, “DVD で、ダイ民族舞踊教学自通”, (2004).
- [2] [http://www.hdk.co.jp/japanese/prduct\\_j/prd902\\_j.htm](http://www.hdk.co.jp/japanese/prduct_j/prd902_j.htm) (2007).