

## 上方舞におけるらせん動作

吉村ミツ<sup>1</sup>、八村広三郎<sup>2</sup>、横山清子<sup>3</sup>、国枝タカ子<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 立命館大学 COE 推進機構、<sup>2</sup> 立命館大学 情報理工学部、<sup>3</sup> 名古屋市立大学 芸術工学部、<sup>3</sup> 茨城大学 教育学部

日本の古典舞踊の一つである上方舞(地唄舞)は、らせん動作などの独特な技法で構成されている。国枝によれば、らせん動作とは、渦巻き状の動きが、胸骨から肩、肩から指先まで連続的に伝播していく動きのことである [1]。著者らがやっている研究は、そのらせん動作の実在・実態を調べることである。本報告は著者らの研究の一つとして、モーションキャプチャ装置で計測した3D座標データに基づいて、ある動作にらせん動作が確かに現れていることを、離散曲率、距離変化、主成分分析、相互相関関数などを用いて示したものである。すなわち、データ取得の際の  $(x, y, z)$  空間そのままではその存在確認が困難であったので、主成分分析を用いて再構成した新しい  $(p1, p2, p3)$  空間で、肩、肘、手の甲の回転動作の時間ずれを調べた。その結果、肩と肘の回転動作がわずかな時間ずれで手の甲に再現されていることが確認できた。

### Analysis of Spiral Movement Techniques in Japanese Classical Dance “KAMIGATA MAI”

Mitsu Yoshimura<sup>1</sup>, Kozaburo Hachimura<sup>2</sup>, Kiyoko Yokoyama<sup>3</sup> and Takako Kunieda<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Center for Promotion of the COE, Ritsumeikan University, <sup>2</sup> Dept. of Computer Science, Ritsumeikan University, <sup>3</sup> School of Design and Architecture, Nagoya City University and <sup>4</sup> College of Education, Ibaraki University

We have been attempting to grasp the characteristic features inherent in the KAMIGATA-MAI (JIUTA-MAI), which is a Japanese classical dance originated from Kyoto and Osaka area. As a part of this study, our attention was focused in this article on spiral movements in them. According to Kunieda[1][2][3], the elegance of Jiuta-mai comes from successive spiral movements, highly stylized as a feminine behavior as is shown in Figure[3]. We tried to analyze the successive spiral movements based on data observed through a motion capture system which caught the dance movements. As a result, we confirmed the existence of spiral movements in terms of digital curvature, periodical distance change and correlation function grasped in the principal component analysis.

## 1 まえがき

国枝によれば、上方舞の優雅さは、「らせん動作」という独特の動き、すなわち胸骨から肩、肩から指先まで渦巻き状の動きが連続的に伝播することによって醸し出される [1][2][3]([3]p8,p10 の図参照)。

われわれはこれまで、このらせん動作を客観的にとらえるために、モーションキャプチャ装置で計測した3D座標データを用いて、三つの舞踊の比較調査を行ってきたが、一般的な意味でのらせん動作の解明を十分に行うことはできなかった [4]。内外の他の研究報告においても、これについての明確な結果は示されていない [1][2][3][4][5][6][7]。

そこでわれわれは、ある特定の動作に着目して、そこをらせん動作といえるものがあるかどうかを調べることを試みた。研究材料としては、吉村らの先の報告

[4]と同じく、国枝が自ら舞った作品「愚痴」を用い、(a)「左肩から前進」、(b)「手のひらの動き」の2種類の動作を計測した3Dデータを用いた。

渦巻き状の動きとその伝播は、肩、肘、手の甲、に焦点を合わせて把握を試みた。すなわち、1) 肩、肘、手の甲、に円形状の動きがあるか、2) それらの動きが隣接部位にある時間遅れで再現されているか、の2点を数量的に調べた。より具体的には、データから離散曲率、固定点からの距離の時間推移、主成分軸で捉えた動きの相互相関を用いて、3部位の動きの類似性と時間遅れを調べた。

以下本論文では、用いたデータとらせん動作の説明を第2章で、行った計測実験とその結果を第3,4章で、考察を第5章で、まとめを第6章で述べる。

## 2 動作データとらせん動作の説明

### 2.1 動作データ

用いたデータは、動作者に31個、動作者が手に持った扇子に1個の赤外線反射マーカを付けた上で、指定した動作を動作者に舞ってもらい、マーカをモーションキャプチャー装置で収録した  $\{(x(t), y(t), z(t); t = 1, 2, \dots)\}$  という形式の3次元時系列である(図1(右)参照)。本論文で着目する部位、肩、肘、手の甲についているマーカは、マーカ番号6,8,9のもので、以下でこれを記号で表すときは、 $mk6, mk8, mk9$  とする。

データを取得した指定動作は「愚痴」の後半部分、約160秒である。動作速度は部位により異なるが、文献[4]によれば、上体のマーカの平均速度は  $2.6\text{mm/sec}$  で、他の踊りの約  $1/3$  である。 $t$  は動きの開始点からの時間で単位はフレームである。フレームとは、装置のサンプリング間隔のことで、本論文では、 $1/30$  秒を1フレームとしてある。すなわち、30フレームが1秒である。なお、本データの収録は  $1/120$  であるから、詳しく調べることも可能である。位置座標の単位は  $\text{mm}$  で  $x, y, z$  座標の正の方向は、それぞれ、動作者の初期位置の左側、上側、前方である。

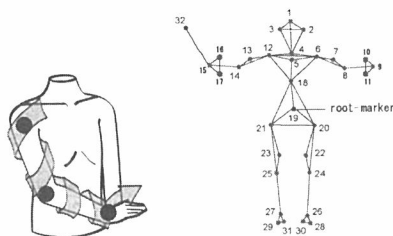


図1: 左: らせん動作の伝播、右: 身体に装着したマーカの番号

### 2.2 「らせん」とは

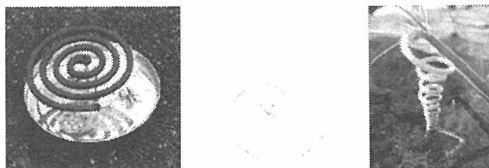


図2: つるまき線の例。左から、蚊取り線香、朝顔の蔓 [8]

Wikipedia[8]によると、「香取線香」のような渦巻きと「朝顔の蔓」のようなつるまき線が含まれるが(図2

参照)、本論文では後者の意味でらせん動作を考える。

### 2.3 座標変換

本論文が着目するらせん動作は、動作者が移動しながら、肩、肘、手の甲、で表す局所的な動きの時間変化である。これを計量的に把握するには、モーションキャプチャー装置で設定されている座標系ではなく、動作者の移動に合わせた座標系を用いる方がよい。そのためわれわれは、主成分分析によって座標変換を行い、第1軸  $p_1$ 、第2軸  $p_2$ 、第3軸  $p_3$  を構成した。いかではこれを主成分軸と呼ぶ。相互相関係数は、当初の座標系と主成分分析に基づく座標系の両方で計算することとした。

### 2.4 評価のための指標

らせん動作の検討には、動作曲線の離散曲率、固定点からの距離の時間変化、動作の部位間相互相関、を用いた。

#### 2.4.1 動作曲線の離散曲率

曲線のある点における曲率とは、曲線上の近接した2点における接ベクトルのなす角の余弦の、2点を同一点に近づけたときの極限值である。実際のデータでは極限を計算できないので、着目している点の前後に、時間として  $\delta t$  だけ離れた点での接ベクトルがなす角度  $\theta$  の余弦を用いる。これが離散曲率である。離散曲率がほぼ一定であることが円形状の動きの存在を意味している。本論文では  $\delta t = 10$  を用いている。

#### 2.4.2 固定点からの距離

動作曲線が渦巻き状に曲がると、曲線上のある固定点  $A$  から曲線上の動点の距離に増減変動が現れる。点  $A$  から離れていく場合は増加し、近づく場合は減少する。円状に描きながら動く曲線はその距離の差分関数  $Ddis$  に現れる。

#### 2.4.3 主成分軸

空間上のある区間の  $(x, y, z)$  の分散行列を用いて主成分分析を行い、主成分  $p_1, p_2, p_3$  を求めると、当初直交座標系  $x, y, z$  では調べ難かった区間内の動きが見やすくなる。実際に行った主成分分析で得られた各主成

分軸の意味・役割は、図3に示すようなものであった。

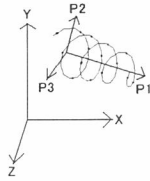


図3: 当初座標  $x, y, z$  空間における、3主成分  $p1, p2, p3$  空間でのらせん動作の概念図

### 2.4.4 部位間の相互相関

各部位の曲線が類似していて、それらの間に時間遅れがあるかどうかを調べるために、座標時系列の相互相関関数を用いる。

マーカ  $k$  の  $y$  座標時系列を  $k_y(t)$ 、マーカ  $m$  の  $y$  座標時系列を  $m_y(t)$  とする。マーカ  $k$  とマーカ  $m$  の座標時系列の変動パターンの類似度をこれら二つの時系列の相互相関関数で定義する。 $k_y(t)$  と  $m_y(t)$  の相互相関関数は適当な  $p$  を用いて次式で表すことができる。

$$R(\tau) = \sum k_y(t) * m_y(t - \tau) \quad (-p \leq \tau \leq p) \quad (1)$$

ここで、 $t$  の範囲は  $\tau$  が正か0のとき  $t = \tau$  から  $t = N$ 、 $\tau$  が負のとき  $t = 0$  から  $t = N + \tau$  で、 $N$  は時系列の時点数である。 $\tau$  が正の時は、 $m_y(t)$  が  $k_y(t)$  に対して  $\tau$  フレーム遅れた時点での2つのマーカ時系列の相互相関係数であり、 $\tau$  が負の時は、 $k_y(t)$  が  $m_y(t)$  に対して  $|\tau|$  フレーム遅れた時点での2つのマーカ時系列の相互相関係数である。以下では、 $p = 30$  の場合を調べている。

## 2.5 取得したデータの概要

得られた動作データの速度と離散曲率を濃淡表示したものが図4である。動作者は止まるときなく、滑らかに動いていることがわかる。

## 3 動作領域 (a) における結果

データとして得られている動作を、(a) 左肩から前進する区間、(b) 右手のひらが動く区間、の2領域に分ける。本章では前者の700-1100フレーム区間に焦点を絞る。

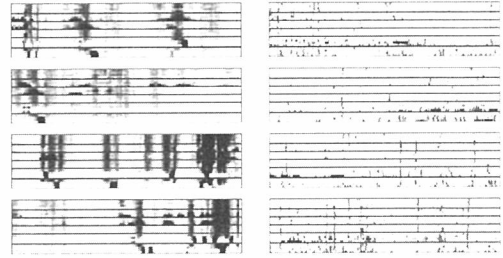


図4: 時系列波形の速度、離散曲線の濃淡表示。左が速度、右が離散曲線。上から100-1100,1100-2100,2100-3100,3100-4100の4区間。それぞれは、HD(head mk1,2,3,4),LH(left hands mk(6,8,9),RH(right hands mk(12,14,15),BD(body mk5,18,19),LL(left legs mk(20,24,26,30),RL(right legs mk(21,25,27,31)の順。

## 3.1 時系列および速度

動作波形を3D表示で示したものが図5である。動作の速度曲線を示したものが図6左側である。

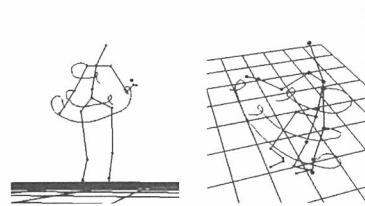


図5: 時系列波形の3D表示。動作開始時点をも骨格パターンで示し、左肩、肘、手の甲の起点からの軌跡を描画。

図5によれば、左の肩、肘、手の甲はその終端部に小さな円形状の動きが見られる。

図6の左側の速度曲線によれば、肩、肘、手の甲各部位の平均速度(標準偏差)は3(3),4(3),7(4),(mm/sec)である。肘の速度は肩の速度より早く、手の甲の速度は肘の速度より早い。

## 3.2 離散曲率

$\delta t$  を5,10,15,...,30と変化させて調べたところ、 $\delta t = 10$ が適切だったので、 $\delta t$ は10とした。その場合の離散曲率を図6の右側に示す。

図6右側には、右方終端部の小さな円形状の動きと思われる凸部が各部位に存在している。肩、肘、手の甲、それぞれの凸部分は、フレーム区間(1028-1087)の中にあり、そのピーク時点(極大値時点)は、フレーム番号でそれぞれ1071,1067,1067である。

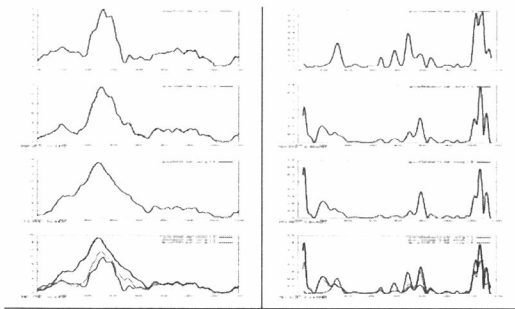


図 6: 左上肢部位の速度曲線 (左) および離散曲率の余弦 (cos) (右)。横軸は時間。それぞれ上から順に、部位 (肩、肘、手の甲) および 3 部位。

### 3.3 距離

対象区間の動作曲線の距離を各部位毎に計測したものが図 7 である。

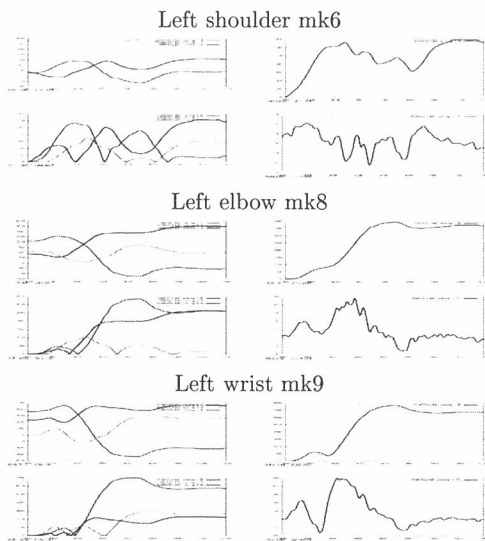


図 7: 左肩部位の時系列波形および固定点からの距離。上から  $mk6, mk8, mk9$  の順。各段について、左上は  $(x, y, z)$  の時系列波形、左下は  $(x, y, z)$  の定点  $k_0$  からの距離。右上は左下の距離曲線の和、右下は右上の曲線の差分で  $(dis(k+5) - dis(k))$ 。ここで、 $k_0$  は当該区間の開始フレームで、 $k$  は当該区間内のフレーム時点。

距離の極小値を与えるフレーム時点は、各部位で次の通りである。肩：800, 844, 886, 954、肘：970, 992、手の甲：785, 1001。これによると、肩、肘、手の甲、がそれぞれ 4, 2, 2 回、往復的動きを行っている。

### 3.4 主成分軸での動き

主成分分析で得られた主成分軸における得点に基づいて、動きを示したものが図 8 である。

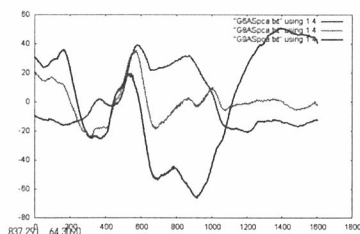
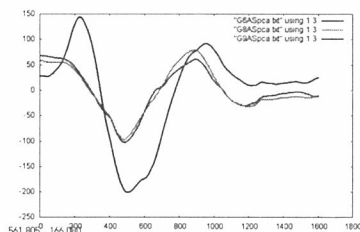
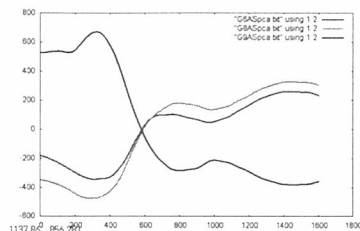


図 8: 左上肢部位 (肩、肘、手の甲) らせん動作の主成分軸における得点に基づく動きの図。横軸は時間。上から順に、第 1 軸、第 2 軸、第 3 軸。

参考のために、各主成分の、固有値、寄与率、累積寄与率、主成分得点、固有ベクトル、主成分負荷量を示したものが、表 1 である。

#### 3.4.1 初期座標軸 $x, y, z$ での結果

図 8 によると、肩と肘の関係は、肩と手の甲の、あるいは肘と手の甲の関係と若干の違いがある。各部位の波形における時間遅れは、肩と肘の間ではほとんどないが、肩と手の甲、肘と手の甲の間にわずかな時間遅れのあることが分かる。

表 1 第 3 段目主成分負荷量によれば、第 1 主成分  $p1$  は、肩、肘共に、元の変数  $y$  はほとんど無関係で、 $x, z$

がほぼ同程度に大きな値になっている。その状況は図 8 上段のほぼ右上がりの曲線に見ることが出来る。 $xz$  平面において  $y$  軸に無関係に、 $x, z$  軸の中間の 45 度の方向に向いて移動している。第 2 主成分  $p2$  は  $p1$  とは逆に、肩、肘共に、元の変数  $x, z$  は同程度に無関係で、 $y$  が非常に大きい。図 8 中段の波形に振る舞いが示されている。 $y$  軸での上下運動を表している。第 2 主成分  $p2$  は正弦波状の振る舞いをしている。肩と肘の波形はほぼ同じで、手の甲とは若干異なる。時間遅れは、肩と肘はほとんどなく、肩、肘と手の甲は 0.43 秒であった。

表 1: 主成分分析の結果 ここで、 $p1, p2, p3$  は主成分番号、 $x, y, z$  は元の変数。

固有値表				
		固有値	寄与率	累積寄与率
mk6	p1	43405	95.02%	95.02%
	p2	1930.2	4.23%	99.25%
	p3	343.7	0.75%	100.0%
mk8	p1	86836	97.57%	97.57%
	p2	2013.3	2.26%	99.83%
	p3	148.9	0.17%	100.0%
mk9	p1	153100	94.21%	94.21%
	p2	8010.3	4.93%	99.14%
	p3	1392.1	0.86%	100.0%

固有ベクトル				
		p1	p2	p3
mk6	x	-0.294	-0.65	0.699
	y	0.010	0.73	0.685
	z	0.956	-0.2	0.207
mk8	x	-0.518	-0.088	0.851
	y	0.1013	0.981	0.1633
	z	0.8491	-0.171	0.500
mk9	x	0.756	0.226	0.615
	y	-0.310	0.950	0.032
	z	-0.577	-0.215	0.788

主成分負荷量				
		p1	p2	p3
mk6	x	-0.889	-0.417	0.188
	y	0.064	0.928	0.368
	z	0.999	-0.046	0.019
mk8	x	-0.997	-0.026	0.068
	y	0.561	0.827	0.037
	z	0.999	-0.031	0.024
mk9	x	0.995	0.068	0.077
	y	-0.819	0.574	0.008
	z	-0.988	-0.084	0.129

### 3.4.2 主成分軸 $p1, p2, p3$ における結果

各マーカの  $p2, p3$  平面での散布図を図 9 に示す。

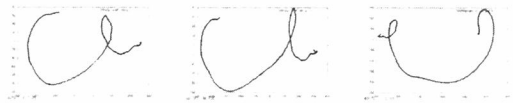


図 9: 左上肢部位(肩、肘、手の甲)の主成分分析後の特性表示。らせん動作の第 2, 第 3 主成分の散布図、横軸は第 2 主成分。

## 3.5 相互相関関数

### 3.5.1 当初変数 $x, y, z$ における結果

肩、肘、手の甲のマーカ位置座標について、相互相関関数を算出した。 $z$  座標については、3 マーカ相互の相関関数が非常に大きく、殆ど同じ変動を示している。 $x, y$  座標について、相関関数が最大値を示す遅れ時間はすべて正の値であり、手の甲の変動と類似の変動が少し遅れて肘に、同様に肘の変動が少し遅れて肩に現れていることを示している。特に  $x$  座標に着目すると、手の甲に対する肘の遅れ時間が 0.23 秒、肘から肩への遅れが 0.47 秒である。相関関数から推定された手の甲から肩への遅れは 0.7 秒となっており、これは相関関数から推定された手の甲に対する肘の遅れ時間と、手の甲から肘への遅れ時間の和と一致している。従って、 $x$  座標の位置の変動は、手の甲から肘、肘から肩へと伝播しており、伝播時間は手の甲から肘より、肘から肩の方がやや長い結果となった。

ここでの結果は肩から肘、肘から手の甲へという伝播ではなく、逆もしくはほとんど同時に 3 部位が動くことを示している。その傾向を示したのが図 10 左側である。

### 3.5.2 主成分軸 $p1, p2, p3$ での結果

$p3$  については、3 部位の相関係数がいずれも 1 に近く、肩、肘、手首における主成分の変動が殆ど類似であるといえる。 $p2$  については、肘から手首において 0.17 秒の遅れが見られる。肩から肘は見られなかった。その傾向を図 10 右側に示す。

## 4 動作領域 (b) における結果

本章ではデータ (b) に焦点を絞る。データ (b) は右手のひらが動く対象区間  $gb1(4050-4450)$  の 400 フレー

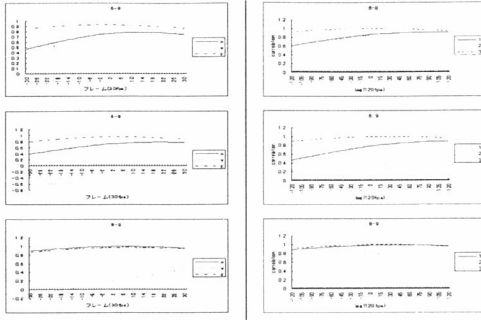


図 10: 左上肢部位(肩、肘、手の甲)の相関。左は主成分分析前、右が主成分分析後。上から順に第1と第2、第1と第3、第2と第3の相関。

ムである。そこにおける部位、右上肢の肩、肘、手の甲のマークはそれぞれ 12,14,15 である。データ (a) と異なり、らせん動作といわれる箇所が複数個あり、複雑な動きの部分である。これまで同様に離散曲率、距離の変化を求める。その後、離散曲率、距離の変化に基づき、区間 *gb1* から試験的に特定部分の抽出を試み、主成分分析を行う。

#### 4.1 時系列、離散曲率

動作波形の 3D 表示により小さな円形状の動きが見られることを図 11 に示す。 $\delta t = 10$  の場合の離散曲率の計測結果を図 12 に示す

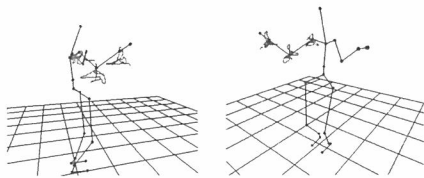


図 11: 時系列波形の 3D 表示。動作開始時点をも骨格パターンで示し、右肩、肘、手の甲の起点からの軌跡を描画。

図 11 によれば、右の肩、肘、手の甲はその終端部に小さな円形状の動きが見られる。

図 12 で肩、肘、手の甲の 3 部位が共に凸部を示す部分が多数箇所ある。各部位ごとの極大値を与える時間フレームは次の通りであった。肩: 4071, 4117, 4134, 4168, 4208, 4343, 4387, 4465、肘: 4069, 4121, 4141, 4170, 4207, 4346, 4387, 4419、手の甲: 4069, 4113, 4142, 4175, 4209, 4344, 4387, 4416 である。

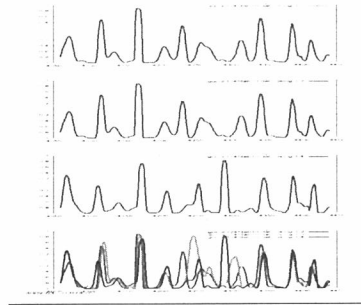


図 12: 右上肢部位の離散曲率。上から順に、部位(肩、肘、手の甲)および 3 部位。横軸は時間。

#### 4.2 距離

円形状に描きながら動く曲線の距離の時間変化を示したものを図に示す。

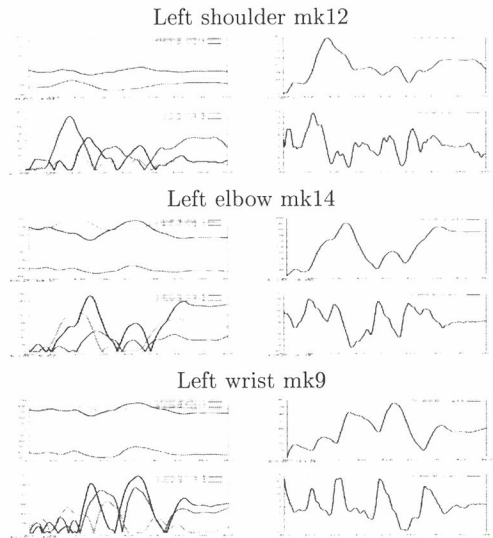


図 13: 右肩部位の時系列波形および固定点からの距離。上から *mk12, 14, 15* の順。各段について、左上は  $(x,y,z)$  の時系列波形、左下は  $(x,y,z)$  の定点  $k_0$  からの距離。右上は左下の距離曲線の和 ( $xyz3D$  の距離)、右下は右上の曲線の差分で  $(dis(k+5)-dis(k))$ 。ここで、 $k_0$  は当該区間の開始フレームで、 $k$  は当該区間内のフレーム。

各部位ごとの距離の極小値を与える時間フレームは次の通りであった。肩: 4087, 4189, 4201, 4245, 4296,...、肘: 4081, 4229, 4286, ...、手の甲: 4095, 4146, 4231, 4321,...。少なくともこの区間で、肩、肘、手の甲は、7, 6, 6 回、行ったりきたりの形状の往復的動きがあったことを示している。図 13 によれば、らせん部分区間が短い部分に対しても利用できる。

### 4.3 主成分軸

区間 *gb1* における各部位のデータの主成分分析を行い、3 軸を求めた。図 14 に示す。

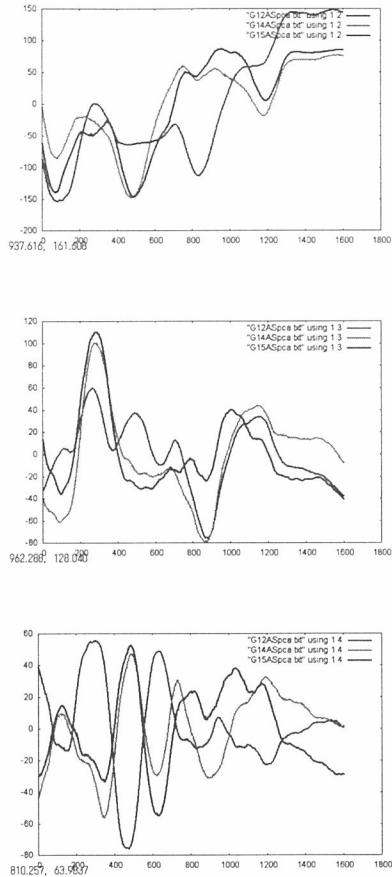


図 14: 右上肢部位 (肩、肘、手の甲) のらせん動作の主成分軸における得点に基づく動きの図。横軸は時間。上から順に、第 1、第 2、第 3 軸。

第 2、第 3 軸の振幅は各軸に直交するらせん運動の振幅を表す。図 14 から各部位はらせん運動をしている。その波形に位相差が見られるが、どの波形間であるかは説明が困難である。各主成分の、固有値、寄与率、累積寄与率、主成分負荷量を表 2 に示す。

#### 4.3.1 主成分軸 $p_1, p_2, p_3$ での結果

各部位の主成分軸での得点を、 $p_2, p_3$  平面で示したものが図 15 である。

表 2: 主成分分析の結果 ここで、 $p_1, p_2, p_3$  は主成分番号、 $x, y, z$  は元の変数。

		固有値表		
		固有値	寄与率	累積寄与率
mk12	p1	8922.319	84.25	84.25%
	p2	878.1001	8.29%	92.54%
	p3	789.908	7.46%	100.0%
mk14	p1	3993.938	64.03%	64.03%
	p2	1701.144	27.27%	91.30%
	p3	542.8289	8.70%	100.0%
mk15	p1	5966.576	75.41%	75.41%
	p2	1305.171	16.50%	91.90%
	p3	640.6559	8.10%	100.0%

		固有ベクトル		
		p1	p2	p3
mk12	x	0.6098	0.677468	-0.41123
	y	-0.19077	0.566805	0.829044
	z	0.790331	-0.48145	0.378917
mk14	x	0.391519	0.252588	0.884823
	y	-0.06975	0.966967	-0.24517
	z	0.917522	-0.03427	-0.3962
mk15	x	0.536462	0.122494	0.834987
	y	-0.07171	0.992448	-0.09952
	z	0.840872	0.006487	-0.54119

		主成分負荷量		
		p1	p2	p3
mk12	x	0.927797	0.323329	-0.18615
	y	-0.19077	0.566805	0.801459
	z	0.972722	-0.1859	0.138763
mk14	x	0.730988	0.307779	0.609038
	y	-0.10876	0.984026	-0.14094
	z	0.987278	-0.02407	-0.15717
mk15	x	0.886823	0.094707	0.452301
	y	-0.15231	0.985902	-0.06927
	z	0.97847	0.00353	-0.20636

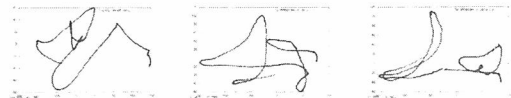


図 15: 左上肢部位 (肩、肘、手の甲) の主成分分析後の特性表示。らせん動作の第 2、第 3 主成分の散布図、横軸は第 2 主成分。

## 5 考察

### 5.1 $p_1, p_2, p_3$ からなる空間

第4章で求めた相互相関は、元の  $x, y, z$  空間での結果と新たな  $p_1, p_2, p_3$  空間での結果の間には部位間の時間ずれに差があった。動きの捉え方に差があるからであろう。

すなわち、データ取得の際の  $(x, y, z)$  空間そのままではその存在確認が困難であったので、主成分分析を用いて再構成した新しい  $(p_1, p_2, p_3)$  空間で、肩、肘、手の甲の回転動作の時間ずれを調べた結果、肩と肘の回転動作がわずかな時間ずれで手の甲に再現されていることが確認できた。

### 5.2 注目動作領域の抽出の試みと主成分軸

#### 5.2.1 部分領域の抽出

「手のひらの動き」はかなり複雑である。3D 表示によれば、5 個ぐらいの小さな円形状の動きがある。どのように抽出すべきかその方法は検討課題であるが、ここでは、その中の最初の部分の領域の特定を次の手順で行ってみた。

1. 定点からの距離 極小値をさがす。3 部位のいくつかの極小値を含む区間を当該区間とする。
2. 離散曲率 当該区間内に凸部区間はあるか調べる。ここではいくつかの極値を含んでいた。
3. 領域の抽出 距離、離散曲率の情報から (4077, 4145) の領域  $g_{sub1}$  を候補とした。

結果として、候補とした最初の 2 つの極小値の区間  $g_{sub1}(4077, 4145)$  にたいし、秒 rate 120 の 4 倍精度のデータ (16308, 16580) を用いて行った。

#### 5.2.2 部分領域における主成分軸

部分領域に対し主成分分析を行った。その結果を図 16 に示す。第 2, 第 3 の主成分の散布図を図 17 に示す。

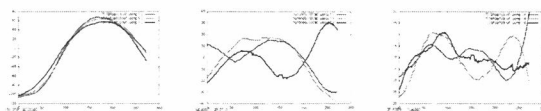


図 16: 右上肢部位(肩、肘、手の甲)の主成分分析結果の図。横軸は時間。左から順に第 1 軸、第 2 軸、第 3 軸。

#### 5.2.3 複雑な動きの部分領域におけるらせん動作

主成分分析の結果およびらせん動作の第 2, 第 3 主成分の散布図をみると、これらの図 16, 図 17 は複雑な部分の図 14, 図 15 に比べ分かりやすいものになっている。ただし、部分領域区間の抽出には工夫が必要である。

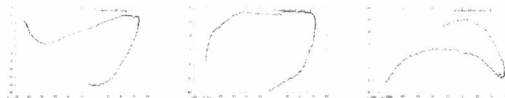


図 17: 右上肢部位(肩、肘、手の甲)の主成分分析後の特性表示。らせん動作の第 2, 第 3 主成分の散布図、横軸は第 2 主成分。

## 6 まとめと今後の課題

本報告では、特定の動作に焦点を絞って各部位の動きを調べ、それらの動きが隣接部位の動きに伝播するという仮説のうえで実験を行った。その結果、各部位に「らせん動作」が存在することが明らかとなった。それが隣接部位に伝播する、ということの実態を調べたが、はっきりとした時間遅れは見出せなかった。これが、調べ方の欠点によるのか、それとも時間遅れではらせん動作の伝播が把握できないからなのか、ということは今後の研究課題である。複雑な動きをするらせん動作領域からの部分領域抽出に関しても今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 国枝タカ子, 地唄舞の身体と花鳥風月, 国際人類学民俗学会議 2002, pp.13-22, (2002)
- [2] Takako Kunieda, Body of JIUTA MAI with profound Japanese Culture, ICIUAES 2002, Dance body or Dance & Body? , pp.24-31, (2002)
- [3] 国枝タカ子, 舞踊と身体表現(むすびに), 財団法人日本学術協力団, pp.231-232, (2005)
- [4] 吉村他: 日本古典舞踊上方舞の「らせん動作」とイタリア宮廷舞踊バッサダンツアの「ゴンドラ波動作」の解析, 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, pp.1-8, (2005)
- [5] 藤田洋: 日本舞踊ハンドブック, 三省堂, (2001)
- [6] 郡司正勝: 踊りの美学, 演劇出版社 (1959)
- [7] 啓子 Thomson: 舞台舞踊における上肢運動の空間的特性、比較舞踊学研究, Vol.8, No.1, pp.25-36
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Helix>, Helix, From Wikipedia, the free encyclopedia, A natural left-handed helix, used by a climber plant.