

秋田県の民俗芸能研究における モーションキャプチャデータの活用

三浦 武^{†1} 海賀 孝明^{†2} 柴田 傑^{†3}
桂 博章^{†1} 田島 克文^{†1} 玉本 英夫^{†4}

秋田県には数多くの民俗芸能が存在し、それらのうちのいくつかは国や地方自治体によって重要無形民俗文化財に指定されている。我々の研究グループでは、モーションキャプチャシステムを用いて取得した身体動作データを解析することによって、それぞれの民俗芸能において演じられる民俗舞踊の特徴を抽出し、種々の検討を行ってきた。ここでは、それらの試みを紹介し、今後の展望を考察する。

Utilization of Motion Capture Data for Research on Folk Performing Arts of Akita Prefecture

TAKESHI MIURA^{†1} TAKAAKI KAIGA^{†2} TAKESHI SHIBATA^{†3}
HIROAKI KATSURA^{†1} KATSUBUMI TAJIMA^{†1} HIDEO TAMAMOTO^{†4}

In Akita Prefecture, Japan, a lot of folk performing arts have been passed down, and some of them are designated as important intangible folk cultural properties by the national government or the local public entities. Our research group has made efforts to carry out studies to extract the characteristics of the dances performed in the folk performing arts of Akita Prefecture, through the analysis of motion capture data. In this report, we introduce some representative examples and consider the prospects for the future.

1. はじめに

現在、身体動作を高精度で記録できるモーションキャプチャ（以下 Mocap）システムは、映画の特殊効果用や舞台演出用といった娯楽分野から、伝統芸能や民俗芸能の身体動作解析への応用といった研究分野まで、幅広く用いられている[1]。Mocap システムの活用に関しては数多くの研究例があるが、その中で、著者らもいくつかの Mocap データ解析法を開発してきた。それらを用いることにより、例えば、図 1 に示されるように、人気女性 3 人組テクノポップユニットの Perfume が公開している Mocap データ[2]に関して、Carnegie Mellon University の有名なデータベース[3]のデータと合わせて解析することにより、Perfume のダンスのリズム特性が実はインド舞踊のそれに近かったといった興味深い知見を得ることができた[4]（ただし、この結果の妥当性については更なる検討が必要であろう）。

上記のような例はあるものの、現在著者らが最も力を入れて取り組んでいる主な研究対象は、Mocap システムを用いた秋田県の民俗芸能の舞踊動作解析法の開発とその応用である。秋田県には数多くの民俗芸能が存在し、それらのうちのいくつかは国や地方自治体によって重要無形民俗文

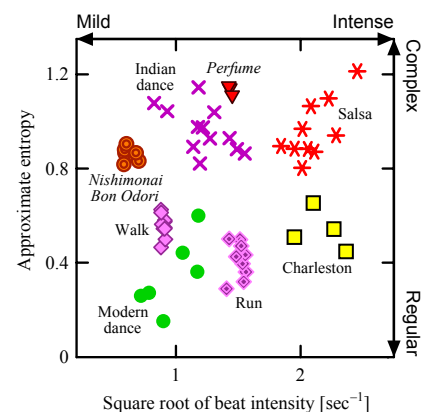


図 1 モーションキャプチャデータの解析例：身体動作のリズム特性の分布

Figure 1 An example of motion-capture data analysis: Distribution of the rhythmic-style characteristics of human motion.

出典：Miura, T. et al.: Characterization of Motion Capture Data by Motion-Speed Variation, *IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems*, Vol.133, No.4, pp.906-907 (2013)の Fig.3 の一部。

化財に指定されている（2015年9月の時点での秋田県における国指定の重要無形民俗文化財の総数は17件であり、すべての都道府県の中で最多である）。著者らによるこれまでの試みの中では、それぞれの民俗芸能において演じられる民俗舞踊の特徴を抽出しながら種々の検討を行い、わずかながらではあるがいくつかの知見を得てきた[4]～[7]。ここ

†1 秋田大学
Akita University
†2 (株)わらび座
Warabi-za Co., Ltd.
†3 室蘭工業大学
Muroran Institute of Technology
†4 東北公益文科大学
Tohoku University of Community Service and Science

では、それらの一部を紹介し、今後の展望を考察してみる。

2. 秋田県の民俗芸能の解析 - 盆踊りを中心にして -

2.1 秋田県の盆踊り

著者らは特に、秋田県の盆踊りを中心にして種々の検討を行ってきた。よって、ここではまず、秋田県の盆踊りの概要を説明する。県内の盆踊りの分類に関して最も良く知られているのは、文献[8]で紹介されている小玉暁村によるものである。それによると、図2のように秋田音頭系、由利益踊系、鹿角踊系および南秋踊系^{a)}の4つに分類される。他方で、文献[10]において新たな分類が提案されている。それによると、雄物川水系一帯の盆踊り、日本海沿岸一帯の盆踊りおよび米代川水系の盆踊りの3つに分類される。前述の小玉の分類と比較すると、雄物川水系は秋田音頭系、日本海沿岸系は南秋踊系、米代川水系は鹿角踊系に対応する。由利益踊系に対応する系列は存在しないが、その原因としては失伝が考えられる。小玉の分類は1937年頃の状況をまとめたものだが、この時点では由利地域の盆踊りとして7~8件が報告されている[8]。それに対して、文献[10]（2011~12年）においては1件のみ、文献[11]（2014年）ではゼロとなっている。このような民俗芸能の失伝とMocapシステムの活用との関係については後述する。

近年では、秋田県内に数多く存在する盆踊りの中でも、「秋田三大盆踊り」と呼ばれる3つの盆踊りが特に注目されている。これらは、八郎潟町の一日市地区の盆踊り、鹿角市の毛馬内地区の盆踊りおよび羽後町の西馬音内地区の盆踊りから成る^{b)}（各地区の場所は図2を参照）。前述の分類に従うと、一日市盆踊りは南秋踊系（あるいは日本海沿岸系）、毛馬内盆踊りは鹿角踊系（あるいは米代川水系）、西馬音内盆踊りは秋田音頭系（あるいは雄物川水系）に属し、よって、それぞれ異なる特徴を有することになる。

2.2 モーションキャプチャデータを用いた秋田県の盆踊りの動作解析

上記のように、それぞれが異なる特徴を有するはずの秋田三大盆踊りであるが、本当にそうなのだろうか？ 著者らの研究は、それを確認することが必ずしも第1目標ではなく、本来の目的は秋田県の民俗芸能全般に対する理解をより深めることであるのだが、実際の所、その研究過程を通して、三大盆踊りそれぞれに特有な性質がある程度明確にすることにもつながった。よって、以下ではその事例を

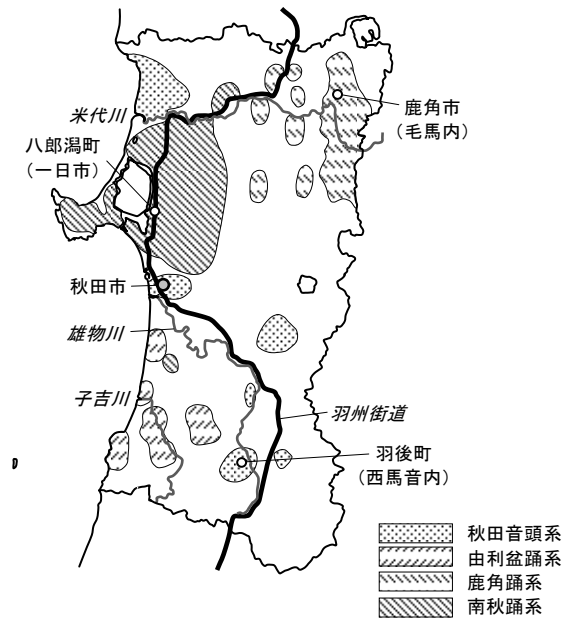


図2 秋田県の盆踊りの分布（小玉による）
 Figure 2 Distribution of Bon Odori dances in Akita Prefecture (by Kodama)

出典：日本放送協会編：東北民謡集・秋田県，日本放送出版協会（1957）の17ページの図のトレース。

紹介する。

前述のように異なる特徴を持つはずである複数の舞踊のMocapデータを解析する場合、それぞれの動作特徴の違いを何らかの形で適切に「比較」できるように取り扱うことが必要となる。ただし、身体の数多くの部位の状態（数学的に記述する場合、多数の変数が必要になるので多次元ベクトルとなる）の時間変化（数学的には時系列データ）を適切な手順で解析するのが容易でないことは、Mocapデータに接したことがある者なら誰もが感じていたと思う。そこで著者らは、舞踊という芸術形式が、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[12]ことを考慮し、動作特徴を把握しやすくするために、その動作の様相を時間成分と空間成分に分離してそれぞれの特徴量を導出することにした。特徴量の値を比較すれば、複数の舞踊の動作特徴の違いを定量的に扱うことが可能になる。

2.3 舞踊動作における時間成分の特徴量 - リズム特性 - の抽出

ここではまず、時間成分の導出について説明する。多次元ベクトルの時系列データは、多次元空間内において点が移動することにより描かれる軌跡として表される。点の各時刻における移動速度の「大きさ」のみを取り出すと、どの部位が動いているかという空間的な情報は失われるものの、その時刻における身体動作が全体として速いか遅いかという時間軸上における動作変動の情報（すなわち時間成

a) 文献[8]の分布図中では、第4の系列を「南利踊系」と記述しているが、実際にこの系列が分布している領域は、古くから南秋田郡と呼ばれてきた地域とほぼ一致している。よって、この記述は、この地域の略称としてしばしば用いられる「南秋」の誤植であると思われる（実際、文献[9]では「南秋」に書き換えている）。

b) 秋田県において多数の盆踊りが現存する中で、観光資源としての活用等といった要因により、次第にこれら3つの盆踊りが注目されるようになってきた。ただし、これらの盆踊りが特別に優れているということではなく、他の盆踊りもそれぞれの地域文化を代表する大切な民俗芸能であることを忘れてはならない。

分の情報)は得られる。また、ベクトルではなくスカラの時系列データとなるため、解析はかなり容易になる。

このようにして得られた速度の「大きさ」の時間軸上における変動を見た場合、速度が極小になる瞬間は舞踊動作の「止め」を与える拍の瞬間、極小時刻と次の極小時刻間の高速度の領域は拍から拍までの遷移の期間と見なすことができる。拍における極小速度と遷移時の極大速度の間の差が大きいほど、また拍間の期間が短くクイックであるほど、拍が強いと見なすことはそれほど不自然ではないであろう。これを考慮し、著者らは舞踊動作全体の拍の強さの傾向を与える特徴量として次式を導入した。

$$BI = \frac{1}{2} \log \frac{\sum_{n=1}^N \{v(n) - v_0(n)\}^2}{N} - A \log(\tau \Delta t) \quad (1)$$

ただし、 $v(n)$ は第 n フレームにおける速度の「大きさ」、 τ は $v(n)$ の自己相関関数の正の第 1 ピークを与えるフレーム番号(このフレーム番号に対応する時間が拍間の平均的な遷移期間と見なされる)、 $v_0(n)$ は $v(n)$ の移動平均(平均値を求める区間長: τ)、 Δt は時系列データのサンプリング時間、 N は総フレーム数、 A は極小 - 極大間速度差成分と拍間期間成分の重みの比を定める定数である($A=0.2$ と設定)。 $v(n)$ としては、腰座標系において主要 16 関節が構成する座標空間(16 関節 \times 3 次元 = 48 次元空間)中の軌跡上の移動速度の大きさを用いた(詳細は文献[4]および[6]を参照)。

他方で、上記の $v(n)$ の時間変化波形を見たとき、その波形が(例えば正弦波のように)規則正しく与えられる場合には、動作自体のリズムも規則正しく刻まれ、波形が不規則であれば不規則なリズムが刻まれると考えるのも妥当であろう。これを考慮し、著者らはリズムの規則正しさ(あるいは複雑さ)を評価する特徴量として、次式の Approximate Entropy [13]を導入した。

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(n) &= [v(n) \quad v(n+\tau') \quad \dots \quad v(n+(m-1)\tau')]^T \\ d(\mathbf{x}(n), \mathbf{x}(j)) &= \max_{k=1,2,\dots,m} (|v(n+(k-1)\tau') - v(j+(k-1)\tau')|) \\ C_n^m &= \frac{\sum_{j=1}^{N-(m-1)\tau'} \theta(r - d(\mathbf{x}(n), \mathbf{x}(j)))}{N - (m-1)\tau'} \\ \Phi^m &= \frac{\sum_{n=1}^{N-(m-1)\tau'} \log C_n^m}{N - (m-1)\tau'} \\ ApEn &= \Phi^m - \Phi^{m+1} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、 $\tau' = \text{round}(0.2\tau)$, $m=3$, $r=0.25 \times (v(n)$ の標準偏差), $\theta(x)$ はヘビサイド関数である(詳細は文献[4]および[6]を参照)。波形が不規則(あるいは複雑)であればあるほど、この特徴量の値は大きくなる。

式(1)および(2)の 2 つの特徴量によって与えられるのは舞踊のリズム特性であり、前章において示した図 1 の特性は、上記の特徴量より得られたものである(ただし、式(1)

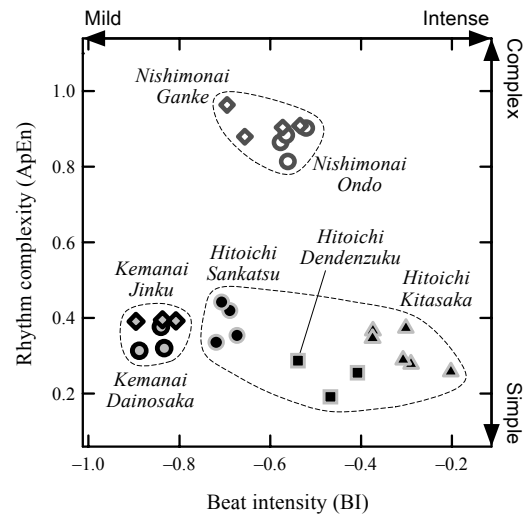


図 3 秋田三大盆踊りのリズム特性の分布

Figure 3 Distribution of the rhythmic-style characteristics of the top three Bon Odori dances in Akita Prefecture.

出典: Miura, T. et al.: Quantitative Motion Analysis of the Japanese Folk Dance “Hitoichi Bon Odori,” *IPSJ Symposium Series* (じんもんこん 2013), Vol.2013, No.4, pp.167-174 (2013)の Fig.6.

については、その定義に関して図 1 の解析後に若干の修正が加えられている[6].)

図 3 に、これらの特徴量により得られた秋田三大盆踊りの Mocap データに関するリズム特性の分布を示す[6]. 一日市盆踊りはデデンツク踊り、キタサカ踊りおよび三勝踊りから、毛馬内盆踊りは大の坂踊りおよび甚句踊りから、西馬音内盆踊りは音頭およびがんげから構成される。図より、毛馬内盆踊りのリズム特性は全体に柔らかく単純であり、また西馬音内盆踊りは柔らかくも激しくもないが複雑なリズムを持っていることがわかる。これらに対して一日市盆踊りは、規則正しさに関しては全体に単純ではあるものの、拍の強さは踊りごとに異なっており、広い範囲に分散していることがわかる。

2.4 舞踊動作における空間成分の特徴量 - 姿勢変化特性 - の抽出

次に、空間的な特性の抽出について説明する。身体運動の空間的な特性を体系的に扱う場合、解剖学において定義されている 3 つの運動軸(前額軸、垂直軸および矢状軸)および 3 つの運動面(前額面、矢状面および水平面)のそれぞれに沿った運動に分解してその様相を考察することがしばしば行われる[14]。Mocap データに関して、腰座標系において x 軸の負方向を前額軸、 y 軸を垂直軸、 z 軸を矢状軸の方向にとると、 xy 平面が前額面、 yz 平面が矢状面、 zx 平面が水平面に対応する。第 n フレームにおける主要 16 関節(詳細は[5]および[6]を参照)それぞれの x, y および z 座標が $p_{j,x}(n)$, $p_{j,y}(n)$ および $p_{j,z}(n)$ ($j=1, 2, \dots, 16$)として

与えられるとき、

$$\bar{p}_\gamma(n) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J p_{j,\gamma}(n) \quad (\gamma: x, y \text{ or } z, J=16)$$

$$\sigma_{\gamma\eta}(n) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \{p_{j,\gamma}(n) - \bar{p}_\gamma(n)\} \{p_{j,\eta}(n) - \bar{p}_\eta(n)\} \quad (3)$$

のように座標値の分散および共分散を求めると、分散値はそれぞれの運動軸に沿った身体の広がり程度を示し、共分散値はそれぞれの運動面上での身体の広がり様子を示す。結果として、身体姿勢の様相が、それぞれの運動軸および運動面上に定量的に分解されて与えられることになる。これを、

$$\mathbf{f}(n) = \begin{bmatrix} f_1(n) & f_2(n) & f_3(n) & f_4(n) & f_5(n) & f_6(n) \end{bmatrix}^T$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_{xx}(n) & \sigma_{yy}(n) & \sigma_{zz}(n) & \sigma_{xy}(n) & \sigma_{yz}(n) & \sigma_{zx}(n) \end{bmatrix}^T \quad (4)$$

として第 n フレームの姿勢の様相を示す特徴ベクトルとして扱い、Mocap データ中の全 N フレームを対象として次式のように各成分の平均および標準偏差を求め、それらを舞踊動作全体を通じた身体姿勢の空間的な変化の特性（すなわち空間成分の情報）を示す特徴量として導入した。

$$\bar{f}_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N f_i(n) \quad (= \sigma_{\gamma\eta \text{ mean}})$$

$$\bar{s}_i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{f_i(n) - \bar{f}_i\}^2} \quad (= \sigma_{\gamma\eta \text{ SD}})$$

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} \bar{f}_1 & \bar{f}_2 & \dots & \bar{f}_6 & \bar{s}_1 & \bar{s}_2 & \dots & \bar{s}_6 \end{bmatrix}^T$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_{xx \text{ mean}} & \dots & \sigma_{zx \text{ mean}} & \sigma_{xx \text{ SD}} & \dots & \sigma_{zx \text{ SD}} \end{bmatrix}^T \quad (5)$$

図 4 に、上記の特徴量により得られた秋田三大盆踊りの Mocap データに関する姿勢変化特性の分布を示す[6]。この図は、式(5)の 12 次元ベクトルを因子分析により 2 次元に低次元化したものである。図より、毛馬内盆踊りは横方向の動作が頻繁に生じる傾向を示しており、また西馬音内盆踊りは全体的に中間的な傾向を示している。これら 2 つの踊りの特性が比較的狭い範囲にまとまっているのに対して、一日市盆踊りに関しては、三勝踊りが他の 2 つの踊りから完全に分離した位置に分布している。一日市盆踊りはリズム特性に関しても他の 2 つの踊りより広い範囲に分布した特性を示していたが、空間的な特性についても同様に、他の 2 つに比べてより広い範囲に分散した特性を示すことがわかる。

2.5 盆踊りの動作特徴とその由来に関する検討

それぞれが異なる系列に分類され、それゆえ異なる動作特徴を有するはずであると推測された秋田三大盆踊りであったが、Mocap データ解析の結果、前節のように実際にそれぞれが特有の性質を有していることがわかり、またそれが具体的にどのような特性を示すかも判明した。

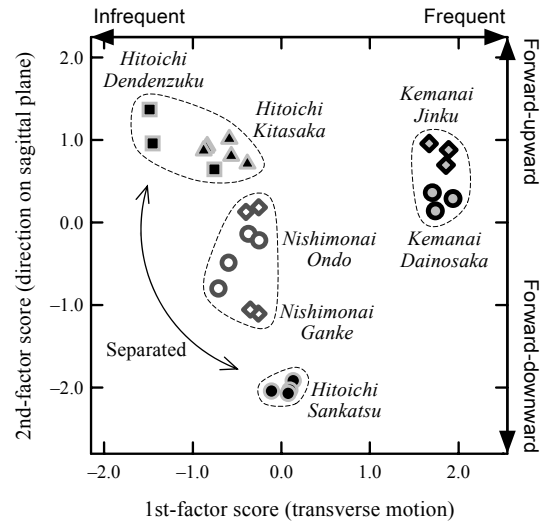


図 4 秋田三大盆踊りの姿勢変化特性の分布

Figure 4 Distribution of the posture-variation characteristics of the top three Bon Odori dances in Akita Prefecture.

出典：Miura, T. et al.: Quantitative Motion Analysis of the Japanese Folk Dance “Hitoichi Bon Odori,” *IPSJ Symposium Series (じんもんこん 2013)*, Vol.2013, No.4, pp.167-174 (2013)の Fig.7.

盆踊りという民俗芸能は、何らかの由来の下で演じ始められ、長年にわたって伝承されてきた。上記のような特徴の違いはその過程の中で発生したと想像できるが、実際の所、これを招いた要因については、種々の考察を行った研究例はあるものの[9]、それぞれの踊りの由来や伝承に関する記録がほとんど残されていないため、詳細はまだ判明していないのが現状である。ただ、それぞれの地域の郷土史に関連する資料はある程度残されており、それらに関する研究も数多く報告されている[15]。これらを利用し、Mocap データ解析で得られた身体動作そのものの特徴と、その地域の歴史的な背景を記述した各種資料・文献を照らし合わせながら、より深く考察することが必要であろう。

3. 今後の展望

前章では、秋田県の盆踊りの研究に関して、これまで著者らが行ってきた Mocap データ活用の一例を紹介した。本章では、民俗芸能研究における Mocap システムの役割について、今後の展望を考えてみたいと思う。

前章で紹介した事例は、Mocap システムを用いて記録された身体動作データを用いて、秋田県内に存在する様々な盆踊りの特徴を抽出し、考察を加えるというスタイルのものであった。その中で、Mocap データの解析によりそれぞれの踊りの特徴を定量的に把握することが可能になったという点は注目すべきであろう。歴史学関係の文献を見ると、例えば何らかの項目に関する調査データを数表等の形で示した例が見られ[16]、それらを解析することにより客観的

かつ定量的な考察が可能になる。Mocap システムの導入により、民俗芸能の歴史を考察する場合でも同様なアプローチが可能になったと言える。実際、著者らは現在、Mocap データとその他の資料から得られたデータを組み合わせて、いわゆる連成解析を実施することを試みており、例えば、第 2.1 節で述べたような失伝した踊りに関して、現存する踊りの Mocap データと各地域の民俗習慣の調査データの連成解析により、その動きのスタイルがどのようなものであったかを推定する手法を開発することができた[17]。今後もこの方向性を維持しつつ、秋田県の民俗芸能全般に対する理解をより深める取り組みを続ける予定である。

他方で、著者らのグループでは、Mocap システムを民俗芸能の「伝承」を手助けする手段として活用するという試みにも取り組んできた。その中では、Mocap システムを組み込んだ舞踊動作習得用の学習支援システムを構築し、盆踊りの振り付けを自習する過程へ導入して一定の効果を示してきた[18][19]。実際の所、何らかの身体動作の習得の補助手段として Mocap システムを活用するというアプローチは、例えばスポーツ等に関しては、適切な動きのシーケンスを効率良く習得するための手段として極めて効果的であろう。上記の試みはこれを民俗芸能の舞踊動作の習得に当てはめたものである。しかし、民俗芸能の「伝承」に関しては、下記のように、事情はそれほど単純ではないことが指摘されている。

文献[20]において、西郷は、民俗芸能が伝承されてきた地域の外部の人々がその民俗芸能の習得を試みるという事例に言及し、地元の人々と外部の人々との間に違いが生じる原因について、『なぜ違うのか、どこが違うのか。それは一つには「われわれ」は習い覚えるときにある種の「整理」を頭の中でしているが、「地元」の人は教えるときにも習うときにもそれをしていない。そのためではないかと筆者は考えてきた。』（文献[20]、p.389）と述べている。また、そのような「伝承」の過程を経る民俗芸能の習得への Mocap システムの導入については、『デジタル化によってわかりやすくすることが伝承の「支援」になりうると考えているが、そうだろうか。ひとたび情報量の少ないわかりやすい体系を習得した身体が、そこから本来のわかりにくくて雑多なものを含みこんだ体系を習得していくのはかなり難しいことだと思われる。それならば、最初からわかりにくくて雑多なものを対象として習得に望むほうが…（中略）…「効率的」と言えるのではないだろうか。』（文献[20]、p.389、傍点および下線は著者らによる）と述べており、Mocap システムの導入には必ずしも肯定的ではない。

他方で、東日本大震災によって大きな被害を受けた地域において、それぞれの地域に伝承されてきた民俗芸能が再開されているというニュースがしばしば伝えられてきた。その詳細は橋本によって文献[21]にまとめられているが、その中では、甚大な被害を受けた地域において、『祭りや芸

能は生活再建や地域再建ができてから、ようやく再開するようなものではなかった。生活再建や地域再建のために欠かせないものの一つこそ祭りや芸能であった。』（文献[21]、p.64）と報告されており、早期の民俗芸能再開への要望に関して、『いずれも被災した民俗芸能を東日本大震災以前の日常生活に連続するものとして理解しており、…（中略）…在来知の連続性と対象化という視座が共有されている』（文献[21]、p.73、傍点および下線は著者らによる）とまとめている。この見解は、民俗芸能において演じられる舞踊のそれぞれは決して単一の独立した演技ではなく、長年に渡って連続して蓄積されてきた日常の経験の集合体の一部であることを示唆している。このような集合体が、おそらく西郷が指摘する「本来のわかりにくくて雑多なものを含みこんだ体系」を構築しており、民俗芸能の「伝承」において不可欠なものとなっているのではないだろうか。著者らのこれまでの取り組みにおいては、民俗芸能の中での各々の演技の身体動作のみを扱う形で動作習得用の学習支援システムを構築していた。この形式では、西郷が述べるように、上記のような民俗芸能本来の「伝承」への考慮は十分ではなかったであろう。この点において、今後は、より深い配慮を伴いながらの取り組みが必要であると考えられる。

4. おわりに

本報告では、著者らが実施してきた秋田県の民俗芸能研究におけるモーションキャプチャデータの活用例を紹介し、今後の展望について考察した。以前は普及率も低く、それゆえ「モーションキャプチャ」という技術名称自体がじんもんこんシンポジウムにおいてセッション名となり、その使用自体が新規な研究の報告に成り得た時代もあったが、近年では高精度なものから安価なものまで幅広いスペックの製品が供給され、その使用についてかなりハードルが下がってきたと言える。人文科学研究サイドからの視点だと、その分研究に用いることができるツールの選択肢が増えたと見るのではないだろうか。実際、2014年のじんもんこんシンポジウムにおいては、「モーションキャプチャ」という技術本意のセッション名は既に消滅しており、代わりに「舞踊研究」という内容本意のセッション名が付けられている。本報告がその参考事例として少しでも貢献できれば幸いである。

謝辞 本報告は、平成 27 年度科学研究費助成事業の支援を受け、基盤研究(C)（課題番号 26370942）の一環として実施されたものである。

参考文献

- 1) Kitagawa, M. and Windsor, B.: *MoCap for Artists*, Focal Press (2008).
- 2) Perfume Global Site, <http://perfume-global.com>

- 3) Carnegie-Mellon Mocap Database, <http://mocap.cs.cmu.edu>
- 4) Miura, T., Kaiga, T., Matsumoto, N., Katsura, H., Shibata, T., Tajima, K. and Tamamoto, H.: Characterization of Motion Capture Data by Motion Speed Variation, *IEEJ Trans. EIS*, Vol.133, No.4, pp.906-907 (2013).
- 5) Miura, T., Matsumoto, N., Kaiga, T., Katsura, H., Tajima, K. and Tamamoto, H.: Indexing of Motion Capture Data Using Feature Vectors Derived from Posture Variation, *Journal of Information Processing*, Vol.21, No.2, pp.358-361 (2013).
- 6) Miura, T., Kaiga, T., Katsura, H., Shibata, T., Tajima, K. and Tamamoto, H.: Quantitative Motion Analysis of the Japanese Folk Dance "Hitoichi Bon Odori," *IPSS Symposium Series (じんもんこん)* 2013, Vol.2013, No.4, pp.167-174 (2013).
- 7) Miura, T., Kaiga, T., Katsura, H., Shibata, T., Tajima, K. and Tamamoto, H.: Coupled Motion Capture and Text Analysis of the Bon Odori Dances of Akita Prefecture, *IPSS Symposium Series (じんもんこん)* 2014, Vol.2014, No.3, pp.23-30 (2014).
- 8) 日本放送協会編：東北民謡集・秋田県，日本放送出版協会 (1957).
- 9) 小田島清朗：秋田県南の盆踊り，その歴史と現在，*秋田民俗*，Vol.36，pp.24-41 (2010).
- 10) 国際教養大学地域環境研究センター編：秋田民俗芸能アーカイブス，国際教養大学地域環境研究センター (2013).
- 11) 秋田県教育委員会編：秋田の祭り・行事（改訂版），秋田文化出版 (2014).
- 12) 舞踊教育研究会編：舞踊学講義，大修館書店 (1991).
- 13) Pincus, S. M.: Approximate Entropy as a Measure of System Complexity, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol.88, pp.2297-2301 (1991).
- 14) Bartlett, R.: *Introduction to Sports Biomechanics*, 2nd ed., Routledge (2008).
- 15) 例えば茂泉陽子：秋田の踊 - 藩制時代における町踊 - ，秋田大学教育学部研究紀要，*教育科学*，Vol.36，pp.67-81 (1986).
- 16) 例えば渡辺英夫：秋田藩，宝永八年郷村高辻帳と正保郷帳秋田史数表，秋田大学教育文化学部研究紀要 人文科学・社会科学部門，Vol. 69，pp.63(28)-82(9) (2014).
- 17) Miura, T., Kaiga, T., Shibata, T., Katsura, H., Tajima, K. and Tamamoto, H.: A Motion Style Estimator for Lost Folk Dances in Akita Prefecture, Japan, *SIGGRAPH ASIA 2015*, Posters (2015) (in press).
- 18) 松本奈緒，三浦 武，海賀孝明，柴田 傑，齋藤龍一，桂 博章，玉本英夫：秋田の盆踊りの学習におけるデジタルコンテンツを用いた学習支援の効果と限界 - モーションキャプチャ技術に応用した学習支援装置作成の試み - ，*舞踊学*，Vol.34，pp.1-10 (2011).
- 19) 柴田 傑，玉本英夫，松本奈緒，三浦 武，横山洋之：学習者中心のインタラクティブ舞踊学習支援システムの開発，*電子情報通信学会論文誌 D*，Vol.J97-D，No.5，pp.1014-1023 (2014).
- 20) 西郷由布子：身体技法の記録 - 渋沢「花祭」からモーションキャプチャへ - ，*国際常民文化研究叢書*，Vol.7，pp.383-391 (2014).
- 21) 橋本裕之：震災と芸能 - 地域再生の原動力，追手門学院大学出版会 (2015).