

モーションキャプチャの 舞踊教育活用モデルの開発

佐藤 克美[†] 海賀孝明^{††} 渡部 信一^{†††}

これまで、舞踊の熟達には長い時間がかかった。しかし、舞台役者の養成では、短時間で「わざ」を熟達させることが求められる。そこで、筆者らは舞台役者の「わざ」熟達化に対しモーションキャプチャを活用することによって支援することが可能ではないかと考えた。舞台役者養成所の研究生にモーションキャプチャを行い、3DCG および身体の動きのグラフを作成した。それらの活用に関してインタビューを行った結果、情報が削られることにより 身体の動きや位置などがわかりやすくなるなどのメリットが明らかになった。本研究では、舞踊教育の現場で舞踊の熟達化支援に対しモーションキャプチャを活用した場合の利点について考察し、モーションキャプチャをどのように活用すれば効果的に舞踊の「わざ」熟達化を支援することが可能かを検討した。さらに、その知見をモデル化することを目的とした。

Development of application model for dance education using motion capture

Katsumi Sato[†] Takaaki Kaiga^{††} Shinichi Watabe^{†††}

It takes longtime for expertness. However, The students in training schools for stage actors need to be accomplished "Waza" in short term. Therefore, we thought of supporting stage actors to be accomplished "Waza" using the motion capture. We performed the motion capture for trainees of training school for stage actors, and made 3D CG and graphs that express the body movements. Then, we interviewed them about those applications. As a result, the advantage that it will be easier to understand the body movements and positions by pruning information has become evident. In this study, we discussed on the advantage in case the motion capture was used for the expertness support of dance. And, we considered on the effective usage of the motion capture to support expertness of "Waza". And furthermore, we intended the knowledge modeling.

[†]東北大学大学院教育情報学教育部 Tohoku University Graduate School of Educational Informatics, Education Division

^{††}わらび座デジタル・アート・ファクトリー Digital Art Factory, Warabi-za Co., LTD

^{†††}東北大学大学院教育情報学研究部 Tohoku University Graduate School of Educational Informatics, Research Division

1. はじめに

舞踊をはじめ、日本の伝統芸能や民族芸能の「わざ」の多くは、世襲制・内弟子制などの制度の中、師匠から弟子への口伝えにより継承されてきた。学習者が「わざ」を習得するためには、舞踊の形を真似するのみでは不十分で、最低10年間は集中した練習が必要不可欠である[1]。日本の伝統芸能における「わざ」の習得は、熟達者の模倣に始まり繰り返しの練習により習熟にいたる。また、生田は「わざ」の習得とは「形」を超えた「型」の習得であるという[2]。つまり、熟達にいたるには、単に手足の動きを模倣するだけでなく、さらに舞踊の意味や世界観など、暗黙的な要素を習得することが重要である。この「わざ」を熟達化させるために、弟子は幼少のころから長い時間をかけて稽古に取り組む。舞踊的な技芸は学習者がひとりの人間として固まってしまう時期に体得させないと身につくものではない[3]。例えば、光森[4]による伝統芸能の熟達者との対談では、「小さいころよりこの世界に浸っていなければならず、後から入ってくると、それが身につくまでが大変である」、「子供のころから修業しているのと、そうでない者では、差・違いが出てくる。」「学校を卒業して入ってくると、意欲的ではあるが、頭が勝っている。子供のように何も考えずに師匠の言ったとおり真似ができない。」と言った主旨の発言がみられる。このように、伝統芸能の稽古に幼児のころから励んできた者と、ある程度大人になってから学んだ者との差は大きい。

一方、中学・高校卒業者を対象として、舞台役者養成のため舞踊や演劇等を教育する養成所が各地に開設されている。養成所の中には、歌舞伎や能楽といった伝統芸能の役者養成所や、日本舞踊や民俗舞踊などを取り入れた舞台役者の養成所などがみられる。これらの養成所において1年から5年ほど舞踊や演劇の教育を受けた後は、一人前の役者として舞台等に出演することとなる。したがって、本来は長い時間をかけて熟達化させるべき「わざ」に対して、舞台役者養成所の教育では、数年間という短い時間で熟達化させることが求められる。そこで筆者は、これらの教育現場で、モーションキャプチャを活用し、支援することが有効ではないかと考えた。

モーションキャプチャとは、身体各部の座標を計測し、身体動作を3次元時系列として客観的に表すテクノロジーである。1990年半ばに一世を風靡した対戦型格闘ゲームは、実際の格闘家をモデルにモーションキャプチャを利用して製作された。そのゲーム中のキャラクターが示す動作のリアルさは、3次元グラフィックスの精彩さと共に大きな話題を呼んだ。現在モーションキャプチャは、映画・ゲーム製作などエンターテインメントにとってなくてはならない技術のひとつとなっている。

さらに、モーションキャプチャはエンターテインメントにおける活用だけにとどまらない。例えば、リハビリテーション医療支援ソフトウェア開発を目的とした幸村らの研究[5]や、サーカーのキックの動作解析を行った川本らの研究[6]をはじめ、医療や介

護，スポーツ等多くの領域において活用されている。

さらに，舞踊を対象とした研究においてもモーションキャプチャを活用したものがあつた。例えば，Matsumoto らは，モーションキャプチャによって得られたデータから舞踊譜 Labanotation を作成している[7]。この舞踊譜は踊りを図的な記号で記述するもので，西洋舞踊では広く知られており舞踊の記録として有用な方法である。また，中澤らはモーションキャプチャのデータを活用し，ロボットに踊らせようと試みている[8]。さらに，古川らはモーションキャプチャで取得されたデータから能楽のCGを作成しており，舞踊のデジタル技術による保存の一例を提案している[9]。これらの研究では主にモーションキャプチャのデータをCGや，ロボットに応用すること，システムの開発について主眼が置かれている。

また，舞踊の熟達化について，モーションキャプチャのデータを解析することで明らかにしようとする研究がある。丸茂らは日本舞踊の「オクリ」について女性らしい印象を与える動作を定量的に分析し，さらにオクリが段階を追って習得されることを定量的に確認している[10]。また，吉村らは，モーションキャプチャのデータから日本舞踊の初心者と熟達者の違いを分析している[11]。これらの研究は，モーションキャプチャにより，熟達度が表現できることを示唆している。日本の舞踊における「わざ」の学習は，非段階的であり，また評価も非透明的である[2]。ある動作ができるようになったら次の動作に進むというわけではなく，評価の基準も明確には定められていない。しかし，モーションキャプチャによる熟達度の研究により，非透明であった熟達度が科学的に解明されつつあると言えよう。

さて，近年，教育の様々な場面においてテクノロジーが積極的に活用されている。例えば，学校教育においては，「ICT等のテクノロジーを活用することにより，授業の質が高まり，その改善に役立つ」あるいは，「興味・意欲，満足度が高まるとともに，知識・理解を深める効果がある」と報告されている[12]。また，今井ら[13]によれば，テクノロジーを活用することで自発的で能動的な学習を促進し，調べたものを効果的にまとめ，わかりやすく可視化することを支援できる。さらに，学習に対して意識的になるとともに，自分自身の学習を振り返ることを助ける道具となりうる。このような特徴を持つテクノロジーを活用すれば，舞踊教育における「わざ」の熟達化においても効果的な支援ができると思われる。

これまでのモーションキャプチャ活用に関する研究では，モーションキャプチャのデータから高度な解析手法を用いた計算により得られた熟達度を示す指標を開発し検討する研究が多かった。しかしながら，どのように活用すればモーションキャプチャを舞踊の学習に役立てられるかといった教育学的な研究は多くない。

そこで本研究では，舞踊教育の現場で舞踊の熟達化支援に対しモーションキャプチャを活用した場合の利点について考察し，モーションキャプチャをどのように活用すれば効果的に舞踊教育を支援することが可能かを検討した。さらに，その知見をモ

デル化することを目的とした。

2. モーションキャプチャの舞踊教育活用実験

2.1 研究の対象

今回研究の対象としたのは，舞台役者養成所の講師と，そこに在籍する研究生である(養成期間は2年)。対象とした養成所は，東北地方に拠点をおき現在6つの公演グループで年間約1,000回の公演を全国で行っている劇団に属している。この劇団は民俗舞踊(以下，民舞と略す)をベースにした劇団で，養成所では民舞や日本舞踊を中心に演劇の教育を行っている。研究1では，この養成所の舞踊講師1名(T1)と平成18年度入学の研究生4人(A・B・C・D)を対象とした。研究2では，平成19年度入学の研究生2人(E・F)を対象とした。

2.2 使用したモーションキャプチャ

モーションキャプチャは，わらび座デジタル・アート・ファクトリーのアセンション・テクノロジー社(Ascension Technology Corporation)，モーションスター・ワイアレス(MotionStar Wireless)を用いた。システムは，磁界を発生するトランスミッタ，対象に装着するセンサー，データを収集し無線LANで送信するバックパック，データを受け取り位置姿勢データに変換してコンピュータに出力するモーションキャプチャサーバから構成される。これにより身体の各部につけたセンサーの位置座標と回転角を70.9f/s(1秒間に70.9フレーム)で計測した。センサーは身体の11箇所に装着した。

2.3 研究1(平成18年度の研究生を対象)

2.3.1 目的

舞踊の解析等で用いられるモーションキャプチャが舞踊の「わざ」熟達化支援に役立つと考え，その活用モデルの構築を目的とした。まずは，そもそもモーションキャプチャを舞踊の教育に活用することに学習者・指導者にとってメリットがあるのか不明である。そこで，これまでも教育現場で使われてきたビデオ等映像を見た学習に近い，モーションキャプチャのデータから3DCGの映像を作製し，その映像を研究生・講師に見てもらい意見を聞くことでメリットについて考察した。

2.3.2 モーションキャプチャの実施

講師1名と研究生4名に対し，養成所が教育用に使用している「民舞の基本の踊り」をそれぞれ踊ってもらい，その舞踊を磁気式モーションキャプチャで計測した。「民舞の基本の踊り」はおよそ4分間で，動きはゆっくりとしており，手の上げ下げ，足の

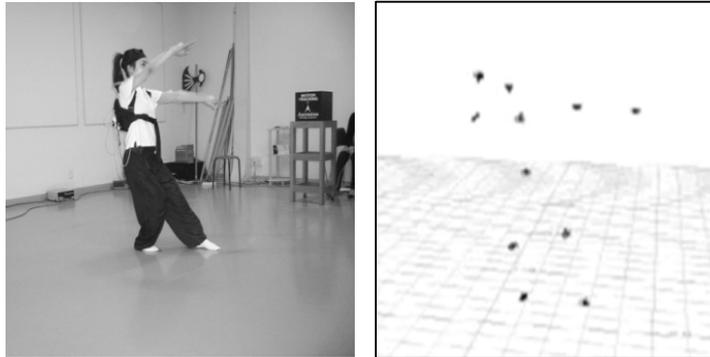


図1 モーションキャプチャの様子と作成したCG

上げ下げ、腰の上下運動のさまざま組み合わせで構成されている。また、中心から前後左右に一歩分の移動がある。この舞踊は、普段の練習では講師が叩く太鼓のリズムに合わせて踊っているが、今回のモーションキャプチャでは各対象者間の条件をそろえるため、録音されたリズム音に合わせて踊ってもらった。

2.3.3 3DCGの製作

計測されたセンサーの3次元位置座標、回転角のデータからセンサーの位置を11個の点で表した3DCGを作成した(図1)。

2.3.4 インタビュー調査

モーションキャプチャを実際に舞踊教育に活用した場合のメリットについて、センサーの位置を表した11個の点による3DCGを見ながら、講師を対象としたインタビュー、研究生を対象としたインタビュー、講師・研究生一緒のインタビュー及びディスカッションを行った。

2.3.5 数値データの分析

インタビューの結果を裏付けることを目的として、モーションキャプチャで計測された数値データを時系列でグラフ化し、講師と各研究生の舞踊の差を比較した。

2.3.6 インタビューの結果

研究生Aに対するインタビューでは、講師からいつも指摘されていることがモーションキャプチャの3DCGで客観的に映し出され、その差が表されたことにより「かな

り納得できる」という意見が聞かれた。研究生Bに対するインタビューでは、モーションキャプチャを舞踊の学習に使うことに対して、「強い武器になると思う」という意見が聞かれた。

研究生Cは、モーションキャプチャの3DCGを見て、自分の舞踊と他人の舞踊を区別した。自分の3DCGを見て「メリハリがない」と自己評価し、講師の3DCGでは「体重移動がはっきりしている」が、自分の3DCGはそうっていないという感想を述べた。

研究生Dは、自分の3DCGを見て、「区切りがしっかりしていない」と自己評価した。また、それに対し、講師の舞踊は「区切りがある」とした。

インタビューを通して、研究生からは点や線の映像は、体の軸を直すとか、重心の移動を直すときに役立つという意見をはじめ、モーションキャプチャに対して前向きな意見が多く寄せられた。

また、講師は、モーションキャプチャの3DCGが手や足などの位置や動きを確認するのに役立つという意見を述べた。しかし、位置などを見るのには良いが、それ以外の部分を感じ取ることができないという意見も述べた。講師はこれらの3DCGを見た印象から、モーションキャプチャは、形を確認する、作っていく段階、つまり学習初期での活用を提案した。

2.3.7 数値データの分析結果

モーションキャプチャの3DCGで見る講師の舞踊は「自分たちの舞踊よりうまい」とインタビューの中で研究生はそろって答えた。その理由として、講師の舞踊は「体重移動がはっきりしている」「重心が低い」「軸がまっすぐである」「きちっとしている」ということをあげた。また、インタビューを通して、講師からは「重心を低く」「重さを下に感じて踊る」といった舞踊のポイントが挙げられ、研究生も舞踊の中で注意していることのひとつに「腰の高さ」を挙げた。また、日頃から「腰を落とすように」と指導され続けていることがわかった。このことから研究生や講師が3DCGを見て感じたことを数値から裏付けることができると考え、モーションキャプチャから得られた腰の高さのデータを時系列でグラフ化し、講師と研究生の舞踊の差を比較した。また、腰の高さを分析するに当たり身長に差があるため、それぞれの踊り始めの腰の高さを1とし、踊っているときの腰の高さをその比で表し比較した。

図2は、講師と研究生の腰の高さを示したものである。「民舞の基本の踊り」の中から、足を一歩前後左右に大きく踏み出し手を広げながら腰を落とすという部分を抜き出して示したものである。前に踏み出し手を広げる動作が4回、左右に踏み出し手を広げる動作が各2回、後ろに足を引き手を広げる動作が4回である。

このグラフを見ると、一歩前に入る部分では講師に比べ全ての研究生の腰が高いことがわかる。また、左右に動く時、日本舞踊の経験がある研究生Aは2~4回目にお

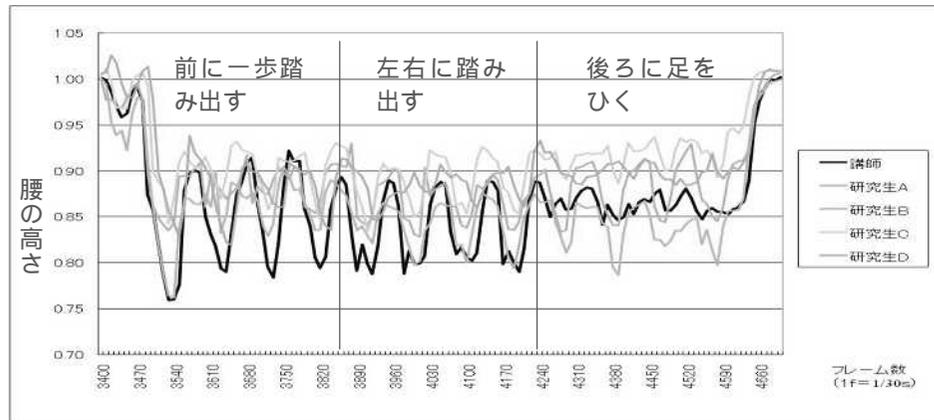


図2 講師と研究生の腰の高さ

縦軸：腰の高さ（始めの腰の高さを1とし、踊り途中の腰の高さをその比で表した）。横軸：フレーム数（1フレーム 1/30秒）

いて講師と同じ程度まで腰を低く落としているものの、他の研究生の腰は講師よりも高い。後ろへ動く場合、研究生C・Dは講師よりも腰が高い。研究生Bは講師が腰を低く保っているのに対し、腰を落とした時は若干講師より腰が低くなるものの上下動が大きいことがわかる。研究生Aは講師と同様に腰を低く保っているが、腰を落とす部分では逆に腰を落とすすぎていることがわかる。また、左右に動いて腰を落とした時に講師には山形の腰の上下動があるが、研究生にはない。

図5で示した舞踊の部分以外においても、その場で上下運動する場合、講師・研究生ともほぼ同じ程度まで腰が下がっているが、一步移動する場合は研究生の腰が講師の腰より高い傾向があった。これは研究生が「重心の移動ができていない」ということを表しているといえる。

以上の結果から、確かに講師の腰の動きと研究生の腰の動きには差があり研究生は腰が高い傾向があることがわかり、インタビューで得られたモーションキャプチャの3DCGの印象が数値でも表れていることが確認できた。

2.3.8 まとめ

これらの結果から、モーションキャプチャの3DCGは位置や動きを見るのに有効であり、3DCGから個人の差や技術の差を認識できると言える。また、モーションキャプチャは自分の舞踊の未熟なところに気づき、確認できることが明らかになった。さ

らに、自分の未熟な点を修正するのに活用できると考えられる。

2.4 研究2（平成19年度の研究生）

2.4.1 目的

研究1では、モーションキャプチャにより踊りが点や線で表されたため、手の位置や身体の動き等を確認することに役立つことが示唆された。研究1では非常にゆっくりとした、基本動作のみの踊りであったが、研究2では、複雑な動きをする民俗舞踊を対象にした。また、3DCG（点や線）だけではなく、モーションキャプチャの特徴であるデータが教育に活用することで学びが生まれにくいのか明らかにするために、データを研究生に見てもらいながら、意見を聞いた。

2.4.2 モーションキャプチャの実施

研究生E・Fに2年にわたり4回同一の踊りを踊ってもらい、モーションキャプチャで計測した。対象とした踊りは、「津軽じょんがら節」である。この踊りも、養成所のカリキュラムの一つとして組み入れられているもので、7月から11月に集中的に練習した。本研究では、研究生が、「津軽じょんがら節」の振りを一通り踊れるようになった7月に、モーションキャプチャで研究生の踊りを計測した。さらに、学習をすすめた4か月後(11月)と7か月後(翌年2月)、そして1年4か月後(翌年11月)の踊りをモーションキャプチャで計測した。

なお、7月の最初の計測までに、「じょんがら節」を集中的に90分~120分間の授業で5回練習していた。また、11月の計測まではさらに7回練習し、11月以降、他の踊りの学習へうつったが、2月の計測前に、再度、1回授業で「じょんがら節」の練習を行ってもらった。

また、上達を確認するために基準として、舞踊講師(T2)の踊りも7月にモーションキャプチャで計測した。

2.4.3 数値データの分析

講師によると「じょんがら節」が手踊りであり、手の位置・速さが重要であるとの講師の意見があった。同様に、腰・軸についても重要であり、普段の練習でも指摘しることが多いことから、今回はモーションキャプチャで計測された数値データをもとに、左手の動き、腰、身体の軸について、「じょんがら節」の前半部（通称、1と2の踊り）の舞踊を学ぶ上で学習者が参考にしやすいように、位置や速さ、タイミングについてグラフを作成した。

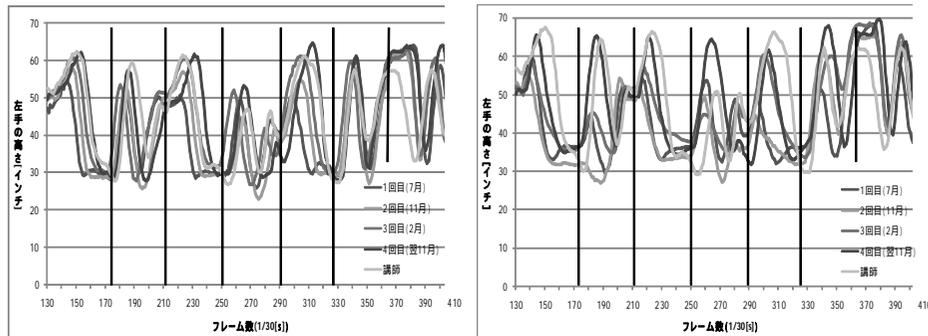


図3 左手の高さ (左: 研究生 E・右: 研究生 F)

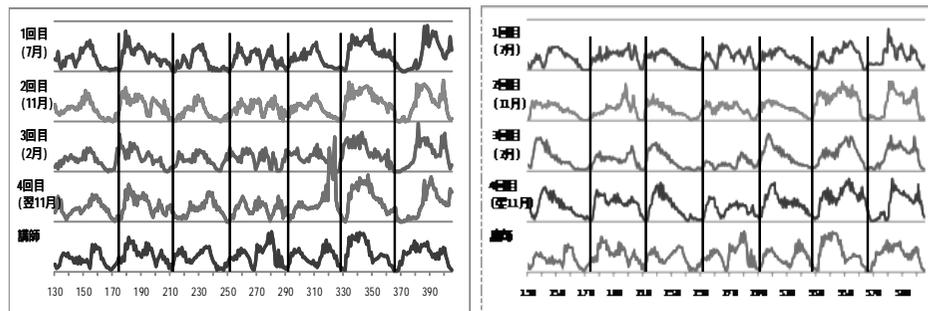


図4 左手の速さ (左: 研究生 E・右: 研究生 F)

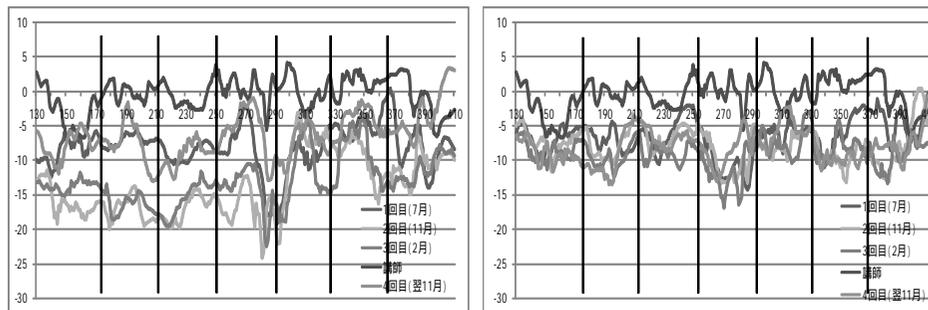


図5 軸の傾き (左: 研究生 E・右: 研究生 F)

2.4.4 数値分析の結果

左手においては、研究生 A は全体的に、図 3 のグラフを見ると、 $\cdot \cdot \cdot$ の部分は練習を重ねるにつれ、講師の動きに近づいていることがわかる。1 回目 (7 月) は、動きが小さく、踊りのキメのポーズを線で結んだような動きである。また、手の移動時間も短く、手を上げ下げするタイミングが良くない。しかし、3 回目・4 日目と (翌 2 月・翌 11 月) になると動きが大きくなるとともに手を上下させる時間が長くなり、タイミングがよくなる。さらに、減速すべきところで、減速しているとわかる。研究生 A は、3 回目のときに「メリハリをつける。止めるところで止めるように心がけて踊っている」とコメントしており、その結果が表れていると言えよう。しかし、 $\cdot \cdot \cdot$ の部分では、講師の動きに近づいているとは言いにくい。

研究生 B も、 $\cdot \cdot \cdot$ の部分では、練習を重ねるにつれ、徐々に手が上がるようになってきていることがわかる。3 回目以降になると、手の動きも大きくなる。しかし、手の上げ方がまだまだ低いため、手をゆっくり下げることでタイミングをとっていることがわかる。研究生 B は、「踊りが女々しいと注意される」とコメントしているが、手の上げ方が小さく、ゆっくり手を下げる動きが「女々しい踊り」と言われる理由の一つとも考えられる。また、研究生 A 同様、 $\cdot \cdot \cdot$ では、講師の動きに近づいているとは言いにくい。

研究生 A・B と同様に、 $\cdot \cdot \cdot$ の部分では、1 回目に比べ、2・3・4 回目と手の動きが、講師の動きに近づいて行く傾向が見てとれた。

反面、 $\cdot \cdot \cdot$ の部分では、 $\cdot \cdot \cdot$ に比べ、講師の動きに近づいているとは言い難い。

この原因の一つとして考えられるが、振り単位に含まれる動作の数である。 $\cdot \cdot \cdot$ は手を上げて下げるといった動作であるが、 $\cdot \cdot \cdot$ は、手を上げて下げてまた上げると言うように、1 つ動作が増えている。特に、 $\cdot \cdot \cdot$ は、腰を大きく落とすという動作を伴う。そのため、振りとして難しいことが、上達が表れにくい一因と考えられる。

また、腰の動きに関しては、研究生 B には講師の動きに近づいて行っていることがわかったが、研究生 A でははっきりとした変化はなかった。軸の傾き (図 5) に関しては、徐々に、かえって前屈みになって踊っていることがわかった。これらの結果をまとめ、研究生に提示し意見を聞いた。

4.5 3DCG の製作

計測されたセンサーの 3 次元位置座標、回転角のデータからセンサーの位置を 11 個の点で表した 3DCG を作成した。また、データをもとに線で表した CG、人型の人形をつけた CG も作製した (図 6)。

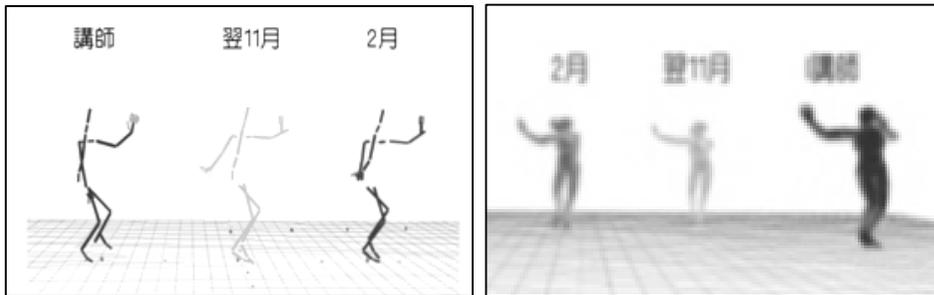


図6 作成したCG
(左：線で表現したCG・右：肉を付けたCG)

2.4.6 インタビュー調査

手の動きを表したグラフと、腰の動き、身体の傾きを表したグラフと3DCGを見てもらいながら研究生2名を対象にインタビューを行った。

2.4.7 インタビューの結果

研究生 E に対するインタビューでは、「グラフを見ると違いがあることが分かる」、「とてもわかりやすい、特にグラフを見てからCGを見るとよくわかる」、また、研究生 F は、講師からいつも指摘されたことが、「自分としてはやっているつもり」であったり、指摘の内容がよく理解できなかったりすることがあるが、モーションキャプチャにより数値で表され、3DCG を見ると「そういうことか」と理解できるという意見が聞かれた。また、身体の軸の動きを見て、「講師はまっすぐ踊って、自分たちはまだまだ傾いていたことにはじめて気がついた。」と両者答えていた。さらに、講師の手の緩急のタイミングをグラフで見て、「最初は1回目(7月)のときの方が、しっかり止まっているように見え、回を重ねると悪くなったのかなとも思ったが、1回目はただ止まっているだけだった。」と発言し、動きのタイミングについて発見があった。インタビューの最後に2名に、「モーションキャプチャを教育に活用したいか」と聞いたところ、「是非活用したい」との返答があった。

本研究では、グラフのデータを見せたことで、話題が手の動きや腰の動きに集中した。これは、見るポイントが明示されたことで、3DCG の踊りの未熟な点が見えたためと考えられる。また、3DCG も点や線で踊り表されていたためによりそのポイントが鮮明に確認できたと考えられる。

2.4.8 まとめ

グラフを見て、未熟な点に気づいてから3DCG を見ることで新たな発見や、理解が得られることがわかった。グラフなどの数値データは、熟達のための気づきを得られると考えられる。

3. 舞踊教育へのモーションキャプチャ教育活用モデル

3.1 「情報が削られること」の利点

本研究では、モーションキャプチャを教育に活用した場合にもたらされる利点がいくつか明らかになった。3DCG は、実際の踊りと比較し余計な情報が削られるため、身体の位置や動きを確認するのに有効である。グラフ(身体の位置や速さを表示)は、3DCG と比較してさらに余計な情報が削られるため、身体の位置や動きに関する「気づき」や「理解」が得られ、さらに効果的な学びが可能になる。グラフをもとに3DCG をみると新たな気づきがある。つまり、単に余計な情報を削るだけでなく「気づき」や「理解」をもとに情報を増やすことによって、より効果的な「学び」を支援することが可能になる。

に関しては、点や線の踊りは、それだけでは何も分からないのではとも思われる。しかし、本研究を通して、点や線で表されたことにより、身体の軸や手の動きがわかりやすくなり、その修正に役立つことが示唆された。

渡部[14]は、デジタル化のひとつの特徴として情報が削られることを指摘している。今回のモーションキャプチャでは、身体の11箇所センサーをつけ、その位置と回転角を70.9f/sで計測した。これは1/70.9秒間に1つのセンサーで3次元の位置(xyz座標)及び回転(xyz角)の6つのデータを計測していることになる。舞踊は4分間(240秒)なのでこの舞踊ではセンサー1つにつき、240×70.9×6個のデータが取れる。センサーは11箇所つけたのでデータ総数はその11倍である。この様に考えると膨大な情報量であるが、その膨大な情報量すら11個のセンサーの動きを表現しているにすぎず、実際に舞踊を目で見て与えられる情報とでは比べ物にならないことは容易に想像がつく。

舞踊の学習は「模倣」から始まる[2]が、研究生も、講師の踊りに近づけようと考えて練習しているという。しかし、研究生に対し、講師との違いについて聞いたところ「ぜんぜん違うのはわかるが、何がどう違うかは具体的にはわからない。」と言った内容のコメントがほとんどだった。研究生の場合、講師の踊りを見ても、違うのはわかるが、すぐには「自分とどう違うのか」や、「自分の修正点」に気がつくのは難しいのである。この理由の一つとして、実際の踊りを見ることで与えられる情報の量が多すぎることが問題であると考えられる。講師は実際の踊りを見ることで、研究生

に「良い、悪い」と指導しているが、これは、講師にとっては実際の踊りでも情報が過多ではないためである。しかし、研究生は、実際の踊りを見て学ぼうと思っても情報が多すぎるために、どこを見ればよいのか、どこが悪いのか等なかなか理解できていないのである。つまり、熟達の度合いにより、認知できる情報の量が違うのである。

モーションキャプチャの3DCGは風景や肉や服などの情報が削られている。しかし、本研究でのインタビューでは、3DCGは身体の曲がりや手の上がり具合や身体の軸などが特徴化され、わかりやすくなり、明確に読み取ることができるという意見が多かった。つまり、情報が少なくなったことにより特徴化され、舞踊のポイントに挙げられた身体の軸や重心といった修正点が研究生にとっては気づき・理解しやすくなったと考えられる。

に関しては、本研究ではグラフで位置や速さを表したが、これらのグラフは3DCGに比べさらに情報が削られていると言える。ここでもグラフにすることで、情報が削られ特徴化したことにより「気づき」「理解」が得られたと考えられる。

これらのことから、モーションキャプチャを活用し、情報を削ることにより「気づき」や「理解」が得られ、効果的な学びができると考えられる。

に関しては、グラフでは確かに差があることが分かるものの、グラフだけではどうすればよいのかイメージしにくい。しかし、「グラフを見てからCGを見るとよくわかる」と言う研究生の意見にあるように、グラフで得た気づきをもって3DCGを見ると、新たな気づきがあることがわかった。つまり、情報を削るだけではなく、削って特徴化したことにより得た「気づき」をもとにより情報を増やすことにより、より「理解」が深まると考えられる。

3.2 モーションキャプチャの教育活用モデル

コンピュータの教育利用を考えるときには、「内省ための道具」として活用することが効果的であるという[15]。「内省のための道具」は、表現に対する修正と働きかけの手段を与えるものである。このとき、新たな解釈に気づいたり、その体験の意味を深く考え、体験する以上の理解を促すという[16]。

舞踊を学習している者が必要としているのは、どこをどう直せばよいのかと言った熟達のための「気づき」や「理解」である。

モーションキャプチャにより得られたデータは、加工が容易である。本研究でも、モーションキャプチャのデータからCGアニメーションを作製したり、グラフ化したりしたように、情報の量を変化させることが可能である。本研究では、情報削り特徴化することが舞踊の学習に役立つことがわかった。そこで、舞踊教育へのモーションキャプチャの活用として、データを加工し、学習者の分かるところまで情報を削ることによって、「気づき」や「理解」を促すための活用が考えられる。

例えばモーションキャプチャにより、3DCGで骨格の動きを表すことで新たな「気

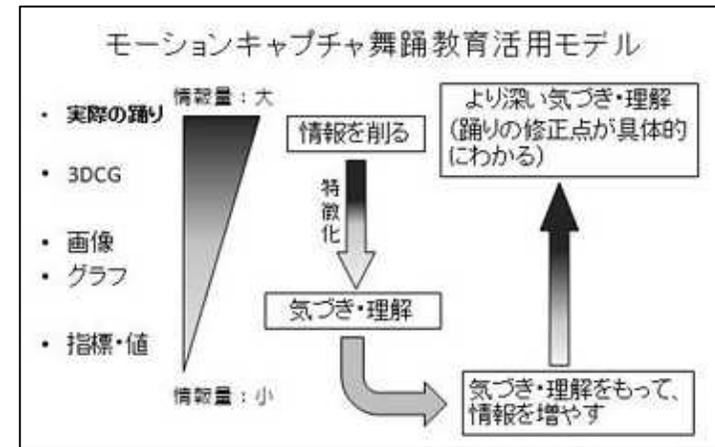


図7 モーションキャプチャ舞踊教育活用モデル

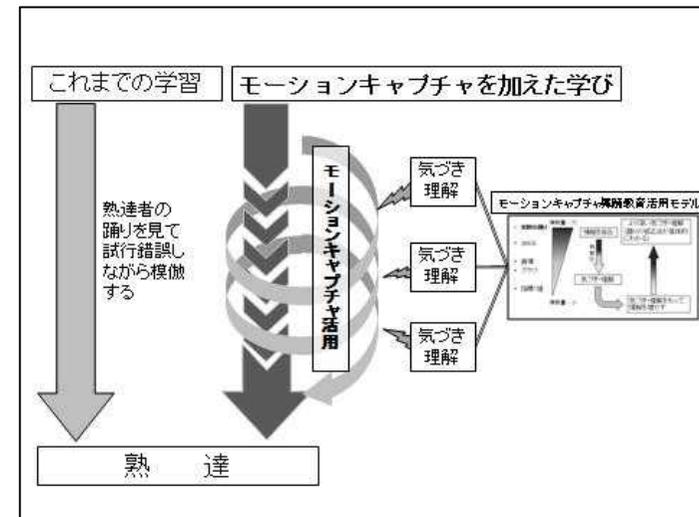


図8 モーションキャプチャを加えた学び

づき」や「理解」を得ることで熟達に役立つと思われる。また、3DCGで分からなければ、さらに情報を削りグラフや指標で表すことにより、「気づき」や「理解」が得られる。

モーションキャプチャのデータをグラフで表現したことで、上達した部分や講師との踊りの違いがわかった。しかし、グラフを見たとしても、実際にどう直せばよいかについて知ることは難しい。つまり削った情報による「気づき」や「理解」が熟達へは結びつかない。モーションキャプチャは情報の加工が容易である。そこで、モーションキャプチャにより情報を削るだけでなく、情報を増やす活用が考えられる。情報を削ったことにより気がついた修正点を参考にしながら、情報を増やしていくことにより修正点や上達点を具体的に知ること、つまりより深い「気づき」「理解」ができ考えられる。例えば、本研究では、グラフなどで得られた気づきをもとに、モーションキャプチャにより作製した3DCGの踊りを見ると、ポイントがはっきりしているために、具体的にどう違うのか、どうすれば良いのかといった「気づき」や「理解」を得られた。さらに、その「気づき」や「理解」をもって実際の踊りを見ると、ただ踊りを見るのに比べて新しい「気づき」や「理解」があるものと思われる。

以上のことをまとめると図7のようなモデルで表される。図7の左側は情報の多い順番に、実際の踊り・モーションキャプチャによる3DCG、写真等の画像、モーションキャプチャのデータから作成したグラフ、熟達度などを表した指標や値を並べたものである。図7は、情報を削り、特徴化することにより、新たな「気づき」や「理解」が得られる、そして、その「気づき」や「理解」をもとに情報を増やすことによりより深い「気づき」や「理解」が得られることを表している。

また、この活動を1回ではなく、繰り返すことにより、舞踊の「わざ」熟達を支援できると思われる(図8)。実際の踊りを見て試行錯誤を繰り返すというこれまでの学習に加え、モーションキャプチャを活用した学びを繰り返し行うことにより、新たな「気づき」や「理解」を得ながら学ぶことが可能になり、熟達するのに役立つであろう。

舞踊を学習している者は、どこをどう直せば上達するのか考えながら練習している。これまでの舞踊の学習は、講師の実際の踊りを見て試行錯誤することにより行われてきた。そこでは、どこが良くてどこが悪いのかは長い年月をかけ、実際の踊りの情報量を把握できるようになることで、熟達のための「気づき」「理解」を得てきた。ここに、モーションキャプチャをはじめとするテクノロジーが持つ情報の加工の容易さ、つまり「情報を削る・増やす」ことを利用し、内省ための道具として活用することで熟達のための「気づき」や「納得」を得られやすくなり、より熟達できる可能性がある。

謝辞：本研究にあたり、モーションキャプチャおよびインタビューに快くご協力いただいたわらび座養成所舞踊講師の安達真理先生、万踊衆・菊池正平先生、そして研究生の皆様様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Ericsson, K.A. (1996) The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- 2) 生田久美子 (1987, 新装版 2007) 「わざ」から知る, 東京大学出版会, 東京
- 3) 阿部崇慶 (1997) 芸道の教育, ナカニシヤ出版, 東京
- 4) 光森 忠勝 (2003) 伝統芸能に学ぶ 躰と父親, 恒文社, 東京
- 5) 幸村琢, 黒田篤 (2001) モーションキャプチャ, 筋骨格系モデルによる遠隔リハビリシステム, 情報処理振興事業協会 (IPA) 平成 13 年度成果報告集 次世代基盤技術
- 6) 川本 竜史, 古川 康一 (2004) サッカーにおけるインサイドキックスキルの解明 人工知能学会全国大会論文集, pp.230-231
- 7) Matsumoto T, Hachimura K, Nakamura M (2001) Generating Labanotation from motion-captured human body motion data, Proc. International Workshop on Recreating the Past - Visualization and Animation of Cultural Heritage -, pp.118-123
- 8) 中澤 篤志, 中岡 慎一郎, 白鳥 貴亮, 工藤 俊亮, 池内 克史 (2004) モーションキャプチャによる全身運動解析と模倣ロボット: 「じょんがら」節を HRP-1S に踊らせる, 情報処理学会研究報告.CVIM,[コンピュータビジョンとイメージメディア], pp31-39
- 9) 古川耕平, 崔雄, 八村広三郎 (2005) 国宝能舞台のデジタル復元とその応用, エンタメ論文集 (情報処理学会シンポジウムシリーズ vol.2005, No.10), pp173-178
- 10) 丸茂祐佳, 吉村ミツ, 小島一成, 八村広三郎 (2003): 日本舞踊の基礎動作「オクリ」に現れる娘形技法の特徴, 情報処理学会, 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, pp.39-46
- 11) 吉村ミツ, 村里英樹, 甲斐民子, 黒宮明, 横山清子, 八村広三郎 (2004) 赤外線追跡装置による日本舞踊動作の解析(パターン認識), 電子情報通信学会論文誌, No.3: pp. 779-788
- 12) 文部科学省 (2007) ICT を活用した指導の効果の調査結果について - 「確かな学力」の向上につながる ICT 活用 -, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/19/05/07060706.htm
- 13) 今井むつみ, 野島久雄 (2003) 人が学ぶということ, 北樹出版, 東京
- 14) 渡部信一 編著 (2007) 日本の「わざ」をデジタルで伝える, 大修館書店, 東京
- 15) 加藤浩, 有元典文 編著 (2001) 認知的道具のデザイン, 金子書房, 東京
- 16) Norman.D.A (1993) 佐伯胖 監訳 (1996) 人を賢くする道具, 新曜社, 東京