

民俗舞踊動作の分布特性の定量的解析

三浦 武
秋田大学大学院
工学資源学研究科

水戸部 一孝
秋田大学大学院
工学資源学研究科

湯川 崇
ノースアジア大学
法学部

海賀 孝明
(株)わらび座 DAF

田島 克文
秋田大学大学院
工学資源学研究科

玉本 英夫
秋田大学大学院
工学資源学研究科

日本の民俗舞踊の多くは、それらを取り巻く社会状況の変化に伴い長年にわたって変遷し続けている。その変遷は時代の移り変わりのみならず、地理的な、あるいは社会的な距離を隔てる人々の間に生じる環境の違いに起因して生じているかもしれない。本研究において著者らは、民俗舞踊の変遷の様相を定量的に把握するために、舞踊動作のモーションキャプチャ (MoCap) データを利用することを試みる。その解析の中では、舞踊動作の「空間成分」および「時間成分」の両者に対して MoCap データ間の「非類似度」が別々に定義される。MoCap データ群中のすべてのペアに対して得られた非類似度値に多次元尺度構成法を適用することにより、分布特性が空間成分と時間成分の両者に対して独立して取得される。上記の手法が日本の民俗舞踊「西馬音内盆踊り」の MoCap データに適用されている。得られた結果は、本手法がある程度の有用性を持つことを示している。

Quantitative Analysis of Dance Motion for Extracting Distribution Characteristics in Folkdance Performances

Takeshi Miura
Graduate School of
Engineering and
Resource Science
Akita University

Kazutaka Mitobe
Graduate School of
Engineering and
Resource Science
Akita University

Takashi Yukawa
Faculty of Law
North Asia University

Takaaki Kaiga
Digital Art Factory
Warabi-za Co., Ltd.

Katsubumi Tajima
Graduate School of
Engineering and
Resource Science
Akita University

Hideo Tamamoto
Graduate School of
Engineering and
Resource Science
Akita University

Many of Japanese folkdances have changed over the years, being affected by the mutability of social conditions around them. The change might be attributed not only to the passage of time, but also to the difference in the environment, caused by the geographical or social distance among people who have passed each of the folkdances down. In this study, the authors try to utilize motion-capture (mocap) data streams of dance motion in order to quantitatively grasp the aspect of change in the performances of a folkdance. In the analysis of mocap data streams, the dissimilarity between two data streams is defined separately for both the space and time components of dance motion; the distribution characteristics of all the data streams are independently acquired for both the space and time components by applying the technique of multidimensional scaling to the values of dissimilarity for all the pairs of data streams. The above method is applied to the mocap data streams of the Japanese folkdance "Nishimonai Bon Odori." The obtained results indicate a certain measure of the usefulness of the present method.

1. はじめに

日本の古典伝統芸能の舞踊の多くは、舞踊そのものを職業とするいわゆるプロによって厳密な様式に従って伝承されてきた。これに対して、

様々な民俗芸能の中で演じられる民俗舞踊は、その代表例である盆踊りに関する "It is a genre of true folkdance, a dance that all the people can do," [1]とのコメントにみられるように、専門家の手によらずそれぞれの地域社会という共同体

非類似度データ (関連性データ形式)						
	D2	D3	...	D _j	...	D _M
D1	0.920	0.845	...	0.758	...	0.623
D2		0.637	...	0.852	...	0.732
⋮				⋮		⋮
D _i				0.528	...	0.625
⋮				⋮		⋮
D(M-1)						0.710

D_i: 第 *i* MoCap データ
M: 舞踊動作データ数

↓ 多次元尺度構成法の適用

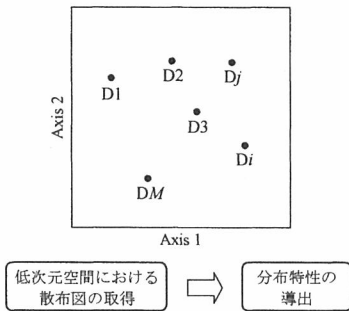


図 1 非類似度データからの分布特性の導出
Fig. 1 Derivation of distribution characteristics from dissimilarity data.

に属する一般の人々の手によって伝承されてきており[2]、そのため、社会状況や文化に対する意識の変化に伴って様々な形で変遷してきていると考えられる[3]。その変遷は時代の移り変わりのみならず、同一時代でも、地理的な、あるいは社会的な距離を隔てる人々の間に生じる環境の違いに起因して生じているかもしれない。

上記のような民俗舞踊の変遷の様相を把握するアプローチとして、人体の 3 次元的な動作を記録するモーションキャプチャ (MoCap) システムの利用が考えられる。

本研究では、MoCap システムにより得られた民俗舞踊の動作データを解析することにより、その変遷の要因となり得る舞踊動作の多様性の分布特性を定量的に把握する方法を検討する。

2. 舞踊動作の空間的・時間的特徴の分布特性の解析

2.1 舞踊動作の空間成分と時間成分の分離

舞踊は、身体各部位の空間的な姿勢が時間的に変化する形式を持つことから「時空間芸術」に分類される[2]。ここでは、動作特徴を把握しやすくするために、その動作の様相を空間成分と時間成分に分離して解析を行うことにする。

上記のように分離された空間成分と時間成分のそれぞれに関して、MoCap データの分布特性

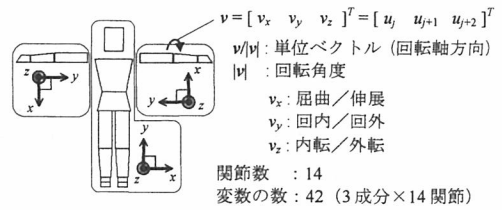


図 2 人体モデル
Fig. 2 A human-body model.

を抽出する。本研究では、2 つの MoCap データで構成されるペアに対して定義される「非類似度」を用いて、MoCap データ群全体の相互関係を導出する。そのプロセスを図 1 に示す。

解析対象となる MoCap データ群のすべてのペアに対して非類似度の値を求めると、図 1 の上部に示される表のような関連性データ[4]の形式を持つデータ群が得られる。関連性データ形式を持つデータ群に対して多次元尺度構成法[4]を適用することにより、対象としているデータ群を 2 次元あるいは 3 次元程度の低次元空間内にプロットした散布図を得ることができる。プロットされた各 MoCap データの配置とそれぞれのデータが持つ特徴の関係を検討することにより、全データの相互関係を表す分布特性を把握することが可能となる。

2.2 人体モデル

図 2 に、本研究で用いる人体モデルを示す[5]。本モデルにおいては、身体各部位を剛体セグメントと見なし、各関節における下位セグメントの上位セグメントに対する相対姿勢で関節角度を表す。その時系列データによって身体動作が記述される。

基本関節運動である屈曲/伸展、内転/外転および回内/回外のすべてを記述するために、各関節角度は 3 自由度剛体姿勢を記述できる Exponential Map の 3 次元ベクトル[6]によって表される。本モデルの関節数は 14 なので、結局個々の MoCap データは、42 次元ベクトル $u(i) = [u_1(i) \ u_2(i) \ \dots \ u_{42}(i)]^T$ (i : フレーム番号) の時系列データで表されることになる。

2.3 舞踊動作の空間成分の非類似度

ここでは、前述のように舞踊動作を空間成分と時間成分に分離して解析を行う。舞踊動作の空間的特徴の抽出に関しては、その動作を各関節動作の集合体と見なし、それらを統計的に処理する文献[5]の手法を用いる。

動作特徴の空間成分は、舞踊動作の時系列データに対して次のような分散共分散行列を得ることにより抽出される[5]。

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & \dots & s_{142} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{421} & \dots & s_{4242} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$s_{jk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{u_j(i) - \bar{u}_j\} \{u_k(i) - \bar{u}_k\} \quad (2)$$

$$\bar{u}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_j(i) \quad (3)$$

ただし、 N は時系列データの全フレーム数である。式(1)の対角要素はそれぞれの関節の動作量を表し、非対角要素は 2 関節間の同時動作の協応関係の発生の度合いを表す[5]。

式(2)および(3)の統計演算によって、それぞれの基本関節運動の出現頻度が時間軸全体にわたって関節ごとにまとめられることになり、結果として動作全体の空間的特徴が抽出される。

MoCap データ間の非類似度は、各々のデータに対して導出された式(1)の分散共分散行列から求められる。具体的には、式(1)の各要素を各成分と見なしたベクトル間のユークリッド距離から次式のように得られる[5]。

$$d_s(l_1, l_2) = \sqrt{\sum_{j=1}^{42} \sum_{k=j}^{42} ({}^l s_{jk} - {}^{l_2} s_{jk})^2} \quad (4)$$

ただし、 l_1 および l_2 はそれぞれ第 l_1 および第 l_2 MoCap データを表す。

上記の非類似度を、対象としている MoCap データ群のすべてのペアに対して求め、多次元尺度構成法を適用する。式(4)によって導出される非類似度は距離の公理[4]を満たすので、ここでは計量的多次元尺度構成法[4]を用いる。

得られた散布図の各座標軸がどのような要因の変化を示しているかを明確にするため、文献[5]の手順に従って座標軸の直交回転を行う。この手順において、各座標軸の回転角度は、次式のバリマックス基準[7] V_S を最大化するように選ばれる[5]。

$$V_S = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^p \left\{ \sum_{j=1}^{42} \sum_{k=j}^{42} c_{i,jk}^4 - \frac{1}{K} \left(\sum_{j=1}^{42} \sum_{k=j}^{42} c_{i,jk}^2 \right)^2 \right\} \quad (5)$$

$$c_{i,jk} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L ({}^l a_i - \bar{a}_i) ({}^l s_{jk} - \bar{s}_{jk}) \quad (6)$$

$$\bar{a}_i = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L {}^l a_i \quad (7)$$

$$\bar{s}_{jk} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L {}^l s_{jk} \quad (8)$$

ただし、 K は式(1)の行列の要素数 (42×42 の対称行列なので $K=903$)、 L は対象としている MoCap データ数、 p は回転する座標軸の数、 $c_{i,jk}$ は散布図第 i 軸の座標値と式(1)の第 (j, k) 要素との相関を示す共分散、 ${}^l a_i$ は第 l MoCap データに対する散布図第 i 軸の座標値、 ${}^l s_{jk}$ は第 l MoCap データに対する式(1)の第 (j, k) 要素である。

上記の座標軸直交回転を行うと、分散共分散行列の要素群に関して、散布図の座標軸ごとに、その軸の座標値の変化に対して強い相関を示す要素と無相関の要素への二極化が促進されるので、各座標軸がどの関節の動作量の変化を表す

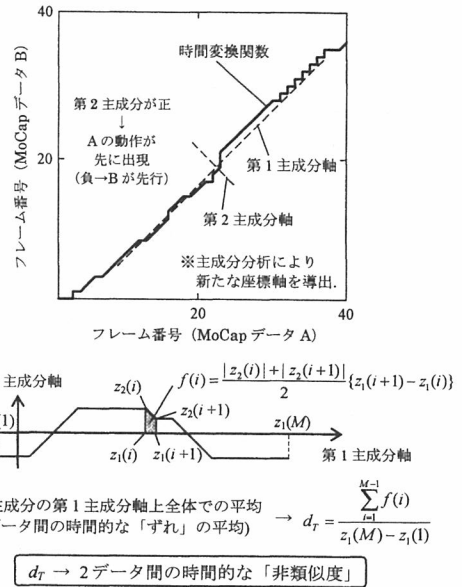


図3 MoCap データの時間成分に関する非類似度
Fig. 3 Dissimilarity of the time component between motion-capture data streams.

かがより明確に示されることになる。

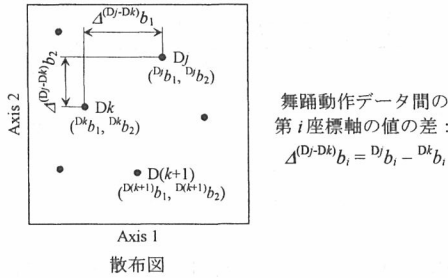
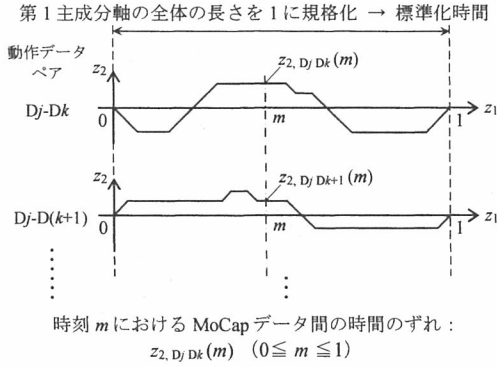
2.4 舞踊動作の時間成分の非類似度

次に、舞踊動作の時間成分の解析法を検討する。ここでは、各演目に対して出現順のシーケンスが定まっている各基本動作それぞれの出現時刻の変動に着目して、同一演目に関する 2 つの MoCap データ間の時間成分に関する非類似度を以下のように定義する。

2 つの時系列データに関して各基本動作の出現時刻の差を調べる方法としては、DP マッチングがある[5][8]。この手法を用いると、同一動作の出現時刻の差を時間変換関数[8]として取り出すことができる。時間変換関数の経路データに対して主成分分析を適用して図 3 のように各主成分の軸を導出すると、第 1 主成分軸はシーケンスの本来の進展方向を示し、第 2 主成分軸がその進展からの「ずれ」を示すことになる。

具体的には、時間変換関数の経路が第 1 主成分軸より上側にある領域、つまり第 2 主成分得点の値が正である領域においては、グラフの横軸となっている MoCap データ A の動作の方が縦軸のデータ B の同一動作より早く出現し、逆に負の領域では A の動作が B の動作より遅く出現していることが把握できる。

上記のように 2 つの MoCap データ間の時間のずれを示す第 2 主成分に関して、その値の第 1 主成分軸全体を通じた平均得点を次式によって



散布図の座標値の変化と
 時刻 m におけるデータ間の時間のずれの相関
 ↓
 両者の共分散により評価

図 4 時間成分の散布図座標値と舞踊間の時間のずれの間の相関の導出
 Fig. 4 Derivation of correlation between the coordinate values of the scatter diagram and the appearance of time lags.

求め、これを 2 データ間の時間成分に関する非類似度と定義する。

$$d_T(l_1, l_2) = \frac{\sum_{i=1}^{M-1} \frac{|z_2(i)| + |z_2(i+1)|}{2} \{z_1(i+1) - z_1(i)\}}{z_1(M) - z_1(1)} \quad (9)$$

ただし、 M は経路上の点の数、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ はそれぞれ第 i 点における第 1 および第 2 主成分得点であり、 l_1 および l_2 はそれぞれ第 l_1 および第 l_2 舞踊動作データを表す。

式(9)によって得られた非類似度に対して図 1 の手順で多次元尺度構成法を適用することにより、空間成分の場合と同様に動作データ間の相互関係を把握する散布図を得ることができる。ただし、式(9)によって得られる非類似度が距離の公理を満たすかどうか現時点では証明されていないので、ここではその場合でも適用可能である非計量的多次元尺度構成法[4]を用いる。

得られた散布図の座標値は、元データである

非類似度と散布図中のサンプル間ユークリッド距離との関係を表す回帰直線の傾きが 45 度となるような係数を乗じたものとなっている。これにより、散布図の各座標軸の値が直接時間のずれを表す値（本研究ではフレーム値）となる。

時間成分に関しても、得られた散布図の各座標軸がそれぞれどのような要因の変化を示しているかを明確にするために、次式のバリマックス基準 V_T を最大化する座標軸の直交回転を行う。

$$V_T = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^p \left\{ \sum_{l=1}^L {}^l b_i^4 - \frac{1}{L} \left(\sum_{l=1}^L {}^l b_i^2 \right)^2 \right\} \quad (10)$$

ただし、 L は対象としている MoCap データ数、 p は回転する座標軸の数、 ${}^l b_i$ は第 l MoCap データに対する散布図第 i 軸の座標値である。

上記のようにして得られた散布図の各座標軸の値が各動作の時間的なずれにどのような影響を与えるかを定量的に示すために、図 4 のようにして評価値を求める。

まず、舞踊動作データの各ペアに対して、求められた第 1 主成分軸全体の値を図 4 の上部のグラフのように $[0,1]$ の範囲で規格化し、これを標準化時間と見なす。次に、標準化時間軸を細分化し（本研究では 1000 等分している）、細分化された各時刻における 2 データ間の時間のずれを与える第 2 主成分得点を全ペアについて求める。その後、それぞれの時刻ごとに、全ペアをサンプルとして、散布図上での座標値の差と、第 2 主成分得点値との間の共分散 σ_n を次式のように求め、散布図の各座標軸がその時刻に発生する動作のずれをどの程度表しているのかを示す評価値とする。

$$\sigma_n(m) = \frac{1}{L(L-1)/2} \sum_{j=1}^{L-1} \sum_{k=j+1}^L \{ ({}^j b_i - {}^k b_i) - \Delta \bar{b}_i \} \times \{ z_{2,jk}(m) - \bar{z}_2(m) \} \quad (11)$$

$$\Delta \bar{b}_i = \frac{1}{L(L-1)/2} \sum_{j=1}^{L-1} \sum_{k=j+1}^L ({}^j b_i - {}^k b_i) \quad (12)$$

$$\bar{z}_2(m) = \frac{1}{L(L-1)/2} \sum_{j=1}^{L-1} \sum_{k=j+1}^L z_{2,jk}(m) \quad (13)$$

ただし、 L は対象としている MoCap データ数、 ${}^j b_i$ は第 j MoCap データに対する散布図第 i 軸の座標値、 $z_{2,jk}(m)$ は第 j および第 k MoCap データ間の標準化時間軸上の第 m 時刻における第 2 主成分得点値である。式(11)および(13)において、第 j および第 k MoCap データは、時間変換関数の取得時にそれぞれ横軸（図 3 の舞踊 A）および縦軸（同 B）に対応して用いられる。

3. 解析例

3.1 MoCap データ（西馬音内盆踊り）

本章では、秋田県羽後町で伝承されてきた民俗芸能「西馬音内盆踊り」[9]で演じられる 2 舞踊演目「音頭」と「がんけ」の MoCap データを対象として、前章の解析法を適用する。

表 1 解析に使用された舞踊動作の MoCap データ
Table 1 Motion-capture data streams of dance motion used in the analysis.

演目	演者	フレーム数	MoCap	
西馬音内盆踊り 「音頭」 (秋田県羽後町)	A(女) (4データ)	羽後町出身	1336	1
		演技歴	1376	1
		10年以上	1341	1
			1360	1
	B(女) (4データ)	羽後町出身	1326	1
		演技歴	1371	1
		10年以上	1341	1
			1374	1
	C(女) (3データ)	劇団わらび座	1375	1
		俳優	1324	1
	D(女) (1データ)	劇団わらび座	1369	1
		俳優	1341	2
西馬音内盆踊り 「がんげ」 (秋田県羽後町)	A(女) (4データ)	羽後町出身	1231	1
		演技歴	1249	1
		10年以上	1236	1
			1244	1
	B(女) (4データ)	羽後町出身	1235	1
		演技歴	1258	1
		10年以上	1219	1
			1252	1
	C(女) (4データ)	劇団わらび座	1233	1
		俳優	1266	1
			1236	1
			1261	1
D(女) (1データ)	劇団わらび座	1251	2	
	俳優			

サンプリング間隔：33.3ms

MoCap システム

- 1: MotionStar Wireless™ (Ascension Technology Corporation) with LIBERTY™ (Polhemus)×2
- 2: STAR*TRAK™ (Polhemus)

解析に使用された MoCap データの詳細を表 1 に示す。ここでは、4 名の女性演者 A~D が各演目を単数回あるいは複数回演じて取得した Mocap データを使用している。データ取得に用いた MoCap システムは磁気式センサを用いたものである。

表 1 に示されているように、演者 A および B は西馬音内盆踊りが伝承されてきた秋田県羽後町出身であり、年少時より 10 年以上にわたる同演目の演技経験を持つ。他方で、演者 C および D は劇団わらび座の俳優である。C および D の両者とも羽後町出身ではないが、民俗芸能を題材とした数多くの舞台作品を上演してきた同劇団において[10]、多数の民俗舞踊をトレーニングしてきた経験を持つ。

3.2 空間成分の分布特性の解析

上記の MoCap データに関して、空間成分の非類似度に基づいて求められた散布図を図 5 に示す。空間成分の解析に関しては、各舞踊演目の振り付け順や各動作の発生タイミングは影響せず、純粋に各関節の動作頻度と協応関係が抽出されるのみとなるので、複数の舞踊演目を同時に比較することが可能となる。よって、ここでは、「音頭」と「がんげ」の両者を同時に解析している。

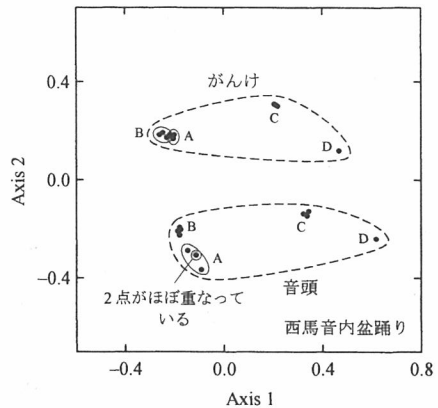


図 5 空間成分に関する散布図

Fig. 5 A Scatter diagram for the space component.

得られた散布図を見ると、その第 1 軸は演者間、第 2 軸は演目間の非類似度の分布を示していることがわかる。今回使用した MoCap データ群に関しては、演目間よりも演者間の非類似度の方が広い分布を与えている。また、西馬音内盆踊りが伝承されてきた地域の出身で、長年にわたって演技を続けてきた演者 A および B がお互いに極めて近い空間的特徴を持っているのに対して、俳優 2 名の動作はそれぞれ独自の位置に分布していることもわかる。

式(1)の分散共分散行列の各要素値と、散布図の各座標軸の値との相関を表す式(6)の評価値を図 6 に示す。図 6 (a)に示される第 1 軸と各要素との相関を見ると、対角要素において、特に両肘・両手首および両膝で大きな値が現れており、また四肢以外では首の回旋運動にも比較的大きな値が見られる。実際に、散布図上で第 1 軸の座標値が大きくなる右側の領域に位置する動作データに関しては、これらの関節に対応する分散共分散行列の各要素の値が大きくなる傾向があることが確認されている。

散布図の右側の領域には、劇団わらび座の俳優の動作データが配置されている。文献[10]の p.94 には、同劇団の舞台作品の上演について次のように述べられている。

Far from averting their faces from the audience, the well-rehearsed members of the troupe smile brightly. All aspects of a performance, from the choreography to the costumes, are calculated to create a good show.

このように、観客が舞台作品を鑑賞するという環境下で種々のトレーニングを行ってきたという点が、動作全体を大きめにわかりやすくするという形で影響を与えているのかもしれない。

散布図の第 2 軸と分散共分散行列の各要素の関係を示す図 6 (b)を見ると、首と両手首・両肘

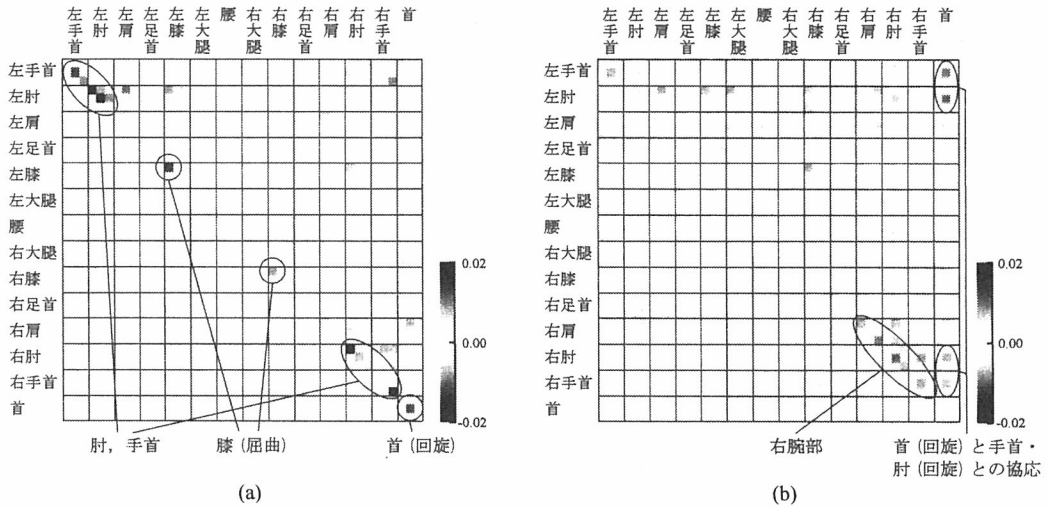


図 6 空間成分散布図の各座標軸の値と分散共分散行列要素値の間の相関；(a) 第 1 軸, (b) 第 2 軸
 Fig. 6 Correlation between the coordinate values of each of the axes in the scatter diagram of the space component and the elements of the variance-covariance matrix; (a) Axis 1, (b) Axis 2.

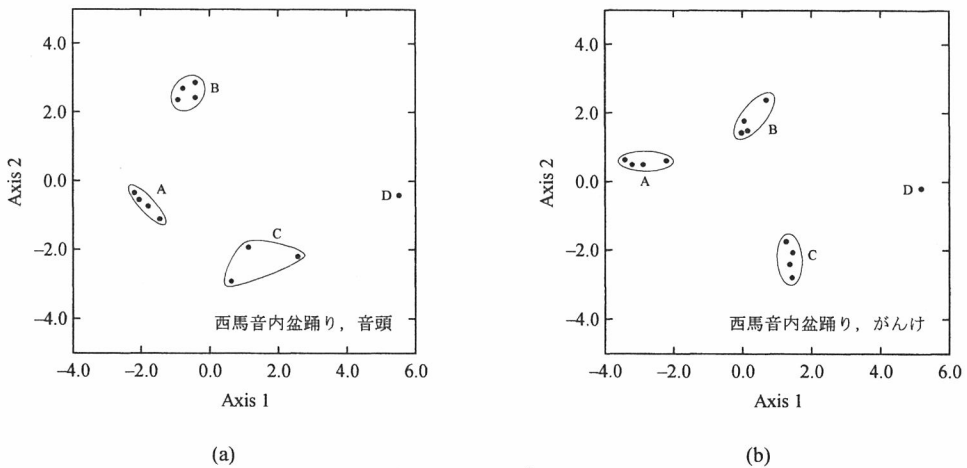


図 7 時間成分に関する散布図；(a) 音頭, (b) がんけ
 Fig. 7 Scatter diagrams for the time component; (a) Ondo, (b) Ganke.

の協応動作および右腕部の動作に座標値との相関が現れている。散布図中では、同一演目に関して第 2 軸方向には演者間の差はあまり見られず、演目間の差が支配的に現れている。よって、この座標軸に関しては、単一演目の分布特性よりはむしろ演目ごとの振り付けの違いの影響が大きく現れたと思われる。

3.3 時間成分の分布特性の解析

時間成分の非類似度に基づいて求められた散

布図を図 7 に示す。前章で示した時間成分の解析法では、舞踊演目中の同一動作の出現時刻のずれを抽出しており、そもそも比較対象となる舞踊動作データが同一の振り付けを持っているという前提があることから、散布図は演目ごとに別々に導出されている。

図 7 (a)には、「音頭」の散布図を示す。空間成分に関しては極めて近い特性を持っていた同一地域出身の演者 A および B の 2 名の動作が、

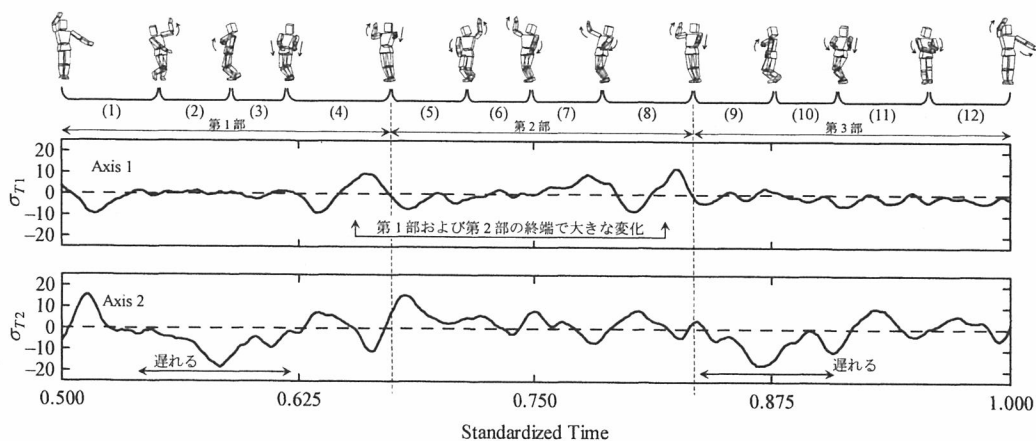


図 8 時間成分散布図の各座標軸の値と時間的なずれの発生との間の相関 (西馬音内盆踊り, 音頭 2番)
 Fig. 8 Correlation between the coordinate values of each of the axes in the scatter diagram of the time component and the appearance of time lags (Nishimonai Bon Odori, Ondo, 2nd verse).

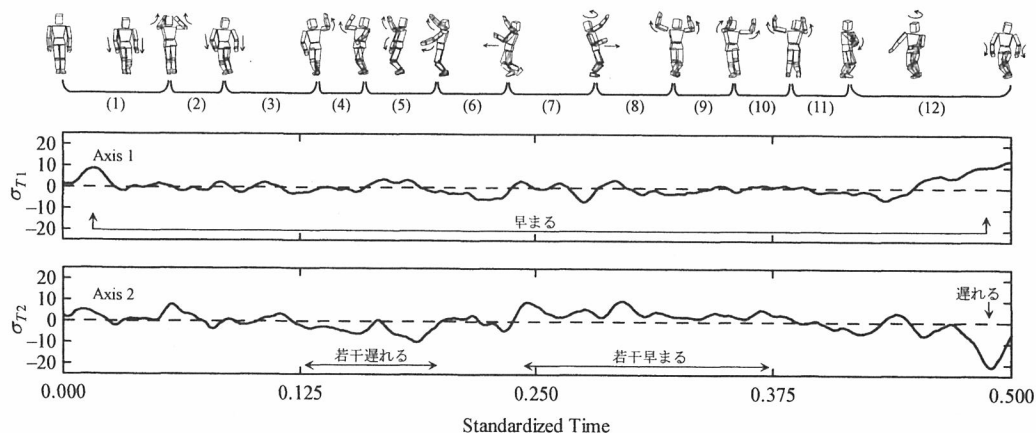


図 9 時間成分散布図の各座標軸の値と時間的なずれの発生との間の相関 (西馬音内盆踊り, がんけ 1番)
 Fig. 9 Correlation between the coordinate values of each of the axes in the scatter diagram of the time component and the appearance of time lags (Nishimonai Bon Odori, Ganke, 1st verse).

時間成分を考慮した散布図においては比較的遠い位置に分布していることがわかる。

図 7 (b)には、「がんけ」の非類似度から得られた散布図を示す。この場合にも、4名の演者が大きくばらついて分布している。

図 8 および図 9 には、各時刻に現れる動作の出現時間のずれと、散布図の各座標軸の値との相関を表す式(11)の評価値を示す。図 8 は「音頭」の 2 番、図 9 は「がんけ」の 1 番の場合である。図中には、それぞれの演目の振り付けを

標準化時間軸に対応して示している。ここでは、振り付けの基本動作へ分割として文献[9]のものを採用している。

図 8 の「音頭」の例を見ると、散布図 (図 7 (a)) の第 1 軸に関しては、第 4 および第 8 基本動作に大きな変化が現れている。「音頭」は伴奏音楽の 1 番ごとに 3 部構成となっており[11], 変化が現れている時刻はちょうど第 1 部および第 2 部それぞれの終端部に対応している。他方で、第 2 軸では、第 1 部中盤および第 3 部前半

で動作の遅れが現れている。

散布図上では、第1軸方向に関しては同一地域出身の演者AとBが比較的近く、他がばらついているのに対して、第2軸方向には演者Bのみが他の演者と離れた場所に位置している。

上記の解析結果から、「音頭」に関しては、全体の動作の大きな区切りの付け方には演者の環境の相違に対応したタイミングの差が現れているのに対して、個々の動作の進め方に関しては必ずしもそうならないことがわかる。

次に、図9の「がんげ」の場合を見る。散布図(図7(b))の第1軸は主に第1および第12基本動作で生じる局所的な時間の早まりを示している。第2軸では、第12動作の遅れの他、中盤の第4および第5動作の若干の遅れと第7~10動作の若干の早まりが示されているが、第12動作を除けばそれほど顕著な傾向は見られない。

散布図上では、第1軸方向には演者AとDが、第2軸方向にはBとCが離れて分布しているが、「音頭」の場合とは異なり、演者の環境の違いと時間成分の分布の明確な関係は把握できない。

両演目の空間成分および時間成分全体に関して得られた情報を総合すると、例えば、「舞踊動作中の空間的な姿勢や大きな動作区分のタイミング付けについては環境の影響が現れているが、各基本動作中の時間経過については必ずしもそうではなく、このことは舞踊動作の変遷の要因が空間成分と時間成分で異なっている可能性を示唆する」といった考察を導き出すことが可能となる。

上記の考察は、あくまで本研究で用いた範囲のデータ解析のみに基づくものであり、現段階ではその妥当性の検討は必ずしも十分ではないが、より多くのMoCapデータを用いた解析を行い、さらにフィールドワーク等で得られた情報と照合することにより、より信頼性の高い考察が可能になると考えられる。

4. おわりに

本研究では、MoCapシステムにより得られた民俗舞踊の動作データを解析することにより、その変遷の要因となり得る舞踊動作の分布特性を定量的に解析する方法に関する検討を行った。得られた結果をまとめると次のようになる。

- (1) 舞踊動作のMoCapデータ群に関して、全データペアの非類似度を求め、多次元尺度構成法を適用することにより、その分布を示す散布図を求めるという手順を採用した。
- (2) 時空間芸術である舞踊の表現形式に合わせ、空間成分と時間成分を分離してそれぞれの分布特性を求めた。
- (3) 空間成分に関しては、骨格構造人体モデルの各関節動作データの分散共分散値からMoCapデータ間の非類似度を導出した。

(4) 時間成分に関しては、DPマッチングにより得られる時間変換関数を用い、舞踊動作中の各基本動作の出現時間のずれを抽出して非類似度を定義した。

(5) 非類似度に多次元尺度構成法を適用して得られた散布図の座標軸がそれぞれどのような要因の変化を示しているかを明確化するため、各座標軸値と空間および時間成分の変化との相関を導出した。

上記の解析法を秋田県の民俗舞踊「西馬音内盆踊り」に適用することにより、その有効性がある程度確認されている。

謝辞 本研究は、平成22年度戦略的情報通信研究開発推進制度(総務省)の支援を受け、地域ICT振興型研究開発「超高齢化社会における技能継承のためのユビキタス手習所の研究開発」の一環として実施されたものである。

参考文献

- [1] Sadler, A. W.: Folkdance and Fairgrounds: More Notes on Neighborhood Festivals in Tokyo, *Asian Folklore Studies*, Vol.34, No.1, pp.1-20, 1975.
- [2] 舞踊教育研究会(代表・片岡康子)編: 舞踊学講義, 大修館書店, 1991.
- [3] 鷹野洋一: 東北地方における民俗芸能の音楽性について, 岩手大学学芸学部研究年報, Vol.19, No.2, pp.103-116, 1961.
- [4] 齋藤堯幸, 宿久洋: 関連性データの解析法, 共立出版, 2006.
- [5] Miura, T., Mitobe, K., Yukawa, T., Kaiga, T., Taniguchi, T. and Tamamoto, H.: Extraction of Motion Characteristics in Dances by Statistical Analysis of Joint Motions, *Journal of Information Processing*, Vol.18, pp.49-62, 2010.
- [6] Grassia, F. S.: Practical Parameterization of Rotations Using the Exponential Map, *Journal of Graphics Tools*, Vol.3, No.3, pp.29-48, 1998.
- [7] Rummel, R. J.: *Applied Factor Analysis*, Northwestern University Press, 1970.
- [8] Sakoe, H. and Chiba, S.: Dynamic Programming Algorithm Optimization for Spoken Word Recognition, *IEEE Trans. on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol.ASSP-26, No.1, pp.43-49, 1978.
- [9] (社)日本フォークダンス連盟編, ふる里の民謡I, (社)日本フォークダンス連盟, 2007.
- [10] Thornbury, B. E.: *The Folk Performing Arts*, State University of New York Press, 1997.
- [11] Miura, T., Mitobe, K., Yukawa, T., Kaiga, T., Taniguchi, T. and Tamamoto, H.: Adaptation of Grouping Structure Analysis in GTTM to Hierarchical Segmentation of Dance Motion, *Journal of Information Processing*, Vol.18, 2010 (in Press).